

Natuur.oriolus

bpost
PB-PP
BELGIE(N) - BELGIQUE

Retouradres: Natuurpunt,
Coxiestraat 11, 2800 Mechelen

VLAAMS DRIEMAANDELIJKS TIJDSCHRIFT VOOR ORNITHOLOGIE | OKTOBER-NOVEMBER-DECEMBER 2015 | JG 81 | NR 4
NATUURPUNT | COXIESTRAAT 11 | B-2800 MECHELEN



natuurpunt 
Studie

Drijfveren van invasieve
vogels

113

Akkervogelonderzoek
in de Westhoek

119

Torenvalk in de
problemen

131

Drijfveren van invasieve vogels

Een onderzoek naar correlatiepatronen tussen milieufactoren en wereldwijde invasieve vogelsoortenrijkdom door gebruik van ruimtelijke statistische modellen.

› Alexander Mertens

Inleiding

Invasieve soorten zijn soorten die in staat zijn om zich buiten hun natuurlijke verspreidingsgebied te vestigen. Het identificeren van factoren die dit mogelijk maken is dan ook een van de hoofddoelstellingen in het invasief biologisch onderzoek. De biologie kent een lange geschiedenis van nauwlettend opgevolgd onderzoek en de verzameling van gegevens omtrent invasieve vogelsoorten, met een echte start in de 18^{de} eeuw. Dit stelt ons in staat om een uitgebreide en consistente database op te zetten van niet-inheemse vogelintroducties en de uitbreiding van hun leefgebied sindsdien over heel de wereld.

Reeds duizenden jaren hebben mensen soorten uit vreemde gebieden ingevoerd, dit gebeurde vooral tussen de 16^{de} en de 20^{ste} eeuw (Blackburn 2009). Een goed voorbeeld hiervan is de Fazant *Phasianus colchicus* die in West-Europa door de Romeinen werd geïntroduceerd als voedselbron (fig.1).

In de meeste onderzoeken op invasieve soorten wordt gefocust op de eigenschappen van de vogels en in hoeverre deze kunnen bijdragen tot succesvolle invasies. In deze studie gaat echter de aandacht naar de bepalende omgevingsfactoren die een gebied geschikt maken voor de desbetreffende invasie. Deze studie werd uitgevoerd door specifieke hypothesen te testen op de patronen van de invasieve vogelsoortenrijkdom. Deze hypothesen waren als volgt:

- 1) Een toename in energiebeschikbaarheid van een gebied valt samen met een toename in de invasieve vogelsoortenrijkdom van dat gebied.
- 2) Een toename in de menselijke invloed op een gebied stimuleert de kans op vogelinvasies.
- 3) De habitatdiversiteit van een gebied heeft een positieve invloed op de invasieve rijkdom.

De eerste hypothese suggereert dat er een relatie bestaat tussen de aanwezigheid van invasieve vogels en de hoeveelheid energie

die beschikbaar is in dit gebied, als een regio een grote energiebeschikbaarheid heeft wordt verwacht dat meer diersoorten hier gebruik van kunnen maken en dus ook invasieve vogels. De energiebeschikbaarheid toont namelijk de hoeveelheid van energie aan die beschikbaar is voor planten en dieren om te overleven en te groeien. Verschillende metingen werden gebruikt om de energietoestand van een gebied aan te tonen, met name de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), de NPP (*Net Primary Productivity*) en de temperatuur en neerslag. Een gelijkaardige hypothese werd reeds voorgesteld door Chown (2003), die had aangetoond dat (onder zekere condities) de energiebeschikbaarheid van een gebied de belangrijkste factor is in de soortenrijkdom van invasieve planten.

De menselijke invloed op de invasieve vogelsoortenrijkdom werd onderzocht d.m.v. de menselijke voetafdruk of GHF (*Global Human Footprint*). Volgens de hypothese die hier wordt voorgesteld zorgt een toename in de GHF ook voor een toename in het aantal invasies. Dit werd verondersteld omdat veel invasieve soorten vaak bekend zijn om hun afhankelijkheid van mensen voor voedsel, schuilplaatsen, etc. (Blackburn 2009). Dus naarmate de menselijke voetafdruk toeneemt, neemt de invloed van de mens op dat gebied toe en komt het gebied meer beschikbaar voor soorten die sterk afhankelijk zijn van mensen (voornamelijk invasieve soorten) (Sanderson 2002). Chiron *et al.* (2008) heeft dan ook reeds bewezen dat - binnen Europa - de GHF de belangrijkste omgevingsfactor is qua invloed op invasieve vogelsoortenrijkdom.

Als laatste hypothese werd dan nog onderzocht of er al dan niet een positieve relatie bestond tussen de diversiteit in habitats van een gebied (bos, grasland, akkers, etc.) en diens invasieve rijkdom. Dit werd onderzocht, aangezien een grote diversiteit in habitats een grotere diversiteit aan soorten toelaat. Eerder onderzoek heeft het belang van landschapsdiversiteit op biodiversiteit aangetoond (Tews 2004), wat dan ook de reden is dat deze hypothese verder onderzocht werd in deze studie. Twee metingen werden hier gebruikt om de invloed van habitatdiversiteit aan te tonen, de eerste betreft de diversiteit in bodembedekking, waarbij door gebruik van 22 verschillende bodembedekkingsklassen wereldwijd de diversiteit van iedere locatie werd weergegeven.

Een tweede methode om de diversiteit in habitat aan te tonen was de variatie in hoogte. Verschillende variabelen in hoogten werden gebruikt om te bepalen welke het meest geschikt zou zijn. Niet enkel de uitersten van ieder gebied met name de hoogste en laagste punten, maar ook de variatie in hoogte werd onderzocht, aangezien deze een grotere invloed zou kunnen hebben dan hoogte op zich (Mooney & Drake 1986).

Al deze hypothesen werden onderzocht door de verschillende factoren te combineren in één statistisch model. Hierbij werden de relaties onderzocht tussen de verschillende ecologische factoren en de invasieve vogelsoortenrijkdom (zowel individuele als gecombineerde effecten). Het gecombineerd gebruik van rastercel databases en statistische modellen heeft reeds het belang van verschillende van de onderzochte factoren op de vogelsoortenrijkdom aangetoond,



› Figuur 1. De Fazant *Phasianus colchicus* is oorspronkelijk van Oost-Europa en Azië en werd in West-Europa geïntroduceerd door de mens (Gould *et al.*).

zij het alleen in Europa (Chiron *et al.* 2008). De gegevens van de verschillende milieueigenschappen die gebruikt werden in deze analyses werden verkregen via diverse internationale instituten die bereid waren hun resultaten te delen voor deze studie.

Materiaal en methoden

De invasie database

De invasieve verspreiding van iedere vogelsoort werd verzameld d.m.v. kaarten die geleverd werden door BirdLife International en NatureServe. Deze kaarten werden vervolgens omgezet naar een rastercel database met een resolutie van 2.5°x2.5°, waarbij de aan- of afwezigheid van iedere vogelsoort (196 in totaal) wereldwijd werd weergegeven (fig.2). Deze distributiekaarten zijn echter onvolledig voor een aantal soorten. De tekortkomingen werden opgevuld m.b.v. de beschrijving van invasieve vogelverspreidingspatronen in de meest recent beschikbare bron, 'The Naturalized Birds of the World' (Lever 2005). Een kaart en database die de werkelijke aantallen van

invasieve vogels weergeeft zou uiteraard meer geschikt zijn voor dit onderzoek, maar zulke gegevens zijn jammer genoeg nog niet beschikbaar op wereldschaal.

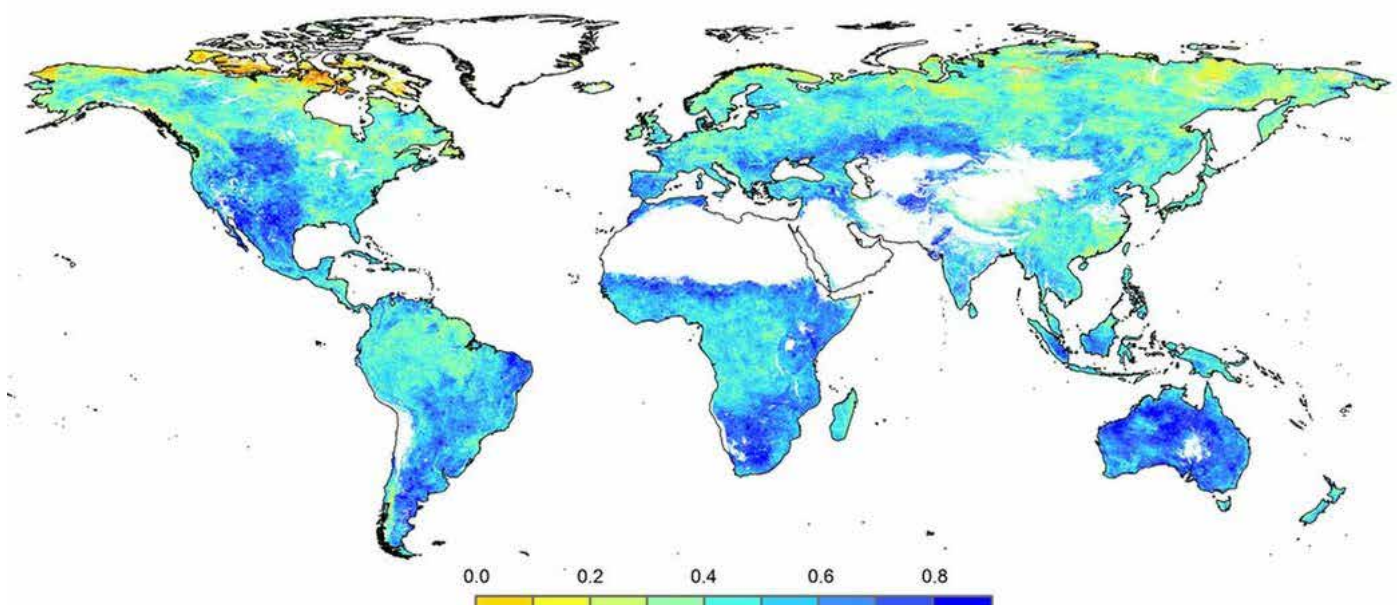
De omgevingseigenschappen

De 'NDVI' is een weergave van de hoeveelheid vegetatie die aanwezig is in een gebied, wat ook als een maatstaf voor de aanwezige energie in een gebied kan dienen. De NDVI wordt berekend d.m.v. satellietbeelden die de weerkaatsing van zonnestrallen op het aardoppervlak meten. Ten gevolge hiervan hebben energiearme kale gronden een NDVI van praktisch nul, terwijl energierijke bossen en graslanden vaak een NDVI-waarde van 0.5 of hoger behalen (fig.3). De gegevens van de NDVI werden beschikbaar gesteld door de Spaanse Nationale Onderzoeksraad (*Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC*).

De meting voor energiebeschikbaarheid, de NPP, verschilt van de NDVI omdat het de energiebeschikbaarheid bepaalt door de berekening van de energie die geproduceerd wordt uit de primaire pro-



» Figuur 2. De oorspronkelijke (groen) en invasieve verspreiding van *Huismus Passer domesticus*.



» Figuur 3. De NDVI volgens de gegevens van Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC.

» Tabel 1 Lijst van de omgevingseigenschappen onderzocht in het statistisch model.
 » Table 1. List of environmental properties used in the statistical model.

Parameters & varianten	Afkorting	Levels
NDVI	NDVI	0 - 1
NPP		
Human Appropriation NPP	HANPP	gC/m ² /yr
NPP vd potentiële vegetatie	NPP ₀	gC/m ² /yr
NPP vd effectieve vegetatie	NPP _{act}	gC/m ² /yr
NPP na oogsten	NPP _t	gC/m ² /yr
Temperatuur		
Gemiddelde jaarlijkse temperatuur	Tem_A	°C
Temperatuurseizoenvariatie	Tem_S	CV
Max temperatuur vd warmste week	Tem_W	°C
Min temperatuur vd koudste week	Tem_S	°C
Neerslag		
Jaarlijkse neerslag	Rain_A	mm
Seizoenvariatie in neerslag	Rain_S	CV
Neerslag natste week	Rain_W	mm
Neerslag droogste week	Rain_D	mm
Habitatheterogeniteit	Land_Cover	0 - 22
Hoogte		
Laagste punt	Alt_L	m
Hoogste punt	Alt_H	m
Variatie in hoogte	Alt_D	m
Menselijke voetafdruk	GHF	%

Ook hebben eerdere studies (Illian *et al.* 2014) aangetoond dat de verspreiding van vogelsoorten sterk wordt beïnvloed door gradiënten in temperatuur en neerslag. Zowel gegevens van temperatuur als neerslag werden verkregen uit de database CLIMond voor beide factoren werden vier varianten in metingen gebruikt in het basismodel (tabel 1).

De gegevens van habitat heterogeniteit kwamen uit de GlobCover database (v. 2.0), die een classificatie levert van 22 vormen van de bodembedekking over gans de planeet, opgesteld door het 'UN Land Cover Classification System' (LCCS). Gegevens van de hoogteliggingen werden geleverd door *het Jet Propulsion Laboratory of the California Institute of Technology*.

De dataset van de menselijke voetafdruk komt uit het 'Global Human Footprint Dataset of the Last of the Wild Project' (v.2.0, 2005). Deze dataset bevat wereldwijde gegevens over de menselijke voetafdruk, onderverdeeld in 1-kilometer rastercellen en bestaat uit negen verschillende lagen die de menselijke druk, landgebruik en infrastructuur weergeven (fig.4). Deze gegevens werden verzameld en geproduceerd door de 'Wildlife Conservation Society' (WCS) en de *Columbia University Center for International Earth Science Information Network (CIESIN)* en ter beschikking gesteld door SEDAC.

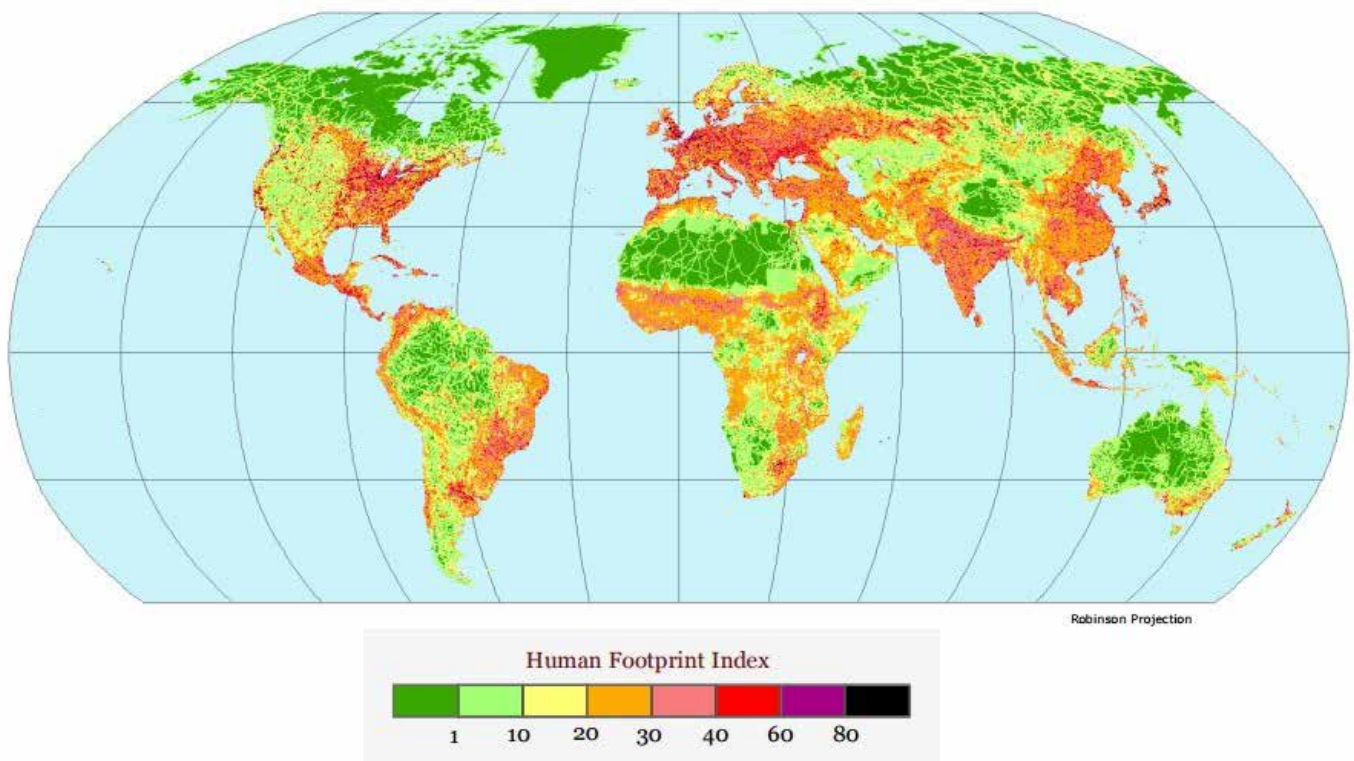
Alle gegevens over de verschillende omgevingseigenschappen (tabel 1) werd vervolgens getransformeerd naar een 2.5°x2.5° resolutie, dezelfde resolutie die gebruikt werd voor de verspreiding van de verschillende invasieve vogels, d.m.v. het programma "Geospatial Modelling Environment" (Versie 0.7.2).

ductie van planten (Amthor 2001). In dit onderzoek werd een totaal aantal van vier verschillende NPP-versies verzameld en onderzocht om een zo accuraat mogelijke meting te verkrijgen (tabel 1). Al deze gegevens werden ter beschikking gesteld door de Universiteit van Klagenfurt, Oostenrijk.

Temperatuur en neerslag werden toegevoegd aan het model als weergaven van energiebeschikbaarheid, aangezien beide factoren de vegetatierijkdom en plantproductiviteit van een gebied bepalen.

Het statistische model

Allereerst werden de verschillende omgevingseigenschappen getest op een onderlinge sterke samenhang (multicollineariteit) om zo overbodige variabelen te identificeren en verwijderen. Vervolgens werden de overblijvende variabelen samengebracht in een GLM (*General Linear Model*) met een Poisson distributie. Dit model werd dan tenslotte onderworpen aan een 'hierarchical partitioning' (HP) analyse en een 'generalized least squares' (GLS) analyse om zo de



» Figuur 4. De menselijke voetafdruk volgens de dataset van Last of the Wild Project.

bijdrage en de relatie (positief of negatief) met de invasieve vogelrijkdom te bepalen. Alle statistische analyses op de verzamelde gegevens werden uitgevoerd in het programma R (v.3.0.0) van 'R Foundation for Statistical Computing'.

Resultaten

Voorafgaande analyses

Eerst werden de overbodige variabelen uit het model verwijderd. De overblijvende variabelen waren de seizoenvariatie in temperatuur, de neerslag gedurende de droogste week, de seizoenvariatie in neerslag, het laagste punt in de hoogteligging, de variatie in hoogte, de menselijke voetafdruk, de NDVI en de habitat heterogeniteit. Deze werden vervolgens in een GLM georganiseerd en onderworpen aan zowel HP als GLS analyses.

De 'Hierarchical Partitioning' (HP) en 'Generalized least squares' (GLS) analyses

De resultaten van de HP analyse toonden duidelijk aan dat, van alle milieufactoren, de NDVI het meest invloedrijk is op de invasieve vogelrijkdom (30.3%), op de voet gevolgd door de seizoenvariatie in neerslag (26.0%) en de menselijke voetafdruk (25.6%). Alle andere milieufactoren toonden maar een zeer minimale invloed op de invasieve soortenrijkdom.

Terwijl de HP analyse reeds had aangetoond dat de NDVI de belangrijkste milieufactoor was qua invloed op de invasieve vogelsoortenrijkdom, vertelde de GLS analyse ons dat de invloed van de NDVI op de invasiepatronen positief is. Met andere woorden, een toename in NDVI zorgt dus ook voor een toename in invasieve vogels. Verder bleek de seizoenvariatie in neerslag een negatieve impact te hebben op invasieve vogels, terwijl de menselijke voetafdruk een positieve relatie deelt met de invasieve soortenrijkdom.

Discussie

De statistische analyses toonden aan dat de omgevingsfactoren van een gebied inderdaad een invloed hebben op het aantal invasieve vogelsoorten in dat gebied. Doorslaggevende elementen zijn hier de energiebeschikbaarheid van dat gebied (weergegeven als de dekkinggraad van vegetatie (NDVI) en de seizoenvariatie in neerslag), sterk gevolgd door de mate waarin het landschap door de mens gewijzigd wordt (weergegeven door de menselijke voetafdruk (GHF)).

De energiebeschikbaarheid van een gebied kan dus worden beschouwd als een belangrijke milieufactoor inzake invasieve soortenrijkdom, zowel via de aanwezigheid van vegetatie (NDVI), als de seizoenvariatie in neerslag. Met andere woorden, de energiebeschikbaarheid van een gebied bepaalt het aantal diersoorten dat het kan herbergen en dus ook het aantal exoten. Dit wordt rechtstreeks ondersteund door de NDVI, aangezien een toename in vegetatie overeenstemt met een toename in energie in dat gebied. Maar het wordt ook ondersteund door de seizoenvariatie in neerslag, die een negatieve relatie deelt met de energietoestand van een regio, aangezien een sterke variatie in weercondities de energetische toestand van een gebied ondermijnt (Kubota *et al.* 2005). Deze resultaten bevestigen dus de hypothese dat een toename in energiebeschikbaarheid van een regio ook tot een toename in invasieve vogels zal leiden.

Onderzoek van Evans (2005) heeft reeds aangetoond dat één van de hoofdoorzaken waarom een energierijk gebied een grotere hoeveelheid aan exoten kan huisvesten is dat deze energie een grotere hoeveelheid aan ecologisch processen toelaat. Met andere woorden, wanneer er meer energie aanwezig is in een ecosysteem kan dit systeem meer diersoorten huisvesten, inclusief invasieve vogels die van deze kans gebruikmaken om een stabiele populatie in dit gebied

op te bouwen (Mönkönnen *et al.* 2006). Chown *et al.* (2005) hebben ook aangetoond dat er een sterke positieve relatie bestaat tussen de energiebeschikbaarheid van een gebied en de aanwezigheid van exoten in dat gebied. Chown *et al.* stellen in hun onderzoek dat een toename in de energietoestand van een gebied ervoor zorgt dat de ecologische processen die de biodiversiteit van het gebied ondersteunen ook verbeteren en een groei in biodiversiteit veroorzaken (inclusief exoten). Deze theorie valt dus samen met de hypothese in dit onderzoek omtrent de energiebeschikbaarheid van een gebied.

Net als de energietoestand van de omgeving had ook de menselijke invloed een positieve relatie met de invasieve vogelsoortenrijkdom. De hypothese omtrent de menselijke factor van dit onderzoek was als volgt: omwille van het feit dat veel van de meest verspreide invasieve diersoorten een sterke band aantonen met de mens (menselijk commensalisme), wordt verwacht dat met een toename in de menselijke voetafdruk er ook een groei in exoten wordt gevonden (Thuller *et al.* 2006).

Het is een feit dat veel van de bekendste invasieve soorten, waaronder Rotsduif *Columba livia*, Nijlgans *Alopochen aegyptiaca*, Bruine rat en Grijs eekhoorn een sterke band hebben met de mens omwille van het feit dat hun aanwezigheid getolereerd wordt, ze de aanwezigheid van mensen weten te exploiteren, parate kennis hebben om confrontaties met mensen te vermijden, etc..

Omdat deze diersoorten zich aan de mens kunnen aanpassen hoeven ze dus geen (of tenminste in mindere mate) rekening te houden met de menselijke factor wanneer ze in een nieuw gebied terecht komen. Hierdoor zijn ze in staat om meer energie te investeren in hun aanpassingen aan hun nieuwe omgeving en kost het hen minder moeite om een stabiele populatie te vormen dan diersoorten die nog niet aan mensen zijn aangepast. Ook Hufbauer *et al.* (2012) stellen dat diersoorten die zich in hun oorspronkelijk gebied reeds aanpasten aan overleving in door de mens beïnvloede habitats hoogst waarschijnlijk invasief gedrag zullen vertonen in een nieuwe menselijke omgeving.

Bovendien, aanzienlijke invloed van de mens op een natuurgebied leidt tot ernstige verstoring en aftakeling van diens ecosysteemfuncties (NOSS 1995), wat dan weer leidt tot wijzigingen in de lokale biodiversiteit. Dit maakt het voor invasieve soorten mogelijk om deze nieuwe gaten in het ecosysteem op te vullen die niet ten volle kunnen benut worden door de lokale diersoorten (Leu 2008).

Om het simpel te houden, het plaatselijk uitsterven van diersoorten die zich niet kunnen aanpassen is grotendeels aan de mens te wijten (vervuiling, habitatversnippering, populatiedruk,...). Dit leidt tot gaten in het lokale soortennetwerk die dan opgevuld worden door exoten die zich reeds aanpasten aan deze menselijke invloeden. Er wordt dan ook verondersteld dat een zware voetafdruk een aanzienlijke verstoring en aftakeling van het lokale ecosysteem veroorzaakt. Dat geeft invasieve vogelsoorten de kans om stabiele populaties te vormen in de leegte die een uitgestorven populatie achterlaat

Zulke gevallen waarbij invasieve soorten de leegte na extincties opvullen in ecosystemen zijn reeds waargenomen, zoals bijvoorbeeld in Cape Cod (Massachusetts, USA), waar de Paarse moeraskrab na diens uitsterven werd vervangen door de Europese strandkrab, en effectief de ecosysteemfuncties heeft overgenomen (McStravick 2013).

De overblijvende milieufactoren (hoogteligging, habitat heterogeniteit, temperatuur,...) bleken echter weinig invloed te hebben op de aanwezigheid van invasieve vogels volgens de analyses. Als gevolg hiervan kan worden vastgesteld dat deze factoren geen invloed hebben op het patroon van wereldwijde invasieve vogelsoortenrijkdom, tenminste volgens de gegevens die tot nog toe ter beschikking staan.

Conclusie

Deze studie heeft aangetoond dat er inderdaad een relatie bestaat tussen invasieve vogelpopulaties doorheen de wereld en de milieufactoren van de gebieden waarin deze soorten zich bevinden. De omgevingsfactoren van een gebied zijn zeker niet de enige elementen die invloed hebben op het al dan niet aanwezig zijn van exoten. Toch kan er niet worden ontkend dat ze de patronen in het al dan niet aanwezig zijn van exoten beïnvloeden, sterker nog, gebieden met een grote energieopslag en/of een aanzienlijke menselijke aanwezigheid hebben de grootste kans om 'slachtoffer' te worden van nieuwe invasies.

Wel dient opgemerkt dat deze studie op een brede schaal, wereldwijd plaatsvond en dus niet noodzakelijk een weerspiegeling geeft van de specifieke oorzaken en drijfveren van lokale patronen. Daarom moet bij een beslissing over acties tegen de aanwezigheid van exoten allereerst worden uitgegaan van analyses en onderzoek op de schaal waar binnen de behoudsmaatregelen worden genomen. Dat neemt niet weg dat, gebaseerd op dit onderzoek, kan worden vastgesteld dat de invloed van de omgeving zelf zeker moet worden opgenomen in toekomstige analyses inzake exotische dieren en hoe hun verspreiding kan worden voorspeld en bestreden. Deze studie werd bovendien enkel uitgevoerd met beschikbare data omtrent de aan- en afwezigheid van invasieve vogelsoorten. De analyses van zulk onderzoek zouden uiteraard veel accurater zijn indien we over cijfers zouden beschikken die het werkelijk aantal invasieve vogels op wereldschaal weergeven. Dit maakt het streven naar accurate tellingen of schattingen van invasieve vogels dan ook zeer waardevol om toekomstig onderzoek van deze aard verder te ondersteunen en verbeteren.

Dankwoord

Ik zou graag dank willen betuigen aan postdoctorale onderzoeker Diederik Strubbe (Universiteit Antwerpen) bij het opzetten van de originele master-thesis die heeft geleid tot dit onderzoek, alsook aan Matteo Lattuada bij zijn hulp bij de opbouw van de invasieve vogelsoorten database. Verder wil ik ook Dr. Kevin Devito (University of Alberta) bedanken voor diens hulp bij de technische aspecten van de database opbouw en natuurlijk aan alle instituten die de gegevens hebben geleverd die noodzakelijk waren voor dit onderzoek: BirdLife International, CSIC, de Universiteit van Klagenfurt, CLIMond, TerraViva! GeoServer, California Institute of Technology, Wildlife Conservation Society en Columbia University Center for International Earth Science Information Network.

Alexander Mertens, Biochemisch analist voor de University of Alberta, Master in Conservation & Restoration aan de Universiteit Antwerpen, alexander-mertens@hotmail.com

Referenties

- Amthor J.S. & D.D. Baldochi 2001. *Terrestrial Global Productivity*. Academic Press, pp.33-59.
- Blackburn T., J. Lockwood & P. Cassey 2009. *Avian Invasions – The Ecology & Evolution of Exotic Birds*. Oxford, Oxford University Press.
- Chiron F., S. Shirley & S. Kark 2008. Human-related processes drive the richness of exotic birds in Europe. *Proceedings of the Royal Society*, Issue 276, pp.47–53.
- Chown S., B. Hull & K. Gaston 2005. Human impacts, energy availability and invasion across Southern Ocean Islands. *Global Ecology and Biogeography*, Issue 6, pp.521-528.
- Chown S., B. Van Rensburg, K. Gaston, A. Rodrigues & A. Van Jaarsveld 2003. Energy, Species Richness and Human Population size: Conservation Implications at a National Scale. *Ecological Applications*, Issue 5, pp.1233–1241.
- Evans K., P. Warren & K. Gaston 2005. Species–energy relationships at the macroecological scale: a review of the mechanisms. *Biological Reviews*, Issue 80, pp. 1–25
- Gould J., E. Gould & E. Lear 1837. *The Birds of Europe*.
- Huffbauer R., B. Facon, V. Ravigne, J. Turgeon, J. Foucaud, C. Lee, O. Rey & A. Estoup 2012. Anthropogenically induced adaptation to invade (AIAI): contemporary adaptation to human-altered habitats within the native range can promote invasions. *Evolutionary Applications*, Issue 5, pp.89-101.
- Illian J., C. Thomas, J. Jones, W. Wong, S. Shirely & M. Betts 2014. Precipitation and winter temperature predict long-term range-scale abundance changes in Western North American birds. *Global Change Biology*, Issue 11, pp.3351-3364.
- Kubota H., S. Ryuichi, T. Ushiyama, T. Chuda, S. Iwasaki & K. Takeuchi 2001. Seasonal Variations of Precipitation Properties Associated with the Monsoon over Palau in the Western Pacific. *Hydrometeor*, Issue 6, pp. 518–531.
- Leu M., S. Hanser & S. Knick 2008. The Human Footprint in the West. *Ecological Applications*, Issue 18, pp. 1119–1139.
- Lever C. 2013. *Naturalized Birds of the World*. London, A&C Black Publishers Ltd.
- McStravick A. 2013. Marsh Crabs Demonstrate Ecological Benefits Of Invasive Species. *RedOrbit*.
- Mönkkönen M., J. Forsman & F. Bokma 2006. Energy availability, abundance, energy-use and species richness in forest bird communities: a test of the species–energy theory. *Global Ecology and Biogeography*, Issue 3, pp.290–302.
- Mooney H. & J. Drake 1986. Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii. *Ecological Studies*, Issue 58, pp.133-148.
- Noss R., E. LaRoe & J. Scott 1995. Endangered ecosystems of the United States: a preliminary assessment of loss and degradation. *National Biological Service Biological Report*, Issue 28, pp.1–56.
- Sanderson E., M. Jaitoh, M. Levy, K. Redford, A. Wannebo & G. Woolmer 2002. The Human Footprint and the Last of the Wild. *BioScience*, Issue 52, pp.891-904.
- Tews J., U. Brose, V. Grimm, K. Tielborger, M. Wichmann, M. Schwager & F. Jeltsch 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity. *Journal of Biogeography*, Issue 1, pp.79-92.
- Thuiller W., D. Richardson, M. Rouget, S. Proches & J. Wilson 2006. Interactions between environment, species traits, and human uses describe patterns of plant invasions. *Ecology*, Issue 87, pp. 1755–1769.

Samenvatting – Summary - Résumé

Bij invasief biologisch onderzoek gaat het vooral om het identificeren van factoren die invasieve soorten toestaan om stabiele populaties te creëren buiten hun natuurlijk territorium. Voorgaande studies hebben dan ook reeds aangetoond dat niet enkel de specifieke eigenschappen van een diersoort bepalen of deze al dan niet in staat is om invasief te worden buiten diens inheemse verspreiding, maar dat ook de eigenschappen van het nieuw gebied zelf een rol spelen in het invasiesucces. Welke specifieke milieueigenschappen dat succes nu bepalen is daarentegen nog grotendeels onbekend. Het doel van dit onderzoek was dan ook om te bepalen of er al dan niet een relatie bestaat tussen specifieke omgevingseigenschappen en het patroon van invasieve vogelsoortenrijkdom.

De mogelijke relatie tussen de verschillende milieufactoren en de vogelrijkdom werd onderzocht door het ontwerp van een rastercel database, bestaande uit alle beschikbare gegevens van vogelinvasies in ieder continent, gekoppeld aan de gegevens omtrent het milieu van deze rastercellen. Vervolgens werd de correlatie tussen de invasierijkdom en milieugegevens van iedere cel statistisch geanalyseerd om zo de invloed en het belang van iedere milieufactoor op de variatie in invasieve vogelrijkdom te bepalen.

De resultaten van deze analyses toonden duidelijk aan dat invasiepatronen vooral bepaald worden door de NDVI (een index voor de weergave van de hoeveelheid vegetatie aanwezig in een gebied), de menselijke voetafdruk (een weerspiegeling van de menselijke druk op de lokale ecosystemen) en de seizoensvariatie in neerslag.

What's driving the invasive bird species?

The main focus of invasive biological research is the identification of those factors that allow invasive species to create stable populations outside of their natural range. Previous studies have already proven that not only the species' own attributes, but also attributes specific to the new area determine its ability to become invasive outside of its natural range. However, the identification of which specific environmental properties contribute to this success still remains unclear. The goal of this research was therefore to determine whether or not there a relationship exists between specific environmental properties and the pattern in invasive bird species richness.

The potential existence of relationships between environmental properties and bird species richness was investigated through the creation of a grid-cell database, consisting of all available data concerning bird invasions across the globe, linked to the environmental data of each specific gridcell. After this, the correlation between the invasive richness and environmental data was statistically analysed to determine the influence and significance of each environmental factor on the invasive bird species richness.

The results of these analyses clearly showed that invasive patterns are mostly influenced by the NDVI (an index indicating the amount of vegetation present in an area), the Global Human Footprint (which indicates the amount of human pressure put on local ecosystems) and the seasonal variation in precipitation.

Qu'est-ce qui pousse des espèces d'oiseaux invasives?

L'objectif principal de la recherche biologique invasive est l'identification de ces facteurs qui permettent aux espèces envahissantes de créer des populations stables en dehors de leur aire de répartition naturelle. Des études antérieures ont déjà prouvé que non seulement les caractéristiques propres à l'espèce mais également des attributs spécifiques à la nouvelle zone déterminent la capacité de devenir invasive en dehors de son aire de répartition naturelle. L'identification des propriétés environnementales spécifiques qui contribuent à ce succès reste cependant encore difficile. L'objectif de cette recherche était donc de déterminer si oui ou non il existe une relation entre les propriétés environnementales spécifiques et le modèle de la richesse avifaunistique.

L'existence potentielle de relations entre propriétés environnementales et la richesse avifaunistique a été étudiée par la création d'une base de données de GridCell, composée de toutes les données disponibles concernant les invasions d'oiseaux à travers le monde, liée aux données environnementales de chaque GridCell spécifique. Ensuite, la corrélation entre la richesse invasive et les données environnementales a été statistiquement analysée afin de déterminer l'influence et l'importance de chaque facteur environnemental sur la richesse des espèces d'oiseaux invasives.

Les résultats de ces analyses ont montré clairement que les modèles invasifs sont principalement influencés par l'IVDN ou Normalized Difference Vegetation Index (un indice indiquant la quantité de végétation présente dans une zone), l'empreinte humaine mondiale (qui indique la quantité de pression humaine exercée sur les écosystèmes locaux) et la variation saisonnière de la précipitation.



MeoStar S2
82mm HD

€ 1729,-
(BODY)

De MeoStar S2 82HD verbaast zelfs de meest verweende en ervaren gebruiker. In het hart van deze geavanceerde telescoop bevinden zich twee HD (ED-glas) fluoride elementen. Deze techniek, gecombineerd met MeoBright coatings, leveren een ongekend contrastrijk en helder beeld zonder kleurfouten: scherp van rand tot rand. De grote, soepel lopende scherpstelring maakt het scherpstellen eenvoudig en precies.

Completeer uw telescoop met één van de volgende oculairen:

- 20-70x zoom € 525,-
- 30-60x WA zoom € 525,-
- 30x WA € 199,-

EUROPEAN OPTICS since 1933

Technolyt[®]
superior gear. great experience.

E: info@technolyt.nl
T: +31(0)75 647 45 47
I: Technolyt.nl

meopta
www.meopta.com