Natuur.oriolus 68(1):9-16

De verspreiding van vogels in Vlaanderen voorspellen:

Het voorbeeld van de Veldleeuwerik *Alauda arvensis*

Predicting the distribution of bird species in Flanders, Belgium: the example of the Skylark Alauda arvensis

G. Vermeersch[1] & L. De Bruyn[1,2]

Het in 2000 gestarte atlasproject (Anselin et al. 2000, Vermeersch et al. 2000) verschaft steeds meer (de inventarisaties zijn nog niet afgerond) informatie omtrent de huidige verspreiding van alle soorten broedvogels in Vlaanderen. De uiteindelijke verspreidingskaarten, die gebaseerd zijn op het UTM 5x5 km raster, worden aangevuld met relatieve dichtheidskaarten gebaseerd op 8 steekproefhokjes van elk 1 km² binnen het grotere 5x5 atlashok. Hoewel de kaarten naar atlasnormen vrij gedetailleerd zijn, laten ze niet toe uitspraken te doen op een kleinere schaal (vb. percelen in eigendom van bepaalde natuurbeherende instanties). Binnen de voorgestelde methode van het atlasproject werd echter aan de vele vrijwillige veldmedewerkers gevraagd om van de schaarse, zeldzame en koloniebroedende vogelsoorten ook de exacte locatie per broedpaar aan te duiden op een meegeleverde stafkaart. Precies deze gegevens laten ons toe om, binnen een Geografisch Informatie Systeem (GIS), een verdere analyse op perceelsniveau uit te voeren gekoppeld aan habitatkenmerken en andere omgevingsparameters.

In dit artikel willen we nagaan of het mogelijk is om op basis van de tijdens het atlasveldwerk verzamelde puntgegevens, gedetailleerde voorspellingskaarten op niveau Vlaanderen te maken. Dergelijke kaarten bieden de mogelijkheid om effecten van natuurbeheersmaatregelen op vogels, maar ook op andere organismen, te modelleren. Ze moeten dus de voorspelde aan- of afwezigheid van een bepaalde vogelsoort binnen een veel kleinere geografische eenheid dan het UTM 5x5 km raster weergeven.

Het modelleren van de verspreiding van een bepaalde vogelsoort kan gezien worden als het beschrijven van de aanwezigheid van die soort aan de hand van gerelateerde omgevingsvariabelen (Corsi et al. 2000). Het proces kan opgesplitst worden in twee fases: 1) het bepalen van de voor de te modelleren

Samenvatting

In het kader van het project Vlaamse Broedvogelatlas 2000-2003 werd, aan de hand van verzamelde puntgegevens en gebruik makend van de weights of evidence (WOFE) methode, een voorspellingskaart gemaakt voor de verspreiding van de Veldleeuwerik *Alauda arvensis* in Vlaanderen. WOFE is een methode die naargelang de combinatie van onderliggende thematische kaarten voor elke vooraf gedefinieerde oppervlakte-eenheid de waarschijnlijkheid van het voorkomen van een bepaalde soort berekent.

In dit artikel wordt de WOFE-methode besproken en wordt er nagegaan in welke mate de gegenereerde voorspellingen correct zijn. Tevens wordt dieper ingegaan op het gebruik en de aanmaak van specifieke GIS-kaartlagen die noodzakelijk zijn bij de toepassing van de WOFE-methode.

Abstract

Based on point data collected in the scope of the new Flemish breeding bird atlas 2000-2003, we created a prediction map for the Skylark Alauda arvensis *distribution in Flanders, Belgium, using the weights of evidence (WOFE) method.*

WOFE is a statistical method that calculates, for each predefined area unit, a probability of occurrence for a given species, based on a combination of underlying evidential themes, and point data of known occurrences of that species.

In this paper, we examine the predictions that were generated by using a randomly selected set of known absent/present – data and the WOFE method is further discussed. We also go into more detail concerning the use and creation of specific GIS map-layers which are necessary to apply the WOFE-method.

[1] Instituut voor Natuurbehoud, Kliniekstraat 25,B- 1070 Brussel

[2] Departement Biologie, Universiteit Antwerpen, Groenenborgerlaan 171,B- 2020 Antwerpen

glenn.vermeersch@instnat.be

soort meest geschikte combinatie van omgevingsvariabelen en 2) het identificeren van alle locaties waarbinnen deze combinatie kan worden aangetroffen. Het eerste deel van het proces kan uitgevoerd worden door gebruik te maken van verschillende statistische technieken, terwijl het tweede deel de laatste jaren enorm werd vereenvoudigd dank zij de opgang en ontwikkeling van verschillende GIS-systemen. Deze kunnen de resultaten van de eerste fase extrapoleren naar een groter geheel, in ons geval Vlaanderen.

Wij kozen de Veldleeuwerik *Alauda arvensis* als studiesoort omdat deze soort het niet goed doet in Vlaanderen en we op basis van de nu opgestelde voorspellingskaart in een latere fase willen trachten te achterhalen welke (combinatie van) factoren deze achteruitgang precies veroorzaken. Van deze (vooralsnog) wijd verspreide soort zijn na een jaar atlaswerk reeds voldoende puntgegevens voorhanden om een betrouwbare voorspellingskaart te kunnen maken.

Het maken van voorspellingskaarten op zich is niet nieuw en is, samen met verschillende GIS-systemen, sterk in opmars. De onderliggende statistische methode verschilt echter van studie tot studie. Logistische regressie is één van de meest gebruikte technieken binnen de eerste fase van het modelleer-proces (o.a. Austin et al. 1996, Walker. 1990, Venier et al. 1999, Osborne et al. 2001, Tobalske & Tobalske 1999, Van Nieuwenhuyse et al. 2001). Andere gebruikte technieken zijn canonische correlatie (Andries et al. 1994), multipele regressie (Hasler Saveraid et al. 2001), principale componenten analyse (Robertson et al. 2001) en discriminant analyse (Lloyd & Palmer 1998).

Wij maakten gebruik van een statistische methode die oorspronkelijk ontwikkeld werd binnen de geneeskunde en later werd overgenomen door de mijnbouwsector, waar deze wordt gebruikt bij het voorspellen van het voorkomen van bepaalde ertslagen op basis van proefboringen, namelijk de weights of evidence (WOFE) methode (Agterberg et al. 1993). Nog later vond deze methode ook toepassingen binnen de archeologie waar ze gebruikt wordt om exacte locaties van archeologisch interessante sites te voorspellen (Hansen 2000).

Omdat de methode specifiek uitgaat van puntgegevens en ze, voor zover ons bekend, tot op heden nog niet werd toegepast bij het modelleren van de verspreiding van bepaalde dier- en/of plantensoorten, leek het ons interessant na te gaan of deze methode goede resultaten kan genereren. In een later stadium (buiten de doelstelling van dit artikel) willen we dan nagaan hoe de methode scoort in vergelijking met andere, reeds eerder aangehaalde, statistische methoden.

Veldleeuwerik *Alauda arvensis*. *(Foto: Marcel Vos)*

Modelleren van verspreiding binnen een GIS

De reden voor het gebruik van een GIS als instrument bij het opstellen van de voorspellingskaarten is eenvoudig: de beschikbaarheid van zeer gedetailleerde, digitale kaartlagen met betrekking tot tal van omgevingsvariabelen op niveau Vlaanderen. Zo beschikken we o.a. over tal van habitat-, bodem- en klimatologische kaarten (IN 2000, zie ook op www.instnat.be). Elk van deze kaartlagen omvat een massa informatie die binnen een GIS op relatief snelle en eenvoudige wijze kan gecombineerd en gevisualiseerd worden.

De op GIS gebaseerde verspreidingsmodellen kunnen ingedeeld worden in twee grote groepen: de deductieve en de inductieve methoden (Corsi et al. 2000). De deductieve aanpak vertrekt van gekende ecologische eisen gebaseerd op literatuurdata. Op basis van de combinatie van verschillende kaartlagen binnen een GIS worden dan door extrapolatie de meest geschikte gebieden afgebakend. De analyse van de soort-habitat relatie wordt dus volledig bepaald door wat reeds in de literatuur door specialisten werd gepubliceerd. Wanneer de soort-habitat relatie op voorhand niet of niet voldoende gekend is, wordt gebruik gemaakt van de inductieve methode, waar de habitatvoorkeur wordt bepaald door analyse van habitatvariabelen op plaatsen waar het voorkomen van de soort reeds vastgesteld werd.

Natuur.oriolus 68(1):9-16

De door ons gebruikte WOFE-methode is een inductieve methode. Het is mogelijk om op basis van een aantal thematische kaarten een verspreidingsmodel op te bouwen voor een soort waarvan op voorhand weinig of niets geweten is van de habitateisen die ze stelt. De precies noodzakelijke omgevingsvariabelen van een nieuw ontdekte soort waarvan een aantal puntlocaties bekend zijn, zouden op deze manier kunnen achterhaald worden. In het geval van de Veldleeuwerik is dit habitat uiteraard wel reeds gekend en de belangrijke habitats in de voorspellingskaart kunnen dan ook getest worden aan de hand van gegevens beschreven in de literatuur. Het geheel moet dan ook gezien worden als een case studie om aan te tonen dat de WOFE-methode goede voorspellingen kan genereren.

Biotoop Veldleeuwerik: akker. *(Foto: Yves Adams)*

Materiaal en methoden

A) Aan- en afwezigheidsgegevens

Eind 2000 werden de eerste atlasgegevens ingevoerd in de databank. Tegelijkertijd werd ook begonnen met de digitalisatie van de A0-kaarten en bijhorende puntgegevens (aan alle medewerkers van het atlasproject werd een grote kaart toegestuurd van het door hen te inventariseren atlashok waarop zij de territoria en/of zangposten intekenen van de schaarse en zeldzame soorten). Voor het maken van de voorspellingskaart werd gebruik gemaakt van 1246 puntgegevens (= exacte locaties aangeduid op de kaart met vastgestelde zangpost of centrum van territorium) van de Veldleeuwerik. De helft van deze punten werd gebruikt om het GIS-model op te bouwen (random-selectie), de andere helft werd gebruikt om de uiteindelijke kaart te testen. Voor deze testfase werden ook 823 punten van gekende afwezigheid gebruikt. Deze punten waar de soort ontbreekt, werden bekomen door de centra te bepalen van steekproefhokken waarbinnen de Veldleeuwerik door de vrijwillige atlasmedewerkers niet werd vastgesteld (voor meer informatie omtrent de gevolgde atlasmethodiek, zie Anselin et al. 2000).

B) De Weights of Evidence (WOFE) methodiek

De WOFE methode die in de jaren '70 werd ontwikkeld is een kwantitatieve methode die indirecte aanwijzingen combineert ter ondersteuning van een diagnose. Stel bijvoorbeeld dat men wil vaststellen of een bepaalde patiënt ziekte x heeft. Een aantal symptomen staan in verband met deze ziekte. Voor elk van deze symptomen werden gewichten toegewezen; een positief gewicht voor de aanwezigheid van het symptoom en een negatief voor de afwezigheid ervan. De grootte van deze gewichten is afhankelijk van het gemeten verband tussen het symptoom en het ziektepatroon bij een grote groep patiënten. Deze gewichten kunnen tenslotte gebruikt worden bij het inschatten van de waarschijnlijkheid dat een nieuwe patiënt de ziekte zou ontwikkelen, gebaseerd op de aan- of afwezigheid van bepaalde symptomen.

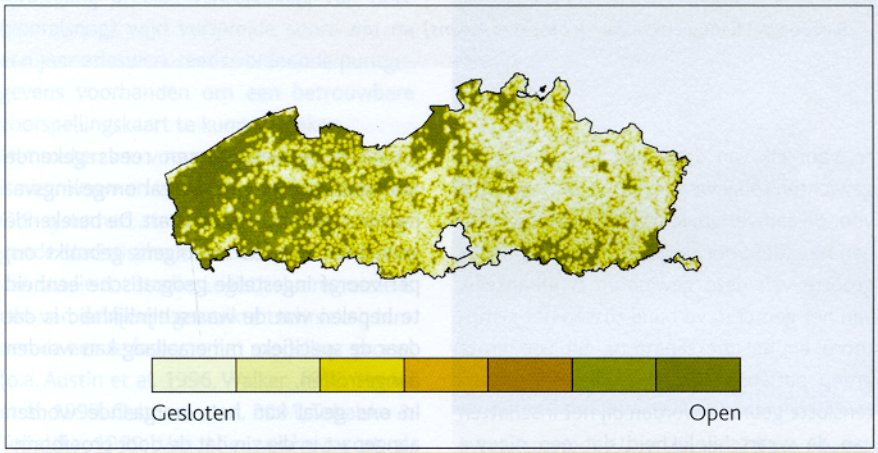
Naar het einde van de jaren '80 toe, werd de methode ook toegepast in de mineralogie. Hier was het de bedoeling om tot een voorspellingsmodel te komen voor de ligging van een bepaalde mineraallaag. Er worden weer gewichten berekend aan de hand van het gemeten verband tussen reeds gekende mineraallagen en een aantal omgevingsvariabelen, opgetekend op kaart. De berekende gewichten worden vervolgens gebruikt om per vooraf ingestelde geografische eenheid te bepalen wat de waarschijnlijkheid is dat daar de specifieke mineraallaag kan worden aangetroffen.

In ons geval kan het voorgaande worden aangepast in die zin dat de door proefboringen gekende mineraallagen vervangen worden door de puntgegevens van een bepaalde vogelsoort verzameld in het kader van het atlasproject. De informatie die gebruikt wordt om de soort-habitat relatie te bepalen, wordt gehaald uit thematische kaarten. De WOFE-methode wordt schematisch voorgesteld in *Figuur 1*. De puntgegevens van, in dit geval, de Veldleeuwerik snijden

Figuur 1: Schematische voorstelling van het WOFE-proces.
Figure 1. Schematical presentation of the WOFE- process.

Klasse	Omschrijving
1	biologisch zeer waardevolle graslanden
2	biologisch waardevolle graslanden
3	biologisch minder waardevolle graslanden
4	biologisch zeer waardevolle akkers
5	biologisch waardevolle akkers
6	biologisch minder waardevolle akkers
7	bossen en struwelen
8	open water en moeras
9	heide en hoogveen
10	duinen, slikken en schorren
11	urbane gebieden
12	overige + niet gedigitaliseerde gebieden binnen de BWK

Tabel 1: De verschillende klassen van de vereenvoudigde BWK zoals ze gebruikt werden in de WOFE-analyse.
Table 1. Different categories of simplified Biological valuation as used in the WOFE-analysis.



Figuur 2: Openheidsindex voor Vlaanderen, aangemaakt in Arcview + Spatial Analyst.
Figure 2. Index of openness for Flanders, made in Arcview + Spatial Analyst.

door de onderliggende kaarten en de thema's van die onderliggende kaarten op de snijpunten worden gebruikt om aan die punten gewichten toe te kennen: positief voor de aanwezigheid van een type en negatief voor de afwezigheid ervan. Het verschil tussen beide gewichten is de contrastwaarde. Hoe groter de (positieve) contrastwaarde en hoe kleiner de negatieve, hoe belangrijker een bepaald kenmerk is voor de te onderzoeken studiesoort. Erg belangrijk is ook dat er rekening wordt gehouden met het voorkomen van zo'n kenmerk binnen het volledige studiegebied. Stel dat graslandtype X tien maal meer voorkomt in Vlaanderen dan graslandtype Y, en dat er evenveel gekende punten vallen binnen type X als binnen type Y, dan is het duidelijk dat type Y een grotere resulterende contrastwaarde zal kennen (een groter positief gewicht), en dus belangrijker is voor de Veldleeuwerik dan type X. Op die manier krijgen alle habitat- en omgevingskenmerken die in de onderliggende kaarten vervat zitten, een bepaalde contrastwaarde toegekend. De laatste stap van het proces is de combinatie van alle contrastwaarden tot een voorspellingskaart die voor elke vooraf bepaalde geografische eenheid de waarschijnlijkheid weergeeft dat de Veldleeuwerik er zal voorkomen. Voor meer details omtrent de WOFE-methode verwijzen we naar Agterberg et al. (1993). Uitgebreide informatie is ook te vinden op de website:
http://ntserv.gis.nrcan.gc.ca/wofe/

Samenvattend werd dus voor de WOFE-methode geopteerd omdat ze volledig inpasbaar is binnen een GIS en gebruik maakt van puntgegevens uit het atlasproject, die resulteren in objectieve waarden vertrekkend van een willekeurige steekproef hieruit. Er is bovendien geen voorkennis van de te modelleren soort nodig. Of de methode ook beter scoort dan andere modellen kan zoals gezegd in een later stadium nagekeken worden.

Om het model voor Vlaanderen te extrapoleren, gebruiken we rastercellen van 400 m^2. Dit komt ongeveer overeen met de kleinste polygonen in de thematische kaarten die gebruikt werden om de soort-habitat relatie te bepalen. De resulterende voorspellingskaart is dus opgebouwd uit een raster van telkens 400 m^2 en per rastercel wordt een waarschijnlijkheid berekend dat de Veldleeuwerik er zal voorkomen, gebruik makend van de bekomen contrastwaarden.

C) GIS: Arcview 3.2a + Spatial Analyst + WOFE-extensie

Als Geografisch Informatiesysteem werd gebruik gemaakt van Arcview 3.2a. Een nadeel van dit programma is dat het vector-georiënteerd is en dus alleen werkt met polygonen terwijl de uiteindelijke voorspellingskaart een rasterkaart moet worden. Een recent ontwikkelde extensie, Spatial Analyst (ESRI 1996), maakt het echter mogelijk vectoriële en rasterbestanden te combineren. Tenslotte is, via een andere extensie, ook de reeds besproken WOFE-methode nu volledig inpasbaar in het Arcview-programma wat het geheel uiteraard bijzonder interessant maakt voor de gebruiker. De WOFE-extensie kan gratis van de reeds aangehaalde website worden gedownload. De extensie werkt niet binnen Arcview tenzij men reeds beschikt over een geïnstalleerde versie van de Spatial Analyst.

D) Gebruikte thematische kaarten: aanmaak en beschrijving

Met het bovenstaande als achtergrondinformatie werd, om de soort-habitat relatie te onderzoeken, gebruik gemaakt van de biologische waarderingskaart voor Vlaanderen en van een zelf gemaakte openheidsindex *(Figuur 2)*.

De biologische waarderingskaart (BWK, 1/10.000, IN 2000) is een verzameling van polygonen die zeer gedetailleerd (inventarisaties tot op perceelsniveau) de verschillende habitats in Vlaanderen beschrijven. Per polygoon worden één of meerdere kenmerken van het habitat weergegeven en wordt

een biologische waarde aan deze polygoon toegekend. Voor uitgebreidere informatie omtrent de BWK verwijzen we naar de website van het IN: http://www.instnat.be/

Om de verwerking binnen Arcview te vereenvoudigen, werd de digitale BWK-kaart omgezet naar een rasterformaat met als kleinste eenheid 400 m². Daar het onmogelijk is om de analyse uit te voeren op basis van de zeer gedetailleerde BWK, werd deze eerst vereenvoudigd waarbij de 851 verschillende complexen van oorspronkelijke klassen werden gereduceerd tot 12 *(Tabel 1)*. De vele verschillende graslandtypes werden vereenvoudigd naargelang hun biologische waarde (minder waardevol, waardevol en zeer waardevol volgens BWK-criteria) en alle bostypes werden samengenomen. De BWK werd dus herleid tot haar basiseenheden. Hieruit blijkt ook dat de mogelijkheid steeds bestaat om externe (literatuur) gegevens een rol te laten spelen voorafgaand het modelleren. Maar, zoals reeds aangehaald, dit is niet noodzakelijk, men kan ook zonder enige voorafgaande kennis van het biotoop van de studiesoort vertrekken en het model achteraf gaandeweg verfijnen op basis van de bekomen contrastwaarden.

De afbakening van de openheidsindex-kaart *(Figuur 2)* werd gebaseerd op literatuurgegevens (o.a. Chamberlain & Crick, 1999, Toepfer & Stubbe, 2001, Odderskaer et al. 1997, Grynderup Poulsen et al. 1998, Wilson et al. 1997), rekening houdend met de eisen die de Veldleeuwerik op dat gebied stelt (pers. med. Chamberlain). Hiervoor werden in eerste instantie een aantal kaarten aangemaakt die dan later via Spatial Analyst werden gecombineerd tot de uiteindelijke openheidsindex.

Er werden de volgende kaarten gemaakt: Alle bossen > 5 ha kregen een buffer van 100m. Hetzelfde gebeurde voor de bossen < 5 ha waarbij deze telkens een buffer van 50 m kregen. Agrarische bebouwing werd voorzien van een buffer van 50 m, terwijl voor alle overige bebouwing een buffer van 100 m werd voorzien. De bufferbreedtes werden arbitrair gekozen (nog niet gepubliceerd onderzoek in Groot-Britannië, pers. med. Chamberlain). Dit alles resulteerde in een kaart waarbij een aantal omgevingskenmerken die de openheid van het landschap belemmeren (+ buffer) de waarde 0 kregen toegewezen en al de overige gebieden waarde 1.

Klasse	W+	W-	Contrastwaarde
biologisch zeer waardevolle graslanden	0,1842	0,1750	0,0092
biologisch waardevolle graslanden	0,1443	-0,0750	0,2193
biologisch minder waardevolle graslanden	0,1662	-0,0690	0,2352
biologisch zeer waardevolle akkers	0,0021	-1,0311	1,0332
biologisch waardevolle akkers	0,0001	-1,1020	1,1021
biologisch minder waardevolle akkers	0,1258	-1,0855	1,2113
bossen en struwelen	0,0038	2,1903	-2,1865
open water en moeras	0,0025	1,4546	-1,4521
heide en hoogveen	1,4021	-0,1638	1,5659
duinen, slikken en schorren	0,0854	1,5279	-1,4425
urbane gebieden	0,0254	2,6909	-2,6655
overige + niet gedigitaliseerde gebieden binnen de BWK	0,0025	0,8464	-0,8439

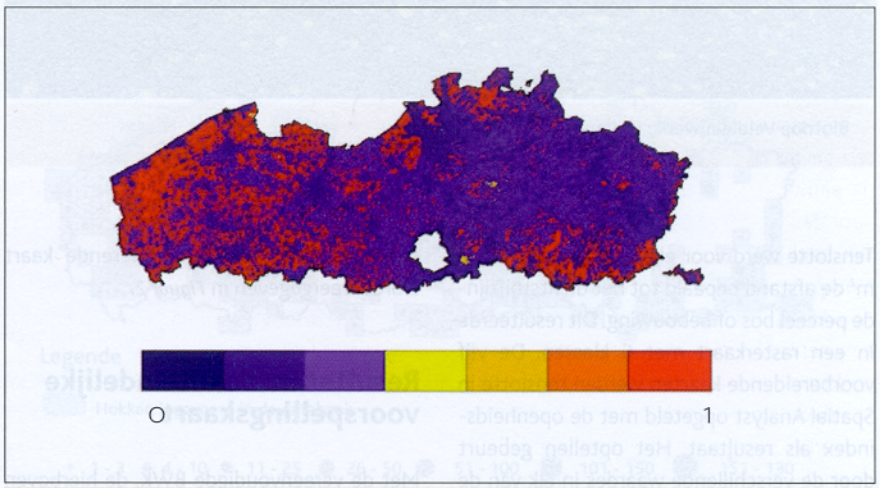
Tabel 2. Resultaten van de WOFE-analyse: klassen, gewichten (W+ en W-) en contrastwaarden voor de vereenvoudigde BWK.

Table 2. Results of the WOFE-analysis: classes, weights (W+ and W-) contrast values of the simplified Biological valuation categories.

Klasse	W+	W-	Contrastwaarde
0	0,0036	4,2117	-4,2081
1	0,0422	1,0353	-0,9931
2	0,0088	2,1119	-2,1031
3	0,0324	-0,0147	0,0471
4	1,0032	-0,3182	1,3214
5	1,0098	-0,6345	1,6443
6	1,9962	-0,0471	2,0433

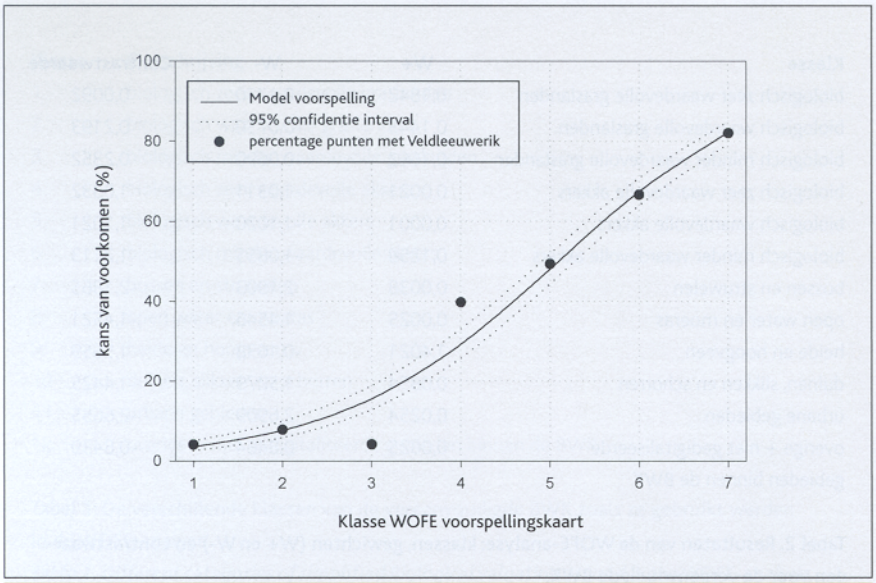
Tabel 3. Resultaten van de WOFE-analyse: klassen, gewichten (W+ en W-) en contrastwaarden voor de zelf gemaakte openheidsindex.

Table 3. Results of the WOFE- analysis: classes, weights (W+ and W-) contrast values of the self-made openness-index.



Figuur 3: Resultaat van de WOFE-analyse: voorspellingskaart voor de Veldleeuwerik in Vlaanderen.

Figure 3. Result of the WOFE- analysis: prediction map for the Skylark Alauda arvensis *in Flanders.*



Figuur 4. Waarschijnlijkheid van voorkomen volgens de zeven WOFE klassen gebaseerd op logistische regressie analyse.
Figure 4. Probability of occurrence according to the seven WOFE-classes based on logistic regression analysis.

Biotoop Veldleeuwerik: weiland. *(Foto: Yves Adams)*

Tenslotte werd voor elk rasterpunt van 400 m² de afstand bepaald tot het dichtstbijzijnde perceel bos of bebouwing. Dit resulteerde in een rasterkaart met 6 klassen. De vijf voorbereidende kaarten werden tenslotte in Spatial Analyst opgeteld met de openheidsindex als resultaat. Het optellen gebeurt door de verschillende waardes in elk van de voorbereidende kaarten per rastercel van 400 m² samen te nemen. De maximum waarde van de resulterende kaart is dan ook 6, meteen ook de waarde die staat voor die rasterpunten in Vlaanderen die het meest open gelegen zijn. De resulterende kaart wordt weergegeven in *Figuur 2*.

Resultaten: de uiteindelijke voorspellingskaart

Met de vereenvoudigde BWK, de hierboven beschreven openheidsindex en 623 punten van gekende aanwezigheid van de Veldleeuwerik in Vlaanderen werd, gebruik makend van de WOFE extensie binnen Arcview, de uiteindelijke voorspellingskaart, weergegeven door *Figuur 3*, gemaakt. De bijhorende contrastwaarden en gewichten voor de vereenvoudigde BWK en de openheidsindex resulterend uit de WOFE-analyse worden weergegeven in respectievelijk *Tabel 2 en 3*.

Om de accuraatheid van deze voorspellingskaart na te gaan werd ze getest tegenover een set aanwezigheids- (623 waarnemingen niet gebruikt bij het maken van de kaart) en afwezigheidspunten (823). Voor al de punten werd opgetekend in welke waarschijnlijkheidsklasse ze vielen. De bekomen resultaten werden dan geanalyseerd met een logistische regressieanalyse (Neter et al. 1996). Hierbij is de afhankelijke variabele 1 (soort aanwezig) of 0 (soort afwezig). De onafhankelijke variabele is de klasse uit het WOFE-model. De regressieanalyse geeft dan weer hoe de waarschijnlijkheid van voorkomen evolueert in functie van de WOFE klassen. Bij een perfecte voorspelling door het WOFE-model zullen alle punten op de lijn van het logistisch model vallen. Hoe meer de punten afwijken, hoe slechter het voorspellingsmodel is. Het resultaat is weergegeven in *Figuur 4*. Hieruit blijkt dus dat de waarschijnlijkheid dat de Veldleeuwerik voorkomt geleidelijk stijgt van klasse 1 tot 7 (waarschijnlijkheid 0-1 in *Figuur 3)*. Voor de laagste klasse is de kans dat de soort voorkomt vrijwel nihil, in klasse 7 stijgt dit tot 82%. Het model is hoog significant (x^2= 841.21 df = 1; $p<0.001$) wat dus aangeeft dat het model een zeer goede weergave van de werkelijkheid geeft. Voor klasse drie was de vogel minder aanwezig dan volgens het logistisch regressie-model wordt verwacht, terwijl in klasse vier hij iets meer voorkwam dan verwacht.

Welke factoren bepalen nu de aanwezigheid van de Veldleeuwerik? Na de analyse van de vereenvoudigde BWK werden de hoogste contrastwaarden toegekend aan waardevolle en minder waardevolle graslanden en aan akkercomplexen in het algemeen. De binnen de BWK als zeer waardevolle graslanden gekarteerde percelen kregen een lagere, zij het nog wel positieve, contrastwaarde. Verder werd een duidelijk positieve waarde toegekend aan heide en hoogveen (Tabel 2). Uit Tabel 2 blijkt verder dat heide als biotoop de voorkeur zou genieten boven akkers en tenslotte graslanden. Hoewel akkergebieden, en zeker heidegebieden, een procentueel kleinere fractie van Vlaanderen uitmaken t.o.v. graslanden, vallen hier relatief gezien

Natuur.oriolus 68(1):9-16

Veldleeuwerik *Alauda arvensis. (Foto: Hubert Lehaen)*

meer punten van gekende aanwezigheid in. De resultaten van de WOFE-analyse van de openheidsindex lagen in de lijn van de verwachtingen op basis van literatuurgegevens: klassen 3-6 scoorden in stijgende lijn positieve contrastwaarden. De combinatie van beide analyses leverde uiteindelijk *Figuur 3* op waarbij de kans om een Veldleeuwerik aan te treffen stijgt van 0 tot 1. De voorspelde kerngebieden voor de Veldleeuwerik zijn aldus: de kustpolders en de IJzerbroeken, het Meetjesland, enkele gebieden langs de linker Schelde-oever, het zuiden van de provincies Oost-Vlaanderen en Limburg en, gedeeltelijk, het zuiden van de provincie Vlaams-Brabant, enkele terreinen in Midden-Limburg en in de Maasvallei, en het noorden van de provincie Antwerpen. Enkele grote heideterreinen in Midden- Limburg werden (nog) niet gekarteerd binnen de BWK waardoor de voorspelling aldaar plaatselijk minder correct zal zijn. Wanneer we de voorspellingskaart vergelijken met een voorlopige aantallenkaart gebaseerd op gegevens van het atlasproject (*Figuur 5*), zien we dat deze vrij goed overeenstemmen. De voorspellingskaart zegt echter enkel iets over de kans op voorkomen van de Veldleeuwerik binnen een bepaalde rastercel van 400 m², de kaart voorspelt geen aantallen. In die zin zou het interessant zijn in de toekomst na te gaan waardoor de lagere aantallen in bijvoorbeeld het noorden van Antwerpen kunnen verklaard worden, eventueel door de voorspellingskaart te linken aan de landbouwteeltenkaart enz...

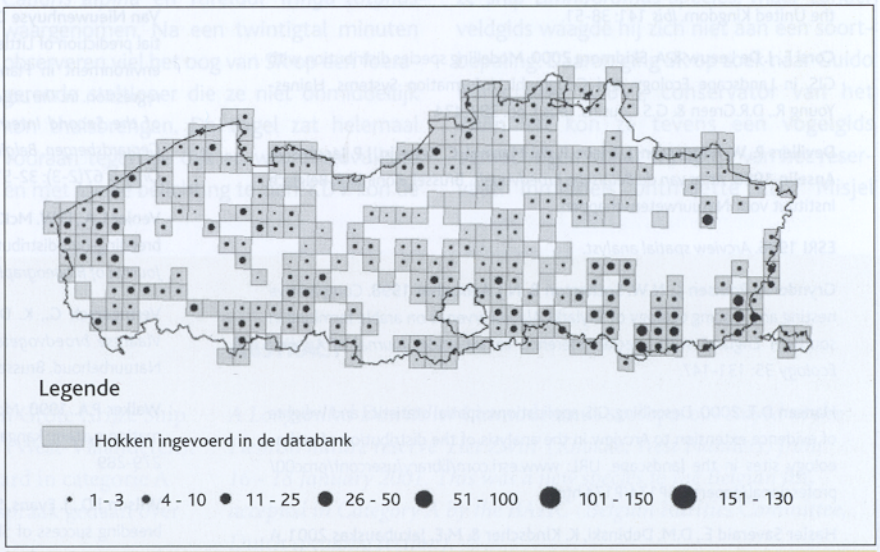
Besluit

De WOFE-methodiek is in staat accurate tot zeer accurate voorspellingen te genereren en kan derhalve ingepast worden in een efficiënt natuurbehoud. Er moet echter verder nagegaan worden of de modellen even goed bruikbaar zijn bij bv. soorten met een zeer specifieke habitatvoorkeur (vb. Boomleeuwerik, *Lullula arborea*) of soorten met een zeer ruime habitatkeuze (vb. Koolmees, *Parus major*) en de vergelijking zou ook moeten gemaakt worden met andere statistische methoden zoals bijvoorbeeld logistische regressie. We verwachten dat de resultaten nog beter zullen zijn voor soorten met een beperkte niche zoals bv. heidesoorten.

De achteruitgang van de Veldleeuwerik is al geruime tijd aan de gang (o.a. Devillers et al. 1988, gebaseerd op gegevens van 1973-1977). Men veronderstelt dat dit vooral te wijten is aan het gebruik van herbiciden en pesticiden die samengaan met de intensivering van de landbouw, verschuiving naar voor de Veldleeuwerik minder interessante teelten zoals maïs enz.... De cijfers om deze veronderstelde oorzaken te staven ontbreken echter vooralsnog. Het zou daarom interessant zijn indien we in de nabije toekomst, vertrekkend van deze voorspellingskaart en in combinatie met bv. een landbouwteeltenkaart, duidelijke cijfers kunnen voorleggen omtrent de verschillende negatieve invloeden. Hierin ligt ook een deel van de toepasbaarheid van de WOFE-methodiek: er zou een bijdrage kunnen geleverd worden tot een landbouwbeleid dat meer rekening houdt met de ons nog resterende natuurlijke waarden in bepaalde agrarische gebieden.

Nog inventariseren?

Men kan zich na het lezen van dit artikel misschien de vraag stellen of het nog wel nodig is verder te inventariseren in het kader van het atlasproject als de verspreiding van bepaalde soorten toch zo goed kan voorspeld worden? Het antwoord hierop is dui-



Figuur 5. Aantallenkaart voor de Veldleeuwerik in 2000-2001 gebaseerd op gegevens van het atlasproject.

Figure 5. Numbers of Skylark in 2000-2001 based on data of the atlas-project.

delijk een volmondig 'Ja, zeker!'.
De kaarten zeggen namelijk niets over de aanwezige aantallen, hiervoor blijven de inventarisaties uitermate belangrijk temeer omdat de werkelijke aantallen in combinatie met deze kaarten perspectieven bieden naar het verder uitwerken van de gegevens.
Het is zeer waarschijnlijk dat niet alle soorten even goed te modelleren zijn. Sommigen hebben een te ruime habitatvoorkeur, voor sommigen is er misschien een gebrek aan digitale kaartlagen enz...
De voorspellingen worden op een kleinschaliger niveau gedaan dan het UTM 5x5 km raster gebruikt in het atlasproject en kunnen mogelijk, mits verdere verfijning en afweging op soortniveau, verder gebruikt worden in het natuurbehoud wat meteen een meerwaarde geeft aan de aan de basis liggende inventarisaties!

Dankwoord
Het is gepast hier nog even alle vrijwillige medewerkers van het project Vlaamse Broedvogelatlas 2000-2003 te bedanken voor hun inspanningen op het terrein en de (vele) formulier- en kaart-invuluren achter hun bureau!
Deze studie werd mede mogelijk gemaakt door financiering van AMINAL, Afdeling Natuur.

Referenties

Agterberg F.P., G.G. Bonham-Carter, Q. Cheng & D.F. Wright 1993. Weights of evidence modelling and weighted logistic regression for mineral potential mapping, in *'Computers in geology', 25 years of progress*, Davis J.C. & U.C. Herzfeld (eds.), Oxford University press, Oxford, pp. 13-32.

Andries A.M., H. Gulinck & M. Herremans 1994. Spatial modelling of the barn owl *Tyto alba* habitat using landscape characteristics derived from SPOT data, *Ecography* 17: 278-287.

Anselin A., K. Devos, T. Defoort & G. Vermeersch 2000. *Project Vlaamse Broedvogelatlas 2000-2003 – Uitgebreide methode-handleiding*. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel

Austin G.E., C.J. Thomas, D.C. Houston & D.B.A. Thompson 1996. Predicting the spatial distribution of Buzzard *Buteo buteo* nesting areas using a Geographical Information System and remote sensing. *Journal of Applied Ecology* 33: 1541-1550.

BWK; Biologische waarderingskaart voor Vlaanderen, toestand voorjaar 2000, 50% vernieuwde kartering, geïntegreerd bestand versies 1 en 2, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

Chamberlain D.E. & H.Q.P. Crick 1999. Population declines and reproductive performance of Skylarks *Alauda arvensis* in different regions and habitats of the United Kingdom. *Ibis* 141: 38-51.

Corsi F., J. De Leeuw & A. Skidmore 2000. Modelling species distribution with GIS, in Landscape Ecology and Geographic Information Systems, Haines-Young R., D.R.Green & G.S Cousins. (eds.), pp. 389-434.

Devillers P., W. Roggeman, J. Tricot, P. del Marmol, C. Kerwijn, J.P. Jacob & A. Anselin 1988. *Atlas van de Belgische broedvogels*. Brussel, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen.

ESRI 1996. *Arcview spatial analyst*.

Grynderup Poulsen J., N.W. Sotherton & N.J. Aebischer 1998. Comparative nesting and feeding ecology of Skylarks *Alauda arvensis* on arable farmland in southern England with special reference to set-aside. *Journal of Applied Ecology* 35: 131-147.

Hansen D.T. 2000. Describing GIS applications: spatial statistics and weights of evidence extension to Arcview in the analysis of the distribution of archaeology sites in the landscape. URL: www.esri.com/library/userconf/proc00/professional/papers/PAP174/P174.htm

Hasler Saveraid E., D.M. Debinski, K. Kindscher & M.E. Jakubauskas 2001. A comparison of satellite data and landscape variables in predicting bird species occurrences in the Greater Yellowstone Ecosystem, USA. *Landscape Ecology* 16: 71-83.

Lloyd P. & R.P. Palmer 1998. Abiotic factors as predictors of distribution in southern african bulbuls. *The Auk* 115(2): 404-411.

Neter J., M.H. Kutnre, C.J. Nachtsheim & W. Wasserman 1996. *Applied linear statistical models*. Irwin, Chicago, USA.

Odderskaer P., A. Prang, J. Grynderup Poulsen, P.N. Andersen & N. Elmegaard 1997. Skylark *Alauda arvensis* utilisation of micro-habitats in spring barley fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 62: 21-29.

Osborne P.E., J.C. Alonso & R.G. Bryant 2001. Modelling landscape-scale habitat use using GIS and remote sensing: a case study with Great bustards. *Journal of Applied Ecology* 38: 458-471.

Robertson M.P., N. Caithness & M.H. Villet 2001. A PCA-based modelling technique for predicting environmental suitability for organisms from presence records. *Diversity and Distributions* 7: 15-27.

Tobalske C. & B.W. Tobalske 1999. Using atlas data to model the distribution of woodpecker species in the Jura, France. *The Condor* 101:472-483.

Toepfer S. & M. Stubbe 2001. Territory density of the Skylark *Alauda arvensis* in relation to field vegetation in central Germany. *Journal für Ornithologie* 142: 184-194.

Van Nieuwenhuyse D., M. Leysen & K. Steenhoudt 2001. Analysis and spatial prediction of Little Owl Athene noctua distribution in relation to its living environment in Flanders. Modelling spatial distribution through logistic regression. In: *The Little Owl in Flanders in its international context. Proceedings of the Second International Little Owl Symposium, 16-18 march 2001, Geraardsbergen, Belgium*. Van Nieuwenhuyse D., M. Leysen & K. Leysen (eds). *Oriolus* 67(2-3): 32-51.

Venier L.A., D.W. McKenney, Y. Wang & J. McKee 1999. Models of large-scale breeding-bird distribution as a function of micro-climate in Ontario, Canada. *Journal of Biogeography* 26: 315-328

Vermeersch G., K. Devos & A. Anselin 2000. *Soortenhandleiding project Vlaamse broedvogelatlas 2000-2003*, Nota I.N. 2000.2. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel

Walker P.A. 1990. Modelling wildlife distributions using a geographic information system: kangaroos in relation to climate. *Journal of Biogeography* 17: 279-289

Wilson J.D., J. Evans, S.J. Browne & J.R. King 1997. Territory distribution and breeding success of Skylarks *Alauda arvensis* on organic and intensive farmland in southern England, *Journal of Applied Ecology* 34: 1462-1478