

Ökologische Bedeutung einer wiederverlandenden Kleipütte für Brut- und Rastvögel im westlichen Jadebusen

Arndt Wellbrock, Stefan Thyen, Klaus-Michael Exo*

WELLBROCK, A., S. THYEN & K.-M. EXO (2010): Ökologische Bedeutung einer wiederverlandenden Kleipütte für Brut- und Rastvögel im westlichen Jadebusen. Vogelkdl. Ber. Niedersachs. 41: 225-239.

Für eine Deicherhöhung im westlichen Jadebusen wurde in den Jahren 1998/99 auf einer Fläche von ca. 9 ha Klei aus den Vorlandsalzwiesen der Ruhezone des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer entnommen. Im Rahmen einer 1999/2000 etablierten interdisziplinären Beweissicherungsstudie wurden im ornithologischen Teilprojekt (i) die direkten Einflüsse der Kleientnahme auf Brut- und Rastvögel und (ii) die Nutzung der Kleientnahmestelle (Pütte) als Habitat zur Brut, Rast und Nahrungssuche im Laufe der frühen Wiederverlandungsphase (2000 bis 2008) dokumentiert.

Gemessen an der aktuellen Brutpaardichte in der Umgebung der Kleientnahmestelle ging durch die Auspüttung Brutraum für insgesamt 50-60 Brutpaare verloren, vor allem auch für bestandsgefährdete Arten wie Rotschenkel und Wiesenpieper. Neun Jahre nach ihrer Entstehung wurde die Kleipütte 2008 erstmalig durch Säbelschnäbler als Brutplatz genutzt, jedoch ohne Erfolg.

Rastvögel erreichten in der Pütte nur während des Herbstzuges ähnlich hohe Dichten wie im angrenzenden Watt. Höhere Dichten wurden nur in einzelnen Jahren festgestellt (z. B. bei Lachmöwe und Kiebitzregenpfeifer). Ein vorübergehend relativ hohes potenzielles Nahrungsangebot in der Pütte wurde nur in geringem Maße, vor allem von Lachmöwen, genutzt. Mögliche Gründe dafür könnten höhere indirekte Prädationseffekte in der Pütte als im Watt sein.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Kleientnahme in einem Bereich des Wattenmeeres erfolgte, der für zahlreiche Brut- (z. B. Rotschenkel) und Gastvogelarten (z. B. Säbelschnäbler, Brandgans) von internationaler Bedeutung ist. Der Verlust des Brutraumes dürfte als gravierender einzustufen sein als der zeitweilige Nutzen der Pütte als Rast- und Nahrungshabitat.

A. W., K.-M. E.*, Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, An der Vogelwarte 21, D-26386 Wilhelmshaven, arndt.wellbrock@gmx.de, michael.exo@ifv-vogelwarte.de; S. T., Rheinstraße 121, D-26382 Wilhelmshaven, s.thyen@t-online.de

* *Korrespondenzautor*

Kleientnahmen im Deichvorland: Konflikt zwischen Natur- und Küstenschutz

Klei ist einer der wichtigsten Baustoffe im Deichbau an der Nordseeküste (NLWKN 2008). Im Hinblick auf einen erwarteten Meeresspiegelanstieg besteht eine wachsende Nachfrage nach Klei für aktuelle Deicherhöhungen und -verstärkungen, z. B. im

Elisabethgroden (Wangerland) und im Jadebusen im Bereich Dangast bis Hobenbrake (NLWKN 2008). Wenn Klei nicht in ausreichendem Umfang im Binnenland oder aus dem Abbruch alter Deiche gewonnen werden kann, muss dieser auch heute noch aus streng geschützten Vorland-Salzwiesen des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer entnommen werden, was zwangsläufig zu Kon-

flikten zwischen Natur- und Küstenschutz führt. Traditionell wurde Klei in der Vergangenheit vielerorts über Jahrhunderte auch aus Salzwiesen entnommen. Zwischen 1933 und 1999 entstanden allein im Deichvorland Niedersachsens 139 Kleientnahmestellen (sog. Pütten), die heute zum größten Teil wieder verlandet sind (HEIBER et al. 2005). Sie umfassen eine Fläche von ca. 418 ha, was 7,4 % des Deichvorlandes in Niedersachsen entspricht (HEIBER et al. 2005).

Mit den „Zehn Grundsätzen für einen effektiveren Küstenschutz“ vom 04.09.2006 wurde die Vereinbarung aus dem Jahr 1995 zwischen Natur- und Küstenschutz zu Kleientnahmen aus dem Deichvorland zugunsten des Küstenschutzes gelockert (vgl. NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM 2006). Bisher galt: „Kleientnahmen müssen in besonderen Fällen auch im Deichvorland möglich sein. Im Regelfall wird Kleiboden im Binnenland gewonnen.“; jetzt heißt es hingegen: „Kleientnahmen sind grundsätzlich auch im Deichvorland möglich.“ (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM 2006).

Kleientnahmen stellen jedoch einen erheblichen Eingriff in den äußerst sensiblen Lebensraumtyp „atlantische Salzwiese“ dar (vgl. BIERHALS et al. 2004). Dieser steht unter hohem internationalem und nationalem Schutz, z. B. als Bestandteil des europäischen Netzwerkes NATURA 2000 gemäß FFH-Richtlinie und EU-Vogelschutzrichtlinie oder als besonders geschütztes Biotop nach § 30 BNatSchG. Die Salzwiesen der Wattenmeerküste bieten einer Vielzahl von Vogelarten einzigartige Brut- und Rasthabitate, oftmals von internationaler Bedeutung (KOFFIUBERG et al. 2006, BLEW et al. 2007). Sie könnten zukünftig als letzte Rückzugsgebiete für bestandsgefährdete Brutvogelarten wie Rotschenkel *Tringa totanus* fungieren (EXO 2008, THYEN et al. 2008; vgl. HÖTKER et al. 2007, SÜDBECK et al. 2008).

Durch eine Auspüttung geht zunächst Brutraum in Jahrhunderten gewachsener Salzwiese verloren. Viele Pütten werden nicht wieder verfüllt, sondern zur Beschleunigung der Wiederverlandung über einen Stichkanal an den Gezeitenzyklus angeschlossen. So entsteht zunächst ein unter Tiden Einfluss stehendes Gewässer, welches zunehmend verlandet. Befürworter von Kleientnahmen im Deichvorland gehen davon aus, dass durch eine

Auspüttung für Zugvögel ein zusätzliches profitables Habitat zur Rast und Nahrungssuche geschaffen wird. Aber ist dies wirklich so? Kontinuierliche, quantitative Erfassungen – insbesondere Untersuchungen an jungen Pütten – fehlen oder wurden nur stichpunktartig an bereits bestehenden, unterschiedlich alten Kleientnahmestellen durchgeführt (vgl. GÖTTING 1997, ARENS & GÖTTING 2002, GÖTTING & GROSSMANN 2002). Im Rahmen des ornithologischen Teilprojekts der interdisziplinären Beweissicherungsstudie „Dokumentation der ökologischen Entwicklung einer wiederverlandenden Außen-deichs-kleipütte“ konnten nun erstmals langfristig am Beispiel der Pütte Petersgroden Daten dazu erhoben werden (vgl. EXO & THYEN 2003).

Die Pütte Petersgroden

Die Pütte im Petersgroden (westlicher Jadebusen) wurde 1998/99 zur Kleigewinnung für die Deicherhöhung und -verstärkung im Bereich zwischen Mariensiel und Dangast angelegt (Abb. 1). Dabei wurde aus den in der Ruhezone des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer gelegenen Vordlandsalzwiesen etwa 150.000 m³ Kleiboden entnommen (EXO & THYEN 2003). Die nach der Auspüttung im Mittel 1,5 m tiefe Pütte umfasste ca. 9 ha, der gesamte Eingriffsbereich mit überformtem Püttenrand ca. 10 ha. Über einen Durchstich wurde die Pütte an den Tidenzyklus des Jadebusens angeschlossen. Genehmigt wurde dem III. Oldenburgischen Deichband, Jever, die Kleientnahme unter der Auflage, den natürlichen Wiederverlandungsprozess in einer interdisziplinären Beweissicherungsstudie langfristig zu dokumentieren. Von 2000 bis 2008 wurden in verschiedenen Teilprojekten Sedimentationsprozesse („Morphodynamik und Sedimentologie“, Senckenberg Institut, Wilhelmshaven), Sukzession von Gefäßpflanzen („Vegetationsökologie“, Universität Oldenburg) und Makrozoobenthosbesiedelung („Benthische Makrofauna“, Senckenberg Institut, Wilhelmshaven) sowie die Nutzung durch Brut- und Rastvögel („Brut- und Rastvögel“, Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“ [IfV], Wilhelmshaven) quantitativ untersucht (Untersuchungskonzept s. EXO & THYEN 2003). Ziele im ornithologischen Teilprojekt des „Püttenprojekts Petersgroden“ waren (i) die direkten Einflüsse der Kleientnahme auf die Avifauna und (ii) die Nutzung der Püttenfläche durch Brut- und Rastvögel im Laufe der frühen Wiederverlandungs-

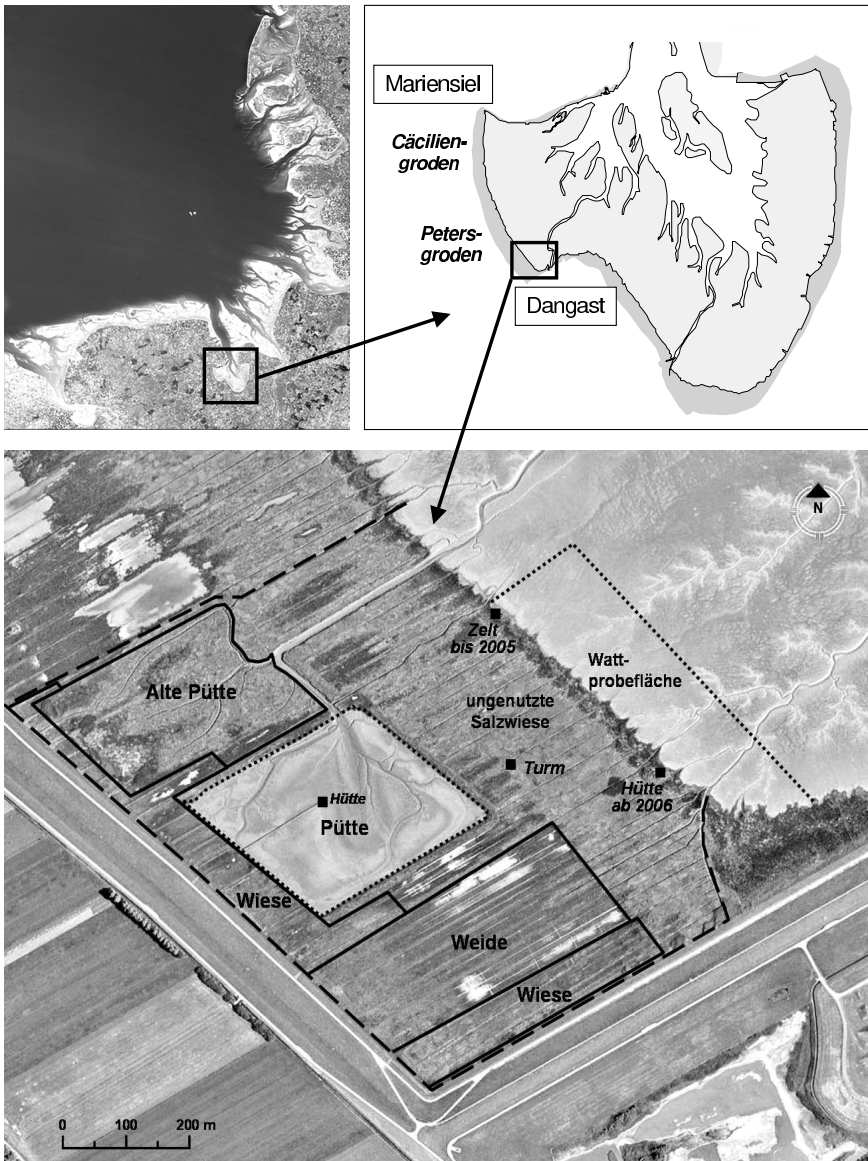


Abb. 1: Lage der Kleipütte Petersgroden im südwestlichen Jadebusen. Auf der Detailkarte (unten) sind die Lage und Abgrenzung der (Salzwiesen-)Referenzfläche (gestrichelte Linie) einschließlich der Einteilung in Bereiche unterschiedlicher Nutzung (durchgezogene Linien) dargestellt. Mit einer gepunkteten Linie sind die Pütte und die Wattprobefläche markiert. Quadrate kennzeichnen die Beobachtungsstandorte für die Untersuchungen der Rastvögel (Kartenquellen: EURIMAGE, CWSS & BROCKMANN CONSULT; BARTHOLOMÄ & TILCH 2003; GOOGLE EARTH). – Location of the study site, the clay pit Petersgroden (figure below) in the south-western Jade Bay (on the top right), German Wadden Sea (on the top left): location and boundary of the reference salt marsh area surrounding the clay pit (dashed line) subdivided into areas of different land use (meadow, pasture, fallow salt marsh and former clay pit, marked by solid lines). The positions of the clay pit and the mudflat control area are marked with dotted lines. Filled squares indicate observation places of either counting (tower) or focal sampling of foraging individuals (hut or tent) of migratory birds (map source: EURIMAGE, CWSS & BROCKMANN CONSULT; BARTHOLOMÄ & TILCH 2003; GOOGLE EARTH).

phase zu dokumentieren.

Zur Beurteilung des Brutvogelbestandes in der Umgebung der Pütte wurde eine knapp 50 ha große Salzwiesenreferenzfläche untersucht, die die Püttenfläche umschließt (Abb. 1). Diese Fläche wurde von 2000 bis 2006 zu etwa einem Drittel extensiv landwirtschaftlich genutzt (Beweidung ab Mai mit ca. 1 Rind/ha bzw. Mahd ab 01. Juli). Im Jahr 2007 blieb die Nutzung aus, 2008 wurden 10,6 ha der Wiesen- und der vorherigen Weidefläche gemäht. Außerdem befindet sich in der Fläche eine ca. 7 ha große so genannte „Alte“ Pütte, die 1964 ausgehoben wurde und mittlerweile vollständig wiederverlandet ist. Um abschätzen zu können, inwieweit die Püttenfläche als zusätzliches Rast- und/oder Nahrungshabitat diente, wurde die Nutzung der Pütte durch Rastvögel mit der einer ca. 16 ha großen Referenzfläche im angrenzenden Watt verglichen (Abb. 1).

Material und Methoden

Im Rahmen des ornithologischen Teilprojekts des „Püttenprojekts Petersgroden“ wurden folgende Methoden angewandt (vgl. EXO & THYEN 2003):

- Brutvogelmonitoring: Von Mitte/Ende April bis Ende Juni wurden alljährlich alle Brutvogelarten auf der Referenzfläche punktgenau kartiert (wöchentliche Begehungen; Methode nach BIBBY et al. 1992, HÄLTERLEIN et al. 1995, SÜDBECK et al. 2005). Brutaktivitäten auf der Püttenfläche selbst wurden vom Püttenrand aus oder aus Beobachtungsverstecken aufgenommen (vgl. Abb. 1).
- Bruterfolgsmonitoring: Da zur Beurteilung eines Brutbestandes Revierzahlen allein nicht ausreichen, wurde am Beispiel des Rotschenkels, einer Charakterart der Salzwiesen des Jadebusens, der Bruterfolg in der Umgebung der Pütte untersucht. Dazu wurden brutbiologische Studien, insbesondere zu Schlupferfolg, Gelegeverlusten und Nistplatzwahl durchgeführt (Methode nach MAYFIELD 1961, 1975; vgl. EXO et al. 1996, THYEN et al. 1998, THYEN & EXO 2005).
- Raumnutzungsmuster und Verhalten von Rastvögeln: In den Zugperioden ab August 2000 (Herbst: August-Oktober, Frühjahr: März-Mai) wurden monatlich jeweils siebentägige Dauer-

beobachtungen über jeweils einen vollständigen Tidenzyklus (12,5 h) durchgeführt. Dabei wurden stündlich alle anwesenden Rastvögel in der Pütte und auf der Wattvergleichsfläche (vgl. Abb. 1) gezählt und stichprobenartig in 15-minütigem Abstand das Verhalten (Nahrung bzw. nicht Nahrung suchend) zufällig ausgewählter Individuen häufiger Rastvogelarten aufgenommen (vgl. MARTIN & BATESON 1986).

- Individualbeobachtung Nahrung suchender Vögel: An jeweils drei bis sechs Tagen monatlich wurden individuelle Direktbeobachtungen zur Nahrungsaufnahme häufiger Rastvogelarten in Watt und Pütte vorgenommen (vgl. MARTIN & BATESON 1986). Dazu wurde die Stocher- bzw. Pickhäufigkeit zufällig ausgewählter Individuen zeitsynchron (über 1 bis 5 Minuten) registriert, wobei die Anzahl, Größe und soweit möglich die Art der Beuteobjekte aufgenommen wurde (vgl. z. B. PIENKOWSKI et al. 1984). Anhand dieser Daten wurden u. a. Energieaufnahmeleistungen bestimmt (vgl. PETERSEN & EXO 1999).

Neben den kleinräumigen Kartierungen im Bereich Petersgroden wurden großräumig Brut- und Rastvogelkartierungen im Außendeichsgebiet des gesamten westlichen Jadebusens zwischen Mariensiel und Dangast durchgeführt (Abb. 1). Diese Daten wurden im Rahmen des Niedersächsischen Vogelarten-Erfassungsprogramms von den Mitarbeitern der Wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft für Natur- und Umweltschutz e.V., Jever (WAU), erhoben. Ausgewertet wurde der Zeitraum 1991 bis 2007 (Datengrundlage: BLINDOW 1994, WAU 1998-2008).

Ergebnisse Brutvögel

Die Brutvogeldichte im westlichen Jadebusen war im südlichen Teilgebiet Petersgroden in den Jahren 1991 bis 2007 etwa doppelt so hoch wie im nördlichen Cäciliengroden (im Mittel 1,60 Brutpaare/ha [BP/ha] vs. 0,75 BP/ha, $p = 0,004$, Wilcoxon-Test). Sieben der zehn häufigsten Brutvogelarten (Brandgans, Säbelschnäbler, Rotschenkel, Feldlerche, Wiesenpieper, Wiesenschafstelze und Rohrammer; wiss. Artnamen s. Tab. 1) brüteten mit signifikant höheren Dichten im Petersgroden als im Cäciliengroden ($p < 0,05$, Wilcoxon-Test). Die übrigen drei

Tab. 1: Anzahl der Brutvogelreviere auf der Referenzfläche (48,5 ha, vgl. Abb. 1) in der Umgebung der Kleipütte Petersgroden 2000-2008. Angaben in Klammern (Säbelschnäbler) sind (Nach-)Gelege außerhalb des Wertungszeitraumes der Art (vgl. SÜDBECK et al. 2005). – Numbers of breeding bird territories in the reference salt marsh area (48.5 ha, see Fig. 1) surrounding the clay pit 2000-2008. Numbers in brackets (Pied Avocet) are (replacement) clutches out of the species' survey period (cp. SÜDBECK et al. 2005).

| | Jahr - year | | | | | | | | |
|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Brandgans <i>Tadorna tadorna</i> Common Shelduck | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Stockente <i>Anas platyrhynchos</i> Mallard | 15 | 10 | 8 | 5 | 4 | 7 | 5 | 4 | 3 |
| Rebhuhn <i>Perdix perdix</i> Grey Partridge | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wachtel <i>Coturnix coturnix</i> Common Quail | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Austernfischer <i>Haematopus ostralegus</i> Eurasian Oystercatcher | 3 | 1 | 2 | 1 | 5 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| Säbelschnäbler <i>Recurvirostra avosetta</i> Pied Avocet | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | (21) |
| Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i> Northern Lapwing | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| Rotschenkel <i>Tringa totanus</i> Common Redshank | 92 | 94 | 115 | 110 | 117 | 98 | 91 | 85 | 78 |
| Feldlerche <i>Alauda arvensis</i> Skylark | 38 | 39 | 22 | 13 | 13 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Wiesenpieper <i>Anthus pratensis</i> Meadow Pipit | 108 | 95 | 103 | 90 | 83 | 82 | 74 | 58 | 47 |
| Wiesenschafstelze <i>Motacilla flava</i> Yellow Wagtail | 45 | 41 | 44 | 43 | 59 | 52 | 45 | 40 | 55 |
| Blaukehlchen <i>Luscinia svecica</i> Bluethroat | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Braunkehlchen <i>Saxicola rubetra</i> Whinchat | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Feldschwirl <i>Locustella naevia</i> Common Grasshopper Warbler | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Teichrohrsänger <i>Acrocephalus scirpaceus</i> Eurasian Reed Warbler | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Rohrhammer <i>Emberiza schoeniclus</i> Common Reed Bunting | 33 | 47 | 47 | 40 | 41 | 45 | 47 | 38 | 45 |

Arten Stockente, Austernfischer und Kiebitz verteilten sich gleichmäßig auf beide Abschnitte.

Auf der Referenzfläche im Petersgroden wurden in den Jahren 2000 bis 2008 insgesamt 16 Brutvogelarten nachgewiesen (Tab. 1). Dominante Brutvogelarten waren Rotschenkel (durchschnittlich 2,0 BP/ha), Wiesenpieper (1,7 BP/ha), Wiesenschafstelze (1,0 BP/ha) und Rohrhammer (0,9 BP/ha). Relativ

häufig war auch die Feldlerche (0,3 BP/ha), deren Bestand wie der des Wiesenpiepers jedoch im Laufe der Untersuchung signifikant zurückging (Feldlerche: $r = -0,965$, $p < 0,001$; Wiesenpieper: $r = -0,948$, $p < 0,001$). Auch die Brutpaaranzahl der Stockente sank ($r = -0,863$, $p = 0,003$). Bei den übrigen 13 Arten konnte kein Trend im Brutbestand beobachtet werden. Die jährliche Artenzahl variierte zwischen acht (2000) und 13 (2008). Sieben der

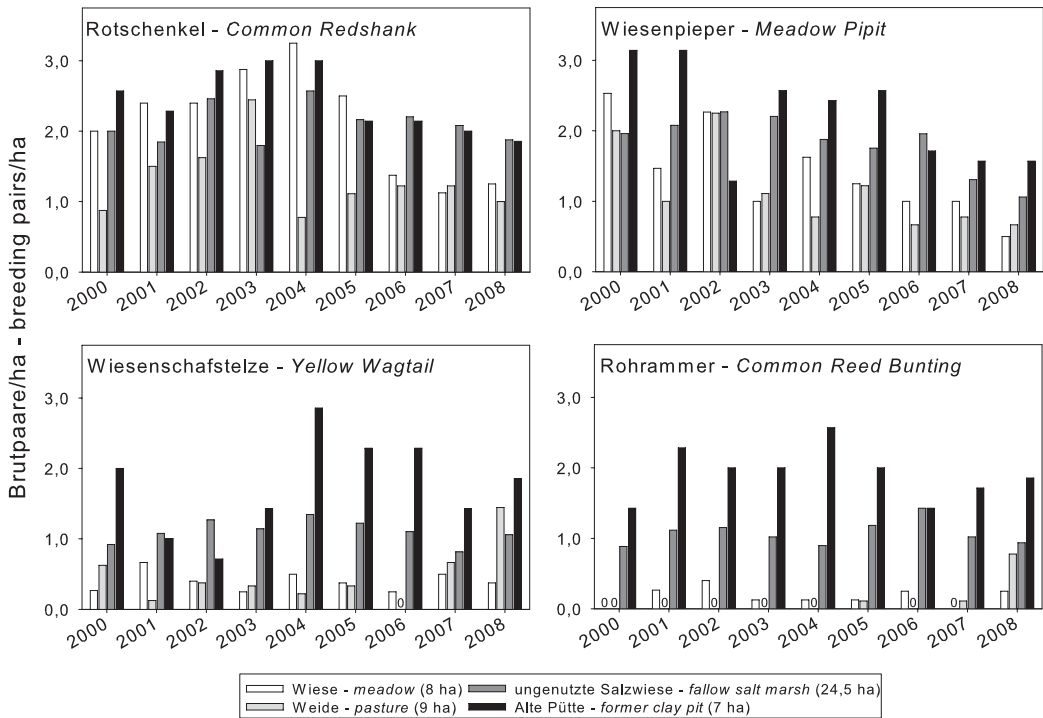


Abb. 2: Dichte der vier häufigsten Brutvogelarten auf der Referenzfläche (48,5 ha) in der Umgebung der Kleipütte Petersgroden unterschieden nach Nutzungstypen 2000-2008. Die angegebenen Flächengrößen gelten für den Zeitraum 2003-2008. Flächengrößen 2000-2002: Wiese 7,5 ha, Weide 8 ha, ungenutzte Salzwiese 26 ha und Alte Pütte 7 ha. – *Densities of the four most frequent breeding bird species in the reference salt marsh area (48.5 ha) surrounding the clay pit Petersgroden, separated into areas of different land use, 2000 to 2008. Sizes of areas below the graphic correspond to the years 2003-2008. Sizes 2000-2002 were: meadow 7.5 ha, pasture 8 ha, fallow salt marsh 26 ha and former clay pit 7 ha.*

16 registrierten Brutvogelarten brüteten in jedem Jahr. Insgesamt wurden sieben Brutvogelarten, die auf der Rote Liste der Brutvögel Deutschlands stehen, und neun der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Brutvogelarten nachgewiesen (inkl. Arten der Vorwarnliste; KRÜGER & OLTMANN 2007, SÜDBECK et al. 2008). Der größte Anteil gefährdeter Arten lag bei rund 62 % im Jahr 2008 (8 von 13 Arten).

Die Püttenfläche selbst wurde im Jahr 2008 – neun Jahre nach der Auspüttung – erstmals wieder als Nistplatz genutzt. Mindestens zehn Säbelschnäblerpaare brüteten in den durch Vegetation gefestigten, höher gelegenen Bereichen, allerdings ohne Erfolg. Darüber hinaus legten etwa 21 Paare süd-

westlich der Pütte zwischen Püttenrand und Weidefläche Nachgelege an (vgl. Abb. 1, Tab. 1).

Vergleichsweise hohe Revierdichten der vier häufigsten Brutvogelarten konnten vor allem in den ungenutzten Bereichen der Referenzfläche beobachtet werden, insbesondere auf der Fläche der ehemaligen Pütte (Abb. 2). Vor allem Rohrammer und Wiesenschafstelze nutzten die Alte Pütte und die ungenutzte Salzwiese in höherer Dichte als die Wiesen- und Weidefläche. Rotschenkel und Wiesenpieper verteilten sich meist gleichmäßig auf die vier Nutzungstypen. In den Jahren ohne Beweidung (2007 und 2008) nahm die Revierdichte auf der ehemaligen Weidefläche bei Rohrammer (erst 2008) und Wiesenschafstelze im Vergleich zu den Vorjahren

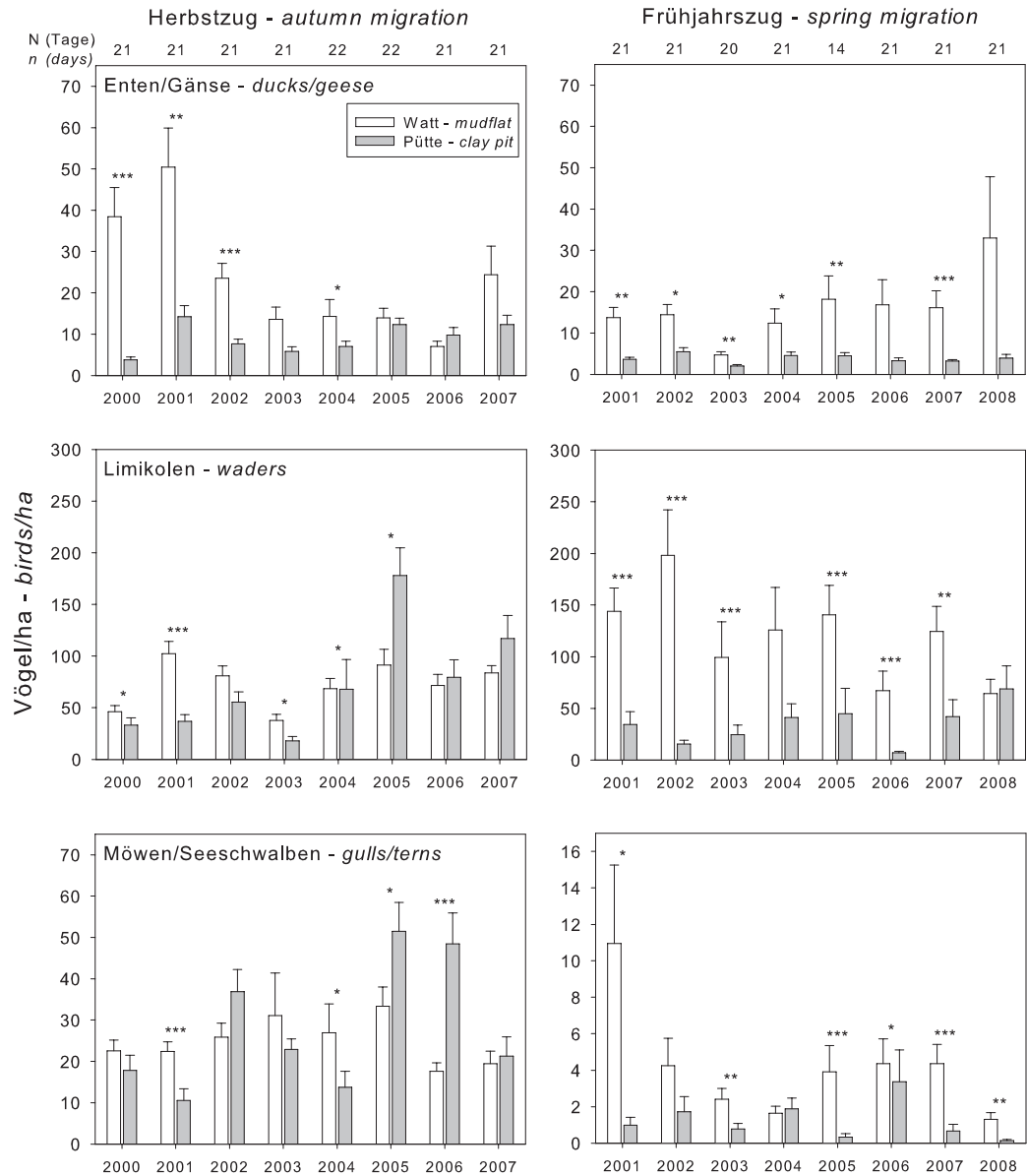


Abb. 3: Dichten verschiedener Wasser- und Watvogelgruppen auf den zwei Probeflächen (Watt 16 ha, Pütte 9 ha) während der Herbst- und Frühjahrszugperioden 2000-2008. Dargestellt sind mittlere Tagesmaximalzahlen \pm Standardfehler. N = Anzahl der Beobachtungstage. Signifikanzniveaus lt. Mann-Whitney-U-Tests. Zu beachten sind die unterschiedlichen Skalierungen bei der Gruppe der Möwen und Seeschwalben. – *Densities of different groups of migratory birds at the two study sites (mudflat control area 16 ha, clay pit 9 ha) during autumn and spring migration 2000-2008. Given are average daily maximum numbers \pm standard errors. N = number of observation days. Level of significance according to Mann-Whitney U tests. Please note different scaling in numbers of gulls and terns between migration periods.*

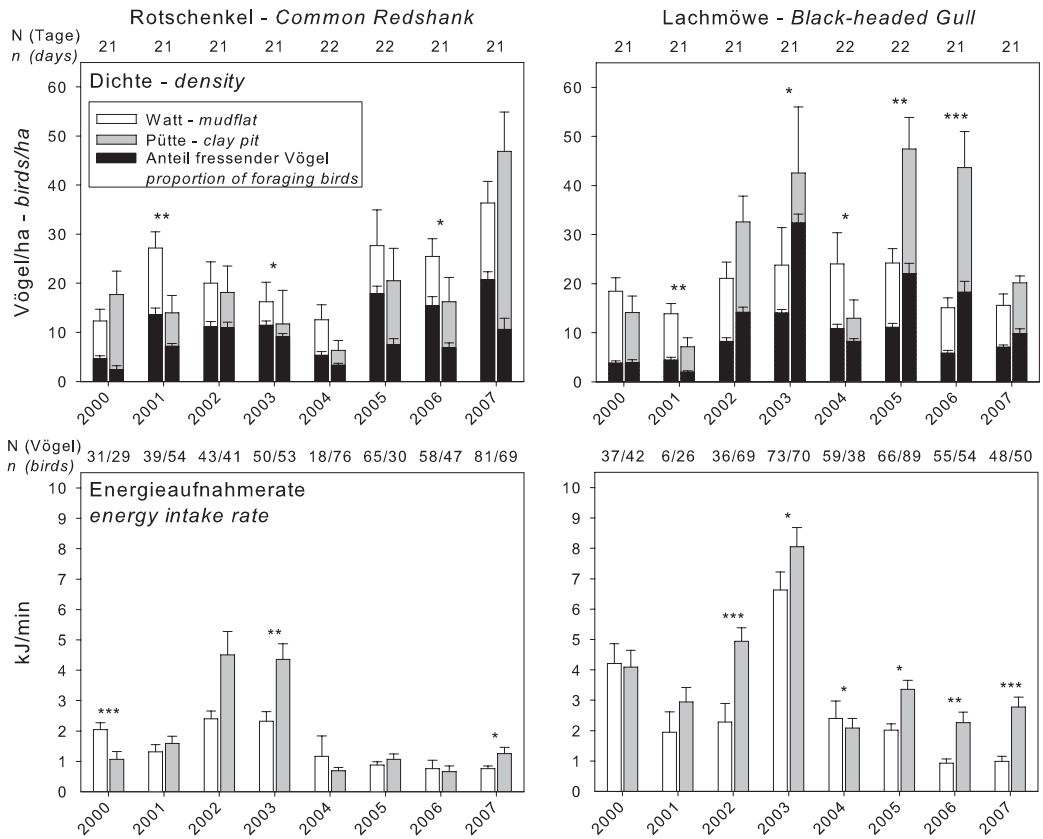


Abb. 4: Dichten und Energieaufnahmeleistungen von Rotschenkel und Lachmöwe in der Pütte (9 ha) und auf der Wattvergleichsfläche (16 ha) im Verlauf der Herbstzugperioden 2000-2007. Dargestellt sind mittlere Tagesmaximalzahlen ± Standardfehler (SE), mittlere Anteile fressender Vögel ± SE bzw. mittlere Aufnahmeleistungen ± SE. N = Anzahl der Beobachtungstage bzw. der beobachteten Individuen. Signifikanzniveaus lt. Mann-Whitney-U-Tests. – *Densities and energy intake rates of Common Redshank and Black-headed Gull in the clay pit (9 ha) and in the mudflat control area (16 ha) during autumn migration 2000-2007. Shown are average daily maximum numbers ± standard error (SE), average proportion of foraging birds ± SE and average intake rates ± SE (kJ/min), respectively. N = Number of counting days and observed individuals, respectively. Level of significance according to Mann-Whitney U tests.*

zu. Die Artenzahl im Bereich der Alten Pütte ging jedoch signifikant zurück ($r = -0,776$, $p = 0,014$), während sie auf der Weidefläche anstieg ($r = 0,817$, $p = 0,007$) und auf den zwei übrigen Nutzungstypen (Wiese, ungenutzte Salzwiese) in etwa gleich blieb.

Der Schlupferfolg des Rotschenkels war in den Jahren 2000 bis 2008 durchgängig sehr niedrig und lag im Durchschnitt bei nur 3,0 % (Minimum: 0,2 % in 2002, Maximum: 9,9 % in 2000). Im Mittel fielen 85 % der Gelege Prädatoren zum

Opfer (vgl. THYEN & EXO 2004, THYEN et al. 2008).

Rastvögel

Im Außendeichsgebiet des westlichen Jadebusens rasteten im Zeitraum 2000 bis 2007 regelmäßig bis zu 30.000 Wasser- und Watvögel. Säbelschnäbler und Brandgans konnten dort alljährlich mit mehr als 1 % ihrer Zugwegpopulation beobachtet werden (vgl. DELANY & SCOTT 2006). Dasselbe war zumindest in einzelnen Jahren bei den Arten Spießente *Anas*

acuta, Löffelente *Anas clypeata*, Alpenstrandläufer *Calidris alpina*, Kiebitzregenpfeifer *Pluvialis squatarola*, Dunkler Wasserläufer *Tringa erythropus* und Rotschenkel der Fall.

Im Petersgroden wurden im Zeitraum 2000-2008 insgesamt 64 Rastvogelarten auf der Watt- und Püttenfläche registriert. Die zehn häufigsten Arten waren Brandgans, Stockente, Austernfischer, Säbelschnäbler, Kiebitzregenpfeifer, Großer Brachvogel *Numenius arquata*, Rotschenkel, Sturmmöwe *Larus canus* und insbesondere Alpenstrandläufer und Lachmöwe *Larus ridibundus*. In fast allen Jahren waren während des Frühjahrszuges die mittleren Tagesmaximalzahlen von Rastvögeln auf der Wattvergleichsfläche signifikant höher als in der Pütte (Abb. 3). Im Herbst war dies auch in den ersten Jahren zu beobachten (2000 bis 2001/2002). Ab 2002 gab es keinen nachweisbaren Unterschied in der Dichte der Vögel oder es wurden in einzelnen Jahren sogar signifikant höhere Dichten an Limikolen oder Möwen/Seeschwalben in der Pütte erreicht als im Watt. Bei Kiebitzregenpfeifer und Lachmöwe waren Tagesmaximalzahlen in der Pütte in mehreren Jahren signifikant höher als im angrenzenden Watt (für letztere Art vgl. Abb. 4).

Während des Frühjahrszuges war die Anzahl im Watt Nahrung suchender Vögel bei den meisten Arten größer als in der Pütte. Ausnahme bildeten Kiebitzregenpfeifer und Lachmöwe, bei denen es in keiner Frühjahrssaison einen Unterschied in der Anzahl gab. Während des Herbstzuges nutzten beide Arten ab 2003 als einzige mehrfach die Pütte stärker zur Nahrungssuche als die Wattvergleichsfläche (für Lachmöwe vgl. Abb. 4). Sonst suchten sie wie alle übrigen Arten zur Zeit des Herbstzuges entweder in gleichem Umfang in Pütte und Watt nach Nahrung (Austernfischer, Säbelschnäbler, Großer Brachvogel) oder fraßen vorwiegend im Watt (Alpenstrandläufer, Rotschenkel).

Als einzige Arten konnten Alpenstrandläufer und Rotschenkel sowie Lachmöwe in einzelnen bzw. mehreren Jahren mehr Energie in der Pütte als auf der Wattfläche aufnehmen. Doch in den Saisons, in denen eine signifikant höhere Energieaufnahme beobachtet werden konnten, war die Anzahl Nahrung suchender Vögel bei Alpenstrandläufer und Rotschenkel niedriger als im Watt (für

Rotschenkel vgl. Abb. 4). Nur bei der Lachmöwe konnten während des Herbstzuges in den Jahren mit signifikant höheren Energieaufnahme in der Pütte zugleich auch höhere Anzahlen Nahrung suchender Vögel als auf der Wattvergleichsfläche festgestellt werden (Abb. 4).

Diskussion

Brutvögel

Die Brutvogelkartierungen belegen, dass die Kleinentnahme im Petersgroden in einem Bereich des Wattenmeeres erfolgte, der für gefährdete Arten wie Rotschenkel und Wiesenpieper von überregionaler Bedeutung ist. Verglichen mit anderen Salzwiesenengebieten des Wattenmeeres fanden sich auf der Referenzfläche hohe Dichten bei den vier dominanten Brutvogelarten Rotschenkel, Wiesenpieper, Wiesenschafstelze und Rohrammer (Tab. 2). Die Bedeutung der Salzwiesen im Petersgroden innerhalb des westlichen Jadebusens wird auch durch die großräumigen Kartierungen belegt, wonach der Großteil der Brutreviere vor allem im südlichen Teilgebiet Petersgroden zu finden war.

Gemessen an der mittleren Brutpaardichte auf der Referenzfläche in der Umgebung der Pütte dürfte durch die Auspüttung Brutraum für insgesamt 50-60 BP verloren gegangen sein, darunter für ca. 18 Rotschenkel-, 15 Wiesenpieper-, 9 Wiesenschafstelzen- und 9 Rohrammerpaare. Dies entspricht zumindest für den Rotschenkel z. T. dem Mehrfachen des Brutbestandes ganzer Köge oder Halligen in Schleswig-Holstein (z. B. Hauke-Haien-Koog, Hallig Südfall) oder kleinerer Inseln in Nord- und Ostsee (z. B. Memmert, Minsener Oog, Scharhörn, Heuwiese, Liebitz, Langenwerder; vgl. KÖPPEN 2001, SÜDBECK & HÄLTERLEIN 2001, EICHSTÄTT et al. 2006, HECKROTH 2007, GRAVE 2008). KOFFJUBERG et al. (2006) geben für das Jahr 2001 einen Rotschenkelbrutbestand von 2000 Paare für den gesamten Jadebusen an, was mehr als einem Drittel des niedersächsischen Brutbestandes entspricht (vgl. KRÜGER & OLTMANN 2007). Somit würde die 9 ha große Püttenfläche allein Brutraum für fast 1 % des Rotschenkelbestandes im Jadebusen bieten.

Auffällig waren die hohen Dichten der dominanten Brutvogelarten im Bereich der 1964 entstandenen Alten Pütte. Diese Beobachtung könnte dahingehend

Tab. 2: Brutpaardichten (in Brutpaare/ha) von Rotschenkel, Feldlerche, Wiesenpieper, Wiesenschafstelze und Rohrammer auf ausgewählten Salzwiesenflächen des Niedersächsischen und Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres im Vergleich zur Referenzfläche (48,5 ha; Mittelwert 2000-2008). Alle Daten beziehen sich auf ungenutzte Salzwiesen, ausgenommen einer der Vergleichsflächen auf der Hamburger Hallig (extensive Beweidung; s. ESKILDSEN et al. 2000) und eines kleinen Anteils des Langeooger Westhellers (Mahd, 22,5 ha; s. LILJE 2007). – *Breeding pair densities of Common Redshank, Skylark, Meadow Pipit, Yellow Wagtail and Common Reed Bunting at selected salt marsh sites of the Lower Saxonian and Schleswig-Holsteinian Wadden Sea compared to the salt marsh reference area surrounding the clay pit (48.5 ha, mean value 2000-2008). Given are numbers of breeding pairs per hectare. All listed salt marsh areas were not grazed or mown except one site at the Hamburger Hallig (extensively used as pasture; see ESKILDSEN et al. 2000) and a small part of the Langeooger Westerheller (meadow, 22.5 ha; see LILJE 2007).*

| Art (mittlere Brutdichte auf der Referenzfläche) species (mean breeding density in the reference area) | Brutdichte breeding density [BP/ha] | Gebiet (zusätzliche Gebietsbezeichnung; Flächengröße) site (additional site description; size of study area) | Quelle - reference |
|---|---|---|---------------------------|
| Rotschenkel | 1,20 | Wangerooge (Mittel-/Westaußengroden; 61,5 ha) | THYEN et al. (2005) |
| <i>Common Redshank</i> | 0,32 | Langeooger Westheller (183 ha) | LILJE (2007) |
| | 0,51 | Hamburger Hallig (> 70 ha) | ESKILDSEN et al. (2000) |
| (2,02 BP/ha) | 0,44 | Leybucht (MP 8; ca. 40 ha) | OLTMANN (2003) |
| Feldlerche | 0,43 | Langeooger Westheller (183 ha) | LILJE (2007) |
| <i>Skylark</i> | 0,45 | Hamburger Hallig (37 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 0,46 | Hedwigenkoog (Dithmarschen; 25 ha) | SCHRADER (2003) |
| (0,30 BP/ha) | 0,35 | Pohnshalligkoog (Nordstrand; 32 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 1,26 | Westerhever (Eiderstedt; 11 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 0,09 | Leybucht (MP 8; ca. 40 ha) | OLTMANN (2003) |
| Wiesenpieper | 0,71 | Langeooger Westheller (183 ha) | LILJE (2007) |
| <i>Meadow Pipit</i> | 1,20 | Hamburger Hallig (37 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 0,91 | Hedwigenkoog (Dithmarschen; 25 ha) | SCHRADER (2003) |
| (1,70 BP/ha) | 0,81 | Pohnshalligkoog (Nordstrand; 32 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 1,17 | Westerhever (Eiderstedt; 11 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 0,66 | Leybucht (MP 8; ca. 40 ha) | OLTMANN (2003) |
| Wiesenschafstelze | 0,00 | Langeooger Westheller (183 ha) | LILJE (2007) |
| <i>Yellow Wagtail</i> | 0,00 | Hamburger Hallig (37 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 0,03 | Hedwigenkoog (Dithmarschen; 25 ha) | SCHRADER (2003) |
| (0,97 BP/ha) | 0,08 | Pohnshalligkoog (Nordstrand; 32 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 0,00 | Westerhever (Eiderstedt; 11 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 0,22 | Leybucht (HH 5; ca. 50 ha) | OLTMANN (2003) |
| Rohrammer | 0,04 | Langeooger Westheller (183 ha) | LILJE (2007) |
| <i>Common Reed Bunting</i> | 0,13 | Hamburger Hallig (37 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 0,15 | Hedwigenkoog (Dithmarschen; 25 ha) | SCHRADER (2003) |
| (0,88 BP/ha) | 0,28 | Pohnshalligkoog (Nordstrand; 32 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 0,00 | Westerhever (Eiderstedt; 11 ha) | SCHRADER (2003) |
| | 0,14 | Leybucht (MP 8; ca. 40 ha) | OLTMANN (2003) |

interpretiert werden, dass sich ältere Kleientnahmestellen (>30 Jahre) zu attraktiven Bruthabitaten entwickeln können (vgl. GÖTTING & GROSSMANN 2002). Allerdings ging in den Jahren 2000-2008 die Artenzahl im Bereich der Alten Pütte signifikant zurück, während sie auf der Weide anstieg. Letzteres könnte mit der Beweidungseinstellung ab 2007 zusammenhängen, was vor allem Rohammer und Wiesenschafstelze zugute kam (s. Abb. 2; vgl. THYEN 2000, OLTSMANN 2003).

Die starken Bestandsabnahmen von Wiesenpieper und Feldlerche lassen sich nicht ursächlich auf die Kleientnahme zurückführen. Vielmehr spiegeln sich hier überregionale, europaweite und z. T. langfristige Rückgänge wieder (vgl. BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004, HELDBJERG & ESKILDSEN 2008, RISELY et al. 2008, SOVON 2008, SÜDBECK et al. 2008).

Der vor allem durch Prädation bedingte niedrige Schlupferfolg des Rotschenkels deutet auf einen geringen Bruterfolg im Gebiet hin, was durch THYEN et al. (2008) bestätigt werden konnte. In einer Untersuchung von THYEN & EXO (2005) zur Nistplatzwahl des Rotschenkels im Petersgroden konnte gezeigt werden, dass der Schlupferfolg von Gelegen in hoher Vegetation fortgeschrittener Sukzessionsstadien (z. B. in Rotschwengel- oder Queckengesellschaften) höher ist als in eher niedriger Vegetation früherer Sukzessionsphasen (z. B. Andelrasen). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass sich die Pütte frühestens bei Ansiedlung von Pflanzengesellschaften der oberen Salzwiese wieder zu einem geeigneten Brutplatz (hinsichtlich Schlupferfolg) für Rotschenkel und auch andere Arten (z. B. Wiesenpieper) entwickeln kann. Diese ist laut GÖTTING & GROSSMANN (2002) erst 30 Jahre nach der Auspüttung zu erwarten.

Rastvögel

Auch für Rastvögel betraf die Kleientnahme ein Gebiet von internationaler Bedeutung (gemäß Ramsar-Konvention; vgl. DAVIS 1996, THYEN et al. 2000). In den Jahren 2000-2007 rasteten im Winter und Frühjahr im westlichen Jadebusen regelmäßig bis zu 30.000 Wasser- und Watvögel. Mehrere Arten konnten dort alljährlich mit mehr als 1 % ihrer Zugwegpopulation (vgl. DELANY & SCOTT 2006, WAHL et al. 2007) beobachtet werden. Damit wurden die Ramsar-Kriterien 3a und 3b erfüllt (vgl. DAVIS 1996).

Der Nutzungsumfang der Pütte gemessen an den Anzahlen anwesender Rastvögel war nur während des Herbstzuges (vor allem ab 2004) größer als oder gleich dem im Watt. Obwohl in den Jahren 2000 bis 2003 aufgrund eines potenziell höheren Nahrungsangebots in der Pütte eine höhere Anzahl an Rastvögeln zu erwarten gewesen wäre (vgl. THYEN & EXO 2003, VÖGE et al. 2007), nutzte nur die Lachmöwe das Angebot entsprechend. Inwieweit Prädation durch Greifvögel die Nutzung der Pütte einschränkt, wurde in zwei Diplomarbeiten untersucht (DANNE 2005, CSIK 2008). Dabei stellte sich heraus, dass insbesondere Arten wie Rotschenkel, Alpenstrandläufer, Großer Brachvogel und Säbelschnäbler in der Pütte ein stärkeres Wachsamkeitsverhalten zeigten als auf der Wattvergleichsfläche. Sie blickten in der Pütte signifikant häufiger auf und mussten daher öfter ihre Nahrungssuche unterbrechen. Das Aufkommen von Greifvögeln und die Anzahl erfolgreicher Angriffe auf Wat- und Wasservögel waren jedoch nicht verschieden von anderen Salzwiesengebieten wie dem etwa 30 km entfernten Pakenser Groden (vgl. DIERSCHKE 1997, CSIK 2008). Auch wenn der direkte Verlust durch Greifvögel im Petersgroden gering zu sein scheint, ist nicht auszuschließen, dass die indirekten Effekte von Greifvögeln in der Pütte größer sind als auf der angrenzenden Wattfläche (vgl. CRESSWELL 2008). Allein die Tatsache, dass die Rundumsicht durch die umgebende Salzwiesenvegetation in der Pütte eingeschränkt ist, könnte bewirken, dass Nahrung suchende Individuen wachsamer sind und daher öfter ihre Nahrungssuche unterbrechen. Darüber hinaus könnten zusammenhängende größere Schwärme, z. B. vom Alpenstrandläufer, aufgrund der relativ geringen Größe der Pütte stärker in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt werden als auf der Wattfläche, die viel mehr Ausweichmöglichkeiten bietet. Dies könnte zu Interferenzen bei der Nahrungssuche und bei der Rast führen (vgl. THYEN & EXO 2003, DANNE 2005, CSIK 2008).

Fazit und Ausblick

Insgesamt lässt sich aus den Untersuchungen im Rahmen des „Püttenprojekts Petersgroden“ festhalten, dass Kleientnahmen aus dem Deichvorland zu vermeiden sind und eine Ausnahme bleiben müssen. Auspüttungen im Vorland führen zu langfristigen Brutraumverlusten in einem streng geschützten Lebensraum, der besonders viele ge-

fährdete Arten beherbergt (vgl. SÜDBECK et al. 2008). Ob jedoch kurzzeitig „Pionierarten“ wie Säbelschnäbler von Kleipütten als neuen Brutraum profitieren können, erfordert noch weitere Untersuchungen. Ebenso ist unklar, ob bestimmte Strukturen (wie Dämme oder Inseln) die Wiederbesiedlung einer Püttenfläche erleichtern könnten und wie hoch die Anzahl und Dichte an Kleipütten im Deichvorland sein darf, damit genügend Salzwiese in der Umgebung übrig bleibt, um eine Wiederbesiedlung der verlandenden Kleientnahmestellen durch Brutvögel zu gewährleisten.

Zwar werden Pütten zur Rast und Nahrungssuche genutzt, allerdings scheint diese Nutzung aufgrund der abgesenkten Lage durch relativ hohe indirekte Prädationseinflüsse eingeschränkt zu sein. Weitere Untersuchungen müssen klären, wie stark diese Einflüsse sind und inwieweit auch das Zusammendrängen größerer Individuenzahlen auf kleinem Raum eine effektive Nutzung behindert. Offen bleibt auch, über welchen Zeitraum eine Püttenfläche zur Rast genutzt werden kann.

Dank

Für die enge und erfolgreiche Kooperation sei den MitarbeiterInnen aller anderen Teilprojekte im „Püttenprojekt Petersgroden“ gedankt.

Die Niedersächsische Wattenmeerstiftung, Hannover, und der III. Oldenburgische Deichband, Jever, finanzierten das Projekt. Die Betretungsgenehmigungen erteilte die Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer. Der Wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft für Natur- und Umweltschutz e.V., Jever, sei gedankt für den größten Teil der Rast- und Brutvogelerfassungen im westlichen Jadedeich. Wir bedanken uns bei U. Appel und D. Frank für die Zusammen- und Bereitstellung dieser Daten sowie bei den ehrenamtlichen Zählern: H. Blindow (†), B. Bronnert, J. Dierschke, K. Dietrich, G. Eilers (†), R. Großmann, H. Hinrichs, M. Hintze, A. Michalik und J. Oldenettel. Für vielfache Hilfe in technischen Fragen geht unser Dank an die Mitarbeiter des IfV G. Gembler und R. Nagel sowie für die Mitarbeit bei der Datenerhebung und -verarbeitung an: K. Baipidi, C. Becker, I. Brüning, H. Büttger, A. Cervenc, S. Csik, S. Danne, E. Eissing, U. van Elsberg, W. Esser, F. Födisch, F. Freise, J. Grodeck, A. Heidemann, K. Henrichs, L. Hollmann,

B. Junge, C. Ketzenberg, H. Kunze, K. Lehn, J. Leyrer, B. Limmer, B. Neumann, N. Oberdiek, J. Pagel, M. Piepenschneider, M. Rietze, J. Röbber, C. Rose, A. Rügäuf, M. Saß, A. Schlaich, P. Schieck, S. Schmidt, N. Stelljes, M. Szwierczynski, M. Tolske, S. Treffler, A. Vogel, S. Wenzel, A. Werner, S. Wilkens, M. Zapka und D. Zinsmeister.

Summary – The ecological importance of a re-silting clay pit for breeding and roosting birds in the western Jade Bay

For the purpose of dyke raising and reinforcement in the western Jade Bay, clay was removed from mainland salt marshes at a site of about 9 ha located in the core zone (zone I) of the Wadden Sea National Park of Lower Saxony in 1998/99. An interdisciplinary environmental impact assessment study was established in 1999/2000. Since 2000, (i) the direct impacts of the clay removal on breeding and migratory birds and (ii) the utilisation of the excavation site (so-called clay pit) as breeding, roosting or foraging habitat were documented within the ornithological sub-project during the initial phase of the refilling process (2000-2008).

Measured by the breeding-pair density in a salt marsh reference area surrounding the clay pit, nesting sites for 50 to 60 breeding pairs in total were lost. Especially, the breeding habitat loss for threatened species like Common Redshank or Meadow Pipit was considerably high. The clay pit area was re-colonised by breeding birds for the first time nine years after excavation. Avocets bred at elevated sites of the clay-pit ground – but without any hatching success.

Only during autumn migration, migratory birds achieved densities in the clay pit comparable to those on the adjacent mudflat. Higher numbers in the clay pit were observed only in a few years (e. g. of Black-headed Gull or Grey Plover). A temporarily relatively high food potential in the clay pit was used only to a small extent, mainly by Black-headed Gulls. Possibly, this may have been due to the fact that non-lethal effects of predation (e. g. higher vigilance) were greater in the clay pit than on the mudflat.

In summary, the clay removal took place in an internationally important breeding site (e. g. for

Common Redshank) and stop-over site (e. g. for Pied Avocet, Common Shelduck) within the Wadden Sea. The loss of breeding sites should rate higher than the temporary advantage of the clay pit as roosting and foraging habitat.

Literatur

- ARENS, S., & E. GÖTTING (2002): Entwicklung und ökologische Wertigkeit von Kleientnahmen in Salzwiesen – Synthese der Untersuchungsergebnisse. Dienstber. Forschungsstelle Küste 18/2002, NLÖ, Norderney, Wilhelmshaven.
- BARTHOLOMÄ, A., & E. TILCH (2003): Morphodynamik und Sedimentologie. In: FLEMMING, B. W. (Hrsg.): Untersuchung der ökologischen Entwicklung einer Außendeichskleipütte als Ergänzung der quantitativen Beweissicherung des Wiederverlandungsprozesses. Senckenberg am Meer, Wilhelmshaven. Bericht 03-1: 1-23.
- BIBBY, C. J., N. D. BURGESS & D. A. HILL (1992): Bird Census Techniques. London.
- BIERHALS, E., O. VON DRACHENFELS & M. RASPER (2004): Wertstufen und Regenerierungsfähigkeit der Biotope in Niedersachsen. Inform.d. Nat.schutz Niedersachs. 4: 231-240.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004): Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. BirdLife International. BirdLife Conserv. Ser. 12. Cambridge.
- BLEW, J., K. GÜNTHER, K. LAURSEN, M. VAN ROOMEN, P. SÜDBECK, K. ESKILDSEN & P. POTEL (2007): Trends of waterbird populations in the international Wadden Sea 1987-2004: An update. In: REINEKING, B., & P. SÜDBECK (Eds.): Seriously declining trends in migratory waterbirds: Causes – concerns – consequences. Proceedings of the International Workshop on 31 August 2006 in Wilhelmshaven, Germany. Wadden Sea Ecosystem 23. Common Wadden Sea Secretariat, Wadden Sea National Park of Lower Saxony, Institute of Avian Research, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven, Germany: 9-32.
- BLINDOW, H. (1994): Jahreszusammenstellung der Vögel 1991-1993 der Zählstrecke Jadebusen West (Petersgroden). Jever (unveröff.).
- CSIK, S. (2008): Einfluss von Greifvögeln auf Verteilung und Verhalten von Wat- und Wasservögeln im westlichen Jadebusen. Unveröff. Dipl.arb. Univ. Oldenburg.
- CRESSWELL, W. (2008): Non-lethal effects of predation in birds. Ibis 150: 3-17.
- DANNE, S. (2005): Einfluss von Greifvögeln auf Verteilung und Verhalten von Wat- und Wasservögeln im westlichen Jadebusen. Unveröff. Examensarb. Fachhochschule Osnabrück.
- DAVIS, T. J. (1996): Das Handbuch der Ramsar-Konvention. BMU, Bonn.
- DELANY, S., & D. SCOTT (2006): Waterbird population estimates - Fourth edition. Wetlands International, Wageningen.
- DIERSCHKE, V. (1997): Unterschiedliches Zugverhalten alter und junger Alpenstrandläufer *Calidris alpina*. Ökologische Untersuchungen an Rastplätzen der Ostsee, des Wattenmeeres und auf Helgoland. Göttingen.
- EICHSTÄTT, W., W. SCHELLER, D. SELLIN, W. STARKE & K.-D. STEGEMANN (2006): Atlas der Brutvögel in Mecklenburg-Vorpommern. Friedland.
- ESKILDSEN, K., U. FIEDLER & B. HÄLTERLEIN (2000): Die Entwicklung der Brutvogelbestände auf der Hamburger Hallig. In: STOCK, M., & K. KIEHL (Hrsg.): Die Salzwiesen der Hamburger Hallig. Nationalparkamt Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning, S. 61-65.
- EXO, K.-M. (2008): Nationalpark Wattenmeer: Letzte Chance für Wiesenbrüter? Falke 55: 376-382.
- EXO, K.-M., P. H. BECKER, B. HÄLTERLEIN, H. HÖTKER, H. SCHEUFELER, A. STIEFFEL, M. STOCK, P. SÜDBECK & O. THORUP (1996): Bruterfolgsmonitoring bei Küstenvögeln. Vogelwelt 117: 287-293.
- EXO, K.-M., & S. THYEN (2003): Ökologische Entwicklung einer wiederverlandenden Außendeichskleipütte im westlichen Jadebusen. Vogelkd. Ber. Niedersachs. 35: 143-150.
- GÖTTING, E. (1997): Development of former dredging holes. Wadden Sea Newsl. 1997/1: 29-32.
- GÖTTING, E., & R. GROSSMANN (2002): Entwicklung und ökologische Wertigkeit von Kleientnahmen in Salzwiesen – Avifauna. Dienstber. Forschungsstelle Küste 16/2002, Norderney, Wilhelmshaven.
- GRAVE, C. (2008): Brutbericht aus unseren Schutz- und Zählgebieten im Jahr 2008. Seevögel 29: 92-96.
- HÄLTERLEIN, B., D. M. FLEET, H. R. HENNEBERG, T. MENNEBÄCK, L. M. RASMUSSEN, P. SÜDBECK, O. THORUP & R. VOGEL (1995): Anleitung zur Brutbestandserfassung von Küstenvögeln im Wattenmeerbereich. Seevögel 16: 1-24.
- HECKROTH, M. (2007): Brutvogelbericht 2007 aus den Schutzgebieten des Mellumrates. Nat.-Umw.schutz (Z. Mellumrat) 6: 41-43.
- HEIBER, W., E. GÖTTING & S. ARENS (2005): Kleientnahmen in Salzwiesen an der niedersächsischen Küste – Merkmale, Entwicklung, Kriterien zu ihrer Bewertung. Forschungszentrum Terramare Ber. 14: 58-67.
- HELDJBERG, H., & A. ESKILDSEN (2008): Overvågning af de almindelige fuglearter i Danmark 1975-2007. Årsrapport for Punkttællingsprojektet. DOF, Kopenhagen.

- HÖTKER, H., H. JEROMIN & J. MELTER (2007): Entwicklung der Brutbestände der Wiesen-Limikolen in Deutschland – Ergebnisse eines neuen Ansatzes im Monitoring mittelhäufiger Brutvogelarten. *Vogelwelt* 128: 49-65.
- KÖPPEN, U. (2001): Brutbestände der Küstenvögel in Schutzgebieten Mecklenburg-Vorpommerns in den Jahren 1999 und 2000. *Seevögel* 22: 104-105.
- KOFFJUBERG, K., L. DIJKSEN, B. HÄLTERLEIN, K. LAURSEN, P. POTE & P. SÜDBECK (2006): Breeding birds in the Wadden Sea in 2001 – Results of the total survey in 2001 and trends in numbers between 1991 and 2001. *Wadden Sea Ecosystem* 22. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Joint Monitoring Group of Breeding Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven, Germany.
- KRÜGER, T., & B. OLTMANN (2007): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Brutvögel, 7. Fassung, Stand 2007. *Inform.d. Nat.schutz Niedersachsen*. 3: 1-52.
- LILJE, A. (2007): Entwicklung der Brutpopulation im Langooger Westheller unter den Auswirkungen von Nutzungsintensivierung und Sommerdeichrückbau. Unveröff. Dipl.arb. Univ. Münster.
- MARTIN, P., & P. BATESON (1986): *Measuring behaviour - an introductory guide*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MAYFIELD, H. F. (1961): Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bull.* 73: 255-261.
- MAYFIELD, H. F. (1975): Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bull.* 87: 456-466.
- NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM (2006): Zehn Grundsätze für einen effektiveren Küstenschutz. Pressemitteilung vom 05.09.2006. URL:<http://www.umwelt.niedersachsen.de/servlets/download?C=25849169&L=20> (abgerufen am 03.11.2008).
- NLWKN (2008): *Jahresbericht 2007*. Norden.
- OLTMANN, B. (2003): Von der Hellerwiese zur Salzwiese – Veränderung der Brutvogelgemeinschaft in der Leybucht durch die Nutzungsaufgabe. *Vogelkd. Ber. Niedersachsen*. 35:157-166.
- PETERSEN, B., & K.-M. EXO (1999): Predation of waders and gulls on *Limicola conchilega* tidal flats in the Wadden Sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 178: 229-240.
- PIENKOWSKI, M. W., P. N. FERNS, N. C. DAVIDSON & D. H. WORRALL (1984): Balancing the budget: measuring the energy intake and requirements of shorebirds in the field. In: EVANS, P. R., J. D. GOSS-CUSTARD & W. G. HALE (Eds.): *Coastal waders and wildfowl in winter*. Cambridge, S. 29-56.
- RISELY, K., D. G. NOBLE & S. R. BAILLIE (2008): *The Breeding Bird Survey 2007*. BTO Research Report 508. British Trust for Ornithology, Thetford.
- SCHRADER, S. (2003): Zehn Jahre später - Brutvogelbestände in unterschiedlich beweideten Salzwiesen der schleswig-holsteinischen Festlandsküste. *Vogelkd. Ber. Niedersachs.* 35: 167-172.
- SOVON VOGELONDERZOEK NEDERLAND (Hrsg.; 2008): *Vogelbalans 2008, thema natuurgebieden*. Beek-Ubbergen.
- SÜDBECK, P., H.-G. BAUER, M. BOSCHERT, P. BOYE, W. KNIEF & C. GRÜNEBERG (2008): Gefährdete Brutvögel. In: C. SUDFELDT, R. DRÖSCHMEISTER, C. GRÜNEBERG, S. JAEHNE, A. MITSCHKE & J. WAHL (Hrsg.): *Vögel in Deutschland – 2008*. DDA, BfN, LAG VSW, Münster. S. 8-13.
- SÜDBECK, P., H. ANDRETTZKE, S. FISCHER, K. GEDEON, T. SCHIKORE, K. SCHRÖDER & C. SUDFELDT (Hrsg.; 2005): *Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands*. Radolfzell.
- SÜDBECK, P., & B. HÄLTERLEIN (2001): Brutvogelbestände an der deutschen Nordseeküste 1998 und 1999: 12. und 13. Erfassung durch die Arbeitsgemeinschaft „Seevogelschutz“. *Seevögel* 22: 41-48.
- 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 - Final Report of the Pilot Studies 1996 - 1997*. Wadden Sea Ecosystem 8, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, 7-55.
- THYEN, S., H. BÜTTGER & K.-M. EXO (2005): Nistplatzwahl von Rotschenkeln *Tringa totanus* im Wattenmeer: Konsequenzen für Reproduktion, Prädation und Salzrasen-Management. *Vogelwelt* 126: 365-369.
- THYEN, S., & K.-M. EXO (2003): Ökofaunistik I - Brut- und Rastvögel. In: FLEMMING, B. W. (Hrsg.): *Untersuchung der ökologischen Entwicklung einer Außendeichskleipütte als Ergänzung der quantitativen Beweissicherung des Wiederverlandungsprozesses*. Senckenberg am Meer, Wilhelmshaven. Bericht 03-1: 49-98.
- THYEN, S., & K.-M. EXO (2004): Die Bedeutung von Salzrasen des niedersächsischen Wattenmeeres für die Reproduktion von Rotschenkeln *Tringa totanus*. In: MICHAEL-OTTO-INSTITUT IM NABU (Hrsg.): *Schutz von Feuchtgrünland für Wiesenvögel in Deutschland*. Tagungsbericht NABU, Bergenhusen. S. 20-26.
- 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, U. APPEL & P. SÜDBECK (2000): *Phänologie, Bestandsentwicklung und Monitoring von Wasser- und Watvögeln an der Küste des Landkreises Fries-*

- land 1969-1994. Nat.schutz Landsch.pfl. Niedersachs. 40: 1-98.
- THYEN, S., K.-M. EXO, A. CERVENCL, W. ESSER & N. OBERDIEK (2008): Salzwiesen im Niedersächsischen Wattenmeer als Brutgebiet für Rotschenkel *Tringa totanus*: Wertvolle Rückzugsgebiete oder ökologische Fallen? Vogelwarte 46: 121-130.
- VÖGE, S., H. REISS & I. KRÖNCKE (2007): Ökofaunistik II - Benthische Makrofauna. Wiederbesiedlung der verlandenden Außendeichskleipütte Petersgroden durch benthische Makrofauna 2000-2006. In: FLEMMING, B. W. (Hrsg.): Dokumentation der ökologischen Entwicklung einer wiederverlandenden Außendeichskleipütte. Senckenberg am Meer, Wilhelmshaven. Bericht 07-1: 38-51.
- WAHL, J., S. GARTHE, T. HEINECKE, W. KNIEF, B. PETERSEN, C. SUDFELDT & P. SÜDBECK (2007): Anwendung des internationalen 1 %-Kriteriums für wandernde Wasservogelarten in Deutschland. Ber. Vogelschutz 44: 83-105.
- WAU (WISSENSCHAFTLICHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR NATUR- UND UMWELTSCHUTZ E.V., Jever, Hrsg.; 1998): Jahresberichte 1994-1997. Unveröff. Ber. Jever.
- WAU (Hrsg.; 2002): Jahresberichte 1998-2001. Unveröff. Ber. Jever.
- WAU (Hrsg.; 2004): Jahresberichte 2002-2003. Unveröff. Ber. Jever.
- WAU (Hrsg.; 2005 bis 2008): Jahresberichte 2004 bis 2007. Unveröff. Ber. Jever.