

Recreatie en biodiversiteit in balans; een ruimtelijke benadering

In Nederland streeft men ernaar natuurgebieden zo veel mogelijk open te stellen voor recreatie. Recreatie kan echter een extra stressfactor betekenen voor kleine en versnipperde populaties. Dat kan de duurzame instandhouding van soorten in gevaar brengen. Het combineren van recreatie en natuur vraagt daarom om een goede balans. In dit artikel wordt een beleidsinstrument gepresenteerd waarmee de effecten van recreatie en de effectiviteit van recreatiezonering zijn verkend.

Een toenemend aantal recreanten bezoekt natuurgebieden op steeds meer momenten in de week en het jaar. De variatie aan recreatievormen neemt eveneens toe: wandelaars delen de natuur met mountainbikers, joggers, fietsers, ruiters en hondenuitlaters (Ministerie LNV, 1994; 2000). Recreanten willen meer avontuur en zoeken die naar verwachting steeds vaker buiten de paden. Bovendien is het Nederlandse beleid erop gericht natuurgebieden zo veel mogelijk open te stellen voor recreatieve doeleinden (Ministerie LNV, 2000; Staatsbosbeheer, 1999; Vereniging Natuurmonumenten, 1999).

De natuur in Nederland staat reeds onder druk door versnippering en achteruitgang van de milieukwaliteit. Recreatie kan een extra stressfactor betekenen voor kleine en versnipperde populaties. Wanneer soorten gevoelig zijn voor verstoring is dit een extra drukfactor die moet worden opgevangen. Nederland kent een hoge prioriteit toe aan behoud en herstel van de natuurkwaliteit, en formuleert kwantitatieve doelen, aan de hand van duurzame populaties van doelsoorten (Ministerie LNV, 1990, Bal et al., 1995; Bal et al., 2001). De implementatie van de Europese regelgeving in de Nederlandse wetgeving, die momenteel plaatsvindt, zal eveneens gevolgen hebben voor de bescherming van de natuurkwaliteit. Ook (toename van) het recreatief gebruik dient beoordeeld te worden op een eventuele strijdigheid met de instandhoudingdoelstellingen van een Habitat- of Vogelrichtlijn gebied.

Het combineren van recreatieve en natuurkwaliteitdoelstellingen vraagt om een goede balans. De beheerder moet kunnen inschatten hoeveel recreanten kunnen worden

toegelaten en hoe deze ruimtelijk gestuurd dienen te worden. In veel natuurgebieden wordt de recreatie reeds ruimtelijk gereguleerd met stille, intermediair belaste en drukke zones. Ofschoon er in het verleden veel onderzoek rond deze problematiek is verricht (zie onder meer de overzichtsstudies van Henkens, 1998 en Hill et al., 1997) biedt de huidige stand van de kennis de beheerder onvoldoende houvast. Het is voor een beheerder moeilijk om na te gaan of de openstelling van natuurterreinen, zeker gezien de toename van het aantal bezoekers, de natuurkwaliteit in gevaar brengt. Bovendien zijn de effecten van nieuwe recreatievormen en de invloed van een andere verdeling van recreatie over de week en het jaar niet bekend.

Veel soorten zijn afhankelijk van een samenhangend netwerk van leefgebieden, omdat de afzonderlijke natuurgebieden in Nederland te klein zijn voor duurzame overleving. Bij het bepalen van de effecten van recreatie op het duurzaam voorkomen van soorten heeft de grootte van het leefgebied en de ruimtelijke samenhang tussen leefgebieden een grote invloed. Wanneer het voortbestaan van een netwerkpopulatie als geheel niet in gevaar komt, is een zekere mate van verstoring geen probleem. Wij presenteren hier de eerste versie van een beleidsinstrument waarmee de beheerder de vraag kan beantwoorden bij welke mate van verstoring de overleving van een soort in gevaar komt. In de casestudie is de meerwaarde van een ruimtelijke benadering verkend, waarbij de effecten van recreatie en de effectiviteit van recreatiezonering met modelsimulaties zijn doorgerekend.

CLAIRE VOS, PAUL
OPDAM & ROGIER
POUWELS

Dr. C.C. Vos, Prof.dr. P.F.M.
Opdam en drs. R. Pouwels,
ALTERRA, Centrum Landschap,
Wageningen UR, postbus 47,
6700 AA Wageningen,
claire.vos@wur.nl

Foto's Saxifraga



De invloed van recreatiezonering op het voorkomen van een 'open duinvogel'

In de casestudie is een verkenning uitgevoerd naar het gecombineerde effect van recreatie en versnippering op het voorkomen van een fictieve vogelsoort in de Amsterdamse Waterleidingduinen. Hierbij heeft een 'open duinvogel' model gestaan, waarbij zo veel mogelijk gebruik is gemaakt van gegevens van de veldleeuwerik. Dat betekent dat de resultaten van het model in algemene zin gelden voor soorten die lijken op de veldleeuwerik. Het betreft hier echter een verkennende studie, waarvan de voorspellingen niet in absolute zin naar de situatie in de Amsterdamse Waterleiding kunnen worden doorvertaald. Wel is het mogelijk om de resultaten van verschillende modelscenario's onderling te vergelijken (Verboom en Wamelink, 1999).

Er zijn 3 scenario's met elkaar vergeleken:

1. *Zonder recreatie*: Dit is de referentie situatie waarmee de beide andere scenario's worden vergeleken. Het geeft de potentiële duurzaamheid weer van het leefgebied van de open duinvogel, wanneer er geen verstoring door recreatie zou plaatsvinden.

2. *Huidige recreatie*: Hier is het effect van de huidige recreatiedruk op het voorkomen van de open duinvogel in beeld gebracht.

3. *Recreatie zonering*: Met dit scenario is verkend wat de invloed is van een relatief rustige zone in het centrum van het duingebied. Het gaat hierbij om geringe wijzigingen in het padenstelsel, die in principe uitvoerbaar kunnen zijn. Er is een paaltjeswandeling verlegd en er zijn twee paden verwijderd in een deel van het gebied waar toch al weinig wandelaars kwamen.

Vergelijking van de scenario's *Huidige recreatie* en *Recreatiezonering* met het referentiebeeld laat zien wat de effecten zijn van recreatie en wat de invloed is van een andere verdeling van recreanten.

Bij de analyse is gebruikt gemaakt van de modellen *Metaphor* en *SmallSteps*. Met *Metaphor* (Verboom et al., 1998; Vos et al., 2001) worden de scenario's met en zonder verstoring gesimuleerd en wordt bepaald in hoeverre de 'open duinvogel' duurzaam kan voorkomen in het gebied ondanks de verstoring. *SmallSteps* (Vos, 1999) simuleert de verdeling van de recreanten over de paden, waarmee de breedte van verstoringzones worden berekend.

Methoden

Bepalen recreatiedruk

SmallSteps simuleert het wandelgedrag van recreanten in het gebied. De gegevens over het aantal recreanten, de verblijfsduur, de vertrekpunten e.d. zijn gebaseerd op recreatieonderzoek in het gebied (Bakker & Lengkeek, 1999; Jaarsma & Webster, 1999). Iedere recreant krijgt bij de start een bepaalde af te leggen afstand mee. Bij elk kruispunt van paden wordt bepaald of de kortste route terug naar de ingang groter is dan het restant van de afstand die nog mag worden afgelegd. Zo ja, dan kiezen ze de kortste route terug. Zo nee dan kiezen ze een willekeurig pad. Er is onderscheid gemaakt tussen recreanten die alleen paaltjeswandelingen volgen (70%) en recreanten die alle paden benutten (30%, Jaarsma & Webster, 1999). Per padsegment, (de afstand tussen twee kruispunten) wordt bijgehouden hoeveel recreanten passeren. Het aantal recreanten per pad is omgezet naar het aantal recreanten dat per uur passeert, op basis van het aantal bezoekers op de normdag (de op 10 na drukste dag van het jaar, Henkens, 1998). De beslisregels over het wandelgedrag van de recreanten in *SmallSteps* is getoetst op basis van de werkelijk waargenomen aantallen recreanten van het recreatieonderzoek. Wanneer het model de huidige recreatiepatronen goed voorspelt, kan het vervolgens gebruikt worden om de effecten van recreatiezonering op de hoeveelheden recreanten per pad te voorspellen.



Relatie tussen recreatiedruk en verstoring

In veel studies, in zowel open duin- en heidelandschap als gesloten bosgebieden, is een relatie tussen recreatiedruk en afname van broedvogeldichtheden aangetoond (o.a. Van der Zande, 1984; Vos & Peltzer, 1987; Miller *et al.*, 1998). Ook is een verminderd reproductiesucces aangetoond bij een hoge recreatiedruk (o.a. Van der Zande & Verstraal, 1984; Bijlsma *et al.*, 1985; Vos & Peltzer, 1987;

Gaddy & Kohlsaas, 1987; Miller *et al.*, 1998). Er zijn indicaties dat het aantal passerende recreanten (de dosis) bepalend is voor de breedte en de sterkte van de afname van dichtheden en reproductiesucces (het effect). Het onderzoek van Vos & Peltzer (1987) geeft een aanzet voor een dosis-effectrelatie. De zone waarin 75% van de nesten van de roodborsttapuit werden verlaten nam toe van 40m bij 14 recreanten per uur tot 200m bij 90 recreanten per uur.



Tabel 1 De breedte van de verstoringzone langs het pad in relatie tot het aantal recreanten dat per uur passeert. In de verstoringzone is de dichtheid aan territoria van de ‘open duinvogel’ gehalveerd en is de reproductie met 25% verminderd.

Table 1 Disturbance zone (width in m) along the footpath in relation to the number of visitors (per hour on a norm day). In the disturbance zone bird density is 50% reduced and reproduction is 25% reduced

Aantal recreanten per uur per normdag	Verstoringzone (m)
0-1	30
2-5	60
6-15	100
16-30	200
31-60	300
61-100	400
>100	600

Voor de wulp is de verstoringzone bij 90 recreanten per uur twee keer zo groot. Een verklaring voor de negatieve effecten van verstoring moet waarschijnlijk gezocht worden in de energiebalans. Het opvliegen bij naderende recreanten leidt tot extra energieverbruik, hetgeen gecompenseerd moet worden door langer te foerageren (Yalden & Yalden, 1990; Riddington *et al.*, 1996, Urfi *et al.*, 1996). Het is aannemelijk dat er naarmate de verstoring langer aanhoudt een omslagpunt op zal treden, waarna compensatie niet langer mogelijk is. Het voedselaanbod in de omgeving en de tijd die beschikbaar is voor foerageren bepalen waar het omslagpunt ligt. Dat wordt bijvoorbeeld geïllustreerd door een studie aan de torenvalk, waarbij verstoring alleen in jaren met een laag voedselaanbod (slechte muizen jaren) tot een verminderd reproductie-succes leidde (Van der Zande & Verstraal, 1984).

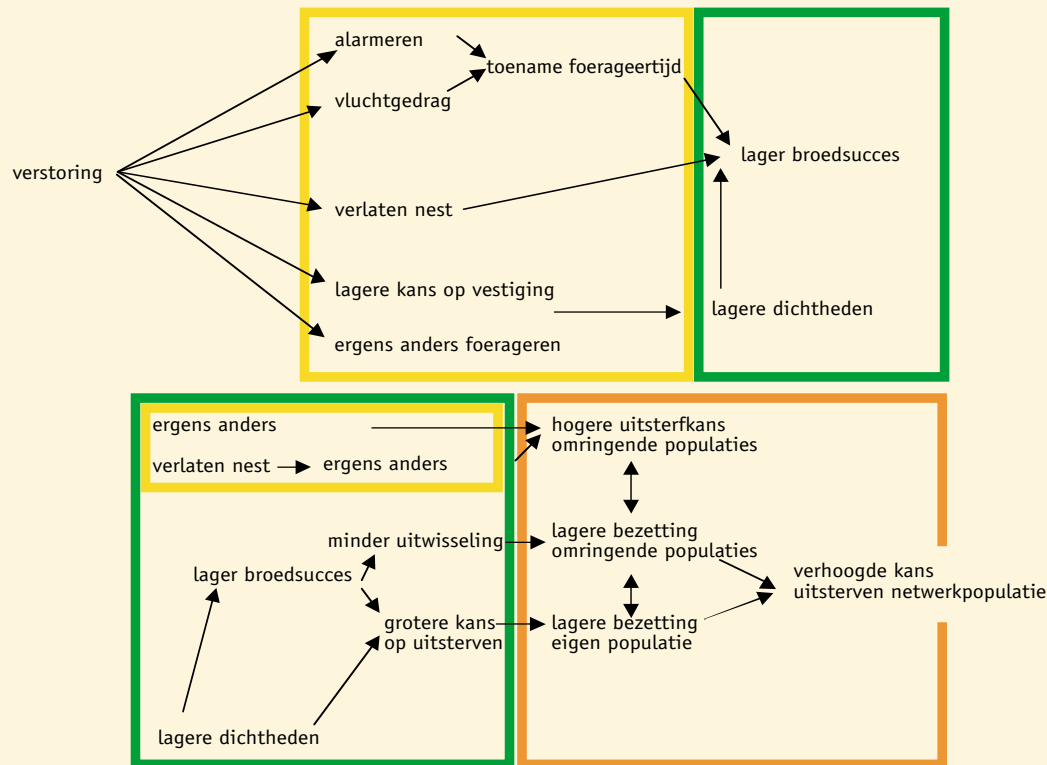
In figuur 1 is schematisch weergegeven hoe de effecten op individuen en lokale populaties kunnen doorwerken op de duurzaamheid van een netwerkpopulatie. Lagere dichtheden en een lager reproductieproces langs wandelpaden met een hoge recreatiedruk, kunnen de overlevingskansen van populaties negatief beïnvloeden. De draagkracht van een leefgebied neemt af en de omvang van de totale populatie wordt kleiner dan in een ongestoorde situatie. Kleinere populaties hebben een grotere kans om uit te sterven. Of de lagere dichtheden ook werkelijk een

probleem vormen voor de duurzame overleving van de (netwerk)populatie, hangt af van de mate van verstoring en van de grootte en ruimtelijke samenhang van de netwerkpopulatie als geheel.

Om voor meerdere vogelsoorten een verstoringzone in te kunnen schatten heeft Henkens (1998) op basis van een aantal soortskennmerken, broedvogels ingedeeld in de mate van gevoeligheid voor verstoring. Op basis van onder andere de dosis-effect relaties van Vos & Peltzer (1987) worden verstoringzones aangegeven. Deze zijn afhankelijk van het aantal recreanten dat per uur een bepaald pad passeert. De veldleeuwerik, en daarmee de ‘open duinvogel’, valt in de klasse ‘gevoelig voor recreatie’. In tabel 1 worden de verstoringbreedtes voor dit type vogel weergegeven. In de casestudie zijn binnen de zones de dichtheid aan territoria gehalveerd. Aangezien Vos & Peltzer (1987) naast een effect op de dichtheid ook een effect op de reproductie vinden, wordt de reproductie verminderd met 25%. Hierdoor wordt het potentieel aantal paartjes dat in de verschillende populaties kan voorkomen in de drie scenario’s verschillend.

De netwerkpopulatie ‘open duinvogel’

De veldleeuwerik nestelt in open vegetaties, waar weinig struiken of bomen zijn (Beintema *et al.*, 1995). Op basis van de vegetatiekaart van het duingebied (van Til & Mourik, 1999) is een kaart van het potentieel leefgebied in het gebied gemaakt. Hierbij is onderscheid gemaakt in optimaal, sub-optimaal en marginaal habitat, afhankelijk van de hoeveelheid struiken. Hierbij wordt aan optimaal leefgebied een gemiddelde dichtheid van 60 paartjes per 100 ha toegekend (Texeira, 1997; Reijnen *et al.*, 2002). Vervolgens is op basis van de grootte en kwaliteit van het gebied de draagkracht per lokale populatie berekend. De verschillende populaties in het duingebied kunnen als één netwerkpopulatie beschouwd worden, gezien de afstanden



Figuur 1 Schematische weergave van doorvertaling van het effect van verstoring naar het niveau van netwerkpopulaties. In de gele vakken zijn de processen op het niveau van individuen weergegeven, in de groene vakken de processen op het niveau van lokale populaties en in het oranje vak de processen op het niveau van netwerkpopulaties. In Metaphor worden de processen binnen het groene en oranje vak gesimuleerd.

Figure 1 Schematic impression of the continued effects of disturbance from the individual level to the metapopulation level. The yellow sections indicate the processes on the individual level, the green sections stand for the local population level and the orange sections for processes on the metapopulation level. In Metaphor the green and orange sections are simulated.

die veldleeuweriken kunnen overbruggen op dispersie (Reijnen et al., 2002).

Het computermodel Metaphor (Verboom et al., 1998; Vos et al., 2001) simuleert geboorte, sterfte en dispersie van individuen in de tijd. Met dit model is het mogelijk de levensvatbaarheid van een netwerkpopulatie te bepalen. Een netwerkpopulatie wordt levensvatbaar geacht wanneer de kans op uitsterven kleiner is dan 5% in 100 jaar. Daarnaast wordt de bezettingskans per lokale populatie berekend. De parameterinstellingen van de 'open duinvogel' zijn merendeels gebaseerd op het model 'kleine moerasvogels' (Verboom et al., 1998). Enkele instellingen met betrekking tot geboorte en sterfte zijn aangepast op basis van literatuurgegevens over de veldleeuwerik (Cramp et al., 1988, Beintema et al., 1995) (zie tabel 2).

Omschrijving	Waarde
Dichtheid in optimaal habitat	60 paartjes/ 100 ha
Dichtheid in sub-optimaal habitat	30 paartjes/ 100 ha
Dichtheid in marginaal habitat	15 paartjes/100 ha
Reproductie systeem	monogaam
Aantal leeftijdsklassen	1
Territoriaal	Ja
Broedplaatstrouw	Ja
Aantal dispersie rondes	6
Sterftetekans bij lage dichtheden	0.2
Sterftetekans bij hoge dichtheden	0.4
Extra sterfte bij slechte kwaliteit	0.2
Standaarddeviatie sterftetekans	0.05
Stijlheid sterftecurve	2
Reproductie bij lage dichtheden	0.75
Reproductie bij hoge dichtheden	0.35
Standaarddeviatie reproductie	0.1
Fractie van de juvenielen die emigreert	0.7
Fractie van de adulten die emigreert	0.1

Tabel 2 Parameters voor het netwerkpopulatiemodel Metaphor van de 'open duinvogel'.

Table 2 Parameters of the metapopulation model Metaphor for the 'open dune bird'.

Figuur 2 Kans op voorkomen per lokale populatie in het referentiescenario 'zonder recreatie'.

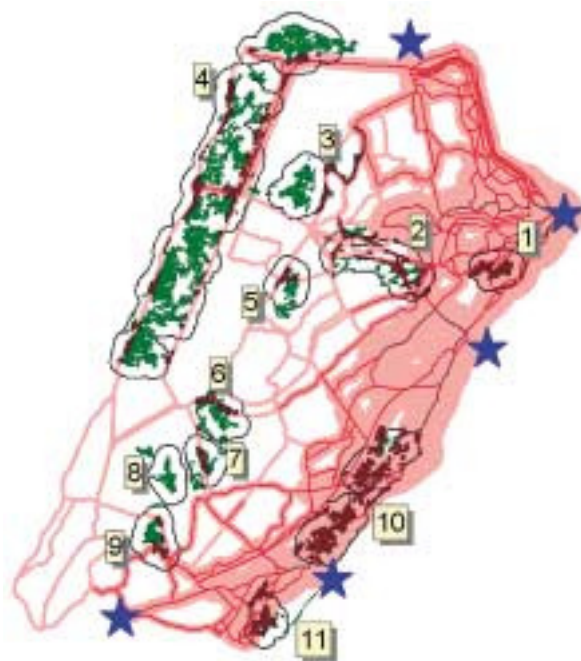
Figure 2 Occupation probability per local population for the reference situation 'No visitors'.

Figuur 3a Voorspelde recreatiedruk vanuit de verschillende paden in het scenario 'huidige situatie'. De ingangen zijn met blauwe sterren aangegeven. Het verstoorde gebied rond de paden is aangegeven met lichtrood. Het beïnvloede deel van de populaties is met donkerrood en het ongestoorde deel is met donkergroen weergegeven.

Figure 3a Predicted zones disturbed by visitors in the scenario 'Present situation'. The disturbance zones along the foot paths are shown (light red). Entrances are indicated by blue stars. The populations are divided in a disturbed part (dark red) and an undisturbed part (dark green).

Figuur 3b Kans op voorkomen per lokale populatie in het scenario 'huidige situatie', lichtrood: 0.00-0.50, rood: 0.50-0.95, donkerrood: 0.95-1.00.

Figure 3b Occupation probability per local population for the scenario 'Present situation', light red: 0.00-0.50, red: 0.50-0.95, dark red: 0.95-1.00.

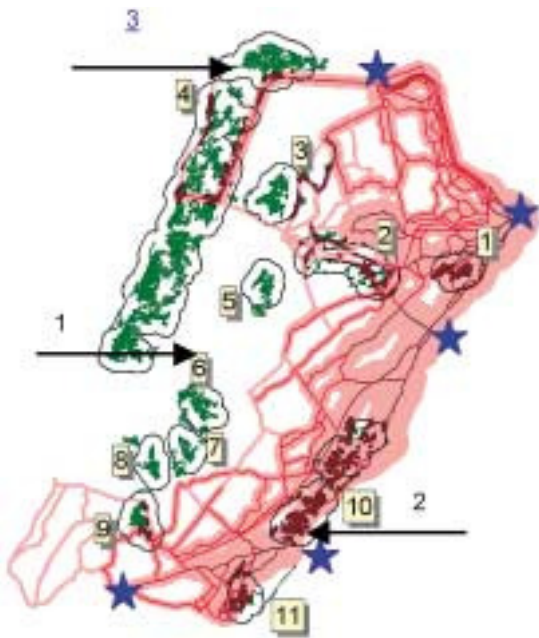


Resultaten

Scenario 'zonder recreatie'

In het scenario 'zonder recreatie' wordt de maximale duurzaamheid van de netwerkpopulatie in het gebied berekend, die mogelijk zou zijn wanneer er geen recreatiedruk zou zijn. In figuur 2 is een overzicht gegeven van de bezettingskans per lokale populatie van de open duinvogel in het duingebied, op basis van simulaties met Metaphor. Ook in het scenario zonder recreatie zal een deel van de gebieden niet altijd bezet zijn. Met name de kleine populaties aan de rand van het netwerk sterven vaker uit. Het netwerk als geheel is echter wel duurzaam, lokale extinctions worden voldoende gecompenseerd door kolonisaties. In figuur 3a is de verdeling van de recreanten over het padenstelsel weergegeven, zoals dit met SmallSteps is gesimuleerd. Bij een hogere recreatiedruk, neemt de zone van





verstoring rond de paden toe (lichtrode zones). Zoals verwacht voorspelt het model meer recreanten dicht bij de ingangen; de verstoringzones rond de paden dicht bij de ingangen zijn dan ook groter dan de verstoringzones van paden die verder verwijderd liggen. Het door recreatie beïnvloede deel van de populaties is met donkerrood en het ongestoorde deel is met donkergroen aangegeven. In het verstoorde deel van de populaties is de draagkracht 50% lager gesteld en de reproductie 25% lager dan in het leefgebied dat buiten de verstoringzone valt (tabel 1). Met Methaphor is vervolgens doorgerekend wat dit voor gevolgen heeft voor het populatienetwerk als geheel. Uit de simulaties blijkt dat het populatienetwerk als geheel nog net duurzaam is. Echter de bezettingskans per lokale populatie is aanzienlijk lager dan in de ongestoorde situatie (vergelijk figuur 3 en 4b). Geen enkele populatie is meer permanent bezet en met name de populaties bij de ingangen, waar de recreatiedruk het hoogst is, hebben een zeer lage bezettingskans (0-50%).



Scenario 'Recreatie zonerings'

In figuur 4a is de door SmallSteps voorspelde verdeling van de recreanten weergegeven na de zoneringsmaatregelen. De ingrepen in het padenstelsel hebben een positief effect op de kwaliteit van het landschap voor de 'open duinvogel'. Het afsluiten van enkele paden heeft erin geresulteerd dat de populaties 5, 6 en 7 niet meer verstoord worden en dat de verstoring van populatie 4 sterk is verminderd (vergelijk figuur 3a en 4a). Het verdelen van de recreanten over alternatieve routes heeft de verstoring rond andere paden niet of nauwelijks doen toenemen. Het verleggen van de paaltjesroute, de 3^e zoneringsmaatregel, blijkt niet effectief te zijn. De recreatiedruk dicht bij de ingangen blijft onverminderd hoog, en de maatregel heeft niet geresulteerd in een afname van de verstoring van populatie 10.

De voorspelde bezettingskans per populatie is sterk verbeterd ten opzichte van het scenario 'huidige situatie' (vergelijk figuur 3b en 4b). De bezettingskansen komen zelfs zeer dicht bij de referentie waarde van het scenario 'zonder recreatie' (figuur 2). De zoneringsmaatregelen

Figuur 4a Voorspelde recreatiedruk vanuit de verschillende paden in het scenario 'Recreatie zonerings'. Het verstoorde gebied rond de paden is aangegeven met lichtrood. Ingangen zijn aangegeven met blauwe sterren. Het beïnvloede deel van de populaties is met donkerrood en het ongestoorde deel is met donkergroen weergegeven.

Figure 4a Predicted zones disturbed by visitors in the scenario 'Recreation zoning plan'. The disturbance zones along the foot paths are shown (light red). Entrances are indicated by blue stars. The populations are divided in a disturbed part (dark red) and an undisturbed part (dark green).

Figuur 4b Kans op voorkomen per lokale populatie in het scenario 'Recreatie zonerings', lichtrood: 0.00-0.50, rood: 0.50-0.95, donkerrood: 0.95-1.00.

Figure 4b Occupation probability per local population for the scenario 'Recreation zoning plan', light red: 0.00-0.50, red: 0.50-0.95, dark red: 0.95-1.00.



zorgen niet alleen voor hogere aantallen in de gebieden die gesloten zijn voor recreatie, maar ook voor hogere aantallen in de gebieden die nog steeds open zijn voor recreatie (tabel 3). De kans dat recreanten een ‘open duinvogel’ tegenkomen wordt daardoor hoger, ondanks het feit dat er minder gebieden toegankelijk zijn.

Discussie

De casestudie laat zien dat de gevolgen van recreatiedruk op een zinvolle manier afgewogen kunnen worden door de effecten op het duurzaam voorkomen van de netwerkpopulatie als geheel in beschouwing te nemen. Effecten op individuen c.q. populaties, in de zin van verminderd broedsucces en afnemende dichtheid, zijn niet noodzakelijkerwijs signalen dat de betreffende recreatiedruk ontoelaatbaar is. Om dit te kunnen beoordelen is een ruimtelijk expliciet model op (netwerk)populatie niveau ontbeerlijk. Daarnaast hebben simulatiemodellen het voordeel dat door de modelformuleringen en de keuze van parameterwaarden impliciete (expert) kennis expliciet wordt gemaakt, zodat deze kan worden besproken en verbeterd.

De resultaten geven aan hoe zoneringsinstrumenten bij kan dragen aan het voorkomen van de ‘open duinvogel’ zodat beheerders een afweging kunnen maken tussen het zo veel mogelijk openstellen van gebieden en het voldoende beschermen van de natuurwaarden. De figuren lijken ook goed bruikbaar in de communicatie tussen beheerders en het publiek. Aan het publiek kan duidelijk worden gemaakt dat de zoneringsinstrumenten noodzakelijk is voor het beschermen van de natuurwaarden.

Wanneer het recreatieve gebruik in een natuurgebied te hoog wordt, kan een deel van de recreatiedruk worden afgeleid naar het aangrenzende cultuurlandschap, indien dit qua belevingswaarde kan wedijveren met het natuurgebied. Men kan dan denken aan multifunctionele cul-

tuurlandschappen grenzend aan de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), waar de landschappelijke kwaliteit wordt versterkt door middel van groenblauwe dooradering (Opdam et al., 2000). Hier liggen interessante meekoppel mogelijkheden met natuurwaarden, cultuurhistorische waarden, en waterbeheer. Dit roept vragen op over de oppervlakte aan cultuurlandschap die nodig is voor een gewenste verlaging van de recreatiedruk, over de sturing van de recreatie en over de belevingswaarde van het cultuurlandschap in relatie tot de inrichting.

Het vergelijken van modelscenario's onderling is een goed hulpmiddel bij het bepalen van de optimale recreatiezonering in natuurgebieden. De modelresultaten zijn geen absolute voorspellingen over het duurzaam voorkomen van concrete soorten, het betreft hier immers een verkennende studie waarin vele aannames zijn gemaakt. Omdat de meeste parameters tussen de drie scenario's ongewijzigd zijn, is het wel mogelijk aan te geven welk scenario het gunstigst is voor de bescherming van de ‘open duinvogel’.

Wat heeft een beheerder nodig om het zoneringsinstrument toe te passen op zijn of haar gebied? Het is de bedoeling om uiteindelijk een interactief zoneringsinstrument te ontwikkelen, waarmee een beheerder zelf de optimale balans tussen recreatie en natuur kan bepalen. Dit instrument is momenteel in ontwikkeling. De beheerder kan het zoneringsinstrument gebruiken om een afweging te maken tussen recreatie zoneringsopties. Een ontbeerlijk hulpmiddel daarbij is een geografisch informatiesysteem, waarin de vegetatietypen van het gebied (en eventueel de omliggende natuurgebieden) alsmede het padenstelsel van het gebied met parkeerplaatsen, gemarkeerde routes en attractiepunten zijn beschreven. Ook informatie over het voorkomen van enkele indicatorsoorten, die karakteristiek zijn voor de te beschermen vegetatietypes van het natuurgebied is nodig. Daarnaast is in-



formatie nodig over het aantal recreanten dat het natuurgebied bezoekt.

Het blijkt dat zonering de recreant niet alleen beperking oplegt maar ook kan bijdragen aan de belevingskwaliteit van het duinlandschap. De kans dat recreanten een veldleeuwerik of andere open duinvogel zullen tegenkomen wordt hoger, ondanks het feit dat er minder gebieden toegankelijk zijn. Voor een evenwichtige afweging van recreatiezonering is het echter wel nodig ook de effecten voor soorten van andere belangrijke habitattypen in het duingebied in beschouwing te nemen, zoals bijvoorbeeld een 'struweelvogel' en een 'bosvogel'. Het zoneringinstrument kan worden uitgebreid met andere soortgroepen. Het meeste onderzoek heeft zich gericht op vogels en in mindere mate op grote zoogdieren. Mogelijke verstoringseffecten op herpetofauna en insecten, bijvoorbeeld dagvlinders zijn onbekend. Dit hoeft echter niet te betekenen dat er voor deze soorten, waarschijnlijk over kortere afstand, geen negatieve effecten te verwachten zijn. De ene zoneringvariant zal positief zijn voor de ene soort en negatief voor de andere. Bij een andere zoneringvariant zal dit net andersom zijn. Hierbij zal de keuze voor een zoneringvariant mede worden bepaald door de beheersprioriteit voor een bepaalde soortgroep en/of habitatype.

Ondanks het feit dat het op basis van de huidige kennis mogelijk is om een bruikbaar recreatie zoneringinstrument te ontwikkelen blijft onverlet dat er bepaalde kennislacunes zijn in de interactie tussen recreatie en verstoring. Onderbouwend onderzoek kan bijdragen aan het verder verbeteren van de kwaliteit van het beleidsinstrumentarium.

Er is behoefte aan een nadere kwantificering van de dosis-effectrelatie tussen recreatiedruk enerzijds en de effecten op dichtheden en reproductiesucces anderzijds. Over het effect van verschillende typen van recreatie en verdeling over de dag en het seizoen is weinig bekend.

Er bestaat nog onvoldoende inzicht in de achterliggende causale mechanismen die de negatieve effecten van recreatie verklaren. De beschikbaarheid van voedsel en de uitwijkmogelijkheden naar onverstoorde gebieden zijn factoren die naast de verstoring door recreatie mede bepalend zijn voor het reproductieproces. Een beter begrip hoe deze factoren op elkaar inwerken kan bijdragen aan de afwegingen tussen het ruimte geven aan recreatie enerzijds en het afdoende beschermen van de natuurwaarden anderzijds. De meeste studies hebben betrekking op vogels, terwijl er wel degelijk aanwijzingen zijn dat ook andere soortgroepen, zoals zoogdieren maar wellicht ook reptielen en vlinders, nadelige effecten van recreatie ondervinden.

Dankwoord

Deze studie is mede tot stand gekomen dankzij de discussies en het commentaar van dr. M. Hootmans en drs. A. Ehrenburg van de Gemeentewaterleidingen Amsterdam. Daarnaast worden dr. H Baveco, dr. A. Beintema, drs. H.

Henkens, ing. R. Jochem en drs. H. Kuipers van Alterra bedankt voor hun bijdrage aan de modelsimulaties.



Recreation Disturbance Function com- bination Network population Zoning

Summary

Balancing recreation and biodiversity; a spatial approach

Claire Vos, Paul Opdam & Rogier Pouwels
Landschap 20 (2003)

In Dutch policy outdoor recreation and the protection of biodiversity are both important functions of nature reserves. However too high levels of recreation pressure might cause disturbance of protected species and might threaten the persistence of species. Managers need an instrument to decide whether recreation and nature protection are well balanced. In a case study an instrument for the optimal combination of recreation and species protection is presented. The instrument consists of a simulation model for spatially explicit recreation pressure combined with a metapopulation model. A dose-effect relation between the number of visitors per footpath (the dose) and the width of a disturbance zone along the

footpath with reduced bird density and reproduction (the effect) is incorporated in the model. The case study shows that zones with low recreation pressure within the nature reserves might be an effective measure to increase the persistence of the bird species. To achieve the optimal balance between recreation and biodiversity, the instrument should be extended to all relevant habitat types and species groups. The main knowledge voids in understanding the processes of recreation and disturbance are discussed.

Literatuur

Bakker, J.G. & J. Lengkeek, 1999. Monitoringsonderzoek recreatie Amsterdams Waterleidingduinen – Deel II: Onderzoek naar beleving, recreatiegedrag en routepatronen van de bezoekers in 1998 en 1999. Wageningen Universiteit en Research Centrum (Nota Vakgroep Ruimtelijke Planvorming nummer 78). Wageningen.

Bal, D., H.M. Beije, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. van der Reest, 1995. Handboek natuurdoeltypen in Nederland. Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij, Informatie en Kennis Centrum Natuurbeheer, Rapport IKC Natuurbeheer nr. 11, Wageningen.

Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingier, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal & F.J. van Zadelhoff, 2001. Handboek natuurdoeltypen; tweede, geheel herziene editie. Expertisecentrum LNV, Wageningen.

Beintema, A., O. Moedt & D. Ellinger, 1995. Ecologische atlas van de Nederlandse weidevogels. Schuyt. Haarlem.

Bijlsma, R.G., R. Lensink & F. Post, 1985. De boomleeuwerik (*Lullula arborea*) als broedvogel in Nederland in 1970-1984. Limosa 58: 89-96.

Cramp, S., D.J. Brooks, E. Dunn, R. Gillmor, J. Hall-Craggs, P.A.D. Hollom, E.M. Nicholson, M.A. Ogilvie, C.S. Rosselaar, P.J. Sellar, K.E.L. Simmons, K.H. Voous, D.I.M. Wallace & M.G. Wilson, 1988 Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa : the birds of the Western Palearctic. Vol. 5: Tyrant flycatchers to thrushes. Oxford, New York. Oxford University Press.

Gaddy, L.L. & T.L. Kohlsaat, 1987. Recreational impact on the natural vegetation and avifauna and herpetofauna of south Carolina Barrier Islands. Journal of Natural Areas 7: 55-64.

Henkens, R.J.H.G., 1998. Ecologische capaciteit natuurdoeltypen I: Methode voor de bepaling effect recreatie op broedvogels. IBN-rapport 363. Wageningen.

Hill, D., D. Hockin, D. Price, G. Tucher, R. Morris & J. Treweek, 1997. Bird disturbance: improving the quality and utility of disturbance research. Journal of Applied Ecology 43: 275-288.



- Jaarsma, C.F. & M.J. Webster, 1999.** Monitoringsonderzoek recreatie Amsterdamse Waterleidingduinen – Deel III: Analyse van het recreatiebezoek en het recreatieverkeer in het jaar 1998. Wageningen Universiteit en Research Centrum (Nota Vakgroep Ruimtelijke Planvorming nummer 79), Wageningen.
- Miller, S.G., R.L. Knight & C.K. Miller, 1998.** Influence of recreational trials on breeding birds communities. *Ecological Application* 8:162-169.
- Ministerie LNV, 1990.** Natuurbeleidsplan. Regeringsbeslissing. Tweede Kamer, vergaderjaar 1989-1990, 21149, nrs. 2-2, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 's-Gravenhage.
- Ministerie LNV, 1994.** Openstelling natuurgebieden nader bekeken. Studierapport van de projectgroep openstelling, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 's-Gravenhage.
- Ministerie LNV, 2000.** Natuur voor mensen, mensen voor natuur 2000; Nota natuur, bos en landschap in de 21e eeuw. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 's-Gravenhage.
- Opdam, P., C. Grashof & W. van Wingerden 2000.** Groene dooradering; een ruimtelijk concept voor functiecombinaties in het agrarisch landschap. *Landschap* 17: 45-51.
- Pouwels, R. & C.C. Vos, 2001.** Recreatie en biodiversiteit in balans: een ruimtelijke benadering van functiecombinaties. *Alterra-rapport* 227, Alterra, Wageningen.
- Reijnen, M.J.S.M., R. Jochem, M. de Jong & M. de Heer, 2002.** LARCH Vogels Nationaal; Een expertsysteem voor het beoordelen van de ruimtelijke samenhang en de duurzaamheid van broedvogelpopulaties in Nederland. *Alterra-rapport* 235, Alterra, Wageningen.
- Riddington R., M. Hassall, S.J. Lane, P.A. Turner & R. Walters, 1996.** The impact of disturbance on the behaviour and energy budgets of Brent geese (*Branta b. bennicla*). *Bird Study* 43: 269-279.
- Staatsbosbeheer, 1999.** Jaarverslag 1999. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Teixeira, R.M., 1979.** Atlas van de Nederlandse broedvogels. Deventer. De Lange van Leer bijvoorbeeld
- Til, M. van & J. Mourik, 1999.** Vegetatie en landschap van de Amsterdamse Waterleidingduinen. *Architectura & Natura*. Amsterdam.
- Urfi, A.J., J.D. Goss-Custard & S.E.A.L.V. Dit-Durell, 1996.** The ability of oystercatchers *Haematopus ostralegus* to compensate for lost feeding time: Field studies on individually marked birds. *Journal of Applied Ecology* 33: 873-883.
- Verboom, J., J.M. Baveco, L. Dijkstra & R. Jochem, 1998.** Metaphor user manual. Technical report, Institute for Forestry and Nature Research, Wageningen.
- Verboom, J. & W. Wamelink, 1999.** Spatial modeling in landscape ecology. IALE-Assay International IALE Conference 1999.
- Vereniging Natuurmonumenten, 1999.** Genieten van de natuur; recreatiebeleid bij natuurmonumenten. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.
- Vos, C.C., 1999.** A frog's-eye view of the landscape. Quantifying connectivity for fragmented amphibian populations.
- Vos, C.C., J. Verboom, P.F.M. Opdam & C.J.F. Ter Braak, 2001.** Towards ecologically scaled landscape indices. *American Naturalist* 157: 24-51.
- Vos, P. & R.H.M. Peltzer, 1987.** Recreatie en broedvogels in heidegebieden: Strabrechtse en Groote Heide. *Bos en recreatie* 15, Afdeling Sociologisch Onderzoek t. bijvoorbeeld *Natuur en Landschap*, SBB Utrecht.
- Yalden, P.E. & D.W. Yalden, 1990.** Recreational disturbance of breeding golden plovers (*Pluvialis apricarius*). *Biological Conservation* 51: 243: 262.
- Zande, A.N. van der, 1984.** Outdoor recreation and birds: conflict or symbiosis? Dissertatie, Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.
- Zande, A.N. van der & T. Verstrael, 1984.** Impacts of outdoor recreation upon nest-site choice and breeding success of the kestrel (*Falco tinnunculus*) in 1975-1980 in the Netherlands. In: A.N. van der Zande (ed.), *Outdoor recreation and birds: conflict or symbiosis; Impacts of outdoor recreation upon density and breeding success of birds in dune and forest areas in the Netherlands*. Dissertatie, Universiteit van Leiden, Leiden, Pp 130-150.