

# DIE VOGELWARTE

Band 38

Heft 3

1996

*Die Vogelwarte 38, 1996: 121–145*

## Zeit-Aktivitäts-Budgets von Ringelgänsen (*Branta bernicla bernicla*) in unterschiedlich stark von Menschen beeinflussten Salzwiesen des Wattenmeeres

Martin Stock und Frank Hofeditz

Abstract: STOCK, M., & F. HOFEDITZ (1996): Time-activity-budgets of Brent Geese (*Branta bernicla bernicla*) on saltmarshes in the Wadden Sea - The impact of human disturbance. *Vogelwarte 38*: 121-145.

Time-activity-budgets of Brent Geese were investigated under the impact of human disturbances on saltmarshes in Westerhever, Norderheverkoog and on Hallig Süderoog, Nationalpark „Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer“. We regarded the frequency of disturbance by using the birds reaction as a measure of disturbance and used this as an index of human use of the study sites. The disturbance frequency was significantly higher in Westerhever than at the other sites, but did not differ between Norderheverkoog and Hallig Süderoog. The latter functioned as a compensatory feeding site. The geese from Westerhever regularly used the saltmarshes on Hallig Süderoog but they did not exchange between the saltmarshes of Westerhever and Norderheverkoog. This high degree of site-faithfulness allowed us to compare the time-activity-budgets of the birds under different levels of human disturbance.

Time-activity-budgets differed significantly. The proportion of time spent feeding was highest on Hallig Süderoog ( $78,1 \pm 4,8\%$ ), intermediate in Westerhever ( $66,0 \pm 7,3\%$ ) and lowest in the Norderheverkoog area ( $50,8 \pm 12,7\%$ ). In the latter area the birds fed on saltmarshes and on intertidal mudflats. On saltmarshes, feeding intensity of the birds (peck-rate) was significantly higher in Norderheverkoog than in Westerhever. The times spent roosting, swimming and walking differed significantly, too. The geese spent significantly more time in flight in Westerhever ( $4,6 \pm 1,5\%$ ) than in the Norderheverkoog area ( $3,1 \pm 1,5\%$ ).

The disturbance frequency had a significant influence on the proportion of time spent flying. The total activity time and the feeding time were negatively correlated with the disturbance frequency in Westerhever but not in the Norderheverkoog area.

Despite significant differences in the activity budgets the geese in Westerhever and Norderheverkoog reached the same condition at the end of the spring season. The proportion of juveniles next autumn was higher in Norderheverkoog than in Westerhever, but the difference was not significant.

We concluded that the birds reacted to the different levels of human disturbances by shifts in their time-activity-budgets. The increase of the proportion of time spent feeding at the expense of a reduction of other activities was interpreted as a compensatory mechanism.

Key words: Brent geese (*Branta bernicla bernicla*), time-activity-budgets, human disturbance, compensatory feeding.

Addresses: M.S., Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Schloßgarten 1, D-25832 Tönning; F.H., Herzog-Adolf-Straße 26, D-25813 Husum.

### 1. Einleitung

Zeit-Aktivitäts-Budgets geben an, wie sich Tiere ihre Zeit für bestimmte Verhaltensweisen einteilen. Das Zeit-Aktivität-Budget ist wesentlich von der physiologischen Kondition des Individuums, von sozialen Faktoren und von den herrschenden abiotischen und biotischen Umweltbedingungen

geprägt. Vergleiche von Zeit-Aktivitäts-Budgets eines Individuums oder eines Gänsetrups zwischen Jahren, Jahreszeiten oder Gebieten lehren uns, wie Gänse sich an verändernde Gegebenheiten der Umwelt anpassen können und wo mögliche Grenzen einer solchen Anpassung liegen. Dabei ist von der Annahme auszugehen, daß sich jedes Individuum seine Zeit optimal in Relation zu seinen energetischen Anforderungen einteilt und daß dies einen adaptiven Wert besitzt. Zeit-Aktivitäts-Budgets eignen sich aber auch, um Verhaltensänderungen gegenüber anthropogenen Umweltveränderungen und anthropogene „Reizen“ festzustellen und deren Auswirkung zu evaluieren. Sie liefern darüberhinaus Daten zur Habitatnutzung und können für die Erarbeitung von Schutzkonzepten herangezogen werden (PAULUS 1988).

Arktische Gänse benötigen für den Zug von den Überwinterungsgebieten zu den Brutplätzen und für die nachfolgende Fortpflanzungsperiode ausreichende Energiereserven (z.B. NEWTON 1977, ANKNEY & MAC INNES 1978, EBBINGE 1992). Diese werden während der prä migratorischen Fett- und Proteinanlagerung, bei Ringelgänsen (*Branta b. bernicla*) im Wattenmeer im April/Mai, angelegt (z.B. EBBINGE 1979, 1992, PROKOSCH 1984). Die Gänse profitieren dabei von dem dann besonders proteinreichen Nahrungsangebot in den Salzwiesen (z.B. PROP 1991, PROP & DEERENBERG 1991). Die Prozesse der Fett- und Proteinanlagerung sind dabei genauso untersucht worden wie Veränderungen im Verhalten und in der Habitatwahl im Zusammenhang mit diesen Prozessen (z.B. GAUTHIER et al. 1984 a, 1984 b, PRINS & YDENBERG 1985, PROP 1991, PROP & DEERENBERG 1991).

Reaktionen auf anthropogene Aktivitäten sind bei arktischen Gänsen in den Frühjahrsaufenthaltsgebieten von mehreren Autoren untersucht worden (z.B. OWENS 1977, SCHILPEROORD & SCHILPEROORD-HUISMAN 1981, MADSEN 1985 a, PERSSON 1989, BÉLANGER & BÉDARD 1989 und 1990, STOCK 1992, STOCK et al. 1995, STOCK & HOFEDITZ 1994, OWEN et al. 1992). STOCK & HOFEDITZ (1994) haben den Einfluß von Flugbetrieb und Freizeitaktivitäten auf das Aktivitätsmuster von Ringelgänsen untersucht. Kenntnisse der Auswirkungen anthropogener Störreize auf das Zeit-Aktivitäts- und Energie-Budget bei Ringelgänsen liegen bisher nicht vor. Für Kurzschnabelgänse (*Anser brachyrhynchus*), Saatgänse (*Anser fabalis*), Schneegänse (*Anser c. caerulescens*) und Bläßgänse (*Anser albifrons*) sind hingegen solche Untersuchungsergebnisse beschrieben worden (SCHILPEROORD & SCHILPEROORD-HUISMAN 1981, PERSSON 1989, BÉLANGER & BÉDARD 1990, ELY 1992).

Ziel dieser Arbeit ist es, die Zeit-Aktivitäts-Budgets von Ringelgänsen während des Frühjahrsaufenthaltes im Wattenmeer in unterschiedlich stark von Menschen beeinflussten Vorlandsalzwiesen vergleichend zu beschreiben. Dabei interessiert uns besonders, welchen Einfluß anthropogene Freizeitaktivitäten und Flugbetrieb auf das Zeit-Aktivitäts-Budget der Gänse haben, inwiefern die Gänse in der Lage sind, sich auf unterschiedliche Beeinflussungen ihrer Umwelt einzustellen und ob mögliche Auswirkungen im nachfolgenden Fortpflanzungserfolg zu erkennen sind. Die in dieser Arbeit ermittelten Zeit-Aktivitäts-Budgets dienen als Basis für die Berechnung vergleichender Energiebudgets (STOCK 1994).

## 2. Untersuchungsgebiete und -zeit

Die Untersuchungen wurden an der Westküste der Halbinsel Eiderstedt im Nationalpark „Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer“ während des Frühjahrszuges von Anfang April bis Ende Mai 1990 und 1991 durchgeführt. Als Haupt-Untersuchungsgebiete wählten wir die Vorlandsalzwiesen in Westerhever und vor dem Norderheverkoog. Beide Gebiete sind bei STOCK et al. (1995) ausführlich beschrieben. Zusätzlich haben wir Ganztagesbeobachtungen auf der Hallig Süderoog durchgeführt, da die ca. 11 km nordwestlich von Westerhever gelegene Hallig regelmäßig von den Gänsen aus Westerhever aufgesucht wurde.

Die Habitat- und Vegetationsverhältnisse stimmen in den drei Gebieten überein. Im Watt vor dem Norderheverkoog und vor der Hallig befanden sich Seegraswiesen und Grünalgenbestände, beide fehlten vor Westerhever (REISE & BUHS 1991). Alle drei Gebiete wurden im Untersuchungsjahr durch Schafe beweidet. Bezüglich

der Beeinflussung der Gebiete durch menschliche Nutzungen - hauptsächlich Fremdenverkehr und Sportflugbetrieb - waren jedoch große Unterschiede vorhanden. Westerhever ist für den Fremdenverkehr erschlossen. Die Salzwiese wurde täglich von bis zu einigen hundert Besuchern auf Wegen betreten. Die Salzwiese vor dem Norderheverkoog liegt abseits touristischer Nutzung und ist nicht von Wegen durchzogen oder begrenzt. Die Hallig Süderoog liegt in der Kernzone des Nationalparks und darf nur von einer geführten Wattwandergruppe pro Tag besucht werden. Flugbetrieb findet über allen drei Gebieten mit vergleichbarer Intensität statt.

### 3. Methoden

#### 3.1. Beobachtungsgeräte und Wetterbedingungen

Sämtliche Beobachtungen wurden mit Hilfe von Spektiven (20 bis 40 fache Vergrößerung) durchgeführt. In Westerhever haben wir entweder aus einer Beobachtungshütte heraus oder von der Leuchtturmwarft aus beobachtet. Je nach Aufenthaltsort des Trupps fanden die Beobachtungen auch vom Deich aus statt. Im Norderheverkoog-Vorland stand ein Beobachtungsturm in der Salzwiese zur Verfügung. Dieser erwies sich jedoch als wenig geeignet, da die Gänse das Vorland in seiner ganzen Breite nutzten und wir ihnen nach einem Ortswechsel folgen mußten. Die meisten Beobachtungen wurden daher vom Deich aus durchgeführt.

Beim Protokollieren setzten wir sowohl 8-Kanal-Zähler als auch speziell für Aufnahmen von Verhaltensprotokollen entwickelte PC-kompatible Eventrecorder (CASIO) und handelsübliche netzunabhängige PC's (TOSHIBA LapTop) ein.

Die aktuellen Wetterbedingungen wurden während der Beobachtungen direkt notiert. Die täglichen Wetterdaten der nahegelegenen Wetterstation in St. Peter-Ording stellte uns das Wetteramt Schleswig für die Auswertung zur Verfügung. Das Frühjahr 1991 war kühl. Die mittlere Tagestemperatur stieg von 5,7°C im März auf 9,3°C im Mai an. Es herrschten nur geringe Windstärken (März 5,1 m/s, April 5,7 m/s und Mai 6,6 m/s). Die mittlere Niederschlagshöhe war gering und über alle drei Monate gleichmäßig verteilt, sie betrug im Mittel 33 mm pro Monat.

#### 3.2. Bestandserfassungen, Ermittlung des Jungvogelanteils

Einjährige Ringelgänse können an den weißen Flügelsäumen der Ellenbogen- und Deckfedern des Oberflügels ohne Probleme im Feld von adulten Gänsen unterschieden werden (BERGMANN et al. 1994). Dies erlaubt eine schnelle und einfache Abschätzung des Jungvogelanteils. Jahreszeit, Habitat, geographische Region und vor allen Dingen die soziale Truppstruktur beeinflussen die Truppszusammensetzung und damit den Jungvogelanteil (LAMBECK 1990). Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen wurde bei Bestandszählungen auch der Anteil der Jungvögel im Trupp ermittelt. In der Regel wurden 100 bis 300 Gänse quer durch den Trupp mit Hilfe eines Spektives auf ihr Alter hin ausgezählt. Diese Zählungen fanden in beiden Gebieten sowohl im Frühjahr als auch im nachfolgenden Herbst statt.

#### 3.3. Ringablesungen

Seit 1972/73 sind insgesamt 3.805 Dunkelbäuchige Ringelgänse individuell markiert worden (EBBINGE & ST JOSEPH 1992). Die Markierung der Gänse erfolgte mit zwei farbigen Fußringen, die eingravierte Buchstaben und Zahlen tragen. Im Feld können diese Ringe mit Hilfe eines 40-50 fach vergrößernden Spektives auf eine Entfernung von bis zu 300 m abgelesen werden (ST JOSEPH 1979, EBBINGE et al. 1982, PROKOSCH 1984). Die Gesamtzahl der Ablesungen belief sich in der Zeit von 1972/73 bis 1989/90 auf 103.196. Einen detaillierten Überblick über das Beringungsschema geben EBBINGE & ST JOSEPH (1992).

Anhand von Sichtbeobachtungen individuell markierter Vögel erfaßten wir die Bewegungsmuster von Ringelgänsen innerhalb unseres Untersuchungsgebietes. Es wurde aber kein besonderer Schwerpunkt auf das Ablesen von Fußringen gelegt. Zusätzlich zu den eigenen Beobachtungen haben wir die Ringablesungen von anderen Beobachtern gesammelt. Sämtliche Daten flossen in einer zentralen Datenbank im Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO) in Arnhem, Niederlande, zusammen. Das Institut stellte uns sämtliche Ringablesungen aus den Jahren 1974 bis 1991 aus dem Wattenmeerbereich zwischen Eiderstedt und der Hallig Langeoog für die Auswertung zur Verfügung. Von den 6.521 Ablesungen haben wir nur die Ablesungen aus den Jah-

ren 1989 bis 1991, dem Untersuchungszeitraum des Gesamtprojektes, verwendet. 146 Ablesungen aus den drei Frühjahren dieses Zeitraumes, mit der mindestens einmaligen Anwesenheit einer Gans im eigentlichen Untersuchungsgebiet, wurden berücksichtigt.

### 3.4. Konditionsindex

OWEN (1981) benutzte erstmalig Schätzwerte für die Ausbildung des abdominalen Profils von freilebenden Gänsen als ein Maß für deren Kondition. Zur Quantifizierung wählte er je nach Form des Abdomens eine Skala von 1 bis 4. THOMAS & MAINGUY (1983) konnten darüberhinaus an Schneegänsen (*Anser c. caerulescens*) und an Kanadagänsen (*Branta canadensis*) zeigen, daß das abdominale Körperfett in guter Übereinstimmung mit dem gesamten Körperfett steht. Zu einem gleichen Ergebnis kommt auch DRENT (mündl. Mittlg.) in Untersuchungen an Ringelgänsen im niederländischen Überwinterungsgebiet. Die Methode von OWEN (1981) ist inzwischen verfeinert worden (z.B. VAN EERDEN et al. 1991) und wird heute in vielen nahrungsökologischen und populationsbiologischen Untersuchungen angewandt. Sie ermöglicht eine annähernd genaue Abschätzung der Kondition ohne Fang der Gänse. Wir haben in enger Anlehnung an OWEN (1981) das abdominale Profil der Ringelgänse in 5 Klassen unterteilt (Abb. 1). Von Anfang März bis Ende Mai wurde in regelmäßigen Abständen in Westerhever und vor dem Norderheverkoog bei im Durchschnitt 80 bis 100 Individuen der Konditionsindex der Gänse ermittelt. Die Abschätzung erfolgte nach einem methodischen Abgleich der Autoren in lateraler Ansicht der Gänse bei geringer Entfernung. Wir verwendeten den Konditionsindex, um die Massenzunahme in beiden Gebieten vergleichend beschreiben zu können.

Wir nutzten den von OWEN (1981) eingeführten Konditionsindex als indirektes Maß für die Körpermassenentwicklung der Gänse. VAN EERDEN et al. (1991) weisen darauf hin, daß die Skalenabstände des Konditionsindexes nicht unbedingt linear sein müssen. Für unsere Betrachtungen ist dies aber nicht von Bedeutung, da die Indizes im Verlauf der Untersuchung in beiden Gebieten keinen signifikanten Unterschied zeigten.

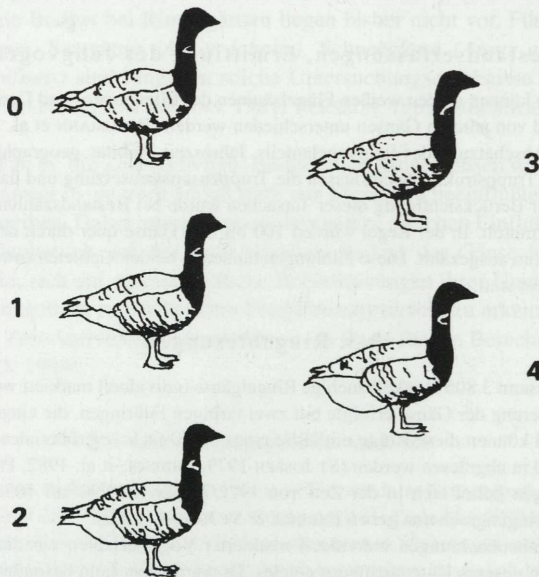


Abb. 1: Das Abdominalprofil einer Ringelgans. 0 = konkav, 1 = gerade, 2 = konvex, 3 = rundlich, 4 = sackförmig (verändert nach OWEN 1981).

Fig. 1: Abdominal profile of Brent Geese. 0 = concave, 1 = intermediate, 2 = convex, 3 = rounded, 4 = sacking (after OWEN 1981).

### 3.5. Anthropogene Aktivitäten und die Reaktion der Gänse

Während der Ganztagesbeobachtungen (siehe unten) wurden der Zeitpunkt und die Anzahl anthropogener und natürlicher Ereignisse protokolliert (z.B. überfliegende Flugzeuge, Hubschrauber, vorbeifahrende Kraftfahrzeuge, Spaziergänger in der Salzwiese, Radfahrer am Deich, überfliegende Greifvögel). Die Reaktion der Gänse infolge der Reize wurde qualitativ und quantitativ festgehalten. Das methodische Vorgehen ist bei STOCK et al. (1995) sowie bei STOCK & HOFEDITZ (1994) beschrieben.

Die durchgeführten Beobachtungen erlauben es, die Untersuchungsgebiete hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens von natürlichen und anthropogenen Einflüssen zu vergleichen und die möglichen Auswirkungen auf das Zeit-Aktivitäts-Budget zu beschreiben.

### 3.6. Aktivitätserfassung

Aktivität und Nahrungsverhalten der Ringelgänse sind in der offenen kurzrasigen Küstenlandschaft leicht zu beobachten und zu quantifizieren. Entsprechend der bei ALTMANN (1973) und MARTIN & BATESON (1987) beschriebenen Methoden haben wir die Zeit-Aktivitäts-Budgets in Relation zu den Gezeiten und zur Jahreszeit von Dämmerungsbeginn bis Dämmerungsende aufgenommen. Die Beobachtungen wurden in beiden Hauptuntersuchungsgebieten möglichst zeitgleich durchgeführt, um nicht erhobene Parameter als konstant ansehen zu können.

An 16 bzw. 15 Tagen verfolgten jeweils zwei Beobachter in Westerhever und vor dem Norderheverkoog einen Trupp Ringelgänse (siehe auch STOCK & HOFEDITZ 1993). Zusätzlich haben wir an vier Tagen auch auf der Hallig Süderoog beobachtet. Diese Daten flossen in die Zeit-Aktivitäts-Budgets ein und sind bei der Interpretation der Ergebnisse von Bedeutung. Wann immer möglich wurde ein Ringelganstrupp vom morgendlichen Einflug auf der Salzwiese bis zum abendlichen Abflug zu den Rastplätzen kontinuierlich beobachtet und das Verhalten der Gänse nach Art und Dauer quantifiziert. In der Regel war ein Trupp über den ganzen Tag zu beobachten. Teils sich der beobachtete Trupp im Laufe des Tages, so wurde der größere Truppteil weiterverfolgt. Vor dem Norderheverkoog kam es häufiger vor, daß die Gänse morgens nicht mit Dämmerungsbeginn auf der Salzwiese einfliegen, sondern mit der Nahrungsaufnahme im Watt begannen. An diesen Tagen zeichneten wir deren Aktivität mit Beginn der ersten Beobachtung auf den Wattflächen auf.

Beginnend mit der ersten Sichtung der Gänse, häufig war es der Einflug von den nächtlichen Rastplätzen, wurde das Verhalten von 200 bis 300 Gänsen (Mittel = 260; sd = 109; n = 736) aus dem anwesenden Trupp alle 15 Minuten protokolliert. Die Protokollierung erfolgte in der Regel diagonal durch den Trupp. Diese Methode minimiert die Überbewertung bestimmter Verhaltensweisen, die z.B. verstärkt am Rand eines Gänsetrups zu beobachten sind (z.B. OWEN 1972 a, LAZARUS 1978). Wir unterschieden folgende Verhaltensweisen: Fressen: alle Aktivitäten der Nahrungsaufnahme. Lokomotion: Fortbewegung an Land ohne gleichzeitige Nahrungsaufnahme; eine langsame Fortbewegung während der Nahrungsaufnahme wurde der Kategorie „Fressen“ zugeordnet. Schwimmen: Aufenthalt auf dem Wasser; Verhaltensweisen die während des Schwimmens gezeigt wurden, z.B. Putzen, Fressen, Rasten, sind den entsprechenden Kategorien zugeordnet. Aufmerken: extreme Kopfhoch-Position. Komfortverhalten: alle Formen des Komfortverhaltens, sowohl auf dem Wasser wie auch auf Land. Aggression: sämtliche intra- und interspezifischen Interaktionen. Rasten: Sitzen oder Schlafen, letzteres auch schwimmend. Trinken: an Land, seltener auch im Wasser. Am Ende eines Protokolls wurde der Aufenthaltsort des beobachteten Trups notiert. Wir unterschieden Salzwiese, Salzwiesenkante, Watt, Wassersaum und Priel.

Für jedes Protokoll wurde der prozentuale Anteil der einzelnen Verhaltensweisen ermittelt. Aus allen Protokollen des Tages wurde ein Tagesmittel und aus diesen ein Monatsmittel berechnet. Es erfolgte keine Gewichtung der einzelnen Protokolle bezüglich der Truppgroße (OWEN 1972 a). Die Budgets entsprechen somit dem Zeitanteil des Tages, den die Gänse für die einzelnen Verhaltensweisen aufgewendet haben. Telemetrische Untersuchungen zur täglichen Aktivitätsverteilung von Ringelgänsen haben ergeben, daß gewöhnlich keine nächtliche Nahrungssuche feststellbar war (STOCK et al. 1992, POHL mündl. Mittlg.). Sämtliche Budgetberechnungen basieren daher auf dem Zeitraum von Aktivitätsbeginn in der Morgendämmerung bis zum Aktivitätsende in der Abenddämmerung. In diesem Zusammenhang wurde keine Unterscheidung zwischen juvenilen und adulten Gänsen vorgenommen.

Mit Hilfe dieser Scan-sampling Methode haben wir die Gesamtheit aller gleichzeitig stattfindenden Aktivitäten in einem Trupp festgehalten. Selten auftretende Verhaltensweisen werden mit dieser Methode allerdings

nur ungenau oder gar nicht erfaßt (BALDASSARE et al. 1988, MARTIN & BATESON 1987, TACHA et al. 1985).

Unabhängig von diesen Intervallprotokollen haben wir alle Flugbewegungen der Gänse festgehalten sowie deren Dauer und die Anzahl fliegender Gänse ermittelt. Dies beinhaltete auch die morgendlichen Einflüge auf der Salzwiese und die abendlichen Abflüge ins Watt. Häufig kam es vor, daß sich ein Teil des Trupps oder kleinere Gruppen aus einem Trupp innerhalb einer größeren Fläche umsetzten. Auch diese Bewegungen wurden protokolliert. Die Ergebnisse wurden bei der späteren Auswertung gewichtet. Nur wenn der überwiegende Teil eines Trupps (> 50 %) aufflog, sind die Daten bei der Berechnung der Zeit-Aktivitäts-Budgets verwendet worden. Kleinere Truppbewegungen wurden nicht berücksichtigt.

In Westerhever wurden die Gänse insgesamt 198 Stunden, vor dem Norderheverkoog 154 Stunden und auf der Hallig Süderoog 45 Stunden beobachtet.

### 3.7. Pick- und Schrittfrequenz

Pick- und Schrittfrequenzen sind ein direktes Maß für die Nahrungsaufnahmerate und die Nahrungsverfügbarkeit. Beide sind abhängig von der Höhe der Vegetation, auf der die Gänse ihre Nahrung suchen (z.B. EBBINGE et al. 1975, DRENT & SWIERSTRA 1977, PERCIVAL 1988). Aus diesem Grunde wurden die Pick- und Schrittfrequenzen in Abhängigkeit von der Vegetationshöhe ermittelt. Wenn die Gänse aus geringer Distanz beobachtet werden konnten, haben wir die benötigte Zeit für 25 Pickbewegungen bzw. die aufgewandte Zeit für zehn Schritte mit einer Stoppuhr gemessen. Beide Maße wurden später in Pickbewegungen bzw. Schritte pro Minute umgerechnet. Die Vegetationshöhe wurde relativ zur Beinlänge im Feld geschätzt. Wir haben fünf Vegetationshöhen unterschieden (Abb. 2). Es zeigte sich eine Abhängigkeit der Schritt- und Pickfrequenz von der Vegetationshöhe (Pickfrequenz: Westerhever  $r_s = -0,301$ ,  $p = 0,0001$ ,  $n = 866$ ; Norderheverkoog  $r_s = -0,445$ ,  $p = 0,0001$ ,  $n = 936$ ; Schrittfrequenz: Westerhever  $r_s = -0,09$ ,  $p = 0,006$ ,  $n = 976$ ; Norderheverkoog:  $r_s = -0,236$ ,  $p = 0,0001$ ,  $n = 867$ ). Da von allen in Westerhever bzw. vor dem Norderheverkoog gemessenen Pick- und Schrittfrequenzen über 97% der Messungen innerhalb der Klassen 0 bis 2 stattfanden, haben wir nur diese Daten berücksichtigt. Da mehr als 62 % dieser Messungen in der Klasse 1 vorgenommen wurden, haben wir den Mittelwert dieser Klasse berechnet.

### 3.8. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit handelsüblicher Software durchgeführt. Die Verfahren wurden nach SACHS (1984), RÖHR et al. (1982) und BACKHAUS et al. (1989) ausgewählt.

Da Gänse in einem Trupp überwiegend die gleiche Aktivität zur gleichen Zeit zeigen, sind die Daten nicht normalverteilt. Um die verschiedenen Aktivitätsanteile zwischen den Gebieten und innerhalb eines Gebietes

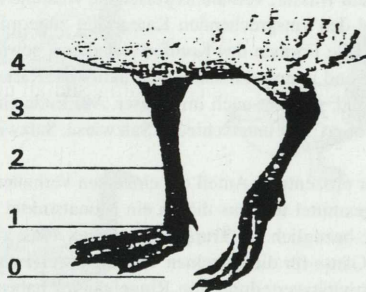


Abb. 2: Vegetationshöhe in Relation zum Gänsebein. 0 = Füße deutlich sichtbar; 1 = Füße bedeckt; 2 = Höhe der Vegetation bis zur halben Höhe des Intertarsalgelenkes reichend; 3 = bis zum Intertarsalgelenk reichend; 4 = bis zum Bauch reichend.

Fig. 2: Vegetation height in relation to goose leg length. 0 = feet visible, 1 = feet covered, 2 = reaching half the length of the intertarsal joint, 3 = reaching the intertarsal joint, 4 = reaching the belly.

zwischen den verschiedenen Habitaten und Monaten zu vergleichen, haben wir beim Vergleich von zwei Stichproben einen nicht-parametrischen Test, den Mann-Whitney-U-Test, und beim Vergleich von drei Stichproben den Kruskal-Wallis-H-Test angewandt. Der Rang-Korrelationskoeffizient nach Spearman bzw. nach Kendall diente zur Prüfung von korrelativen Zusammenhängen. Mittels multipler Regressionsanalyse wurde der Einfluß verschiedener abiotischer Parameter auf den morgendlichen Ein- und den abendlichen Abflug der Gänse analysiert.

### 3.9. Danksagung

Die Freilandbeobachtungen wären ohne die Mithilfe zahlreicher Praktikanten (UTE KÖHLER, HOLGER SONNENBURG, CLAUDIA STEINER und LARS TOMANEK) und einer Diplomandin (SABINE ESCHKÖTTER) nicht möglich gewesen. Wir möchten uns daher besonders bei ihnen bedanken. KERSTIN MOCK war unermüdlich im Freiland und bei der Auswertung beteiligt. HANS-ULRICH RÖSNER und HERMANN HÖTKER haben Ringelgansfänge im Rahmen dieser Untersuchung für uns durchgeführt. Viele ungenannte Helfer standen uns dabei zur Seite. BART EBBINGE und JAN BURGERS vom IBN-DLO in Arnhem überließen uns die gesammelten Ringablesungen aus den Jahren 1974 bis 1991 für unsere Auswertung. HANS-ULRICH RÖSNER hat die Zählergebnisse der Springtiden-Zählungen zur Verfügung gestellt. Das Wetteramt Schleswig stellte uns die Wetterdaten zur Verfügung. HANS-HEINER BERGMANN, HENDRIK BRUNCKHORST und VERA KNOKE haben dankenswerterweise durch kritische Anmerkungen wesentlich zum Manuskript beigetragen. Ihnen allen gebührt unser Dank.

Die Arbeiten wurden vom Umweltbundesamt im Rahmen des Umweltforschungsplanes des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Vorhaben 108 02 085/21) und durch das Land Schleswig-Holstein gefördert. Veröffentlichung Nr. 165 des Projektes „Ökosystemforschung Wattenmeer“.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Raumnutzungsmuster

Ein Wechsel der Gänse zwischen den Nahrungsgründen in Westerhever und vor dem Norderheverkoog war während der Ganztagesbeobachtungen nicht zu verzeichnen. Ein Austausch fand aber zwischen der Hallig Süderoog und Westerhever statt. Die Ringelganszahlen in Westerhever waren nicht konstant. Tage mit Maximalzahlen wechselten regelmäßig mit Tagen mit wesentlich geringerer Anzahl. Ein gegenläufiger Bestandsverlauf war auf der Hallig Süderoog zu verzeichnen, wie 14 Synchronzählungen während unserer Untersuchung in beiden Gebieten belegen.

In der Morgendämmerung kamen die Gänse in Westerhever überwiegend aus Richtung Süderoog angeflogen. Selten haben sie auf den Watten, auf dem Sand oder auf dem Wasser vor Westerhever übernachtet. Da der abendliche Abflug zu den Rastplätzen auffälliger war als der morgendliche Einflug auf der Salzwiese, konnten wir an einigen Abenden mit guten Wetterbedingungen die abfliegenden Gänse mit dem Spektiv bis zur Hallig Süderoog verfolgen und ihre Flugzeit ermitteln.

Ein Wechsel der Gänse war auch zwischen der Hallig Südfall und dem Vorland vor dem Norderheverkoog zu beobachten. Die Gänse aus dem Norderheverkoog-Vorland flogen morgens aus nördlicher Richtung ein. Der abendliche Abflug erfolgte in umgekehrter Richtung zur Hallig Südfall. Auch hier war es uns möglich, einige Flüge bis zur Hallig genau zu verfolgen.

Anhand von Ringablesungen wurde ein Wechsel der Gänse zwischen verschiedenen Salzwiesen im Untersuchungsraum dokumentiert. Von den 146 ausgewerteten Ringablesungen erfolgte in 64 % aller Fälle eine Ablesung in nur einem Gebiet. In 32 % aller Fälle wechselten die Gänse zwischen zwei Gebieten. Dabei gab es keine Ablesungen von Gänsen, die sowohl vor dem Norderheverkoog als auch in Westerhever beobachtet wurden. Die Gänse vor dem Norderheverkoog wechselten mit denen aus den Vorländern der weiter östlich gelegenen Salzwiesen an der Nordküste Eiderstedts (18 Ablesungen). Zwei Ablesungen existieren von Gänsen, die sowohl in Westerhever als auch in den letztgenannten Vorländern anzutreffen waren. Die Gänse aus Westerhever wechselten mit denen der Hallig Süderoog (5 Ablesungen). In nur 4 % aller Ablesungen wechselte eine Gans

zwischen drei bis fünf Gebieten. Von der Gans W=BS liegen aus den drei Jahren von 1989 bis 1991 17 Ablesungen von den Salzwiesen der Nordküste Eiderstedts vor. Die Gans W2B= wurde sogar 21 mal im gleichen Gebiet abgelesen, ohne jeweils auf einer anderen Salzwiese im Untersuchungsraum beobachtet zu werden.

Auch anhand von Ringablesungen kann kein Wechsel der Gänse zwischen beiden Untersuchungsgebieten belegt werden. Bewegungen von Ringelgänsen zwischen Westerhever und der Hallig Süderoog waren hingegen zu verzeichnen. Dies entsprach unseren Beobachtungen aus den Jahren 1989 bis 1991.

EBBINGE & ST JOSEPH (1992) und PROKOSCH (1984) präsentierten Bewegungsmuster von individuellen Ringelgänsen und belegten deren große Variabilität in ein und derselben Population. Einige Individuen zogen im Herbst von den Brutgebieten in Sibirien zu einer niederländischen Wattenmeerinsel und blieben dort von Oktober bis Mai, andere hingegen präferierten im Herbst die ausgedehnten Seegraswiesen an der schleswig-holsteinischen Küste, um dann weiter über England nach Frankreich zu ziehen. Im Frühjahr kamen diese Vögel wieder zurück auf die Salzwiesen in Schleswig-Holstein. Die meisten Individuen zeigten jedoch eine hohe Ortstreue für ein einziges Gebiet (PROKOSCH 1984, EBBINGE 1992, EBBINGE & ST JOSEPH 1992). ST JOSEPH (1979) und LAMBECK (1990) konnten darüberhinaus zeigen, daß es permanente Ringelgans-Subtrupps selbst auf einer Insel gibt.

Aufgrund unserer Sichtbeobachtungen, den Ringablesungen und den zitierten Literaturdaten gehen wir davon aus, daß es sich in unserem Untersuchungsgebiet um zwei getrennte Frühjahrsbestände handelte, die - wenn überhaupt - im Untersuchungszeitraum nur sehr geringe Kontakte hatten.

#### 4.2. Unterschiedliche Beeinflussung der Gebiete durch den Menschen

Wir benutzten die Reaktion der Gänse auf anthropogene Reize als ein Maß für die Beeinflussung des Gebietes. Anhand der erhobenen Daten nahmen wir einen Gebietsvergleich hinsichtlich Reaktionsursache und -häufigkeit vor.

Anthropogener Flugbetrieb und Freizeitaktivitäten waren die häufigsten Reize in allen drei Gebieten. Unter den natürlichen Reizen waren Vögel (z.B. Möwen, Greifvögel, Graureiher - *Ardea cinerea*) die häufigste Ursache für eine deutliche Verhaltensänderung. Detaillierte Ergebnisse sind bei STOCK et al. (1995) und STOCK & HOFEDITZ (1994) beschrieben.

Insgesamt wurden von März bis Mai in Westerhever an 16 Beobachtungstagen 115 und vor dem Norderheverkoog an 15 Beobachtungstagen insgesamt 67 Störreize registriert, die zu einer Reaktion der Gänse geführt haben. Die absolute Anzahl anthropogener Reize war in Westerhever damit so groß wie vor dem Norderheverkoog. Aufgrund der stark abweichenden Anzahl von Beobachtungstagen auf Süderoog ist die absolute Anzahl anthropogener und natürlicher Reize mit den anderen Gebieten nicht direkt vergleichbar. Prozentual betrachtet lösten anthropogene Reize in Westerhever in 85% alle Fälle eine Verhaltensänderung bei den Gänsen aus. Vor dem Norderheverkoog und auf der Hallig Süderoog war der prozentuale Anteil anthropogener Reize an der Summe aller reaktionsauslösenden Reize mit knapp 70 % geringer als in Westerhever.

Die Häufigkeit störrreizbedingter Reaktionen pro Tag und pro Stunde war vor dem Norderheverkoog und auf Süderoog signifikant geringer als in Westerhever. Die Anzahl spontaner Flüge war bei den Gänsen in Westerhever und vor dem Norderheverkoog vergleichbar, auf Süderoog aber signifikant geringer (STOCK & HOFEDITZ 1994). In Westerhever nahm die Reizhäufigkeit - gemessen an der Reaktion der Gänse - im Verlauf der drei Untersuchungsmonate signifikant ab ( $r_s = -0,712$ ,  $n = 16$ ,  $p = 0,006$ ). Dies war vor dem Norderheverkoog nicht zu beobachten ( $r_s = -0,252$ ,  $n = 15$ ,  $p = 0,346$ ). Wir beziehen uns im weiteren auf die bei STOCK et al. (1995) und bei STOCK & HOFEDITZ (1994) im Detail beschriebenen Ergebnisse.

### 4.3. Aktivitätsmuster

Die Aktivitätsmuster der Ringelgänse in Westerhever, von der Salzwiese vor dem Norderheverkoog und von der Hallig Süderoog unterschieden sich. In Westerhever zeigten die Gänse einen deutlich ausgeprägten diurnalen Rhythmus, indem sie tagsüber auf der Salzwiese fraßen. Das Verhalten der Gänse vor dem Norderheverkoog war hingegen weitgehend an den Gezeiten ausgerichtet. Sie suchten während der hellen Tagesphase auf der Salzwiese Nahrung. Ein Teil der täglichen Nahrungssuche fand auch auf den Wattflächen statt. Auf der Hallig Süderoog zeigten die Gänse eine intermediäre Ausbildung des Aktivitätsmusters. Die Nahrungsaufnahme auf der Salzwiese zeigte dort eine schwache Beziehung zu den Gezeiten. Das Rasten war streng gezeitenabhängig (STOCK & HOFEDITZ 1994).

Entsprechend der unterschiedlichen Tagesrhythmik der Gänse zeigte sich in einer multiplen Regressionsanalyse, daß der Einflug der Gänse in Westerhever am stärksten mit dem Sonnenaufgang ( $F = 3,76$ ,  $df = 4,11$ ,  $p = 0,079$ ), der abendliche Abflug signifikant mit dem Sonnenuntergang ( $F = 117,779$ ,  $df = 5,10$ ,  $p = 0,0001$ ) korreliert war. Die Parameter Hochwasser, Niedrigwasser und die minimale Tagestemperatur trugen nicht zur Regression bei. Vor dem Norderheverkoog war der Einflug der Gänse auf der Salzwiese vom Zeitpunkt des Hochwassers nach Sonnenaufgang (Einflughochwasser) abhängig ( $F = 51,721$ ,  $df = 5,9$ ,  $p = 0,0001$ ), nicht aber vom Sonnenaufgang ( $F = 2,228$ ,  $df = 5,9$ ,  $p = 0,1698$ ) oder vom ersten Tageshochwasser ( $F = 0,199$ ,  $df = 5,9$ ,  $p = 0,6662$ ). Je später der Zeitpunkt des Hochwassers nach Sonnenaufgang lag, desto später erfolgte der Einflug auf der Salzwiese ( $r_s = 0,871$ ,  $p = 0,001$ ). Der Abflug war wie in Westerhever mit dem Sonnenuntergang korreliert ( $F = 34,26$ ,  $df = 6,8$ ,  $p = 0,0004$ ). Auf eine korrelative Betrachtung der Verhältnisse auf Süderoog haben wir aufgrund des geringen Datenmaterials verzichtet.

Der Abflug der Gänse war in Westerhever an Tagen mit einer hohen Störreizhäufigkeit signifikant früher ( $r_s = -0,719$ ,  $p < 0,0095$ ,  $n = 14$ ) als an Tagen mit einer geringen Störreizhäufigkeit. Im Norderheverkoog war ein vergleichbarer Zusammenhang zu erkennen, dieser war allerdings nicht signifikant ( $r_s = -0,534$ ,  $p < 0,0645$ ,  $n = 13$ ).

### 4.4. Zeit-Aktivitäts-Budgets

Vor dem Hintergrund unterschiedlicher Aktivitäts- und Bewegungsmuster haben wir detaillierte Zeit-Aktivitäts-Budgets der Gänse für die drei Gebiete aufgestellt. In Westerhever und vor dem Norderheverkoog sind diese getrennt für die aufgesuchten Habitate und für die einzelnen Monate berechnet worden. Das Datenmaterial von der Hallig Süderoog erschien uns für eine Aufschlüsselung unzureichend.

Ein Vergleich der Zeit-Aktivitäts-Budgets zwischen den drei Gebieten ist in Tab. 1 wiedergegeben. Dargestellt ist jeweils der Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung der Zeitanteile der einzelnen Aktivitäten, ermittelt über alle Beobachtungstage. In allen Gebieten nahm die Nahrungssuche den größten Zeitanteil ein. Alle anderen Verhaltensweisen traten demgegenüber deutlich zurück. Bei den Verhaltensweisen Fressen, Lokomotion, Schwimmen und Rasten traten signifikante Unterschiede hinsichtlich des Zeitanteils zwischen den Gebieten auf (Kruskal-Wallis-H-Test,  $p < 0,05$ ). Die anderen Verhaltensweisen unterschieden sich nicht. Die Gesamtflugzeit der Gänse pro Tag konnte nur in Westerhever und vor dem Norderheverkoog ermittelt werden. Auch dieser Unterschied war signifikant (Mann-Whitney-U-Test,  $p < 0,05$ ).

Schlüsselt man die Zeitanteile der einzelnen Aktivitäten der Gänse vor dem Norderheverkoog und in Westerhever für die aufgesuchten Habitate auf (Tab. 2), so zeigt sich, daß sie sich vor dem Norderheverkoog mit Ausnahme der Kategorien Lokomotion und Trinken und in Westerhever mit Ausnahme der Kategorie Schwimmen signifikant unterscheiden (Mann-Whitney-U-Test,  $p < 0,05$ ). Im Watt wurde in beiden Gebieten weniger gefressen und weniger aufgemerkt als auf der Salz-

Tab. 1: Aktivitätsbudgets von Ringelgänsen in drei Vorlandsalzwiesen des nordfriesischen Wattenmeeres. Dargestellt sind die Anteile der einzelnen Verhaltensweisen (in % der Zeit; Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) über alle Beobachtungstage (n). Im Falle signifikanter Unterschiede (Kruskal-Wallis-H-Test bzw. Mann-Whitney-U-Test für Fliegen;  $p < 0,05$ ) sind die Werte fettgedruckt.

Table 1: Activity budgets of Brent Geese in different saltmarshes within the Nationalpark „Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer“. The proportion of time carrying out different activities are presented (mean  $\pm$  standarddeviation). Number of observation days are shown in brackets. Significant differences (Kruskal-Wallis-H-Test or Mann-Whitney-U-Test;  $p < 0,05$ ) are printed bold.

Aktivität	Westerhever (16)	Norderheverkoog (15)	Süderoog (4)
Fressen (%)	<b>66,0 <math>\pm</math> 7,3</b>	<b>50,8 <math>\pm</math> 12,7</b>	<b>78,1 <math>\pm</math> 4,8</b>
Lokomotion (%)	<b>7,4 <math>\pm</math> 2,2</b>	<b>8,9 <math>\pm</math> 4,0</b>	<b>3,8 <math>\pm</math> 0,9</b>
Aufmerken (%)	8,5 $\pm$ 2,4	8,2 $\pm$ 3,3	6,4 $\pm$ 0,8
Komfort (%)	4,4 $\pm$ 1,9	5,6 $\pm$ 2,2	3,1 $\pm$ 2,3
Interaktionen (%)	1,1 $\pm$ 0,4	1,0 $\pm$ 0,5	0,9 $\pm$ 0,2
Schwimmen (%)	<b>3,0 <math>\pm</math> 3,4</b>	<b>9,9 <math>\pm</math> 6,0</b>	<b>0,6 <math>\pm</math> 0,5</b>
Rasten (%)	<b>4,7 <math>\pm</math> 3,3</b>	<b>12,3 <math>\pm</math> 10,2</b>	<b>6,4 <math>\pm</math> 5,5</b>
Trinken (%)	0,2 $\pm$ 0,2	0,2 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,6
Fliegen (%)	<b>4,6 <math>\pm</math> 1,5</b>	<b>3,1 <math>\pm</math> 1,5</b>	

Tab. 2: Aktivitätsbudgets von Ringelgänsen in unterschiedlichen Habitaten vor dem Norderheverkoog und in Westerhever. Dargestellt sind die Anteile der einzelnen Verhaltensweisen (in % der Zeit; Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) über alle Beobachtungstage (n), NHK = Norderheverkoog, WH = Westerhever, SW = Salzwiese, W = Watt. Signifikante Unterschiede zwischen Werten aus den Habitaten innerhalb eines Gebietes (Mann-Whitney-U-Test;  $p < 0,05$ ) sind fett ausgedruckt. Signifikante Unterschiede im gleichen Habitat im Gebietsvergleich sind im Text erwähnt.

Table 2: Activity budgets of Brent Geese in different habitats (SW = saltmarsh; W = mudflats) in the study areas Westerhever (WH) and Norderheverkoog (NHK). The proportion of carrying out different activities are presented (mean  $\pm$  standarddeviation). Number of observation days are shown in brackets. Significant differences between habitats (Mann-Whitney-U-Test;  $p < 0,05$ ) are printed bold. Significant differences between study areas within a certain habitat are mentioned in the text.

Aktivität	NHK - SW (15)	NHK - W (15)	WH - SW (16)	WH - W (10)
Fressen (%)	<b>73,4 <math>\pm</math> 10,1</b>	<b>22,7 <math>\pm</math> 21,3</b>	<b>79,8 <math>\pm</math> 3,7</b>	<b>5,2 <math>\pm</math> 11,1</b>
Lokomotion (%)	9,5 $\pm$ 4,6	8,1 $\pm$ 4,4	<b>7,5 <math>\pm</math> 2,0</b>	<b>5,5 <math>\pm</math> 4,9</b>
Aufmerken (%)	<b>11,2 <math>\pm</math> 4,9</b>	<b>4,6 <math>\pm</math> 3,4</b>	<b>9,0 <math>\pm</math> 2,4</b>	<b>5,6 <math>\pm</math> 5,6</b>
Komfort (%)	<b>1,8 <math>\pm</math> 1,5</b>	<b>16,4 <math>\pm</math> 18,1</b>	<b>1,7 <math>\pm</math> 1,3</b>	<b>19,3 <math>\pm</math> 14,3</b>
Interaktionen (%)	<b>1,5 <math>\pm</math> 0,6</b>	<b>0,2 <math>\pm</math> 0,3</b>	<b>1,2 <math>\pm</math> 0,5</b>	<b>0,2 <math>\pm</math> 0,2</b>
Schwimmen (%)	<b>1,4 <math>\pm</math> 1,8</b>	<b>13,6 <math>\pm</math> 14,1</b>	0,0 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 6,1
Rasten (%)	<b>0,8 <math>\pm</math> 1,1</b>	<b>34,1 <math>\pm</math> 22,3</b>	<b>0,5 <math>\pm</math> 0,5</b>	<b>62,0 <math>\pm</math> 22,1</b>
Trinken (%)	0,3 $\pm$ 0,3	0,2 $\pm$ 0,3	<b>0,2 <math>\pm</math> 0,2</b>	<b>0,1 <math>\pm</math> 0,2</b>

Tab. 3: Aktivitätsbudgets von Ringelgänsen auf der Salzwiese in Westerhever und im Watt vor Westerhever für die Monate März, April und Mai. Dargestellt sind die Anteile der einzelnen Verhaltensweisen (in % der Zeit; Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) über alle Beobachtungstage (n) des Monats in der Salzwiese. Bei signifikanten Unterschieden zwischen den Werten aus den einzelnen Monaten (Kruskal-Wallis-H-Test bzw. Mann-Whitney-U-Test;  $p < 0,05$ ) sind die Daten fettgedruckt.

Table 3: Activity budgets of Brent Geese in different months on saltmarshes and mudflats in Westerhever. The proportion of time carrying out different activities are presented (mean  $\pm$  standarddeviation). Number of observation days are shown in brackets. Significant differences between months (Kruskal-Wallis-H-Test or Mann-Whitney-U-Test;  $p < 0,05$ ) are printed bold.

Aktivität	März		April		Mai	
	Salzwiese (n= 6)	Watt (n= 2)	Salzwiese (n=6)	Watt (n=4)	Salzwiese (n=4)	Watt (n=4)
Fressen	79,1 $\pm$ 4,0	2,7 $\pm$ 3,7	79,5 $\pm$ 4,0	9,2 $\pm$ 18,0	81,3 $\pm$ 3,2	2,4 $\pm$ 1,9
Lokomotion	8,3 $\pm$ 1,5	9,2 $\pm$ 10,1	7,4 $\pm$ 2,3	3,7 $\pm$ 2,2	6,4 $\pm$ 1,4	5,5 $\pm$ 4,4
Aufmerken	9,5 $\pm$ 2,3	4,1 $\pm$ 1,5	9,6 $\pm$ 2,5	4,1 $\pm$ 2,3	7,3 $\pm$ 1,9	7,8 $\pm$ 8,7
Komfort	1,1 $\pm$ 0,5	16,2 $\pm$ 18,7	1,7 $\pm$ 1,6	23,9 $\pm$ 17,5	2,6 $\pm$ 1,4	16,1 $\pm$ 12,1
Interaktion	1,4 $\pm$ 0,7	0,2 $\pm$ 0,2	1,2 $\pm$ 0,3	0,1 $\pm$ 0,3	1,0 $\pm$ 0,3	0,4 $\pm$ 0,3
Schwimmen	0,1 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 1,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,5 $\pm$ 0,5	0,0 $\pm$ 0,1	4,9 $\pm$ 9,8
Rasten	0,4 $\pm$ 0,4	66,2 $\pm$ 35,1	<b>0,3 <math>\pm</math> 0,2</b>	58,6 $\pm$ 29,8	<b>1,1 <math>\pm</math> 0,6</b>	63,2 $\pm$ 11,7
Trinken	0,1 $\pm$ 0,1	0,3 $\pm$ 0,4	0,2 $\pm$ 0,2	0,0 $\pm$ 0,0	0,4 $\pm$ 0,3	0,0

Tab. 4: Aktivitätsbudgets von Ringelgänsen auf der Salzwiese und im Watt vor dem Norderheverkoog für die Monate März, April und Mai. Dargestellt sind die Anteile der einzelnen Verhaltensweisen (in % der Zeit; Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) über alle Beobachtungstage (n) des Monats in der Salzwiese. Bei signifikanten Unterschieden zwischen den Werten aus den einzelnen Monaten (Kruskal-Wallis-H-Test bzw. Mann-Whitney-U-Test;  $p < 0,05$ ) sind die Daten fett ausgedruckt.

Table 4: Activity budgets of Brent Geese on saltmarshes and mudflats in different months in the Norderheverkoog area. The proportion of time carrying out different activities are presented (mean  $\pm$  standarddeviation). Number of observation days are shown in brackets. Significant differences between habitats within a month (Kruskal-Wallis-H-Test or Mann-Whitney-U-Test;  $p < 0,05$ ) are printed bold.

Aktivität	März		April		Mai	
	Salzwiese (n=3)	Watt (n=3)	Salzwiese (n=8)	Watt (n=8)	Salzwiese (n=4)	Watt (n=4)
Fressen	66,8 $\pm$ 12,5	4,5 $\pm$ 4,4	<b>71,5 <math>\pm</math> 9,2</b>	25,7 $\pm$ 15,2	<b>82,3 <math>\pm</math> 4,8</b>	36,8 $\pm$ 29,4
Lokomotion	15,4 $\pm$ 7,4	9,3 $\pm$ 1,7	8,6 $\pm$ 2,2	9,3 $\pm$ 5,8	7,1 $\pm$ 2,6	6,5 $\pm$ 3,2
Aufmerken	13,3 $\pm$ 4,7	5,5 $\pm$ 3,8	12,4 $\pm$ 5,4	<b>5,6 <math>\pm</math> 3,7</b>	7,3 $\pm$ 1,5	<b>1,6 <math>\pm</math> 1,2</b>
Komfort	1,7 $\pm$ 2,0	31,0 $\pm$ 33,8	<b>2,4 <math>\pm</math> 1,5</b>	11,0 $\pm$ 5,9	<b>0,9 <math>\pm</math> 0,6</b>	14,2 $\pm$ 20,3
Interaktion	2,1 $\pm$ 0,1	<b>0,7 <math>\pm</math> 0,5</b>	1,7 $\pm$ 0,6	<b>0,2 <math>\pm</math> 0,1</b>	0,9 $\pm$ 0,3	0,1 $\pm$ 0,1
Schwimmen	0,6 $\pm$ 1,0	26,8 $\pm$ 26,0	2,1 $\pm$ 2,1	9,1 $\pm$ 7,0	0,8 $\pm$ 1,0	11,9 $\pm$ 12,1
Rasten	0,1 $\pm$ 0,2	22,0 $\pm$ 22,4	1,3 $\pm$ 1,3	39,1 $\pm$ 20,5	0,4 $\pm$ 0,4	28,8 $\pm$ 27,0
Trinken	0,1 $\pm$ 0,1	0,2 $\pm$ 0,3	0,3 $\pm$ 0,3	0,1 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,5	0,3 $\pm$ 0,5

wiese. Auch der Anteil der Interaktionen war geringer. In Westerhever fand im Watt zusätzlich weniger Lokomotion statt. Im Watt dominierten das Komfortverhalten, das Rasten und vor dem Norderheverkoog das Schwimmen.

Im gleichen Habitat wurde in Westerhever auf der Salzwiese signifikant mehr gefressen als im Watt (Mann-Whitney-U-Test,  $p < 0,05$ ). Im Watt vor Westerhever wurde signifikant weniger geschwommen und mehr gerastet (Mann-Whitney-U-Test,  $p < 0,05$ ). Alle anderen Verhaltensweisen unterschieden sich nicht signifikant.

Aufgrund der Nutzung unterschiedlicher Habitate und damit unterschiedlicher Nahrungspflanzen, aber auch aufgrund der im Feld beobachteten unterschiedlichen Anteile bestimmter Verhaltensweisen, haben wir in beiden Gebieten die Zeit-Aktivitäts-Budgets auch für jeden Monat getrennt berechnet (Tab. 3 und 4).

Auf der Salzwiese in Westerhever (Tab. 3) war mit Ausnahme der Kategorie Rasten kein signifikanter Unterschied bei den einzelnen Verhaltensweisen im Verlauf des Frühjahres zu verzeichnen. In Westerhever wurde im April signifikant mehr auf der Salzwiese gefressen als vor dem Norderheverkoog. Vor dem Norderheverkoog wurde in diesem Monat signifikant mehr geschwommen und gerastet (Mann-Whitney-U-Test,  $p < 0,05$ ). Auf der Salzwiese vor dem Norderheverkoog (Tab. 4) nahm der Zeitanteil der Kategorie Fressen im Verlauf des Frühjahres stark zu. Der Unterschied vom April zum Mai war signifikant. Das Komfortverhalten wurde im gleichen Zeitraum signifikant reduziert. Bei den Verhaltensweisen Lokomotion und Aufmerken war im Verlauf des Frühjahres eine Reduktion zu verzeichnen. Diese waren aber nicht signifikant.

Das Watt vor Westerhever (Tab. 3) wurde von den Gänsen überwiegend zum Rasten aufgesucht; auch das Komfortverhalten nahm hier einen großen Anteil ein. Signifikante Unterschiede der einzelnen Verhaltensanteile zwischen den Monaten wurden nicht festgestellt. Das Watt vor dem Norderheverkoog (Tab. 4) wurde von den Gänsen anders genutzt als vor Westerhever. Es wurde Nahrung gesucht, Komfortverhalten gezeigt, gerastet und geschwommen. Der Anteil der Nahrungssuche nahm im Verlauf des Frühjahres zu. Ein signifikanter Unterschied konnte aufgrund der großen Streuung der Werte allerdings nicht festgestellt werden. Das Komfortverhalten und der Anteil des Schwimmens nahmen im Watt im Verlauf der drei Monate ab. Signifikant war allerdings nur die Abnahme des Aufmerkens vom April zum Mai und die der Interaktionen vom März zum April. Im Vergleich der einzelnen Verhaltensanteile zwischen den Gebieten wurde im April im Watt vor Westerhever signifikant weniger geschwommen und im Mai mehr gerastet (Mann-Whitney-U-Test,  $p < 0,05$ ).

#### 4.5. Gesamt-Aktivitätszeit

Im Frühjahr stieg die tägliche Gesamtaktivitätszeit der Gänse erwartungsgemäß in beiden Gebieten mit der Tageslänge an (Westerhever:  $r_s = 0,962$ ,  $n = 16$ ,  $p = 0,0002$ ; Norderheverkoog:  $r_s = 0,907$ ,  $n = 15$ ,  $p = 0,0007$ ). Zwischen den Gebieten waren in dieser Hinsicht keine Unterschiede festzustellen. Die durchschnittliche tägliche Gesamtaktivitätszeit (Stunden während der hellen Tagesphase) stieg in Westerhever von  $10,7 \pm 0,6$  Stunden im März über  $13,1 \pm 0,6$  Stunden im April auf  $15,3 \pm 1,0$  Stunden im Mai an. Vor dem Norderheverkoog waren die Werte  $11,7 \pm 1,1$  Stunden im März,  $13,1 \pm 1,4$  Stunden im April und  $15,3 \pm 0,9$  Stunden im Mai. Wir gehen davon aus, daß die Gänse in der Nacht inaktiv waren und diese Zeit entweder auf dem Watt rastend oder schwimmend verbracht haben.

Die täglich aufgewandte Zeit für die Nahrungssuche war in beiden Gebieten positiv mit der Gesamtaktivitätszeit korreliert (Westerhever:  $r_s = 0,876$ ,  $p = 0,0007$ ; Norderheverkoog:  $r_s = 0,95$ ,  $p = 0,0004$ ). In Westerhever waren der prozentuale Anteil der Aktivitäten Lokomotion ( $r_s = -0,797$ ,  $p = 0,002$ ), Aufmerken ( $r_s = -0,541$ ,  $p = 0,04$ ) und Schwimmen ( $r_s = -0,491$ ,  $p = 0,05$ ) signifikant negativ mit der täglich aufgewandten Zeit für die Nahrungssuche korreliert. Vor dem Norderhever-

koog nahm das Rasten signifikant mit zunehmender Nahrungssuchzeit ab ( $r_s = -0,543$ ,  $p = 0,04$ ). Alle anderen Verhaltensweisen zeigten in beiden Gebieten keinen signifikanten Zusammenhang zur Gesamtaktivitätszeit und zur Nahrungssuchzeit.

4.6. Der Einfluß des Menschen auf Aktivitäts- und Verhaltensparameter der Gänse

Die Häufigkeit störreizbedingter Reaktionen als Index für den Einfluß des Menschen auf das Gebiet war sowohl vor dem Norderheverkoog als auch auf der Hallig Süderoog signifikant geringer als in Westerhever. Ein Unterschied zwischen dem Norderheverkoog und der Hallig Süderoog bestand nicht. Gleiches galt für die Reizhäufigkeit pro Stunde (STOCK & HOFEDITZ 1994).

Der Einfluß der Störreizhäufigkeit auf einzelne Aktivitätsparameter, dargestellt als Tagesmittelwerte, wurde mit Hilfe des Rang-Korrelationskoeffizienten nach Spearman geprüft (Tab. 5). Mit Ausnahme der Verhaltensweise Fliegen war in Westerhever und vor dem Norderheverkoog kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Störreizhäufigkeit und den Zeitanteilen der einzelnen Verhaltensweisen zu erkennen. Die mit steigender Störreizhäufigkeit zunehmende Flugaktivität der Gänse (Tab. 5) beeinflusste den prozentualen Anteil der Nahrungsaufnahme nicht (Westerhever:  $r_s = -0,303$ ,  $n = 16$ ,  $p = 0,241$ ; Norderheverkoog:  $r_s = 0,239$ ,  $n = 15$ ,  $p = 0,371$ ).

Sowohl die Gesamtaktivitätszeit des Tages ( $r_s = -0,738$ ,  $n = 16$ ,  $p = 0,004$ ) als auch die für die Nahrungssuche aufgewandte Zeit ( $r_s = -0,612$ ,  $n = 16$ ,  $p = 0,0178$ ) waren in Westerhever negativ mit der Störreizhäufigkeit korreliert. Vor dem Norderheverkoog war dieser Zusammenhang nicht zu verzeichnen (Gesamtaktivität:  $r_s = -0,064$ ,  $n = 15$ ,  $p = 0,809$ ; Nahrungssuche:  $r_s = -0,504$ ,  $n = 15$ ,  $p = 0,6113$ ). Der prozentuale Anteil des Fliegens an der Gesamtaktivität war zwar von der Störreizhäufigkeit abhängig, bewirkte aber selbst keine signifikante Veränderung der Gesamtaktivitätszeit (Westerhever:  $r_s = -0,465$ ,  $n = 16$ ,  $p = 0,072$ ; Norderheverkoog:  $r_s = 0,007$ ,  $n = 15$ ,  $p = 0,979$ ).

Tab. 5: Rang-Korrelationskoeffizienten nach Spearman für einfache lineare Beziehungen zwischen verschiedenen Aktivitätsparametern (in % der Zeit) als abhängige Variablen und der Häufigkeit der beobachteten Störreize als erklärende Variable. (n) = Anzahl Beobachtungstage, Signifikante Korrelationen ( $p < 0,05$ ) sind fett ausgedruckt.

Table 5: Spearman Rank-Correlation coefficients for different activities (proportion of time) as dependent variables and frequency of hourly disturbances as independent variable. Number of observation days are shown in brackets. Significant correlations ( $p < 0,05$ ) are printed bold.

abhäng. Var.	Westerhever (16)		Norderheverkoog (15)	
	rs	P	rs	P
Fressen	-0,205	0,4282	-0,184	0,4909
Lokomotion	0,359	0,1646	0,433	0,1053
Aufmerken	0,007	0,9773	0,204	0,4454
Komfort	0,299	0,2473	0,304	0,2556
Interaktion	0,027	0,9179	0,458	0,0685
Schwimmen	0,263	0,3089	-0,425	0,1127
Rasten	-0,311	0,2291	-0,030	0,9094
Trinken	-0,393	0,1281	-0,061	0,8197
Fliegen	<b>0,589</b>	<b>0,0226</b>	<b>0,868</b>	<b>0,0012</b>

Die Pick- und Schrittfrequenz der Gänse wurde unter Berücksichtigung der Vegetationshöhe als ein Maß für die Nahrungsaufnahmerate und für die Nahrungsverfügbarkeit in beiden Untersuchungsgebieten im Verlauf des Frühjahres ermittelt und in Relation zur Störreizhäufigkeit gesetzt. Eine signifikante Korrelation zwischen Pickfrequenz und Jahreszeit ließ sich nicht ermitteln (Westerhever:  $rs = 0,31$ ,  $n = 14$ ,  $p = 0,269$ , Norderheverkoog:  $rs = 0,109$ ,  $n = 12$ ,  $p = 0,719$ ). Eine signifikante Korrelation zwischen Schrittfrequenz und Jahreszeit bestand nur in Westerhever ( $rs = -0,597$ ,  $n = 15$ ,  $p = 0,021$ ). Vor dem Norderheverkoog war diese Beziehung nicht zu verzeichnen ( $rs = 0,182$ ,  $n = 16$ ,  $p = 0,496$ ). Die Pickrate war bei juvenilen und adulten Gänsen vor dem Norderheverkoog größer als in Westerhever (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,0001$ ,  $n = 866$ , 936). Hinsichtlich der Schrittfrequenz war kein signifikanter Unterschied zu erkennen (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,36$ ,  $n = 951$ , 850). In Westerhever waren weder die Pickrate noch die Schrittfrequenz von der Störreizhäufigkeit (natürliche und anthropogene Einflüsse) abhängig (Spearman-Rang-Korrelation,  $p > 0,05$ ). Vor dem Norderheverkoog nahm die Pickrate mit steigender Störreizhäufigkeit signifikant ab ( $rs = -0,802$ ,  $n = 12$ ,  $p = 0,008$ ). Bezüglich der Schrittfrequenz war keine signifikante Beziehung festzustellen ( $rs = -0,306$ ,  $n = 15$ ,  $p = 0,253$ ).

#### 4.7. Kondition und Fortpflanzungserfolg

Die Ringelgänse verhielten sich in beiden Untersuchungsgebieten unterschiedlich und zeigten Differenzen im Zeit-Aktivitäts-Budget. Die Gesamtaktivitätszeit und einige Verhaltensparameter waren von der Störreizhäufigkeit des Tages abhängig.

Die Nahrungssuche nahm in beiden Gebieten den größten Zeitanteil in Anspruch. In Westerhever nahm der prozentuale Anteil der Nahrungssuche am Gesamtbudget im Verlauf des Frühjahres vom März ( $63,0 \pm 9,5\%$ ) bis zum Mai ( $68,2 \pm 5,7\%$ ) nur unbedeutend zu (Abb. 3). Vor dem Norderheverkoog hingegen war ein steiler Anstieg bezüglich der Zeitanteile der Nahrungssuche im Verlauf des Frühjahres zu verzeichnen. Im März betrug er  $39,7 \pm 11,8\%$ , im April  $48,1 \pm 10,4\%$  und im Mai  $64,6 \pm 3,7\%$ .

Ungeachtet der unterschiedlichen Aktivitätsmuster und Zeit-Aktivitäts-Budgets der Gänse in den beiden Untersuchungsgebieten war die Massenzunahme, ermittelt anhand des Konditionsindex der Gänse, in beiden Gebieten vergleichbar (Abb. 4). Dieser Index stieg bei den Gänsen in

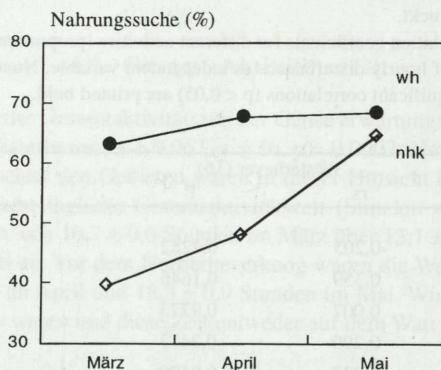


Abb. 3: Prozentualer Anteil der Nahrungssuche an der Gesamtaktivitätszeit des Tages in den beiden Untersuchungsgebieten Westerhever (wh) und Norderheverkoog (nhk).

Fig. 3: Proportion of time spent feeding in the study areas Westerhever (WH) and Norderheverkoog (nhk) (monthly mean).

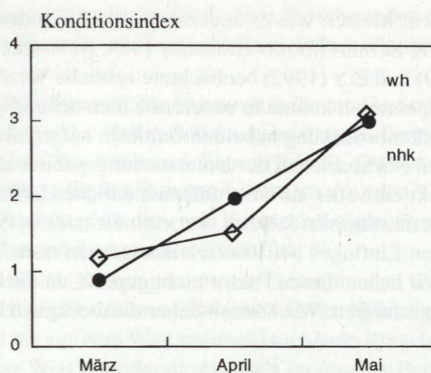


Abb. 4: Konditionsindex der Ringelgänse aus dem Vorland von Westerhever (wh) und vor dem Norderheverkoog (nhk). Dargestellt sind die Mittelwerte pro Gebiet und Monat.

Fig. 4: Condition index of Brent geese in different months in the study areas Westerhever (WH) and Norderheverkoog (nhk).

Westerhever im Mittel von 0,9 ( $n = 103$ ) im März über 2,0 ( $n = 633$ ) im April auf 3,0 ( $n = 896$ ) im Mai an. Vor dem Norderheverkoog stieg er von 1,2 ( $n = 230$ ) im März über 1,5 ( $n = 306$ ) im April auf 3,1 ( $n = 984$ ) im Mai an. Trotz des nicht bekannten Schätzfehlers und der geringen Stichprobengröße sehen wir die Massenzunahme der Gänse in beiden Gebieten als weitgehend übereinstimmend an und gehen davon aus, daß die Gänse mit gleichen Ausgangsbedingungen den Zug in die Brutgebieten angetreten haben. Auch der Fortpflanzungserfolg der Gänse, gemessen am Jungvogelanteil im Herbst des gleichen Jahres, war für beide Gebiete ähnlich. Er betrug bei den Gänsen auf der Salzwiese von Westerhever  $33,0 \pm 14,6 \%$  ( $n = 1998$ ) und bei den Gänsen auf der Salzwiese vor dem Norderheverkoog  $40,1 \pm 14,6 \%$  ( $n = 1357$ ). Der Unterschied war nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,29$ ).

## 5. Diskussion

### 5.1. Aktivitätsrhythmik

Die Aktivitätsrhythmik der Ringelgänse in den drei Untersuchungsgebieten unterschied sich deutlich (STOCK & HOFEDITZ 1994). Die tägliche Aktivität in den Hauptuntersuchungsgebieten begann und endete zu unterschiedlichen Zeiten, war aber dem vergleichbar, was von vielen Gänsearten aus dem Überwinterungsraum in temperierten Klimaten beschrieben ist (RAVELING 1969, OWEN 1980, WHITE-ROBINSON 1982, PERSSON 1989, OWEN & BLACK 1990, SUMMERS & CRITCHLEY 1990, ELY 1992). Der vor dem Norderheverkoog beobachtete Aktivitätsbeginn ist typisch für Gänse, die ein gezeitenabhängiges Verhalten zeigen.

Der verspätete Einflug der Gänse auf den Salzwiesen an Tagen mit einem relativ späten Hochwasser nach Sonnenaufgang ist auch für Ringelgänse in England beschrieben worden (WHITE-ROBINSON 1982). Wir gehen mit SUMMERS & CRITCHLEY (1992) davon aus, daß die Gänse an solchen Tagen ihre nächtlichen Rastplätze auf den Wattflächen in der Nähe der Salzwiesen aufsuchen und entweder ihre Ruhephase am Morgen ausdehnen oder von den Rastplätzen aus zuerst im Watt Nahrung suchen, um dann mit auflaufendem Wasser die Salzwiese vom Rand her aufzusuchen. Die Gänse in Westerhever und bedingt auch auf der Hallig Süderoog, verhielten sich hingegen in ihrer

Aktivitätseinteilung nach dem Muster, wie es andernorts und für andere Gänsearten beschrieben wurde (z.B. SCHILPEROORD & SCHILPEROORD-HUISMAN 1984, SUMMERS & CRITCHLEY 1990).

Die von PERSSON (1989) und ELY (1992) beobachtete zeitliche Verzögerung des Einfluges aufgrund niedriger Morgentemperaturen konnte in unserem Untersuchungsgebiet nicht bestätigt werden. Da Temperatur und Wolkenbedeckung in beiden Gebieten aufgrund der zeitgleichen Beobachtungen und der unmittelbaren Nachbarschaft der Untersuchungsgebiete identisch waren, ist der Unterschied im Einflugzeitpunkt entweder auf eine unterschiedliche Habitatnutzung oder auf andere Faktoren zurückzuführen. SCHILPEROORD & SCHILPEROORD-HUISMAN (1984) beschrieben eine Vorverlegung des morgendlichen Einfluges bei Kurzschnabelgänsen nach Tagen mit hoher Störreihäufigkeit und -intensität. Wir haben diesen Faktor nicht geprüft, da die Datenerhebungen nicht an aufeinanderfolgenden Tagen erfolgten. Wir können daher diesbezüglich keine Aussage machen.

## 5.2. Zeit-Aktivitäts-Budget

Die Zeit-Aktivitäts-Budgets der Gänse unterschieden sich in den drei Untersuchungsgebieten. Die Nahrungsaufnahme nahm in allen Gebieten den größten Anteil in Anspruch. Je nach Gebiet und Jahreszeit nahm der Zeitaufwand für die Nahrungssuche 5,9 bis 9,2 h des Tages ein. Aufgrund erster Ergebnisse telemetrischer Untersuchungen an Ringelgänsen im gleichen Gebiet gehen wir davon aus, daß die Gänse nachts keine Nahrung gesucht haben (POHL, mündl. Mittlg.) und beziehen die Budgets auf den 24 h-Tag. Mit Ausnahme der Verhaltensweisen Lokomotion an Land sowie

Tab. 6: Durchschnittlicher Anteil der Nahrungssuche (in % der Zeit) bei Ringelgänsen, Nonnengänsen und Kurzschnabelgänsen aus dem Wattenmeer, den Niederlanden und von den Britischen Inseln in unterschiedlichen Habitaten (G = Grünland, SW = Salzwiese, A = Grünalgen). Die Angaben stammen aus dem Herbst/Winter (W = Oktober bis Januar) bzw. aus dem Frühjahr (F = Februar bis Mai).

Table 6: Mean proportion of time spent feeding by Brent Geese, Barnacle Geese and Pink-footed Geese. Data are from the Wadden Sea, from the Delta area in the Netherlands and from the British Isles and from different habitats (G = pastures, SW = saltmarshes, A = beds of green algae). Data were gathered in autumn/winter (W = October to January) or in spring (F = February to May).

Art	Habitat	Zeit	% Nahrungssuche	Quelle
Ringelgans	G	W/F	71	SUMMERS & CRITCHLEY 1990
Ringelgans	G	W/F	74	DIJKSTRA & DIJKSTRA de VLIENER 1977
Ringelgans	SW	F	50 - 91	OWENS 1977 x)
Ringelgans	SW	F	75	DIJKSTRA & DIJKSTRA de VLIENER 1977
Ringelgans	SW	F	85 - 90	DRENT 1980
Ringelgans	SW	F	59 - 71	STOCK 1991 x)
Ringelgans	SW	F	51 - 78	diese Arbeit
Ringelgans	A	W	59	SUMMERS 1990
Ringelgans	A	F	23	diese Arbeit
Ringelgans	A	F	40	DIJKSTRA & DIJKSTRA de VLIENER 1977
Nonnengans	SW	W/F	77 - 86	EBBINGE et al. 1975
Nonnengans	G	W/F	86 - 91	PERCIVAL 1988
Nonnengans	G	W/F	83 - 95	OWEN et al. 1992
Kurzschnabelgans	SW	F	80	MADSEN 1985 b
Kurzschnabelgans	G	W	77	SCHILPEROORD & SCH. HUISMAN 1981

x) Die niedrigen Werte kommen dadurch zustande, daß die Gänse zeitweise auch auf dem Watt mit insgesamt geringer Intensität Nahrung suchten.

Schwimmen und Rasten wiesen die anderen Aktivitäten zwischen allen drei Gebieten keine signifikanten Unterschiede auf. In Westerhever flogen die Ringelgänse allerdings signifikant mehr als vor dem Norderheverkoog.

Der durchschnittliche Prozentanteil der Nahrungssuche am Gesamtbudget lag bei den Ringelgänsen aus Westerhever und von der Hallig Süderoog im unteren Bereich der für Ringelgänse auf Salzwiesen im Frühjahrsgebiet beschriebenen Werte (Tab. 6). OWENS (1977) und DRENT (1980) fanden Werte von bis zu 91%. Lediglich DIJKSTRA und DIJKSTRA DE VLIENER (1977) nennen vergleichbare Prozentanteile. Auch bei Nonnen- und Kurzschnabelgänsen sind von Salzwiesen höhere Anteile am Gesamtbudget beschrieben worden (siehe Tab. 6).

Der geringe Prozentanteil der Nahrungssuche am Gesamtbudget bei den Gänsen vor dem Norderheverkoog ist mit darauf zurückzuführen, daß ein Teil der Nahrungssuche auf dem Watt stattfand. Die Literaturangaben für auf dem Watt nahrungssuchende Ringelgänse schwanken zwischen 40 und 59 % (Tab. 6). Unser Wert liegt damit ebenfalls im unteren Bereich. Da die Literaturdaten insgesamt lediglich in Winter- und Frühjahrswerte eingeteilt werden konnten, sind die Variationen und Abweichungen untereinander und von unseren Werten auch darauf zurückzuführen, daß zu diesen Zeiten erhebliche Schwankungen im Anteil der Nahrungsaufnahme auftreten. Desweiteren kann eine Vielzahl von Faktoren das Zeit-Aktivitäts-Budget der Gänse beeinflussen (Übersicht bei PAULUS 1988). Die wichtigsten sind im folgenden diskutiert.

#### Unterschiedliche jahreszeitliche und physiologische Anforderungen

Grundsätzlich ist bei Anatiden der prozentuale Anteil der Nahrungssuche am Gesamtbudget besonders im Herbst hoch, um die durch den Wegzug bedingten Energieverluste wieder aufzufüllen und Fett anzulagern. Er fällt dann auf niedrige Werte im Winter zurück, um im späten Frühjahr vor dem Heimzug wieder stark anzusteigen (PAULUS 1988). Dieser saisonale Trend in der Aktivitätsverteilung ist eng korreliert mit der Nahrungsverfügbarkeit und der Qualität der Nahrungspflanzen und spiegelt die jahreszeitlich unterschiedlichen energetischen Anforderungen der Individuen wieder (PROP & DEERENBERG 1991, EBBINGE & SPAANS 1992, OWEN et al. 1992). Bei Ringelgänsen ist die starke Massenzunahme vor dem Zug in die Brutgebiete auf die letzten vier Wochen vor dem Abzug in die Brutgebiete beschränkt (PROKOSCH 1984, EBBINGE & SPAANS 1992). Die Gänse können pro Tag bis zu 15 Gramm Körpermasse zulegen (Prokosch 1984). In den Wochen davor reicht die Nahrung aufgrund geringer Qualität und auch Quantität lediglich für die Aufrechterhaltung des Grundumsatzes aus (EBBINGE 1979, OWEN et al. 1992). Hinsichtlich des Prozentanteils der Nahrungssuche an der Gesamtaktivitätszeit fanden wir bei den Gänsen in Westerhever weder auf der Salzwiese noch im Watt einen Anstieg im Verlauf des Frühjahres (Abb. 3, Tab. 3). Das Watt wurde ohnehin nur nach vom Menschen ausgelösten Flügen zum Rasten aufgesucht. Vor dem Norderheverkoog waren die Verhältnisse anders. Die Nahrungsaufnahme nahm in beiden Habitaten im Verlauf des Frühjahres zu (Abb. 3, Tab. 4). Ein ausgeprägter und signifikanter Anstieg war auf der Salzwiese vom April zum Mai zu verzeichnen und stimmt gut mit der zu dieser Zeit stattfindenden Massenzunahme überein. Es ist aber unwahrscheinlich, daß der in unserer Untersuchung festgestellte Unterschied in der zeitlichen Veränderung der einzelnen Aktivitätsanteile am Gesamtbudget auf eine unterschiedliche zeitliche Entwicklung der Nahrungspflanzenqualität zurückzuführen ist. Wir gehen davon aus, daß die Vegetationsentwicklung in beiden Gebieten vergleichbar verlief (siehe weiter unten).

#### Habitatwahl, Nahrung und Wetter

Das Ausmaß der Reservestoffanlagerung bei Gänsen wird im Frühjahr wesentlich von der Qualität der zur Verfügung stehenden Nahrung bestimmt (AKESSON & RAVELING 1981, MC LANDRESS & RAVELING 1981 a, GAUTHIER et al. 1984 b). Durch Hyperphagie kann bei extrem langer Tageshel-

ligkeit im fortschreitenden Frühjahr ausreichend Nahrung aufgenommen werden (MC LANDRESS & RAVELING 1981 b, BRUNS & TEN THOREN 1990).

Art und Qualität der aufgenommenen Nahrung pro Zeiteinheit beeinflussen das Zeit-Aktivitäts-Budget der Gänse. Die Energieaufnahme pro Zeiteinheit kann in unterschiedlichen Habitaten aufgrund des jeweiligen Energiegehalts der dortigen Nahrungspflanzen verschieden sein. Der prozentuale Anteil der täglichen Nahrungssuche auf natürlicher Vegetation, z.B. auf Salzwiesen, ist in der Regel immer höher als auf landwirtschaftlich genutztem Grünland oder auf abgeernteten Ackerflächen (DIJKSTRA & DIJKSTRA de VLIET 1977, DRENT et al. 1978, PATTON & FRAME 1981, MADSEN 1985 b). ELY (1992) stellte bei Bläßgänsen (*Anser albifrons frontalis*) in Kalifornien fest, daß die Gänse auf abgeernteten Getreidefeldern je nach Jahreszeit nur 1,8 bis 5 h des Tages Nahrung suchten. Die gleiche Art verbringt auf Grasland in England in der gleichen Jahreszeit fast 10 h des Tages mit Nahrungsaufnahme (OWEN 1972). Wie MADSEN (1985 b) an Kurzschnabelgänsen (*Anser brachyrhynchus*) zeigen konnte, ist die Energieaufnahme pro Zeit auf Getreide größer als z.B. auf Grasland und konnte den beobachteten Unterschied im Zeitbudget der Gänse erklären. Vergleichbares gilt auch für die Nahrungspflanzen im Watt und auf der Salzwiese. Die Energieaufnahme pro Biß überschreitet bei Grünalgen (*Enteromorpha spec.*) und bei Seegräsern (*Zostera spec.*) die der Energieaufnahme auf Salzwiesen (DIJKSTRA & DIJKSTRA de VLIET 1977, DRENT et al. 1978). Da der prozentuale Anteil der Nahrungsaufnahme am Budget auf der Salzwiese aber ungleich höher ist, können die Gänse pro Zeiteinheit dort die größte Energiemenge aufnehmen und suchen dieses Habitat bevorzugt auf.

Die Verfügbarkeit von Grünalgen ist aber im zeitigen Frühjahr gering: Ihre Biomasse wächst erst im Verlauf des Frühjahres an, und eine effektive Nahrungsaufnahme ist daher erst im späten Frühjahr möglich. Dort, wo Ringelgänse ein gezeitenabhängiges Verhalten zeigen und wo Grünalgen vorkommen, ist zur Niedrigwasserzeit Nahrungssuche auf dem Watt zu beobachten. Die zunehmende Verfügbarkeit der Nahrungspflanzen im Verlauf des Frühjahres vor dem Norderheverkoog kann so auch den Anstieg der Nahrungssuche im dortigen Watt am Gesamtbudget (Tab. 4) erklären. Das Vorhandensein von Grünalgen ist aber alleine nicht ausschlaggebend für eine Nahrungsaufnahme auf dem Watt. Vor der Hallig Süderoog zeigten die Gänse keine Nahrungsaufnahme auf dem Watt, obwohl dort Grünalgen in gleicher Dichte wie vor dem Norderheverkoog vorkamen (REISE & BUHS 1991). Wir vermuten, daß das gezeitenabhängige Aktivitätsmuster und damit die Möglichkeit der Nahrungsaufnahme auf dem Watt unterdrückt ist, da die Gänse dieses Gebiet aufsuchen, um Zeitverluste bei der Nahrungsaufnahme in Westerhever zu kompensieren (STOCK & HOFEDITZ 1994). Im Watt vor Westerhever fand keine Nahrungssuche statt, da Grünalgen hier weitgehend fehlten.

Das Wetter hatte in unserer Untersuchung keinen meßbaren Einfluß auf das Verhalten der Gänse (z.B. auf Aktivitätsbeginn und -ende), obwohl dies für viele Anatiden beschrieben worden ist (BALDASSARE et al. 1988). Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß die Witterungsbedingungen während der Untersuchung relativ mild waren und die Gänse keinen großen Extremen ausgesetzt waren. Die durchschnittliche minimale Tagestemperatur unterschritt während der Untersuchungszeit die untere kritische Temperatur der thermoneutralen Zone arktischer Anseriformes nicht (z.B. WEST & NORTON 1975, WILLIAMS & KENDEIGH 1982). Darüberhinaus können die Witterungsbedingungen nicht die Unterschiede zwischen den Gebieten erklären. Aufgrund der räumlichen Nähe der Gebiete zueinander herrschte in beiden Gebieten die gleiche Witterung. Die für den Energiehaushalt wichtigen mikroklimatischen Bedingungen und die Strahlungsverhältnisse sind hier allerdings nicht berücksichtigt worden.

#### Geschlecht, Alter, sozialer Status

Der prozentuale Anteil verschiedener Aktivitäten ist auch vom Geschlecht, vom Alter und vom Sozialstatus der Gänse abhängig (eigene unveröffentl. Daten, TEUNISSEN et al. 1985, BLACK et al.

1991). Wir haben auf eine entsprechend detaillierte Analyse verzichtet und Gesamt-Budgets berechnet. Die zwischen den Geschlechtern, zwischen alten und juvenilen Gänsen oder zwischen Gänsen mit unterschiedlichem Sozialstatus beobachtbaren Unterschiede der einzelnen Aktivitätsanteile sind bei unserer Betrachtung vernachlässigbar.

### Anthropogene Beeinträchtigungen

Anthropogene Beeinträchtigungen verschiedenster Art können weitreichende Auswirkungen auf das Verhalten von Gänsen zeigen. Die durch Jagd, Freizeitnutzung und Flugbetrieb bedingten Beeinflussungen sind an vielen Wasservogelarten untersucht worden (z.B. REICHHOLF 1988, BELL & OWEN 1990, BAUER et al. 1992). SCHILPEROORD & SCHILPEROORD-HUISMAN (1984) haben an der Kurzschnabelgans in den Niederlanden zeigen können, daß durch Jagd verursachte Beeinträchtigungen durch eine kompensatorische Nahrungsaufnahme überwiegend noch am gleichen Tag ausgeglichen werden. BÉLANGER & BÉDARD (1990) haben die Auswirkungen anthropogener Störreize auf das Zeit- und Energiebudget von Schneegänsen untersucht. Auch sie konnten einen Zusammenhang zwischen der Störreizhäufigkeit (meist Jagd) und der täglichen Nahrungssuchzeit feststellen. Die Störreize hatten eine nicht kompensierbare Wirkung. Je nach Störreizhäufigkeit und Reaktionsart der Gänse, wurde die täglich zur Verfügung stehende Zeit für die Nahrungssuche um 4 bis 51% reduziert. Dies hatte einen negativen Effekt auf den Energiehaushalt der Gänse. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch PERSSON (1989) bei Saatgänsen (*Anser f. fabalis*). Hinweise für eine vergleichbare Beeinflussung des Aktivitätsmusters infolge anthropogener Störreize fanden wir bei Ringelgänsen in Westerhever (STOCK & HOFEDITZ 1994).

### 5.3. Einfluß des Menschen auf Aktivitäts- und Verhaltensparameter - Mechanismen der Kompensation

Die drei Untersuchungsgebiete unterschieden sich hinsichtlich der anthropogenen Beeinflussung. Die Reizhäufigkeit des Tages, gemessen an der Reaktion der Gänse, war auf Süderoog mit  $0,7 \pm 0,3$  Störreizen/h am geringsten. Vor dem Norderheverkoog betrug sie  $1,0 \pm 0,6$  Störreize/h. Zwischen den Gebieten war kein signifikanter Unterschied festzustellen. In Westerhever war die Störreizhäufigkeit am größten. Sie betrug im Mittel  $1,5 \pm 0,7$  Störreize/h und war signifikant höher als in den beiden anderen Gebieten. Im Vergleich mit Literaturwerten muß die Störreizhäufigkeit in Westerhever als hoch eingestuft werden (STOCK & HOFEDITZ 1994), wo sie im Vorjahr mit 2,2 Störreizen/h noch größer war (STOCK 1992 a).

Die Störreizhäufigkeit nahm in Westerhever im Verlauf der drei Untersuchungsmonate signifikant ab. Vor dem Norderheverkoog war diese Beziehung nicht festzustellen. Die Abnahme in Westerhever war dadurch zu erklären, daß die Ringelgänse mit fortschreitendem Frühjahr infolge des Abzugs der dominanteren Nonnengänse (STOCK et al. 1995) mehr und mehr in den Randbereichen der Salzwiese, damit in der geschützten Zone 1 des Nationalparks und in abgesperrten Brutgebieten Nahrung suchen konnten. Vor dem Norderheverkoog bestand diese Möglichkeit nicht. Hinzu kommt, daß den Gänsen mit fortschreitendem Frühjahr eine insgesamt längere Hellphase für die Nahrungssuche zur Verfügung stand. Beeinträchtigungen durch Tourismus fanden in Westerhever im April/Mai nur in der Zeit von 9.00 bis 17.00 Uhr statt (STOCK 1992 b). Die Gänse nutzen aber eine wesentlich längere Zeit.

Der Anteil des Fliegens am Gesamtbudget nahm in beiden Gebieten signifikant mit steigender Störreizhäufigkeit zu. In Westerhever war dieser Anteil größer als vor dem Norderheverkoog. Im Vergleich zu Literaturwerten (1,4 bis 2,8 % bei Ringelgänsen; OWENS 1977, WHITE-ROBINSON 1982, SUMMERS 1990, SUMMERS & CRITCHLEY 1990) war der prozentuale Anteil des Fliegens am Gesamtbudget in unserer Untersuchung in beiden Gebieten groß. Auf der Insel Trischen betrug der Anteil im Frühjahr 1991 nur 0,6 % (TODT mündl. Mittlg.). In Westerhever wurde pro Tag im Mittel

ca. 34 Minuten und damit ca. 9 Minuten länger geflogen als vor dem Norderheverkoog. Störreizbedingte Flüge machten in Westerhever ca. 27 %, vor dem Norderheverkoog ca. 23 % der Gesamtflugzeit aus. Einen Budgetvergleich zweier vergleichbarer Gebiete mit unterschiedlicher Störreizhäufigkeit haben wir in der Literatur nicht gefunden. BÉLANGER & BÉDARD (1990) fanden allerdings einen starken Anstieg der Flugzeit infolge Ausübung der Jagd. Sie ermittelten, daß schon 0,5 Störreize/h die Flugzeit bei Schneegänsen verdoppelte. OWENS (1977) nennt für Ringelgänse sogar einen 7-fachen Anstieg der Flugzeit infolge von Störreizen.

Alle anderen Aktivitäten wurden in ihrem Anteil am Gesamtbudget von der Störreizhäufigkeit nicht beeinflußt. Vermehrtes Fliegen infolge von Störreizen wurde nicht durch eine Erhöhung der prozentualen Freßaktivität ausgeglichen. Gleiches galt für die Gesamtaktivitätszeit. Zum gleichen Ergebnis kamen auch BÉLANGER & BÉDARD (1990) in ihren Untersuchungen an Scheegänsen. Wir selbst fanden in Voruntersuchungen eine andere Situation vor. Die Anteile der Verhaltensweisen Aufmerken, Interaktionen und Lokomotion stiegen mit zunehmender Störreizhäufigkeit an, Komfortverhalten hingegen nahm ab (STOCK 1992 b). OWENS (1977) fand gleichfalls eine positive Korrelation zwischen der Störreizhäufigkeit und dem Anteil sichernder Ringelgänse, WHITE-ROBINSON (1982) in vergleichbaren Habitaten im englischen Überwinterungsgebiet wiederum nicht. ELY (1992) berichtet von einer Zunahme des Anteils sichernder und von einer Abnahme des Anteils fressender Bläßgänse infolge Bejagung. SCHILPEROORD & SCHILPEROORD-HUISMAN (1984) beobachteten bei überwinternden Saatgänsen in den Niederlanden hingegen einen erhöhten Anteil der Freßaktivität an Tagen mit hoher Störreizhäufigkeit. Eine noch ausgeprägtere Beeinflussung des Aktivitätsbudgets durch Hubschrauberüberflüge konnten MOSBECH & GLADER (1991) an mausernden Kurzschnabelgänsen in Grönland nachweisen. Im gleichen Gebiet war dies bei Nonnengänsen aber nicht der Fall.

Bei unseren Untersuchungen zeigte sich ein großer Unterschied im Gesamtbudget. In Westerhever wurde auffällig mehr gefressen, andere Verhaltensweisen, z.B. das Komfortverhalten, waren in ihrem Anteil reduziert (STOCK 1992 b, STOCK & HOFEDITZ 1994). Dennoch waren die Zeiten für Gesamtaktivität und Nahrungssuche in Westerhever mit steigender Reizhäufigkeit eingeschränkt. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch BÉLANGER & BÉDARD (1990) und DAVIS & WISELEY (1974) in ihren Untersuchungen an Schneegänsen. Vor dem Norderheverkoog war dieser Zusammenhang nicht evident. Der Unterschied ist möglicherweise auf die verschiedenen Störreizniveaus der beiden Gebiete aber auch auf die unterschiedlichen Aktivitätsmuster zurückzuführen.

Die Reaktionsbreite ist damit bei verschiedenen Gänsearten in unterschiedlichen Habitaten und bei der gleichen Art in demselben Gebiet in unterschiedlichen Jahren verschieden. Die Jahreszeit und damit die Qualität der Nahrungspflanzen in gleichen, aber auch in unterschiedlichen Habitaten, die physiologischen Bedingungen der Gänse zum Zeitpunkt der Untersuchungen und sicherlich auch die unterschiedlichen Störreizhäufigkeiten und -intensitäten können die Unterschiede erklären. Über beide Untersuchungsjahre betrachtet bestand eine positive Korrelation zwischen der mittleren Störreizhäufigkeit des Untersuchungsjahres und dem prozentualen Anteil der Nahrungssuche am Gesamtbudget (Tab. 7; Kendall Tau C = 1,  $p < 0,05$ ,  $n = 4$ ).

Der Einfluß unterschiedlicher Störreizhäufigkeiten - und sicherlich auch Störreizintensitäten - auf das Aktivitätsbudget zeigt sich somit in verschiedenen Varianten. Wenn die Gänse die Nahrungsgründe aufgrund der anthropogenen Beeinflussung nicht verlassen, dann bleibt ihnen grundsätzlich nur die Möglichkeit der Verhaltensanpassung, der aber enge Grenzen gesetzt sind. Die Gänse können entweder schneller fressen, was sich in einer erhöhten Aufnahmerate widerspiegeln sollte, oder insgesamt länger fressen. Letzteres kann sich durch einen erhöhten Anteil der Nahrungssuchaktivität am Gesamtbudget ausdrücken, durch eine Ausdehnung der täglichen und/oder der nächtlichen Nahrungssuchzeit oder durch eine Aufgabe der bei Gänsen häufig beschriebenen bimodalen Tagesrhythmik oder der Tidalrhythmik (SCHILPEROORD & SCHILPEROORD-HUISMAN 1984).

Tab. 7: Mittlere Störreizhäufigkeit pro Stunde und mittlerer prozentualer Anteil der Nahrungssuche am Gesamtbudget für die Jahre 1990 und 1991 in den Untersuchungsgebieten Westerhever und Norderheverkoog (Daten von STOCK 1992 a und b, STOCK & HOFEDITZ 1994 und STOCK unveröffentlicht).

Table 7: Mean hourly disturbance frequency in relation to the proportion of time spent feeding for 1990 and 1991 in the study areas Westerhever and Norderheverkoog (data from STOCK 1992 a, b, STOCK & HOFEDITZ 1994 and STOCK unpublished).

Jahr	Norderheverkoog		Westerhever	
	% Fressen	Störreizhäufigkeit/h	% Fressen	Störreizhäufigkeit/h
1990	59	1,2	71	2,2
1991	51	1,0	66	1,5

Die Pick- und Schrittfrequenzen sind sowohl von der Vegetationshöhe und von der Nahrungsqualität als auch vom Status individueller Gänse abhängig und zeigten häufig einen parallelen Verlauf zur Freßaktivität des Tages (EBBINGE & CANTERS 1973, DRENT & SWIERSTRA 1977, SCHILPEROORD & SCHILPEROORD-HUISMAN 1984, TEUNISSEN et al. 1985). Beide Maße sind als Tagesmittelwerte aufgrund großer Streuung der Einzelwerte daher nur eingeschränkt brauchbar. Eine erhöhte Schritt- bzw. Pickfrequenz als mögliche Kompensation konnte in Westerhever bei steigender Störreizhäufigkeit nicht beobachtet werden. Zum gleichen Ergebnis kamen auch SCHILPEROORD & SCHILPEROORD-HUISMAN (1984). Vor dem Norderheverkoog nahm die Pickfrequenz mit steigender Störreizhäufigkeit hingegen signifikant ab. Bei der Schrittfrequenz bestand kein Zusammenhang. Vor dem Norderheverkoog war insgesamt eine signifikant höhere Pickfrequenz bei vergleichbarer Schrittfrequenz festzustellen als bei den Gänsen in Westerhever. Dies deutet eine höhere Aufnahme rate bei kürzerer Gesamtaktivitätszeit an. Eine Kompensation bei einem Verlust der zur Verfügung stehenden Zeit für die Nahrungsaufnahme durch eine erhöhte Pickfrequenz fand aber in keinem Gebiet statt.

Eine Beeinflussung der prozentualen Freßaktivität am Gesamtbudget fand ebensowenig statt wie eine Verlängerung der täglichen aufgewandten Zeit für die Nahrungsaufnahme. In Westerhever war an Tagen mit einer hohen Störreizhäufigkeit sogar ein verfrühter abendlicher Abflug zu den Rastplätzen zu verzeichnen. Eine nächtliche Ausdehnung der Aktivitätszeit infolge einer hohen Störreizhäufigkeit wird vielfach als Kompensationsmöglichkeit in Betracht gezogen (Übersicht bei OWEN 1980, JORDE & OWEN 1988, OWEN 1992). MADSEN (1988) konnte beispielsweise bei auf Seegras Nahrung suchenden Ringelgänsen und BURGER & GOCHFELD (1991) bei Sanderlingen eine derartige Form der Kompensation belegen. Nachtaktivität ist bei Gänsen infolge des nicht einzuschätzenden Risikos der Prädation in der Nacht als Kompensationsmechanismus nur eingeschränkt möglich. Nachtaktivität wurde bei Gänsen entweder bei gezeitenabhängigem Verhalten (GAUTHIER et al. 1988, MADSEN 1988, M. HASSELL briefl. Mittlg.), in mond hellen Nächten (EBBINGE et al. 1975, YDENBERG et al. 1984) oder bei der Nahrungssuche in der Nähe von Straßenlicht beobachtet (OWEN 1980). Auf der fuchsfreien Insel Schiermonnikoog ist nächtliche Aktivität aber auch bei vollkommener Dunkelheit zu beobachten (EBBINGE et al. 1975).

Der in einigen Arbeiten beschriebene bimodale Aktivitätsrhythmus der Gänse von Nahrungsgebieten außerhalb des Gezeitenraumes (z.B. OWEN 1972 a, EBBINGE et al. 1975, GAUTHIER et al. 1988), aber auch der Tidalrhythmus im Gezeitenraum (STOCK & HOFEDITZ 1994) kann infolge starker anthropogener Beeinflussung aufgegeben werden. SCHILPEROORD & SCHILPEROORD-HUISMAN (1984) konnten an Kurzschnabelgänsen nachweisen, daß ein bimodaler Aktivitätsrhythmus nur an Tagen mit geringem Jagddruck in Erscheinung trat. Das Fehlen eines bimodalen Aktivitätsrhythmus in Westerhever, auf der Hallig Süderoog (STOCK & HOFEDITZ 1994) sowie in der Untersuchung von SUMMERS & CRITCHLEY (1990) deuten darauf hin, daß eine Kompensation durch Aufgabe der

bimodalen Rhythmik möglich ist. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch SWENNEN et al. (1989) in ihren experimentellen Untersuchungen an Austernfischern (*Haematopus ostralegus*). Unter Zeitstress, d. h. bei experimentell verkürzter Trockenfallzeit der litoralen Nahrungsgründe, geben Austernfischer ihr typisches Aktivitätsmuster auf, um ihre Aufnahmerate zu erhöhen.

#### 5.4. Kondition und Fortpflanzungserfolg

Die Gänse im Vorland von Westerhever und vor dem Norderheverkoog zeigten ein unterschiedliches Aktivitätsmuster und ein unterschiedliches Aktivitätsbudget. Auffällig war der zeitliche Verlauf des Anteils der Nahrungssuche am Gesamtbudget. In Westerhever war nur ein sehr leichter Anstieg im Verlauf des Frühjahres zu verzeichnen. Vor dem Norderheverkoog stieg dieser im gleichen Zeitraum stark an. Ungeachtet dieser Unterschiede zeigten die Gänse in beiden Gebieten einen vergleichbaren Verlauf der Gewichtsentwicklung und erreichten vor dem Abzug eine vergleichbare Kondition.

Die Massenzunahme der Gänse in unseren Untersuchungsgebieten läßt sich durch die Zunahme der täglich aufgewandten Zeit für die Nahrungssuche, den Anstieg des prozentualen Anteils der Nahrungssuche am Gesamtbudget auf Kosten anderer Verhaltensweisen und durch einen gleichzeitig stattfindenden Anstieg der Qualität der Nahrungspflanzen im Verlauf des Frühjahres erklären. Vor dem Norderheverkoog wurde auf der Salzwiese zusätzlich schneller gepickt. Derartige Mechanismen sind sowohl für Gänse als auch für Limikolen beschrieben worden (z.B. EB-BINGE et al. 1975, SWENNEN et al. 1989, ZWARTS et al. 1990, PROP & DEERENBERG 1991). Eine unterschiedliche Qualität der Nahrungspflanzen als Ursache für den asymmetrischen Verlauf der prä-migratorischen Reservestoffanlagerung, wie er bei verschiedenen Gänsearten in unterschiedlichen Habitaten gefunden wurde (GAUTHIER et al. 1984 b, BÉDARD & GAUTHIER 1989, MADSEN 1985 b), scheidet in unserem Fall als Erklärung aus, da die Nahrungspflanzenqualität, gemessen am Energiegehalt der Pflanzen, in beiden Gebieten fast identisch war. Aufgrund der Tatsache, daß die Gänse eine sehr große Ortstreue zeigten und sich die äußeren Bedingungen in den beiden Untersuchungsgebieten lediglich im Ausmaß der anthropogenen Beeinflussung unterschieden, können die unterschiedlichen Aktivitätsmuster und Aktivitätsbudgets als Verhaltensanpassung an die unterschiedliche anthropogene Beeinflussung der Gebiete interpretiert werden. Unterschiedliche Strategien haben augenscheinlich zum gleichen Ergebnis geführt: eine ausreichende Fettanlagerung als Voraussetzung für eine erfolgreiche Fortpflanzung. In Konsequenz dieser Anpassung war der Jungvogelanteil im darauffolgenden Herbst nahezu gleichgroß.

#### 6. Zusammenfassung

1. Das Zeit-Aktivitäts-Budget von Ringelgänsen wurde in drei unterschiedlich stark von Menschen beeinflussten Vorlandssalzwiesen im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer vergleichend untersucht.
2. Anhand von Ringablesungen und Sichtbeobachtungen konnte festgestellt werden, daß die Gänse nicht zwischen den benachbarten Untersuchungsgebieten Westerhever und Norderheverkoog wechselten. Die Gänse aus dem Vorland von Westerhever nutzten aber in regelmäßigen Abständen die Salzwiese der ca. 11 km entfernten Hallig Süderoog.
3. Die Häufigkeit störrreizbedingter Reaktionen der Gänse (Störrreizhäufigkeit) wurde als Index für die anthropogene Beeinflussung des Gebietes benutzt. Die anthropogene Beeinflussung war in Westerhever signifikant größer als vor dem Norderheverkoog und auf der Hallig Süderoog.
4. Das Zeit-Aktivitäts-Budget der Gänse unterschied sich zwischen den drei Gebieten in einigen Parametern signifikant. Fressen nahm den größten Zeitanteil in Anspruch. Er betrug vor dem Norderheverkoog  $50,8 \pm 12,7\%$ , in Westerhever  $66,0 \pm 7,3\%$  und auf der Hallig Süderoog  $78,1 \pm 4,8\%$ . Vor dem Norderheverkoog wurde sowohl im Watt als auch auf der Salzwiese gefressen. Vor dem Norderheverkoog war die Nahrungsaufnahmerate auf der Salzwiese (Pickfrequenz) signifikant größer als in Westerhever. Im Vergleich zu den

- beiden anderen Gebieten wurde hier auch mehr gerastet und geschwommen. In Westerhever wurde mehr geflogen als vor dem Norderheverkoog.
5. Die Störreizhäufigkeit des Tages beeinflusste den Anteil des Fliegens am Gesamtbudget signifikant. Alle anderen Verhaltenskategorien wurden nicht beeinflusst. Die Zeiten für Gesamtaktivität und Nahrungssuche waren in Westerhever negativ mit der Reizhäufigkeit korreliert, jedoch nicht vor dem Norderheverkoog. Auf der Hallig Süderoog konnten aufgrund geringer Beobachtungsintensität diese Berechnungen nicht durchgeführt werden.
  6. Trotz signifikanter Unterschiede im Zeit-Aktivitäts-Budget erzielten die Gänse in den Hauptuntersuchungsgebieten am Ende des Frühjahres die gleiche Kondition. Der Jungvögelanteil im darauffolgenden Herbst war vor dem Norderheverkoog zwar etwas größer, der Unterschied war aber nicht signifikant.
  7. Die Gänse haben mit Verschiebungen im Aktivitätsbudget auf die unterschiedliche anthropogene Beeinflussung der Gebiete reagiert. Der Anstieg des prozentualen Anteils der Nahrungssuche am Gesamtbudget auf Kosten anderer Verhaltensweisen wird als Verhaltensanpassung interpretiert. Unterschiedliche Strategien haben augenscheinlich zum gleichen Ergebnis geführt: eine ausreichende Reservestoffanlagerung als Voraussetzung für eine erfolgreiche Fortpflanzung.

## 7. Literatur

- Akesson, T.R., & D.G. Raveling (1981): Endocrine and body weight changes of nesting and non-nesting Canada geese. *Biol. Reprod.* 25: 792-804. \* Altmann, J. (1973): Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour* 49: 227-267. \* Ankney, C.D., & C.D. Mac Innes (1978): Nutrient reserves and reproductive performance of female Lesser Snow Geese. *Auk* 95: 459-471. \* Backhaus, K., B. Erichson, W. Plinke, C. Schuchard-Fischer & R. Weiher (1989): Multivariate Analysemethoden. Springer, Berlin. \* Baldassare, G.A., S.L. Paulus, A. Tamisier & R.D. Titman (1988): Workshop summary: techniques for timing activity of wintering waterfowl. In: Weller, M.W. (Ed.): *Waterfowl in Winter*, Minnesota Press: 181-188. \* Bauer, H.-G., H. Stark & P. Frenzel (1992): Der Einfluß von Störungen auf überwinternde Wasservögel am westlichen Bodensee. *Orn. Beob.* 89: 93-110. \* Bédard, J., & G. Gauthier (1989): Comparative energy budgets of Greater Snow Geese *Chen caerulescens atlantica* staging in two habitats in spring. *Ardea* 77: 3-20. \* Bélanger, L., & J. Bédard (1989): Responses of staging Greater Snow Geese to human disturbances. *J. Wildl. Manage.* 53: 713-719. \* Dies. (1990): Energetic costs of man-induced disturbances to staging Snow Geese. *J. Wildl. Manage.* 54: 36-41. \* Bell, D.V., & M. Owen (1990): Shooting disturbance - a review. - In: Metthew S. G.V.T. (Ed.): *Managing waterfowl populations*. IWRB Spec. Publ. No. 12, Slimbridge: 159-171. \* Bergmann, H.-H., M. Stock & B. ten Thoren (1994): Ringelgänse - Arktische Gäste an unseren Küsten. Aula, Wiesbaden, 251 S. \* Black, J.M., C. Deerenberg & M. Owen (1991): Foraging behaviour and site selection of Barnacle Geese *Branta leucopsis* in a traditional and newly colonised spring staging habitat. *Ardea* 79: 349-358. \* Bruns, K., & B. Ten Thoren (1990): Zugvorbereitung und Zuginruhe bei der Ringelgans (*Branta bernicla bernicla*). *Proc. Int. 100. DO-G Meeting, Current Topics Avian Biol.*, Bonn 1990: 223-230. \* Burger, J., & M. Gochfeld (1991): Human activity influence and diurnal and nocturnal foraging of Sanderlings (*Calidris alba*). *Condor* 93: 259-265. \* Davis, R.A., & A.N. Wiseley (1974): Normal behaviour of Snow Geese on the Yukon-Alaska North slope and the effects of aircraft-induced disturbance on this behaviour. In: *Snow Geese and waterfowl in the Northwest Territories, Yukon Territory and Alaska*. Can. Arct. Gas Stud. Ltd., Biol. Rep. Ser. 27, Chapter 2. \* Dijkstra, L., & R. Dijkstra-De Vlieger (1977): Voedseloeologie van de Rotgans. Dissertation, Univ. Groningen. \* Drent, R. (1980): Goose flocks and food exploitation: How to have your cake and eat it. *Acta 17. Congr. Int. Orn.* Berlin, 2: 800-806. \* Drent, R., & P. Swierstra (1977): Goose flocks and food finding: field experiments with Barnacle Geese in winter. *Wildfowl* 28: 15-20. \* Drent, R., B. S. Ebbinge & B. Weijand (1978): Balancing the energy budgets of arctic-breeding geese throughout the annual cycle: a progress report. *Verh. orn. Ges. Bayern* 23: 239-263. \* Ebbinge, B.S. (1979): The significance of the Dutch Wadden Sea for *Branta bernicla bernicla*. - In: Smart, M. (Ed.): *Proc. 1st Techn. Meeting on Western Palearctic Migratory Bird Management*, Slimbridge: 77-87. \* Ders. (1992): Population limitation in arctic-breeding geese. Diss., University of Groningen. \* Ebbinge, B.S., & B. Spaans (1992): The importance of body-reserves accumulated in spring staging areas in the temperate zone for breeding of Dark-bellied Brent Geese *Branta b. bernicla* in the high arctic. In: Ebbinge, B.S. (1992): *Population limitation in arctic-breeding geese*. Diss., University of Groningen. \* Ebbinge, B.S., K. Canters & R. Drent (1975): Foraging routines

and estimated daily food intake in Barnacle Geese wintering in the northern Netherlands (*Branta leucopsis*). Wildfowl 26: 5-19. \* Ebbinge, B.S., A.K.M. St Joseph, P. Prokosch & B. Spaans (1982): The importance of spring staging areas for arctic breeding geese, wintering in western Europe. Aquila 89: 249-258. \* Ebbinge, B.S., & A.K.M. St Joseph (1992): The Brent goose colour-ringing scheme: unraveling annual migratory movements from the high arctic Siberia to coasts of western Europe. In: Ebbinge, B.S. (1992): Population limitation in arctic nesting geese. Dissertation, Univ. Groningen: 92-104. \* Eerden, M. Van, M. Zijlstra & M.J.J.E. Loonen (1991): Individual patterns of staging during autumn migration in relation to body condition in Greylag Geese *Anser anser* in the Netherlands. Ardea 79: 261-264. \* Ely, G.R. (1992): Time allocation by Greater White-fronted Geese: influence of diet, energy reserves and predation. Condor 94: 857-870. \* Gauthier, G., J. Bédard, J. Hont & Y. Bédard (1984 a): Spring accumulation of fat by Greater Snow Geese in two staging habitats. Condor 86: 192-199. \* Dies. (1984 b): Protein reserves during staging in Greater Snow Geese. Condor 86: 210-212. \* Jorde, D.G., & R.B. Owen, JR. (1988): The need for nocturnal activity and energy budgets of Waterfowl. In: Weller, M.W. (Ed.): Waterfowl in winter. Minnesota Press, Minneapolis: 169-180. \* Kempf, N., J. Lamp & P. Prokosch (1987): Salzwiesen: Geformt von Küstenschutz, Landwirtschaft oder Natur? Tagungsbericht WWF Heft 1, 476 S. \* Lambeck, R.H.D. (1990): The applicability of age ratio and brood size counts in population dynamic studies of the Brent Goose *Branta b. bernicla*. Ardea 78: 414-425. \* Lazarus, J. (1978): Vigilance, flock size and domain of danger size in the White-fronted Goose. Wildfowl 29: 135-145. \* Madsen, J. (1985 a): Impact of disturbance on field utilization of Pink-Footed Geese in West Jutland, Denmark. Biol. Conserv. 33: 53-63. \* Ders., J. (1985 b): Relations between change in spring habitat selection and daily energetics of Pink-Footed Geese *Anser brachyrhynchus*. Ornith. Scand. 16: 222-228. \* Ders., J. (1988): Autumn feeding ecology of herbivorous wildfowl in the Danish wadden sea, and impact of food supplies and shooting on movements. Danish Rev. Game Biol. 13: 1-32. \* Martin, P., & P. Bateson (1987): Measuring Behaviour. Cambridge, Univ. Press. \* M.C. Landress, M.R., & D.G. Raveling (1981 a): Changes in diet and body composition of Canada Geese before spring migration. Auk 98: 65-79. \* Dies. (1981 b): Hyperphagia and social behaviour of Canada Geese prior to spring migration. Wilson Bull. 93: 65-79. \* Mosbech, A., & C. Glahder (1991): Assessment of the impact of Helicopter disturbance on moulting Pink-Footed Geese *Anser brachyrhynchus* and Barnacle Geese *Branta leucopsis* in Jameson Land, Greenland. Ardea 79: 233-238. \* Newton, J. (1977): Timing and success of breeding in tundra-nesting geese. In: Stonehouse, B., & C. Perrins (Eds.): Evolutionary Ecology. London. S.113-126. \* Owen, M. (1972 a): Some factors affecting food intake and selection in White-fronted Geese. J. Anim. Ecol. 41: 79-92. \* Owen, M. (1972 b): Movements and feeding ecology of White-fronted Geese at the New Grounds, Slimbridge. J. Appl. Ecol. 9: 385-398. \* Owen, M. (1980): Wild Geese of the World. London. \* Owen, M. (1981): Abdominal profile: a condition index for wild geese in the field. J. Wildl. Manage. 39: 271-279. \* Owen, M. (1992): Nocturnal feeding in waterfowl. Acta XX Congr. Int. Ornithol.: 1105-1112. \* Owen, M., & J. Black (1990): Waterfowl Ecology. Blackie, Glasgow. \* Owen, M., R.L. Wells & J.M. Black (1992): Energy budgets of wintering Barnacle Geese: the effects of declining food resources. Ornith. Scand. 23: 451-458. \* Owen, N.D. (1977): Responses of wintering Brent Geese to human disturbance. Wildfowl 28: 5-14. \* Patton, D.L.H., & J. Frame (1981): The effect of grazing in winter by wild geese on improved grassland in west Scotland. J. Appl. Ecol. 18: 311-325. \* Paulus, S.L. (1988): Time-activity budgets of nonbreeding Anatidae: a review. In: Weller, M.W. (Ed.): Waterfowl in Winter, Minnesota Press: 135-152. \* Percival L, S.M. (1988): Grazing ecology of Barnacle Geese (*Branta leucopsis*) on Islay. Dissertation, University of Glasgow. \* Persson, H. (1989): Food selection, movements and energy budgets of staging and wintering geese on South Swedish farmland. Dissertation, University of Lund. \* Prins, H.H.TH., & R.C. Ydenberg (1985): Vegetation growth and seasonal habitat shift of the Barnacle Goose (*Branta leucopsis*). Oecologia 66: 122-125. \* Prokosch, P. (1984): Bestand, Jahresrhythmus und traditionelle Nahrungsplatzbindung der Ringelgans (*Branta bernicla*) im Nordfriesischen Wattenmeer. Ökol. Vögel 6: 1-99. \* Prop, J. (1991): Food exploitation patterns by Brent Geese *Branta bernicla* during spring staging. Ardea 79: 331-342. \* Prop, J., & C. Deerenberg (1991): Spring staging in Brent Geese *Branta bernicla*: feeding constraints and the impact of diet on the accumulation of body reserves. Oecologia 87: 19-28. \* Raveling, D.G. (1969): Social classes of Canada geese in winter. J. Wildl. Manage. 33: 304-318. \* Reichholf, J. H. (1988): Auswirkungen des Angelns auf die Brutbestände von Wasservögeln im Feuchtgebiet von Internationaler Bedeutung „Unterer Inn“. Vogelwelt 109: 206-221. \* Reise, K., & F. Buhs (1991): Seegrasvorkommen im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Forschungsbericht im Auftrag des Landesamtes für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, 14 S. \* Röhr, M., H. Lohse & R. Ludwig (1982): Statistik für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner, Bd. 2 Statisti-

sche Verfahren. Harri Deutsch, Thun & Frankfurt. \* Rösner, H.-U., & P. Prokosch (1992): Coastal birds counted in a spring-tide rhythm - a project to determine seasonal and long-term trends of numbers in the wadden sea. *Neth. Inst. Sea Res. Publ. Ser. No. 20*: 275-279. \* Sachs, L. (1984): *Angewandte Statistik*. Springer Verlag, Berlin 552 S. \* Schilperoord, L., & M. Schilperoord-Huisman (1981): De invloed van verstoringen op gedrag en dagindeling van de Kleine Rietgans (*Anser brachyrhynchus*) in Zuidwest Friesland. Dissertation, University of Groningen. \* Dies. (1984): Verstoring van Kleine Rietganzen *Anser brachyrhynchus* in Zuidwest-Friesland. *Het Vogeljaar 32*: 225-234. \* St Joseph, A.K.M. (1979): An assessment of population levels of *Branta bernicla bernicla* in 1977/78. In: Smart, M. (Ed.): 1st Techn. Meeting on Western Palearctic Migr. Bird Management. IWRB, Slimbridge. S. 40-43. \* Stock, M. (1991): Studies on the effects of disturbances on staging Brent Geese: a progress report. IWRB Goose Res. Group Bull. 1: 11-18. \* Ders. (1992 a): Effects of man-induced disturbances on staging Brent Geese. *Neth. Inst. Sea Res., Publ. Ser. No. 20*: 289-293. \* Ders. (1992 b): Die Auswirkung anthropogener Störungen auf die Vogelwelt: eine Fallstudie aus dem Vorland in Westerhever. *Berichte aus der Ökosystemforschung Wattenmeer*, Heft 1: 45-56. \* Stock, M., F. Hofeditz & S. Eschkötter (1992): Motion-sensitive radio-collars for automatic monitoring of activity patterns in Brent Geese: a critical analysis and first results. IWRB Goose Res. Group Bull. 3: 21-32. \* Stock, M., F. Hofeditz, K. Mock & B. Pohl (1995): Einflüsse von Flugbetrieb und Freizeitaktivitäten auf Verhalten und Raumnutzung von Ringelgänsen (*Branta bernicla bernicla*) im Wattenmeer. *Corax 16*: 63-68. \* Stock, M., & F. Hofeditz (1994): Beeinflussen Flugbetrieb und Freizeitaktivitäten das Aktivitätsmuster von Ringelgänsen im Wattenmeer? *Artenschutzreport*, H. 4/94: 13-19. \* Summers, R.W. (1990): The exploitation of beds of Green algae by Brent Geese. *Estuarine, Coastal Shelf Science 31*: 107-112. \* Summers, R.W. & C.N.R. Critchley (1990): Use of grassland and field selection by Brent Geese *Branta bernicla*. *J. Appl. Ecol.* 27: 834-846. \* Swennen, C., M.F. Leopold & L.L.M. De Bruin (1989): Time-stressed Oystercatchers, *Haematopus ostralegus*, can increase their intake rate. *Anim. Behav.* 38: 8-22. \* Tacha, T.C., P.A. Vohs & G.C. Iverson (1985): A comparison of interval and continuous sampling methods for behavioural observations. *J. Field Orn.* 56: 258-264. \* Teunissen, W., B. Spaans & R. Drent (1985): Breeding success in Brent in relation to individual feeding opportunities during spring staging in the Wadden Sea. *Ardea 73*: 109-119. \* Thomas, V.G., & S.K. Mainguy (1983): Predicting fat content of geese from abdominal fat weight. *J. Wildl. Manage.* 47: 1115-1119. \* West, G.C., & D.W. Norton (1975): Metabolic adaptations of tundra birds. In: Vernberg, J. (Ed.): *Proc. Ecol. Soc. America*, American Inst. of Biol. Sci., Intertext Press, New York: 301-329. \* White-Robinson, R. (1982): Inland and saltmarsh feeding of wintering Brent Geese in Essex. *Wildfowl 33*: 113-118. \* Williams, J.E., & S.C. Kendeigh (1982): Energetics of the Canada Goose. *J. Wildl. Manage.* 46: 588-600. \* Wooley, J.B., & R.B. Owen (1977): Metabolic rates and heart rate-metabolism relationship in the Black Duck (*Anas rubripes*). *Comp. Biochem. Physiol.* 57A: 363-367. \* Ydenberg, R.C., H.H.Th. Prins & J. Van Dijk (1984): A lunar rhythm in nocturnal foraging activities of wintering Barnacle Geese. *Wildfowl 35*: 93-96. \* Zwarts, L., A.-M. Blomer & R. Hupkes (1990): Increase of feeding time in waders preparing for spring migration from the Banc d'Arguin, Mauritania. *Ardea 78*: 237-256.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde](#)

Jahr/Year: 1995/96

Band/Volume: [38\\_1995](#)

Autor(en)/Author(s): Stock Martin, Hofeditz Frank

Artikel/Article: [Zeit-Aktivitäts-Budgets von Ringelgänsen \(\*Branta bernicla bernicla\*\) in unterschiedlich stark von Menschen beeinflussten Salzwiesen des Wattenmeeres 121-145](#)