

University of Groningen

Travels in a changing world flexibility and constraints in migration and breeding of the barnacle goose

Eichhorn, Götz

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2008

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):
Eichhorn, G. (2008). Travels in a changing world flexibility and constraints in migration and breeding of the barnacle goose. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Zusammenfassung

Zeit- und Energiemanagement

Alles Leben auf der Erde benötigt Energie und Nährstoffe (im Folgenden auch einfach „Ressourcen“ genannt). Die Effizienz mit der Organismen in der Lage sind diese grundlegenden Ressourcen auszubeuten und zu verwenden, hat direkte Auswirkungen auf ihre individuelle Fitness, also ihr Überleben und ihren Fortpflanzungserfolg. Ressourceansprüche variieren während des jährlichen Zyklus, wobei die Fortpflanzungsperiode eine zentrale Stellung einnimmt, da die Produktion von Nachkömmlingen zusätzliche, und teilweise womöglich sehr spezifische, Ressourcen erfordert. Des Weiteren zeigen die meisten Lebensräume auf unserem Planeten deutliche jahreszeitliche Schwankungen in der Verfügbarkeit von Ressourcen. Als Folge davon unterliegen Organismen einem starken Selektionsdruck, ihre jeweiligen Nahrungsansprüche mit der zeitlich variierenden Verfügbarkeit optimal abzustimmen. Kurzum, um Fitness zu maximieren, ist ein optimales Zeit- und Energiemanagement nötig.

Vor- und Nachteile wandernder Vögel

Die Flugfähigkeiten von Vögeln ermöglichen ihnen Ressourcen über große geographische Entfernungen hinweg zu integrieren. Die Phänologie von Nahrungsressourcen verläuft entlang klimatischer Gradienten und weist damit ein starkes räumlich-zeitliches Muster auf. Zugvögel können davon profitieren. Der sogenannten „green wave“ Hypothese zufolge stimmen arktische Gänse ihren Frühjahrszug in die Brutgebiete ab mit den lokalen Höhepunkten der Nahrungsqualität in aufeinanderfolgenden Rastplätzen entlang des Zugweges. So profitieren sie von stets günstigen Bedingungen (den ersten frischen gut verdaulichen Trieben), um sich reichliche Körpervorräte (besonders Fett und Protein) anzulegen. Diese Körperreserven erlauben es ihnen gegen Ende des Zuges der „Grünen Welle“ voranzueilen, um in den großenteils noch schneebedeckten Brutgebieten mit der Brut so früh zu beginnen, dass der lokale Nahrungshöhepunkt mit dem Schlupf der Jungen zusammenfällt.

Allerdings bringen diese Vorteile des Wanderlebens auch Kosten mit sich. Das Einfügen von Zugperioden in den jährlichen Zyklus kostet extra Zeit und Energie, und erfordert damit wichtige Anpassungen in deren Management. Die Wanderung selbst birgt zusätzliche Gefahren (Erschöpfung, Räuberdruck, Wetter), und schließlich sind die meisten Zugvögel auf ganz spezifische Rastplätze angewiesen. Diese Abhängigkeit macht sie anfällig für Störungen in diesen, oft kleinräumigen, Rastgebieten.

Flexibilität und Grenzen in der Zug- und Brutbiologie der Nonnengans

Diese Dissertation beschäftigt sich mit dem Erwerb und der Nutzung von Nahrungs- und Energieressourcen, sowie der Zeitplanung bei Nonnengänsen *Branta leucopsis* während des Frühjahrszuges und in der Brutzeit. Nonnengänse der hier untersuchten Population überwintern entlang der Wattenmeerküste und ziehen traditionell im Frühjahr zu Rastplätzen an der Ostsee (Gotland, Öland, Estland) und dem Weißen Meer, um schließlich zu ihren russisch-arktischen Brutgebieten an der Barents See im äußersten Nordosten Europas (Nowaja Semlja, Waigatsch, Petschora-Delta) zu gelangen. Diese Population zeigte in den vergangenen Jahrzehnten einige bemerkenswerte Entwicklungen.

1) Seit den 1950er Jahren, als die Winterpopulation nur noch etwa 20000 Individuen zählte, zeigte sie anhaltendes exponentielles Wachstum und zählt derzeit mehr als eine halbe Million Vögel. 2) Seit den frühen 1990er Jahren registrieren wir zunehmend spätere mittlere Abzugszeiten (von bis zu 4 Wochen) aus dem Winterquartier am Wattenmeer für einen zunehmenden Anteil der Vögel. 3) Lange als typischer Brutvogel der hohen Arktis betrachtet, hat sich diese Spezies innerhalb der vergangenen drei Jahrzehnten eine Vielfalt von Bruthabitaten in den gemäßigten Breiten erschlossen und dadurch Entfernungen zwischen Brut- und Wintergebieten von vormals ca. 3500 km beachtlich verkürzt. Seit etwa 20 Jahren hat sich sogar eine im Wintergebiet sesshafte, und schnell wachsende, Brutpopulation etablieren können. Überdies scheint diese südwärts gerichtete Ausdehnung im Widerspruch zu einer vom Treibhauseffekt zu erwartenden Verschiebung nach Norden zu stehen. Diese bemerkenswerten Änderungen werfen Fragen auf über die Flexibilität in der Zeitplanung von Zug- und Brutgeschehen. Sind mit den verschiedenen Zugstrategien unterschiedliche Kosten und Nutzen verbunden? Inwieweit sind die Tiere imstande sich an neue (Brut-) Umgebungen anzupassen?

Obwohl die Bedeutung von Zug und Fortpflanzung als eng ineinander greifende Prozesse mittlerweile viel Beachtung findet, ist es bisher nur selten gelungen, die Zugmuster individueller Tiere auf ihren langen Wanderungen zu registrieren und in direktem Zusammenhang mit Geschehen im Brutgebiet zu setzen. Mit den Studien an Nonnengänsen aus den Brutgebieten in der russischen Arktis versucht die vorliegende Dissertation diese Wissenslücke wohl nicht völlig zu schließen, jedoch ein Stückweit aufzufüllen. Ein anderes zentrales Thema dieser Dissertation befasst sich mit dem intraspezifischen Vergleich bedeutender „life history“ Kennwerte (z.B. Gelegegröße und Überlebensrate) von Vögeln aus der russisch-arktischen Brutpopulation (Barentssee) und aus zwei Populationen in den gemäßigten Breiten

(Ostsee und Nordsee). Aufgrund der unterschiedlichen ökologischen Standortbedingungen in diesen Gebieten erwarten wir unterschiedliche Selektionsdrücke.

In den meisten unserer Studien liegt der Fokus auf dem erwachsenen, fortpflanzungsreifen Weibchen der Nonnengans. Im Zusammenhang mit Zeit- und Ressourcemanagement (vor allem von Körpervorräten) bei der Fortpflanzung kommt dem Gänseweibchen die größte Rolle zu. Außerdem entscheidet bei Gänsen vor allem das Weibchen über die Wahl des Brutplatzes.

Nach einem einleitenden Kapitel (Kap. 1) ist die Dissertation in drei Teile gegliedert und endet mit einer Synthese der Gesamtergebnisse einschließlich einiger Forschungsperspektiven (Kap. 8).

Teil I: Werkzeuge und Techniken

Dieser Teil beschreibt die wichtigsten Techniken, die uns erlaubten individuelle Vögel durch Raum und Zeit zu folgen und ihren Auf- und Abbau von Körpervorräten zu studieren. **Box A** informiert über die zwei Meßsysteme mit denen wir die Zugabläufe individueller Nonnengänse registrierten: Satellitentelemetrie mit implantierten Sendern und „Global Location Sensing“ (GLS) mithilfe von an Beinringen befestigten Datenloggern (die Positionsbestimmung beruht auf der Messung von zeitgenauen Lichtwerten). Im Verlauf der Untersuchungsperiode von 2-3 Jahren ab Zeitpunkt des Anbringens der Geräte fanden wir keinen Unterschied in der Überlebensrate der Träger dieser Apparate im Vergleich zu Vögeln die lediglich mit farbmarkierten Fußringen ausgestattet waren. Weiterhin waren die zeitlichen Abläufe von Zug- und Brutgeschehen bei Vögeln mit und ohne diesen Geräten sehr vergleichbar (Kap. 3 und 4). Wir erachten daher die erhaltenen Messergebnisse als repräsentativ für die untersuchte Population. Diese automatischen Überwachungstechniken wurden von einem umfangreichen Beringungsprogramm ergänzt, das alle drei Studiengebiete (Barents-, Ost-, und Nordsee) einbezog. Somit waren direkte Beobachtungen an individuell markierten Vögeln in den Brut- und Überwinterungsgebieten möglich, die uns wichtige Informationen, wie z.B. zu Überlebensraten, lieferten (Kap. 6).

In **Kapitel 2** kalibrieren und evaluieren wir eine Isotopen-Verdünnungsmethode (gegenüber der direkten Analyse am Kadaver). Eine mit Deuterium Isotopen markierte wässrige Lösung wird dem Tier gespritzt, und nach vollzogener Mischung mit den Wassermolekülen im Körper kann über den Verdünnungsgrad der markierten Moleküle in einer Blutprobe auf die Gesamtmenge an Körperwasser geschlossen werden. Die Menge Körperwasser kann wiederum benutzt werden, um Fett und fettfreie Masse abzuschätzen. Diese Technik erlaubt eine nicht-destruktive Analyse der Körperzusammenstellung und wurde benutzt, um die Ergebnisse in Kapitel 7 und Box D zu versammeln. **Box B** behandelt einige zusätzliche Ergebnisse der direkt am Kadaver gemessenen Zusammenstellung auf Organniveau. Der so ermittelte Wassergehalt im fettfreien Muskelgewebe wurde später für Umrechnungen zwischen Frisch- und Trockengewichten und bei der Schätzung von Protein- und Stickstoffbalancen verwendet (Kap. 7, Box D).

Teil II: Wandern um zu brüten

In 2004 registrierten wir mithilfe der GLS Logger erstmals Zugabläufe von Nonnengänsen auf ihrem Weg ins arktisch-russische Brutgebiet und beschreiben diese in **Kapitel 3**. Die meisten unserer „Loggervögel“ verzogen erstaunlich spät aus ihrem Überwinterungsgebiet, bis zu vier Wochen später im Vergleich zum beobachteten mittleren Abzugsdatum 10 Jahre zuvor. Die Gänse reduzierten ihre Aufenthaltsdauer in den baltischen Rastgebieten gemäß ihrem (verspäteten) Abzug vom Wattenmeer, so dass die am spätesten ziehenden Vögel die traditionellen Rastplätze in der Ostsee gleichsam überflogen, welche in früheren Jahren von der gesamten Population genutzt wurden. Der Abzug aus der Ostsee war jedoch vergleichbar mit früheren Abzugszeiten. Ungeachtet inwieweit individuelle Vögel Gebrauch machten von baltischen Rastgebieten (traditionelle Strategie) oder nicht (neue Strategie), verbrachten sie alle eine bemerkenswert konstante Periode von ca. drei Wochen in arktischen Rastgebieten (vor allem am Dvina Fluss und auf der Halbinsel Kanin) bevor sie schließlich zur Brut schritten.

In **Kapitel 4** erforschen wir die Änderung in der Zugstrategie genauer, unter Benutzung von langjährigen Zählraten zum Frühjahrszug und zu Populationsstärken, und im Verband mit Temperaturdaten. Die mit Hilfe von Loggern und Satellitensendern versammelten Zugdaten aus zwei Jahren (2004-05) geben uns Einsicht in die intraindividuelle Variabilität von Zugabläufen zwischen den Jahren, und ob die alternativen Zugstrategien Auswirkungen auf den Brutbeginn haben. Unsere Studien lassen eine bemerkenswerte Flexibilität im Zugablauf der Nonnengans sehen. Obwohl alle Vögel die gleiche Brutkolonie aufsuchten, waren ihre Abzugszeiten aus dem Wintergebiet über eine Periode von acht Wochen verteilt. Ein Individuum wechselte sogar von der traditionellen zur neuen Strategie (Reduktion oder Verzicht der Rast in der Ostsee zugunsten eines längeren Verbleibs im Wattenmeer), wobei es im zweiten Jahr die Wattenmeerküste 45 Tage später verließ als im Jahr zuvor. Wir vermuten, dass die Gänse mit der neuen Zugstrategie auf verschlechterte Bedingungen durch erhöhte Nahrungskonkurrenz in den baltischen Rastplätzen reagieren. Einem analytischen Rechenmodell aus der Flugmechanik zufolge sollten die Gänse die neue Strategie bevorzugen sobald die „fuel deposition rates“ (Zunahmeraten von Körpervorräten) in der Ostsee im Vergleich zum Wattenmeer unter 88% fallen. Bisher können wir keine negativen Auswirkungen auf die Fortpflanzungschancen der Gänse die der neuen Strategie folgten entdecken. So war der Beginn der Eiablage (ein wichtiger Einflussfaktor des Bruterfolges) unabhängig vom Abzugsdatum aus dem Wintergebiet. Außerdem wuchs der Anteil der Vögel mit der neuen Strategie stetig in den letzten 15 Jahren, während die gesamte („flyway“) Population ein ungebrochenes exponentielles Wachstum zeigte. Offenbar haben es die Gänse durch Änderungen in Platz- und (Nahrungs-) Habitatwahl geschafft, sich optimal über die im gesamten Nord-Ostsee-Raum verfügbaren Ressourcen zu verteilen, um somit dem Sättigungsproblem der baltischen Rastplätze auszuweichen.

Kapitel 5 bespricht die Bedeutung der auf Frühlingsrastplätzen angelegten Nahrungs- und Energiereserven für die Fortpflanzung bei arktischen Gänsen. Wir

betonen die Notwendigkeit ausreichender Körpervorräte für die Bebrütungsperiode, welche die (zusätzlichen) Ressourcen für die Produktion des Geleges bei Weitem übersteigen. Diese totalen Brutkosten können über die Nahrungsaufnahme in den Brutgebieten allein nicht gedeckt werden, sondern müssen zu einem erheblichen Teil von Körpervorräten geliefert werden, die zuvor auf Frühlingsrastplätzen angelegt wurden.

Teil III: Warum wandern um zu brüten: ein Nord-Süd-Vergleich

Schwerpunkt in **Kapitel 6** bilden das Timing der Fortpflanzungsperiode und der Fortpflanzungserfolg. Die Nonnengänse im Nord- und Ostseeraum brüten 6 bis 7 Wochen früher als ihre Artgenossen in der Arktis. Wir zeigen, dass für die meisten der arktischen Vögel die Brutzeit zusammenfällt mit der Periode in der die meisten Jungen produziert werden, wohingegen die meisten der Brutvögel im Nord- und Ostseeraum noch stets zu spät brüten, um maximalen Fortpflanzungserfolg zu erzielen. Letztere scheinen an die neuartige (südliche) Brutumgebung noch nicht völlig angepasst zu sein, beziehungsweise stoßen an Grenzen, die ihnen ein optimales Anpassen erschweren oder gar unmöglich machen. Auf der anderen Seite ist die Überlebensrate von Jungtieren bis zur Ankunft im Überwinterungsgebiet viel geringer bei den arktischen Vögeln, was das Risiko der Wanderung verdeutlicht.

Während der Bebrütungsphase ist die Nahrungsaufnahme beim Weibchen stark eingeschränkt. Dann zehrt es zu einem großen Teil von Körpervorräten, muss aber regelmäßige Bebrütungspausen einlegen, um für zusätzliche Nahrungszufuhr zu sorgen. In **Box C** untersuchen wir Häufigkeit und Dauer dieser Bebrütungspausen für Weibchen der niederländischen Brutkolonie. Außerdem zeigen wir, dass die niederländischen Gänse, trotz des wärmeren Klimas, insgesamt weniger Zeit mit Bebrütungspausen zur Nahrungsaufnahme zubringen als ihre Artgenossen von der Barentssee. **Kapitel 7** beschäftigt sich mit der Ressourcennutzung während der Fortpflanzung. Die Nonnengänse aus den südlichen Brutkolonien haben eine größere Körpermasse zu Beginn der Bebrütungsphase, verbrauchen aber bis zum Schlupf der Jungen auch mehr von ihren Körpervorräten als Brutvögel aus der Arktis. Der höhere Verlust an Körpermasse bei den Vögeln im Süden ist dem Abbau von Proteinen zuzuschreiben, wohingegen die verbrauchte Menge Körperfett ähnlich groß war wie bei den arktischen Brutvögeln. Ein Vergleich von Ei- und Gelegegröße zwischen drei Brutpopulationen weist auf einen geographisch gegenläufigen Trend hin: während die Größe der Eier von Norden nach Süden abnimmt, nimmt die Gelegegröße zu. Wahrscheinlich profitieren die südlichen Brutvögel von geringeren Transportkosten (arktische Vögel müssen Körpervorräte aus dem Süden mit sich nehmen) und einer größeren Nahrungsverfügbarkeit zu Beginn der Brutzeit, wodurch sie in der Lage sind mehr Eier zu legen.

Früheren Untersuchungen zufolge wird angenommen, dass Gräser der landwirtschaftlichen Grünlandflächen, die von Gänsen zunehmend genutzt werden, den Vögeln eine schlechtere Nährstoffzusammensetzung bieten als Futterpflanzen in ihrem natürlichen Habitat (den Salzgraswiesen), mit negativen Folgen für den

Aufbau von Körpervorräten und schließlich den Bruterfolg. In **Box D** wird der Aufbau von Körperreserven während der Frühlingsrast untersucht für Nonnengänse, die intensiv bewirtschaftetes Grünland oder natürliche Salzgraswiesen als vornehmliches Nahrungshabitat nutzen. Die Gänse aus diesen zwei Habitaten unterschieden sich nicht in ihrer Körperzusammenstellung. Ein beachtlicher Teil der zugelegten Körpermasse bestand aus Protein (24-33% der Körperfrischmasse).

In **Kapitel 8** integriere ich, gestützt von zusätzlichen Informationen, Ergebnisse und Schlussfolgerungen der vorangehenden Kapitel. Dem Erwerb von Körpervorräten wird dabei besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Vieles weist daraufhin, dass Nonnengänse während der Frühlingsrast im Wattenmeergebiet (einschließlich der küstennahen Binnenlandrastgebiete) die Rate des Aufbaus von Körpervorräten in den letzten Jahrzehnten deutlich erhöhen konnten. In der Diskussion rund um die Futterqualität von landwirtschaftlichen Grünlandflächen gegenüber natürlichen Salzgraswiesen stellt die unterschiedliche Stickstoffrückhaltung bei Gänsen in diesen Nahrungshabitaten ein noch weitgehend ungelöstes Problem dar. Die Idee einer unterschiedlichen Zusammensetzung an Aminosäuren in den jeweiligen Futterpflanzen erweist sich allerdings als unwahrscheinliche Erklärung für die beobachteten Unterschiede.

Die Nonnengans, mit ihren rezent über große Breiten hinweg etablierten Brutpopulationen, könnte ein vielversprechendes Modellsystem für mehr Forschung zu den Mechanismen der Anpassung an neue Lebensräume bieten. Ein tieferes Verständnis davon ist dringend nötig, um einschätzen zu können inwieweit Organismen in der Lage sind mit den Herausforderungen des globalen Wandels zurechtzukommen.