Afscheidsrede
prof. dr.
Hans de Kroon



De Waarde van Waarnemingen

RADBOUD UNIVERSITY PRESS

Radboud Universiteit
Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica





Natuurwetenschappen, en de ecologie in het bijzonder, beheersen de kunst van het waarnemen. Waarnemingen leveren de data waarop wetenschappelijke inzichten zijn gebouwd, maar waarnemingen hebben ook andere waarden. Waarnemingen kunnen als signalen dienen over wat eraan staat te komen en aanzetten tot handelen. In Nederland en daarbuiten beschikken we over uitgebreide waarnemingen over biodiversiteit met trends die een zorgwekkende afname laten zien. Met voorbeelden uit zijn carrière roept Hans de Kroon het onderzoeksveld op om huidige waarnemingen te gebruiken voor een projectie in de toekomst, in plaats van het verleden als target voor herstel te gebruiken. Want een nieuwe natuur manifesteert zich nu al, tegen de verdrukking in, en is een signaal voor wat er gaat komen. Het opbouwen van een wetenschappelijk gedragen toekomstbeeld van de natuur levert bovendien een aanlokkelijk perspectief op.

Hans de Kroon studeerde Biologie aan de Universiteit Utrecht, en promoveerde aldaar op een onderzoek aan klonale plantensoorten. Na postdocs in de USA en een docentschap in Wageningen is hij in 2000 gestart als hoogleraar aan de Radboud Universiteit. Zijn werk behelst zowel planteninteracties ondergronds, met in recente jaren werk aan soortenrijke dijkgraslanden, als het analyseren van trends in populaties en levensgemeenschappen, met bijzondere aandacht voor insecten. Na het vaststellen van grote insectenafname is hij zich gaan richten op herstel van biodiversiteit, in interdisciplinaire projecten samen met een veelheid aan maatschappelijke partners. Hij draagt zijn werk actief uit, met als boodschap dat natuurherstel zeker mogelijk is in het landelijk gebied, waarbij een constructieve samenwerking met alle partijen cruciaal is.

DE WAARDE VAN WAARNEMINGEN

De Waarde van Waarnemingen

Rede uitgesproken bij het afscheid van het ambt van hoogleraar Experimentele Plantenecologie aan de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de Radboud Universiteit op vrijdag 11 september 2026.

door prof. dr. Hans de Kroon

De waarde van waarnemingen

Uitgegeven door RADBOUD UNIVERSITY PRESS
Postbus 9100, 6500 HA Nijmegen
www.radbouduniversitypress.nl | radbouduniversitypress@ru.nl

Deze publicatie maakt deel uit van de series Redes en Oraties.

Fotografie: Dick van Aalst
Omslag: naar ontwerp van Textcetera
Print en distributie: Pumbo.nl

ISBN: 9789465153568
Gratis te downloaden op: www.radbouduniversitypress.nl

© 2026 Hans de Kroon

RADBOUD UNIVERSITY PRESS

Dit is een Open Access boek gepubliceerd onder de termen van de Naamsvermelding-NietCommercieel-GeenAfgeleideWerken 4.0 Internationaal (CC BY-NC-ND 4.0). De gebruiker dient de maker van het werk te vermelden, een link naar de licentie te plaatsen en aan te geven of het werk veranderd is. De gebruiker mag dat op redelijke wijze doen, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat de licentiegever instemt met het werk of het gebruik van het werk. Gebruik voor commerciële doeleinden is onder deze licentie niet toegestaan. De gebruiker mag geen juridische voorwaarden of technologische voorzieningen toepassen die anderen er juridisch in beperken om iets te doen wat de licentie toestaat. Men mag het veranderde materiaal niet verspreiden als men het werk heeft geremixt, veranderd, of op het werk heeft voortgebouwd.

Mevrouw de Rector, collega's, familie, vrienden,
Geachte aanwezigen,

Het was in een levendig stadje aan de Middellandse Zee, dat op een snikhete zomerdag, de watervoorziening uitviel[1]. Er waren wel eens vaker problemen geweest maar dat de waterstroom uit de kanalen en aquaducten ineens ophield was nog niet eerder gebeurd. Paniek, want het zomerfestival stond te beginnen en de watervoorraad was beperkt. De verantwoordelijk wateringenieur ging met zijn werkmensen op pad. Op zijn tocht in de heuvels naar het hoogland stuitte hij op een grote plas water, die de watervogels al gevonden hadden. Uit inspectie bleek dat het kanaal geknapt was zodat het water niet door kon stromen. De ingenieur begreep er niets van, het leek wel of de helling op die plek omhoog was gekomen, dat het landschap was opgebold. De schoppen en pikhouwelen werden gepakt en het lukte weer een doorgang te maken zodat het water zijn weg kon vinden. Toen de klus geklaard was ging hij terug, maar gerustgesteld was hij niet. Dit was duidelijk niet pluis, ook al herkende hij in de opbollende helling van de Vesuvius niet de voorbode van wat eraan zat te komen. Inmiddels weten we dat kort voor de uitbarsting de spanning in een vulkaan zodanig kan opbouwen dat hij langzaam uitdijt.

Op welke opbollende vulkaan hebben we gelopen, in de jaren voorafgaand aan de uitbarsting op 9/11? Precies op dit moment 25 jaar geleden vlogen de vliegtuigen het World Trade Center in. Welke signalen waren er aanwezig in de jaren voorafgaand aan de aanslagen en hebben we niet gezien, of wel gezien maar pasten ze niet in ons wereldbeeld en waren we er niet ontvankelijk voor[2]? Had de ramp voorkomen kunnen worden, als we de signalen op hun waarde hadden geschat EN ernaar gehandeld hadden?

Een ramp voorkómen? Kan dat wel?

De jaren '50 van de vorige eeuw waren een lofzang op de nieuwe chemische middelen die de landbouw eindelijk verloste van alle plagen en onze voedselvoorziening voor de toekomst garandeerde. In *Silent Spring*[3], haar boek uit 1962, beschrijft Rachel Carson een overdaad aan waarnemingen wat de verdelgingsmiddelen ook veroorzaakten. Vogels vielen letterlijk dood uit de lucht, alsof ze getroffen werden door de asregen van een vulkaan. Ze bracht op gepassioneerde wijze het verhaal naar buiten, en wist bij velen de juiste snaar te raken. Zo lukte het Carson om het tij te keren. Het schokeffect dat het boek teweegbracht heeft geleid tot het verbod op persistente bestrijdingsmiddelen.

Drie voorbeelden van signalen die al dan niet worden waargenomen, als voorbodes van wat er gaat komen. Waarnemingen die afwijken van de normale gang van zaken die vragen om te handelen. Is de natuurwetenschap, en misschien wel de ecologie in het bijzonder, niet de kunst van het waarnemen?

Een ontluikende ecoloog

Het is door waarnemingen dat ik ecoloog ben geworden.

Niet door wat ik in mijn jeugd heb gezien. Opgegroeid op een boerderij in West-Brabant bracht ik in mijn jonge jaren heel wat tijd door tussen de koeien en op het land. De horren in het open raam in de zomer om de muggen tegen te houden waren de gewoonste zaak van de wereld. Ik was het eerlijk gezegd alweer vergeten.

Wel leuk die boerderij maar ik kon goed leren en daar wilde ik wat mee, al had ik geen idee wat. Het werd Biologie in Utrecht, want met biologie kun je alle kanten uit, de biofysica bijvoorbeeld.

Maar het werd, verrassend, de ecologie. Door veldcursussen kreeg ik een andere blik op de omgeving, ik zag ineens planten, vogels, structuur in het landschap, zoals ik niet eerder had gezien, zaken waar je aan kon meten. Ik begon soorten te kennen en ontdekte Dauwnetel en Hartgespan in de omgeving waar ik was opgegroeid. Zo werd ik een ontluikende ecoloog, die met een jaloersmakende blik keek naar medestudenten met een NJN-achtergrond en hun enorme veldkennis.

Voor mijn laatste Doctoraalvak kwam ik terecht in een klein weggestopt gebouw in Wageningen waar mensen werkten aan Vegetatiekunde en Onkruidkunde. Een hele groep hield zich bezig met bermen en dijken om deze meer bloemrijk te maken. Het moesten allemaal heel gewone soorten bloemen zijn. Het leek weinig met natuur te maken te hebben zoals ik dat in Utrecht had meegekregen. Ik kon er niet zoveel mee.

Ik wilde ervaring opdoen in populatiebiologie en modelleren en precies daar was een jonge medewerker mee bezig, Jan van Groenendael. Bij hem aansluiten was waarschijnlijk de belangrijkste en meest bepalende stap in mijn hele carrière. Zijn mentorschap, nieuwsgierigheid en enthousiasme, en zijn medemenselijkheid hebben me gevormd tot wie ik nu ben.

Demografie als basis

Ik ging plantjes tellen in een wegberm, een populatie Biggenkruid. De groei van zo'n populatie wordt bepaald door demografische processen zoals overleving en voortplanting, net als bij de mens. Veel planten zijn nog een tikje interessanter dan 2- of 4- voeters omdat ze zich vegetatief kunnen vermeerderen. Klonale planten zijn zelfs potentieel onsterfelijk. We wilden weten welke van de demografische processen het belangrijkste was. We pionierden met een model om uit te rekenen wat de bijdragen waren van overleving, zaadproductie en uitlopervorming aan de groei van de populatie.

Er bestond toen al een formule, een gevoeligheidsanalyse, die precies dat zou moeten aangegeven. Maar toen begon het. Die formule klopte gewoon niet, de uitkomst matchte niet met hetgeen we in het veld hadden waargenomen. Zonder wiskundige achtergrond gingen we zelf priegelen met de formule maar we kwamen er niet uit. Via-via kregen we contact met de Amerikaanse grondlegger van dit type populatiemodellen, Hal Caswell, die aangaf dat de formule die we zochten wel degelijk bestond, de elasticity analyse. Onze inbreng was de biologische betekenis van de elasticiteit: de bijdrage van elk van de demografische processen aan de populatiegroei, iets waar hij niet meteen maar uiteindelijk wel van overtuigd was. We publiceerden het gezamenlijk in het Amerikaanse toptijdschrift *Ecology*[4].

Interessant was dat onze elasticity analyse meteen werd opgepikt. Er waren al goede geboorte- en sterftecijfers voor zeeschildpadden en je kon nu uitrekenen hoeveel reproductie bijdraagt in vergelijking met de overleving van volwassen dieren die heel oud kunnen worden[5]. De conclusie was dat voor het voortbestaan van de populatie het voorkómen dat volwassen dieren in visnetten verstrikt raken (met zgn. *Turtle Excluder Devices*) veel meer oplevert dan het redden van jonge schildpadjes, omdat er hiervan sowieso niet veel overleven. Ondanks alle goede bedoelingen om de schildpadjes veilig het water in te helpen. Ik vond het een fascinerende toepassing, die we nooit hadden kunnen bedenken. Misschien wist ik toen al dat ik niet een 100% plantenman was.

De elasticity analyse heeft de populatiebiologie een boost gegeven[6] en het is mooi om te zien dat het artikel nu, 40 jaar na publicatie, nog steeds geciteerd wordt.

Sinds dat vroege moment in mijn carrière wist ik dat ik twee aspecten in mijn werk wilde vasthouden, én de waarnemingen (de empirie), én het modelleren (de consequenties doorrekenen). Iets wat me destijds werd afgeraden, in de wetenschap moet je je specialiseren, zo werd me verteld. Ik heb de combinatie toch gehouden, tot op de dag van vandaag, en er geen moment spijt van gehad.

De duik ondergronds – mechanismen van biodiversiteit

Terug naar de planten. Mijn drang om te meten en te experimenteren kon ik botvieren in mijn promotieonderzoek in Utrecht bij Marinus Werger. Ik dook in uitlopervorming van twee klonale soorten van de Zuid-Limburgse kalkgraslanden, met een proefschrift over mijn zoektocht naar de foeragerende plant[7].

Gaandeweg werd me duidelijk dat er meer zat in de bodem dan ondergrondse uitlopers. Wortels vullen het bodemvolume en hebben hun eigen dynamiek van geboorte en sterfte in hun zoektocht naar water en nutriënten. Mijn periode in Wageningen in de groep van Frank Berendse gaf me alle kans dit verder te verkennen, samen met mijn tweede promovendus

Bart Fransen. Mijn populatiewerk indachtig, werden het grote meerjarige experimenten om te weten wat het wortelgedrag op langere termijn voor de plant opleverde.

Dit werk wilde ik in Nijmegen voortzetten, waar ik de leiding van de afdeling *Experimentele Plantenecologie* van Kees Blom mocht overnemen toen hij rector werd. De groep was uitstekend experimenteel toegerust, het vakmanschap van staf en analisten was groot, maar ik had iets extra's nodig. Een opstelling waarmee ik kon opschalen van wortelgedrag naar plantenpopulatie en uiteindelijk plantengemeenschap. Op basis van mijn ervaringen in Wageningen ontwierpen en bouwden we het wortellab, in het kielzog van de nieuwbouw van het Huygens. De inbreng van de grote praktische kennis van Gerard van der Weerden, hoofd van de proeftuin, was hierbij onontbeerlijk.



Het wortellab op de campus van de Radboud Universiteit (Foto: Dick van Aalst)

Liesje Mommer, inmiddels postdoc in mijn groep en al betrokken bij de bouw van het wortellab, voerde het eerste experiment uit, met onmisbare hulp van onze analisten Hannie de Caluwe, Annemiek Smit-Tiekstra en Niels Wagemaker. Heel simpel lieten we twee grassen en twee kruiden met elkaar een kleine plantengemeenschap vormen, en keken we onder de grond naar de wortelontwikkeling[8]. Het gangbare concept was dat de concurrentie om nutriënten ervoor zou zorgen dat de soorten elkaar gingen ontwijken, waarbij de wortels van de grassen vooral bovenin blijven, die van de kruiden vooral onderin gaan groeien. Samenleven door elkaar uit de weg te gaan. Met een moleculaire methode om de wortels van de soorten te kunnen onderscheiden, een door Niels ontwikkeld huzarenstukje, konden we dit goed testen.

Wat bleek? De soorten gingen gezamenlijk veel meer wortels maken, en vooral daar waar de meeste wortels gevormd worden, in de bovenste bodemlaag. Het leek wel alsof de wortels elkaar opjutten waarvan alle soorten profiteren of in elk geval er niet slechter van worden. Samenleven door innige vervlechting. Dat zette het klassieke beeld over concurrentie behoorlijk op zijn kop, namelijk dat de sterkste wint en dat dat ten koste gaat van de zwakkere, de zero-sum game. Waar het vandaag de dag lijkt alsof de hele wereld een zero-sum game is, vertellen de plantenwortels ons een ander verhaal. Het bevestigde opkomende concepten in de ecologie als facilitatie en complementariteit, waarbij door interacties de som groter wordt. De resultaten zijn later in tal van andere studies uitgediept, o.a. in onze eigen vervolgprojecten van Janneke Ravenek, Marloes Hendriks, Francisco Padilla en Dina in 't Zandt.

Bloemrijke dijken

Het is in die tijd dat ik me het werk aan bloemrijke dijken in Wageningen herinnerde dat ik vanuit mijn ooghoeken had gadegeslagen. Zou de stevige zode van bloemrijk grasland, bestand tegen de kracht van het water, het gevolg zijn van wortels die elkaar stimuleren in hun groei? Zouden we met deze ecologische kennis een groene innovatie kunnen bewerkstelligen?



Bloemrijke dijk in de Ooijpolder (foto: Cyril Liebrand)

De waterschappen waren ontvankelijk voor het idee. De tijdgeest was veranderd. Biodiversiteit, een woord wat in mijn jonge jaren nog niet gebruikt werd, was een onderwerp van gesprek geworden. Door eerste experimenten, met de dijkbeheerders erbij, heb ik de waterwereld leren kennen, en zij mij als wetenschapper.

Leuk idee zo'n groene innovatie, maar innovatie wordt in de wetenschap niet meteen met groen geassocieerd. Ondertussen was het *Hoogwaterbeschermingsprogramma* bereid tot financiering, met een duidelijke eis: toon aan dat bloemrijke dijken echt veilig zijn en geef aan wat het potentieel is in Nederland. Het project *Future Dikes* was geboren. Met een gemêleerd team van mensen uit de wortelecologie, vegetatiekunde, bodemkunde, hydraulica en waterveiligheid, gingen we aan de slag. Jaap Bronsveld en Mathijs Bos van *Waterschap Rivierenland* gaven deskundige begeleiding vanuit het perspectief van de dijkbeheerder.

En veilig bleken ze te zijn. Met spectaculaire proeven – geëigende methodiek uit de waterwereld - konden we aantonen dat de wortelmat van bloemrijke dijken standhoudt als er bakken met water eroverheen gestort worden. De paradox was dat de bloemen ervoor zorgen dat de dijken niet breken[9], al is het de verknoping van de wortels van de bloemen met de wortels van de grassen die de klus klaren.



Golfoverslagproef op een bloemrijke Maasdijk in de winter (foto: Cyril Liebrand)

Met 17.000 km aan dijken in Nederland ligt er een groot potentieel. Landelijke inventarisatie van Cyril Liebrand, de dijkenexpert van het eerste uur, liet zien dat nog slechts 3-5% van de dijken als soortenrijk aangemerkt kunnen worden. Een soortenrijke dijk is in volle wasdom vergelijkbaar met een mooi Alpenweitje. Constant Swinkels toonde aan dat bijna de helft van alle wilde bijensoorten in Nederland op dijken aangetroffen kunnen worden, waaronder verrassend veel rode lijst soorten[10].

Toch wel echte natuur op die dijken. Schep met de bodem de juist basiscondities en een nieuw semi-natuurlijk grasland ontwikkelt zich, passend in de traditie van half-natuurlijke landschappen van Victor Westhoff[11], de natuurbeschermer van de tweede helft van de vorige eeuw, en mijn wetenschappelijke grootvader.

Om dat potentieel te benutten is wel een zetje nodig. Welke zaadmengsels geven bloemrijke dijken een head-start? En hoe kunnen dijkbeheerders geholpen worden bij de ontwikkeling naar bloemrijke dijken? Werken met de natuur is anders, natuur heeft zijn eigen wil, en het klimaat is grillig. Precies in het ontrafelen van die eigen wil liggen ook nieuwe wetenschappelijke vragen, die Steven Huls en Thomas Evers aanpakken, in het veld en op miniatuurdijken in de proeftuin. In deze praktische context krijgen we vernieuwend inzicht in de mechanismen waarmee biodiversiteit in stand blijft.



Miniatuurdijken in de proeftuin van Radboud Universiteit (foto: Dick van Aalst)

Vogels en insecten – de achteruitgang van biodiversiteit

Mijn andere drang, om waarnemingen te bundelen en door te rekenen voor wat het betekent voor populaties op de langere termijn, kreeg in Nijmegen ook een grote vlucht. De samenwerkende soortenorganisaties hadden zich op onze campus gevestigd als *Natuurplaza*. Ruud Foppen werd benoemd als bijzonder hoogleraar en we gingen aan de slag met de geboorte- en sterftepatronen van vogelsoorten. De demografische ontwikkelingen van deze 2-voeters zijn ook echt wel interessant, vooral als je hele goede langjarige gegevens hebt.

Biodiversiteitsverlies is als een vulkaanuitbarsting in slow motion. Het opbollende landschap van die vulkaan heeft een vlekkerig patroon, met plekken waar vogelpopulaties het nog redelijk goed doen en andere plekken waar ze flink achteruitgaan. Caspar Hallmann nam de taak op zich om de kwetsbaarheden op te sporen. Hoe zullen aanpassingen in landgebruik en klimaatverandering doorwerken, zijn populaties veerkrachtig genoeg om te kunnen overleven?

Caspar kwam op een verloren middag de bestrijdingsmiddelenatlas op het spoor, en kreeg bijzondere aandacht voor de neonicotinoïden, een relatief nieuwe groep insecticiden. Dit zgn. 'bijengif' zat al in de verdachtenbank van middelen met mogelijk verstrekkende ecologische effecten. Nieuwsgierig als hij is legde hij de kaart met concentraties van de meest gebruikte neonicotinoïde in het oppervlaktewater (imidacloprid) over de kaart van insectenetende zangvogels, en pang, in gebieden met de hoogste concentraties deden de vogelpopulaties het het slechtst. Toen hij hier mee binnen kwam lopen vielen we van onze stoel af, dit had niemand zien aankomen. Nu moet je met correlaties altijd enorm oppassen. Dus is Caspar nog een half jaar bezig geweest om te zien of de correlatie niet door een derde factor verklaard kon worden, bijv. stikstofbelasting in het milieu. Dat bleek niet het geval.

Nature was gretig om ons verhaal te publiceren[12]. We kregen de mondiale pers over ons heen, *National Geographic*[13] en andere media spraken over een tweede 'Silent Spring'. Dat leek me een tikkeltje overdreven. Al stond de chemische industrie wel meteen op de stoep. Die reageerde eerst met ongeloof en vervolgens met protest.

Wat was nou de oorzaak van de gevonden relatie? We dachten niet dat de vogels direct vergiftigd werden, maar dat ze te weinig voedsel, te weinig insecten hadden in gebieden waar veel insecticiden gebruikt werden. Maar ja, we weten best veel van de trends in vlinders en libellen maar niet van de trends van de bulk van insecten, het voedsel van de vogels. Niet lang na publicatie klopten de entomologen uit Krefeld op de deur. Ze hadden wel die langjarige dataset van alle insecten en maakten zich grote zorgen. Ze hadden ze met Malaise vallen systematisch vliegende insecten verzameld. Martin Sorg was de initiatiefnemer van het meetprogramma en visionair van de vereniging. Of wij die data eens goed konden doorrekenen en ze gezamenlijk publiceren.



Met Martin Sorg bij een Malaise val van de Entomologischer Verein Krefeld (Foto: Edwin Giesbers)

Toen ging Casper er echt voor zitten. Het resultaat van zijn uitmuntende statistische vaardigheden was een doorwrochte analyse met uiteindelijk een simpel getal als resultaat: in beschermde gebieden in Duitsland zijn over een periode van minder dan 30 jaar driekwart van de vliegende insecten verdwenen[14]. Dramatische afname van insecten, kopte de *NRC* op de voorpagina.

Het werd een 9/11 moment voor de natuur. Ons verhaal in PLoS ONE is in de eerste dagen al ruim 200.000 keer bekeken, een grote pluim voor Open Access publiceren. Meteen hierna hoofdredactionele commentaren in kranten wereldwijd, gevolgd door achtergrondverhalen in bijv. *NYT Magazine*[15].' Insect Apocalypse' lijkt zwaar aangezet, maar met reden want we zijn voor voedselvoorziening en gezonde bodems afhankelijk van die insecten. In Nederland werd het *Deltaplan*[16] opgericht, met vele maatschappelijke partners wat het gezamenlijk belang van biodiversiteitsherstel onderstreepte. Ondertussen bleek in Europa de maat vol en werden de meest gebruikte neonicotinoïden in de EU verboden voor gebruik in open teelten[17]. Vooruit, toch een tweede *Silent Spring*.

De driekwart insectenafname is inmiddels een iconisch getal geworden. Hoe kan het dat het zo'n groot effect heeft gehad? Ik denk dat daar twee redenen voor zijn.

Op de eerste plaats omdat veel mensen de afname herkende. Een vulkaanuitbarsting in slow motion verandert het landschap zo geleidelijk dat we vergeten zijn hoe de wereld eruitzag voordat de verandering begon, het shifting-baseline syndrome[18]. De driekwart afname maakte de verandering ineens zichtbaar als een concreet gefundeerd getal, waardoor herinneringen van autoruiten vol met insecten werden opgeroepen.



Het opmerkelijke is dat we reacties als deze van Fokke en Sukke nauwelijks gekregen hebben, maar juist heel veel tegenovergestelde, bezorgde reacties (NRC, 22 mei 2018).

Ten tweede, omdat de driekwart afname een getal is dat onder de huid kruipt. Insecten zijn niet bijster populair, maar het is niet pluis als ze verdwijnen. Dode insecten, net als de dode vogels bij Rachel Carson, zijn de kanaries in de kolenmijn.

Het resultaat was meteen publieke aandacht. Freek Vonk, de man van de gifslangen, moest ineens insectenplaatjes aan de man brengen voor een grote supermarktketen. Natuurmonumenten startte de campagne 'Red onze Insecten'. Het was lichtelijk bizar om thuis een brief in de bus te krijgen met de vraag wanneer ik voor het laatst insecten van mijn voorruit had geboend, en of ik wist waar het aan lag dat dat zo lang geleden was.

Even terzijde, nou moet je niet bij mij aankomen met het verhaal dat wetenschap er niet meer toe doet. 'Wetenschap is ook maar een mening' , wie heeft deze uitspraak eigenlijk gedaan? Wat ik wel weet is dat wij wetenschappers, en zeker wij ecologen, het vaak herhalen, het lijkt wel een soort zelfkastijding. Nu we hier met zijn allen bij elkaar zitten, zullen we afspreken

dat we daar gewoon mee ophouden? Lees *Silent Spring* terug, Rachel Carson hield zich niet in, met het gelijk aan haar zijde spat haar boodschap van de pagina's af.



Cover van Puur Natuur, het ledenblad van Natuurmonumenten bij de lancering van de campagne "Red onze insecten" (Foto: Mark Taylor)

We doen onszelf schromelijk tekort, wetenschappelijke kwaliteit is onze unieke bijdrage, we roepen niet zomaar iets. Ons *PloS ONE* artikel is veelvuldig gefileerd. Als de driekwart afname geen inherente eigenschap van de data was geweest, zeer zorgvuldig onderbouwd, dan was de studie allang op de vuilhoop beland. Door rigoureuze methodiek is de driekwart afname een onontkoombaar getal geworden. Een getal dat blijft plakken[19].

En dat levert ook wetenschappelijke impact op. *PloS ONE* is niet het tijdschrift dat bekend staat om zijn hoge impact factor. Toch is ons artikel uit 2017 inmiddels meer dan 150.000 keer gedownload en ruim 5000 keer geciteerd. Nieuwe onderzoeksprogramma's en ook veel nieuwe artikelen hebben erop voortgebouwd, inclusief verschillende verhalen in *Nature*[20] en *Science*[21]. En als een artikel de plank misslaat[22] levert dat een verhaal van onszelf in *Nature*[23] op.

Herstel van biodiversiteit als missie

Zo ben ik langs mijn twee lijnen van onderzoek, het empirische werk en het modelmatige/statistische werk, op biodiversiteit uitgekomen. En er was er bij mijzelf ook iets onder de huid gekropen. Het kon toch niet zo zijn, als mijn onderzoeksobject dreigt te verdwijnen, dat ik daar niks aan doe? Hoe kon ik bijdragen aan het herstel?

Tegelijk realiseerde ik me dat mijn rol als ecoloog hierin beperkt is. Natuurherstel vraagt om meer ruimte in het landelijk gebied, groeiplaatsen met betere milieukwaliteit. Dergelijke veranderingen ga je alleen realiseren met boeren en overheidsinstellingen. Dan gaat het om economische en sociale factoren en knellende wet- en regelgeving. Daar weten collega's meer van - ik ging op pad op de Nijmeegse campus.



In de Ooijpolder is een netwerk van hagen, bloemstroken en poeltjes aangelegd (foto: Hans de Kroon)

Het was een ontdekking om veel gedreven mensen uit verschillende faculteiten aan te treffen die, ieder vanuit hun eigen vakgebied, relevante processen in het landelijk gebied onderzoeken. Onder de titel *Healthy Landscape* zijn we mogelijkheden voor samenwerking gaan verkennen. Mijn collega Noelle Aarts was met haar energie en onmisbare ervaring in de antropologie en communicatiewetenschap een belangrijke mede-gangmaker. We ontwikkelden een gezamenlijke visie en begonnen plannen te smeden voor interdisciplinair onderzoek.

In diezelfde periode kwam misschien wel de meest interessante reactie op onze insectenstudie van heel dichtbij. Tiny Wigman, al 20 jaar actief in de Ooijpolder, nodigde ons uit om naar het herstel van het landschap te komen kijken in onze Nijmeegse achtertuin. Hagen, poeltjes en bloemstroken waren opnieuw aangelegd, samen met de boeren. Hier is de natuur er echt niet zo beroerd aan toe, zo hield ze ons voor.

De Ooijpolder casus combineerde perfect met onze *Healthy Landscape* verkenning en we konden onze plannen gaan uitvoeren in een Living Lab onderzoek, een project van de *Nationale Wetenschapsagenda*, gericht op biodiversiteitsherstel in het landelijk gebied. Werken de succesfactoren voor biodiversiteitsherstel, zoals geformuleerd in het *Deltaplan*, in de praktijk?

En inderdaad, de vlinders fladderen weer in de Ooijpolder. Het onderzoek van Robin Lexmond liet zien hoe de insectengemeenschap een boost krijgt bij elke meter haag die is aangelegd[24]. Mijn collega's in het project hebben ontrafeld hoe het kon dat dit netwerk van natuurlijke elementen tot stand is gekomen op boerengrond[25]. Met geld, maar dat niet alleen. De realisatie was een samenspel van vertrouwen, communicatie, samenwerking, onderling respect en vooral durven doen. Voortbouwend op de bestaande samenwerking zijn we experimenten gestart met de agrariërs in het gebied, en met de bodem in het bijzonder. Rosa Boone heeft samen met het Louis Bolk Instituut de bodem letterlijk en figuurlijk voor de boeren opengelegd[26], hoe met extensivering of kruidenrijke percelen de bodemkwaliteit verbeterd kan worden en harder kan gaan werken voor boer en natuur.

De Ooijpolder heeft landelijke bekendheid gekregen. Nu de succesfactoren helder zijn, kunnen ze toepast worden in de regio en daarbuiten. Dat is geen copy-paste, elk gebied is anders. Implementatie elders is een belangrijke toets, die nieuwe vragen oproept voor interdisciplinair wetenschappelijk onderzoek.

Ecologie in een wereld van transitie

Ik ga naar het einde van mijn verhaal.

Ik ben begonnen met drie situaties met signalen als voorbodes voor nabije – nog onbekende - omwentelingen. Vandaag de dag is die omwenteling volkomen helder, we zitten er middenin. Het is een periode van transitie in energie- en voedselvoorziening omdat het huidige systeem onhoudbaar is geworden. Waar in deze situatie klimaatwetenschappers hun waarnemingen vooral doortrekken in toekomstige scenario's, projecteren wij ecologen onze waarnemingen vooral op referentiekaders uit het verleden. Kunnen onze waarnemingen ook een inkijk geven in wat er gaat komen? Zou het kunnen dat ze signalen afgeven als voorbodes voor de toekomst, en zien we die eigenlijk wel?

Waarnemingen als bouwstenen van de toekomst

Een signaal dat bij mij steeds meer doordringt is dat de natuur van de toekomst staat te popelen van ongeduld. Zich ontworstelt uit de verstikking. Nieuwe natuur dient zich aan waar we de juiste randvoorwaarden creëren, de basiskwaliteit op orde is, in combinatie met effecten van klimaatverandering. We zien het in de Ooijpolder, bij hagen en op bloemrijke dijken, en bij herinrichting van de uiterwaarden langs de grote rivieren. We zien het ook in tuinen en in de stad waar insecten profiteren van natuurlijke stapstenen in het landschap.

Als we deze ontwikkelingen beschrijven blijft de teneur en motivatie veelal de achteruitgang van de biodiversiteit. Als natuurherstel lukt gaat het vooral over de context dat het toch echt heel slecht gaat.

Waarom omarmen we de signalen van de opvlammende natuur niet uitbundiger? Hoe kan het dat in een landschap als dit, de bijenorchis, de vuurlibel en de roodborsttapuit hun plek innemen? Hoe zal dit verder gaan? Dúrven we de signalen wel te omarmen? Het lijkt wel alsof de angst dat de positieve ontwikkelingen gekaapt worden – dat het allemaal fantastisch gaat met de natuur, flauwekul met die stikstof – verhindert dat we deze ontwikkelingen serieus nemen, ze te onderzoeken als bouwstenen van een nieuw gezond ecosysteem.

Wat de kern van dat gezonde ecosysteem is, werd me scherp duidelijk door een boek uit de kast te halen dat er al lang in stond, *A Sand County Almanac* uit 1949 (onlangs mooi vertaald bij Noordboek[27]). Aldo Leopold, wildbeheerder en bosbouwer, heeft als een van de eersten de basisprincipes van de moderne ecologie beschreven, en is de grondlegger van de milieu-ethiek. Ik heb het in Wisconsin bij een congres gekocht, en het huisje bezocht op de prairie waar hij het heeft geschreven, wat een soort bedevaartsoord is geworden. Dat bezoek was in 2001, een maand vóór 9/11. Over signalen gesproken.



Een landschap waarin de natuur opveert. Langs de bloemstroken en hagen in het landelijk gebied, op de bloemrijke dijken, en in de uiterwaarden. (Foto: Karsten Russ)

Wat zegt Leopold? Hij beschrijft 'het land' als de onderlinge verbondenheid van bodem, water, plant en dier:

> *"Gezondheid [van het land] is het vermogen van de bodem en de leefomgeving om zichzelf te vernieuwen. Natuurbehoud is ons aller streven om dit vermogen te begrijpen en te handhaven."*

Dit is de essentie. Het vermogen zichzelf te vernieuwen vindt plaats op de schaal van het landschap, en dat is precies wat we de natuur nu zien doen, soms met nieuwe soorten in nieuwe constellaties. Het zijn waarnemingen die zich moeilijk laten vergelijken met ijkjaren uit het verleden maar wel een inkijkje geven in toekomst.

Voor dat grotere landschap van de toekomst bestaan verschillende aansprekende ontwerpen over hoe Nederland er over 50 of 100 jaar uitziet[28]. Hierbij is goed nagedacht over klimaatadaptatie, de inrichting en de afstemming van functies, vitale landbouw, en ruimte voor de natuur. Zijn die bossen, moerassen en graslanden die de nature-based solutions leveren dezelfde als onze referenties, met dezelfde soorten? Ik denk het niet[29].

We zouden zicht kunnen krijgen op wat er wel komt, als we huidige ontwikkelingen doorrekenen naar de toekomst. Met veranderingen in het landschap als elasticiteiten voor de biodiversiteit. Ik verwacht dat dit zal laten zien dat een biodivers nieuw land in het verschiet ligt bij de juiste ingrepen. Een oefening die ook ontnuchterend kan werken, omdat

waarschijnlijk niet alle soorten met een rijk verleden een plek zullen vinden. En misschien wel omdat zou kunnen blijken dat de aandacht gaat naar weinig effectieve maatregelen, die niet bijdragen aan 'het vermogen van de natuur om zichzelf te vernieuwen'. Denk aan de zeeschildpadden, goedbedoelde maatregelen die uiteindelijk niet doorslaggevend zijn om de populaties in stand te houden.

Om een dergelijk wetenschappelijk gedragen toekomstperspectief voor de natuur tot wasdom te laten komen, is meer nodig.

Waarnemingen als dragers van het verhaal van de toekomst

Om dit in te leiden, ook nu een citaat van lang geleden. De in 1940 overleden anarchist en feminist Emma Goldman, heeft zich haar leven lang ingezet voor de bevrijding van de macht van religie en dictatuur, en gestreden tegen de armoede[30]. Van haar is het volgende citaat:

> *"If I can't dance, I don't want to be in your revolution."*

If I can't dance … Ik krijg die zin maar niet uit mijn hoofd sinds ik het citaat een paar jaar geleden tegenkwam. Het is niet dat ik zoveel heb met de revolutie, evenmin met het dansen zelf. Waar dit citaat voor mij om gaat is dat verandering alleen gaat werken met een toekomstbeeld wat aanlokkelijk is, met een verhaal waar we zelf in geloven en wat we uitdragen. Wie wordt geactiveerd door wanhoop?

Nog een keer terug naar de bloemrijke dijken. We krijgen 100% positieve reacties, velen willen er meer van weten, mensen en organisaties zoeken aansluiting. Dijken worden van een dure (helaas noodzakelijke) sta-in-de-weg ineens een parel in het landschap. Ze krijgen een nieuw verhaal.

Ik denk dat dat komt omdat het resultaat het gevoel raakt, onder de huid kruipt, maar nu op een positieve manier. Het delen van het mooie, gestut door de wetenschap, zet beweging in gang. Opmerkelijk is de reactie van het *Hoogwaterbeschermingsprogramma* (HWBP). Zie het volgende citaat[31] van de directeur, Erik Wagener:

> *"Uit het Future Dikes onderzoek blijkt dat soortenrijke dijkbekleding net zo sterk is als de bekende grasbekleding, maar beter voor de biodiversiteit, én een lust voor het oog. Het HWBP spreekt daarom de ambitie uit om sterke soortenrijke dijken als standaard in te voeren."*

Dit is het HWBP dat heel veel gemeenschapsgeld 'sober en doelmatig' besteedt om ons droge voeten te houden, zoals mij aanvankelijk werd verteld. Met deze uitspraak wordt

de bloemrijke dijk van uitzondering tot nieuwe standaard. Een nieuwe standaard - het belang hiervan is nauwelijks te overschatten. Hiermee ligt de weg ligt open van pilot naar mainstream, en ons *Future Dikes* project is er de komende jaren op gericht die weg te plaveien. Met een zeer kleurrijk plaveisel.

Zou iets dergelijks ook kunnen in het landelijk gebied? De proeftuin, het experiment van natuurherstel groter maken? Het gevoel van een gezonde leefomgeving, waar iedereen die iets in het landschap te zoeken heeft zich thuis voelt en een bijdrage levert. Met resultaat, gestut door de wetenschap.

Ik denk dat Ooijpolder – Groesbeek een heel eind komt.



Promovendi Robin Lexmond en Rosa Boone met twee van de agrariërs uit de Ooijpolder waarmee ze gewerkt hebben. Uit: Landschap van Iedereen. Vijf jaar Living Lab Ooijpolder -Groesbeek[32]. (Foto's: Paul Breuker)

Ik zie dat de boeren die de landschapselementen beheren trots zijn op wat ze bereikt hebben, en nieuwsgierig naar wat voor beestjes ze allemaal aantrekken. Het is niet triviaal dat reguliere melkveehouders openstaan voor het werken met kruiden. Het geeft aan dat de tijd echt is veranderd. Dat zou, als ik terugdenk aan de boerderij van

mijn jeugd, of zelfs nog maar 10 jaar geleden, ondenkbaar zijn. Ik zie nieuwkomers, voorlevers[33], zoals de *Land van Ons* boerderij *De Biesterhof*[34]. Energieke jonge mensen die hun eigen visie combineren met oprechte interesse in de reguliere boeren om hun heen. Door vervlechting van mensen en activiteiten in het landschap stimuleren we elkaar en maken de som groter.

Hier ontstaat nieuwe energie en mag het landschap van de toekomst gevierd worden. En dat doen we ook in de Ooijpolder. Vieren gaat goed als je een passie kan delen. Ik ben trots op mijn laatste lichting promovendi die hun passie voor hun vak uitdragen en delen met de boeren of waterschappers waarmee ze werken.

Al met al, reden genoeg om te dansen en mensen te verleiden om mee te gaan in de stille revolutie naar een vitale natuur in een vitaal landschap. Wij zijn de tijden[35], wij zijn het die de transitie vormgeven, en de tijd is nu.

Dankwoord

Waar moet ik beginnen – wat een enorm voorrecht dat ik dit werk heb kunnen doen, wat een rijkdom aan inspiratie, contacten, vriendschappen, en gedeelde verwondering.

Als er een plaats is waar de ‘waarde van waarnemingen’, in al zijn facetten, onderzocht wordt dan is het wel hier op deze campus. De tijd is nu[36], om wetenschappelijk werk aan duurzame transities een prominente rol te geven binnen de *Radboud Universiteit*.

Ik dank de Colleges van Bestuur voor steun en waardering over de jaren heen. Mijn faculteit en mijn instituut voor de werkplek waarin ik mij vrijuit heb kunnen ontwikkelen. In het bijzonder, dank aan Mark Huijbregts voor de aanmoediging – met woord en daad - om in de laatste fase van mijn carrière de richting in te slaan die ik belangrijk achtte.

Dank aan de vele generaties studenten die ik heb mogen verleiden met mijn verhalen over de ecologie. Ik zal jullie missen. Jullie hebben me tegelijk geholpen het totale plaatje te blijven zien, te herkennen wat er echt toe doet. En we hebben best lol gehad, ook belangrijk.

Dank aan de financiers en donateurs van mijn onderzoek, en de watersector in het bijzonder voor het vertrouwen. Ik vond de samenwerking verfrissend. De watersector weet precies waar ze voor staat, vult dat op nuchtere wijze in, en staat tegelijk open voor nieuwe perspectieven. Een speciaal woord van dank hierbij aan Erik Wagener, voormalig directeur van het *Hoogwaterbeschermingsprogramma*. *Natuurhuisje* en andere donateurs, veel dank voor de ruimhartige steun en gedeelde inspiratie.

Ik ben trots op al mijn promovendi en postdocs. Het meeste van het werk is door jullie gedaan. Jullie te begeleiden op het pad van de wetenschap was steeds een verrijking voor mij, op professioneel en op menselijk vlak. Drie buitenlandse projecten waren wel de kersen op de taart. De wortels van de bomen en grassen op de savannes met Fulco Ludwig in Tanzania en Cornelis van der Waal in Zuid-Afrika. En natuurlijk de populatiebiologie en biodiversiteit in het tropisch bos van Panama, met Marco Visser en onderzoekers van het *Smithsonian Tropical Research Institute*, gecombineerd met een onvergetelijk sabbatical met mijn gezin.

Ik heb met heel veel mensen samengewerkt, die mijn onderzoek mede hebben vormgegeven. Zonder anderen tekort te willen doen wil ik er drie collega’s hier uitlichten, op jullie kon en kan ik altijd rekenen. Eric Visser, als plantenfysioloog, experimentator, wortelecoloog en uitmuntend florist in het dijkenonderzoek. Eelke Jongejans, als populatiebioloog en nuchter statisticus, die voor promovendi altijd een oplossing heeft als een ingewikkeld probleem zich aandient. Met Huub Ploegmakers en Henk-Jan Kooij zat ik wekelijks het Living Lab in goede banen te leiden, met alle zaken die op ons afkwamen. Nu neemt Huub *Healthy Landscape* naar een nieuwe fase, en is zelfs al een beetje ecoloog geworden.

Universiteit, koester uw ondersteunende diensten, de mensen zijn onderdeel van het team. Wat had ik kunnen uitrichten zonder de inzet van onze analisten, zonder het secretariaat dat dagelijks ontzorgt, zonder de medewerkers van kas en proeftuin. Zonder de flexibiliteit van de program officers, van financiën, HR en de jurist, bij die onbekende maar essentiële financieringsstromen. De communicatieafdeling zorgde voor zeer effectieve outreach en het *Radboudfonds* verbond het dijkenonderzoek met nieuwe donateurs. Veel dank aan jullie allen.

Tenslotte, mijn gezin, mijn thuishaven. Wat hebben we prachtige avonturen beleefd.

Joris, je bent een geweldige vent geworden. Je hebt je eigen pad gevonden, je zet je in voor een goede zaak, en je doet dat met het hart op de juiste plaats. Ik ben trots op je.

En Astrid, wat zou ik zijn zonder jou. Je houdt me op koers, je houdt me scherp, en tegelijk deel je dagelijks je onvoorwaardelijke liefde.

Er is nog zoveel te doen, er is nog zoveel te beleven voor ons, ik heb er heel veel zin in. Onze inspiratie halen we ook uit *De Dijk*. De woorden van *De Dijk*[37] zijn mijn laatste woorden vandaag. En je weet wat er nu komt, want het wordt meer en meer onze lijfspreuk: *‘Lief, trek iets moois aan, we gaan dansen op de vulkaan’.*

Ik heb gezegd.

Noten

1 Vrij naar Robert Harris, *Pompeii* (Penguin Books, 2003)

2 Na 25 jaar zijn deze vragen nog steeds actueel en onopgelost. https://www.nrc.nl/nieuws/2026/09/10/9-11-beheerst-nog-steeds-mijn-leven-nabestaanden-zoeken-al-een-kwart-eeuw-naar-antwoorden-a4935514

3 Rachel Carson, *Silent Spring* (Penguin Books, 1962)

4 de Kroon, H., Plaisier, A., van Groenendael, J., & Caswell, H. (1986). Elasticity: the relative contribution of demographic parameters to population growth rate. *Ecology, 67*, 1427-1431. https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/1938700

5 Crouse, D. T., Crowder, L. B., & Caswell, H. (1987). A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. *Ecology, 68*, 1412-1423. https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/1939225

6 Salguero-Gómez, R., Jones, O. R., Archer, C. R., Buckley, Y. M., Che-Castaldo, J., Caswell, H., . . . Vaupel, J. W. (2015). The Compadre Plant Matrix Database: an open online repository for plant demography. *Journal of Ecology, 103*(1), 202-218. https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2745.12334

Salguero-Gomez, R., Jones, O. R., Jongejans, E., Blomberg, S. P., Hodgson, D. J., Mbeau-Ache, C., Zuidema, P., de Kroon, H., Buckley, Y. M. (2016). Fast-slow continuum and reproductive strategies structure plant life-history variation worldwide. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 113*(1), 230-235. https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1506215112

7 de Kroon, H. (1990). In Search of a Foraging Plant. The clonal growth of *Brachypodium pinnatum and Carex flacca*. Proefschrift, Universiteit Utrecht.

8 Mommer, L., van Ruijven, J., de Caluwe, H., Smit-Tiekstra, A. E., Wagemaker, C. A. M., Ouborg, N. J., Bögemann, G.M., van der Weerden, G.M., Berendse, F., de Kroon, H. (2010). Unveiling below-ground species abundance in a biodiversity experiment: a test of vertical niche differentiation among grassland species. *Journal of Ecology, 98*(5), 1117-1127. https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2745.2010.01702.x

9 https://www.universiteitvannederland.nl/podcast/hoe-zorgen-bloemen-dat-onze-dijken-niet-breken

10 Swinkels, C., Slikboer, L., Raemakers, I., Godijn, N., Jongejans, E., & de Kroon, H. (2025). Phenology and flower species availability define wild bee communities on river embankments. *Proc Royal Soc B, 292*(2051), 20250734. https://royalsocietypublishing.org/rspb/article/292/2051/20250734/234719/Phenology-and-flower-species-availability-define

11 Westhoff, V. (1993). Oecologische grondslagen van natuurbehoud en natuurbeheer. In: M. Cals, M. de Graaf en J. Roelofs (red.) Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering in natuurterreinen. Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen en Directie NBLF. Nijmegen: 171-188. https://edepot.wur.nl/384907

12 Hallmann, C. A., Foppen, R. P. B., van Turnhout, C. A. M., de Kroon, H., & Jongejans, E. (2014). Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature, 511*(7509), 341-343. https://www.nature.com/articles/nature13531

13 https://www.nationalgeographic.com/history/article/140709-birds-insects-pesticides-insecticides-neonicotinoids-silent-spring

14 Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D., de Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE, 12*(10), e0185809. doi:10.1371/journal.pone.0185809

15 https://www.nytimes.com/2018/11/27/magazine/insect-apocalypse.html

16 https://www.samenvoorbiodiversiteit.nl/over-ons/ambitie

17 Scientists hail European ban on bee-harming pesticides. The European Union has voted to ban three neonicotinoids after scientific evidence showed their risk to bees. *Nature,* News, 27 April 2018. https://www.nature.com/articles/d41586-018-04987-4

18 Marc Argeloo. *Natuuramnesie. Hoe we vergeten zijn hoe de natuur er vroeger uitzag.* (Atlas Contact, 2022)

19 In Duitsland is onderzoek gedaan naar hoe onze studie en de ‘insectencrisis’ voor blijvende aandacht voor de insecten heeft gezorgd. Belangrijk hierbij was de samenwerking tussen de media, natuurbeschermingsorganisaties en wetenschappers bij het verspreiden ‘evidence-based’ informatie. Ook van belang was dat het publiek zelf aan de gang kon met praktische hulpmiddelen voor insecten (zoals bijenhotels).

Felgentreff, E. S., Buchholz, S., & Straka, T. M. (2023). From science to society to practice? Public reactions to the insect crisis in Germany. *People and Nature, 5*(2), 660-667.
https://doi.org/10.1002/pan3.10434

[20] Seibold, S., Gossner, M. M., Simons, N. K., Bluthgen, N., Muller, J., Ambarli, D., . . . Weisser, W. W. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature, 574*(7780), 671-674.
https://www.nature.com/articles/s41586-019-1684-3

van Klink, R., Bowler, D. E., Gongalsky, K. B., Shen, M., Swengel, S. R., & Chase, J. M. (2024). Disproportionate declines of formerly abundant species underlie insect loss. *Nature, 628,* 359-364.
https://www.nature.com/articles/s41586-023-06861-4

[21] Gandara, L., Jacoby, R., Laurent, F., Spatuzzi, M., Vlachopoulos, N., Borst, N. O., . . . Crocker, J. (2024). Pervasive sublethal effects of agrochemicals on insects at environmentally relevant concentrations. *Science, 386*(6720), 446-453.
https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.ado0251

Cooke, R., Outhwaite, C. L., Bladon, A. J., Millard, J., Rodger, J. G., Dong, Z., . . . Isaac, N. J. B. (2025). Integrating multiple evidence streams to understand insect biodiversity change. *Science, 388*(6742), eadq2110.
https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.adq2110

[22] Müller, J., Hothorn, T., Yuan, Y., Seibold, S., Mitesser, O., Rothacher, J., . . . Menzel, A. (2023). Weather explains the decline and rise of insect biomass over 34 years. *Nature, 628,* 349-354.
https://www.nature.com/articles/s41586-023-06402-z

[23] Hallmann, C. A., Jongejans, E., Hörren, T., Sorg, M., Siepel, H., Mühlethaler, R., Lehmann, G.U.V., de Kroon, H. (2025). Weather anomalies cannot explain insect decline. *Nature, 639,* E7-E11.
https://www.nature.com/articles/s41586-024-08528-0

[24] Lexmond, R. E., Jongejans, E., Zeegers, T., Climo, J. D., van der Putten, W. H., & de Kroon, H. (2026). Local landscape elements enhance flying insect biomass in a complex agricultural landscape. *Basic and Applied Ecology, 92,* 29-36.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439179126000174?via%3Dihub

[25] Ploegmakers, H., Witvliet, B., Baumgarten, S., Lexmond, R. E., Boone, R. W. C., Kooij, H.-J., Jongejans, E., Robroek, B.J.M., Meijerink, S.V., Wigman, T., Janssen, P., de Kroon, H. (2025). Voorwaarden voor effectief agrarisch natuurbeheer. Lessen uit Living Lab Ooijpolder-Groesbeek. *Landschap, 42,* 202-213.
https://www.landschap.nl/archief/jaargang-42-2025/

[26] Boone, R. W. C., Meurs, J., Rinnan, R., de Caluwe, H., Wakely, A. A., Takke, J.-W. C., Critescu, S.M., van der Putten, W.H., de Kroon, H., Robroek, B. J. M. (2025). Microbial scents: Soil microbial Volatile Organic Compounds (mVOCs) as biomarkers for grasslands across a land use gradient. *Soil Biology and Biochemistry, 204,* 109749.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071725000410?via%3Dihub

[27] Aldo Leopold. *Denken als een berg. Het jaar rond op de zandgronden.* (Noordboek, 2025)

[28] NL2120 (2026). *Natuurlijk kan het slimmer. Natuur als bondgenoot voor een weerbaar Nederland.*
https://www.nl2120.nl/app/uploads/2026/10/ECP0009_OV_Rapport_NL2120_Toekomstbeelden_A4_W1_digitaal.pdf

College van Rijksbouwmeester en Rijkadviseurs (2026). *Toekomstbeelden voor de landbouw. Een optimistisch perspectief voor volgende generaties.*
https://www.collegevanrijksadviseurs.nl/documenten/2026/08/26/toekomstbeelden-voor-de-landbouw

[29] Wright, C., Govers, L. L., Higgs, E. S., Kerr, M. R., Teixeira, C. P., & Heger, T. (2026). Ecological novelty induced by climate change. *Nature Climate Change, 16*(9), 1020-1031.
https://www.nature.com/articles/s41558-026-02697-8

[30] https://en.wikipedia.org/wiki/Emma_Goldman

[31] Brochure Future Dikes, sterke soortenrijke dijkbekleding (2024). Radboud Universiteit, Nijmegen.
https://www.ru.nl/sites/default/files/2024-06/Future%20Dikes%20Projectrapport%20Fase%201.pdf

[32] https://vierhetlandschap.nl/wp-content/uploads/2025/11/Living-Lab-OoijpolfderGroesbeek-LR.pdf

[33] Jelleke de Nooy van Tol (2025). *Voorlevers van de nieuwe samenleving.* Uitgeverij Santasado.
https://voorlevers.nl/

[34] https://www.biesterhof.nl/

[35] Beatrice de Graaf (2024). *Wij zijn de tijden. Geschiedenis in crisistijd.* Huizinga-lezing 2024. Uitgeverij EW.

[36] Hans de Kroon. Diesrede 2026: *Het eigenaarschap van een verbonden universiteit.* Radboud Universiteit, Nijmegen. https://www.ru.nl/onderzoek/onderzoeksnieuws/diesrede-2026-het-eigenaarschap-van-een-verbonden-universiteit

[37] De Dijk. *Dansen op de Vulkaan* (Arr. Antonie Broek, Huub van der Lubbe, Hans van der Lubbe). Universal Music (1987). https://open.spotify.com/track/7Ie13RI2vvEsR34YiJftiP?si=ded270be089c4cb4



FACULTEIT DER NATUURWETENSCHAPPEN WISKUNDE EN INFORMATICA

Radboud University

www.radbouduniversitypress.nl