

*Ecologie Digitale tweeling*

# Natuurnetwerk

De koolmees vormde de aanzet voor een ambitieus Wageningse project: **de ‘hele natuur’ in de computer stoppen** om te kunnen voorspellen hoe soorten en ecosystemen zullen reageren op klimaatverandering. ‘Oude floppydisks met data erop? Deel ze met ons!’

Door **Jean-Pierre Geelen**



In de werkkamer van Marcel Visser, diercoloog in het Wageningse pand van het ecologisch instituut NIOO-KNAW, hangt een schilderij van koolmezen, meer dan levensgroot afgebeeld. Koffie wordt er desgewenst geserveerd in mokken met koolmezen erop. Zelfs op de gieter voor de kamerplanten staat het vogeltje afgebeeld.

Geen toeval: de bekende zangvogel (vaste gast in tuinen met vetbolletjes of pindasnoeren) met z'n witte wangetjes en het zwarte stropdasje op z'n gele borst is al bijna een eeuw onderwerp van onderzoek in Wageningen. Verderop in dit verhaal zal blijken dat de vogel de aanzet gaf voor een ambitieus onderzoeksproject dat ons begrip van de natuur wezenlijk zou kunnen vergroten. Maar eerst wat geschiedenis.

Begin vorige eeuw wilde de toenmalige plantkundige dienst weten of de vogel kon worden ingezet in de strijd tegen plagen van rupsen en andere insecten. Dat bleek niet zo te zijn: hoewel de koolmees zich vooral in het broedseizoen te goed doet aan deze eiwitrijke voedingsbron, is de totale consumptie te gering om een plaag effectief te bestrijden.

Sinds halverwege de vorige eeuw onderzoekt het NIOO-KNAW op Nationaal Park de Hoge Veluwe het voedselpatroon van de mezen, inclusief de rupsen van de wintervlinders en de zomereiken waarop die voorkomen. Zodoende kennen we de hedendaagse problemen waartegen een koolmees aanvliegt. In veertig jaar tijd is de zomereik door hogere temperaturen ongeveer tien dagen eerder gaan uitlopen. Dat leidt tot problemen voor de wintervlinder: de manier waarop dit insect bepaalt wanneer het uit de eitjes moet komen, loopt niet meer gelijk met het uitkomen van de blaadjes van zomereiken. Gevolg: ze komen te vroeg uit het ei, de benodigde blaadjes van de eiken zitten dan nog in de knop.

Ook de koolmees vist achter het net: die voert zijn jongen met rupsen van de wintervlinder, maar het lukt niet voldoende om vroeger eieren te leggen (omdat de vogel ook reageert op daglengte, die niet wijzigt door klimaatverandering). Door de verschuivingen bij de zomereik en de wintervlinder valt de rupsenpiek nu anderhalve week eerder dan veertig jaar geleden en is die al gedeeltelijk voorbij wanneer de koolmeesnesten vol hongerige jongen zitten.

**Bij onderzoeker Visser en zijn team rees de vraag of de koolmees zich genetisch** kan aanpassen om in het nieuwe klimaat te overleven, of dat de vogel zal sneu-

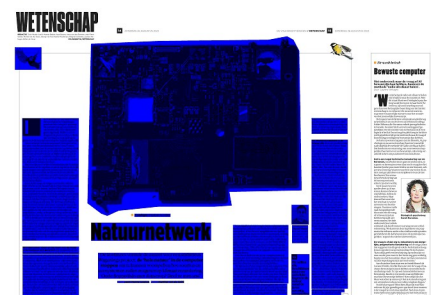
velen. Visser besloot de tijd te versnellen: 'In onze volières hebben we geprobeerd de koolmees van de toekomst te selecteren. Hoe? Door twee lijnen te selecteren op basis van hun genoom: vroege broeders en late broeders. Net zoals die in de natuur door natuurlijke selectie zullen ontstaan, alleen hebben wij die ontwikkeling in onze volières versneld. Na vier generaties selecteren brachten we eieren bij nesten in het bos en volgden we de uitgevlogen jongen van de vroege en de late lijnen in het wild. De vogels van de vroege lijn legden inderdaad hun eieren eerder dan de late lijn, maar ze kregen niet méér jongen. Zo konden we constateren dat zelfs na de kunstmatige versnelling de aanpassing niet snel genoeg ging.'

En dus laat de toekomst zich hier voorspellen: bij de verschillende scenario's voor klimaatverandering valt zo te berekenen wat dat voor de stand van de koolmees zal betekenen.

En dat leidde tot meer vragen: als de toekomst van de koolmezenpopulatie in een veranderend klimaat valt te voorspellen, is het dan niet mogelijk om soortgelijke voorspellingen te doen voor hele ecosystemen, analoog aan bijvoorbeeld de klimaatwetenschap? Ziedaar de geboorte van een spannend en ambitieus onderzoeksproject van Visser, met een team van het NIOO-KNAW, RIVM, Nioz, Universiteit van Amsterdam en Wageningen Universiteit. LTER-LIFE is het project gedoopt. Het is 20 augustus officieel van start gegaan en zal minstens tien jaar duren.

Het idee: de hele natuur in een computernetwerk stoppen, om zo toekomstige ontwikkelingen te kunnen voorspellen en mogelijk maatregelen te nemen om soorten te beschermen die dat nodig hebben.

'De hele natuur', hoe stop je die in een computer? Visser, onderzoeksleider van dit ambitieuze plan, onder toezicht oog van de ingelijste koolmezen aan de muur: 'Voor ons begint alles met het vinden van data. Wij willen alle beschikbare data over ontwikkelingen in de natuur vanaf de jaren zeventig verzamelen. Die zijn er. Overheidsinstellingen, werkgroepen en andere na-



tuurclubs hebben heel veel in kaart gebracht: van de hoeveelheid beukennootjes per jaar tot de reproductie van herten of de stand van teken in het land. Die gegevens willen wij allemaal graag gebruiken, om ze in een computernetwerk te stoppen.'

Zo hopen de onderzoekers op den duur inzichten te

krijgen of verbanden te kunnen leggen die eerder niet gezien werden. Tussen klimaat en fenologie bijvoorbeeld, of de invloed van pesticidengebruik. Alles is denkbaar, zolang er maar gegevens van bestaan.

#### **Het Waddenzegebied en de**

**Veluwe zijn** de eerste plekken waarop LTER-LIFE zich wil richten. 'Daar zijn de meeste data van beschikbaar', zegt Visser. Grote instanties als Staatsbosbeheer, het KNMI of Rijkswaterstaat hebben hun gegevens van de afgelopen decennia wel redelijk op orde, maar de wetenschappers van LTER-LIFE willen meer: ze willen alles. Dus ook de oude handgeschreven kaartenbakjes van een lokale paddestoelenwerkgroep.

Daarom doen Visser en een van zijn onderzoekspartners, Ioannis Athanasiadis (hoogleraar kunstmatige intelligentie aan de Wageningen Universiteit), meteen maar een oproep aan iedere lezer die zich ooit heeft beziggehouden met inventarisatiegegevens van natuurfenomenen: 'Deel je oude data met ons! Bij elke instantie slaat op zeker moment wel iemand aan het opruimen. Die vindt in een lade oude floppydisks of handgeschreven kaartjes met gegevens. Vaak worden die achteloos weggegooid. Wij hopen echt dat mensen zich bewuster worden van het bezit van oude data. Het minste dat je ermee kunt doen, is ze met ons delen', aldus de harte-kreet van de onderzoekers.

Voordat uit zulke gegevens conclusies kunnen worden getrokken, wacht de wetenschappers overigens nog een zware klus: de betrokken instanties ertoe bewegen hun data 'Fair' te maken. 'Fair' is onder computerwetenschappers en data-analisten de gangbare afkorting voor Findable (vindbaar), Accessible (toegankelijk), Interoperable (uitwisselbaar) en Reusable (herbruikbaar). Zo worden data van zeer verschillende aard en opzet toegankelijk en begrijpelijk voor iedere buitenstaander die er onderzoek mee wil doen.

Dat valt niet mee. Visser: 'Het probleem is niet zozeer de aanwezigheid van data - veel oude, handgeschreven data zijn ook al gedigitaliseerd. De crux zit in het juiste begrip van die data. Er staan bij wijze van spreken vaak geen exacte hoeveelheden op kaartjes vermeld. Er staat

dan bijvoorbeeld simpelweg 'Gewicht: 12'. De opsteller van die gegevens begrijpt dat, maar de buitenstaander niet. Als

de opsteller onder de bus komt of met pensioen is, weet niemand meer wat er bedoeld is met dat cijfer 12. Zijn dat kilo's, grammen wellicht? Zo zijn er telkens talloze vragen. Dat is echt een probleem.'

Nog zoiets basaals: de vermelding van soortnamen. Visser: 'Er zijn wel tien manieren om de namen van soorten en hun beschrijvingen op te slaan. Dat moet voor ons computernetwerk dus allemaal gestroomlijnd, met een tool die alle data overzichtelijk maakt, in een soort gemeenschappelijke taal die voor iedereen helder is.'

Vandaar ook dat de onderzoekers proberen organisaties te bewegen hun data Fair te maken. Dat heeft wat voeten in aarde: 'Het kost tijd en geld, dat niet elke organisatie zomaar beschikbaar heeft', zegt Visser. Daarnaast: 'Veel oudere ecologen zijn niet geschoold in data Fair maken of überhaupt in het gebruik van bigdata-tools. En dus organiseren we ook cursussen voor hen.' Ioannis Athanasiadis, computerwetenschapper die pas later het terrein van de ecologie betrad, vult aan: 'Het is ook onze taak om organisaties te helpen. Als wij ze de juiste middelen aanreiken, hoeft het niet moeilijk meer te zijn. Zo hopen wij een nieuwe generatie van ecologen te creëren die klaar is voor de digitale toekomst. Die overweg kan met big data, cloud computing en AI. Dat zijn de tools van de toekomst, ook in de ecologie.'

Hoewel geld hiervoor een probleem zal vormen voor sommige instanties, zien de beide onderzoekers de toekomst wat dat betreft zonnig in: 'Het hele idee van open science is enorm in beweging. Wanneer je als onderzoeker nu subsidie van de EU wilt krijgen, ben je verplicht je data open te stellen.'

Van veel thema's bestaan al goede datasets. Tientallen soortenorganisaties en de Nationale Databank Flora en Fauna leveren al een schat aan informatie over trends en aantallen dieren en planten in Nederland. Toch bestaan er ook blinde vlekken, zegt Visser: 'De vogelstand in Nederland wordt bijvoorbeeld goed in de gaten gehouden, dankzij vele duizenden vrijwilligers. Maar van agricultuurele gebieden is het lastig goede gegevens te vinden. Simpelweg omdat veel vogelaars het niet interessant vinden te tellen in een boerenland dat vol staat met mais. Daar is stukken minder te vinden dan in een natuurgebied in de buurt. De Noordzee is ook moeilijk terrein; sowieso is al

les onder water minder goed onderzocht. Ook over bodemorganismen zijn minder data beschikbaar. Daar zijn we ons van bewust. We zijn voor dit project afhankelijk van wat wél verzameld is en in kaart gebracht, en dat is heel veel.'

**Het uiteindelijke doel van dit alles is een Digital Twin maken**, een digitale tweeling van de natuur. Elders in de wetenschap en in het bedrijfsleven is dat fenomeen al langer bekend, voor de ecologie is het betrekkelijk nieuw. Aan de hand van zo'n digitale tweeling kan niet alleen de natuur beter worden begrepen, maar kunnen er ook voorspellingen worden gedaan over hoe planten, bomen of dieren zullen reageren op veranderingen in het klimaat. En daardoor

zouden gerichte maatregelen genomen kunnen worden om ongewenste ontwikkelingen, zoals afname of mogelijk zelfs uitsterven, te kenteren.

Zijn die ambities niet te hoog gegrepen? Het klinkt haast als onmogelijk om de toekomst van 'de hele natuur' te voorspellen. Waterdicht zullen de uitkomsten van de digitale tweeling op termijn misschien niet zijn, maar iets is altijd beter dan het huidige niets op dat terrein, zegt Visser. Want hoeveel de mens ook aan kennis heeft vergaard over processen in de natuur, er is ook nog altijd

heel veel waar we nog maar weinig van weten of begrijpen. Visser trekt graag de vergelijking met het weerbericht. 'We zijn nog altijd slecht in het voorspellen van het weer over tien dagen. Maar we kunnen wel de grote lijn van het klimaat voor de komende tientallen jaren voorspellen.'

Zo zal het wat hem betreft ook gaan met LTER-LIFE: 'We zullen hiermee niet kunnen voorspellen op welke plek in een bos over tien jaar 25 dennenbomen zullen staan. Maar we kunnen straks bijvoorbeeld wel voorspellen of er in een gebied over 25 jaar nog een dennenbos zal zijn, en welke andere soorten er wel of niet zullen voorkomen.'

En wat als de uitkomsten zo alarmerend zijn en de politieke wind waait uit een hoek waarin die uitkomsten niet opgepakt worden, zoals rond de klimaatverandering wel gebeurt? De wetenschappers gaan niet over het beleid, benadrukken zij. Ioannis Athanasiadis: 'Ecologen willen vooral weten hoe de natuur werkt. Daar hebben wij nu een instrument voor ontwikkeld, waarmee we de basis leggen om prangende vragen te beantwoorden.'

Zijn collega Visser: 'Met behulp van de digitale tweelingen kunnen we scenario's doorrekenen, waardoor de maatschappij beter geïnformeerd actie kan ondernemen wanneer dat nodig is.' ●



**We willen alle beschikbare data over ontwikkelingen in de natuur vanaf de jaren zeventig verzamelen**

## DIGITALE TWEELINGEN

**Digital twins, digitale tweelingen, zijn een bekend fenomeen in de moderne wetenschap, onder meer in de ruimtevaart. De Amerikaanse Michael Grieves introduceerde de term in 2002.**

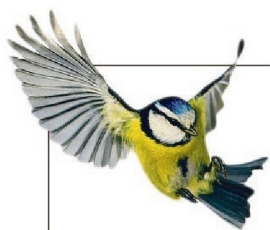
Het komt erop neer dat een computer(netwerk) zoveel gegevens combineert dat de werkelijkheid vrij exact kan worden nagebouwd. Niet alleen (3D-)objecten, maar ook processen en gedragingen. Zo kunnen machines bijvoorbeeld op afstand worden gecontroleerd en indien nodig zelfs gerepareerd. Door steeds nieuwe data in te brengen, verandert het model mee met de werkelijkheid en wordt het mogelijk niet alleen de werkelijkheid te tonen, maar ook voorspellingen te doen.

In de biologie kunnen digitale tweelingen worden gebruikt om processen in cellen, planten, dieren en ecosystemen te leren begrijpen en te voorspellen.

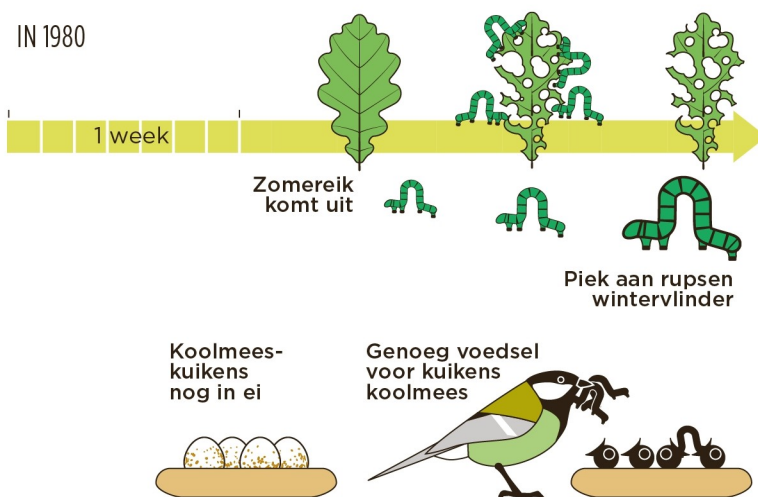
Zo experimenteert de Wageningen Universiteit met de digitale versie van een tomatenras in een kas, die wordt 'gevoed' met actuele gegevens over omgevingsfactoren en natuurlijke eigenschappen van het ras. Binnen drie jaar hopen de onderzoekers een betrouwbare versie te hebben, waarmee telers bijvoorbeeld zouden kunnen voorspellen wat het effect is van een teeltmaatregel op oogst en financiële opbrengst.



Dierecoloog **Marcel Visser** leidt het onderzoeksproject LTER-LIFE, dat minstens tien jaar zal duren.

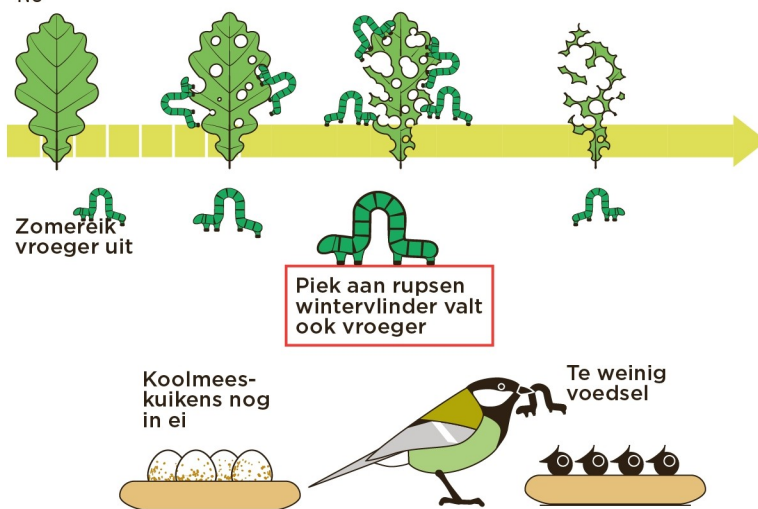


IN 1980

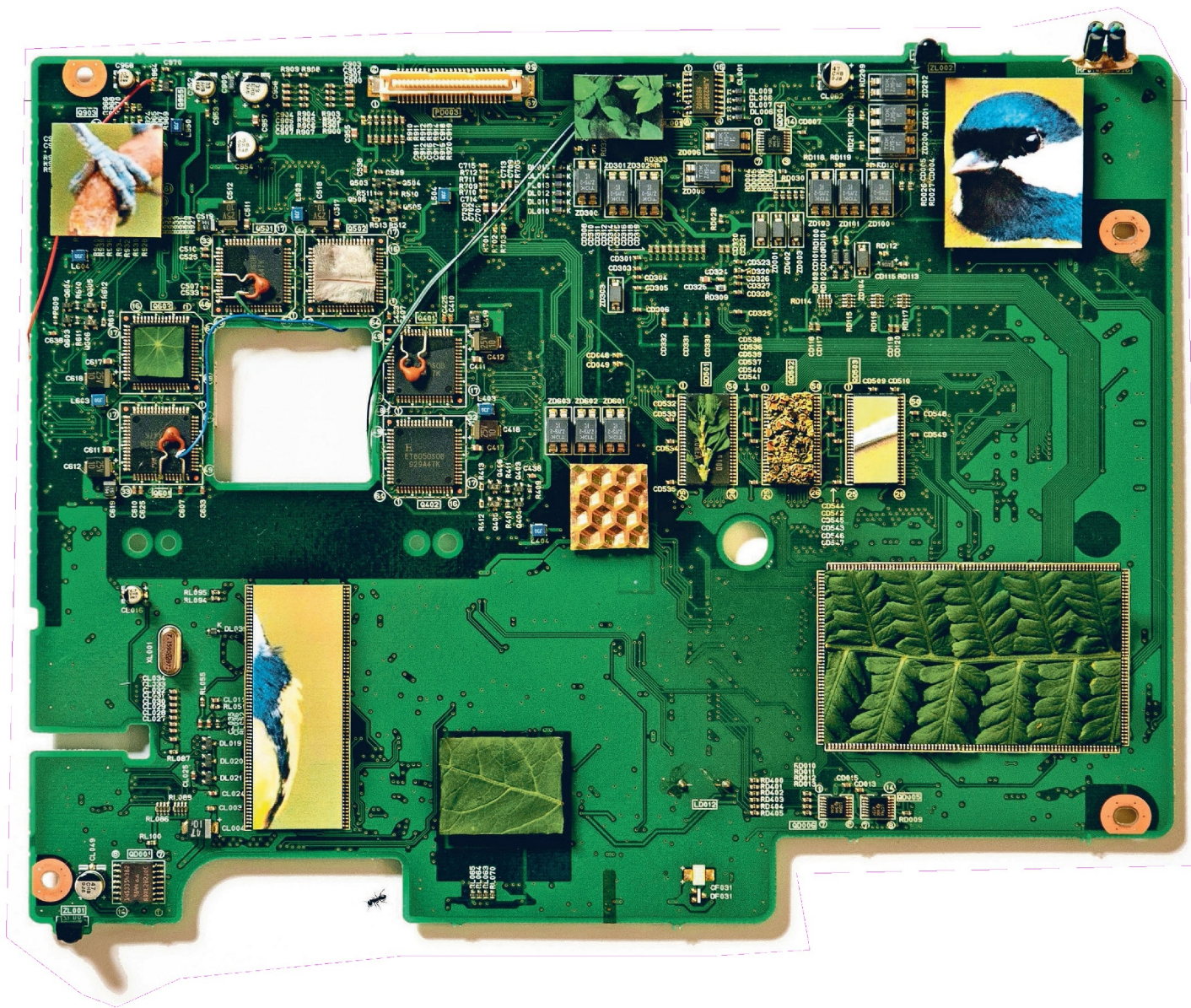


Foto's Getty / Bewerking Studio V

NU



260823 © de Volkskrant - wm



Beeld **Marthe van de Grift**