

Klimawandel, Meeresspiegelanstieg und Brutvögel im Wattenmeer: Kenntnisstand und Ausblick

Stefan Thyen, Jan Barkowski, Holger Freund & Nadine Oberdiek

THYEN, S., J. BARKOWSKI, H. FREUND & N. OBERDIEK (2010): Klimawandel, Meeresspiegelanstieg und Brutvögel im Wattenmeer: Kenntnisstand und Ausblick. Vogelkd. Ber. Niedersachs. 41: 193-201.

Im aktuellen Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) wird für das 21. Jahrhundert eine beschleunigte globale Erwärmung sowie ein weltweiter Meeresspiegelanstieg von 10 bis 60 cm vorhergesagt. Für das Wattenmeer wird für den Zeitraum bis 2050 eine Zunahme der Sturmfluthäufigkeit sowie ein Anstieg des Meeresspiegels von 35 bis 55 cm angenommen. Bisher gibt es kaum verlässliche Prognosen darüber, mit welcher Intensität der Meeresspiegel tatsächlich ansteigt und mit welchen ökologischen Konsequenzen zu rechnen ist. Es kann jedoch angenommen werden, dass es fundamentale Habitatveränderungen geben wird, die die in Salzrasen brütenden Vögel sowohl auf individueller Ebene wie auch auf Populationsebene beeinflussen werden.

Neben dem Verlust von Salzrasenflächen in manchen Regionen des Wattenmeeres und dem damit verbundenen Verlust an Brutplätzen dürfte der Meeresspiegelanstieg durch die Veränderung von Habitaten vermutlich auch weitaus komplexere und möglicherweise sehr drastische Auswirkungen auf die Brutvögel des Wattenmeeres haben. Ausgehend von ausgewählten früheren Untersuchungen zur Zusammensetzung von Brutvogelgemeinschaften und zur Brutökologie des Rotschenkels *Tringa totanus*, die teilweise mit vegetationskundlichen Untersuchungen einer ‚simulierten Transgression‘ auf Langeoog verschnitten werden, werden mögliche Effekte eines Meeresspiegelanstiegs auf Brutvögel aufgezeigt. Aus diesen Beispielen wird die Vermutung abgeleitet, dass sich die Zusammensetzung von Brutvogelgemeinschaften, Reproduktivität, Prädation und Populationsdynamik deutlich verändern werden. Die generelle Gültigkeit der dargestellten Ergebnisse sowie die wichtigsten offenen Fragen zum Effekt des Meeresspiegelanstiegs auf Brutvögel im Wattenmeer werden diskutiert.

S. T., Rheinstr. 121, D-26382 Wilhelmshaven, s.thyen@t-online.de; J. B. & H. F., Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Universität Oldenburg, Schleusenstr. 1, D-26382 Wilhelmshaven, barkowski_jw@yahoo.de, holger.freund@icbm.terramare.de; N. O., Kantstr. 1, D-26384 Wilhelmshaven, nadineoberdiek@web.de

1 Derzeitiger Kenntnisstand

Unabhängig von den zu Grunde liegenden Ursachen besteht heute weitgehend Konsens darin, dass die ansteigenden Temperaturen insbesondere auf der Nordhalbkugel einschließlich der damit verbundenen Begleiterscheinungen Zeichen eines sich verändernden Klimas sind. Es wird erwartet, dass sich die Klimaveränderung mittel- bis langfristig beschleunigt fortsetzt (IPCC 2007). So sagen Klimamodelle voraus, dass sich die Temperatur im weltweiten Durchschnitt bis 2100 um bis zu 6,4° C er-

höhen wird. Damit einhergehend wird ein Meeresspiegelanstieg von etwa 20 bis 60 cm bis Ende dieses Jahrhunderts vorhergesagt, wobei aber große geographische Variationen zu erwarten sind. Durch steigende Wasserstände und zunehmende Extremereignisse wie Sturmfluten und Sommerhochwasser sind die Lebensräume der Küsten möglicherweise von großen Flächenverlusten bedroht. Für den norddeutschen Küstenraum sagen Schätzungen von STORCH et al. (1998) einen Meeresspiegelanstieg von 35 bis 55 cm bis 2050 voraus. Gemeinhin wird angenommen, dass Salzwiesen und

Wattflächen des Wattenmeeres durch zusätzliche Sedimentauflagerungen bei ansteigendem Wasser vertikal „mitwachsen“ können. Dies kann aber nur dann geschehen, wenn der Meeresspiegel unterhalb eines sog. „break point“ relativ moderat ansteigt und ausreichend Sedimente zur Umlagerung zur Verfügung stehen (CPSL 2005). Andernfalls ist zwangsläufig mit Erosionen und nachhaltigen Überflutungen zu rechnen. Ein Verlust dieser Lebensräume und eine Veränderung verbleibender Lebensräume durch den Effekt des sog. „coastal squeeze“ (z. B. HUGHES 2004) wären unausweichlich: ein steigender Meeresspiegel verursacht ein landwärtiges Verschieben der Salzwiesen, das aber durch Deiche unterbunden wird. Ein Verlust oberer Salzwiesenbereiche wäre die Folge.

Wenn auch die Ausprägung des Meeresspiegelanstiegs im Wattenmeer heute nicht eindeutig zu klären ist, so erscheint es doch sicher, dass die Lebensräume mittelfristig umfassenden Veränderungen unterliegen. Obwohl vielfach gefordert und angenommen, existieren jedoch bis heute keine auch nur annähernd fundierten Vorstellungen darüber, wie die Vögel des Wattenmeeres auf die bevorstehenden Veränderungen reagieren könnten (z. B. PIERSMA 2003, SUTHERLAND 2004). Dabei ist das Wattenmeer gerade für Vögel von international herausragender Bedeutung und Rückzugsgebiet einer Vielzahl von im Bestand abnehmenden Arten. Eine durch den Meeresspiegelanstieg bedingte Veränderung der Lebensräume des Wattenmeeres hätte sicherlich substantielle, aber bis heute unabsehbare Folgen für international bedeutende Bestände von Gast- und Brutvögeln (PIERSMA 2003, ESSINK et al. 2005). Aufgrund der globalen Erwärmung prognostizieren HUNTLEY et al. (2007) z. B. für Austernfischer *Haematopus ostralegus*, Säbelschnäbler *Recurvirostra avosetta* und Rotschenkel *Tringa totanus* eine vollständige Räumung der Brutgebiete des Wattenmeeres bis zum Ende dieses Jahrhunderts. Über das Ursachengefüge und die Mechanismen dieses Prozesses einschließlich der Bedeutung des Meeresspiegelanstiegs gibt es jedoch keine Informationen.

2 Mögliche Effekte des Meeresspiegelanstiegs auf Brutvögel des Wattenmeeres

In der vorliegenden Arbeit werden ausgewählte Untersuchungen an Salzwiesen-Brutvögeln aus

dem Zeitraum 1994-2008 mit den vorhergesagten Effekten des Meeresspiegelanstiegs auf die Bruthabitats der Vögel verschnitten. Berücksichtigt werden Untersuchungen zu Brutvogelgemeinschaft, Abundanz, Habitatwahl und Reproduktion aus bis zu 20 Brutgebieten innerhalb des niedersächsischen und schleswig-holsteinischen Wattenmeeres. Keine dieser Untersuchungen wurde jedoch vor dem Hintergrund des „global warming“ und des Meeresspiegelanstiegs durchgeführt. In diesem Sinne sind die dargestellten Ergebnisse keineswegs als annähernd gesicherte Prognosen zu verstehen. Vielmehr handelt es sich um einen ersten Versuch, relevantes Wissen bezüglich des Meeresspiegelanstiegs und Brutvögeln zusammenzuführen und darzustellen.

2.1 Datengrundlage und Annahmen

Als Grundlage für die vorliegende Darstellung wurden im Wesentlichen folgende Arbeiten berücksichtigt: THYEN et al. (1998), THYEN (1997, 2000), THYEN & EXO (2005), KOFFIJBERG et al. (2006), BARKOWSKI & FREUND (2006), THYEN et al. (2008a, b). Zur Untersuchung möglicher Effekte eines durch den Meeresspiegel veränderten Lebensraumes auf die Bestandsentwicklungen der Vögel wurde das populationsbiologische Modell von HENNY et al. (1970) herangezogen. Auf dessen Grundlage wurden grundsätzlich jeweils zwei Szenarien modelliert, unabhängig von den tatsächlichen derzeitigen Gegebenheiten und unabhängig von tatsächlich auftretenden Veränderungen nach einem Meeresspiegelanstieg: 1. Ausgangssituation: Bestände der Brutvögel sind derzeit stabil (zugehörige populationsbiologische Parameter siehe Tab. 1); 2. Veränderte Situation: Reproduktion der Brutvögel halbiert sich aufgrund verschiedener Effekte des Meeresspiegelanstiegs.

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass für keine Brutvogelart des Wattenmeeres derzeit in verlässlichem Umfang bekannt ist, welche Werte die populationsbiologisch relevanten Kenngrößen tatsächlich haben und wie sie räumlich und zeitlich variieren. Die in Tab. 1 aufgeführten Werte sind deshalb reine Annahmen, die aber soweit wie möglich auf Beispielen aus der Literatur basieren und daher mutmaßlich als annähernd realistisch angesehen werden können.

Tab. 1: Populationsbiologische Parameter zweier Brutvogelarten des Wattenmeeres unter dem Szenario stabiler Bestände entsprechend dem Modell von HENNY et al. (1970). Die angegebenen Werte (ausgenommen die Bestandsgrößen) basieren auf Beispielwerten aus der Literatur. Sie sind aber letztlich Annahmen, die in oben genanntem Modell zu stabilen Beständen führen. Die Brutbestände des Rotschenkels sind nicht angegeben, da die Berechnungen auf mehrere kleinräumige Untersuchungen zurückgehen (vgl. Abb. 4). Die Spannweiten in Schlupf- und Bruterfolg des Rotschenkels beziehen sich auf Festlands- (niedrigere Werte) und Inselstandorte. K/Bp = Küken pro Brutpaar, subadult = flügge Jungvögel vor der 1. Brut. – *Population parameters of two Wadden-Sea breeding-bird species on the assumption of equilibrium populations according to the model of HENNY et al. (1970). Except for current population size, all given values are assumptions based on examples from literature. The population size of Common Redshanks is not given because the model calculations are based on different small-scale breeding sites (see fig. 4). The ranges in hatching and breeding success of the Common Redshank refer to mainland (lower values) and island sites. Sub-adults: group of birds comprising fledglings prior to their first breeding.*

Parameter	Säbelschnäbler - Avocet	Rotschenkel – Redshank	Literatur – literature
Aktueller Bestand – current population size	10.100 Brutpaare – breeding pairs		KOFFIJBURG et al. (2006)
1. Brut – age at first breeding	2.-3. Lebensjahr – 2nd -3rd year of life	1.-2. Lebensjahr – 1st -2nd year of life	GLUTZ VON BLOTZHEIM et al. (1985)
Gelegegröße – clutch size	4 Eier – eggs	4 Eier – eggs	GLUTZ VON BLOTZHEIM et al. (1985)
Schlupferfolg – hatching success	46 %	8-82 %	THYEN (1997); THYEN et al. (1998; 2008a,b)
Kükenmortalität – chick mortality	70 %	70 %	THYEN (1997); THYEN et al. (2008a)
Bruterfolg – breeding success	0,55 K/Bp – fledglings per pair	0,1-1,0 K/Bp – fledglings per pair	THYEN (1997); THYEN et al. (1998; 2008a,b); HÖTKER & SEGEBADE (2000)
Mortalität subadult – annual mortality of sub-adults	34 %	35 %	GLUTZ VON BLOTZHEIM et al. (1985); DEN BOER (1995); HÖTKER (1999);
Mortalität adult – annual mortality of adults	18 %	25 %	GROßKOPF (1964); GLUTZ VON BLOTZHEIM et al. (1985); HÖTKER (1999)

2.2 Effekte von Überflutungen

Nach Untersuchungen zum Schlupferfolg verschiedener Küstenvogelarten Mitte der 1990er Jahre gehören Überflutungen während der Brutsaison im Wattenmeer zu den bedeutendsten Ursachen von Gelegeverlusten, beispielsweise bei Watvögeln (THYEN et al. 1998; Abb. 1). Nach Beobachtungen von VAN DE POL (2006) ist derzeit sogar eine Zunahme derartiger Verluste zu verzeichnen.

Unter Berücksichtigung der für den Säbelschnäbler gefundenen durchschnittlichen Schlupferfolge von 40-50 % sowie unter der Annahme einer Kükenmortalität von 70 % ergäbe sich eine jährliche Reproduktionsrate von 0,55 flüggen Küken pro Brutpaar. Der Brutbestand des Säbelschnäblers wäre

nach dem Populationsmodell von HENNY et al. (1970) unter diesen Umständen langfristig stabil, wenn neben oben genannten Parametern weiterhin eine Sub-Adulten-Mortalität von 34 %, eine Adultenmortalität von 18 % sowie eine geschlossene Brutpopulation angenommen wird (Abb. 2). Tatsächlich brüten Säbelschnäbler derzeit mit stabilen Beständen im Wattenmeer (KOFFIJBURG et al. 2006). Würden sich jedoch die Gelegeverluste des Säbelschnäblers etwa durch steigende Überflutungshäufigkeiten verdoppeln, so ergäbe sich unter Beibehaltung oben genannter Annahmen innerhalb weniger Jahre eine deutliche Bestandsabnahme. Die Population des Austernfischers würde in ähnlicher Weise auf eine Zunahme der Überflutungshäufigkeiten reagieren.

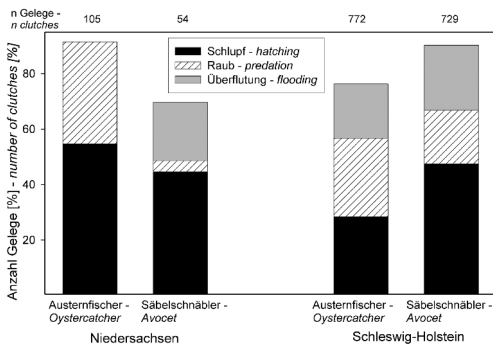


Abb. 1: Schicksale von Gelegen zweier ausgewählter Watvogelarten, Austernfischer und Säbelschnäbler, im Wattenmeer nach Daten aus THYEN et al. (1998). Für die Darstellung wurden alle beobachteten Gelege der Jahre 1996 und 1997 zusammengefasst. Berücksichtigt wurden jeweils sechs Brutgebiete (Austernfischer: zwei in Niedersachsen, vier in Schleswig-Holstein, Säbelschnäbler: eines in Niedersachsen, fünf in Schleswig-Holstein). – *Fates of clutches of selected wader species, Oystercatcher and Avocet, according to data from THYEN et al. (1998). All data from 1996 and 1997 were pooled for the analysis, for both species 6 breeding sites were considered.*

2.3 Effekte der Salzwiesen-Erosion

In vielen Fällen verteilen Brutvögel sich nicht gleichmäßig in Salzwiesen, sondern brüten mit unterschiedlicher Dichte in den verschiedenen, vegetationskundlich differenzierten Zonen des Vorlandes (Abb. 3; vgl. THYEN 2000, HÄLTERLEIN et al. 2003). In den hier dargestellten Beispielen brüten Watvögel (insbesondere Säbelschnäbler und Austernfischer) mit höherer Dichte in Bereichen der unteren Salzwiesen-Zone, Singvögel (insbesondere Feldlerche *Alauda arvensis*, Wiesenpieper *Anthus pratensis* und Rohrammer *Emberiza schoeniclus*) brüten relativ häufiger in mittleren und oberen Bereichen. Bei Verlusten von Bruthabitaten der unteren Salzwiesen durch Erosion wären somit alle Brutvogel-Arten betroffen, Watvögel jedoch in überproportionalem Umfang. Ein vollständiger Verlust der unteren Salzwiesen-Zone würde im Beispiel der Festlandstandorte (Abb. 3) einen Brutplatzverlust für 66 % aller Watvögel und 55 % der Singvögel der Gemeinschaft bedeuten. Auf Langeoog würden 22 % der Watvögel und 8 % der Singvögel ihren Brutplatz verlieren.

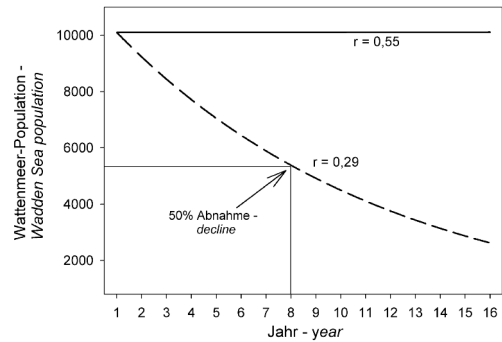


Abb. 2: Populationsentwicklung des Säbelschnäblers unter den Mitte der 1990er Jahre vorgefundenen Bedingungen (durchgezogene Linie; vgl. THYEN et al. 1998) und unter der Bedingung einer Verdopplung von Gelegeverlusten etwa durch Überflutungen (gestrichelte Linie). Basis der Populationsmodelle sind Ergebnisse zum Schlupferfolg aus den Jahren 1996/1997 (vgl. Abb. 1, Tab. 1), sowie folgende weitere Annahmen: Kükenmortalität: 70 %, Subadulten-Mortalität: 34 %, Adultenmortalität: 18 %, geschlossene Population. Die Modelle wurden nach HENNY et al. (1970) berechnet; r = Reproduktionsrate. – *Population trends of Pied Avocets considering current conditions (solid line) and a doubling of clutch losses due to floodings (dashed line). The population models were calculated on the basis of hatching success observed in the mid-1990s (see fig. 1) and on the assumption of further parameters as follows: chick mortality 70 %, sub-adult mortality 34 %, adult mortality 18 %, closed population. Models according to HENNY et al. (1970); r = reproductive rate.*

2.4 Effekte qualitativer Habitatveränderungen

Ein steigender Meeresspiegel kann unter gegebenen Umständen (s. o.) zu gravierenden Veränderungen der Salzwiesen führen, indem Pflanzengesellschaften der unteren Salzwiese die der oberen ersetzen. BARKOWSKI & FREUND (2006) beobachteten eine Ausbreitung von Pioniergesellschaften und Gesellschaften der unteren und mittleren Salzwiesen als Folge eines „simulierten Meeresspiegelanstiegs“ nach Rückbau des Langeooger Sommerdeiches (vgl. auch OBERDIEK et al. 2010). Entsprechend der in Kap. 2.3 erläuterten Verteilung von Brutvögeln in Salzwiesen kann eine solche Habitatveränderung zu Verschiebungen in Abundanz und Zusammensetzung der Brutvogelgemeinschaft führen. Betroffen wären in diesem Falle in erster Linie einige Singvogelarten (vgl. Abb. 3).

Ein für manche Brutvögel vermutlich wesentlich stärkerer Einfluss ergibt sich jedoch aus dem für Rotschenkel belegten Zusammenhang zwischen Salzwiesenvegetation und Reproduktion (vgl. THYEN & EXO 2005). In Gebieten mit hohem Prädationsdruck am Festland brüten die Vögel mit sehr geringem Erfolg (THYEN et al. 2008a). Ein nennenswerter Schlupferfolg wird in solchen Gebieten nur dort erzielt, wo Vögel relativ früh in Bereichen der oberen Salzwiese mit der Brut beginnen können (THYEN & EXO 2005). Habitatveränderungen mit der Folge des Verlustes von Vegetation der oberen Salzwiesen hätte in solchen Gebieten eine drastische Minderung der Reproduktivität zur Folge, weil reproduktionsbiologisch hochwertige Habitate verloren gingen. Am Beispiel des Petersgrodens (westlicher Jadebusen) würde etwa ein vollständiger Verlust der oberen Salzwiesen theoretisch eine Minderung des Schlupferfolges um 30 % und eine Zunahme der Verluste durch Prädation um 45 % bedeuten (THYEN et al. 2008a).

Das Beispiel des Rotschenkels zeigt auch, auf welche komplexe Weise ein Meeresspiegelanstieg Brutvögel der Salzwiesen großräumig und auf Populationsebene beeinträchtigen könnte. Generell scheinen Rotschenkel auf Inselstandorten erfolgreicher zu brüten als am Festland (THYEN 1997, THYEN et al. 2008a, 2008b). Sie erzielen auf Inseln Bruterfolge, die über dem mutmaßlich zur Bestandserhaltung notwendigen Minimum von 0,77 flüggen Küken pro Brutpaar und Jahr liegen (DEN BOER 1995). An

vielen Festlandsstandorten dagegen wird dieser mindestens notwendige Bruterfolg nicht erzielt. Die Rotschenkel-Brutpopulation der Inseln ist deshalb potenziell geeignet, Bestandsabnahmen am Festland (als Folge zu geringer Reproduktion) teilweise abzuschwächen (Abb. 4). Eine Ausbreitung von Komponenten der unteren Salzwiesen auf Kosten oberer Salzwiesenvegetation könnte zur Folge haben, dass Inseln für den Rotschenkel diese Bedeu-

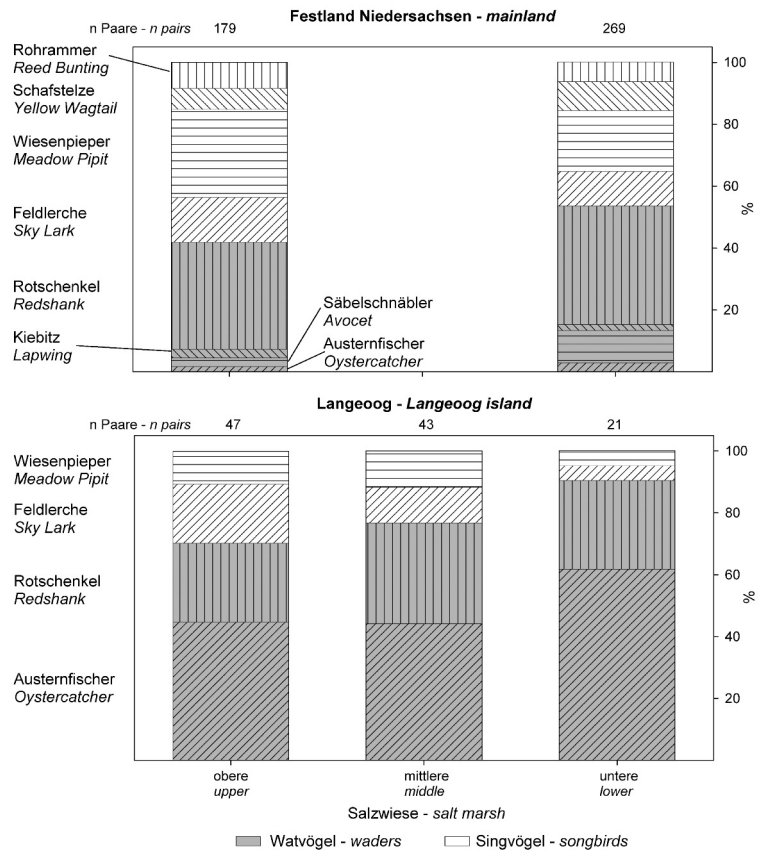


Abb. 3: Zusammensetzung von Brutvogelgemeinschaften in vegetationskundlich differenzierten Salzwiesenzonen des Festlandes und einer Insel. Für das Festland wurden unterschiedliche Kartierungen aus den 1990er Jahren zusammengefasst (Elisabeth-Außengroden, Idagroden und Nordender Groden; THYEN 1996). Die Kartierungen auf Langeoog wurden im Jahre 2008 durchgeführt, wobei Enten- und Möwenvögel unberücksichtigt blieben (THYEN et al. 2008b). – *Breeding-bird communities in salt-marsh zones on the mainland coast and on a Wadden Sea island. Analyses are based on surveys conducted during the 1990s (mainland: Elisabeth-Außengroden, Idagroden and Nordender Groden; THYEN 1996) and in 2008 (Langeoog island; THYEN et al. 2008). Geese, ducks and larids were excluded from analyses (Langeoog).*

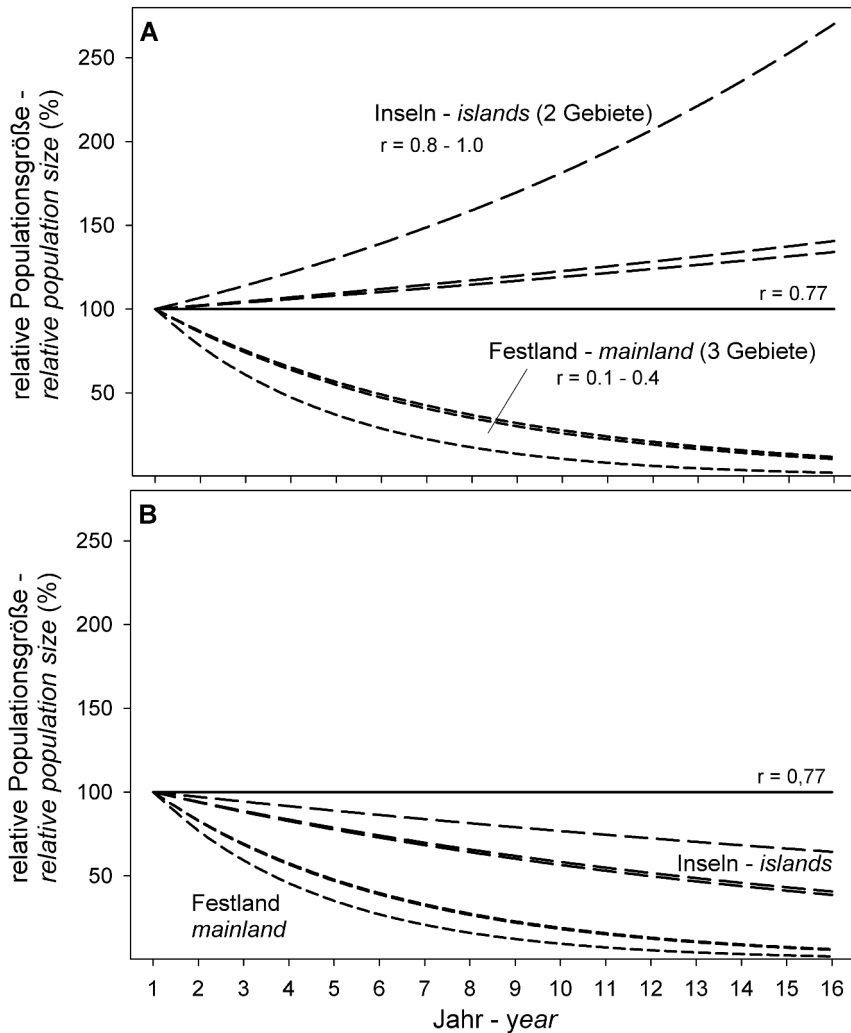


Abb. 4: Vorhergesagte Bestandsentwicklungen (nach dem Modell nach HENNY et al. 1970) von Rotschenkeln unter derzeitigen Bedingungen (A) und nach einer Reduktion des Schlupferfolges (B) um 30 % als mögliche Folge von Habitatveränderungen. Den Modellen wurden folgende Annahmen zu Grunde gelegt: Kükenmortalität 70 %, Subadulten-Mortalität 35 %, Adultenmortalität 25 %, geschlossene Population. Die Modelle basieren auf Untersuchungen im Nordender Groden (1994), im Petersgroden (2000-2006) und Elisabeth-Außengroden (2008) am Festland sowie auf den Inseln Wangerooge (2005, 2006, 2008) und Langeoog (2008); Daten siehe THYEN (1997), THYEN et al. (2008a, 2008b). Die waagerechte Linie markiert den mutmaßlich zur Bestandserhaltung mindestens notwendigen Bruterfolg (DEN BOER 1995). – Predicted population trends of Common Redshanks (according to the model of HENNY et al. 1970) breeding under current conditions (A) and after a 30 % decrease in hatching success (B) as a possible consequence of habitat changes due to sea-level rise. Assumptions: chick mortality 70 %, sub-adult mortality 35 %, adult mortality 25 %, closed population. The models are based on data from Nordender Groden (1994), Petersgroden (2000-2006), Elisabeth-Außengroden (2008) (mainland sites), Wangerooge island (2005-2006; 2008) and Langeoog island (2008); see THYEN (1997), THYEN et al. (2008a, 2008b). The solid line represents minimum breeding success needed to maintain a stable population (DEN BOER 1995).

tung verlieren. Eine drastische Bestandsabnahme des Rotschenkels wäre die Folge.

3 Ausblick

Wesentliche Effekte eines Meeresspiegelanstieges auf Bruthabitate des Wattenmeeres bestehen darin, dass durch eine Zunahme der Sturmfluthäufigkeit und ein Ansteigen der MThw-Linie zur Brut geeignete Flächen verloren gehen (Erosion, Überflutungen) oder in ihrer Qualität verändert werden (regelmäßige Sturmfluten während der Brutsaison, vegetationskundliche Veränderungen). Die in der vorliegenden Arbeit beispielhaft vorgestellten Daten zu Brutökologie, Schlupf- und Bruterfolg legen nahe, dass all diese Effekte einen bedeutenden Einfluss auf Brutvögel haben können. Diese Einflüsse dürften sich in den meisten Fällen bis auf Populationsebene auswirken. Für die meisten Brutgebiete und Arten dürfte eine deutliche Bestandsabnahme zu erwarten sein (vgl. NORRIS & ATKINSON 2000, ERWIN et al. 2006, IPCC 2007). Die vorgestellten Ergebnisse können einen Beitrag liefern zum Verständnis der Effekte eines Meeresspiegelanstieges auf Brutvögel im Wattenmeer, gesicherte Prognosen lassen sich jedoch aus verschiedenen Gründen nicht zu.

Während zumindest für einige Watvogelarten einige Untersuchungen zur Nutzung der terrestrischen Bruthabitate vorliegen, fehlen Untersuchungen zur Nutzung eulitoralischer Nahrungshabitate von Wasser- und Watvögeln während der Brutsaison nahezu vollständig. Mit dem Meeresspiegelanstieg sind jedoch nicht nur Veränderungen in den Salzwiesen zu erwarten, sondern darüber hinaus auch in den Wattflächen. So dürfte es mit steigenden Wasserständen zu Verlusten periodisch trocken fallender Flächen sowie zu sedimentologischen und benthologischen Veränderungen kommen (BEUKEMA 1992, 2002, GALBRAITH et al. 2002, ESSINK et al. 2005, REISE & VAN BEUSEKOM 2008, CPSL 2005). Damit würden sich auch Nahrungsverfügbarkeit und Nahrungsangebot für brütende Wasser- und Watvögel des Wattenmeeres ändern, mit entsprechenden Folgen für Reproduktion und Population. REISE & VAN BEUSEKOM (2008) nehmen an, dass fischfressende Vogelarten von den genannten Veränderungen profitieren werden. Tatsächlich ist jedoch nicht bekannt, wie Brutvögel des Wattenmeeres auf klimabedingte Änderungen im Nahrungsangebot reagieren werden, weil Untersuchungen zur Nutzung

des vorhandenen Nahrungsangebotes durch Brutvögel sowie deren Bedeutung für den Bruterfolg bis heute weitgehend fehlen.

Darüber hinaus ist bisher von nur wenigen in Salzwiesen des Wattenmeeres brütenden Vogelarten in ausreichender Genauigkeit bekannt, wie die wichtigsten populationsdynamischen Kenngrößen, wie Bruterfolg, Rückkehraten und Sterblichkeit verschiedener Altersklassen zu beziffern sind. Naturgemäß ist damit ebenso wenig bekannt, wie diese Kenngrößen auf klimabedingte Umweltveränderungen im Wattenmeer reagieren und wie sie mit diesen variieren. Dies gilt für alle Singvogelarten, aber auch für charakteristische Arten wie Rotschenkel (THYEN et al. 2008a) und Säbelschnäbler (HÖTKER 1999). Damit ist nach heutigem Kenntnisstand für die Brutvogelarten des Wattenmeeres kaum verlässlich vorhersagbar, wie Klimawandel und Meeresspiegelanstieg die Brut der einzelnen Arten beeinflussen und wie sich diese Einflüsse letztlich quantitativ auf die Brutpopulationen auswirken (vgl. PIERSMA 2003, PIERSMA & LINDSTRÖM 2004). Es erscheint deshalb dringend geboten, Untersuchungen zur Nutzung der vorhandenen Ressourcen durch Brutvögel und dessen Zusammenhang mit Reproduktion und Population zu initiieren. Nur auf diese Weise können Folgen von Klimawandel und Meeresspiegelanstieg verlässlich abgeschätzt und mögliche Gegenmaßnahmen definiert und durchgeführt werden, auch wenn derzeit Probleme wie hohe Brutverluste durch Prädation in vielen Brutgebieten (z. B. bei Säbelschnäbler und Rotschenkel) sicherlich einen größeren Einfluss auf die Brutbestände haben.

Summary – Climate change, sea-level rise and breeding birds in the European Wadden Sea: current knowledge and future prospects

The current IPCC report predicts an accelerated global warming including a sea-level rise in the range of 10 to 60 cm worldwide during the present century. For the Wadden Sea, being a breeding area of international importance for many species, an increase in storm-surge frequency as well as a sea-level rise of 35 to 55 cm is predicted. Though, intensity and ecological effects of sea-level rise are currently not predictable in a really conclusive and reliable manner. Presumably, there will be more or

less crucial habitat changes affecting salt marsh breeding birds of the Wadden Sea on the individual as well as on the population level.

Besides losses of salt-marsh areas probably followed by population declines, a sea level-rise will presumably cause habitat changes with complex and possibly severe effects on breeding birds. Derived from previous studies on the composition of breeding-bird communities and on the breeding ecology of Common Redshanks *Tringa totanus* as an example, possible effects of habitat changes due to sea-level rise on breeding birds are highlighted. Derived from these examples, it is anticipated that the composition of breeding-bird communities, reproductivity, predation and population dynamics will undergo significant changes. The general applicability of the presented results as well as most important open questions in research on the effects of a sea-level rise on breeding-bird populations are discussed.

Literatur

- BARKOWSKI, J., & H. FREUND (2006): Die Renaturierung des Langeooger Sommerpolders – Eine zweite Chance für die Salzwiese? Oldenbg. Jahrb. 106: 257-278.
- BEUKEMA, J. J. (1992): Expected changes in the Wadden Sea benthos in a warmer world: lessons from periods with mild winters. Netherl. J. Sea Res. 30: 73-79.
- BEUKEMA, J. J. (2002): Expected changes in the benthic fauna of Wadden Sea tidal flats as a result of sea-level rise or bottom subsidence. Netherl. J. Sea Res. 47: 25-39.
- CPSL (2005): Coastal protection and sea level rise – Solutions for sustainable coastal protection in the Wadden Sea region. Wadden Sea Ecosystem 21. CWSS, Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise, Wilhelmshaven.
- DEN BOER, T. E. (1995): Weidevogels: feiten voor bescherming. Tech. Rapp. Vogelbescherming 16. Vogelbescherming Nederland, Zeist.
- ERWIN, R. M., G. M. SANDERS, D. J. PROSSER & D. R. CAHOON (2006): High tides and rising seas: potential effects on estuarine waterbirds. Studies Avian Biol. 32: 214-228.
- ESSINK, K., C. DETTMANN, H. FARKE, K. LAURSEN, G. LÜERSSEN, H. MARENCIC & W. WIERSINGA (2005): Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem 19. CWSS, Wilhelmshaven.
- GALBRAITH, H., R. JONES, R. PARK, J. CLOUGH, S. HERROD-JULIUS, B. HARRINGTON & G. PAGE (2002): Global Climate Change and Sea Level Rise: Potential Losses of Intertidal Habitat for Shorebirds. Waterbirds 25: 173-183.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N., K. M. BAUER & E. BEZZEL (1985): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 7, Charakteristisches. Wiesbaden.
- GROßKOPF, G. (1964): Sterblichkeit und Durchschnittsalter einiger Küstenvögel. J. Ornithol. 105: 427-449.
- HÄLTERLEIN, B., J. BUNJE & P. POTEL (2003): Zum Einfluss der Salzwiesennutzung an der Nordseeküste auf die Vogelwelt. Vogelkd. Ber. Niedersachs. 35: 179-186.
- HENNY, C. J., W. S. OVERTON & H. M. WIGHT (1970): Determining parameters for populations by using structural models. J. Wildl. Manage. 34: 690-703.
- HÖTKER, H. (1999): Integrated population monitoring of Wadden Sea birds: the example of the Avocet *Recurvirostra avosetta*. Senckenbergiana maritima (Suppl.) 29: 75-76.
- HUGHES, R. G. (2004): Climate change and loss of salt marshes: consequences for birds. Ibis 146: 21-28.
- HUNTLEY, B., R. E. GREEN, Y. C. COLLINGHAM & G. WILLIS (2007): A climatic atlas of European breeding birds. Barcelona.
- IPCC (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Genf.
- KOFFJIBERG, K., L. DIJKSEN, B. HÄLTERLEIN, K. LAURSEN, P. POTEL & P. SÜDBECK (2006): Breeding Birds in the Wadden Sea in 2001. Wadden Sea Ecosystem 22. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven.
- NORRIS, K., & P. W. ATKINSON (2000): Declining populations of coastal birds in Great Britain: victims of sea-level rise and climate change? Environ. Rev. 8: 303-323.
- OBERDIEK, N., J. BARKOWSKI, H. FREUND & S. THYEN (2010): Brutvogelgemeinschaft nach Rückdeichung des Langeooger Sommerpolders – Ein Modell zu Untersuchung des Meeresspiegelanstiegs? Vogelkd. Ber. Niedersachs. 41: 203-208.
- PIERSMA, T. (2003): Wandernde Küstenvögel im Wattenmeer als Indikatoren globaler Umwelteinflüsse. In: LOZÁN, J. L., E. RACHOR, K. REISE, J. SÜNDERMANN, & H. VON WESTERNHAGEN (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer. Hamburg.
- PIERSMA, T., & Å. LINDSTRÖM (2004): Migrating shorebirds as integrative sentinels of global environmental change. Ibis 146: 61-69.
- REISE, K., & J. E. E. VAN BEUSEKOM (2008): Interactive effects of global and regional change on a coastal ecosystem.

- Helgoland Mar. Res. 62: 85-91.
- VON STORCH, H. , R. SCHNUR & E. ZORITA (1998): Szenarien und Beratung. Anwenderorientierte Szenarien für den norddeutschen Küstenbereich. Abschlussbericht, BMBF-Projekt FKZ 01 LK 9510/0.
- SUTHERLAND, W. J. (2004): Climate change and coastal birds: research questions and policy responses. *Ibis* 146: 120-124.
- THYEN, S. (1996): Auswirkungen landwirtschaftlicher Nutzungen auf Brutvögel in Salzrasen-Biotopen des Nationalparks „Niedersächsisches Wattenmeer“. Unveröff. Ber. i. A. der Nationalparkverwaltung „Niedersächsisches Wattenmeer“, Wilhelmshaven.
- THYEN, S. (1997): Habitatwahl und Schlüpferfolg des Rotschenkels (*Tringa totanus*) in landwirtschaftlich genutzten Salzrasen der niedersächsischen Küste. *Vogelwarte* 39: 117-130.
- THYEN, S. (2000): Verteilung und Schlupferfolg von Brutvögeln in landwirtschaftlich genutzten Außengroden Niedersachsens. *Seevögel* 21: 45-50.
- THYEN, S., P. H. BECKER, K.-M. EXO, B. HÄLTERLEIN, H. HÖTKER & P. SÜDBECK (1998): Monitoring breeding success of coastal birds. *Wadden Sea Ecosystem* 8: 7-55.
- THYEN, S., & K.-M. EXO (2005): Interactive effects of time and vegetation on reproduction of redshanks (*Tringa totanus*) breeding in Wadden Sea salt marshes. *J. Ornithol.* 146: 215-225.
- THYEN, S., K.-M. EXO, A. CERVENCL, W. ESSER & N. OBERDIEK (2008a): Salzwiesen im niedersächsischen Wattenmeer als Brutgebiet für Rotschenkel *Tringa totanus*: Wertvolle Rückzugsgebiete oder ökologische Fallen? *Vogelwarte* 46: 121-130.
- Thyen, S., N. Oberdiek & H. Freund (2008b): Klimawandel und Meeresspiegelanstieg im Wattenmeer: Sind die Brutvögel noch zu retten? Unveröff. Ber. EWE-Stiftung, Oldenburg.
- VAN DE POL, M. (2006): State dependent life-history strategies: a long-term study on Oystercatchers. Diss. Univ. Groningen.