



GPS-logger onderzoek aan Buizerds helpt vogelaanvaringen op militaire vliegvelden te voorkomen

Een Buizerd kwam deze keer heel goed weg toen deze F-16 van de vliegbasis Volkel NB vertrok op 22 maart 2012. *This Buzzard made a narrow escape from a departing F-16 fighter at Volkel air base.* (foto Dennis Stronks)

Op de hele wereld is de aanwezigheid van vogels op en rond vliegvelden een probleem voor de vliegveiligheid, waarbij sommige vogelsoorten meer risico opleveren dan andere. Om de kans op ongelukken te verkleinen worden landingsterreinen vogelonaantrekkelijk beheerd, worden vogels verjaagd en soms gevangen en verplaatst of afgeschoten. Informatie over terreingebruik en gedrag van de vogels kan helpen zulke maatregelen effectiever en ecologisch duurzamer te maken. In deze pilotstudie werden voor dit doel 12 Buizerds gevolgd met GPS-loggers op de militaire vliegvelden van Leeuwarden Fr en Eindhoven NB.

Hans van Gasteren, Inge Both, Judy Shamoun-Baranes, Jacques-Olivier Laloë & Willem Bouten

Ondanks het rumoerige karakter van luchthavens vormen de open ruimte en graslanden naast de start- en landingsbanen van vliegvelden een aantrekkelijk leefgebied voor vogels. Het landingsterrein biedt foerageer-, rust- en broedhabitat voor een aantal vogelsoorten, zoals roofvogels, Kieviten *Vanellus vanellus*, meeuwen en Spreeuwen *Sturnus vulgaris*. Deze vogels kunnen wennen aan het lawaai en de bewegingen van vliegtuigen en andere voertuigen (Dunnet 1977, Conomy *et al.* 1998, Nisbet 2000, Rees 2005, Soldatini *et al.* 2008). Vogels vormen echter een gevaar voor de luchtvaart omdat ze zich soms in het vliegpad van de vliegtuigen begeven, waarbij aanvaringen kunnen plaatsvinden. Hoe individuen op vliegtuigen reageren en in hoeverre ze deze ontwijken kan mede afhangen van hun leeftijd en hun eerdere ervaring met vliegtuigen, waardoor vogels in algemene zin onvoorspelbaar worden (Korschgen & Dahlgren 1992, Transport Canada 2001).

In de Verenigde Staten alleen al vonden in 2008 in de burgerluchtvaart 7286 vogelaanvaringen plaats (Dolbeer 2009), wat overeenkomt met 1.6 vogelaanvaringen per 10 000

vliegbewegingen. In Nederland bedroeg deze ‘vogelaanvaringsratio’ in de burgerluchtvaart op Schiphol gemiddeld 7,5 en in de militaire luchtvaart 5,1 (2009-2011, Schiphol Group 2012 en gegevens Koninklijke Luchtmacht). De hogere aanvaringsratio’s in Nederland laten zich deels verklaren doordat ook dood gevonden vogels op de baan worden meegeteld, die niet als vogelaanvaring zijn gemeld door de piloot, door de goede rapportagestandaard in Nederland (Linnel *et al.* 1999), en door de grote aantallen vogels in Nederland die daadwerkelijk voor een groter probleem zorgen. Niet door de piloot gemelde aanvaringen betreffen bijvoorbeeld vogels die op de grond worden gesmaakt door de *downwash*, de sterke luchtstromen achter een startend vliegtuig. Deze meldingen worden als aparte categorie gerapporteerd (fauna-incidenten; Dolbeer 2009, Schiphol Group 2012).

Vogelaanvaringen leiden tot een aanzienlijk economisch verlies als gevolg van schade en vertragingen en kunnen zelfs leiden tot verlies van mensenlevens (Thorpe 2010). Tussen 1912 en 2009 zijn voor de burgerluchtvaart wereldwijd ten minste 54 catastrofale vogelgerelateerde ongevallen bekend, die hebben geleid tot het verlies van 276 mensen. Daarnaast zijn er nog eens 108 vliegtuigen verongelukt die niet meer te repareren vielen (Thorpe 2010). In de militaire luchtvaart zijn uit 1950-1999 ten minste 63 dodelijke onge-

vallen bekend, met in totaal 141 slachtoffers (Richardson & West 2000). Schade aan vliegtuigen loopt snel hoog op en vliegtuigen zijn tijdelijk niet inzetbaar. In de burgerluchtvaart veroorzaken vertragingen door vogelaanvaringen een groot financieel verlies, bijvoorbeeld doordat reizigers moeten worden gecompenseerd. De totale kostenpost voor vogelaanvaringen werd in de burgerluchtvaart in 2000 wereldwijd geschat op 1,2 miljard USD (Allan 2002).

Lokale vogelaanvaringspreventie of *bird control* op vliegvelden is gebaseerd op het uitgangspunt dat vogels in het landingsterrein in aanraking kunnen komen met startende of landende vliegtuigen. Om dit risico te minimaliseren is de preventie van vogelaanvaringen op vliegvelden gericht op het zo klein mogelijk houden van aantallen vogels op het landingsterrein, vooral van aanvaringsgevoelige soorten. Dit wordt bereikt door het terrein zo onaantrekkelijk mogelijk te maken voor vogels. Daarnaast worden vogels in het landingsterrein verjaagd met een grote verscheidenheid aan technieken zoals het afschieten van verjaagpatronen met knal- en lichtspoor, het afspelen van angstkreten, het gebruik van honden, valken en lasers, het vangen en verplaatsen van vogels en ten slotte afschot (Blokpoel 1976, Dekker & van der Zee 1996, Dekker 2000, Transport Canada 2001, Hesse *et al.* 2009). Actieve verjaagtechnieken verminderen



vogelwacht Leeuwarden

Buizerd met GPS-logger op zijn rug. UvA-BITS GPS logger on Common Buzzard.

het risico meestal alleen op de korte termijn, terwijl habitatbeheer de aantrekkingskracht van het landingsterrein op vogels vermindert en daardoor veel duurzamer is.

Op de vliegbases van de Koninklijke Luchtmacht (KLu) wordt een schraalgraslandbeheer nagestreefd. Hierbij wordt het landingsterrein niet bemest en het gras jaarlijks één (Eindhoven) of twee maal (Leeuwarden) gemaaid en afgevoerd. De geleidelijke invoering van dit verschrallingsbeheer halverwege de jaren negentig resulteerde in een significante afname van aanvaringsgevoelige, in groepen voorkomende vogelsoorten zoals Kievit *Vanellus vanellus* en Kokmeeuw *Chroicocephalus ridibundus* (Dekker & van der Zee 1996, Dekker 2000). Schraalgraslandbeheer is echter niet effectief tegen roofvogels (Dekker 2009). In de laatste dertig jaar is het aandeel vogelaanvaringen waarbij Torenvalken *Falco tinnunculus* en Buizerds *Buteo buteo* betrokken waren op de Nederlandse militaire vliegvelden toegenomen van 9% en 2% (N=404 vogelaanvaringen) in 1980-1989 naar respectievelijk 28% en 11% in 2000-2009 (N=590, gegevens KLu). Buizerd en Torenvalk zijn twee soorten die relatief vaak bij vogelaanvaringen zijn betrokken ten opzichte van hun aantallen. Ondanks regelmatige tellingen over een periode van dertig jaar (2-5 keer per week) die gedetailleerde informatie opleveren over de lokale verspreiding van vogels, ontbreekt informatie over hun vlieggedrag en reacties op vliegtuigen en verjaagactiviteiten. Om meer inzicht te verkrijgen in het natuurlijke gedrag, terreingebruik, tijdsbesteding en het gedrag ten opzichte van vliegtuigen zijn in 2009-2011 Buizerds uitgerust met GPS-loggers (loggers waren ten tijde van deze pilotstudie nog te zwaar voor Torenvalken). Dit is de eerste studie waarbij onderzoek met behulp van GPS-loggers is uitgevoerd ten behoeve van vliegveiligheid.

MATERIAAL EN METHODEN

Studiegebied

De vliegbasis Leeuwarden is 238 ha groot, heeft twee banen en is de thuisbasis van twee F-16 squadrons en een *Search and Rescue* helikopter squadron van de Koninklijke Luchtmacht. De vliegbasis Eindhoven is 524 ha groot, heeft één baan en is de thuisbasis van de transportvloot van de Koninklijke Luchtmacht. Civiel medegebruik is hier verantwoordelijk voor ongeveer twee derde van alle vliegbewegingen. In tegenstelling tot de vliegbasis Eindhoven, waar open schraalgraslanden liggen tussen bos in een bosrijke omgeving, ligt vliegbasis Leeuwarden in een open graslandgebied met een aantal kleine bosopstanden.

Voorkomen op militaire vliegvelden

Op de vliegvelden is minstens twee maal per week het aantal vogels per kavel geteld. Deze systematische tellingen geven een goed overzicht van het voorkomen en verspreiding

van vogels op het vliegveld. De tellingen uit 2005-2011 zijn gebruikt om een indruk te krijgen van seizoenspatronen (op basis van weekgemiddelden) en het voorkomen van vogels per kavel (gemiddelde voorkomen over alle jaren). Wanneer op een vliegbasis de aantallen Buizerds of Torenvalken systematisch boven de 15 uitkomen wordt van de vogelwachters verwacht dat ze de vogels vangen en elders (voorzien van een ring) loslaten. Dit wegvangen gebeurde in de onderzoeksperiode in Leeuwarden in 2009 en 2011, in Eindhoven in 2010 en 2011. Ten slotte werden van alle weidevogels en roofvogels jaarlijks de broedvogels in kaart gebracht.

Gegevens en dataselectie

In deze studie is het UvA Bird Tracking System (UvA-BiTS) gebruikt (www.uva-bits.nl, Bouten *et al.* 2013). Een lichtgewicht GPS-logger, gevoed door zonnecellen, verzamelt exacte GPS-posities alsmede gegevens over hoogte, snelheid, temperatuur en luchtdruk. De frequentie waarmee gegevens worden verzameld kan op afstand worden ingesteld. Bij de Buizerds legden de loggers posities vast met een interval van 15 minuten gedurende de dag ('kwartierwaarden'). Op zonnige dagen is ook geëxperimenteerd met het verzamelen van hoge resolutie data, met elke 5 seconden een positie. Gegevens werden in een 4Mb geheugen opgeslagen. Zodra een vogel zich binnen het op de vliegbases opgestelde netwerk van antennes bevond, werden de gegevens automatisch gedownload en toegevoegd aan een online database in het Virtuele Laboratorium (www.UvA-BiTS.nl/Virtual-Lab, Bouten *et al.* 2013).

In het broedseizoen van 2009 werden zes Buizerds gevangen op vliegbasis Leeuwarden met behulp van een *bal-chatri*. Vijf maal betrof dit een man, eenmaal was het geslacht niet met zekerheid te bepalen. In het broedseizoen van 2010 werden op Eindhoven ook zes Buizerds gevangen. Van deze vogels zijn echter geslacht en leeftijd niet bepaald. De UvA-BiTS GPS-logger werd op de rug van de vogels bevestigd met een harnas (foto 1). Harnas en logger wogen samen 22.5 g, gemiddeld 2.9% (2.5-3.3%) van het eigen gewicht van de Buizerds (tabel 1).

Niet van alle vogels uitgerust met een GPS-logger konden voldoende data worden verzameld. Twee vogels verlieten na de vangst het gebied waardoor van deze vogels helemaal geen gegevens werden ontvangen. Vijf loggers leverden maar enkele weken (beperkte) gegevens op. De overige vijf werkten naar behoren en leverden data gedurende twee maanden tot meer dan een jaar (tabel 1). De combinatie van een leefwijze in de schaduw van boomkruinen en een laagstaande zon in de winter zorgde voor onvoldoende stralingsenergie om de batterijen voldoende opgeladen te houden, waardoor metingen uit een groot deel van het najaar en de winter ontbraken. De uiteindelijke dataset bestond uit drie broedvogels op vliegbasis Leeuwarden en twee niet-broedvogels op vliegbasis Eindhoven met in totaal 50 840 meetwaarden waarvan 19 718 'kwartierwaarden' voor de analyse zijn gebruikt.

Tabel 1. Metadata van de 12 gezenderde Buizerds op vliegbases Leeuwarden en Eindhoven. *Metadata for 12 Common Buzzards tagged with GPS loggers on Leeuwarden and Eindhoven airbases.*

GPS id	locatie location	geslacht sex	gewicht mass (g)	broedvogel breeding	eerste data first data	laatste data last data	punten totaal total points	geschoond ¹ selected
105	Leeuwarden	man	784	nee	1-5-2009	3-5-2009	17	-
127	Leeuwarden	man	721	ja	1-5-2009	16-4-2010	9558	3790
128	Leeuwarden	man	742	ja	1-5-2009	14-8-2010	26 921	10 387
129	Leeuwarden	man	709	ja	1-5-2009	15-10-2009	11 286	3739
131	Leeuwarden	man	807	nee	1-5-2009	11-5-2009	488	-
145	Leeuwarden	?	883	ja	8-6-2009	13-6-2009	227	-
300	Eindhoven	?	833	nee	3-5-2010	13-8-2010 ²	1041	1041
302	Eindhoven	?	776	nee	16-5-2010	24-6-2010	761	761
303	Eindhoven	?	680	nee	16-5-2010	16-5-2010	0	-
305	Eindhoven	?	745	nee	22-5-2010	4-6-2011 ³	371	-
306	Eindhoven	?	879	nee	28-5-2010	3-6-2010 ²	170	-
307	Eindhoven	?	820	nee	1-6-2010	1-6-2010	0	-

¹ Zie methode voor criteria. Zenders die onvoldoende data opleverden zijn met een streepje gemarkeerd. *See methods for criteria; birds yielding too few data are marked with -.*

² Dood gevonden door een vogelaanvaring (GPS 300 op 27-9-2010, 306 op 19-9-2010). *Found dead after collision with aircraft.*

³ Dood gevonden in Hovestadt, Lippetal (D), 189 km O van vliegveld Eindhoven. *Found dead in Germany, 189 km E of Eindhoven.*

Analyse van de GPS-gegevens

Alle GPS-gegevens werden uit de database geëxtraheerd met behulp van het Virtuele Laboratorium. Allereerst werd een homogene tijdreeks gemaakt door hoge-resolutiedata terug te brengen naar een resolutie van 15 minuten (eigen Matlab script, www.matlabcentral.com). Alle ruimtelijke analyses zijn uitgevoerd in een Geografisch Informatie Systeem (ArcGIS versie 9.3.1., ESRI, Redlands, California).

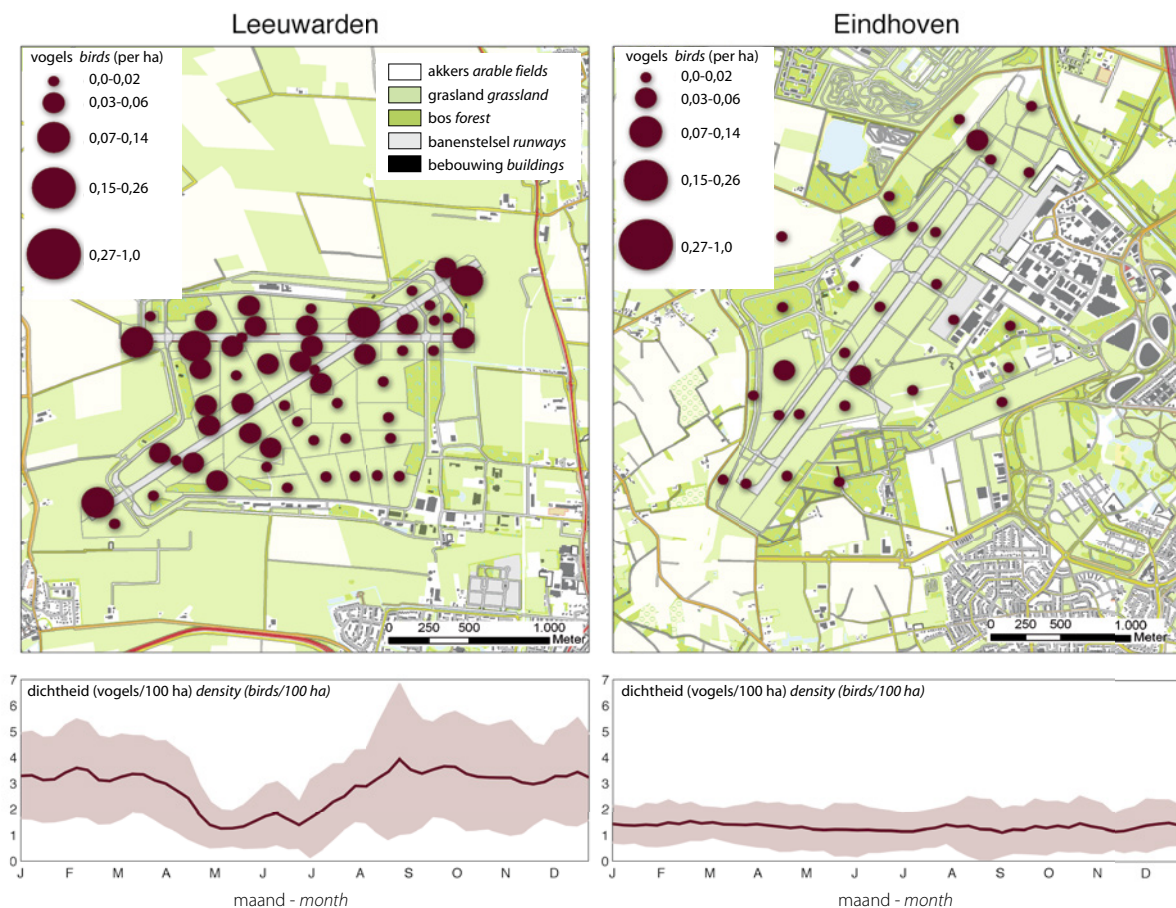
Het leefgebied of *home range* van elk individu werd per maand en gemiddeld voor het broedseizoen (maanden mei-augustus) bepaald met behulp van de toolbox *Home Range Tools for ArcGIS* (Rodgers *et al.* 2007). Meerdere uitstapjes, waarbij een vogel het vliegveld verliet en niet binnen 24 uur terugkeerde, zijn handmatig gemarkeerd en bij berekeningen van het leefgebied weggelaten. Met leefgebied wordt bedoeld het gebied waarbinnen de Buizerd zich normaliter ophield en bewoog. Dit hoeft niet gelijk te zijn aan het territorium dat Buizerds in het broedseizoen verdedigen tegen soortgenoten. Voor het schatten van het leefgebied werd de *Kernel Density Estimator* (KDE) gebruikt. Deze wordt veel toegepast en maakt vergelijkingen met andere studies mogelijk (Millsaugh & Marzluff 2001). KDE's gaan echter uit van normaal verdeelde datapunten binnen een leefgebied. Dit is bij hoge tijdresolutie data, zoals in deze studie, zelden het geval. Om de grootte van het leefgebied niet te overschatten werd de referentiebandbreedte teruggebracht naar een vast percentage van 70% zoals voorgesteld door Kie *et al.* (2010) en referenties daarin.

De tijdsbesteding werd uitgedrukt als het percentage van alle meetpunten dat een Buizerd in een bepaald habitat doorbracht, of een bepaald gedrag vertoonde. Voor het habitatgebruik werd op basis van een topografische kaart

onderscheid gemaakt tussen grasland, bos, start-/landingsbaan, en wegen en infrastructuur (hangaars en gebouwen), waarbij het leefgebied werd begrensd door de 95% KDE. Voor deze analyse werd *Hawth's Analysis Tools for ArcGIS* gebruikt (Beyer 2004). Bij het gedrag is onderscheid gemaakt tussen wel en niet vliegen, waarbij een verplaatsingssnelheid van meer dan 2 m/s werd gebruikt als scheidingswaarde.

Vliegveiligheid

Vanuit het oogpunt van vliegveiligheid is vooral het vlieggedrag van Buizerds van belang. Immers, alleen vliegende vogels kunnen in aanvaring komen met een vliegtuig, en dan met name wanneer ze de start-/landingsbaan kruisen. Van alle vliegtuigbewegingen zijn datum, tijdstip, type vliegtuig en gebruikte startbaan verkregen van de KLu. Momenten waarop een Buizerd de start-/landingsbaan kruiste ('baankruisingen') zijn bepaald door lijnen te trekken tussen opeenvolgende datapunten en die segmenten te selecteren die de start-/landingsbaan kruisen. Voor elke Buizerd werd het aantal baankruisingen in de periode mei-augustus bepaald. Vervolgens werd bepaald hoeveel van de baankruisingen plaatsvonden op het moment dat een vliegtuig startte of landde. Hierbij is een marge van ± 5 minuten aangehouden vanwege de foutenmarge in de notatie van de start- en landingstijden. Tot slot werd vergeleken hoe de verschillende individuen reageerden op starts en landingen (alleen voor de broedvogels van Leeuwarden). Hierbij werd nagegaan hoe ver een Buizerd zich van de baan bevond wanneer de afgelopen 5 minuten een vliegtuig (F-16) was gestart of geland.



Figuur 1. Ruimtelijke verspreiding (vogels/ha, boven) en seizoenspatroon (vogels/100 ha, met 95% betrouwbaarheidsinterval in lichtrood, onder) van Buizerds op de vliegbases Leeuwarden (links) en Eindhoven (rechts) in 2005-2011 op basis van twee systematische tellingen per week. *Densities per ha (top) and occurrence over time (birds/100 ha, bottom) of Buzzards at Leeuwarden (left) and Eindhoven (right) airbases during 2005-2011, based on two counts per week.*

RESULTATEN

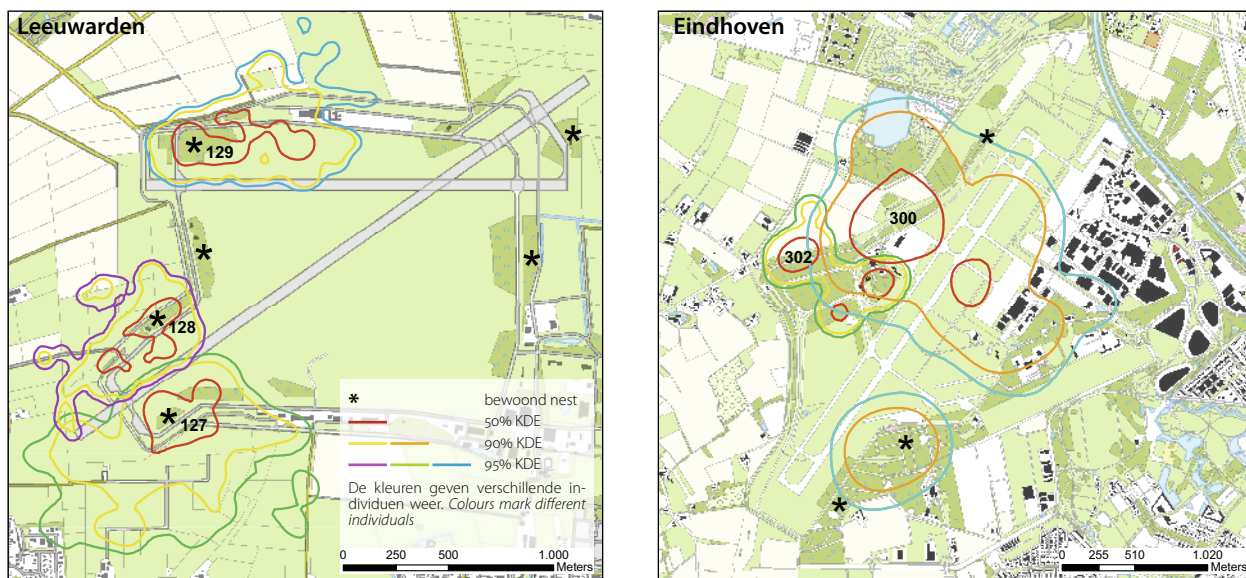
Voorkomen op militaire vliegvelden

Op beide vliegvelden waren Buizerds het gehele jaar aanwezig (figuur 1). De dichtheid op vliegveld Leeuwarden was ongeveer twee maal zo hoog als op Eindhoven. Op Leeuwarden namen de aantallen in de nazomer toe en bleven tot aan het eind van de winter beduidend hoger dan in het broedseizoen. Op Eindhoven bleven de aantallen het gehele jaar min of meer stabiel. In 2009-2011 kwamen in de bosschages op Leeuwarden jaarlijks 4-7 paren tot broeden (2.5 paren/100 ha); in de bosrijkere omgeving van Eindhoven ging het om 3-4 paren (0.6 paren/100 ha). Omgerekend naar oppervlakten bos was dit voor Leeuwarden in 2009 18.6 en voor Eindhoven in 2010 1.3 paren/100 ha bos (6 resp. 3 nesten). In 2007-2011 werden 40 aanvaringen met Buizerds geregistreerd, 32 op Eindhoven en acht op Leeuwarden. Gecorrigeerd voor het aantal vliegbewegingen waren dit ge-

middeld 2.18 aanvaringen per 10 000 vliegbewegingen op vliegbasis Eindhoven, en 1.62 op Leeuwarden. De jaarlijkse aanvaringsratio's verschilden niet significant tussen de twee vliegbases (t-test, $t_4 = -0.821$, $P=0.229$).

Leefgebieden

De leefgebieden (95% KDE) tijdens het broedseizoen van individuele broedvogels op vliegbasis Leeuwarden overlapt niet (figuur 2). Ook was de overlap met de startbaan beperkt. Voor twee Buizerds vormde de startbaan de grens tussen hun leefgebieden. De nesten van de drie broedvogels bevonden zich allemaal binnen de 50% KDE, maar zeker niet in het midden van hun leefgebieden. Deze leefgebieden bestreken in mei-augustus gemiddeld 46.6 ± 24.0 ha (spreiding 32.2-82.5 ha, tabel 2). Buizerd (met logger nummer) 128 kon langere tijd worden gevolgd. De grootte van zijn leefgebied veranderde niet in het najaar (september en oktober), en ook niet in het volgende broedseizoen; de overlap tussen



Figuur 2. Leefgebieden van Buizerds in het broedseizoen (mei-augustus) op vliegveld Leeuwarden (links, 2009, broedvogels) en Eindhoven (rechts, 2010, niet-broedvogels). Merk op dat de kaarten verschillen in schaal. *Home ranges during the breeding season (May-August) of Buzzards at Leeuwarden (left, 2009, breeding birds) and Eindhoven airbase (right, 2010, non-breeding birds). Note that the maps have different scales.*

jaren was volledig en hetzelfde nest werd beide jaren bezet. De leefgebieden van de niet-broedende vogels op vliegbasis Eindhoven vertoonden meer overlap, zelfs met nestlocaties van broedende soortgenoten (figuur 2). Opvallend was ook de enorme overlap van het leefgebied van Buizerd 300 met de startbaan. Deze niet-broedvogels verbleven ook regelmatig meerdere dagen buiten hun vliegveldleefgebied. Zo vertrok Buizerd 300 op 5 juni 2010 om 10:15 uur voor een driedaagse trip naar de Amsterdamse Waterleidingduinen NH, waarbij een afstand van 258 km werd afgelegd en de vogel onderweg luchthaven Schiphol passeerde. Buizerd 302 vertrok al de dag na het vangen naar de omgeving van Rouen in Noord-Frankrijk, een reis van 1038 km. Hij keerde terug en verbleef enige dagen rond Turnhout (B) om aansluitend van 3-6 juni 2010 een uitstap van 466 km te maken naar

Osnabrück in Noord-Duitsland. Uiteindelijk keerde de vogel weer terug naar vliegbasis Eindhoven (figuur 3). Buizerd 128, broedvogel op vliegbasis Leeuwarden, maakte een tweedaagse trip van 'slechts' 95 km lengte door Friesland op 12 en 13 mei 2009, waarbij werd overnacht in de buurt van Sneek.

Tijdbesteding

De vliegbasis Leeuwarden ligt in een open agrarisch gebied. De leefgebieden van de Buizerds bestonden voor 78-86% van het oppervlak uit grasland, en slechts voor 4-8% uit bos (tabel 3). Het gebruik van deze bosgebieden was veel groter en besloeg 21-26% van de tijd. De vogels zaten het grootste gedeelte van de tijd in het grasland (66-74%) of op obstakels in het landingsterrein. De resterende tijd brachten ze door boven wegen, het banenstelsel en gebouwen.

Tabel 2. Grootte van het leefgebied (95% KDE, ha) van Buizerds per maand en gedurende het broedseizoen (mei-augustus). De vogels van Leeuwarden (L) waren broedvogels, de vogels van Eindhoven (E) waren niet-broedvogels. *Home range (ha, 95% kernel density estimate) of Buzzards per month and for the whole breeding season (May-August). Birds at Leeuwarden (L) were breeding birds whereas birds at Eindhoven (E) airbase were non-breeding birds.*

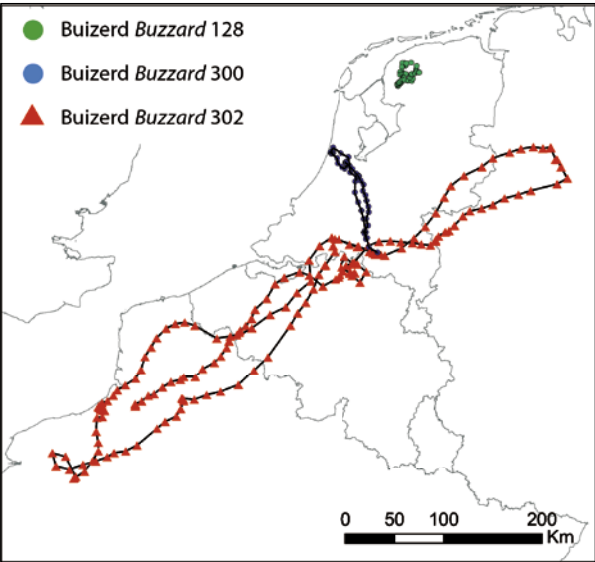
GPS (loc)	jaar year	grootte leefgebied (ha, 95% KDE) home range size							
		apr Apr	mei May	jun Jun	jul Jul	aug Aug	sep Sep	okt Oct	mei-aug May-Aug
127 (L)	2009	-	113.2	64.9	68.0	68.1	-	-	82.5
	2010	57.5	-	-	-	-	-	-	-
128 (L)	2009	-	42.1	25.4	25.4	32.3	31.2	26.3	32.2
	2010	30.5	25.3	28.8	45.4	35.1	-	-	33.6
129 (L)	2009	-	28.2	46.3	48.1	81.0	-	45.9	45.4
300 (E)	2010	-	516.7	74.5	410.3	103.7	-	-	354.5
302 (E)	2010	-	-	48.8	-	-	-	-	-

In de bosrijkere omgeving van vliegbasis Eindhoven bestonden de leefgebieden van de Buizerds voor 26-40% uit bos en voor 52-58% uit grasland, voornamelijk op het vliegveld. Ook deze Buizerds vertoonden een voorkeur voor het bos, alwaar ze 52-62% van de tijd verbleven. Boven of op wegen, het banenstelsel en gebouwen kwamen ze vrijwel niet voor, de rest van de tijd werd vooral doorgebracht op de graslanden in het landingsterrein.

De Buizerds op vliegbasis Leeuwarden vlogen significant meer (9.9%) dan die op Eindhoven (4.3%, $t_5=3.78$, $P=0.013$). Tussen 10:00 en 18:00 uur vlogen de Buizerds tijdens meer dan 10% van de positiebepalingen, de rest van het etmaal was dit minder dan 2%. Er was een flinke variatie tussen dagen. Van 285 ‘buizerddagen’ met een minimale steekproef van 20 metingen per Buizerd zat op 12.2% de vogel op alle meetmomenten stil. Daar tegenover staat één dag waarop Buizerd 127 op 49% van de metingen vloog. Op nog geen 4% van de dagen was de fractie meetmomenten waarop de Buizerd vloog groter dan 25%.

Vliegveiligheid

In het broedseizoen (mei-augustus) werd op grond van 16 746 GPS-datapunten op beide vliegvelden 289 maal een baankruising vastgesteld (1.7%). In 38 gevallen (13.4%) startte of landde er een vliegtuig binnen 5 minuten daarvoor of daarna. Van Buizerd 300 op vliegbasis Eindhoven viel 48.9% van de baankruisingen samen met startende of landende vliegtuigen, van Buizerd 127 op vliegbasis Leeuwarden 11.1%, en bij de overige vier Buizerds varieerde dit tussen 0 en 2.2%. Twee van de in totaal 12 gezenderde Buizerds zijn uiteindelijk omgekomen bij een botsing met een vliegtuig, beide op vliegbasis Eindhoven (tabel 1). Bij twee van de drie Buizerds op vliegbasis Leeuwarden was geen significant verschil waarneembaar in de gemiddelde afstand tot de baan tussen situaties met en zonder startende of landende vliegtuigen. Buizerd 129 bevond zich wel significant verder van de baan ten tijde van starts en landingen (t-test, $P<0.001$). Vergelijken we alleen het aandeel registraties tussen 0-200 m van de baan zonder en met vliegtuigbewegingen, dan werd ook alleen bij dezelfde Buizerd een afname geconstateerd tijdens starts en landingen (van 23% naar respectievelijk 6%).



Figuur 3: Meerdaagse lange uitstapjes over grotere afstanden van gezenderde Buizerds in het broedseizoen. Alleen Buizerd 128 had een nest. Long-distance trips of the tracked Buzzards during the breeding season. Only bird no. 128 was actually nesting.

Bij Buizerd 128 was dit aandeel 8% respectievelijk 7% en bij Buizerd 127 in beide gevallen 1%.

DISCUSSIE

Ruim 30 jaar systematisch tellen heeft aangetoond dat door het schraalgraslandbeheer op de militaire vliegvelden de meest gevaarlijke, in groepen voorkomende vogels zijn afgenomen (o.a. Dekker 1994). In aanvulling hierop heeft actief verjagen nooit geleid tot een geheel vogelvrij vliegveld, al wordt dit doel wel nagestreefd (Dekker & Buurma 2003). Dit blijkt onder andere uit het nog steeds jaarrond voorkomen van roofvogels zoals Buizerds op de vliegbases. Opvallend is dat de dichtheid aan broedende Buizerds op vliegbasis Leeuwarden, met zijn marginale hoeveelheid bos, veel hoger is dan die op Eindhoven, waar bos zowel op als buiten het vliegveld veelvuldig voorkomt. Bijlsma (1993) consta-

Tabel 3. Habitatverdeling en -gebruik binnen het leefgebied (95% KDE) van Buizerds in de periode mei-augustus. Drie vogels leefden op vliegbasis Leeuwarden (L), twee op Eindhoven (E). B: aandeel beschikbaar habitat in het leefgebied, G: gebruik (aandeel GPS-punten in het leefgebied). Availability (B) and use (G) of habitat categories by individual Buzzards within their home range (95% kernel density estimate) in the period May – August. Three Buzzards were breeding at Leeuwarden airbase (L), two were non-breeders at Eindhoven (E).

vogel bird id	127 (L)		128 (L)		129 (L)		300 (E)		302 (E)	
	B	G	B	G	B	G	B	G	B	G
bos forest	4%	26%	4%	21%	8%	23%	26%	52%	39%	62%
grasland grassland	86%	67%	84%	74%	78%	69%	58%	46%	52%	37%
wegen en banen roads & runways	9%	4%	11%	3%	12%	5%	15%	2%	8%	0%
gebouwen buildings	1%	3%	1%	2%	2%	3%	1%	0%	1%	1%



Open schraalgraslanden op vliegbasis Eindhoven, soorten als Kievit en Kokmeeuw houden er niet van maar dit type beheer is nog niet effectief tegen roofvogels als Buizerd en Torenvalk, Eindhoven, 23 juni 2004. *Extensively managed meadows at Eindhoven airport keep species like Black-headed Gull and Lapwing away but this type of management is not yet effective against species like Common Buzzard and Kestrel.* (foto: Vogelwacht Eindhoven).

teerde in Noord-Brabant een ondervertegenwoordiging aan broedvogels en schreef dit toe aan het karakter van het bos (vrij jong, dennenakkers, voedselarm) en door grootschalige illegale vervolging. Of deze vervolging nu, meer dan 20 jaar later, nog steeds zijn invloed heeft weten wij niet. Door het schraalgraslandbeheer is de stand van muizen, een belangrijke voedselbron, op vliegbasis Eindhoven inmiddels heel laag, zeker in vergelijking met Leeuwarden (gemiddeld 0.3 tegen 3.2 heropende gaatjes per 50 m² in 2008-2012, berekend over vier plots per vliegbasis en vier tellingen per jaar, gegevens KLu). Daar tegenover staat een florerende stand van Konijnen *Oryctolagus cuniculus* op Eindhoven, waarbij avondtellingen gemiddeld 2.1 waargenomen Konijnen/ha opleverden (gegevens KLu, maandelijkse tellingen van december 2010 t/m september 2012). Voldoende voedsel en broedgelegenheid lijken daarmee hogere dichtheden niet in de weg te staan. Mogelijk dat verjagen en wegvangen succesvoller is op vliegbasis Eindhoven (45 vogels weggevangen in 2009-2011) dan op Leeuwarden (9 vogels in 2009-2011).

Het gebruik van het UvA-BiTS maakte het mogelijk om over een langere periode op een operationele vliegbasis individuele Buizerds te volgen voor vliegveiligheidsdoelstellingen. Eén van de voordelen van het systeem is de mogelijkheid om het meetprogramma aan te passen terwijl de

gezenderde vogel rondvliegt. Drie jaar na aanvang van dit onderzoek zijn de GPS-loggers al weer zo sterk verbeterd dat het mogelijk is om drie tot vijf keer zo veel metingen te doen onder dezelfde weersomstandigheden. Dit biedt de mogelijkheid om in de toekomst directe reacties op verstoring door vliegtuigen, of de effectiviteit van verjaagacties, te meten.

Middels de in deze pilotstudie gebruikte GPS-data hebben we het ruimtegebruik van een drietal broedvogels op de vliegbasis Leeuwarden kunnen vastleggen. Uit de kleine steekproef komt duidelijk naar voren dat de broedvogels een klein leefgebied hebben. Eén Buizerd bezette een jaar later nog steeds exact hetzelfde leefgebied. Ook Bijlsma *et al.* (2001) geven aan dat Nederlandse broedvogels het gehele jaar in hun territorium blijven. De steekproef op vliegbasis Eindhoven omvatte slechts twee niet-broedvogels. Hoewel de broedvogels en niet-broedvogels dus in verschillende gebieden zijn gevolgd en de steekproeven klein zijn, is het opvallend dat de niet-broedvogel waarvoor we dit konden vaststellen een groot leefgebied gebruikte dat vrijwel het gehele vliegveld omvatte inclusief de start/landingsbaan, terwijl die van broedvogels kleiner waren en niet de start/landingsbaan omvatten. Bovendien beperkten beide niet-broedvogels zich niet tot dit leefgebied, maar maakten zij

ook meerdaagse trips van vele honderden kilometers lengte (zie ook Walls & Kenward 1998). De broedvogels op vlieg-basis Leeuwarden leken zich te hebben aangepast aan het operationele vliegveld en daar te kunnen overleven, terwijl twee van de zes niet-broedvogels op Eindhoven in aanvaring kwamen met een vliegtuig. Deze resultaten ondersteunen de indruk dat vooral (jonge onervaren) niet-broedvogels een aanvaringsrisico vormen (o.a. Transport Canada 2001). Als lokale broedvogels de niet-broedvogels (deels) verjagen lijkt het vanuit het oogpunt van vogelaanvaringspreventie verstandiger om zulke vogels met rust te laten en niet over te gaan tot een *zero tolerance* beleid, zoals in veel Anglo-Amerikaanse vogelaanvaringhandleidingen wordt voorgeschreven (CAA 2008, Transport Canada 2001, Cleary & Dolbeer 1999). Zo'n vacant territorium wordt immers snel weer ingenomen door een nieuwe (onervaren) Buizerd (Bijlsma *et al.* 2001).

Bijlsma *et al.* (2001) en Bijlsma (1993) geven aan dat in het broedseizoen naast territoriale Buizerds ook nog veel niet-broedende Buizerds voorkomen, waarbij leefgebieden zelfs kunnen overlappen met de leefgebieden van broedvogels. Dit idee wordt ondersteund door onze resultaten: het grote leefgebied van Buizerd 300 overlapt met verschillende bezette nesten. Het is echter de vraag of je bij niet-broedvogels wel over een leefgebied op een vliegveld kunt spreken. De twee niet-broedvogels op vliegbasis Eindhoven verbleven immers 5% (vogel 300) en 70% (vogel 302) van de dagen buiten het vliegveld, tegenover <1% bij de drie broedvogels op vliegbasis Leeuwarden.

Vanuit het vliegveiligheidsaspect mag met enige reserve worden geconcludeerd dat men voorzichtig met de lokale ervaren broedvogels om moet gaan. Als de aantallen Buizerds op een vliegveld toenemen en wordt besloten tot wegvangen, dan zouden in ieder geval de lokale broedvogels niet moeten worden verplaatst. Als deze niet gemerkt zijn, en men dus niet weet of het een lokale broedvogel is, is het wellicht beter om deze weer los te laten en alleen onvolwassen vogels te verplaatsen. Het jaarlijks in kaart brengen van de lokale broedvogelpopulatie en het kleurmerken van de lokale broedvogels, met meer aandacht voor de bepaling van leeftijd en geslacht, zou de vliegveiligheid op een ecologische en duurzame manier verhogen.

Naschrift

Op 21 december 2013 werd het skelet van een dode Buizerd gevonden op de vliegbasis Leeuwarden, met daarnaast een GPS-logger. Het bleek te gaan om Buizerd 127, gestorven midden in zijn eigen territorium. Op de GPS-logger bleken nog veel bruikbare gegevens te staan. De laatste meting dateert van 9 juli 2013, maar liefst ruim 4 jaar nadat de logger op de rug van Buizerd 127 werd bevestigd. In totaal werden bijna 5000 datapunten van de logger afgehaald. Per jaar nam het aantal meetpunten wel af, maar er bleven er voldoende over

om te beoordelen waar de vogel heeft uitgehangen. Alle metingen uit 2010-2013 vallen binnen de begrenzingen van het territorium uit figuur 2, wat een bevestiging is van de plaatstrouw van eenmaal gevestigde Buizerds. Daarnaast blijkt dat de vogel ondanks zijn gevaarlijke woonlocatie nooit in aanvaring is gekomen met een F-16.

DANKWOORD

Wij danken de vogelwachten M. Das en H. Veerdig van de vliegbasis Leeuwarden, en M. Vink, H. Heskamp, A. van Erve, T. van Beurden en W. Bosmans van de vliegbasis Eindhoven voor alle logistieke hulp op het vliegveld, K. Oosterbeek en F. Majoor van Sovon voor het ringen van de vogels en aanbrengen van de loggers, K. Oosterbeek voor het aanvragen van de ontheffing bij de dierexperimentencommissie (DEC) om de loggers te mogen aanbrengen, Edwin Baaij voor het maken van de UvA-GPS-loggers, en Peter N. Gal voor zijn hulp bij het schrijven van het Matlab script. Het UvA-BITS Virtuele Laboratorium wordt ondersteund door het Netherlands eScience Center (<http://esciencecenter.com>), project 660.011.305, LifeWatch (www.lifewatch.eu) en BiG Grid (www.biggrid.nl). De vliegbases Leeuwarden en Eindhoven van de Koninklijke Luchtmacht danken we voor de toestemming om deze pilotstudie te mogen uitvoeren. Arie Dekker, Raymond Klaassen en Pieter van Veelen voorzagen een concept van dit artikel van commentaar.

LITERATUUR

- Allan J.R. 2000. The costs of bird strikes and bird strike prevention. Human conflicts with wildlife: economic considerations. Proceedings of the Third National Wildlife Research Center Special Symposium, August 2000, Fort Collins, Colorado.
- Beyer H.L. 2004. Hawth's analysis tools for ArcGIS. www.spatialecology.com/htools.
- Bijlsma R.G. 1993. Ecologische atlas van de Nederlandse roofvogels. Schuyt & Co, Haarlem.
- Bijlsma R.G., F. Hustings & C.J. Camphuysen 2001. Algemene en schaarse vogels van Nederland (Avifauna van Nederland 2). GMB Uitgeverij/KNNV Uitgeverij, Haarlem/Utrecht.
- Blokpoel H. 1976. Bird hazards to aircraft. Clarke, Irwin & Co, Ottawa.
- Bouten W., E.W. Baaij, J. Shamoun-Baranes & C.J. Camphuysen 2013. A flexible GPS tracking system for studying bird behaviour at multiple scales. *Journal of Ornithology* 154: 571-580.
- CAA 2008. CAP 772 Birdstrike risk management for aerodromes. UK Civil Aviation Authority, Norwich (www.caa.co.uk/publications).
- Cleary E.C. & R.A. Dolbeer. 1999. Wildlife hazard management at airports, a manual for airport personnel. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Airport Safety and Standards, Washington D.C.
- Conomy J.T., J.A. Dubovky, J.A. Collazo & W.J. Fleming 1998. Do black ducks and wood ducks habituate to aircraft disturbance? *Journal of Wildlife management* 62: 1135-1142.
- Dekker A. 1994. Airfield bird counts, a management tool in the prevention of on-airfield birdstrikes. Proceedings of the 22nd Bird Strike Committee Europe, Vienna, Austria, pp 343-360 (www.int-birdstrike.org).

- Dekker A. 2000. Poor long grass. Low bird density ground cover for the runway environment. Proceedings of the 25th International Bird Strike Committee, Amsterdam, the Netherlands, pp 291-306 (www.int-birdstrike.org).
- Dekker A. 2004. Airfield bird counts: A management tool in the prevention of on-airfield birdstrikes. Proceedings of the 22nd Bird Strike Committee Europe, 29 August - 2 September 1994, Vienna, Austria (www.int-birdstrike.org).
- Dekker A. 2009. Raptors on three RNLAf airbases: number, strikes, trapping and relocation. Proceedings of the 2009 Bird Strike North America Conference, 14-17 September 2009, Victoria, British Columbia.
- Dekker A. & F.F. van der Zee 1996. Birds and grassland on airports. Proceedings of 23rd meeting of the International Bird Strike Committee, London (www.int-birdstrike.org).
- Dekker A. & L.S. Buurma 2003. Zero-tolerance a panacea? Proceedings of the 26th meeting of the International Bird Strike Committee, Warsaw (www.int-birdstrike.org).
- Dunnet G.M. 1977. Observations on the effects of low-flying aircraft at seabird colonies on the coast of Aberdeenshire, Scotland. *Biological Conservation* 12: 55-63.
- Dolbeer R.A., E.S. Wright, J. Weller & M.J. Begier 2009. Wildlife strikes to civil aircraft in the United States 1990-2008. Report, Federal Aviation Administration, Washington DC.
- Hesse G., R.V. Rea & A.L. Booth 2009. Wildlife management practices at western Canadian airports. *Journal of Air Transport Management* 16:185-190.
- Korschgen C.E., & R.B. Dahlgren 1992. Human disturbances of waterfowl: causes, effects and management. *Fish and Wildlife Leaflet* 13. US Fish & Wildlife Service, Washington DC.
- Kie G.K., J. Matthiopoulos, J. Fieberg, R.A. Powell, F. Cagnacci, M.S. Mitchell, J-M Gaillard & P.R. Moorcroft 2010. The home-range concept: are traditional estimators still relevant with modern telemetry technology? *Philosophical Transactions of the Royal Society, Biology* 365: 2221-2231.
- Linnell M.A., M.R. Conover & T.J. Ohashi 1999. Biases in bird strike statistics based on pilot reports. *Journal of Wildlife Management* 63: 997-1003.
- Millsbaugh J.J. & J.M. Marzluff (eds). 2001. Radio tracking and animal populations. Academic press, San Diego.
- Nisbet I.C.T. 2000. Disturbance, habituation, and management of waterbird colonies. *Waterbirds* 23: 312-332.
- Rees E.C., J.H. Bruce & G.T. White 2005. Factors affecting the behavioural responses of whooper swans (*Cygnus c. cygnus*) to various human activities. *Biological Conservation* 121: 360-382.
- Richardson W.J. & T. West 2000. Serious birdstrike accidents to military aircraft: updated list and summary. Proceedings of the 25th International Bird Strike Committee, Amsterdam, pp 67-98 (www.int-birdstrike.org).
- Rodgers A.R., A.P. Carr, H.L. Beyer, L. Smith & J.G. Kie 2007. HRT: Home range tools for ArcGIS. Version 1.1, Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario, Canada.
- Schiphol Group 2012. Jaarverslag 2011. <http://2011.jaarverslagschiphol.nl>.
- Soldatini C., Y.V. Albores-Barajas, P. Torricelli & D. Mainardi 2008. Testing the efficacy of three deterring systems in two gull species. *Applied Animal Behavioural Sciences* 110: 330-340.
- Thorpe J. 2010. Update on fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes with appendix for 2008 & 2009. Proceedings of the 29th meeting of the International Bird Strike Committee, Cairns (www.int-birdstrike.org).
- Transport Canada 2001. Sharing the Skies: An aviation industry guide to the management of wildlife hazards. Ottawa, Canada. (www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/publications/tp13549-menu-2163.htm).
- Walls S.S. & R.E. Kenward 1998. Movements of radio-tagged Buzzards *Buteo buteo* in early life. *Ibis* 140: 561-568.

Hans van Gasteren & Inge Both, Koninklijke Luchtmacht, Postbus 8762, 4820 BB Breda, jr.v.gasteren@mindef.nl
 Judy Shamoun-Baranes, Willem Bouten en Jacques-Olivier Laloë, Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteem Dynamica, Universiteit van Amsterdam, Postbus 94248, 1090 GE Amsterdam.

A pilot study on GPS tracking of Common Buzzards *Buteo buteo* at military airfields to advance bird strike prevention

The presence of birds at and near airfields is a constant problem for flight safety all around the world. To minimize the risk of bird strikes, airfields practice wildlife management policies, including habitat modification and bird scaring techniques. To efficiently manage these populations a thorough understanding of their ecology and local behaviour is needed. Tracking birds with GPS devices can offer valuable insight into a species' biology and ecology, but has not yet been applied in the context of aviation safety. In the present pilot study, 12 Common Buzzards (six at each location) were tagged with UvA bird tracking GPS devices (www.uva-bits.nl) to monitor their movements and activities on the military airfields of Leeuwarden and Eindhoven in the Netherlands, from May 2009 to the end of 2010 (Tab. 1). Sufficient data was obtained for only three breeding birds at Leeuwarden and two non-breeding birds at Eindhoven. Home ranges of three breeding birds at Leeuwarden measured 46.6 ± 24.0 ha (Tab. 2), were defended and overlapped only slightly. Home

ranges of non-breeding birds at Eindhoven overlapped with nest locations of breeding birds (Fig. 2). Non-breeding birds also occasionally left their local home ranges to make long trips (Fig. 3). The breeding birds spent nearly 100% of their time at the airfield, with one bird crossing the runway more or less frequently, and in 11% of cases within 5 minutes of an aircraft passage. One of the non-breeding birds crossed the runway relatively often, and in 49% of cases in close proximity to moving aircraft. This individual was finally killed in a bird strike. Although sample sizes were small, the data suggest that experienced local breeding birds form less of a bird strike risk than unexperienced non-breeding birds. Thus, to reduce bird strikes it might be better to not remove local breeding birds as they will be replaced by less experienced individuals. This pilot study forms a basis for further research in the context of behavioural ecology, conservation biology, and flight safety.