



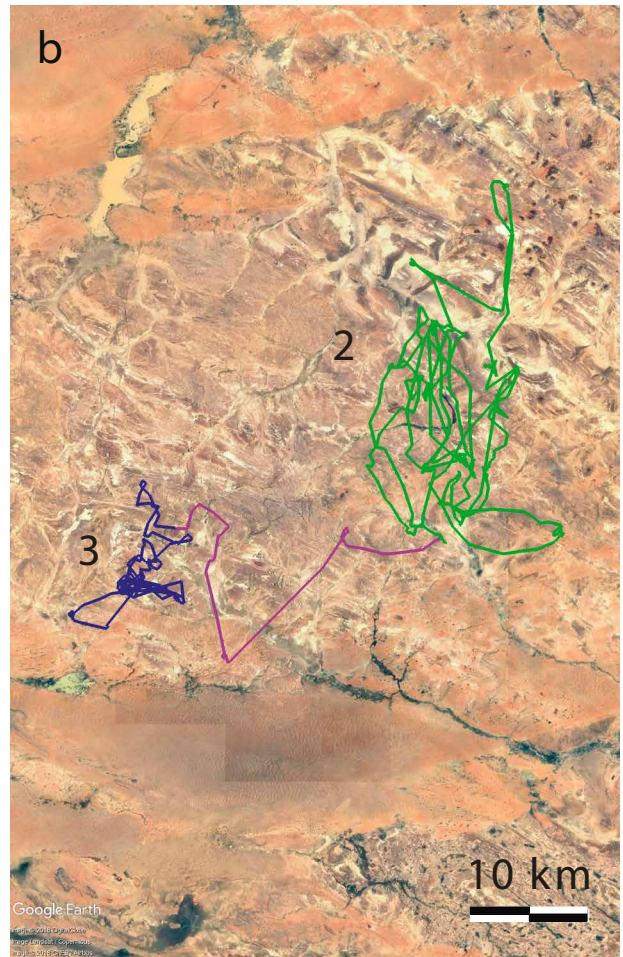
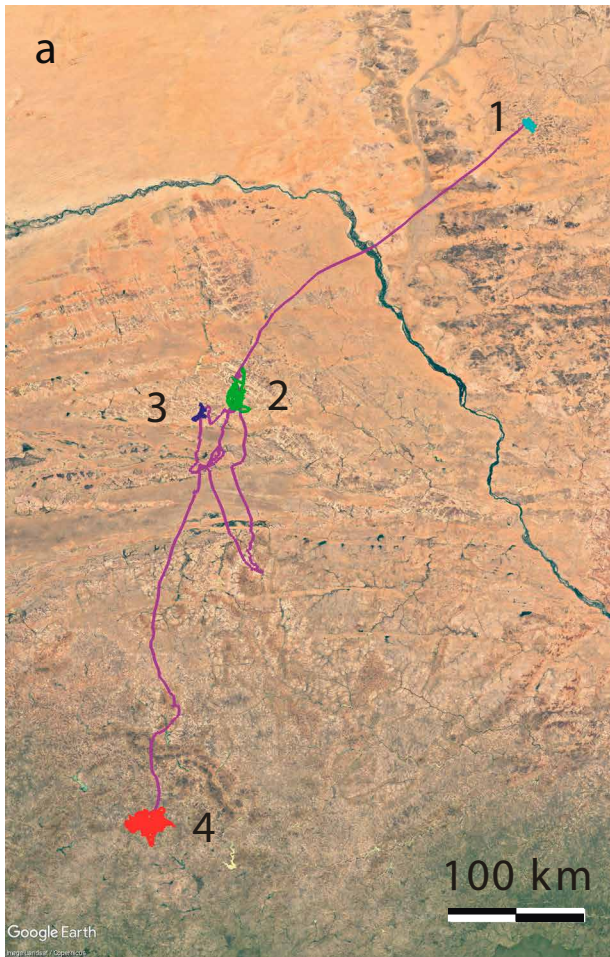
Het leven van de Grauwe Kiekendief in de Sahel in kaart gebracht door een combinatie van high-tech GPS-loggeronderzoek en ouderwets veldwerk

Man Grauwe Kiekendief in Niger waar sprinkhanen een belangrijke prooi vormen, 11 januari 2006 (foto: Hans Hut). *Male Montagu's Harrier in Niger where Locusts are an important food source.*

We kennen Grauwe Kiekendieven in Nederland tegenwoordig vooral van de grootschalige akkerbouwgebieden in Oost-Groningen en Flevoland. Met kunst en vliegwerk wordt een fragiele broedpopulatie hier in stand gehouden. Echter, de Grauwe Kiekendief verblijft slechts drie tot vier maanden per jaar in Nederland. De meeste tijd brengen ze door in hun Afrikaanse overwinteringsgebieden. Om de soort te behouden moet je dus eigenlijk ook de omstandigheden en bedreigingen daar kennen. Door de kiekendieven achterna te reizen kon hun leven in de Sahel onderzocht worden.

Almut Schlaich & Raymond Klaassen

Populatieregulatie zit bij trekvogels ingewikkeld in elkaar, omdat ze gedurende het jaar van meerdere gebieden gebruik maken. Deze gebieden liggen vaak ver uit elkaar en kunnen sterk in landschap en omstandigheden verschillen (Newton 2008). In theorie is een populatie stabiel als de sterfte tijdens de winter gelijk is aan het broedsucces minus de sterfte tijdens de zomer (Sutherland 1996). Op deze manier kunnen populaties door zowel factoren in het broedgebied als factoren in het overwinteringsgebied beperkt worden (Sutherland 1996, Newton 2008). Zo werd er b.v. in de jaren negentig een verband gelegd tussen de hoeveelheid regenval in de Sahel en de overleving van Grasmussen *Sylvia communis* en Rietzangers *Acrocephalus schoenobaenus* in Engeland (Baillie & Peach 1992). Dit was een duidelijk bewijs voor het idee dat ook de omstandigheden in het overwinteringsgebied populaties kunnen beperken. Sinds de *Great Drought* (1972-1992) hebben soorten als de Rietzanger en Grasmus zich hersteld en lijkt er een verschuiving plaats te hebben gevonden van populatielimitatie in de winter naar populatielimitatie in het broedgebied (Zwarts *et al.* 2009, Both *et al.* 2010, Vickery *et al.* 2014).



Figuur 1. (a) Voorbeeld van de bewegingen van een Grauwe Kiekendief mannetje gedurende de winter. Deze vogel, 'Elzo' geheten, gebruikte vier verschillende gebieden. In (b) is ingezoomd op gebied 2 en 3, wat laat zien dat de tracks niet overlappen, en dus dat we van twee verschillende gebieden kunnen spreken (in dit geval weliswaar relatief dicht bij elkaar gelegen). *Example of the winter movements of a male Montagu's Harrier named Elzo. This particular bird used four different sites. There was no overlap in movement between sites 2 and 3 thus we consider this as two different wintering sites (despite the short distance between these sites).*

Tegenwoordig lijken juist de soorten die zuidelijker overwinteren, in beboste savanne, het slechter te doen (Johnston *et al.* 2016). Dit valt niet duidelijk terug te voeren op klimaat (droogte), maar heeft waarschijnlijk te maken met grootschalige veranderingen in het landgebruik in Afrika. In West-Afrika is 90% van de tropische bossen verdwenen, zijn de overgebleven stukken sterk gefragmenteerd en gedegradeerd en ook is de veedichtheid sterk toegenomen (Zwarts *et al.* 2009). Tegelijkertijd is het areaal aan landbouwgrond ten zuiden van de Sahel met 57% gestegen (Brink & Eva 2009). Deze veranderingen zijn te wijten aan de snelle bevolkingsgroei. Waar er in 2013 zo'n 100 miljoen mensen in de Sahel leefden, is de voorspelling dat dit in 2050 tot 340 miljoen zal stijgen (Potts *et al.* 2013). Het kan niet anders dan dat deze veranderingen ook invloed hebben op overwinterende trekvogels.

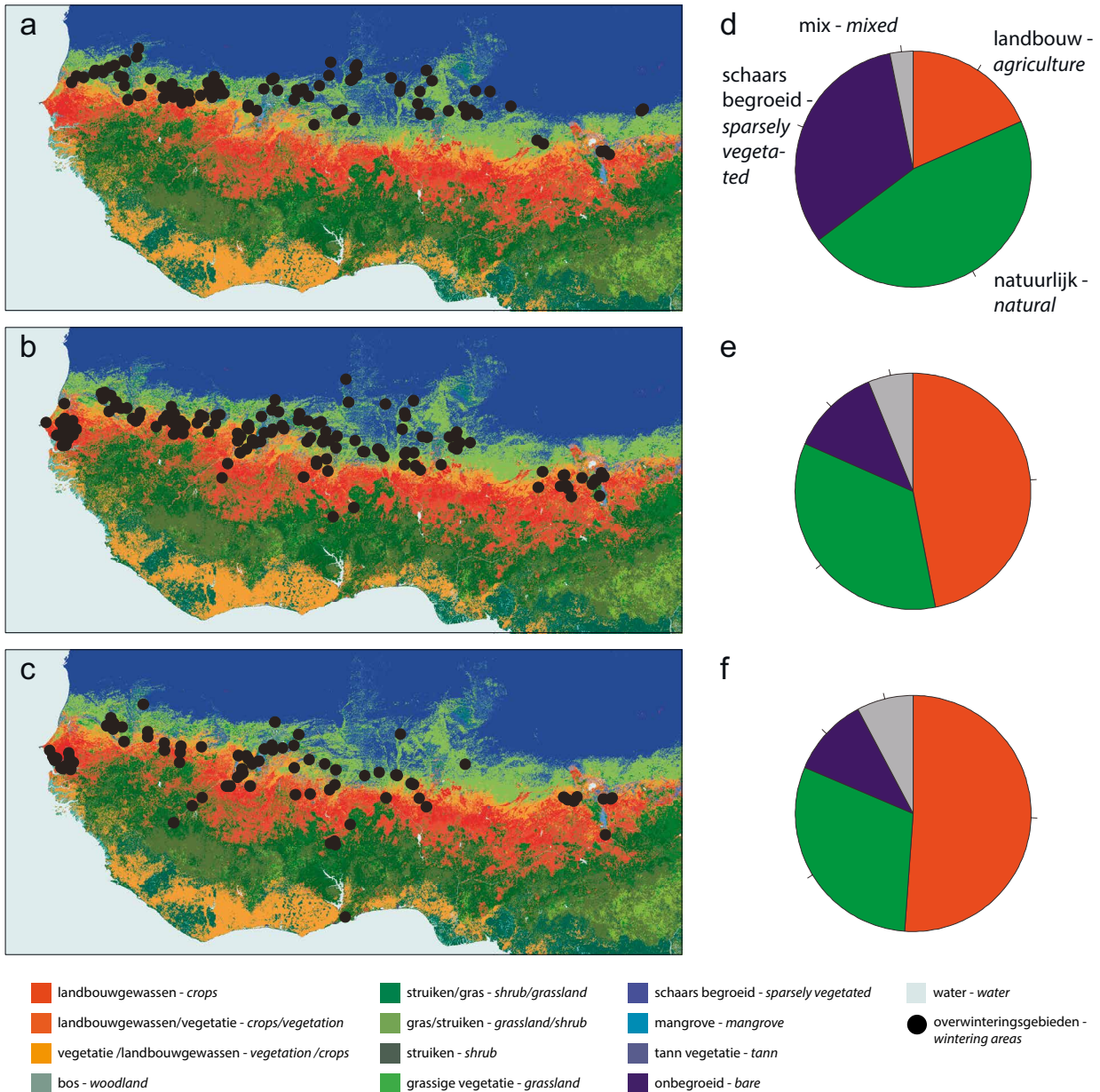
Studies naar de ecologie van onze trekvogels in Afrika zijn schaars (Adams *et al.* 2014). Terwijl gedetailleerde kennis over het gedrag in relatie tot b.v. landschap en landgebruik nodig is om de afnames van langeafstandtrekkers beter te begrijpen (Vickery *et al.* 2014). Zo ook van de Grauwe Kiekendief *Circus pygargus*. Om deze reden zijn er sinds 2005 vogels uitgerust met satellietzenders. Hierdoor konden trekroutes en exacte overwinteringsgebieden in kaart worden gebracht. De kiekendievenonderzoekers gingen zelfs een stap verder en reisden 'hun' vogels achterna om de ecologische omstandigheden in *stop-over*- en overwinteringsgebieden te beschrijven (o.a. Schlaich 2011, Trierweiler *et al.* 2013). Sinds 2009 worden er ook Grauwe Kiekendieven met GPS-loggers uitgerust. Dit levert een nog veel gedetailleerder beeld op van hun bewegingen en ruimtegebruik, waar-

door nog beter de link tussen het gedrag van de vogels en het landschap gelegd kan worden. In deze bijdrage vatten we samen wat we de laatste jaren door de GPS-loggers en door 'ouderwets' veldwerk in Afrika te weten zijn gekomen over Grauwe Kiekendieven in hun overwinteringsgebied, de Sahel.

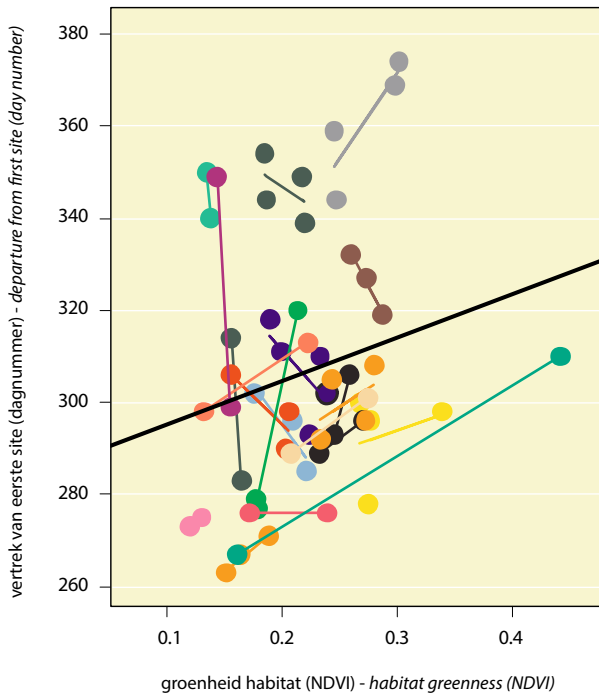
GRAUWE KIEKENDIEVEN IN DE SAHEL

Trekroutes en overwinteringsgebieden

Door Grauwe Kiekendieven uit te rusten met satellietzenders is veel bekend geworden over hun trekroutes en overwinteringsgebieden. Het bleek dat driekwart van de Nederlandse



Figuur 2. (a-c) Ligging van de drie overwinteringsgebieden van Grauwe Kiekendieven in de Sahel: eerste noordelijk, intermediair en laatste zuidelijk gelegen gebieden. Merk op dat de kiekendieven gedurende de winter geleidelijk naar het zuiden afzakken. (d-f) Cirkeldiagrammen aan de rechterkant geven de verdeling van de habitats binnen de drie overwinteringsgebieden, ingedeeld naar schaars begroeide habitats, habitats gedomineerd door landbouw en natuurlijke habitats. (a-c) Location of first, intermediate and last wintering sites of Montagu's Harriers wintering in the Sahel. Note that during the winter the birds stay progressively further south. (d-f) distribution of habitats at first, intermediate and last wintering sites. Habitats were grouped into sparsely vegetated habitats, habitats dominated by agriculture and natural habitats.



Figuur 3. Positief verband tussen de *timing* waarop Grauwe Kiekendieven hun eerste overwinteringsgebied verlaten, en de groenheid van het gebied (zoals afgeleid van satellietfoto's). De verschillende gekleurde lijnen laten de correlaties van 17 verschillende individuen zien, de dikke zwarte lijn toont de correlatie tussen individuen. *Timing of the movement to the next wintering site (here, the timing the first wintering site was left) in relation to the greenness of the site (as derived from satellite images). Coloured dots and lines provide data from different individuals that were tracked repeatedly. Solid line depicts the between-individual pattern.*

broedvogels via een westelijke route over Spanje reisde en een kwart via een meer centrale route via Italië (Trierweiler *et al.* 2014). De keuze van de route bepaalde ook waar de vogels in Afrika overwinterden. Individuen die de westelijke route volgden overwinterden vooral in Senegal en Mali, terwijl de vogels van de centrale route net iets oostelijker in de Sahel in Burkina Faso en Niger verbleven. Oost-Europese broedvogels volgden een oostelijke route via Griekenland en overwinterden in Niger en Tsjaad (Trierweiler *et al.* 2014). Waar de kiekendieven die in Oost-Afrika overwinteren vandaan komen, is voornamelijk een raadsel. Waarschijnlijk zijn dit vogels uit de grote Russische broedpopulatie.

Een andere belangrijke ontdekking van het satellietzenderonderzoek was dat Grauwe Kiekendieven *stop-overs* in Noord-Afrika maken, met name in het voorjaar (Trierweiler *et al.* 2014). Het is dankzij de toepassing van zenders en loggers dat het enorme belang van deze regio voor Europese trekvogels bekend is geworden. Tijdens expedities naar Marokko in het voorjaar werden daar grote aantallen broedende leeuweriken aangetroffen, met name Kortteenleeuwerik *Calandrella brachydactyla*, Temmincks Strandleeuwerik *Eremophila*

bilopha, Kleine Kortteenleeuwerik *Alaudala rufescens*, Kalanderleeuwerik *Melanocorypha calandra* en Thekla's Leeuwerik *Galerida theklae*, die een tafeltje dekje voor de hongerige kiekendieven bleken te zijn. De braakballen waren wit van de kalk van de pootjes en eischalen (Schlaich 2011).

Niet één maar drie overwinteringsgebieden

In de Sahel eten Grauwe Kiekendieven vrijwel uitsluitend sprinkhanen (Mullié 2009). Trierweiler *et al.* (2013) konden op basis van de eerste satellietzenderdata reeds de mythe ontcrachten dat Grauwe Kiekendieven uitbraken van Treksprinkhanen *Locusta migratoria migratorioides* zouden volgen. Tijdens de winter zwerven de kiekendieven niet rond, maar bezoeken enkele vaste gebieden waar ze voornamelijk op lokale sprinkhaansoorten foerageren (Mullié 2009, Trierweiler *et al.* 2013). Door zich een paar keer gedurende de winter te verplaatsen, van noord naar zuid, volgen de kiekendieven een 'groene gordel' van vegetatie en hoge sprinkhaandichtheden naar het zuiden (Trierweiler *et al.* 2013). Gebruik van meerdere overwinteringsgebieden blijkt onder trekvogels bijna eerder regel dan uitzondering en is bijvoorbeeld gevonden voor de Grauwe Klauwier *Lanius collurio* (Tøttrup *et al.* 2012b), Noordse Nachtegaal *Luscinia luscinia* (Stach *et al.* 2012), Gierzwaluw *Apus apus* (Åkesson *et al.* 2012) en Koekoek *Cuculus canorus* (Willemoes *et al.* 2014).

Met de GPS-loggers hebben we het gebruik van de verschillende overwinteringsgebieden nog beter kunnen beschrijven (Schlaich *et al.* 2019). De Grauwe Kiekendieven bleken gemiddeld drie verschillende plekken gedurende de winter te bezoeken (figuur 1). De eerste plekken die de vogels bezochten, gelegen in de noordelijke Sahel, bleken schaars begroeid met natuurlijke vegetatie. Op de tweede en derde plekken, zuidelijker in de Sahel, werd het landgebruik gedomineerd door landbouw (figuur 2). Hierbij selecteerden de kiekendieven plekken met relatief veel variatie in het landgebruik. *Home ranges* waren in het eerste en tweede gebied (respectievelijk 28.6 en 25.7 km²) wat kleiner dan in het laatste gebied (51.2 km²).

Er bestaat een enorme variatie in de gebieden die bezocht worden. Iedere kiekendief lijkt wat dat betreft weer wat anders te doen. Een 30-tal individuen werd gedurende meerdere winters gevolgd (sommige met satellietzenders, andere met GPS-loggers). Hieruit bleek dat individuen zeer plaatstrouw waren aan de gebieden die ze gebruiken. Oftewel, ieder individu gebruikt een andere set aan gebieden, maar doet dit wel ieder jaar op ongeveer dezelfde manier. Het is een groot raadsel hoe deze vaste routines ontstaan. Waarschijnlijk ontdekken juveniele vogels de verschillende plekken gedurende hun eerste levensjaar en kristalliseert dit zich uit tot een vaste routine (Cresswell 2014).

De kiekendieven bleken echter niet geheel inflexibel in het gebruik van hun verschillende overwinteringsgebieden. Ze bezochten weliswaar ieder jaar dezelfde gebieden, maar de

timing daarvan varieerde tussen jaren. We konden laten zien dat dit kwam door lokale omstandigheden. In droge jaren verplaatsen de vogels zich namelijk eerder dan in natte jaren (figuur 3). Ze volgen dus niet strikt een interne kalender, maar verplaatsen zich zodra de lokale omstandigheden dusdanig verslechterd zijn dat het blijkbaar beter is om door te reizen naar een volgende plek.

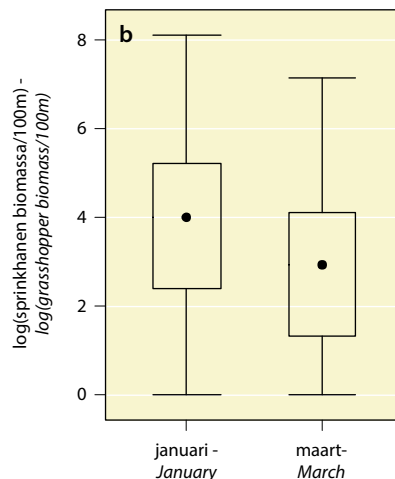
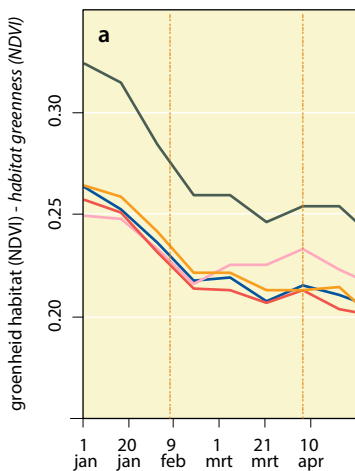
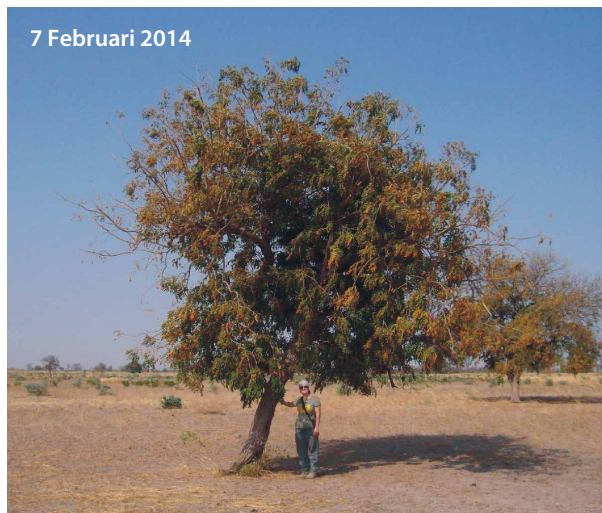
Steeds minder te eten in een uitdrogende Sahel

In de noordelijke winter regent het vrijwel niet in de Sahel; de Sahel droogt dan steeds verder uit. De befaamde Britse ornitholoog Reginald Ernest Moreau vroeg zich al in 1972 af hoe vogels die in de Sahel overwinteren zich onder deze omstandigheden kunnen voorbereiden op de voorjaarsstrek (Moreau 1972). Hoe is het mogelijk dat de vogels kunnen opvetten voor de lange voorjaarsvlucht over de Sahara als de voedselomstandigheden alleen maar minder worden?

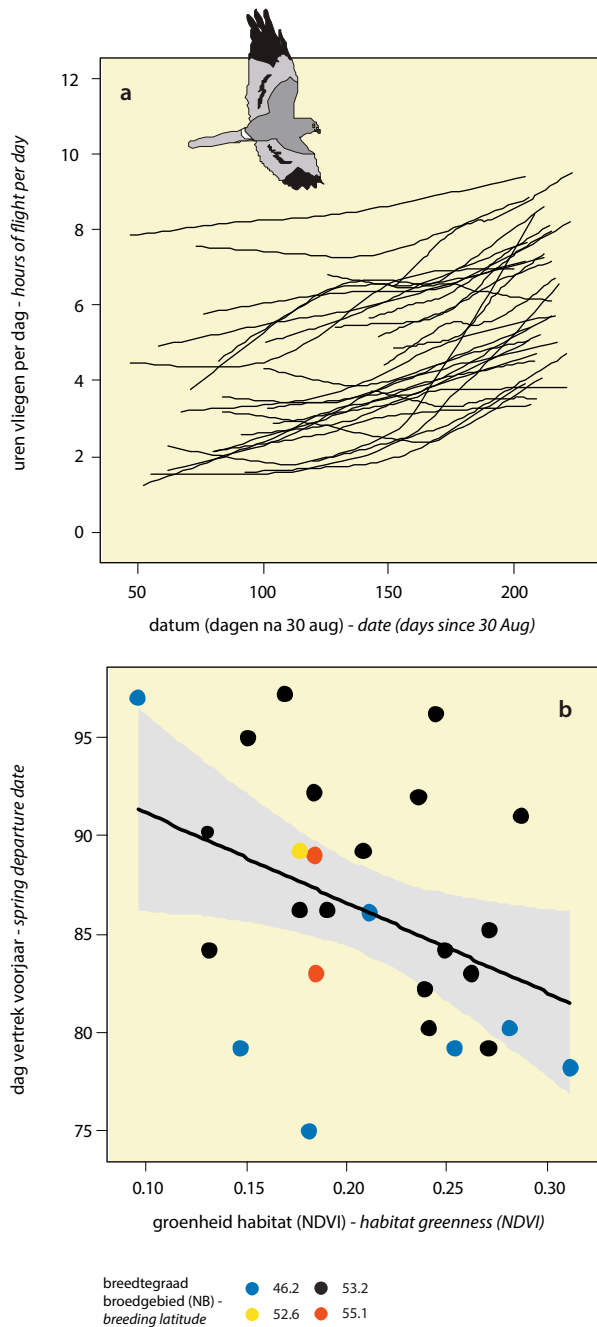
Om dit te onderzoeken reisden we af naar Senegal naar het gebied waar een aantal van onze met GPS-loggers uitgeruste

Grauwe Kiekendieven overwinterden. We telden de aantallen sprinkhanen die we tegen kwamen en voor onze voeten opvlogen op vaste transecten van 100 m en ontdekten dat de aantallen tussen januari en maart sterk afnamen (figuur 4). De kiekendieven hebben dus daadwerkelijk een probleem; met het uitdrogen van de Sahel neemt het voedselaanbod gedurende de winter af. Hoe ga je hier als kiekendief mee om? Om die vraag te beantwoorden analyseerden we de GPS-loggerdata van de laatste overwinteringsgebieden van de kiekendieven (N=31, Schlaich *et al.* 2016). Het bleek dat de kiekendieven aan het einde van de winter steeds meer gingen vliegen, waardoor ze ook langere (dagelijkse) afstanden aflegden en een groter gebied gebruikten (figuur 5). Deze toename was behoorlijk, want de vliegtijd verdubbelde bijna gedurende het verblijf in het laatste overwinteringsgebied. De afname aan sprinkhanen dwingt de kiekendieven dus om meer tijd per dag aan voedsel zoeken te besteden.

De vraag is of dat harder werken gevolgen heeft voor de kiekendieven. Helaas weten we het antwoord op deze vraag



Figuur 4. Voorbeeld van hoe de Sahel gedurende de winter uitdroogt. Foto's laten dezelfde boom op twee momenten zien. (a) Groenheid van het habitat (afgeleid van satellietfoto's) over de tijd, voor vijf verschillende deelgebieden (verschillende lijnen) in 2014. Verticale lijnen komen overeen met de datums van de foto's. (b) Het aantal sprinkhanen waargenomen op 100m lange transecten, in januari en maart 2014 (data log-getransformeerd). Pictures show how the Sahel dries out during the winter. Note that the same tree was pictured only 2 months apart. (a) Decline of greenness of the habitat (as derived from satellite images) over time, for five different areas in 2014. Vertical lines indicate the dates pictures were taken. (b) Grasshopper abundance in January and March 2014, as measured by 100m transect counts.



Figuur 5. (a) Het aantal uren dat een Grauwe Kiekendief per dag vliegt over de tijd. Iedere lijn is de beste fit van een model voor een bepaald individu (N= 31). Zie Schlaich *et al.* (2016) voor details. (b) Relatie tussen hoe groen het laatste overwinteringsgebied is (zoals afgeleid van satellietbeelden) en de datum waarop Grauwe Kiekendieven de voorjaarstrek aanvangen (N= 25). De brede zwarte lijn met grijze betrouwbaarheidsintervallen geeft het algehele verband weer. (a) Number of hours of flight per day over time. Each line is the model fit for a particular individual. See Schlaich *et al.* (2016) for details. (b) Relation between departure date and greenness of the last wintering area (as derived from satellite images). Coloured dots and lines provide data for different individuals, solid black line and 95% confidence interval depict the overall pattern.

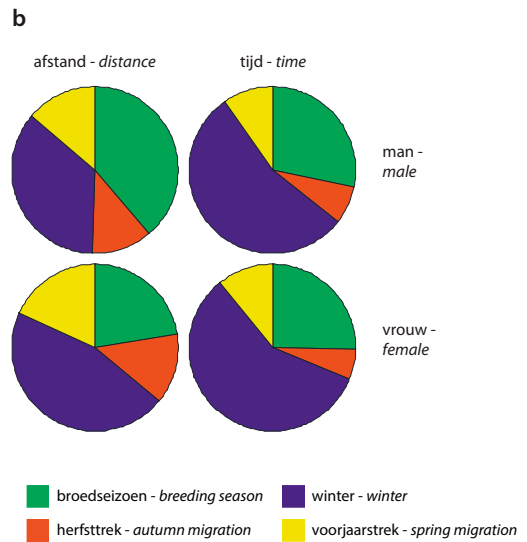
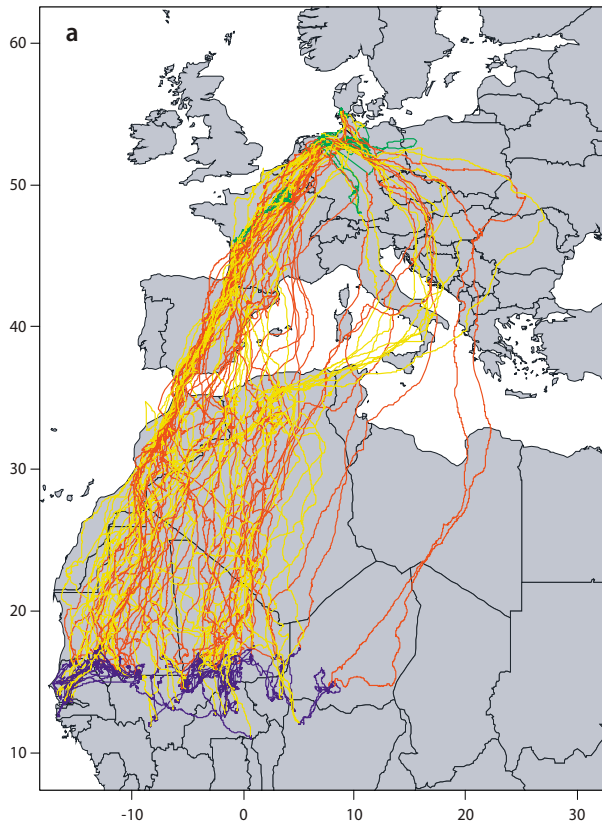
nog niet. Wel vonden we dat individuen die relatief slechte, laatste overwinteringsgebieden gebruikten later vertrokken naar het noorden en daardoor ook later in het broedgebied aankwamen (figuur 5). Omdat broedsucces afhangt van de *timing* van het broeden, met een beter broedsucces hoe eerder je begint, heeft het verlate vertrek waarschijnlijk direct gevolgen voor de reproductie. Het is voor een Grauwe Kiekendief dus cruciaal om een goed laatste overwinteringsgebied te vinden.

Het belang van de Sahel in de jaarcyclus van de Grauwe Kiekendief

Als we de jaarcyclus van de Grauwe Kiekendieven beschouwen is het duidelijk dat ze de meeste tijd van het jaar in de Sahel doorbrengen (180 dagen versus 100 dagen in het broedgebied en twee keer 40 dagen op trek) (Trierweiler 2010). Wat dat betreft past de soort in het lange rijtje van Afrikagangers die langer in het overwinteringsgebied dan in het broedgebied verblijven (Both & Klaassen, dit nummer).

Qua inspanningen lijkt de winter voor de vogels een relatief rustige periode. Er hoeven immers geen jongen gevoerd te worden zoals in de zomer. De voor- en najaarstrek, wanneer de kiekendieven dagelijks lange afstanden afleggen, lijkt de meest uitdagende tijd van het jaar. Echter, Grauwe Kiekendieven zoeken al vliegend naar voedsel, dus ook gedurende de rest van het jaar leggen kiekendieven behoorlijke afstanden af. We vroegen ons af hoeveel kilometer een Grauwe Kiekendief gedurende een jaar in totaal eigenlijk vliegt en hoeveel daarvan tijdens de trek, zomer en winter. Dankzij de UvA-BITS GPS-loggers (Bouten *et al.* 2013) was dit voor ons een relatief makkelijke vraag om te beantwoorden (Schlaich *et al.* 2017).

In totaal vlogen gezenderde kiekendieven uit Frankrijk (N=10), Nederland (N=26) en Denemarken (N=4) tussen de 35 653 en 88 049 km per jaar, waarvan slechts 28.5% tijdens de trekperiodes (figuur 6). De kiekendieven leggen in totaal dus veel meer kilometers af tijdens het broedseizoen en in de winter dan werd gedacht. Dit komt vooral omdat dit relatief lange perioden zijn (3.5-6 maanden) terwijl de trek relatief kort duurt (5-6 weken). Als we kijken naar de gemiddelde afstanden per dag zien we dat de kiekendieven inderdaad de meeste kilometers per dag afleggen tijdens de trek (296 km/dag in het najaar en 252 km/dag in het voorjaar). Maar we zien ook dat mannetjes gedurende het broedseizoen daar nog verrassend dichtbij komen, namelijk 217 km/dag. Vrouwtjes die deels ook op het nest zitten leggen gemiddeld "maar" 101 km/dag af. We zijn altijd onder de indruk van de verre reizen die trekvogels als de Grauwe Kiekendief maken (Klaassen *et al.* 2017), maar eigenlijk vliegen de vogels gedurende de zomer net zo veel! In de winter vliegen de kiekendieven gemiddeld "maar" 114 (vrouwtjes) en 128 (mannetjes) km/dag. De winter in de Sahel lijkt voor kiekendieven dus inderdaad de rustigste periode in het jaar te zijn.

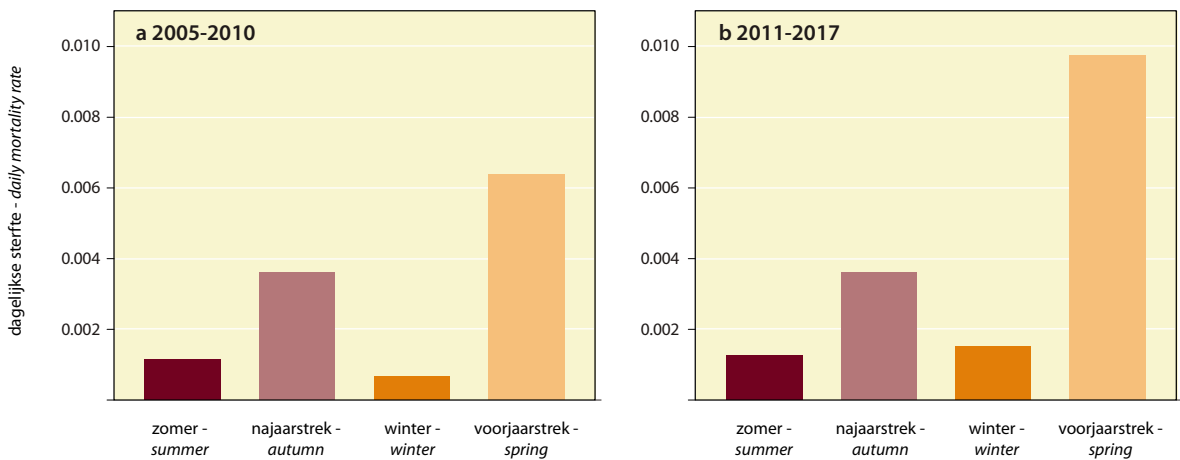


Figuur 6. (a) Data van 29 Grauwe Kiekendieven uitgerust met UvA-BiTS GPS-loggers. (b) Relatieve verdeling van de afgelegde afstanden en de tijd die ze daarover deden in de verschillende perioden, voor mannetjes en vrouwtjes. (a) Tracking data of 29 Montagu's Harriers tracked using UvA-BiTS GPS-loggers. (b) Relative distribution of distance and time spent per annual cycle phase, for males and females.

Naar een jaarronde bescherming van de Grauwe Kiekendief – een synthese

Gebruik makend van een combinatie van 'hightech tracking data', remote sensing, en ouderwets veldwerk schetsen we het beeld dat Grauwe Kiekendieven tijdens de winter in Afrika een rustig leven leiden, in ieder geval in vergelijking

met de broedtijd (Schlaich *et al.* 2017). Echter, aan het einde van de winter, als de Sahel ondertussen is uitgedroogd, moeten de kiekendieven harder werken om hun dagelijkse kostje bij elkaar te scharrelen (Schlaich *et al.* 2016). Dit bleek de verklaring voor Moreau's paradox, tenminste voor Grauwe Kiekendieven (Moreau 1972).



Figuur 7. Mortaliteit van Grauwe Kiekendieven door het jaar heen, voor (a) 2005-2010 en (b) 2011-2017. Gegeven is de dagelijkse sterftkans, oftewel het aantal gestorven vogels gedeeld door de duur van de desbetreffende periode. Daily mortality rates of Montagu's Harriers for different periods of the annual cycle, for (a) 2005-2010 and (b) 2011-2017.

Een voordeel van het gebruik van satellietzenders is dat je daarmee ook een beeld krijgt van waar en wanneer vogels gedurende het jaar sterven. Dit is relevant voor de bescherming van de soort want het laat zien waar de *bottleneck* in de jaarcyclus zit. Klaassen *et al.* (2014) compileerde zo'n overzicht voor een aantal roofvogelsoorten, waaronder de Grauwe Kiekendief. Hieruit bleek dat de voorjaarstrek de gevaarlijkste periode van het jaar was. De mortaliteit was het laagst tijdens de winter, lager ook dan tijdens het broedseizoen. De paradox in ons lange-termijnonderzoek aan de Grauwe Kiekendief is dat hoewel de late winterperiode niet gemakkelijk lijkt te zijn voor Grauwe Kiekendieven, we dan geen verhoogde sterfte zien (Klaassen *et al.* 2014). Misschien moeten we een deel van de mortaliteit tijdens de voorjaarstrek als een *carry-over* effect van slechte omstandigheden aan het einde van de winter zien, b.v. omdat een vogel zich onvoldoende op de voorjaarstrek heeft kunnen voorbereiden.

Sinds de studie van Klaassen *et al.* (2014) zijn we stug verder gegaan met het zenderen van Grauwe Kiekendieven. Hierdoor kunnen we een nieuw overzicht van de mortaliteit gedurende het jaar maken, maar nu voor een periode later (2011-2017) in vergelijking met Klaassen *et al.* (2014) (2005-2010). Het blijkt dat dit patroon van waar en wanneer kiekendieven dood gaan behoorlijk veranderd is (figuur 7). De sterfte tijdens de winter en voorjaarstrek blijkt namelijk verdubbeld te zijn. Dit opvallende resultaat doet vermoeden dat Afrika een steeds grotere *bottleneck* voor Grauwe Kiekendieven aan het worden is, b.v. door grootschalige veranderingen in landgebruik, veroorzaakt door een explosieve groei van het aantal mensen. Deze resultaten laten zien dat als we de Grauwe Kiekendief willen behouden de winterperiode veel meer aandacht moet krijgen van natuurbeschermers.

Natuur beschermen in de Sahel is echter geen sinecure. Het oppervlak aan beschermde gebieden is klein en hun staat van bescherming vaak niet gegarandeerd. Alhoewel Grauwe Kiekendieven in beschermde gebieden minder in aantallen achteruit zijn gegaan dan daarbuiten (Thiollay 2006), is het een feit dat het overgrote deel van de populatie buiten de beschermde gebieden voorkomt, mede ook omdat de kiekendieven landbouwgebieden selecteren (Limiñana *et al.* 2012). Dit geldt eigenlijk voor alle soorten die in de winter in de Sahel voorkomen, inclusief een hele trits aan Nederlandse Rode Lijstsoorten. Het is buiten de natuurgebieden waar momenteel de grote veranderingen in landgebruik plaatsvinden. De immense omvang van de gebieden die belangrijk zijn voor overwinterende trekvogels sluit een aanpak met reservaten uit (Limiñana *et al.* 2012). De enige oplossing is een omslag naar duurzame en natuurinclusieve landbouwsystemen, waarbij mensen en vogels samenleven (van den Bergh *et al.*, dit nummer). Deze opgave is urgent, gezien de voortgaande verslechtering en vernieling van habitat als gevolg van de steeds groter wordende menselijke bevolkingsdruk én de aanwijzing dat soorten als de Grauwe Kiekendief daar

nu echt problemen door lijken te ondervinden. Mede ook door de complexiteit van het vraagstuk betreft dit misschien wel één van de grootste uitdagingen voor de natuurbescherming gedurende de komende decennia.

Grauwe Kiekendieven zijn als trekvogels kwetsbaar, omdat ze afhankelijk zijn van meerdere ver uit elkaar gelegen gebieden. We hebben hierboven beschreven dat met name de situatie in het overwinteringsgebied sterk verslechterd lijkt te zijn. Maar ook in het broedgebied zijn er problemen. De Grauwe Kiekendief wordt als akkervogel bedreigd door de verslechtering van het leefgebied als gevolg van de intensivering van de landbouw. Maatregelen om de voedselsituatie te verbeteren, zoals de aanleg van speciaal voor muisenetende roofvogels bedachte Vogelakkers (Schlaich *et al.* 2015), lijken dus extra belangrijk te zijn voor de bescherming van de soort. Niet alleen voor een goed broedsucces, maar juist ook voor een verbeterde overleving van de volwassen vogels. Alles bij elkaar genomen ziet de toekomst van de Grauwe Kiekendief er verre van rooskleurig uit. Het is een voorbeeld van een soort die dubbel in de problemen lijkt te zijn, zowel in het broedgebied als in het overwinteringsgebied, en daarom extra bescherming behoeft.

DANKWOORD

Deze review is gebaseerd op het proefschrift van Almut Schlaich. Zonder Ben Koks, die het onderzoek in Nederland en Afrika heeft opgezet en gecoördineerd, was dit proefschrift er nooit gekomen. We danken ook de andere begeleiders en co-auteurs voor hun hulp, met name Christiaan Both, Willem Bouten en Vincent Bretagnolle. Romke Kleefstra en Jacintha van Dijk leverden waardevol commentaar op een eerdere versie van dit artikel.

LITERATUUR

- Adams W.M., R.D.S. Small & J.A. Vickery 2014. The impact of land use change on migrant birds in the Sahel. *Biodiversity* 15: 101–108.
- Åkesson S., R. Klaassen, J. Holmgren, J.W. Fox & A. Hedenström 2012. Migration routes and strategies in a highly aerial migrant, the common swift *Apus apus*, revealed by light-level geolocators. *PLoS One* 7: 1–9.
- Baillie S.R. & W.J. Peach 1992. Population limitation in Palaearctic-African migrant passerines. *Ibis* 134: 120–132.
- Brink A.B. & H.D. Eva 2009. Monitoring 25 years of land cover change dynamics in Africa: A sample based remote sensing approach. *Applied Geography* 29: 501–512.
- Both C., C.A.M. van Turnhout, R.G. Bijlsma, H. Siepel, A.J. van Strien & R.P.B. Foppen 2010. Avian population consequences of climate change are most severe for long-distance migrants in seasonal habitats. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 277: 1259–1266.
- Bouten W., E.W. Baaij, J. Shamoun-Baranes & K.J.C. Camphuysen 2013. A flexible GPS tracking system for studying bird behaviour at multiple scales. *Journal of Ornithology* 154: 571–580.
- Cresswell W. 2014. Migratory connectivity of Palaearctic-African migratory

- birds and their responses to environmental change: the serial residency hypothesis. *Ibis* 156: 493–510.
- Johnston A., R.A. Robinson, G. Gargallo, R. Julliard, H. van der Jeugd & S.R. Baillie 2016. Survival of Afro-Palaeartic passerine migrants in western Europe and the impacts of seasonal weather variables. *Ibis* 158: 465–480.
- Klaassen R.H.G., M. Hake, R. Strandberg, B.J. Koks, C. Trierweiler, K.M. Exo, F. Bairlein & T. Alerstam 2014. When and where does mortality occur in migratory birds? Direct evidence from long-term satellite tracking of raptors. *Journal of Animal Ecology* 83: 176–184.
- Klaassen R.H.G., A.E. Schlaich, W. Bouten & B.J. Koks 2017. Migrating Montagu's harriers frequently interrupt daily flights in both Europe and Africa. *Journal of Avian Biology* 48: 180–190.
- Limíñana R., A. Soutullo, B. Arroyo & V. Urios 2012. Protected areas do not fulfil the wintering habitat needs of the trans-Saharan migratory Montagu's harrier. *Biological Conservation* 145: 62–69.
- Moreau R.E. 1972. *The Palaearctic-African Bird Migration Systems*. Academic Press, London, UK.
- Mullié W.C. 2009. Birds, locusts, and grasshoppers. In: L. Zwarts, R.G. Bijlsma, J. van der Kamp & E. Wymenga (eds) *Living on the Edge: Wetlands and Birds in a Changing Sahel*, p. 202–223. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Newton I. 2008. *The migration ecology of birds*. Academic Press, London, UK.
- Potts M., E.M. Zulu, M. Wehner, F. Castillo & C. Henderson 2013. Crisis in the Sahel, possible solutions and the consequences of inaction. A report following the OASIS Conference (Organizing to Advance Solutions in the Sahel) hosted by the University of California, Berkeley and African Institute for Development Policy.
- Schlaich A.E. 2011. Stopover site ecology of Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) in East-Morocco. MSc. thesis, University of Oldenburg, Germany.
- Schlaich A.E., R.H.G. Klaassen, W. Bouten, C. Both & B.J. Koks 2015. Testing a novel agri-environment scheme based on the ecology of the target species, Montagu's Harrier *Circus pygargus*. *Ibis* 157: 713–721.
- Schlaich A.E., R.H.G. Klaassen, W. Bouten, V. Bretagnolle, B.J. Koks, A. Villers & C. Both 2016. How individual Montagu's Harriers cope with Moreau's Paradox during the Sahelian winter. *Journal of Animal Ecology* 85: 1491–1501.
- Schlaich A.E., W. Bouten, V. Bretagnolle, H. Heldbjerg, R.H.G. Klaassen, I.H. Sørensen, A. Villers & C. Both 2017. A circannual perspective on daily and total flight distances in a long-distance migratory raptor, the Montagu's harrier, *Circus pygargus*. *Biology Letters* 13: 20170073.
- Schlaich A.E., V. Bretagnolle, C. Both, B.J. Koks & R.H.G. Klaassen. 2019. On the wintering ecology of Montagu's Harriers in West Africa: a detailed description of site use throughout the winter in relation to varying annual environmental conditions. *Ardea* (in druk).
- Stach R., S. Jakobsson, C. Kullberg & T. Fransson 2012. Geolocators reveal three consecutive wintering areas in the thrush nightingale. *Animal Migration* 1: 1–7.
- Sutherland W.J. 1996. Predicting the consequences of habitat loss for migratory populations. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 263: 1325–1327.
- Thiollay J.-M. 2006. Severe decline of large birds in the Northern Sahel of West Africa: a long-term assessment. *Bird Conservation International* 16: 353–365.
- Tøttrup A.P., R.H.G. Klaassen, R. Strandberg, K. Thorup, M.W. Kristensen, P.S. Jorgensen, J. Fox, V. Afanasyev, C. Rahbek & T. Alerstam. 2012. The annual cycle of a trans-equatorial Eurasian-African passerine migrant: Different spatio-temporal strategies for autumn and spring migration. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279: 1008–1016.
- Trierweiler C. 2010. Travels to feed and food to breed. The annual cycle of a migratory raptor, Montagu's harrier, in a modern world. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- Trierweiler C., W.C. Mullié, R.H. Drent, K.M. Exo, J. Komdeur, F. Bairlein, A. Harouna, M. de Bakker & B.J. Koks 2013. A Palaearctic migratory raptor species tracks shifting prey availability within its wintering range in the Sahel. *Journal of Animal Ecology* 82: 107–120.
- Trierweiler C., R.H.G. Klaassen, R.H. Drent, K.-M. Exo, J. Komdeur, F. Bairlein & B.J. Koks 2014. Migratory connectivity and population-specific migration routes in a long-distance migratory bird. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281: 20132897.
- Vickery J.A., S.R. Ewing, K.W. Smith, D.J. Pain, F. Bairlein, J. Škorpilová & R.D. Gregory 2014. The decline of Afro-Palaeartic migrants and an assessment of potential causes. *Ibis* 156: 1–22.
- Willemoes M., R. Strandberg, R.H.G. Klaassen, A.P. Tøttrup, Y. Vardanis, P.W. Howey, K. Thorup, M. Wikelski & T. Alerstam 2014. Narrow-front loop migration in a population of the common cuckoo *Cuculus canorus*, as revealed by satellite telemetry. *PLoS One* 9: 1–9.
- Zwarts L., R.G. Bijlsma, J. van der Kamp & E. Wymenga 2009. *Living on the edge: Wetlands and birds in a changing Sahel*. KNNV Uitgeverij, Zeist.

Almut Schlaich, Grauwe Kiekendief – Kenniscentrum Akkervogels, Postbus 46, 9679 ZG Scheemda;
 almut.schlaich@grauwekiekendief.nl

Raymond Klaassen, Conservation Ecology Group, GELIFES, Rijksuniversiteit Groningen, Postbus 72, 9700 AB Groningen;
 raymond.klaassen@rug.nl

Ecology of Montagu's Harriers *Circus pygargus* wintering in the Sahel revealed by a combination of high-tech GPS-tracking and old-fashioned fieldwork

Population regulation in migratory birds is complex as they depend on several widely separated areas. Often relatively little information is available from the wintering grounds, despite the fact that migrants yearly spend up to half a year at their wintering quarters. Here we provide an update on the knowledge on the ecology of Montagu's Harriers wintering in the Sahel, building on analyses of GPS-logger and satellite tracking data, and old-fashioned fieldwork in Senegal. We show that Montagu's Harriers use on average three different sites during the winter, in which the timing of the movement

to the subsequent site is determined by local conditions; in dryer years birds move earlier. At the last wintering site the birds are faced with deteriorating conditions as the Sahel continues to dry out. Harriers compensate by flying more hours per day. Previous studies showed that relatively few birds die during the winter period. However, new data indicate that mortality rates have doubled, suggesting that the winter period has become a more challenging period in the harriers' annual cycle.