



Pleisterplaatsen van geloggerde Kleine Zwanen

Kleine Zwaan met halsband met ingebouwde GPS-logger.
Bewick's Swan with neck collar with built in GPS logger.
 (foto Tom Kruissink)

Bepalen welke gebieden de belangrijkste pleisterplaatsen van trekvogels zijn, gebeurt doorgaans aan de hand van getelde aantallen. Nu we individuele vogels met *high-tech* middelen op hun trek kunnen volgen, kunnen we ook vanuit het perspectief van de vogels kijken. Dit opent de mogelijkheid om te bepalen welke plaatsen het meest en/of het langst door gezenderde of geloggerde vogels worden bezocht. Het voordeel van deze methode is dat voor mensen slecht toegankelijke plaatsen niet ondervertegenwoordigd raken in de waarnemingen. Hier illustreren we deze methode met gegevens van met GPS-loggers uitgeruste Kleine Zwanen.

Bart Nolet, Andrea Kölzsch, Kees Oosterbeek & Peter de Vries

Kleine Zwanen *Cygnus bewickii* trekken heen en weer tussen hun overwinteringsgebied in de landen rondom de Noordzee en hun broedgebied in de Europees-Russische toendra. De relatief grote vogels kunnen deze afstand (ca. 3500 km) niet in één keer afleggen, maar hebben op hun weken- tot maandenlange reis meerdere pleisterplaatsen nodig om bij te tanken (Beekman *et al.* 1996). Tijdens een groot deel van de trek foerageren Kleine Zwanen op waterplanten (Beekman *et al.* 1991). Paartjes trekken samen (Rees 1987).

De najaarstrek verloopt sneller dan de voorjaars trek. In de periode 1993-2003 bleken met PTT-satellietzenders uitgeruste Kleine Zwanen de Dwinabaai in de Witte Zee in het najaar over te slaan, terwijl ze daar in het voorjaar twee weken pleisterden (Beekman *et al.* 2002, Rees 2006). Een mogelijke verklaring is dat de waterplanten in de Dwinabaai door getijdewerking slechts ongeveer 12 uur per dag voor de zwanen beschikbaar zijn (Nolet *et al.* 2001), terwijl de vogels in de noordelijker gelegen Korovinskayabaai in de Petsjoradelta 24 uur per dag kunnen foerageren (Klaassen *et al.* 2010). De zwanen zijn daarom uiteindelijk sneller af wanneer ze in het



Figuur 1. Aanduiding van in de tekst gebruikte geografische namen. *Geographical names used in the text.*

najaar wat langer in de Korovinskajabaai blijven hangen, om zo vet te worden dat ze de Dwinabaai kunnen overslaan (Beekman *et al.* 2002).

Afgaande op watervogeltellingen liggen de belangrijkste pleisterplaatsen van Kleine Zwanen langs de Elbe (Wahl & Degen 2009), in Estland (Luigujõe *et al.* 1996), in de Dwina-baai (Nolet *et al.* 2001) en in de Korovinskajabaai in Noord-Rusland (Rees *et al.* 1997). Gezien de verspreiding van vogeltellers is het onwaarschijnlijk dat er in het zuidelijk deel van de trekroute belangrijke plekken zijn gemist, maar voor het noordelijk deel is dit niet ondenkbaar. Hier rapporteren we over de meest en/of langst gebruikte pleisterplaatsen van met GPS-loggers gevolgde Kleine Zwanen en vergelijken die met de door tellingen geïdentificeerde pleisterplaatsen.

METHODEN

In december 2010 en januari 2011 werden nabij Wieringerwerf NH, Zonnemaire Z en Loosbroek NB in totaal 30 Kleine Zwanen gevangen met kanonnetten. Om het risico te verkleinen dat twee vogels van eenzelfde paar met GPS-loggers werden uitgerust, werden de vogels cloacaal geseukt. Er werd ook een bloedmonster genomen om de seksebepaling met moleculaire methoden te verifiëren. In totaal werden 13 adulte vogels uitgerust met een halsband met ingebouwde GPS-datalogger (totaalgewicht 75 g; Madebytheo, Nijmegen; zie foto). Uit een vooraf uitgevoerde proef bleek dat Kleine

Zwanen met deze halsbanden aanvankelijk meer tijd aan poetsen besteedden, maar na vier weken verschilden hun gedrag niet meer van dat van individuen zonder logger (Nuijten *et al.* 2014). De loggers sloegen een jaar lang acht maal per dag GPS-locaties ('peilpunten') van de zwanen op (en daarna eenmaal per dag tot de batterij was uitgewerkt). De GPS-posities waren behoorlijk nauwkeurig; de gemiddelde afwijking ten opzichte van een DGPS-positie was 3,6 m (Nuijten *et al.* 2014).

De zwanen konden de volgende winter worden opgespoord dankzij vrijwillige waarnemers, die hun observaties van Kleine Zwanen op een speciale website (<http://www.geese.org>) invoerden. De zwanen met de halsbandloggers werden opgezocht en wanneer de vogel binnen 400 m afstand was, kon een draadloze (*bluetooth*) verbinding tot stand worden gebracht. Het was alleen op enkele voorgeprogrammeerde tijden per dag mogelijk om contact te leggen met de halsbanden, en het was dus zaak om op precies dat moment de verbinding te leggen om de gegevens binnen te halen. In totaal werd van zeven zwanen (allemaal vrouwtjes) een jaarrondtraject (januari-december 2011) verzameld, één van de vangst in Wieringerwerf en zes van de vangst in Zonnemaire.

Om de ligging van belangrijke pleisterplaatsen te visualiseren zijn zogenaamde 'hittekaarten' gemaakt. Hiertoe werd allereerst het jaar verdeeld in de periode januari t/m juni respectievelijk juli t/m december, om onderscheid te kunnen maken tussen de gebieden die tijdens de voorjaars- en

najaarstrek worden gebruikt. De gegevens worden weergegeven als een hittekaart over het aantal peilpunten. Eerst wordt een zogenaamde *image convolution kernel* gecreëerd met een Gaussische filter en vervolgens wordt deze gevisualiseerd (*AnyTrack* 0.11; Noldus Information Technology, Wageningen). De veel of lang bezochte plaatsen komen op de kaart naar voren als rood tot geel gekleurde plekken ('hotspots'). Dit zijn plekken waar relatief veel peilpunten liggen (waarbij geen onderscheid wordt gemaakt tussen veel peilpunten van enkele individuen of enkele peilpunten van veel individuen). Er werd geen poging gedaan om peilpunten tijdens het vliegen uit te sluiten, omdat dit het beeld nauwelijks veranderde (resultaten niet getoond). Dit komt doordat dergelijke peilpunten weinig voorkomen: slechts 1.1% van de peilpunten had een snelheid ten opzichte van het vorige peilpunt van >34 km/uur, dat wil zeggen de helft van de normale vliegsnelheid (Clausen *et al.* 2002).

RESULTATEN

Alle vogels vlogen via Estland naar hun broedgebieden, die lagen op het eiland Kolgujev, op het schiereiland Russkii Zavorot en het zuidelijke eiland van Nova Zembla (figuur 1). Eén vogel nam de meer noordelijke route via Denemarken en Zuid-Zweden naar Estland. Na Estland vlogen de vogels via korte stops in de Finse Golf en langs het Ladogameer snel door Karelië om vervolgens in de Dwinabai in de Witte Zee te pleisteren (vijf van de zeven vogels) (figuur 2a).

De hittekaart voor het voorjaar geeft duidelijke hotspots in Duitsland (het Eemsland en Neder-Elbe/Sleeswijk-Hol-

stein) en verderop in Estland (figuur 2b). Daartussen liggen minder duidelijke hotspots in land(strek)en grenzend aan de Oostzee, zoals Mecklenburg-Vorpommern, Polen, Litouwen en Letland. Met enige moeite kan ook een verblijf in de zuidelijker gelegen Finse Golf en langs het Ladogameer en in de noordelijker gelegen Tsjeskajabai worden onderscheiden. Niet al deze hotspots worden door alle individuen aangedaan (vergelijk figuur 2a en b).

In het najaar verbleven vijf van de zeven vogels in de Korovinskayabai. Daarna vlogen ze allemaal snel door Archangelsk Oblast en Karelië naar de Baltische Staten, met een korte tussenstop in de Tsjeskajabai (drie vogels), in de Dwinabai (twee) of in de Onegabai (twee) (figuur 3a). Na de Baltische Staten vlogen de meeste vogels vrij snel door naar hun overwinteringsgebied.

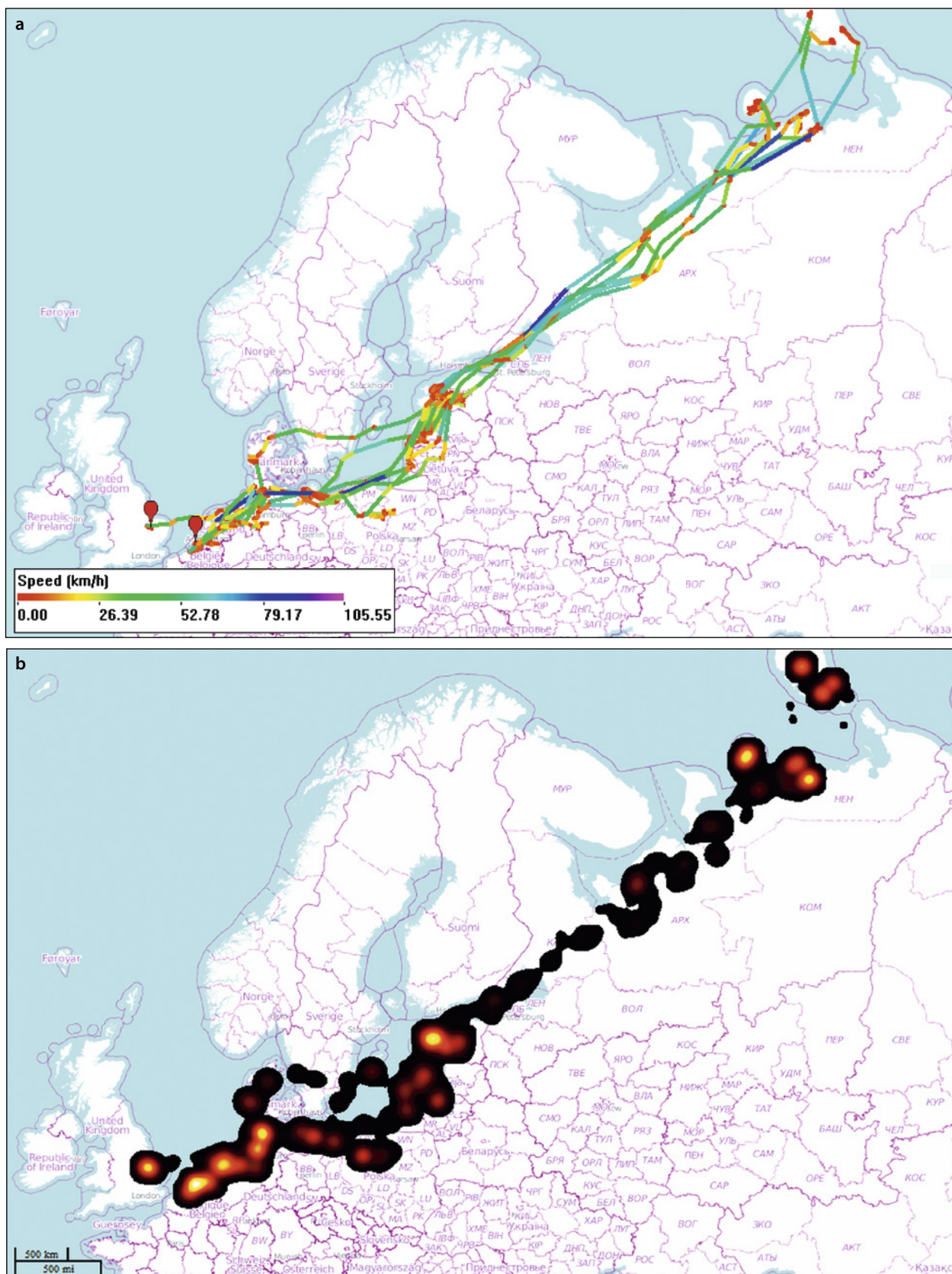
De hittekaart van het najaar vertoont in grote lijnen hetzelfde patroon als in het voorjaar (figuur 3b). Voorafgaand aan de oversteek van de omgeving van de broedgebieden verblijven de vogels met name in de Korovinskayabai. De eerstvolgende hotspot ligt in Estland en Letland en de tweede langs de Midden-Elbe. In Nederland is het Veluwemeer de belangrijkste hotspot.

DISCUSSIE

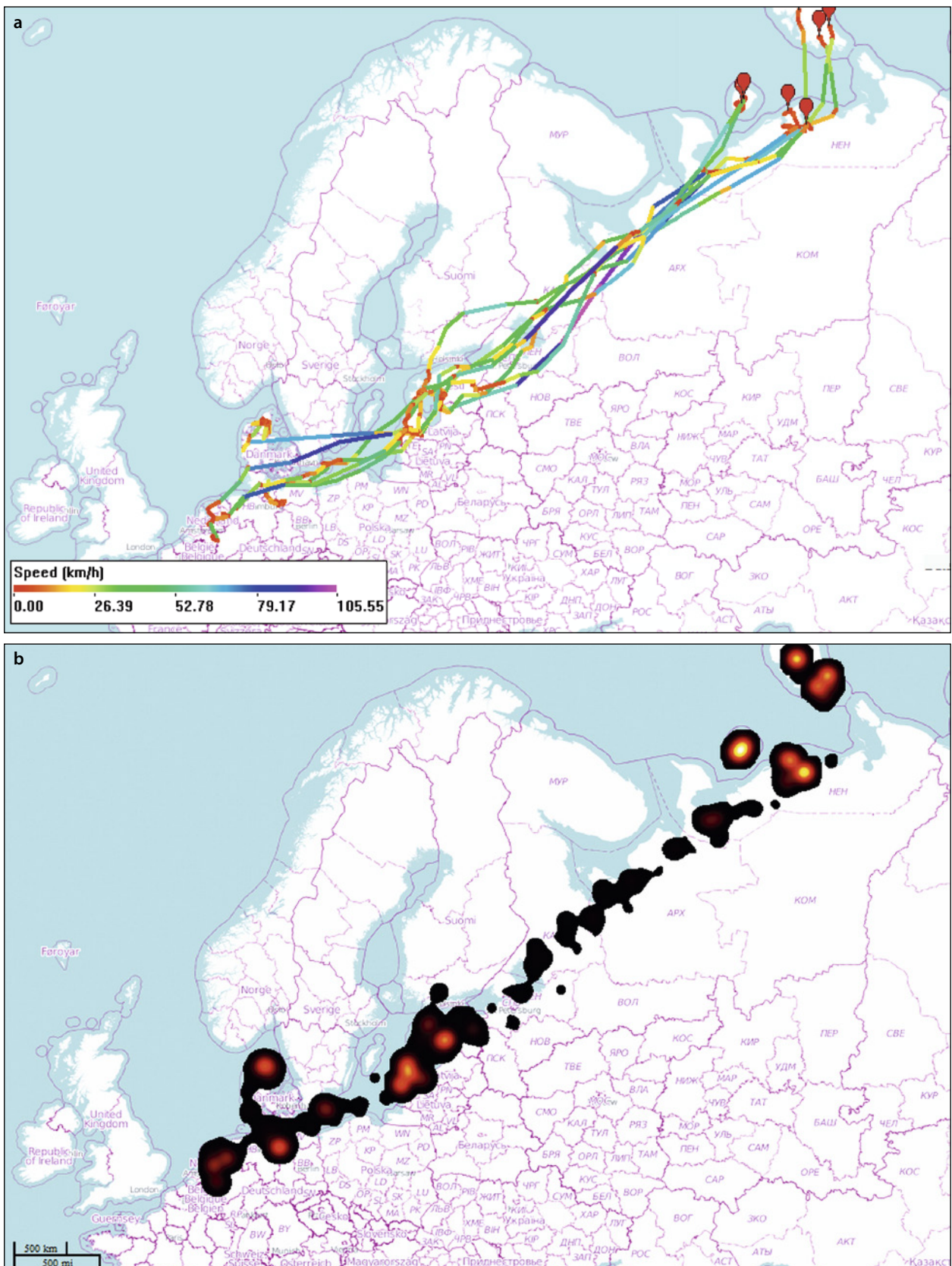
We geven hier een voorbeeld van hoe de belangrijkste pleisterplaatsen kunnen worden bepaald aan de hand van peilpunten van gezenderde of geloggerde trekvogels. Er treedt een potentieel probleem op bij de interpretatie van hittekaarten wanneer het peilschema variabel is of wanneer niet



Vangst van gemengde groep van Kleine en Wilde Zwanen in Loosbroek NB. Catch of a mixed group of Bewick's and Whooper Swans in Loosbroek, Noord-Brabant.



Figuur 2. (a) Routes afgelegd door zeven met GPS-loggers uitgeruste Kleine Zwanen in januari-juni 2011, gekleurd naar snelheid. Rode markeringen zijn startpunten. (b) Hittekaart van locaties (pleisterplaatsen) van deze vogels; de intensiteit van peilpunten van de zwanen neemt toe van zwart via rood tot geel. (a) Routes travelled by seven Bewick's Swans with GPS loggers in the first half of 2011, coloured by speed. Red marks are starting points. (b) Heat map of their (stopover) sites; intensity of fixes of swans increases from black through red to yellow.



Figuur 3. Routes (a) en hittekaart (b) van de pleisterplaatsen van dezelfde zeven met GPS-loggers uitgeruste Kleine Zwanen uit figuur 2, nu in juli-december 2011. Routes (a) and heat map (b) of stopover sites of the same seven swans as in figure 2, in the second half of 2011.

alle plaatsbepalingen slagen. We hebben in dit voorbeeld alleen gebruik gemaakt van de Kleine Zwanen die in 2010/11 zijn geloggerd, omdat van deze vogels consequent acht maal per dag de positie werd opgeslagen. Het slagingspercentage van de peilingen was bovendien hoog (gemiddeld $84.8\% \pm SE 1.4\%$). In veel gevallen kiest men voor een variabel peilschema (minder peilpunten in sommige maanden dan in andere) om de batterij te sparen. Om toch een realistische vergelijking tussen plekken te verkrijgen, zou men uiteraard voor alle maanden de minimale peilfrequentie kunnen hanteren (bijv. één peilpunt per dag), maar hiermee gaat veel informatie verloren. Bij de uiteindelijke versie van de software (*TrackLab*) zal er bij het maken van de hittekaart ook een optie zijn om de tijdspanne tussen opeenvolgende peilpunten mee te laten wegen. Dat maakt dit probleem minder nijpend.

Hoeveel vogels men moet volgen om een representatief beeld van de pleisterplaatsen te verkrijgen is op dit moment moeilijk te zeggen. Met bovengenoemde optie zouden wij bijvoorbeeld ook de succesvolle trajecten uit het seizoen 2006/07 (N=3) en 2009/10 (N=5), met een variabel aantal van 1-2 respectievelijk 2-4 peilpunten per dag, in de analyse mee kunnen nemen. We verwachten niet dat dit het algemene patroon zal veranderen, maar het beeld zal wel vollediger zijn omdat er ook vogels bij zitten die een iets oostelijker route over land naar de broedgebieden volgden.

De pleisterplaatsen geïdentificeerd op basis van peilpunten van geloggerde vogels komen goeddeels overeen met die bepaald middels tellingen (Rees 2006). De enige niet eerder geregistreerde pleisterplaats van enig belang is de Tsjeskajabaai. Deze ligt in een afgelegen uithoek van Noord-Rusland en dit illustreert meteen de aanvullende informatie die met geloggerde vogels verkregen kan worden. Een belangrijk verschil is verder het belang dat wordt toegekend aan de Dwinabaai in de Witte Zee. Deze plek wordt door een aanzienlijk deel van de populatie aangedaan (32-60%, Nolet *et al.* 2001; vijf van de zeven vogels in deze studie), maar de verblijfsduur is er slechts kort (1-6 dagen; gemiddeld $3.1 \pm SE 1.0$ dagen, N=5), waardoor de plek op de hittekaart minder prominent is. Met PTT-satellietzenders gevolgd Kleine Zwanen pleisterden in het voorjaar twee weken in de Dwinabaai (Beekman *et al.* 2002, Nolet *et al.* 2001), maar op grond van een vergelijking van inkomende en ter plaatse aanwezige aantallen Kleine Zwanen was ook al voor de jaren negentig een kortere verblijfsduur van 1-6 dagen berekend (Nolet & Drent 1998). We kunnen natuurlijk niet uitsluiten dat een dergelijk kort verblijf voor de Kleine Zwanen toch van groot belang is om succesvol te broeden (Nolet & Drent 1998). Wat het najaar betreft bevestigen onze peilgegevens (verblijfsduur 0-2 dagen; gemiddeld $0.8 \pm SE 0.8$, N=2) de conclusie van Beekman *et al.* (2002) dat de Dwinabaai dan meestal wordt overgeslagen. Opvallend genoeg werd de Dwinabaai in het najaar juist

(kort) bezocht door die twee individuen die de baai in het voorjaar niet hadden aangedaan.

Estland blijft naar voren komen als de belangrijkste springplank op de route van en naar de broedgebieden. Dit gebied wordt ook intensief gebruikt door Knobbelswanen *Cygnus olor* en Wilde Zwanen *Cygnus cygnus* (Luiguijõe *et al.* 2002). Beide soorten zijn in de laatste twee decennia flink in aantal toegenomen (Wahl & Degen 2009). Dit staat in schril contrast met de populatie Kleine Zwanen, die na een piek in het midden van de jaren negentig van de vorige eeuw inmiddels weer is gehalveerd tot het populatieniveau van het midden van de jaren tachtig (Rees & Beekman 2010). Het ligt voor de hand dat voor Kleine Zwanen de concurrentie met de andere zwanensoorten sterk is toegenomen, door een directe of indirecte (Hidding *et al.* 2009) vermindering van het aanbod aan waterplanten. In het licht van de snelle afname van de populatie Kleine Zwanen lijkt nader onderzoek hiernaar van belang (Hidding *et al.* 2010).

DANKWOORD

We danken Willemijn Beulink, Thijs de Boer, Symen Deuzeman, Nicole Feige, Erik Kleyheeg, Cynthia Lange, Rascha Nuijten, Coco Teheux, Wim Tjisen en alle vrijwilligers voor het vangen en uitlezen van de zwanen. Onze speciale dank gaat uit naar alle waarnemers die hun zwanenobservaties in *geese.org* hebben ingevoerd of die ons op andere wijze naar de geloggerde zwanen hebben gebracht. Dank aan Theo Gerrits voor het vervaardigen van de loggers en zijn technische ondersteuning, Bethany Hoye voor het overdragen van haar ervaringen, Jacintha van Dijk voor het organiseren van de monsterspullen en Noldus Information Technology voor het gebruik van de beta-versie van AnyTrack. Raymond Klaassen en Tamar Lok leverden nuttig commentaar op een eerdere versie van het manuscript. Het onderzoek werd gefinancierd door het KNAW Strategiefonds, het Schure-Beijerinck-Popping fonds en het FP7 van de Europese Unie (GSA 277679-2). Goedkeuring werd verkregen van de Dierexperimentencommissie van de KNAW (DEC protocollen N10010.08 en N10010.11) en het Ministerie van ELI (onthefing FF/75A/2010/068a).

LITERATUUR

- Beekman J.H., P. Berthold, E. Nowak E. & U. Querner 1996. Implementation of satellite tracking in studying migration of *Anatidae*: an overview and a case study. *Gibier Faune Sauvage* 13: 157-176.
- Beekman J.H., B.A. Nolet & M. Klaassen 2002. Skipping swans: fuelling rates and wind conditions determine differential use of migratory stopover sites of Bewick's Swans *Cygnus bewickii*. *Ardea* 90:437-460.
- Beekman J.H., M.R. van Eerden & S. Dirksen 1991. Bewick's Swans *Cygnus columbianus bewickii* utilising the changing resource of *Potamogeton pectinatus* during autumn in the Netherlands. *Wildfowl*, Supplement 1: 238-248.

- Clausen P., B.A. Nolet, A.D. Fox & M. Klaassen 2002. Long-distance endozoochorous dispersal of submerged macrophyte seeds by migratory waterbirds in northern Europe - a critical review of possibilities and limitations. *Acta Oecologica* 23:191-203.
- Hidding B., E.S. Bakker, F. Keuper, T. de Boer, P.P. de Vries & B.A. Nolet 2010. Differences in tolerance of pondweeds and charophytes to vertebrate herbivores in a shallow Baltic estuary. *Aquatic Botany* 93:123-128.
- Hidding B., B.A. Nolet, T. de Boer, P.P. de Vries & M. Klaassen 2009. Compensatory growth in an aquatic plant mediates exploitative competition between seasonally tied herbivores. *Ecology* 90:1891-1899.
- Klaassen M., H.H. Hangelbroek, T. de Boer & B.A. Nolet 2010. Insights from the eco-physiological book of records: Bewick's swans outperform the canonical intake-maximizing vertebrate. *Oikos* 119:1156-1160.
- Luigujõe L., A. Kuresoo, J. Keskpaik, A. Ader & A. Leito 1996. Migration and staging of the Bewick's Swan (*Cygnus columbianus bewickii*) in Estonia. *Game and Wildlife* 13: 451-461.
- Luigujõe L., A. Kuresoo & A. Leivits 2002. Numbers and distribution of Whooper Swans breeding, wintering and on migration in Estonia, 1990-2000. *Waterbirds* 25, Suppl. 1: 61-66.
- Nolet B.A., V.A. Andreev, P. Clausen, M.J.M. Poot & E.G.J. Wessel 2001. Significance of the White Sea as a stopover for Bewick's Swans *Cygnus columbianus bewickii* in spring. *Ibis* 143:63-71.
- Nolet B.A. & R.H. Drent 1998. Bewick's Swans refuelling on pondweed tubers in the Dvina Bay (White Sea) during their spring migration: first come, first served. *Journal of Avian Biology* 29:574-581.
- Nuijten R.J.M., A. Kölzsch, J.A. van Gils, B.J. Hoyer, K. Oosterbeek, P.P. de Vries, M. Klaassen & B.A. Nolet 2014. The exception to the rule: re-treating ice front makes Bewick's swans *Cygnus columbianus bewickii* migrate slower in spring than in autumn. *Journal of Avian Biology* 45: 113-122.
- Rees E. 2006. *Bewick's Swan*. T. & A.D. Poyser, London.
- Rees E.C. 1987. Conflict of choice within pairs of Bewick's swans regarding their migratory movement to and from the wintering grounds. *Animal Behaviour* 35: 1685-1693.
- Rees E.C. & Beekman J. H. 2010. Northwest European Bewick's Swans: a population in decline. *British Birds* 103: 640-650.
- Rees E.C., J.M. Bowler & J.H. Beekman 1997. *Cygnus columbianus* Bewick's Swan and Whistling Swan. In Ogilvie, M. A. (ed), *Birds of the Western Palearctic Update*. vol 1 (2). Oxford University Press, Oxford, pp. 63-74.
- Wahl J. & A. Degen 2009. Rastbestand und Verbreitung von Singschwan *Cygnus cygnus* und Zwergschwan *C. bewickii* im Winter 2004/05 in Deutschland. *Vogelwelt* 130:1-24.

Bart A. Nolet, Andrea Kölzsch & Peter P. de Vries, Afdeling Dierecologie en Projectgroep Bewegingsecologie, Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW), Postbus 50, 6700 AB Wageningen; b.nolet@nioo.knaw.nl
Kees Oosterbeek, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen

Stopover sites of Bewick's Swans *Cygnus bewickii* identified with GPS loggers

In the classical approach, counts are used to designate sites as important stopovers of migratory birds. Now that individual birds can be tracked on migration by high-tech means, we can also determine which sites are visited most often and/or for the longest periods by tagged birds. The advantage of this alternative method is that remote places will not be underrepresented. Here we illustrate this method with data of Bewick's Swans *Cygnus bewickii* carrying GPS loggers. In winter 2010/11 a total of 30 Bewick's Swans were caught with cannon nets. Of these, 13 adult females were equipped with neck collars with built-in GPS data-logger (75 g in total), which logged GPS locations (<5 m accurate) eight times a day. Upon returning the next winter, these swans were traced with the help of volunteer observers, and the data downloaded via blue-tooth connection. In total, seven year-round

tracks were obtained. A heat-map of the first half of the calendar year revealed clear hotspots in Germany (Emsland and Lower-Elbe/Schleswig-Holstein) and in Estonia, and a smaller one in the Dvina Bay of the White Sea (Fig. 2). A heat-map of the second half of the year showed a hotspot in the Korovinskaya Bay in northern Russia, and in Estonia and Latvia, and further on along the Middle Elbe and in the Netherlands (Veluwemeer, Fig. 3).

In general, these stopovers are in close agreement with those determined using the classical approach, the exception being the Dvina Bay (White Sea). This site is visited by a large proportion of the population, but stopover duration is only short. Estonia is borne out to be the major spring board to the breeding grounds in northern Russia.