

Untersuchungen zur Störungsempfindlichkeit arktischer Nonnengänse während der Brut- und Mauserzeit

Arjen Drost, Helmut Kruckenberg & Maarten J. J. E. Loonen

DROST, A., H. KRUCKENBERG & M.J.J.E. LOONEN (2001): Untersuchungen zur Störungsempfindlichkeit arktischer Nonnengänse während der Mauserzeit. Vogelkd. Ber. Niedersachs. 33: 137-142.

In dieser Untersuchung wurden Fluchtdistanzen untersucht, die arktische Nonnengänse zu sich nähernden Menschen aufwiesen. Durchgeführt wurde die Studie während des arktischen Sommers auf Spitzbergen. Die Fluchtdistanzen unterscheiden sich stark zwischen den Individuen aber auch beim Einzelindividuum. Individuen, die häufig Störreizen ausgesetzt waren, flüchteten später. In einer von Menschen wenig gestörten Umgebung reagierten die Gänse empfindlicher auf eine sich annähernde Person. Auch Individuen, die in belebter Umgebung spät geflohen waren, zeigten sich in einer ungestörten Umgebung empfindlicher. Weiterhin hing die Störungsempfindlichkeit vom Ernährungszustand der Vögel ab. Jungführende Gänse flohen später. Auch Jahre mit hohem Prädationsdruck und damit einhergehender Nahrungsknappheit ließen die Gänse weniger empfindlich auf anthropogene Störreize reagieren.

A. D., M. J. J. E. L., Zool. Laboratorium, Rijksuniversiteit Groningen, Postbus 14, NL-9750 AA Haren, m.j.j.e.loonen@biol.rug.nl.; H. K., Universität Osnabrück, FB5 AG Gänseforschung, Barbarastr. 11, D-49069 Osnabrück

Einleitung

Die Arktis ist ein noch weitgehend ungestörter Lebensraum, wo sich die Natur über lange Zeit ohne Einfluss des Menschen entwickelt. Doch mit der Zunahme von Tourismus und wissenschaftlichen Forschungsaktivitäten nimmt die Zahl der Menschen zu, die diese Gebiete nutzen. Hierdurch gerät dieses empfindliche Ökosystem mehr und mehr unter Druck. Manchen Tierarten ist jedoch diese Zunahme auch von Nutzen. So weist beispielsweise die Küstenseeschwalbe (*Sterna paradisaea*) im Dorfkern von Ny Ålesund (Spitzbergen) eine wesentlich höhere Brutdichte als in der umliegenden Tundra auf. Auch werden in der Zeit der Jungenaufzucht im Dorf höhere Anzahlen Nonnengänse (*Branta leucopsis*) erfasst als im Umland. Im Dorf ist der bessere Schutz vor dem Polarfuchs (*Alopex lagopus*) maßgeblich und zudem durch in der Vergangenheit durchgeführte Düngung die Nahrungsqualität höher als im umliegenden Gebiet. Andererseits haben die Menschen negativen Einfluss auf die Gänse. Menschliche Aktivitäten stören die Gänse und mindern so die Zeit, in der die Vögel fressen können. Angesichts der ineffizienten Verdauung der Gänse ist es höchst bedeutsam, dass sie viel Zeit zum Fressen haben

(PROP & VULINK 1992). So können Störereignisse einen großen Einfluss auf die Fitness der Gänse haben (BELANGER & BÉDARD 1990, MADSEN 1995, RIDDINGTON et al. 1996).

Die Entscheidung zur Flucht wurde dabei als Grundlage genommen, als deren Ergebnis Kosten und Nutzen der Flucht abgewogen wurden (YDENBERG & DILL 1986). Die Kosten der Flucht sind einerseits der Energieaufwand der Flucht selbst, andererseits der Verlust an Fresszeit und Effizienzminderung durch den möglichen Verlust eines profitablen Nahrungsplatzes. Der Nutzen dagegen ist das geringere Risiko, durch einen Prädator getötet zu werden. Das Ergebnis dieser Abwägung sollte von den individuellen Umständen jedes Vogels abhängig sein. So sollte eine Gans, die sich in einer schlechten körperlichen Kondition befindet, länger am Nahrungsplatz verbleiben als eine in guter Verfassung. Aber auch die Alternativen sind von Bedeutung: Wenn einem Vogel ein profitables Alternativgebiet zur Verfügung steht, sollte er eher fliehen als bei einer schlechten Alternative. Bei lang anhaltenden Störungen werden die Tiere nach anderen Gebieten suchen, die geringer gestört sind (MADSEN 1995). Falls die Störungen regelmäßig auftreten und sich ohne negative Konsequenzen

ereignen, kann Habituation stattfinden (KELLER 1989). Dies beweist u.a. der Vergleich zweier Studien aus dem Winterquartier der Gänse (MADSEN 1985, KELLER 1991).

Bedingt durch diese Faktoren sollten Vögel unter gleichem Antrieb oder aber das gleiche Individuum unter verschiedenen Umständen unterschiedlich reagieren. In dieser Studie wurden individuelle Unterschiede in der Störungsempfindlichkeit gegenüber dem Menschen als Störreizquelle untersucht.

Material und Methode

Gänseart und Untersuchungsgebiet

Die Feldarbeit wurde in den Sommern 1999 und 2000 in und um Ny Ålesund, einem kleinen Dorf am Kungsfjorden im Nordwesten Spitzbergens (78°56'N / 11°56'E) durchgeführt.

Die Nonnengänse am Kungsfjorden brüten hauptsächlich auf kleinen Inseln vor der Küste. Sobald die Küken geschlüpft sind, schwimmen die Familien an die Küste zum Dorf um dort zu fressen. Durch Düngungen in der Vergangenheit ist das Dorf nahrungsreich und zudem durch die dort brütenden Küstenseeschwalben einigermaßen vor Prädatoren geschützt. Auch adulte Gänse ohne Junge konzentrieren sich während des Sommers im Dorf.

Während des arktischen Sommers können die Gänse nicht fliegen. Nonnengänse mausern gleichzeitig alle Schwungfedern und sind währenddessen zeitweilig flugunfähig. Diese Periode dauert ca. 28 Tage. Der Mauserzeitpunkt divergiert zwischen Brütern und Nichtbrütern. Brutvögel beginnen durchschnittlich 17 Tage später mit der Mauser als Nichtbrüter (LOONEN et al. 1996). Dieses Timing sorgt dafür, dass die Altvögel gemeinsam mit ihren Jungen wieder fliegen können. Ein Brutvogel, der durch seine Küken gebunden ist und noch nicht mausert, fliegt dennoch nie.

Alle Beobachtungen in dieser Untersuchung wurden an flugunfähigen Gänsen gesammelt, sowohl an mausernden als auch an jungführenden Altvögeln.

Sowohl die Nicht- oder Fehlbrüter als auch die Familien suchten im Dorf nach Nahrung, im Allgemeinen jedoch in getrennten Gruppen. In 2000, einem Jahr mit sehr wenigen Gänse-

familien im Dorf, kam es zu stärkeren Vermischungen beider Gruppen. Der Polarfuchs ist in der Aufzuchtzeit der Küken und Mauserzeit der Altvögel der bedeutendste Prädator. Die rund 100 Einwohner Ny Ålesunds sorgen vornehmlich tagsüber durch das Laufen und Radfahren auf den Wegen für kontinuierliche, kleinere Störungen. Weiterhin treffen zeitweise Kreuzfahrtschiffe im Fjord ein, die mit bis zu 1.800 Touristen große Störungen verursachen. Allerdings bleiben diese Schiffe nie länger als ein paar Stunden. Die Gänse ziehen sich für diese Zeiten an das Ufer des Fjordes unweit des Dorfes zurück.

Zählungen

Jeden Tag wurden zwei Zählungen durchgeführt, jeweils eine am Tage (zwischen 8-18 Uhr), die andere in der Nacht (0-7 Uhr). Dabei ist das Dorf in 34 Zählgebiete eingeteilt. Pro Zählung wurden die Gänse nach Zählgebieten erfasst, um einen Überblick über die Anzahl und räumliche Verteilung der Vögel zu bekommen. In 1999 wurden zeitgleich auch die anwesenden Personen erfasst, die außerhalb der Häuser tätig waren.

Individuen

Seit 1991 wurden alljährlich große Zahlen mausernder Gänse gefangen, vermessen und beringt. Dabei wurden die Gänse zusätzlich zum Vogelwartenring aus Metall mit einem beschrifteten Farbring aus Kunststoff am Bein markiert. Farbe und Inschrift (3 Buchstaben) des Plastikringes ergeben dabei einen individuellen Code. Während der gesamten Saison wurden die markierten Tiere abgelesen sowie Partner und Anzahl der Jungen notiert. Auf dieser Datenbasis kann die tägliche Überlebensrate ermittelt werden (vgl. FLINT et al. 1995). Die Körperkondition der gefangenen Gänse wurde dabei als Residu der geschlechtsabhängigen Regression von Körpergewicht und Tarsuslänge für die ausgewachsenen Vögel der Fänge in 1999 und 2000 berechnet.

Fluchtdistanzen

Um die Störempfindlichkeit zu ermitteln wurden Fluchtdistanzen gemessen. Der Beobachter näherte sich dabei einer Gans oder einer Gruppe von Gänsen solange, bis diese zu flie-

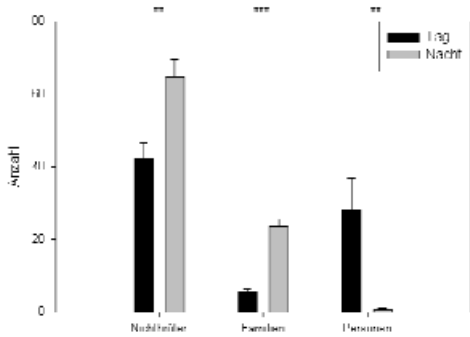


Abb 1.: Anzahlen von Gänsen und Personen im Dorf 1999 (**: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$). - *Numbers of geese and humans inside the village in 1999* **: $p < 0.02$, ***: $p < 0.02$).

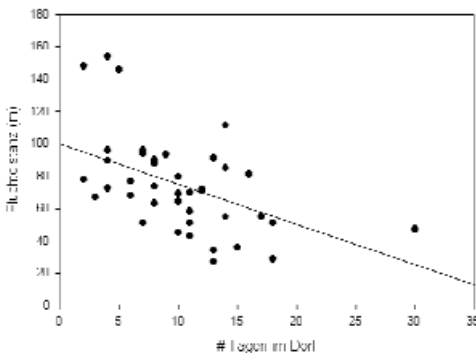


Abb 3.: Mittlere Fluchtdistanz pro Individuum im Verhältnis zu Beobachtungstagen im Dorf. - *Flight distances of individuals in average per number of observation days inside the village.*

hen begannen. In diesem Augenblick wurde der Abstand mit einem laser-optischen Entfernungsmesser (Leica Geovid) ermittelt. Dieser misst jeweils mit einem Meter Genauigkeit den Abstand vom Bildmittelpunkt zum an fokussierten Objekt. Nach Möglichkeit wurde versucht, nur ein Individuum oder eine möglichst kleine Gruppe zu vermessen. Dabei wurden neben der Gruppengröße und dem Fluchtabstand folgende Parameter notiert: der Code des gemessenen Individuums, Datum und Uhrzeit, Ort, ob das Zusammentreffen innerhalb- oder außerhalb des Dorfes stattfand und ob der Vogel vorher bereits einmal gestört wurde. Ferner wurde die soziale Gruppenzugehörigkeit (Brüter/Nichtbrüter), der Mauserzustand und ggf. die entsprechende Familiengröße erfasst. Die Analyse beruht dabei auf den Datenerhebungen von 1999 und dem Vergleich beider Jahre.

Ergebnisse

Zählungen

Weil das Untersuchungsgebiet weit nördlich des Polarkreises liegt, scheint im Sommer ganztägig die Sonne. Dennoch zeigten sich für den Tag und die Nacht deutliche Unterschiede in der Aktivität von Menschen und Gänsen. Während der Nacht wurden im Dorf mehr Gänse als am Tage festgestellt (vgl. Abb. 1: t-Test: $t_{32} = -3.197$, $p = 0.002$). Weiterhin wurden mehr Familien während der Nacht beobachtet (vgl. Abb. 1: t-Test: $t_{52} = -8.655$, $p < 0.001$). Auch die räumliche Verteilung der Gänse war unterschiedlich: Am Tage wurden die meisten Gänse dicht am Wasser beobachtet, während sie nachts im ganzen Dorf zu finden waren.

Die Verteilung der Menschen stellte sich gegensätzlich dar. Am Tage wurden mehr Personen festgestellt (Abb. 1: t-Test₄₁ = 3.172, $p = 0.003$). Die meisten Personen bewegten sich dabei auf den Wegen in einem kleinen Teil des Dorfes.

Fluchtdistanzen

Der Abstand, ab dem die Gänse flüchteten, unterschied sich nicht zwischen Tag und Nacht (gepaarter t-Test, basierend auf den gleichen Individuen im Dorf im Zeitraum von 0-6 Uhr und 6-23: $t_{17} = 0.058$, $p = 0.954$). Auch zeigte sich kein zeitabhängiges Muster. Dies wurde durch den Vergleich der jeweils ersten Messung des flugunfähigen Vogels im Dorf mit der letzten Messung des gleichen Vogels während der Mauserzeit getestet. Dabei wurde kein Unterschied gefunden (gepaarter t-Test, erste zu letzte Begegnung: $t_{32} = 0.458$, $p = 0.650$). Aus diesem Grund wurden alle Messungen mausernder Vögel aus dem Gesamtzeitraum für die weiteren Analysen genutzt.

Habituation

Im Dorfbereich findet deutlich mehr menschliche Aktivität als im Außenbereich statt. So unterscheiden sich die Fluchtabstände der Gänse inner- und außerhalb des Dorfes. Im Dorf waren sowohl die Familien als auch die Nichtbrüter signifikant weniger scheu als außerhalb der Siedlung (Abb. 2, ANOVA: $F_{3,176} = 26.098$, $p < 0.001$; tukey: mean differen-

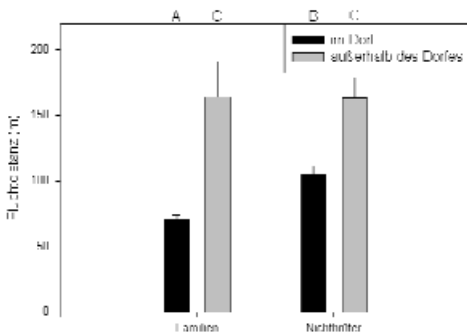


Abb 2.: Fluchtabstände von Brutvögeln und Nichtbrütern inner- und außerhalb des Dorfes. Buchstaben geben die verschiedenen Signifikanzen an ($p < 0.05$). - *Flight distances of breeding and non-breeding adults inside and outside the village, letters show different significances ($p < 0.05$).*

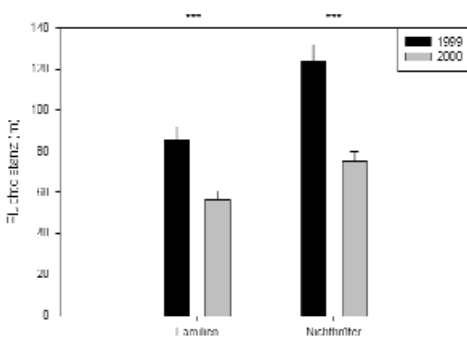


Abb 4.: Fluchtdistanzen innerhalb des Dorfes in 1999 und 2000 (***: $p < 0.001$). - *Flight distances inside the village in 1999 and 2000 (***: $p < 0.001$).*

ce Familien = -93.85, s.e. = 13.64, $p < 0.001$, mean difference Nichtbrüter = -58.85, s.e. = 16.17, $p = 0.002$). Weiterhin ergibt sich ein deutlicher Unterschied zwischen Individuen mit und ohne Jungvögel. Innerhalb der Siedlung waren Familien signifikant weniger scheu als Vögel ohne Junge (Abb. 2, ANOVA: $F_{3,176} = 26.098$, $p < 0.001$; tukey: mean difference = -34.08, s.e. = 10.83, $p = 0.009$). Außerhalb des Dorfes fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen (Abb. 2, ANOVA: $F_{3,176} = 26.098$, $p < 0.001$; tukey: mean difference = 0.92, s.e. = 18.17, $p = 1.00$). Auch wurde untersucht, ob das gleiche Individuum außerhalb des Dorfs scheuer war als innerhalb. Dies wurde durch eine repeated measurement

ANOVA analysiert. Für jedes Individuum formt die Messung im Dorf den ersten Datensatz und die Beobachtungen außerhalb des Ortes die Wiederholung. Es wurden nur Individuen genutzt, die weder in Beobachtungsjahr, sozialer Gruppierung oder vorausgegangenen Störungen unterschiedlich waren. Im vollständigen Modell laufen diese Faktoren ebenfalls mit, um die Variation zwischen den Individuen zu verringern. Aus dieser Analyse folgt, dass eine Gans weniger schnell vor einem Menschen flieht, wenn dieser ihr im Dorf entgegenkommt, als wenn sie sich außerhalb des Dorfes begegnet (repeated measurement ANOVA, mit subject $F_{1,32} = 12.917$, $p = 0.001$).

Um zu untersuchen, ob sich Gänse an menschliche Störreize gewöhnen, wurden die Fluchtabstände von ungestört weidenden Gänsen mit denen verglichen, die kurz vor der Messung bereits gestört worden waren. Ungestörte Gänse waren signifikant scheuer als gestörte Gänse (ANOVA: $F_{1,138} = 3.952$, $p = 0.049$). Weiterhin wurde geprüft, ob es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Tage, an denen die Gans im Ort gesehen wurde, und dem Fluchtabstand gibt. Gänse, die häufig im Dorf waren, waren signifikant weniger scheu als solche, die nur weniger Male dort beobachtet wurden (Abb. 3, Regression: $b = -2.482$, $r^2 = 0.271$, $F_{1,39} = 14.482$, $p < 0.001$). Ein Zusammenhang zwischen Körperkondition und Fluchtdistanz konnte nicht gefunden werden (Regression: $b = 0.193$, $r^2 = 0.244$, $F_{1,7} = 1.939$, $p = 0.213$).

Prädation

In 2000 wurden die Messungen wiederholt. Es ergab sich ein großer Unterschied hinsichtlich der Prädation durch den Polarfuchs zwischen beiden Jahren. In 1999 wurde kein Polarfuchs im Dorf festgestellt und es gab kaum Jungvogelverluste durch Prädation. Von 98 beobachteten Gänsepaaren, die während dieses Jahres mit Küken registriert wurden, waren es nur 12, die ihre Küken verloren. In 2000 dagegen wurde nahezu jede Nacht mindestens ein Polarfuchs im Ort beobachtet und die Jungvogelverluste waren wesentlich höher. Von 85 registrierten Familien blieben am Ende des Sommers nur zwei Familien mit je einem Jungvogel übrig. Die tägliche Überlebensrate wurde in 1999 mit 0.989 ± 0.002 (Mittelwert mit Standardfehler) errechnet. Für das Jahr 2000

betrug diese 0.922 ± 0.013 . Auch die Körperkondition divergiert zwischen beiden Jahren. In beiden Jahren wurden jeweils dieselben 55 weiblichen Altvögel gefangen, so dass ein direkter Vergleich möglich ist. In 2000 waren die Gänse im Durchschnitt 119.1 ± 25.4 Gramm leichter als in 1999 (gepaarter t-Test: $t_{54} = 4.685$, $p < 0.001$). Im zweiten Untersuchungsjahr (2000) flohen die Gänse signifikant später als im vorangegangenen Jahr (Abb. 4, ANOVA: $F_{1,301} = 20.287$, $p < 0.001$).

Diskussion

Die Zählungen belegen, dass der Mensch die Verteilung der Gänse beeinflusst. Während des Tages wurden deutlich weniger Gänse beobachtet als in der Nacht. Außerdem sitzen die Gänse stark konzentriert in einem kleinen Teilbereich des Gebietes nahe am Wasser. Dass Vögel ihre Raumnutzung unter dem Einfluss von Störungen durch den Menschen verändern, ist bekannt (vgl. MADSEN 1995). Störungsempfindlichkeit ist nicht allein artspezifisch (PLATTEEUW & HENKENS 1997), sondern kann auch innerartlich variieren (LIMA & DILL 1990, LIMA 1998). Diese innerartliche Variation wollten wir in einer Feldstudie näher untersuchen.

Vergleicht man die Fluchtdistanzen der Nonnengänse innerhalb und außerhalb des Dorfes, so kann man feststellen, dass die Gänse im Dorf weniger scheu waren. Dieser Unterschied bleibt auch bestehen, wenn man die gleichen Individuen vergleicht. Gänseindividuen waren toleranter gegenüber menschlichen Störungen, wenn sie sich an einem Ort mit vielen Störreizen aufhielten, als wenn sie an einem ungestörten Ort weideten. Zeigt sich hier Habituation oder kann die deutlich bessere Nahrungssituation im Dorf dazu führen, dass die Vögel weniger früh geneigt sind, diese Fressplätze bei einer Flucht aufzugeben? Die Beobachtungen deuten darauf hin, dass Habituation in diesem Prozess die bedeutendere Rolle spielt. Je häufiger bzw. länger sich eine Gans im Dorf aufhielt, desto weniger scheu war sie (Abb. 3). Ein weiterer Indikator für Habituation kann in bereits vorher gestörten Vögeln gesehen werden: vormals aufgescheuchte Vögel zeigten geringere Fluchtdistanzen als bislang ungestörte.

Individuelle Unterschiede in der Störreizempfindlichkeit sollten bereits durch den unterschiedlichen Nahrungsbedarf oder die körperliche Kondition bestehen. Im Dorf waren Altvögel ohne Junge scheuer als Familien. Letztere haben einen deutlich höheren Nahrungsbedarf. Die Küken müssen erheblich an Gewicht und Größe zunehmen und die Weibchen sind am Ende der Nistzeit recht ausgezehrt. Aus diesem Grund waren die Familien gezwungen, länger an den Nahrungsplätzen zu verbleiben als die Nichtbrüter, die zudem eine bessere Kondition aufwiesen. Dieser durch energetische Notwendigkeiten bedingte Effekt darf nicht mit einem Gewöhnungseffekt verwechselt werden, zeigen sich hier zeitgleich auch Verhaltensänderungen (vgl. KRUCKENBERG et al. 1998).

Auch die Unterschiede zwischen beiden Jahren deuten auf einen Konditions-Effekt hin. Im Jahr, als der Fuchs anwesend war, waren die Gänse dem Menschen gegenüber weniger scheu als im fuchsfreien Jahr 1999. STAHL & LOONEN (1998) haben berechnet, dass die Gänse in Fuchsjahren nur etwa 20 % des potenziellen Nahrungsgebietes nutzen können. Durch diese Eingrenzung sind die Jungvögel in solchen Jahren wesentlich leichter als in Jahren ohne Fuchs. In 2000 war der Prädationsdruck so hoch, dass nur 3 % der Küken den ersten Monat überlebten. Ein Vergleich zwischen den Jungvogelgewichten war aus diesem Grund nicht möglich. So konnte nur ein Vergleich zwischen den Adultvögel angestellt werden. Daraus folgt, dass die Altvögel im fuchsfreien Jahr fast 120 g schwerer waren als bei kontinuierlicher Anwesenheit eines Polarfuchses. Dies erklärt auch, warum Gänse in schlechter körperlicher Verfassung weniger scheu waren als die in guter. Eine direkte Relation zwischen körperlicher Verfassung und Fluchtdistanz konnte aber nicht gefunden werden. Dies kommt möglicherweise durch die nur geringe Stichprobe zustande, die für die Analyse genutzt werden konnte.

Zusammenfassend darf gefolgert werden, dass Gänse unterschiedlich auf Störungen reagieren und auch das gleiche Individuum unter jeweils verschiedenen Rahmenbedingungen sich unterschiedlich verhält. Gewöhnungsprozesse wie auch die körperliche Verfassung spielen offensichtlich die entscheidende Rolle für die Störungsempfindlichkeit der Individuen. Um weitergehende Untersuchungen über die Stör-

empfindlichkeit durchzuführen, wäre es wünschenswert, wesentlich mehr Messungen an unterschiedlichen Orten und verschiedenen großen Gänsetrupps durchzuführen. Dies sollte schon wegen des Prädationseinflusses für mehrere Jahre fortgesetzt werden.

Dank

Wir danken dem Norsk Polarinstitut, der Kings Bay A/S und Ocean Wide Expeditions Vlissingen für deren logistische Unterstützung. Die Sysselemanden (Gebietsverwaltung) von Svalbard gab uns die Zustimmung zu diesen Untersuchungen. Der Wildfowl & Wetlands Trust (WWT) und das Stavanger Museum stellten die Ringe zur Verfügung. Weiter danken wir Daan Bos, Lidewij van Katwijk und Gabriele Hartz-Kruckenber für ihre Hilfe bei der Datenerfassung in 2000. Prof. H.-H. Bergmann danken wir für seine Unterstützung bei der Beantragung des Stipendiums. Diese Untersuchung wurde finanziell durch die Europäische Union mit dem "Training and mobility of researchers" für Helmut Kruckenber und für Arjen Drost durch den Marco Polo Fond der Rijksuniversität Groningen unterstützt.

Summary - Sensitivity of Barnacle Geese to human disturbance during the flightless period

During the flightless period in summer, Barnacle Geese are sensitive to human disturbance. In the vicinity of the Arctic village of Ny Ålesund on Spitsbergen, this was measured as the distance at which geese decided to flee from an approaching human being. Flight distances varied between individuals but also within individuals. When geese were subjected to repeated disturbance, they reacted at a shorter distance on an approaching human. In an undisturbed environment their escape behaviour started earlier. The same difference was exhibited by individuals tested in both environments. A higher food requirement may explain the observed lower sensitivity of family groups compared to geese without juveniles. In a year with high predation pressure and a coinciding lower body condition, geese were less sensitive to disturbance.

Literatur

- BÉLANGER, L. & J. BÉDARD (1990): Energetic cost of man-induced disturbance to staging snow geese. *J. Wildl. Manage.* 54: 36-41.
- FLINT, P. L., K. H. POLLOCK, D. THOMAS & J. S. SEDINGER (1995): Estimating pre fledging survival: allowing for brood mixing and dependence among brood mates. *J. Wildl. Manage.* 59: 448-455.
- KELLER, V. E. (1989): Variations in the response of Great Crested Grebes *Podiceps cristatus* to human disturbance - a sign of adaptation? *Biol. Conserv.* 49: 31-45.
- KELLER, V. E. (1991): The effect of disturbance from roads on the distribution of feeding sites of geese (*Anser brachyrhynchus*, *A. anser*), wintering in north-east Scotland. *Ardea* 79: 229-232.
- KRUCKENBERG, H., J. JAENE & H.-H. BERGMANN (1998): Mut oder Verzweiflung am Straßenrand? Der Einfluß von Straßen auf die Raumnutzung und das Verhalten von äsenden Bless- und Nonnengänsen am Dollart, NW-Niedersachsen. *Natur u. Landschaft* 73: 3-8.
- LIMA, S. L. (1998): Stress and decision making under the risk of predation: recent developments from behavioral, reproductive, and ecological perspective. *Adv. Study Behav.* 27: 215-290.
- LIMA, S. L. & L. M. DILL (1990): Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Can. J. Zool.* 68: 619-640.
- LOONEN, M. J. J. E., K. LARSSON, I. T. VAN DER VEEN & P. FORSLUND (1996): Timing of wing moult and growth of young in Arctic and temperate breeding Barnacle Goose. In: LOONEN, M. J. J. E.: Goose breeding ecology. PhD University of Groningen.
- MADSEN, J. (1985): Impact of disturbance on field utilization of Pink-footed Geese in West Jutland, Denmark. - *Biol. Conserv.* 33: 53-63.
- MADSEN, J. (1995): Impacts of disturbance on migratory waterfowl. *Ibis* 137: 67-74.
- PLATTEEUW, M. & R. J. H. G. HENKENS (1997): Possible impacts of disturbance to waterbirds: individuals, carrying capacity and populations. *Wildfowl* 48: 225-236.
- PROP, J. & T. VULINK (1992): Digestion by Barnacle Geese in the annual cycle: the interplay between retention time and food quality. *Funct. Ecol.* 6: 180-189.
- RIDDINGTON, R., M. HASSALL, S. LANE, P. A. TURNER & R. WALTERS (1996): The impact of disturbance on the behaviour and energy budgets of Brent Geese *Branta b. bernicla*. *Bird Study* 43: 257-268.
- STAHL, J. & M. J. J. E. LOONEN (1998): Effects of predation risk on site selection of barnacle geese during brood rearing. Research on arctic geese, Proceedings of the Svalbard Goose Symposium, Oslo, Norway, 23-26 September 1997 Norsk Polarinst. Skrifter 200: 91-98.
- YDENBERG, R. C. & L. M. DILL (1986): The economics of fleeing from predators. *Advances in the Study of Behaviour* 16: 229-249.