

**STATUSRAPPORT
NEDERLANDSE
BIODIVERSITEIT
2025**

STATUSRAPPORT
NEDERLANDSE
BIODIVERSITEIT
2025



De dunbekwulp is de meest recente toevoeging aan de grote groep bekende (en nog grotere groep onbekende) soorten die door habitatverlies, jacht, vervuiling of het verdwijnen van soorten waar ze afhankelijk van zijn, volledig zijn uitgestorven. Er staan inmiddels 462 namen op de lijst van soorten die sinds 1950 uit Nederland zijn verdwenen; die zwommen, vlogen en liepen hier vroeger rond, maar zijn nu niet meer in ons land te vinden.

VOORWOORD

Een tijdje geleden vroeg iemand mij: denk je dat de urgentie van de biodiversiteitscrisis in de samenleving wordt gevoeld? Ik dacht van wel. Toen liet hij mij het volgende zien: op 10 oktober 2024 besteedde het achtuurjournaal 18,8 seconden aan het *Living Planet Report* van WWF, waarin staat dat de populaties van wilde dieren en planten wereldwijd in de afgelopen vijftig jaar gemiddeld met 73% zijn afgenomen. In datzelfde journaal duurde een item over het uitsterven van de vaste telefoon 97 seconden. Daar had de NOS blijkbaar vijf keer zoveel tijd voor over als voor het verdwijnen van driekwart van alle wilde dieren en planten op aarde.

De conclusie van mijn gesprekspartner was dat ik het mis had en dat het verlies van biodiversiteit nog steeds niet heel urgent wordt beleefd. Ik ben bang dat hij gelijk heeft. Misschien niet in onze 'Naturalis-bubbel', maar daarbuiten is biodiversiteit nog steeds iets van ver weg en pluizige dieren. Veel mensen weten wel dat het niet goed gaat, maar in het dagelijks leven merken ze daar weinig van.

Op diezelfde dag dat ik dit gesprek had, werd bekend dat de dunbekwulp officieel is uitgestorven. Midden jaren negentig werd hij voor het laatst gezien. Ik vond het immens treurig. Niet dat ik een sterke band had met de dunbekwulp. Ik ben geen vogelaar en als ik hem al ooit gezien heb, zal ik hem ongetwijfeld hebben aangezien voor een gewone wulp. Maar daar gaat het niet om. Voor het eerst in mijn leven is er een vogel die voorkwam in ons land uitgestorven. Hij komt nooit meer terug. Afgelopen. Uit. Hij is alleen nog te vinden in de collecties van musea zoals Naturalis. Daar wordt hij verplaatst naar de 'Eregalerij'; het depot waar alle uitgestorven dieren staan. Het is als de uitreiking van een postume ridderorde: daar staat hij, trots, tussen de reuzenalk en de trekduif.

Maar het gaat niet alleen maar slecht. Neem de grote zilverreiger. Tot in de jaren negentig werd die zelden gezien. Rond het jaar 2000 telden we dertig exemplaren, anno 2020 waren dat er rond de tienduizend en elk jaar worden er meer gezien.

Of neem de ooievaar. Eind jaren zestig van de vorige eeuw broedden er nog maar drie paartjes in Nederland. Dat was zo bijzonder dat het achtuurjournaal elk jaar meldde wanneer de paartjes waren teruggekeerd uit Afrika of Zuid-Europa. En kijk nu eens: meer dan vijftienhonderd paartjes broeden in heel Nederland.

Als je zulke succesverhalen hoort, zou je bijna denken dat het prima gaat met de biodiversiteit. Dat is helaas niet zo; overal neemt die juist af. Maar hierdoor is wel beter te begrijpen waarom dit voor mensen zo'n verwarrend onderwerp is. Gaat het nu goed of slecht? En hoe kun je dat dan zien?

Daarom maken wij dit statusrapport over de Nederlandse biodiversiteit. We nemen daarin alles op wat we op dit moment weten over de stand van de natuur. Het is onze rol om uit te leggen hoe het zit, wat de trends zijn en waar maatregelen noodzakelijk zijn.

Daardoor kunnen we hopelijk ook de berichten die we elke dag zien en horen in de media beter interpreteren. Onze conservator vogels deed het alvast goed: hij werd geïnterviewd in het achtuurjournaal over het uitsterven van de dunbekwulp. Het werd een mooi item van 2 minuten en 1 seconde. Dat is winst.



Edwin van Huis
Algemeen directeur,
Naturalis Biodiversity Center

COLOFON

Het Statusrapport Nederlandse biodiversiteit is een uitgave van
Naturalis Biodiversity Center, Leiden, en is gepubliceerd in mei 2025.

Projectleider:

Merel Bozua-Hope

Wetenschappelijke hoofdredactie:

Prof. dr. Koos Biesmeijer, prof. dr. Vincent Merckx,
prof. dr. Willem Renema

Eindredactie en tekstbijdragen:

Anoushka Kloosterman, Jean-Paul Keulen

Staat van de biodiversiteit:

Prof. dr. Koos Biesmeijer, prof. dr. ing. Martina G. Vijver,
prof. dr. Vincent Merckx, prof. dr. Willem Renema

Artikelen soortgroepen:

Aglaia Bouma, prof. dr. Barbara Gravendeel, dr. Chantal
Huijbers, dr. ir. Eelke Jongejans, ir. Harm Keidel, prof. dr. Henk
Siebel, dr. Jan Macher, dr. ir. Jan Wieringa, drs. Jordy van der
Beek, dr. Kevin Beentjes, prof. dr. Koos Biesmeijer, dr. Leni
Duistermaat, dr. Luna van der Loos, Maaïke de Voogd,
dr. Michael Stech, prof. dr. Thomas Kuyper.

Tekst factsheets:

Prof. dr. Koos Biesmeijer, dr. Luna van der Loos,
prof. dr. Vincent Merckx, ir. Marijn Prins, prof. dr. Willem
Renema, dr. Leni Duistermaat, dr. Michael Stech, ir. Harm
Keidel, dr. Kevin Beentjes, prof. dr. Jorinde Nuytinck, dr. Jeremy
Miller, drs. Harry Smit, dr. Peter van Helsdingen, dr. Charles
Fransen, drs. Bram Koese, drs. Roy Kleukers, dr. Menno Reemer,
dr. Theo Zeegers, drs. Daan Drukker, dr. Oscar Vorst, prof. dr.
Frank Wesselingh, drs. Sytske de Waart

Met speciale dank aan:

Edwin van Huis (Naturalis), Maaïke van de Kamp-Romijn
(Naturalis), prof. dr. Bert Hoeksema (Naturalis), dr. Chris
van Swaay (De Vlinderstichting), dr. Dan Stowell (Naturalis),
dr. Elaine van Ommen Kloeke (Naturalis), Erik van Winden
(Sovon), dr. Ewald Groenewald (Westerdijk Instituut,
KNAW), dr. ir. Gerard Schouten (Fontys Hogeschool
Eindhoven), drs. Guido Keijl, prof. dr. Henk Siebel (BLWG),
prof. dr. Henk Siepel (Radboud Universiteit), Inge Somhorst
(Paddenstoelenonderzoek Nederland), Jako van der Wal
(Aquon), dr. Laurens Hogeweg (Naturalis), dr. Maurice La Haye
(Zoogdierverseniging), drs. Peter H. van Bragt, Stephan Peterse
(Faunabit), Ton Denters (FLORON), dr. ing. Vincent Kalkman
(Naturalis), Dylan Verheul (Waarneming.nl) en Natuurpunt
Studie, België: Hannes Ledegen, dr. Hendrik Trekels, dr. Pieter
Vanormelingen, Wouter Vanreusel.

Vormgeving en opmaak:

Martine Hermesen

Illustraties / infographics:

Marit Moerman, Zina Broeksma

Foto omslag:

Jeroen Graat

Drukker:

Drukkerij De Bink

Communicatie:

Bart Braun (Communicatie@naturalis.nl)

Adresgegevens:

Naturalis Biodiversity Center
Postbus 9517, 2300 RA Leiden
email: info@naturalis.nl
Telefoon: 071 -7519 600
Datum van publicatie:
22 mei 2025

© Naturalis Biodiversity Center, Leiden, Nederland.

ISBN: 9789065190666

DOI: 10.5281/zenodo.15350844

Dit rapport graag citeren als:

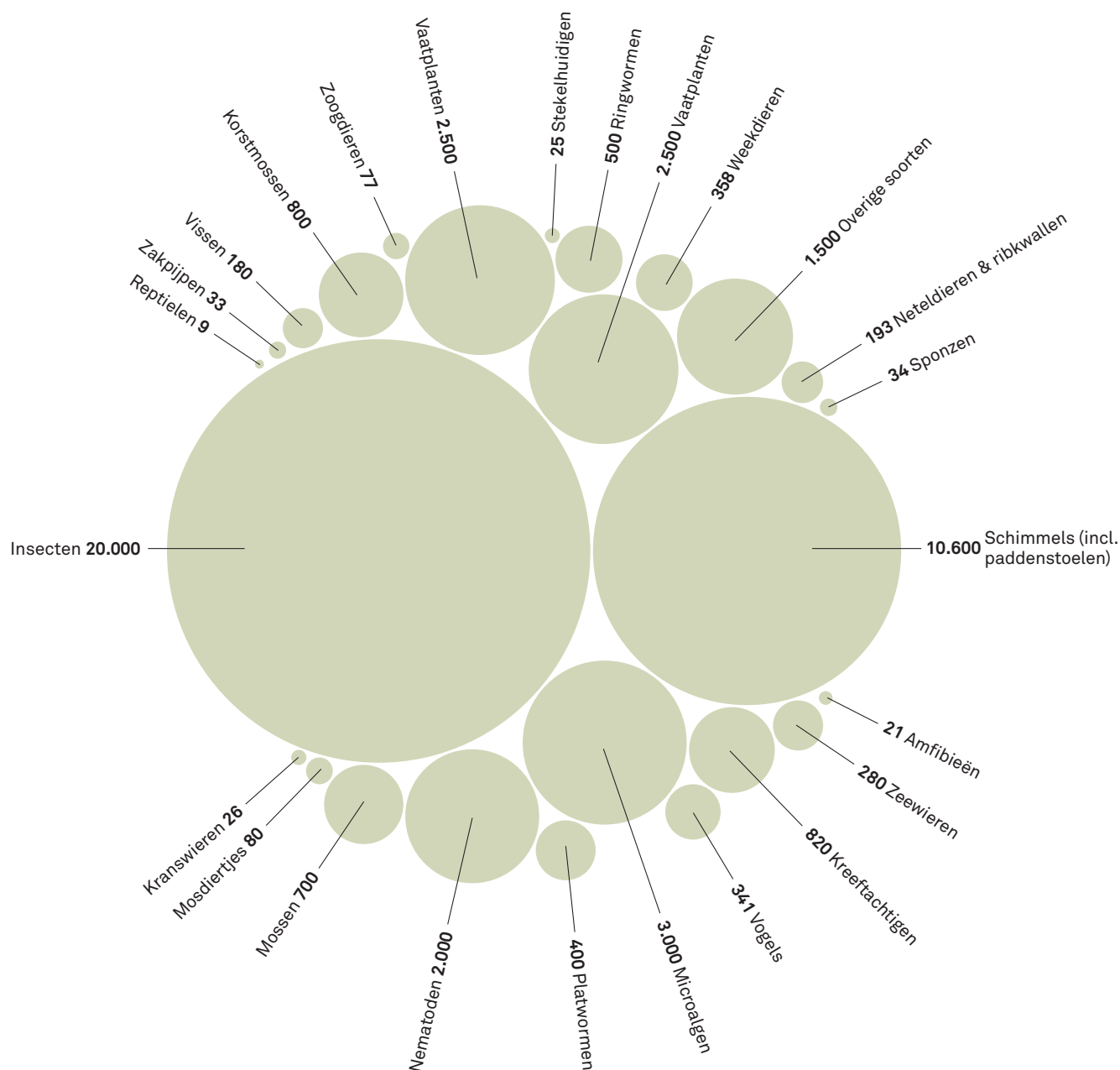
Naturalis Biodiversity Center 2025. Statusrapport Nederlandse
biodiversiteit 2025 (120 pp.). Leiden, Nederland. DOI: 10.5281/
zenodo.15350844

INHOUDSOPGAVE

Soorten in Nederland	7	Microalgen	64
Samenvatting	8	Diatomeeën: waakhond van onze wateren	66
Over dit rapport	10	Vissen	68
		Weekdieren	71
De staat van de Nederlandse biodiversiteit	12	Meiofauna: klein maar cruciaal	74
De staat van de Nederlandse bodem	16	Neteldieren en ribkwallen	76
Biodiversiteit in zoet water	20	Zakpijpen	77
Biodiversiteit in zout water	24	Zeewieren	78
		Verborgen zeewier ontrafelen	80
De Rode Lijst: stoplicht van de biodiversiteit	28	Stekelhuidigen	82
De staat van instandhouding	32	Ringwormen	83
Vogels	34	Insecten: minder massa, meer soorten	84
Zoogdieren	36	Insecten	87
Amfibieën	38	Kevers	88
Reptielen	40	Vlinders	90
Vaatplanten	42	Libellen	92
De opmars van uitheems groen	44	Bijen, mieren en wespen	94
		Haften, steenvliegen en schietmotten	96
Mossen	46	Vliegen en muggen	100
Kleine plantjes, grote impact	48	Insecten automatisch vastgelegd	102
Korstmossen	50	Sprinkhanen en krekels	106
Schimmels en paddenstoelen	52		
Paddenstoelen: samenlevers, opruimers en profiteurs	54	Kreeftachtigen	109
		Spinachtigen	110
Platwormen	57	Techniek laat burgerwaarnemingen meetellen	112
Nematoden	58		
Nematoden: onbekend maar onmisbaar	60	Bronnen	117



Ruim 47.000 soorten in Nederland



In Nederland komen ruim 47.000 eukaryote soorten voor (organismen met een celkern). Een exact aantal is lastig te geven, enerzijds omdat dit afhangt van welke soorten meetellen en anderzijds doordat er voor sommige groepen nog geen eenduidige soortenlijst is. Het totale aantal in dit rapport is gebaseerd op informatie in het Nederlands Soortenregister (www.nederlandsesoorten.nl), aangevuld met de

laatste gegevens van taxonomische experts. Het betreft 'gevestigde' soorten die zich minimaal tien jaar achtereen in Nederland hebben voortgeplant. Dit is inclusief het Nederlandse deel van de Noordzee. Daarnaast zijn bij een aantal trekkende soortgroepen (vogels, vissen en vlinders) ook de soorten meegeteld die zich regelmatig in Nederland bevinden, maar (nog) niet in de categorie 'gevestigd' vallen.

A stylized green illustration of an insect, possibly a grasshopper or cricket, is positioned behind the title. It is oriented diagonally, with its head pointing towards the top right and its legs extending downwards and to the left. The insect is rendered in a simple, graphic style with green outlines and some internal shading.

SAMENVATTING

STATUSRAPPORT NEDERLANDSE BIODIVERSITEIT 2025

Het gaat niet goed met de Nederlandse biodiversiteit en dat heeft directe gevolgen voor onze leefomgeving. In bestaand beleid ligt een basis voor een biodiversiteit-positieve toekomst, maar succes hangt af van de uitvoering. Het realiseren van gestelde herstel-doelen vereist een aanpak waarin alle beschikbare middelen worden ingezet. De nieuwste wetenschappelijke inzichten en monitoringstechnieken kunnen de hefboom zijn om gezamenlijk het tij te keren.

De Nederlandse biodiversiteit staat er slecht voor. Soorten verdwijnen uit ons landelijk gebied, en de wettelijk beschermde soorten gaan voornamelijk achteruit. De overeengekomen natuurdoelen voor soorten, habitats en waterkwaliteit raken verder uit zicht, mede door de aanhoudende druk van stikstof, matige waterkwaliteit en gebrek aan ruimte.

De slechte staat van biodiversiteit heeft directe gevolgen voor de Nederlandse samenleving. De voorziening van schoon drinkwater en gezond voedsel staat onder druk. Daarnaast ondermijnen we ons eigen fysieke en mentale welzijn (denk aan schone lucht en het kunnen recreëren in de natuur). Biodiversiteit is geen luxe, maar de absolute basis voor een leefbaar Nederland, nu en in de toekomst.

Er zijn lichtpuntjes. Grote zoogdieren als de bever otter en wolf gaan vooruit, evenals de zeearend. Maatregelen

om de waterkwaliteit te verbeteren, zorgen voor enig herstel van de flora en fauna in zoet water. Maar na een lange periode van sterke achteruitgang betekenen deze kleine verbeteringen niet dat het met de biodiversiteit in Nederland wel goed komt. In vergelijking met andere Europese landen bungelt Nederland onderaan als het gaat om het halen van de doelen voor de Kaderrichtlijn Water en is koploper als het gaat om het aantal verdwenen en bedreigde soorten.

Het bestaande beleid legt een basis voor een biodiverse toekomst, maar de sleutel naar de oplossing ligt in het naleven van gemaakte afspraken. Om effectief te sturen op verbetering van de biodiversiteit, is gedegen kennis en begrip van onze biodiversiteit cruciaal.

Dat begint bij de basis: de Nederlandse soorten. Het grootste deel daarvan wordt niet gemonitord, simpelweg omdat ze te klein zijn om te zien, of omdat er geen tellersgroepen voor zijn. Het goede nieuws is dat er steeds meer methoden zijn om deze biodiversiteit te meten en monitoren, zoals door AI ondersteunde beeld- en geluidherkenning en DNA-analyses. Deze technieken brengen schimmels en bacteriën in de bodem, het fytoplankton en zoöplankton in de zee en de rondvliegende insectensoorten in beeld. Daarmee krijgt deze 'zwijgende meerderheid' een stem.

Als we het willen, kan Nederland van 'kampioen biodiversiteitsverlies' transformeren naar koploper biodiversiteitskennis en -herstel. Door kennis, techniek en beleid met elkaar te integreren, creëren we de hefboom die nodig is om biodiversiteitsverlies om te buigen naar een positieve trend. Niet alleen om de gestelde doelen te behalen, maar als investering in onze eigen biodiversiteits-inclusieve toekomst.

Nationaal Dashboard Biodiversiteit



Het Nationaal Dashboard Biodiversiteit (dashboardbiodiversiteit.nl) laat zien hoe Nederland ervoor staat. Liggen we op koers om biodiversiteitsherstel te realiseren vóór 2030?

Het dashboard is ontwikkeld door onafhankelijke natuurkennisinstellingen en maakt duidelijk hoe verschillende (druk) factoren de biodiversiteit in Nederland beïnvloeden. Van de veertien geselecteerde doelen raken zeven steeds verder uit zicht (rood) en voor vijf doelstellingen is extra inspanning nodig om het doel te halen (oranje). Het dashboard wordt jaarlijks bijgewerkt aan de hand van de laatste gegevens, gevoed uit met name het Compendium van de Leefomgeving.

Het voorliggende statusrapport biedt een verdiepende blik op de indicatoren voor de beleidsdoelen met gedetailleerde informatie over de Nederlandse soortgroepen.

Note: Er wordt momenteel gewerkt aan een vergelijkbaar dashboard voor de Nederlandse zee.





OVER DIT RAPPORT LEESWIJZER

Het rapport dat voor u ligt is bedoeld om u, beleidsmaker of anderszins geïnteresseerde, een overzicht te geven van de staat van de biodiversiteit in Nederland, met een sterke focus op soorten. Soorten vormen de ecologische netwerken die de basis zijn van onze ecosystemen en zijn tevens vaak het doel van beleid.

Een goede staat van de biodiversiteit is belangrijk voor de biodiversiteit zelf en voor onszelf. Wij leven, ademen, eten en wonen op aarde dankzij de biodiversiteit. Om de biodiversiteit in goede staat te krijgen is het van belang om ruimte te geven aan de natuur, om de drukfactoren te verminderen en om samen te werken aan het versterken van de biodiversiteit. Het Nationaal Dashboard Biodiversiteit vat de gemaakte afspraken en doelen samen en geeft richting aan de prioriteiten voor het ombuigen van het verlies. Om vooruitgang te boeken is het van groot belang om onze biodiversiteit te kennen. Dit rapport heeft tot doel om hieraan bij te dragen.

Soortgroepen en aantallen

Er zijn meer dan 47.000 soorten in Nederland. Slechts een klein deel daarvan wordt expliciet vermeld in beleidsdoelen, terwijl de grotendeels onzichtbare meerderheid juist van groot belang is voor het functioneren van ecosystemen. In dit rapport besteden we aandacht aan zowel de beleidsrelevante soorten en groepen als

ook aan de andere groepen, zelfs als we daar nog maar weinig vanaf weten. Na enkele overzichten gaan we specifiek in op de staat van de verschillende groepen. Soms zijn dat grote groepen, soms specifieke soorten die in het beleid genoemd worden, en meestal een combinatie ervan.

Het blijkt dat er van het grootste deel van de soorten meer data nodig is om gedegen trends te berekenen of de status te bepalen, bijvoorbeeld via de Rode Lijst-methode. De factsheets van de verschillende groepen geven naast de beschikbare gegevens ook aan hoeveel soorten er ten minste in Nederland voorkomen en hoe we in de toekomst deze groepen zouden kunnen monitoren. Het aantal soorten in Nederland is vaak lastig te bepalen omdat het deels een keuze is welke soorten meetellen en er voor een aantal groepen nog geen eenduidige soortenlijst is. De keuze bepaalt bijvoorbeeld hoelang een uitgestorven soort nog meetelt en wanneer een incidenteel waargenomen soort wordt toegevoegd. De soortenlijst wordt bepaald door de taxonomische experts en onderzoek en dat is, vooral vanwege nieuwe DNA-technieken, nog flink in beweging.

Actuele data

Voor dit rapport hebben we voorzover ons bekend de meest recente, gepubliceerde, gegevens gebruikt, voornamelijk afkomstig van het Compendium voor de

Leefomgeving (CLO: publicaties tot 30 april 2025 zijn meegenomen). Voor soortenaantallen hebben we het Nederlands Soortenregister als basis gebruikt, aanvuld met informatie van gepubliceerde standaardlijsten en van experts. We zullen nieuwe inzichten en gegevens in komende edities meenemen.

De urgente situatie van de biodiversiteit in ons land vereist onmiddellijke aandacht. Wij hopen dat zowel de inzichten uit dit rapport, als toekomstige informatie, de noodzaak tot actie in het licht van de biodiversiteitscrisis verder zullen onderstrepen.

Biodiversiteitsgegevens nu en in de toekomst

We geven in het rapport een inkijkje in nieuwe methoden van monitoring en een doorkijkje naar hoe deze innovaties in de komende jaren de kennis van onze biodiversiteit zullen verbeteren. Nederland is gezegend met een leger van vrijwilligers die een groot deel van de waarnemingen verzamelen. Inmiddels komt het grootste deel van de gegevens binnen via de apps, zoals ObsIdentify, en steeds vaker via camera's en microfoons gekoppeld aan experts of op AI gebaseerde soortidentificatie. Op DNA gebaseerde methoden zullen vooral voor het zoete en zoute water, voor de bodem en voor de kleine soorten, de micro-organismen, en geleedpotigen, een revolutionaire doorbraak in inzicht opleveren in de komende jaren. Dit alles met behulp van toegankelijke, (inter)nationale, integrale data- en analyse-infrastructuren.

Dit rapport laat ook enkele zaken niet zien. Zo hebben we het Nederlandse Caribisch gebied in deze eerste editie bijvoorbeeld buiten beeld gelaten. In komende jaren komt dit zeker aan bod en mede door de groeiende belangstelling voor observatie en onderzoek op de eilanden zal dit veel waardevolle inzichten opleveren.

Wij hopen dat dit rapport u niet alleen informeert maar ook als inspiratiebron zal dienen voor het bepalen van de koers rondom biodiversiteit. Wij staan vanzelfsprekend open voor suggesties en samenwerking om wetenschappelijke kennis effectief in te zetten en te vertalen naar beleid dat duurzame impact creëert.

Koos Biesmeijer,
Vincent Merckx,
Willem Renema,
Merel Bozua-Hope





DE STAAT VAN DE NEDERLANDSE BIODIVERSITEIT

Met de gemonitorde soorten op land is het de afgelopen eeuw niet goed gegaan in Nederland. Hoewel sommige profiteren van betere waterkwaliteit, lijden andere onder intensief landgebruik en vervuiling, onder meer door stikstof. Maar over de grootste soortgroepen is vooral heel weinig bekend.

Nederland is zonder twijfel een van de best onderzochte landen ter wereld op het vlak van biodiversiteit: sommige soorten, zoals vlinders, worden al honderd jaar gemonitord. Bij elkaar genomen laten die gegevens zien dat het sindsdien niet goed gaat met dit deel van de Nederlandse natuur. De Rode Lijst met beschermde soorten is lang, en soorten die nu nog algemeen voorkomen, lijken achteruit te gaan.

Maar wie inzoomt op verschillende soortgroepen, ziet verschillende verhalen. Sommige soorten profiteren van de klimaatopwarming en de verbeterde waterkwaliteit, andere hebben last van intensief landgebruik en vervuiling, onder meer door stikstof. Met vlinders en vogels op het boerenland gaat het bijvoorbeeld nog altijd slecht (zie resp. p.90 en p.34). Soorten die profiteren van het warmere klimaat doen het langzamerhand iets beter. Dat zien we onder andere bij de zeevissen en libellen (zie resp. p.68 en p.92).

Door het veranderende klimaat vindt er bovendien een verschuiving plaats. Jaarlijks komen tientallen soorten insecten en andere soorten Nederland binnen; zogenoemde klimaatmigranten. Vaak zijn dit soorten die een divers dieet hebben en in tal van habitats kunnen leven. Inheemse soorten die niet goed uit de voeten kunnen in het opgewarmde Nederland gaan achteruit en trekken zich terug naar noordelijkere gebieden.

Onevenredig verdeelde kennis

Het kan lang duren voordat soorten helemaal verdwijnen door klimaatverandering. Daardoor neemt het aantal soorten op korte termijn niet af, maar toe. Dat is ook zichtbaar in de Living Planet Index (LPI), die veranderingen in de biodiversiteit weergeeft door monitoringsgegevens van 376 soorten samen te vatten. De LPI neemt in Nederland langzaam toe, wat betekent dat de gemeten soorten vaker in populatie toenemen dan afnemen. Die trend wordt voornamelijk veroorzaakt door de vooruitgang van de zoetwater- en moerassoorten. Andere soorten op land, vooral in open natuur- en agrarische gebieden, gaan gestaag achteruit (zie figuur 1. Living Planet Index).

Biodiversiteit gaat over alle soorten en hun netwerken

De soortensamenstelling verandert wel, met alle gevolgen van dien. Generalisten, die weinig eisen stellen aan de omgeving, zullen toenemen, terwijl de specialisten, met specifieke functies in het ecosysteem, afnemen. Dat heeft gevolgen voor de interactienetwerken die de basis vormen van onze ecosystemen. Zo kan het verdwijnen van zaadverspreiders, bestuivers en gastheerplanten grote gevolgen hebben voor de soorten die van hen afhankelijk zijn.

Het is van belang om te benadrukken dat de LPI en soorten die in beleid zijn opgenomen een beeld geven van een zeer klein aantal soorten in een beperkt aantal soortgroepen (zo'n 6 à 7% van de soorten). Voor het overgrote deel van de circa 47.000 soorten die in Nederland voorkomen, zijn onvoldoende gegevens beschikbaar. De kennis is onevenredig verdeeld: verreweg de meeste informatie is beschikbaar over gewervelden (zoogdieren, vogels, vissen, amfibieën en reptielen) die minder dan 1% van het totale aantal soorten in Nederland uitmaken. De overige 99% behoort tot andere groepen, zoals geleedpotigen (insecten, spinnen en aanverwanten), schimmels en algen. Die zijn minder zichtbaar, maar vormen vaak de basis van voedselketens en hebben daardoor een directe relatie met het ecosysteem als geheel.

Het in kaart brengen van de staat van de biodiversiteit vereist een overkoepelende blik

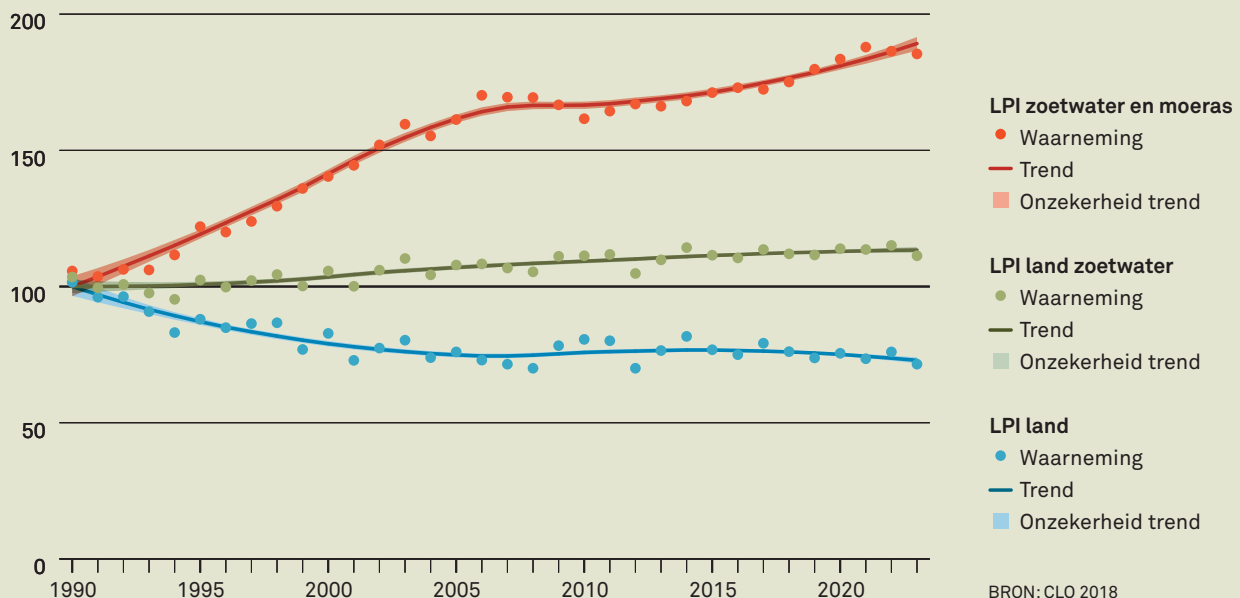
Juist binnen deze minder bekende soortgroepen bevinden zich cruciale soorten die zonlicht (fytoplankton en andere planten) en mineralen (schimmels en micro-organismen) mobiliseren, en fungeren als recyclers van het systeem (bodemfauna en schimmels). Daarnaast spelen ze een essentiële rol bij het bestrijden van plagen (parasitaire wespen en andere insecten), het bestuiven van wilde planten en gewassen (voornamelijk bijen en zweefvliegen) en dienen ze als voedselbron (bijvoorbeeld fyto- en zoöplankton). In deze groepen worden nog regelmatig nieuwe soorten ontdekt.

Geautomatiseerde waarneming

Biodiversiteit gaat over meer dan soorten alleen. De wisselwerking binnen ecosystemen en de genetische diversiteit binnen een soort zijn van even groot belang. Een toename van de hoeveelheid soorten of een groeiende populatie betekent niet automatisch een

Figuur 1. Fauna van land & zoetwater (Living Planet Index)

1990 - 2024





EKKHOORN | FOTO: GETTY IMAGES

**Gewervelden
vormen
minder dan**

1%

**van alle soorten
in Nederland**

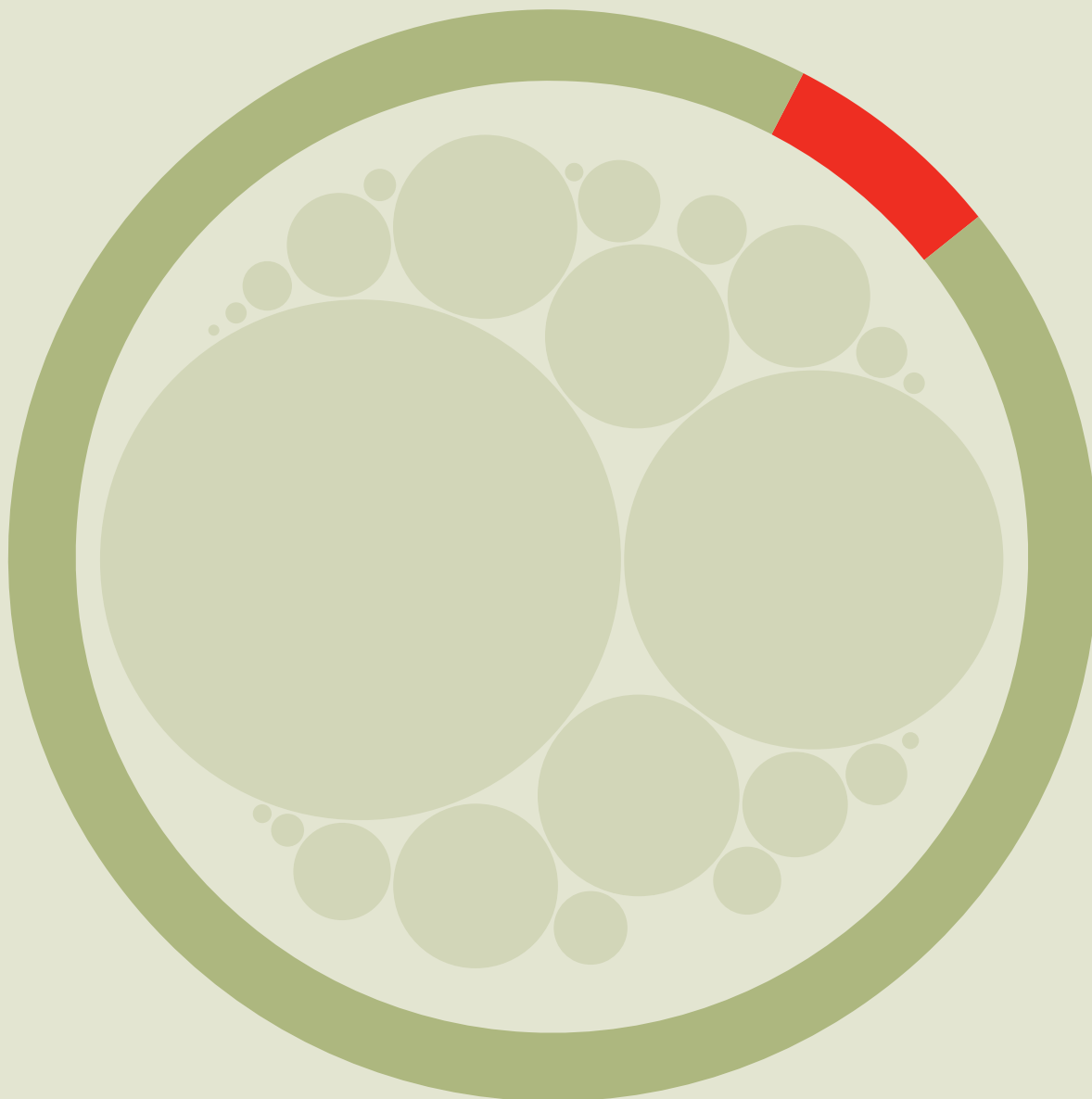
gezondere natuur. Het in kaart brengen van de staat van de biodiversiteit vereist een overkoepelende blik, die niet alleen naar individuele soorten kijkt, maar ook naar de netwerken waarin ze leven, die samen het ecosysteem vormen.

Om betere voorspellingen te doen over trends binnen de biodiversiteit zijn er meer goede gegevens nodig over meerdere soorten. Gebruikers van identificatie-apps als Obsidentify voegen jaarlijks miljoenen datapunten toe (zie p. 112 'Techniek laat burgerwaarnemingen meetellen'), maar deze gegevens zijn vaak ad hoc verzameld. Ze zijn te gebruiken om in te schatten hoe het met een soort gaat, maar zijn niet altijd geschikt voor statistisch betrouwbare trendmonitoring. De monitoring moet daarom flink worden opgeschroefd.

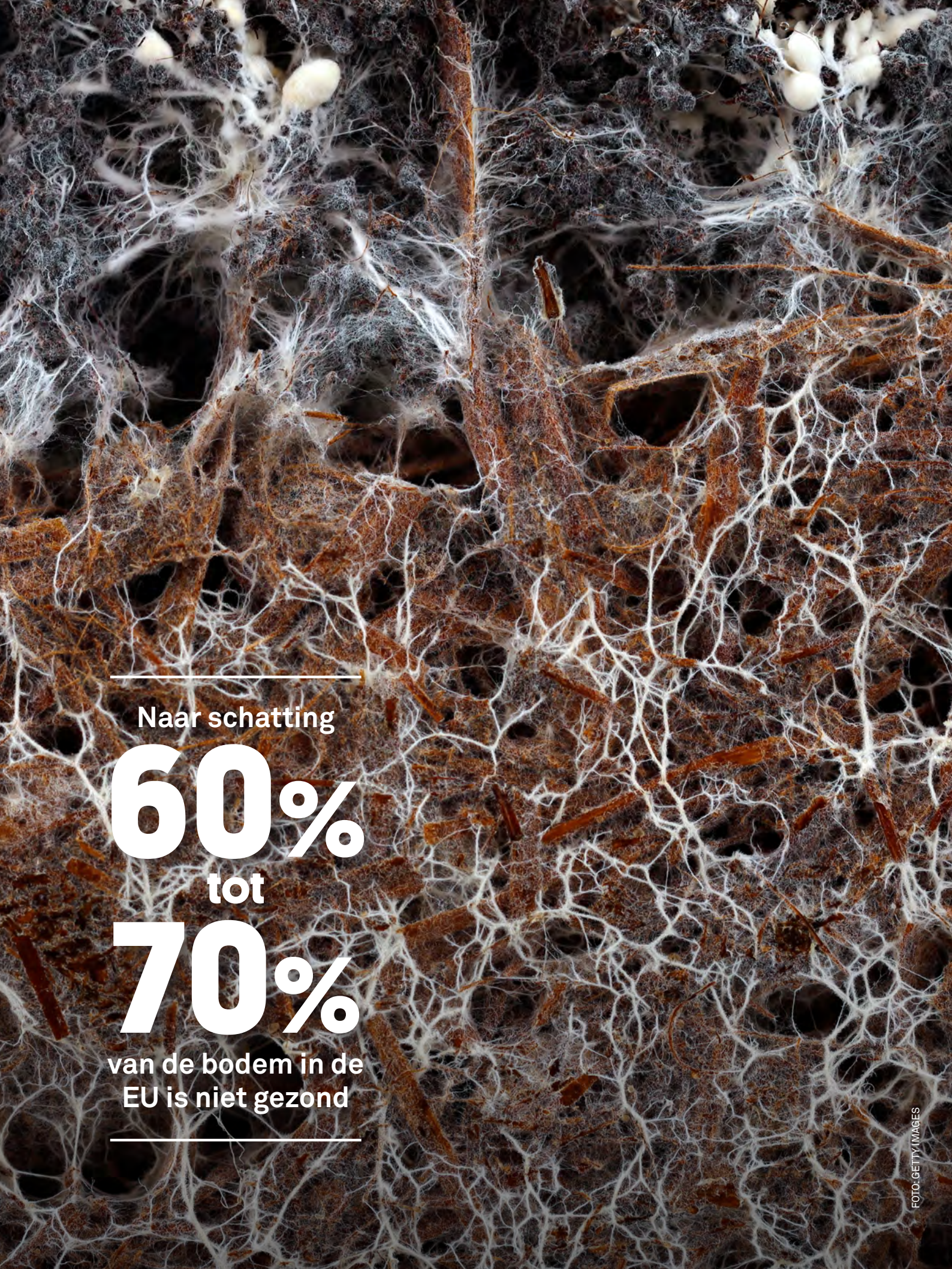
Nieuwe technologie kan in de toekomst het waarnemen van soorten verder automatiseren en versnellen. Wildcamera's of microfoons kunnen grotere soorten 24 uur per dag waarnemen, waardoor dataverzameling minder afhankelijk wordt van menselijke waarnemers. Bovendien kan technologie de minder bekende soorten zichtbaar maken. Daarnaast hebben DNA-technieken veel potentieel, vooral voor het in kaart brengen van de kleinere, 'onzichtbare' soorten. Verderop in dit rapport worden voorbeelden gegeven van de ontdekkingen en inzichten die we krijgen met behulp van deze innovatieve methoden, die ook kunnen worden ingezet voor burgerwetenschap.

47.000 soorten in Nederland

6,5% vertegenwoordigd in biodiversiteitsbeleid



Het biodiversiteitsbeleid in Nederland is een complex samenspel van verschillende richtlijnen en wetten op Europees en nationaal niveau. Kijken we naar de Rode Lijsten, dan staan daar 3100 soorten op (6,5%) die wettelijk beschermd dienen te worden. De berekeningen voor de staat van instandhouding worden gebaseerd op een schamele 500 soorten, waarmee de conclusie is dat slechts zo'n 6 à 7% van het totaal aantal soorten in Nederland wordt vertegenwoordigd in biodiversiteitsbeleid.



Naar schatting

60%

tot

70%

van de bodem in de
EU is niet gezond



DE STAAT VAN DE NEDERLANDSE BODEM

De kwaliteit van de bodem gaat sterk achteruit door toenemende verstoring en vervuiling. Naar schatting is 60 tot 70% van de bodems in de EU niet gezond. Dat heeft ook gevolgen voor de biodiversiteit, die enorme maatschappelijke, ecologische en economische waarde heeft voor de mens.

De bodem is uitzonderlijk biodivers (zie figuur 1): in één theelepeltje tuinaarde zitten al snel meer dan duizend soorten. De bodem vormt niet alleen de basis van onze voedselvoorziening, maar houdt ook water, voedingsstoffen, koolstof en broeikasgassen vast.

Onder bodemleven verstaan we alle organismen die ten minste één fase van hun leven in of op de bodem leven. Daar vallen planten onder, maar ook een heleboel ongewervelden, zoals nematoden, beerdiertjes, potwormen, springstaarten, mijten, pissebedden, spinnen en regenwormen. Verder kunnen wel vierhonderd van de duizend soorten bodemschimmels zijn. En dan zijn er nog de andere micro-organismen, zoals bacteriën, archaea, protisten en virussen.

Alle takken van de levensboom zijn in de bodem vertegenwoordigd. Net zoals bovengronds zijn al deze soorten erg afhankelijk van elkaar en vormen ze een ingewikkelde voedselketen. Daardoor kan het verdwijnen van soorten vergaande gevolgen hebben voor andere soorten en dus het functioneren van het hele systeem.

Voedselketenvershraling

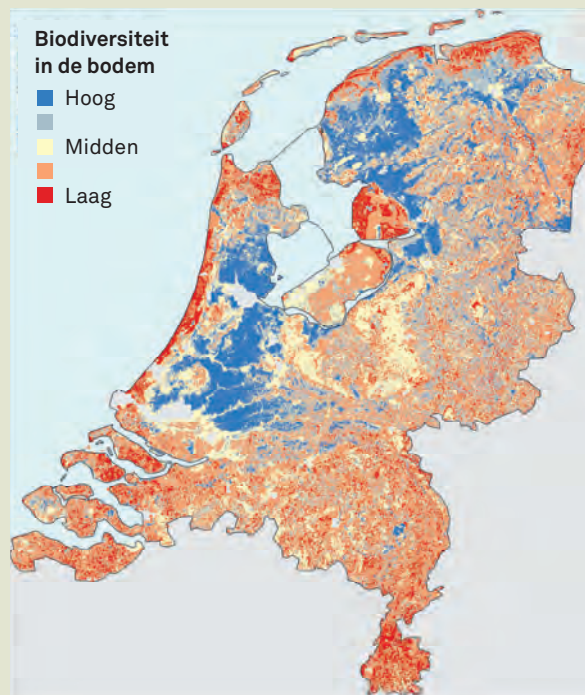
Geschat wordt dat 60 tot 70% van de bodems in de EU niet gezond is. Dat komt door niet-duurzaam bodemgebruik en -beheer, overexploitatie en emissies van verontreinigende stoffen, hoogstwaarschijnlijk met grote gevolgen voor de bodembiodiversiteit (Europese Commissie 2021).

In Nederland is een beperkt aantal langetermijnstudies uitgevoerd waarin meer in detail naar de bodembiodiversiteit is gekeken, bijvoorbeeld in het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (Van Esbroek et al. 1996, 1997; Schouten et al. 2018). Deze studies tonen aan dat intensivering van het landgebruik over het algemeen leidt tot een achteruitgang van de bodembiodiversiteit en de complexiteit van de bodemgemeenschap, met negatieve gevolgen voor tal van ecosystemendiensten (Van der Putten 2019).

Onderzoek laat verder zien dat een toename in bodemverstoring en -vervuiling leidt tot een afname van schimmels en toename van bacteriën, en een verlies aan soorten planten (Tamis et al. 2005),

Doordat de meeste bodemorganismen erg klein zijn, is het moeilijk om erachter te komen hoe het echt met de bodembiodiversiteit gaat

Voorspelde bodembiodiversiteit in Nederland



Deze kaart visualiseert de geschatte bodembiodiversiteit, berekend op basis van gegevens van 300 vaste meetpunten. De schatting omvat 11 variabelen: de abundantie en soortenrijkdom van regenwormen, potwormen, nematoden en micro-arthropoden, evenals kenmerken van de microbiële gemeenschap (C- en N-mineralisatiesnelheid en leucine-opnamesnelheid) (Rutgers et al., 2019).

mycorrhiza-schimmels (Hannula et al. 2017; Van Strien et al. 2018), regenwormen (Crittenden 2014; Frazão et al. 2017), springstaarten en mijten (Siepel 2018). Een afname van bodembiodiversiteit en de bijhorende vershraling van de voedselketen leiden tot een verlies aan bodemfuncties en weerbaarheid (Van der Putten 2019).

Geen volledig beeld

Doordat de meeste bodemorganismen erg klein zijn, is het moeilijk om erachter te komen hoe het echt gaat met de bodembiodiversiteit. Lange waarnemingsreeksen van bodembiodiversiteit zijn er alleen voor de zichtbare soortgroepen zoals planten, paddenstoelen, loopkevers en grotere bodemorganismen. Deze groepen kunnen als ruwe indicatoren dienen voor de staat van de bodem (zie Paddenstoelen, p. 52 en 54). Maar doordat deze soorten een heel beperkt deel van de

bodemdiversiteit uitmaken en zich meestal hoog in de voedselketen bevinden, geven ze geen volledig beeld van hoe het met het hele ecosysteem is gesteld.

Als antwoord op de afnemende bodemgezondheid werd de EU-bodemstrategie geformuleerd. Die heeft als doel dat tegen 2050 alle bodemecosystemen in de EU in een gezonde toestand verkeren en dus veerkrachtiger zijn (Europese Commissie 2021). In dit kader is recent een voorlopig akkoord bereikt over de Richtlijn bodemmonitoring, die beschrijvingen en criteria bevat voor een gezonde bodem, waaronder een aantal gericht op het monitoren van biodiversiteit. Hiermee wordt een eerste stap gezet om inzicht te krijgen in de biodiversiteit in de bodem en die te beschermen.

Box 1. eDNA

Met *environmental* DNA (eDNA) kunnen alle soorten in een bodemmonster worden bepaald door DNA-sporen te analyseren. Ook soorten die niet fysiek in het monster aanwezig zijn maar daar eerder wel waren (bijvoorbeeld regenwormen) en niet-zichtbare soorten zoals bacteriën en schimmels worden herkend aan de hand van achtergelaten DNA-sporen. Naturalis werkt in het eDentity-project aan het ontwikkelen van een snelle en betaalbare methode waarbij met gestandaardiseerde kits en robotanalyse de bodembiodiversiteit snel, landelijk en op grote schaal kan worden gemeten. eDentity bouwt op het ARISE-project, waarbij sinds 2020 een database met DNA-sequenties wordt aangelegd om zoveel mogelijk Nederlandse soorten op naam te kunnen brengen.

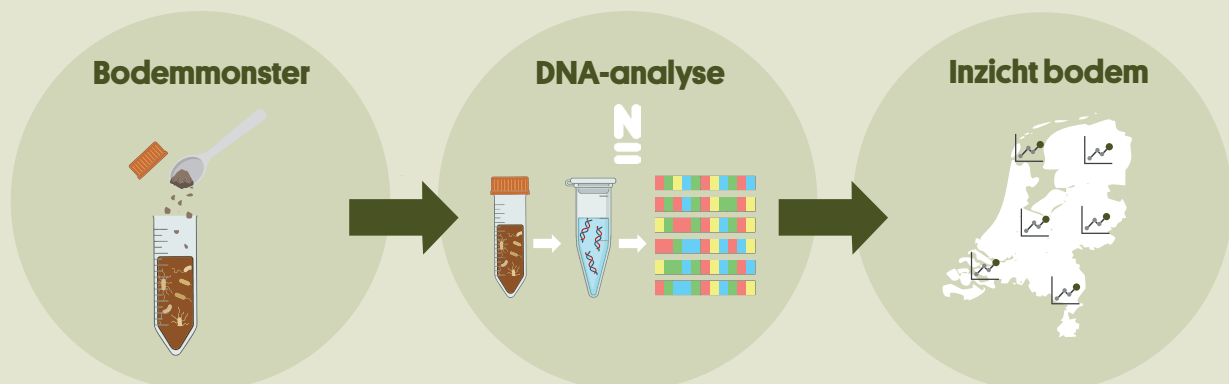
Doordat de meeste soorten in de bodem alleen met gespecialiseerde technieken en kennis zijn te identificeren, weten we eigenlijk nog maar heel weinig van het leven in die bodem, zelfs hier in Nederland. Op basis van de gegevens van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit is een bodembiodiversiteitskaart van Nederland opgesteld (figuur 2; Rutgers et al. 2019). Maar het beperkte aantal meetpunten en het ontbreken van soortinformatie over micro-organismen maakt dat de kaarten die op basis van deze gegevens zijn samengesteld met zorg moeten worden geïnterpreteerd en lastig zijn te vertalen naar kwaliteitsindicatoren.

Alle takken van de levensboom zijn in de bodem vertegenwoordigd

Gericht monitoren

De biodiversiteit in de Nederlandse bodem is nog onvoldoende bekend, vooral wat betreft de niet-zichtbare soorten, die het leeuwendeel van de diversiteit vormen. Maar door de opschaling en standaardisatie van DNA-technieken is hierin heel binnenkort een doorbraak te verwachten (zie Box 1). Op basis van de gegevens die deze technieken opleveren, zullen kaarten beschikbaar worden gemaakt waarop bijvoorbeeld is te zien welke soorten schimmels waar in de bodem zitten en welke veranderingen daarin optreden.

Dezelfde infrastructuur moet het ook mogelijk maken om gericht te monitoren op effecten van verstoring en beheer. De gegevens zullen worden gekoppeld aan beschikbare data over bodemeigenschappen, landgebruik en bovengrondse biodiversiteit. Zo biedt de kaart kansen om bodembeheer en -inrichting vorm te geven die de bodembiodiversiteit behouden of zelfs verbeteren.





Slechts
14%
van de beoordeelde
wateren heeft een
goede kwaliteit



BIODIVERSITEIT IN ZOET WATER

Tegenwoordig is het water vaak schoner dan vroeger, wat een positief effect heeft op het aantal soorten in zoetwatergebieden en moerassen. Na een periode van sterke afname is de biodiversiteit dan ook langzaam weer aan het toenemen. Toch blijft de waterkwaliteit op de meeste plekken nog steeds onder de norm.

De ecologische staat van ons zoet water laat een gemengd beeld zien. Ten eerste heeft dat te maken met de variatie in zoetwatersystemen: van grote meren en rivieren tot kleine sloten en poelen. Ten tweede leven er in die systemen allerlei groepen soorten, die elk op hun eigen manier reageren op verandering in milieu en klimaat.

Samengenomen laten de diersoorten in zoet water en moeras na een lange periode van sterke daling sinds 1990 een toename zien. Een belangrijke oorzaak is de verbetering van de waterkwaliteit op het gebied van de nutriëntenbalans en een vermindering van schadelijke stoffen. De chemische waterkwaliteit voldoet overigens nog niet aan de normen in de Kaderrichtlijn Water (KRW). Daarnaast is er de laatste jaren meer aandacht voor natuurvriendelijke oevers en landinrichting en bieden vispassages betere kansen voor vissen, amfibieën en andere groepen.

De trends verschillen per soortgroep. De otter komt in meer gebieden voor dan eerst. De waterafhankelijke amfibieën nemen toe, net als de broedvogels in moeras, zoet water en rietlanden. Ook de aantallen water- en moerasvleermuizen nemen toe. De waterafhankelijke libellen nemen na een eerdere toename weer af. Dezelfde afname zien we bij de zoetwatervissenstand. Met de waterplanten en de macrofauna (kleinere waterdieren, nog zichtbaar met het blote oog) gaat het veelal matig tot slecht.

Nederland bungelt onderaan

De KRW is de Europese richtlijn die tot doel heeft de kwaliteit van al het oppervlakte- en grondwater in Europa te beschermen en te verbeteren. Lidstaten moeten ervoor zorgen dat waterlichamen in 2027 een goede ecologische en chemische toestand hebben. Nederland bungelt onderaan in de lijst van Europese landen wat betreft de waterkwaliteit (www.clo.nl/nl/43808).

Nederland is waterrijk en kent intensief landgebruik; de land-waternexus is dus enorm sterk

Chemische verontreiniging in water leidt tot verarmde aquatische levensgemeenschappen

In ons land spelen de waterschappen en hoogheemraadschappen een sleutelrol op het gebied van de waterkwantiteit en -kwaliteit. De ecologische kwaliteit richt zich op een gezond ecosysteem met voldoende biodiversiteit, natuurlijke waterstromen en goede leefomstandigheden voor waterplanten en -dieren.

De meeste wateren die worden beoordeeld binnen de KRW (het oppervlaktewater in rivieren, grote meren, plassen, kanalen, grotere sloten, de Waddenzee en de kustzone) hebben een matige tot slechte ecologische kwaliteit. Slechts 14% laat een goede kwaliteit zien. In de andere wateren gaat het vaak wel goed met één of twee groepen soorten (gemeten worden de zoetwatervissen, de waterplanten, de macrofauna en de algen).

De ecologische kwaliteit in de KRW wordt niet alleen gemeten aan de hand van de biodiversiteit, maar ook aan de hand van grenswaarden voor schadelijke stoffen, zoals zware metalen, medicijnresten, plastics, en pesticiden. Al deze chemische stoffen geven aan dat er nauwelijks tot geen waterlichaam te vinden is dat niet aangetast is door menselijk handelen.

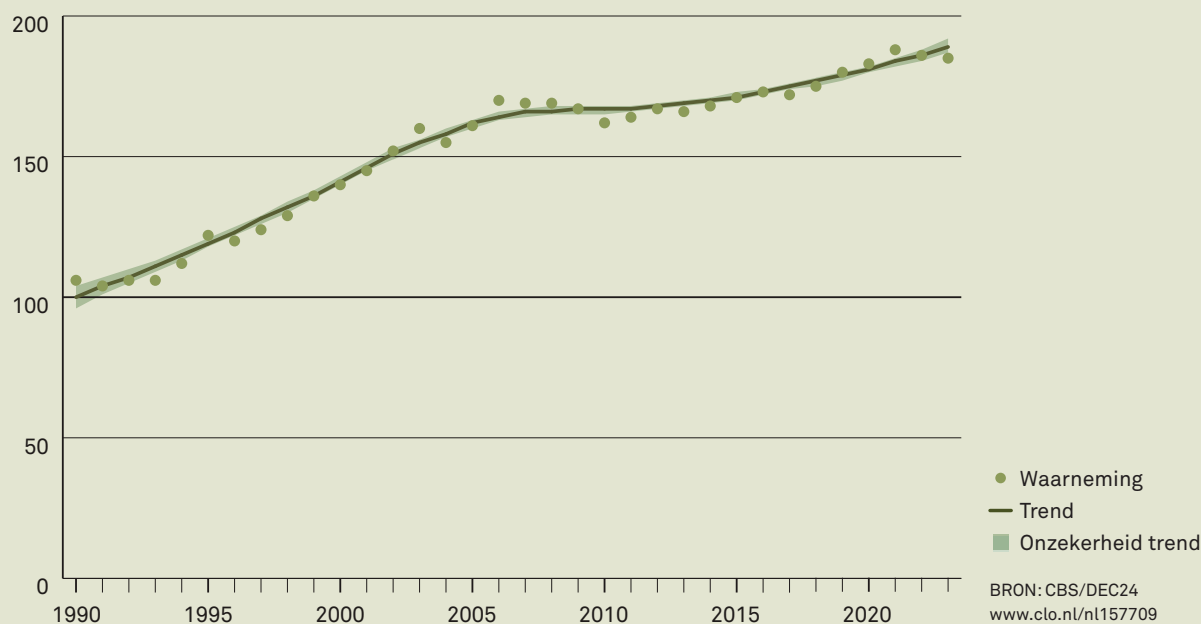
Verarming van sloten

In een groot deel van de oppervlaktewateren zijn onaanvaardbaar hoge concentraties gewasbeschermingsmiddelen te vinden. Die veranderen de soortensamenstelling van het dierenleven en leiden tot een verarming van de sloten (Teunissen-Ordeman & Schrap, 1996; Ieromina, 2016). Ondanks alle maatregelen en aandacht tussen 1997 en 2023 worden er nog steeds bij 40% van alle meetpunten in het oppervlaktewater overschrijdingen van de ecotoxicologische norm gevonden (www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl). Wel zijn dit minder vaak zeer hoge normoverschrijdingen.

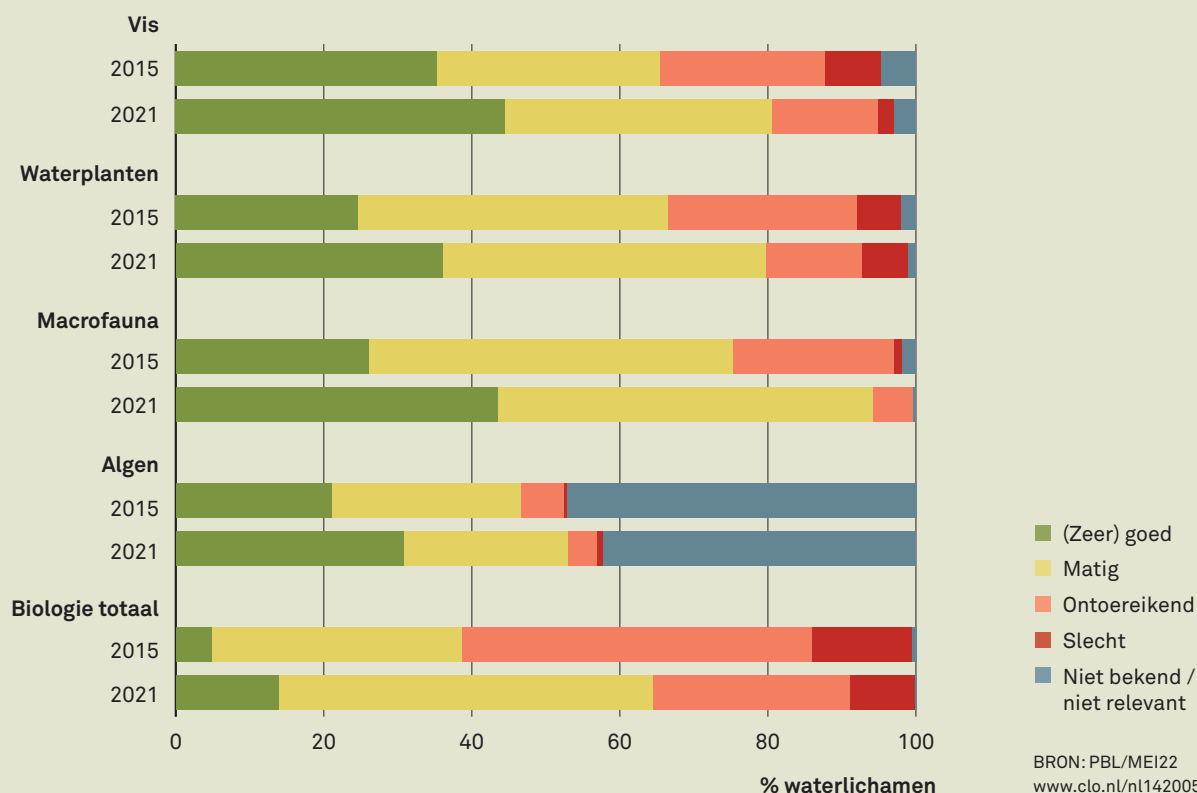
Zelfs in natuurgebieden is de waterkwaliteit matig tot slecht. Dit komt door het geruik van mest, bestrijdingsmiddelen en industriële lozingen in aangrenzende gebieden. Natuurmonumenten onderzocht recentelijk

Fauna in zoet water en moeras

Index (trend 1990 = 100)



Biologische kwaliteit in oppervlaktewater volgens Kaderrichtlijn Water



elf van haar waterrijke natuurgebieden, verspreid over Nederland. De conclusie: geen van de gebieden heeft een goede waterkwaliteit en in zes gebieden laat de trend een achteruitgang zien. Dit leidt volgens het rapport van Natuurmonumenten in alle gebieden tot ernstige schade aan de natuur.

Kleine sloten, groot zelfreinigend vermogen

Zoetwaterbiodiversiteit is van onschatbare waarde voor onze planeet, maar wereldwijd wordt een kwart van de zoetwaterdiersoorten met uitsterven bedreigd. Zoet water maakt slechts 1 tot 2% uit van het totale aardoppervlak, maar 10% van alle diersoorten en zelfs 50% van alle vissoorten leven in zoet water.

In een waterland als Nederland is het belang van water zo mogelijk nog groter dan elders. Onze rivieren, meren, uiterwaardsystemen, sloten en kanalen herbergen een enorme rijkdom aan biodiversiteit. Deze kleine wateren vormen een groot deel van het landschap: sloten vormen een netwerk van 300.000 à

400.000 kilometer (Higler, 1994), waarvan veel soorten afhankelijk zijn. Sloten zijn te beschouwen als een enorme waterzuiveringsinstallatie (Scheffer & Cubben, 2005) wat bijdraagt aan het functioneren van het ecosysteem en de waarde van het landschap (Coalitie Baten schoon Water, 2006). Doordat het kleinere wateren zijn, met meer oevers en beplanting en minder stroming, dragen natuurlijke processen in sloten meer bij aan het reinigen van water dan elders.



Nederland heeft

**1,5
keer**

meer zout water
dan landoppervlak



BIODIVERSITEIT IN ZOUT WATER

De biodiversiteit in de zoute natuur van Nederland staat onder druk. Hoewel er positieve signalen zijn, hebben onder meer menselijke invloeden, klimaatverandering en de introductie van niet-inheemse soorten impact op de ecosystemen.

De Nederlandse zoute wateren, bestaande uit de Waddenzee, de Zuidelijke Delta en de Noordzee, zijn ongeveer anderhalf keer zo groot als het landoppervlak van Nederland. Toch komen er veel minder soorten voor. Er zijn slechts circa tweeduizend soorten gedocumenteerd. Verschillende, met name kleine maar potentieel soortenrijke groepen zijn tot nu toe heel beperkt onderzocht. Daar zijn dus nog toevoegingen te verwachten.

De trends in populaties verschillen per gebied. In de Oosterschelde zijn ze sinds 1990 afgenomen, terwijl de Westerschelde een toename laat zien. In de Waddenzee en Noordzee zijn de aantallen stabiel (zie figuur 1 en 2). Voor die trends worden meerdere oorzaken aangedragen. Zo is in de Westerschelde de waterkwaliteit verbeterd, onder meer doordat er geen ongezuiverd afvalwater uit Brussel meer wordt geloosd (clo.nl/nl159901).

De intensiteit van bodemberoerende visserij, opwarming, de opkomst van niet-inheemse soorten en uitbreiding van offshore windparken spelen vermoedelijk een rol bij de achteruitgang van populaties. Er zijn echter onvoldoende gegevens beschikbaar om de precieze bijdrage van deze drukfactoren te ontrafelen. (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018)

Vertekend beeld

Wel geven deze trends een vertekend beeld. De huidige cijfers worden vergeleken met de situatie in 1990, toen de zoute natuur al zeer verarmd was. Karakteristieke habitats die veel ecosysteemfuncties ondersteunden, zoals platte oesterriffen, borstelwormriffen en zeegrasvelden, waren al lang geheel of grotendeels verdwenen.

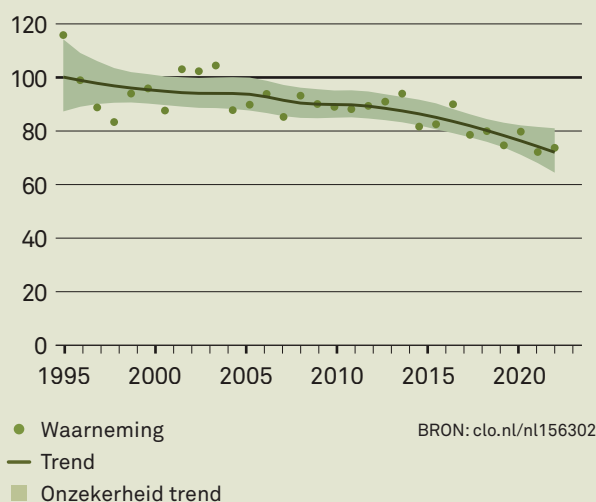
De gegevens gaan daarnaast enkel over soorten die zijn opgenomen in het Compendium voor de Leefomgeving (CLO), dat bijvoorbeeld geen rekening houdt met niet-inheemse nieuwkomers. In de Noordzee lijkt de impact van deze categorie soorten op het ecosysteem beperkt: daar is sinds 2017 slechts één nieuwe niet-inheemse soort gerapporteerd (Staat van de Noordzee, 2023). In de Waddenzee en Zuidelijke Delta neemt het aantal nieuwe niet-inheemse soorten dat wordt waargenomen echter juist toe (Van der Loos & Gmelig Meyling, 2019; Wadden Sea Quality Status Report, 2022). Vele daarvan zijn ook waargenomen in de kustwateren van de Noordzee, zoals de gladde snavelneut, de Amerikaanse strandschelp en de brakwaterkorfschelp.

De snelheid waarmee nieuwe niet-inheemse soorten Nederland bereiken, zou echter niet het enige criterium moeten zijn. De populatieomvang en verspreiding van enkele soorten nemen snel toe. Dit is het best gedocumenteerd voor schelpdiersoorten (Troost et al., 2024). Zo vestigde de Filipijnse tapijtschelp zich in 2008 voor het eerst in Nederland in de Zuidelijke Delta en werd het bestand in 2022 geschat op ongeveer 52 miljoen kilogram. Sinds 2019 wordt deze soort waargenomen in de Waddenzee, waar hij zich nu gestaag uitbreidt.

Figuur 1. Populatienaantal karakteristieke soorten van Oosterschelde

1994 - 2022 | 37 soorten beschouwd

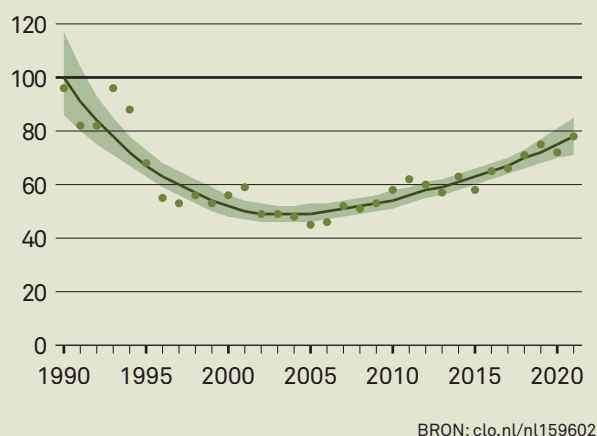
Index (trend 1994 = 100)



Figuur 2. Fauna Noordzee in de kustzone

1990 - 2021 | 107 soorten beschouwd

Index (trend 1990 = 100)



Vissen, vogels en zoogdieren

Binnen soortgroepen zijn de ontwikkelingen uiteenlopend. Met de zeezoogdieren gaat het relatief goed: de gewone en de grijze zeehond zijn de afgelopen decennia sterk toegenomen, zowel in de Delta als in de Waddenzee (zie Zoogdieren, p. 36). Ze staan dan ook sinds 2020 niet meer op de Rode Lijst voor de zoogdieren. De bruinvispopulatie is stabiel, maar staat onder druk door bijvangst en geluidsoverlast, onder andere door de bouw van windparken (Staat van de Noordzee, 2023).

Zeevogels laten een gemengd beeld zien. In het Noordzee-ecosysteem komen die in drie groepen voor: oppervlakte-, waterkolom- en bodemfoerageerders. Die eerste groep haalt de ecologische doelen, bij de andere twee is dat in mindere mate het geval (Staat van de Noordzee, 2023). Vooral met de noordse stormvogel, een oppervlaktefoerageerder, gaat het slecht. Belangrijke drukfactoren zijn versturende effecten door menselijke activiteiten zoals scheepvaart en uitbreiding van offshore windparken (Staat van de Noordzee, 2023). Met name waterkolom- en bodemfoerageerders zijn hier gevoelig voor (Peschko et al., 2024). Ook spelen klimaatverandering en vervuiling mogelijk een rol.

De populatie van vissen die voor commerciële doelen worden gevangen, is sinds 1960 afgenomen (clo.nl/nl007322), maar lijkt zich sinds het begin van de eeuw

te herstellen door verminderde visserijdruk. De populaties van schol, wijting en haring zitten boven het duurzaamheidsdoel, tong en kabeljauw zitten er net onder (Staat van de Noordzee, 2023). De gemiddelde visgrootte is toegenomen, maar ligt nog onder de gewenste waarde. Verder lijken haaien en roggen terug te komen door de afname in visserijdruk, al is het niveau van voor 1950 nog lang niet gehaald (ICES, 2019).

Kleine verschuivingen, grote gevolgen

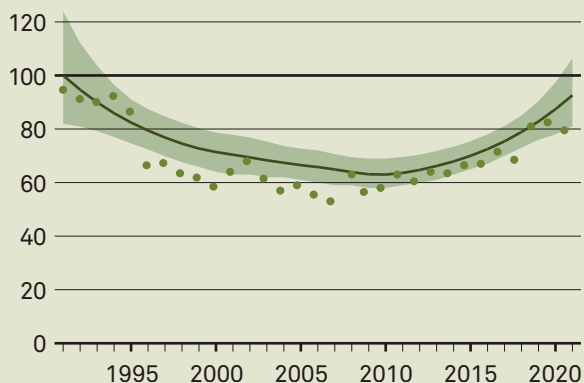
De Zuidelijke Delta, de kustwateren en de Waddenzee hebben een belangrijke rol als 'kinderkamer' voor vissen: soorten als tong, schol en haring leggen eieren in de Noordzee, waarna de larven naar deze kustwateren spoelen en de vissen er hun eerste en/of tweede levensjaar doorbrengen. Die kinderkamerfunctie is sinds 1990 sterk afgenomen, met een stabilisatie sinds 2005 (CLO). Mogelijk heeft dit te maken met de opwarming van het water, waardoor de vissen eerder naar de diepere Noordzee trekken.

Dergelijke verschuivingen in de timing van seizoenspatronen kunnen grote invloed hebben op het voedselweb. Er zijn aanwijzingen dat daar veranderingen in optreden, zoals bij de genoemde kinderkamer, maar de huidige monitoring is niet opgezet om langdurige trends op te merken (Rademaker et al., 2024).

Datzelfde geldt voor de staat van eencellige algen (fytoplankton of bentische diatomeeën) die de basis vormen

Figuur 3. Bodemfauna in de Noordzee
1990 - 2021 | 100 soorten beschouwd

Index (trend 1991 = 100)



BRON: clo.nl/nl159502

van het voedselweb. Zij produceren organisch materiaal via fotosynthese dat de voedselbron is voor vissen, schelpdieren en zoöplankton. In de kustzone lijkt de hoeveelheid fytoplankton af te nemen, terwijl die in de zuidelijke Noordzee toeneemt (Louchart et al., 2023). Maar ook hier zijn meer gegevens over nodig.

Meer habitattypen

Om de biodiversiteit in de zoute natuur te beschermen, is een eenduidige visie nodig over de bescherming van natuurwaarden, naast andere sociaal-economische belangen waar rekening mee moet worden gehouden, zoals het in stand houden van de basiskustlijn, de energietransitie, defensie en transport. De huidige richtlijnen (twee kaderrichtlijnen, het gemeenschappelijk visserijbeleid en de Habitat- en Vogelrichtlijnen) streven allemaal een gezond ecosysteem na, maar zijn net anders ingericht of hebben net een andere doelstelling.

Daarnaast zijn er maar vijf habitattypen gedefinieerd voor de zoute wateren; op land zijn dit er 232. Voor gerichtere bescherming zouden meer kleinschalige habitats kunnen helpen, zoals de zeegaten tussen de Waddeneilanden, die een belangrijke kinderkamerfunctie hebben voor kleine pelagische vissen (vissen die in de open zee, niet in de buurt van de bodem leven), zeegrasvelden of platte oesterriffen. Maar ook de dynamische zandbodem in het zuidelijk deel van de Noordzee is een unieke habitat.



WIERENZONE VAN HET GREVELINGENMEER | FOTO: PETER H. VAN BRAGT



DE RODE LIJST

STOPLICHT VAN DE BIODIVERSITEIT

Op Rode Lijsten is te vinden in welke mate soorten bedreigd zijn. Maar lang niet alle soorten en soortgroepen worden daarin meegenomen. Technieken als beeldherkenning en eDNA kunnen uitkomst bieden.

Een van de belangrijkste methoden om in te schatten hoe soorten ervoor staan, is het maken van een Rode Lijst. In Nederland is voor negentien soortgroepen zo'n lijst vastgesteld. Daarop staan in totaal 462 verdwenen en 3100 bedreigde soorten; respectievelijk 6% en 39% van de 7954 beschouwde soorten.

Waar wereldwijd 28% van de beoordeelde soorten op een Rode Lijst staan, is dat in Nederland met een opvallende 45% aanzienlijk meer. Nederland kent 47.000 soorten, de Rode Lijsten geven dus een beeld van een fractie daarvan. Het aandeel van de soorten dat volgens deze lijsten wordt bedreigd, verschilt sterk per soortgroep. Bij zoogdieren is dit bijvoorbeeld 32% van de soorten met voldoende gegevens, bij vogels 44%, bij mossen 48%, bij bijen 55%, bij paddenstoelen 62% en bij reptielen 77%.

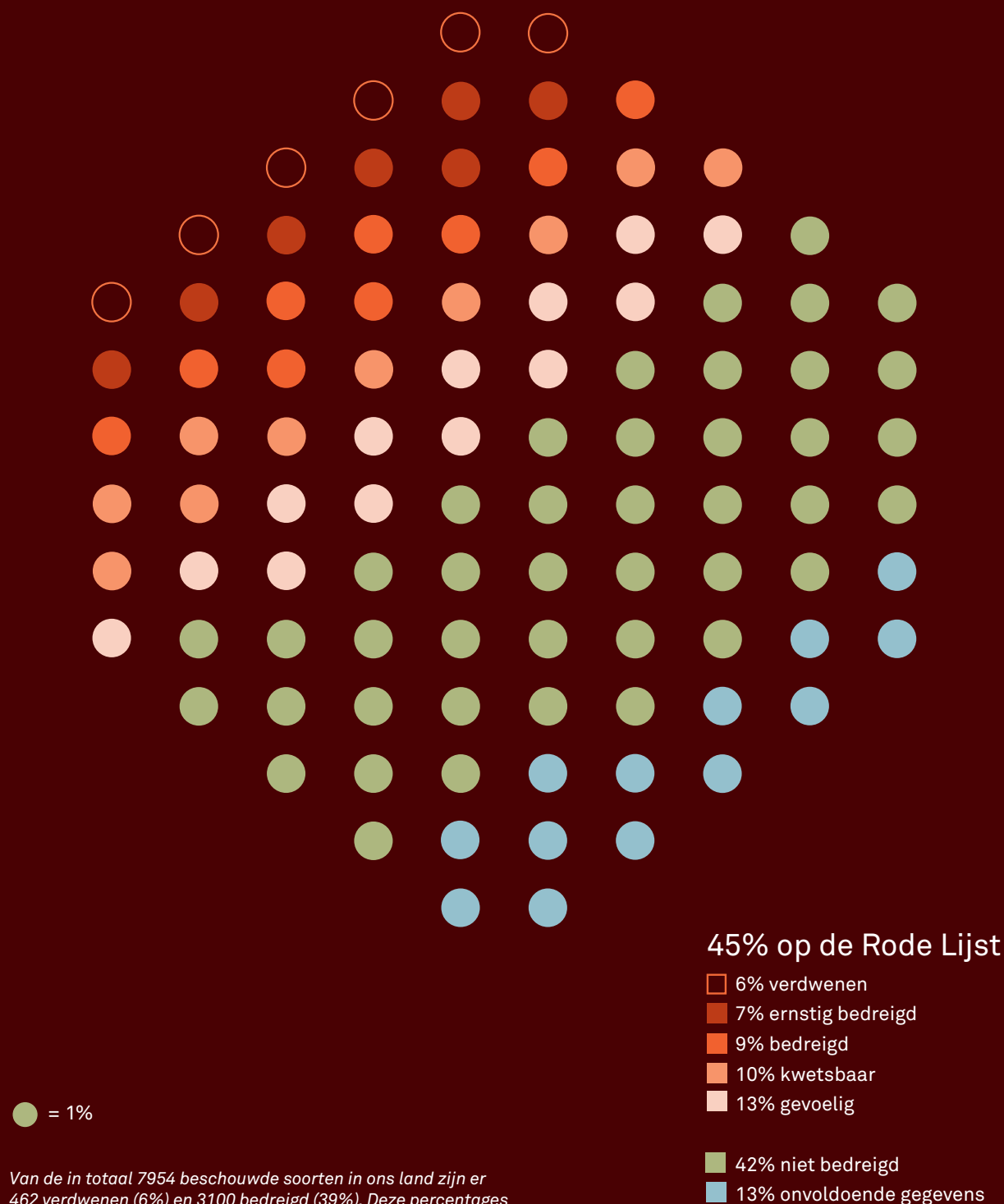
Belangrijk hulpmiddel

Een Rode Lijst wordt als volgt opgesteld. Op basis van beschikbare gegevens maken onderzoekers een inschatting van de grootte van de populatie van een soort, de verspreiding en recente trends. Zo komen soorten in een van de categorieën terecht. Alleen soorten in een van de bedreigde categorieën (variërend van 'uitgestorven' tot 'gevoelig') belanden vervolgens op de Rode Lijst. Niet opgenomen worden soorten in de categorieën 'thans niet bedreigd' en 'onvoldoende gegevens', en de soorten die niet worden beschouwd (waaronder door de mens gehouden soorten als de honingbij).

Rode Lijsten hebben geen juridische status; soorten die erop staan, vallen niet automatisch onder specifieke beschermingsregels. Wel is wettelijk vastgelegd dat de overheid zich inzet voor de bescherming van deze soorten. Provincies dragen zorg voor het treffen van de nodige maatregelen voor het behoud of het herstel van een gunstige staat van instandhouding van Rode Lijstsoorten (artikel 3.57, eerste lid, onder c van het Besluit kwaliteit leefomgeving). Daarnaast wordt van gemeenten en terreinbeherende organisaties verwacht dat ze bij beleid en beheer rekening houden met deze soorten. Rode Lijsten zijn dus een belangrijk hulpmiddel bij natuur- en soortbescherming.

Rode Lijst Nederlandse soorten

2024 | 7954 soorten beschouwd



BRON: clo.nl/nl132306

7954 beschouwde
soorten staat
gelijk aan

17%

van het totaal
aantal soorten in
Nederland



Moderne technieken

De Nederlandse Rode Lijsten worden zo uniform mogelijk gemaakt door dezelfde criteria te hanteren. Toch zijn ze niet altijd goed met elkaar te vergelijken. Zo hebben de hoeveelheid en de kwaliteit van de beschikbare data een grote invloed. Hetzelfde geldt voor de rekenmethoden, die helaas nogal eens verschillen.

Ook zijn alleen Rode Lijsten vastgesteld van soortgroepen die goed worden gemonitord en waarover veel gegevens beschikbaar zijn. Van veel andere soortgroepen is er onvoldoende data beschikbaar om de trend en de zeldzaamheid betrouwbaar te beoordelen. En zelfs over de relatief goed gemonitorde soortgroepen zijn er niet genoeg data om vaker dan eens in de tien jaar een geactualiseerde Rode Lijst vast te stellen.

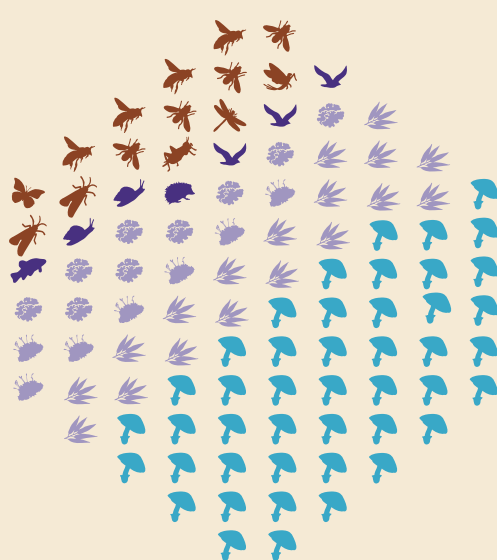
Soorten op de Rode Lijst vallen niet automatisch onder specifieke beschermingsregels

Moderne monitoringstechnieken, zoals eDNA en beeldherkenning, kunnen er wellicht voor zorgen dat sommige soortgroepen in de toekomst beter zijn te monitoren en er meer gegevens beschikbaar komen, zodat ook daarvoor betrouwbare Rode Lijsten kunnen worden opgesteld.

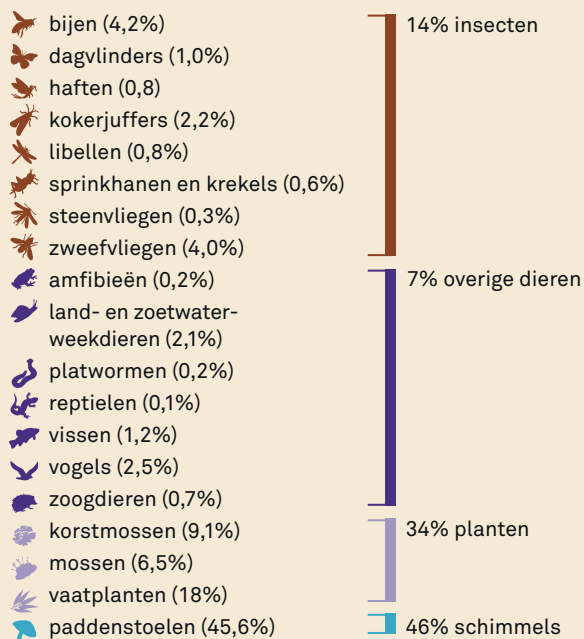
Maaïke de Voogd en Koos Biesmeijer

Naturalis Biodiversity Center

Beschouwde soorten op de Rode Lijst



 = 1%



BRON: clo.nl/nl132306

Van de 7954 bekeken soorten in Nederland zijn planten (34%) en paddenstoelen (46%) het meest vertegenwoordigd, gevolgd door insecten (14%).

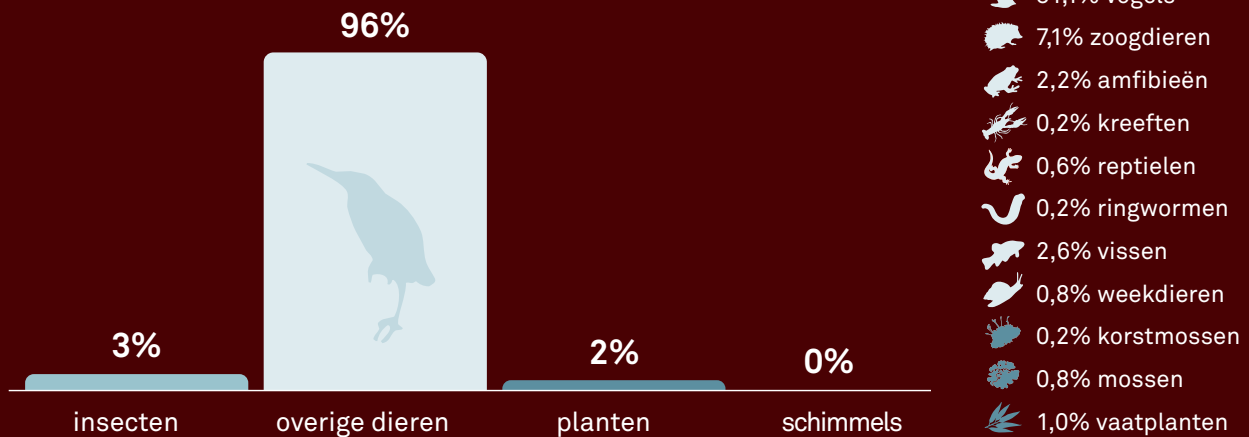


De staat van instandhouding

De bescherming van soorten is binnen het Europese natuurbeleid vastgesteld in Vogel- en Habitatrichtlijnen. De vraag is of de huidige meetmethoden en rapportagecycli voldoende inzicht bieden om de doelen voor 2030 en 2050 te halen.

Staat van instandhouding

2021 | 492 soorten beschouwd



De Vogel- en Habitatrichtlijnen vormen de kern van het Europese natuurbeleid, gericht op het waarborgen van een gunstige staat van instandhouding (Svl) van habitats en soorten. De Svl wordt zesjaarlijks beoordeeld op basis van verspreiding, populatie, leefgebied en toekomstperspectief (met een stoplichtmodel: groen naar rood, waarbij de meest negatieve beoordeling leidend is).

Het einddoel is dat in 2050 alle soorten en habitats op de richtlijnen een gunstige Svl hebben, met als tussenstap in 2030 herstel van ten minste 30% van de soorten die momenteel in (zeer) ongunstige staat van instandhouding verkeren. Daarnaast mag de toestand van geen enkele soort verslechteren. De eerstvolgende update wordt eind juni 2025 ingediend bij de Europese Commissie. De Svl-gegevens in dit statusrapport verwijzen naar de meest recentelijk gerapporteerde staat van instandhouding (clo.nl/nl160403).

De huidige zesjaarlijkse Svl-rapportages, primair gebaseerd op vogels, geven een vertraagd en mogelijk incompleet beeld van de staat van de biodiversiteit in brede zin. Hetzelfde geldt voor de effectiviteit van ons biodiversiteitsbeleid. Het Verbeterprogramma VHR natuurmonitoring is ingericht door het ministerie van LNV om de effectiviteit van de monitoring te evalueren en verbeteren (NBSAP 2025). Hoe Nederland ervoor staat in het bereiken van de doelstellingen is te zien in het Nationaal Dashboard Biodiversiteit.

Om de impact van natuurherstelmaatregelen effectief te meten en tijdig bij te sturen, zijn geavanceerde monitoringstechnieken van grote toegevoegde waarde, evenals het kijken naar momenteel onderbelichte organismen met een snelle respons en levenscyclus. Het integreren van kennis, technologie en beleid geeft Nederland kansen om de negatieve biodiversiteitstrend om te buigen en een duurzame toekomst te waarborgen.

Vogels

0,7%
van alle
soorten

Aantal soorten	341
Waarvan exoten	19
Staat van instandhouding	✓
Rode Lijst	✓
Opmerking	Nederland kent 209 broedvogels, de overige 132 zijn doortrekkers en wintergasten. Daarnaast zijn er vele dwaalgasten en incidentele exoten.

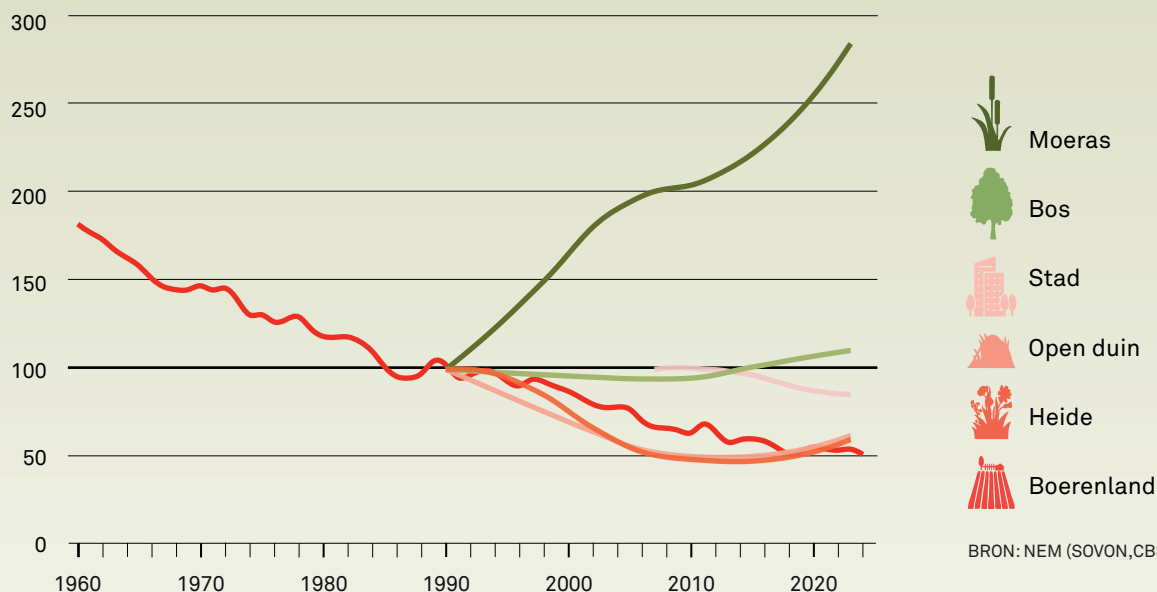


PUTTER | FOTO: GETTY IMAGES

Populatietrend van broedvogels

Per landschapstype | 185 soorten beschouwd

Index (trend 1990 = 100)

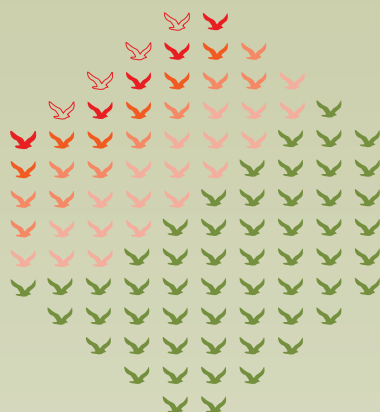


De trend in broedvogels laat een toename zien van 28% sinds 1980, terwijl er ongeveer evenveel soorten in populatie toenemen (92) als afnemen (83). De positieve trend wordt vooral veroorzaakt door nieuwkomers zoals de oehoe, de zeearend, de zilverreigers en Cetti's zanger, die inmiddels algemeen voorkomen en broeden in Nederland.

In het algemeen nemen broedvogels van bos, zoet water en moeras in aantal toe, terwijl de soorten van open natuurgebieden zoals heide en duinen afnemen. De grootste afname is te vinden bij de soorten van het open boerenland, waarvan de aantallen sinds 1960 met 75% zijn gedaald.

Rode Lijst

2016 | 196 soorten beschouwd



 = 1%

44% op de Rode Lijst

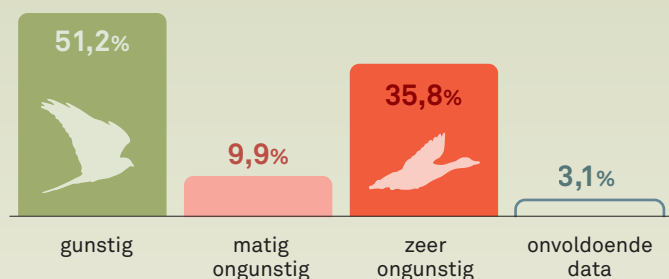
-  4% verduwen
-  5% ernstig bedreigd
-  6% bedreigd
-  10% kwetsbaar
-  19% gevoelig
-  56% niet bedreigd

BRON: clo.nl/nl132306

Veel soorten die een afname laten zien, staan ook op de Rode Lijst. Het aantal soorten op de Rode Lijst neemt niet meer toe sinds 2005, de mate van bedreiging wel.

Staat van instandhouding broedvogels

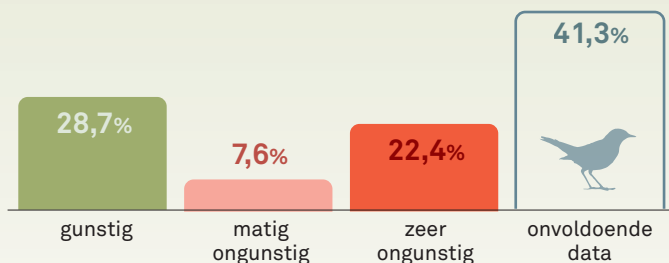
2021 | 162 soorten beschouwd



Met betrekking tot de beleidsdoelen voor 2030 en 2050 – de staat van instandhouding – zijn we er nog lang niet: slechts rond de 40% van de soorten met een beleidsdoel doet het goed. Het aantal soorten met een matig of zeer ongunstige staat van instandhouding is gestabiliseerd op ongeveer 100 soorten broedvogels (rond de 75 in 1980) en 70 tot 80 niet-broedende vogelsoorten (minder dan 60 in 1980).

Staat van instandhouding niet-broedvogels

2021 | 237 soorten beschouwd



BRON: (FOPPEN & VOGEL, 2022)

Ondanks alle inzet en financiering om vogels te beschermen en hun habitat te herstellen, gaat het niet beter met deze soorten. Let wel: zonder de huidige inzet zouden er hoogstwaarschijnlijk veel meer vogels bedreigd of zelfs verduwen zijn. De inzet is alleen onvoldoende om de doelen voor 2030 en 2050 te halen.

Zoogdieren

0,15%
van alle
soorten

Aantal soorten	77
Waarvan exoten	10
Staat van instandhouding	✓
Rode Lijst	✓
Opmerking	Van de 77 zoogdieren zijn er 3 zeezoogdieren.

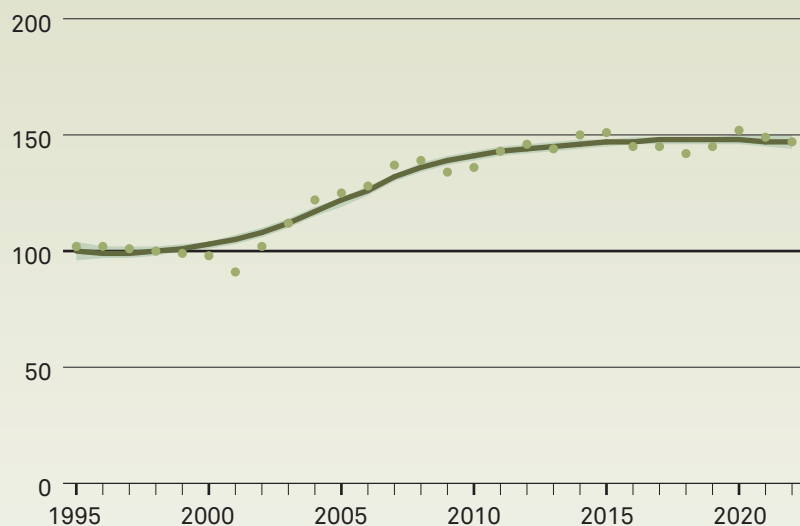


WILDE HAMSTER | FOTO: GETTY IMAGES

Trend van zoogdieren

1995 - 2022 | 35 soorten beschouwd

Index (trend 1995 = 100)



BRON: clo.nl/nl157108

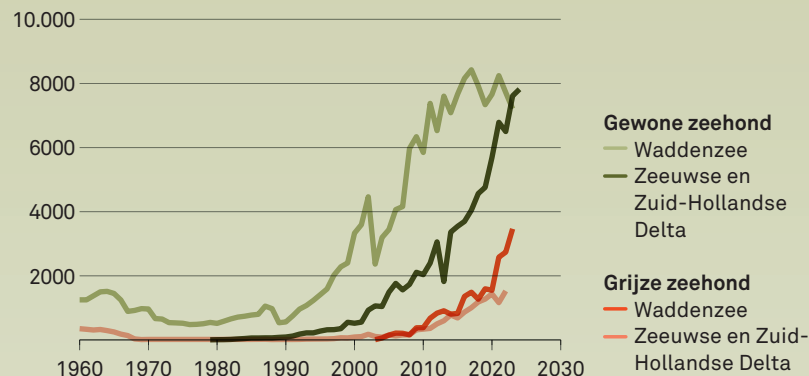
● Waarneming
— Trend
■ Onzekerheid trend

De stand van de zoogdieren is sinds 1990 verbeterd, maar stabiliseert vanaf 2010. 18 soorten zijn in aantal toegenomen, met een sterke verbetering bij de otter, de bever, de hamster, de rosse woelmuis en de franjestaart (een vleermuissoort). Er zijn ook 12 soorten in aantal afgenomen, maar geen daarvan toont een sterke afname. Ten slotte zijn er 4 soorten stabiel gebleven en is voor één soort, de veldmuis, de trend onduidelijk.

De beide soorten zeehonden en de bruinvis zijn daarentegen in de laatste decennia sterk in aantal toegenomen, na bijna te zijn verdwenen in ons deel van de Noordzee.

Gewone en grijze zeehond

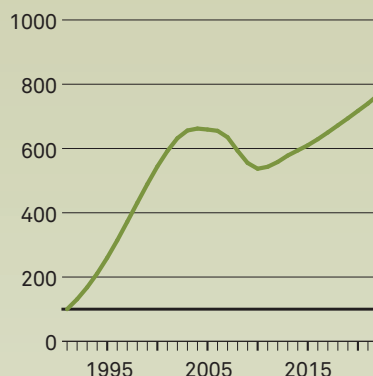
1960 - 2024



BRON: clo.nl/nl123121

Bruinvis in de Noordzee

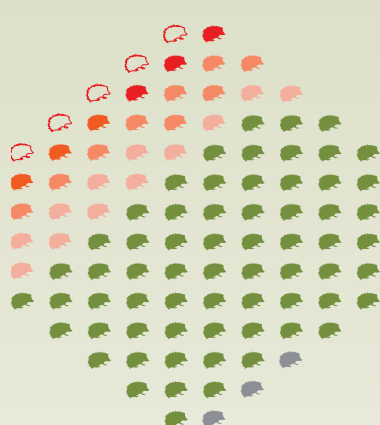
Index (trend 1995 = 100)



BRON: clo.nl/nl125009

Rode Lijst

2020 | 59 soorten beschouwd



1 icon = 1%

32% op de Rode Lijst

- 5% verdwenen
- 3% ernstig bedreigd
- 3% bedreigd
- 9% kwetsbaar
- 12% gevoelig

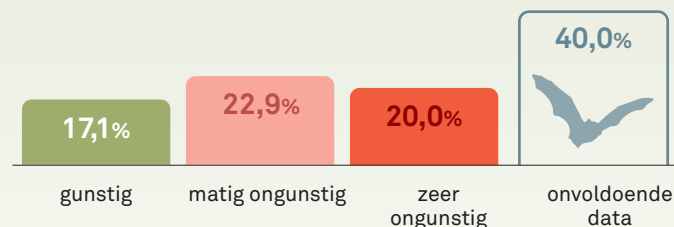
- 65% niet bedreigd
- 3% onvoldoende gegevens

BRON: BASISRAPPORT RODE LIJST ZOOGDIEREN 2020 (VAN NORREN, DEKKER, & LIMPENS, 2020)

Door de genoemde toenames staat een aantal soorten niet meer op de Rode Lijst. Het gaat beter met vleermuizen en soorten die niet meer worden bejaagd. Hetzelfde geldt voor soorten die profiteren van de verbeterde waterkwaliteit. Maar de zoogdieren van het agrarisch gebied zijn er juist slecht aan toe, wat ook blijkt uit het feit dat 11 van de 16 soorten op de Rode Lijst hieronder vallen. Het konijn laat vanaf 2011 een vrije val zien, mede door een virusziekte.

Staat van instandhouding

2013-2018 | 35 soorten beschouwd



BRON: <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/>

Er staan 26 zoogdieren op de Habitatrichtlijn, waaronder 15 vleermuissoorten en 7 zeezoogdieren. Voor 7 van deze soorten is de situatie gunstig, voor 15 soorten (matig) ongunstig. 4 dolfijnsoorten konden niet worden beoordeeld.

De genomen maatregelen dragen dus bij aan een verbeterende trend, maar de beleidsdoelen worden nog vaak niet gehaald. Dat geldt bijvoorbeeld voor de zeehonden en de bruinvis, maar ook voor de hamster.

Amfibieën

0,04%
van alle
soorten

Aantal soorten 21

Waarvan exoten 5

Staat van instandhouding ✓

Rode Lijst ✓

Opmerking Nederland kent 7 salamanders (2 uitheems), 10 kikkers (3 uitheems) en 4 padden.

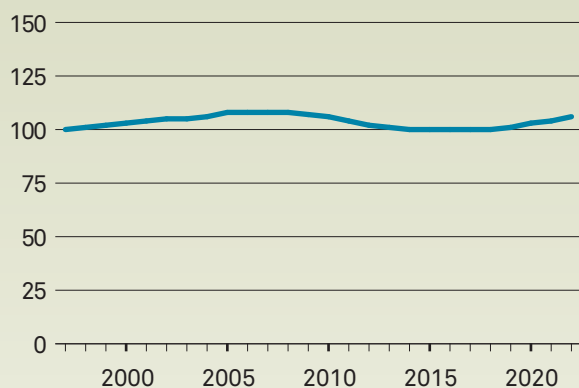


VUURSALAMANDER | FOTO: GETTY IMAGES

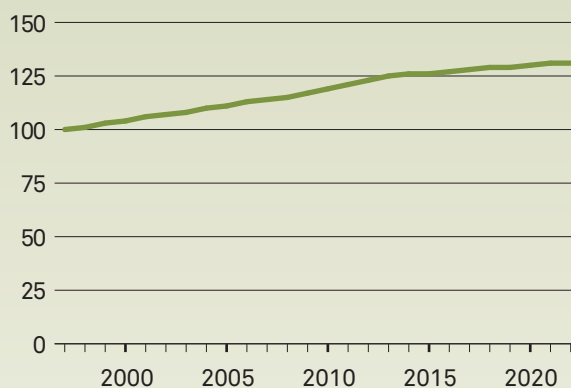
Trend van amfibieën

1997-2022 | 16 en 15 soorten beschouwd

Index (trend 1997 = 100)



— Amfibieën met vuursalamander



— Amfibieën zonder vuursalamander

BRON: clo.nl/nl107719

Na een sterke afname in de vorige eeuw vertonen amfibieën – kikkers, padden en salamanders – weer een gestage toename. Het merendeel van de zestien soorten die inheems zijn in Nederland is in 25 jaar in aantal toegenomen door verbetering van waterkwaliteit, aanleg van poelen, herstel van aangrenzend leefgebied en beschermingsmaatregelen zoals het uitzetten van soorten in gebieden waar die waren

verdwenen. Elf soorten hebben daarvan geprofiiteerd, drie zijn stabiel gebleven. Twee soorten gaan achteruit, namelijk de kamsalamander en de vuursalamander. Vooral met die laatste soort gaat het slecht. Bij de vuursalamander en waarschijnlijk ook de kamsalamander is de achteruitgang toe te schrijven aan een uitheemse schimmelsiekte.

Rode Lijst

2023 | 16 soorten beschouwd



= 1%

44% op de Rode Lijst

- 0% verdwenen
- 6% ernstig bedreigd
- 0% bedreigd
- 38% kwetsbaar
- 0% gevoelig

56% niet bedreigd

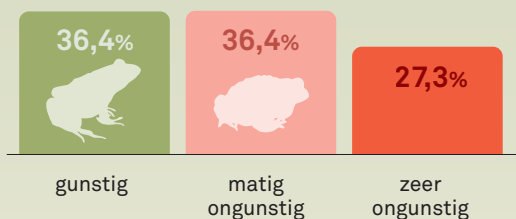
BRON: clo.nl/nl132306

Van de zestien soorten amfibieën staan er zeven op de Rode Lijst (44%). De boomkikker, geelbuikvuurpad en knoflookpad zijn minder bedreigd geworden en daardoor in een lichtere categorie geplaatst dan op de vorige Rode Lijst. De vuursalamander is in een zwaardere categorie geplaatst, omdat deze verder achteruit is gegaan.

(BRON: RAVON RAPPORT 2021.043)

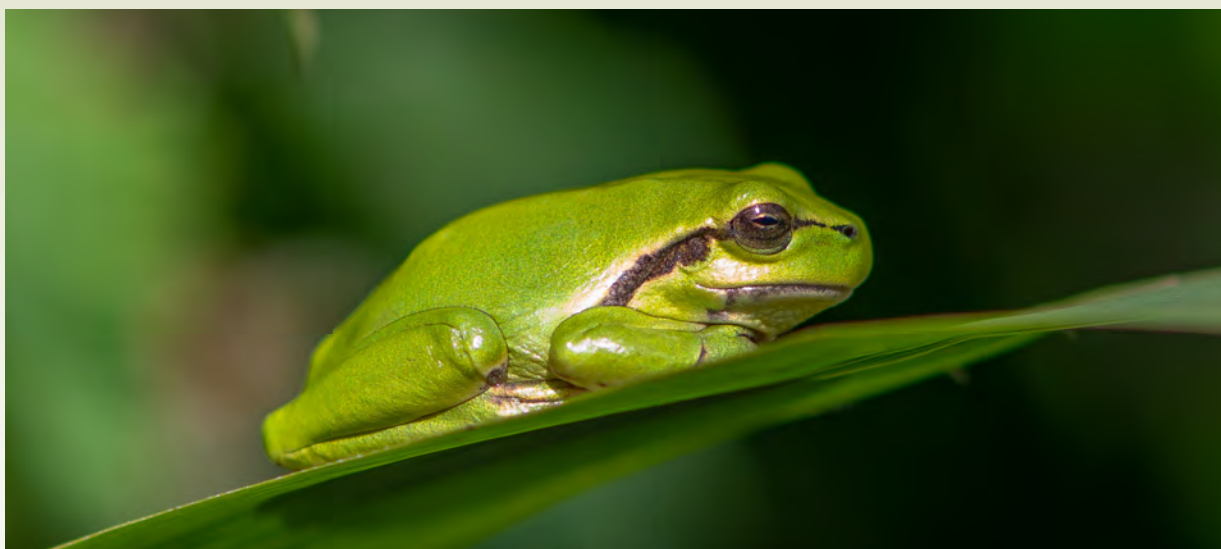
Staat van instandhouding

2013-2018 | 11 soorten beschouwd



BRON: <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/>

Elf van de zestien soorten amfibieën zijn Europees beschermd via de Habitatrichtlijn. De Staat van instandhouding van de meeste is matig tot zeer ongunstig, behalve van de vier kikkers (poelkikker, meerkikker, bastaardkikker en bruine kikker), die het goed doen en stabiel zijn of licht in aantal toenemen. De soorten die het nog steeds slecht doen, vertonen verschillende trends. Bij de kamsalamander en de geelbuikvuurpad is sprake van een sterke afname. De rugstreeppad en de heikikker zijn stabiel, terwijl de boomkikker, de knoflookpad en de vroedmeesterpad zelfs een toename laten zien.



BOOMKIKKER | FOTO: CEES DETERMANN

Reptielen

0,02%
van alle
soorten

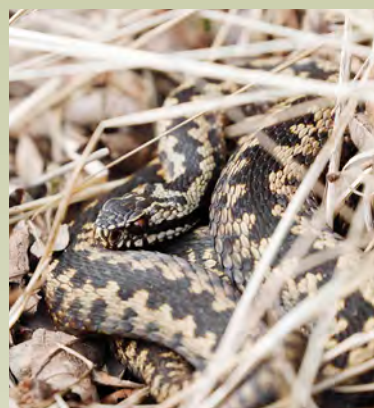
Aantal soorten 9

Waarvan exoten 2

Staat van instandhouding ✓

Rode Lijst ✓

Opmerking Nederland kent 7 soorten inheemse reptielen: 4 hagedissen en 3 slangen.

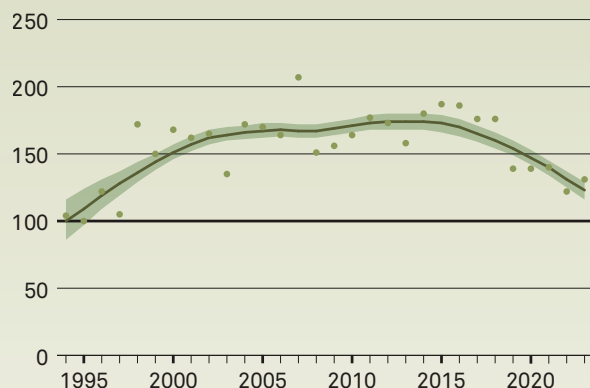


EUROPESE ADDER | FOTO: GETTY IMAGES

Populatietrend reptielen

1990-2023 | 6 soorten beschouwd

Index (trend 1994 = 100)



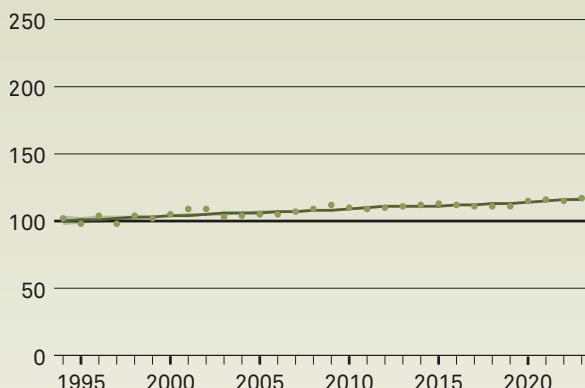
BRON: CLO.NL/NL138421

Onder de reptielen zien we een uitbreiding van verspreidingsgebied en een toename van de populatie ten opzichte van 1994. De laatste twaalf jaar is het beeld echter anders: na een sterke toename tot 2012 nemen de aantallen weer af. De verspreiding toont wel een stabiele positieve trend over de gehele periode.

Verspreidingstrend reptielen

1990-2023 | 6 soorten beschouwd

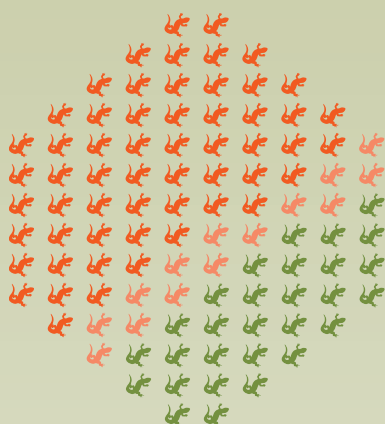
Index (trend 1994 = 100)



● Waarneming
— Trend
■ Onzekerheid trend

Per soort bekeken zijn er duidelijke verschillen. Van vijf van de zeven soorten krimpt de populatie sinds 2012; de zandhagedis en levendbarende hagedis laten een sterke afname zien. Het verspreidingsgebied neemt toe voor alle soorten behalve de adder en de levendbarende hagedis. Die laatste soort is afhankelijk van het cultuurlandschap en heeft waarschijnlijk nog steeds te lijden onder de schaalvergroting en intensivering van de afgelopen decennia.

2023 | 7 soorten beschouwd



 = 1%

71% op de Rode Lijst

- 0% verdwenen
- 0% ernstig bedreigd
- 57% bedreigd
- 14% kwetsbaar
- 0% gevoelig

■ 29% niet bedreigd

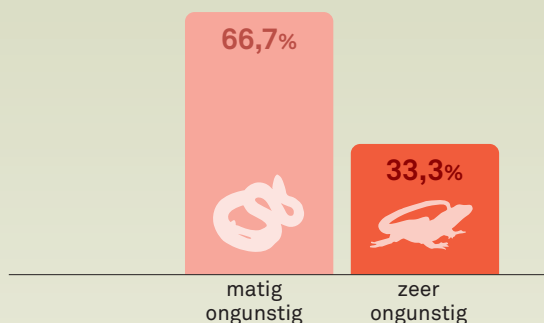
BRON: clo.nl/nl132306

Van de zeven soorten reptielen staan er vijf op de Rode Lijst (71%). In vergelijking met de vorige Rode Lijst Reptielen is de muurhagedis minder bedreigd geworden en in een lichtere categorie geplaatst. De toestand van de overige soorten op de lijst is hetzelfde gebleven.

BRON: RAVON Rapport 2021.043

Staat van instandhouding

2013-2018 | 3 soorten beschouwd



BRON: <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/>

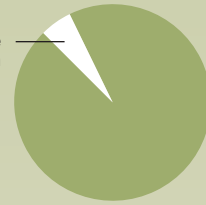
De gladde slang, de zandhagedis en de muurhagedis staan op de Habitatrichtlijn en zijn Europees beschermd. Alle drie vertonen een ongunstige staat van instandhouding in Nederland door een sterke afname in de laatste decennia. Vanaf 2000 laat de gladde slang een afname zien in aantallen, de zandhagedis een grillig patroon, en de muurhagedis een sterke toename.



LEVENDBARENDE HAGEDIS | FOTO: GETTY IMAGES

Vaatplanten

5,3%
van alle
soorten



Aantal soorten	ca. 2500 (waarvan 1134 oorspronkelijk inheems)
Waarvan exoten	ca. 1000
Staat van instandhouding	✓
Rode Lijst	✓
Opmerking	Bomen, struiken en kruiden, maar ook de varens, de wolfsklauwen en aanverwanten behoren tot deze groep.

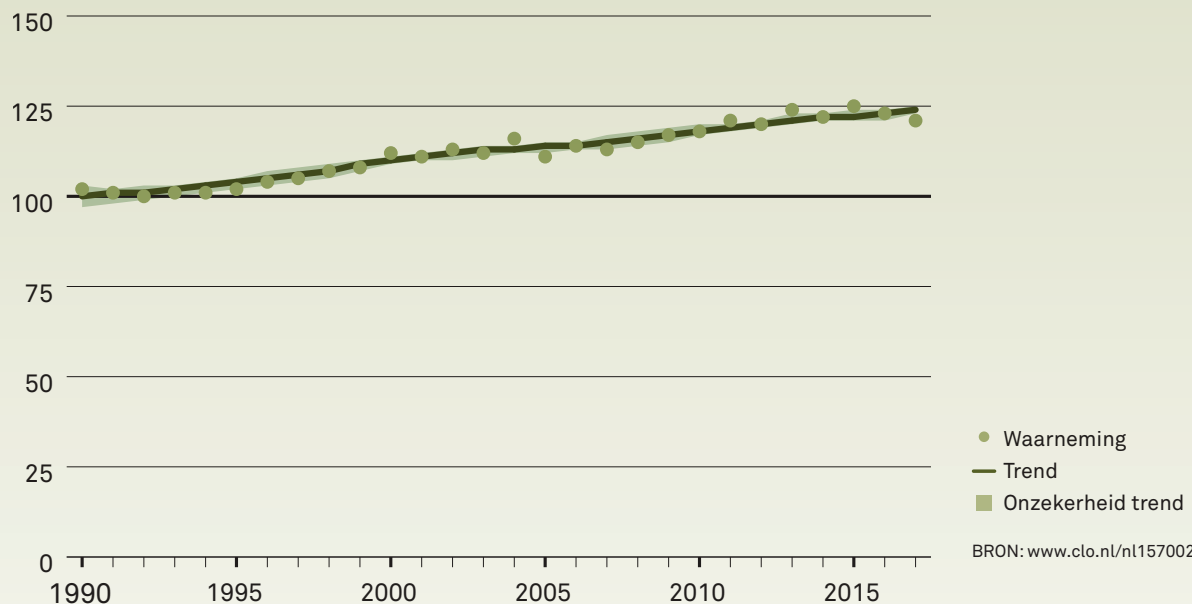


WATERCRASSULA | FOTO: ED STIKVOORT

Verspreiding van vaatplanten

1990-2017 | 926 soorten beschouwd

Index (trend 1990 = 100)



BRON: www.clo.nl/nl157002

Gemiddeld nemen de soorten iets toe in verspreiding. Desalniettemin stijgt het aantal bedreigde soorten inmiddels weer, al is de mate van bedreiging iets minder ernstig.

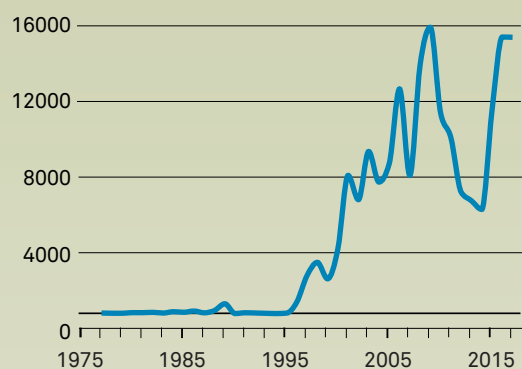
De onderlinge verschillen zijn zeer groot. Vooral soorten van voedselarme gebieden, graslanden,

oevers, bosranden en wateren gaan nog steeds achteruit. Aan de andere kant van het spectrum bevinden zich de exoten. Die laten vaak juist een enorme toename in verspreiding en aantallen zien. Sommige leveren ook problemen op voor natuur- of waterbeheer, zoals de grote watervan, het parelvederkruid en de watercrassula.

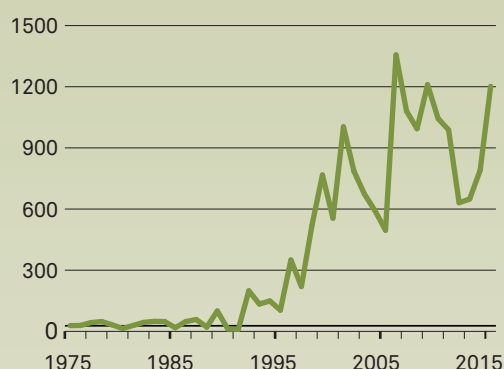
Verspreiding van de exotische grote waternavel en parelvederkruid

Periode 1976-2016

Index (aantal 1976 = 100)



— Grote waternavel

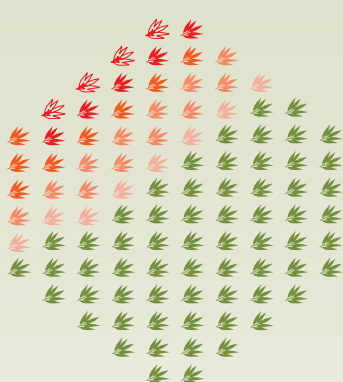


— Parelvederkruid

BRON: clo.nl/nl139803

Rode Lijst

2012 | 1432 soorten beschouwd



= 1%

37% op de Rode Lijst

- 4% verdwenen
- 5% ernstig bedreigd
- 8% bedreigd
- 12% kwetsbaar
- 8% gevoelig

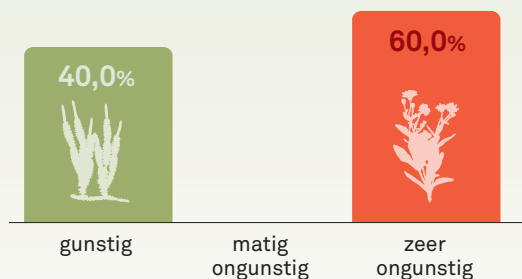
■ 63% niet bedreigd

BRON: BASISRAPPORT RODE LIJST VAATPLANTEN
2012 (SPARRIUS, ODÉ, & BERINGEN, 2014)

Staat van instandhouding

2013-2018

4 soorten + de wolfsklauwen (5 soorten) beschouwd



BRON: nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/

Slechts enkele soorten zijn Europees beschermd en staan op de Habitatrichtlijn, waaronder de groenknolorchis en het kruipend moerasscherm. De groenknolorchis kwam vroeger algemeen voor maar nam sterk af door ontginningen en aanpassingen in het watersysteem. Dankzij natuurontwikkeling zoals het natter maken van de duinen, gaat deze soort nu op enkele plekken weer vooruit. Toch is het herstel niet overal een feit.

Kruipend moerasscherm wordt na lange tijd weer op verschillende plekken in het land gevonden (sinds 1983). De SvI is zeer ongunstig, maar door gerichte natuurontwikkeling gaat de soort langzaam vooruit. Dit laatste geldt ook voor het valkruid waarvan de sterke afname nu gestopt lijkt. De wolfsklauwen gaan als groep vooruit, maar dat komt vooral door een enkele soort: de moeraswolfsklauw.



DE OPMARS VAN UITHEEMS GROEN

Het aantal nieuwkomers in de wilde flora stijgt harder dan ooit tevoren en komt voor het overgrote deel op rekening van activiteiten van de mens. Dit kan de biodiversiteit in sommige gevallen versterken, maar door de grote aantallen tuin- en waterplanten die worden ingevoerd, neemt de kans op overlastgevende invasieve exoten toe.

De 4,5 miljoen tuinen die Nederland telt, hebben een gezamenlijke oppervlakte die tien keer zo groot is als de Hoge Veluwe. Ontsnappende tuin- en aquariumplanten bepalen dan ook in steeds grotere mate de samenstelling van de wilde flora: van de 2500 soorten (Heukels' Flora ed.24) die in het wild voorkomen, zijn er maar 1134 oorspronkelijk inheems. Op de standaardlijst Nederlandse namen van cultuurplanten van april 2024, waarop alle gecultiveerde soorten in de kwekerijen en handel op naam worden gebracht, staan bijna 10.000 namen. Een deel daarvan belandt in het wild; sommige van deze soorten weten zichzelf in stand te houden en 'burgeren in'. De meeste van de ingeburgerde soorten in Nederland zijn momenteel tuinplanten of daaraan gereleerd. Een klein gedeelte, 11 procent, weet op eigen houtje het land te bereiken.

Verstikking versus extra voedingsbron

Planten ontsnappen al jaren uit tuinen – inclusief plantenbakken en bloempotten. Sommige soorten, de zogeheten adventieven, liften onbedoeld mee met kuipplanten of in producten als vogelvoer, waarna ze in het wild belanden. Andere worden actief aangeplant, bijvoorbeeld in plantsoenen en andere openbare ruimten. Door het stedelijk hitte-eiland effect, waar het warm en rotsig is, verspreiden vooral planten uit mediterrane gebieden zich goed. Datzelfde geldt voor water- en moerasplanten. Die worden doorgaans geïmporteerd als vijver- of aquariumplanten, die uit privaat water worden geschept als ze hard groeien en vervolgens in publiek water terechtkomen.

Planten ontsnappen al jaren uit tuinen

Niet alle uitheemse soorten zijn per definitie schadelijk, ze kunnen ook een aanwinst voor onze biodiversiteit vormen. Zo voeden nieuwkomers zoals vroege wolfsmelk en rode ribes de uit hun winterslaap ontwakende insecten omdat ze al vroeg in het voorjaar bloeien. En de vruchten van sneeuwbes en vuurdoorn zijn midden in de winter rijp en daarmee een welkome voedselbron voor bosmuizen en trekvogels. Maar een klein percentage kan zich ontwikkelen tot een zogeheten invasieve exoot, die de lokale flora kan verdringen en

Niet alle uitheemse soorten zijn per definitie schadelijk

grote overlast kan veroorzaken, bijvoorbeeld in de vorm van een lagere biodiversiteit, schade in de landbouw of gevaren voor de gezondheid.

Een bekend voorbeeld is de Japanse duizendknoop, die is geïmporteerd en ontsnapt via botanische tuinen. Een ander is de moerasplant watercrassula, afkomstig uit Nieuw-Zeeland, die in Nederland oevers van vennen en duinplassen overgroeit. Deze plant vormt dikke 'matten' die ervoor zorgen dat het water eronder geen zuurstof en weinig tot geen licht meer krijgt, waardoor leven in dat water sterft door verstikking. Vegetaties van het oeverkruidverbond en andere pioniervegetaties, die al onder druk staan, worden hierdoor verdrongen.

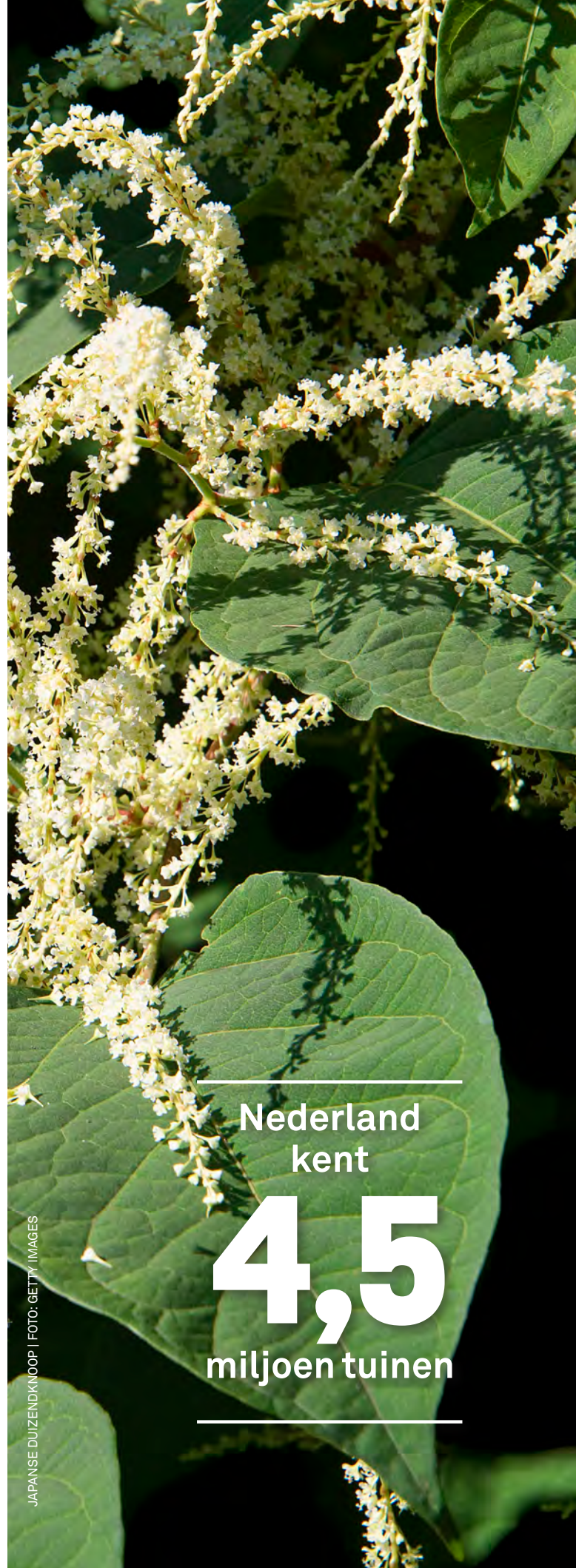
In de kiem smoren

De import van planten is in Nederland aan weinig regels gebonden, waardoor relatief veel soorten de kans krijgen zich te ontwikkelen tot invasieve exoot. Nederland werkt met een negatieve lijst met verboden soorten, in plaats van met een positieve lijst met toegestane soorten. Als een plantensoort wordt verboden, zoeken kwekers doorgaans een alternatief dat slechts minimaal verschilt van de verboden plant. Zo kan een negatieve lijst juist het gevolg hebben dat er meer varianten worden ontwikkeld.

Het is ingewikkeld om te voorspellen welke soorten risicovol zijn, maar als ze zich eenmaal in het wild hebben gevestigd, zijn ze moeilijk te bestrijden. Het is daarom van belang om deze soorten zo vroeg mogelijk in de kiem te smoren of preventief aan de beleidsknoppen te draaien om import en handel te beperken.

Leni Duistermaat & Barbara Gravendeel

Naturalis Biodiversity Center & Hortus Botanicus Leiden

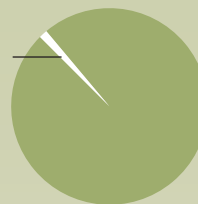


JAPANESE DUIZENDKNOOP | FOTO: GETTY IMAGES

Nederland
kent
4,5
miljoen tuinen

Mossen

1,4%
van alle
soorten



Aantal soorten ca. 700

Waarvan exoten 5

Staat van instandhouding ✓

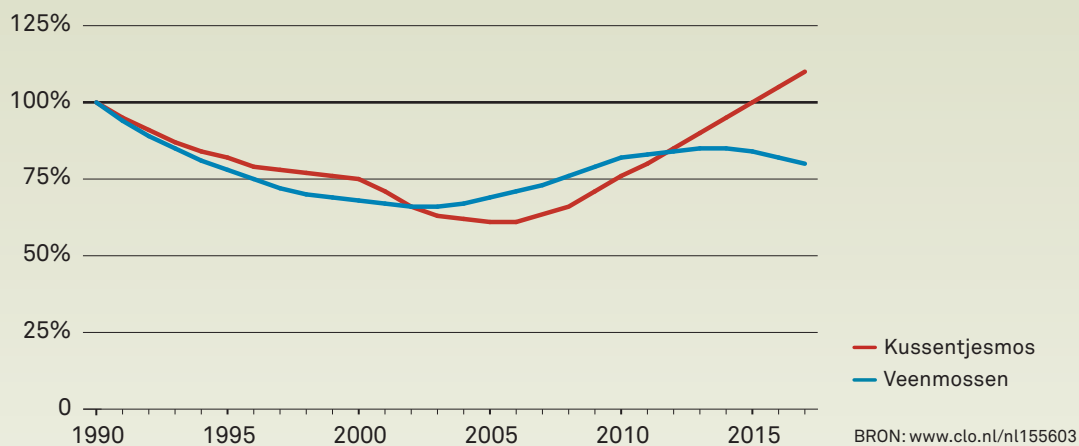
Rode Lijst ✓



KUSSENTJESMOS | FOTO: GETTY IMAGES

Verspreiding van kussentjesmos en veenmossen

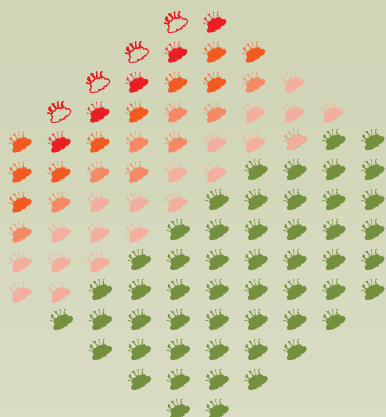
Index (trend 1995 = 100)



Op basis van waarnemingen in de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF) was de trend van de Habitatrichtlijnsoorten kussentjesmos en veenmossen, na een duidelijke achteruitgang vanaf ongeveer 2005 positief. Sinds 2015 lijken de veenmossen echter weer af te nemen.

Rode Lijst

2012 | 517 soorten beschouwd



 = 1%

48% op de Rode Lijst

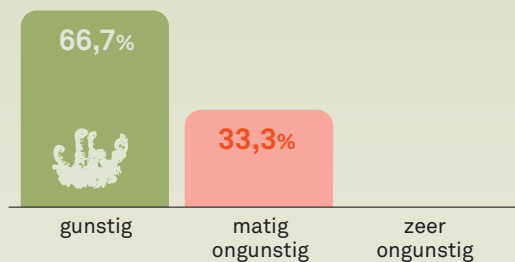
- 4% verdwenen
- 5% ernstig bedreigd
- 10% bedreigd
- 8% kwetsbaar
- 20% gevoelig
- 52% niet bedreigd

BRON: clo.nl/nl132306

Op de Rode Lijst Mossen staan 246 (48%) van de 517 beschouwde soorten. Dit is iets minder dan op de eerdere lijst uit 2000. Drie van de vijf categorieën ('Verdwenen', 'Ernstig bedreigd', 'Kwetsbaar') zijn iets afgenomen, terwijl de categorie 'Gevoelig' gelijk is gebleven en de categorie Bedreigd meer soorten bevat. De voornaamste oorzaken van bedreiging zijn bemesting en verdroging, waardoor vooral soorten van schrale en natte milieus achteruitgaan.

Staat van instandhouding

2013-2018 | 2 soorten + de veenmossen (30 soorten) beschouwd



BRON: <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/>

Hoewel de Svl voor kussentjesmos en veenmossen gunstig is, heeft geel schorpioenmos een matig ongunstige staat van instandhouding. Wel zijn er nieuwe populaties ontdekt in Noordwest-Overijssel, waar de soort sinds het begin van het Meetnet in 2004 gestaag toeneemt. De tonghaarmuts is in 1989 voor het eerst gevonden in Nederland, maar er zijn te weinig systematische waarnemingen om een trend aan te kunnen geven.



GEEL SCHORPIOENMOS | FOTO: H. SIEBEL



KLEINE PLANTJES, GROTE IMPACT

Mossen spelen belangrijke rollen in het leven van dieren en het klimaat. Bovendien zijn ze, samen met korstmossen, te gebruiken om te bepalen hoe het is gesteld met het milieu. Dankzij genetische data weten we nu precies welke soorten er in Nederland zijn.

Mossen vormen een cruciale component van onze biodiversiteit die vaak over het hoofd wordt gezien. Deze kleine, niet-bloeiende plantjes hebben een verrassend grote impact op een breed scala aan Nederlandse ecosystemen: van bossen en duinen tot steden. Mossen zijn schuilplekken voor kleine dieren als insecten, mijten en springstaarten. Vogels voeden zich met deze dieren en gebruiken de mossen bovendien als nestmateriaal. Ook verbeteren mossen het klimaat door water vast te houden, koolstofdioxide op te nemen en zuurstof te produceren.

Mossen groeien vaak samen met korstmossen; schimmels die in symbiose leven met groenwieren en blauwalgen (cyanobacteriën). Met deze organismen is te bepalen hoe het is gesteld met de luchtkwaliteit en andere milieu-omstandigheden, doordat ze zowel voedingsstoffen als vervuilende stoffen opnemen. Vooral op bomen groeiende (korst)mossen reageren snel op veranderingen in de luchtkwaliteit. Dat maakt ze tot goede bio-indicatoren. Als gevolg van zure regen waren bomen in veel Europese stedelijke gebieden tot de jaren tachtig bijvoorbeeld bijna volledig verstoken van mossen en korstmossen.

Sindsdien hebben deze organismen een spectaculaire comeback gemaakt. Stikstofvervuiling zet de gevoelige soorten wel onder druk. Toch worden trends op dit moment nauwelijks beleidsmatig gevolgd, en wordt slechts één mos uit de Habitatrichtlijn gemonitord (zie pagina 46).

Beschermen, monitoren en volgen

Samen met soortenorganisatie BLWG heeft Naturalis genetische data van nagenoeg alle Nederlandse mossen verzameld. Met die data is de identiteit van de eerder bekende mossoorten geëvalueerd. Daardoor is het aantal bekende Nederlandse mossoorten gestegen van 600 naar 700.

Doordat we nu precies weten welke soorten er zijn en in welke habitats ze voorkomen, kunnen we in de toekomst zeldzame soorten beter beschermen, ecosystemen beter monitoren en trends van soorten beter volgen. Zo zou monitoring van mossen op schors, dood hout en de bodem belangrijke ontbrekende informatie over de toestand van onze bossen kunnen opleveren.

Michael Stech

Naturalis Biodiversity Center

Henk Siebel

BLWG

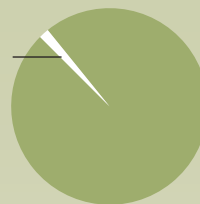
Kaboutermos is een van de meest mysterieuze mossen van Nederland. De soort groeit op schrale humuskantjes en wordt met uitsterven bedreigd.



Circa
100
mossoorten zijn
in Nederland
ontdekt dankzij
genetische data

Korstmossen

1,7%
van alle
soorten



Aantal soorten ca. 800

Waarvan exoten 13

Staat van instandhouding ✓

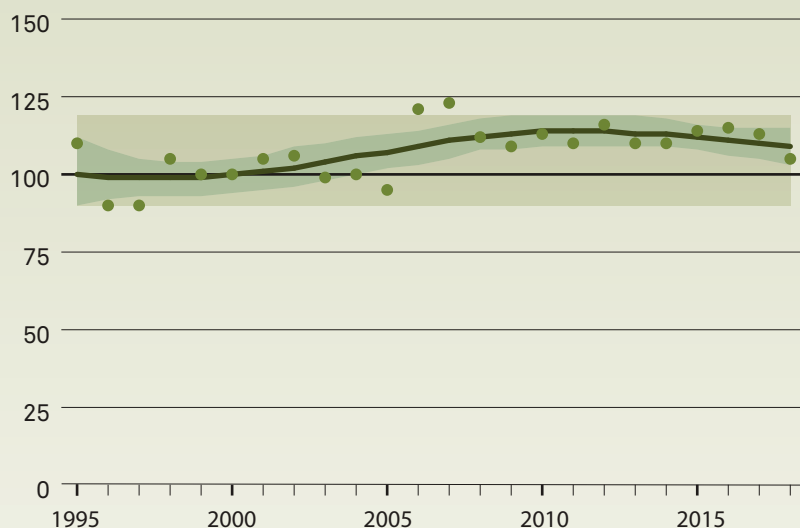
Rode Lijst ✓



RENDIERMOS | FOTO: GETTY IMAGES

Verspreiding van rendiermossen 1995-2018

Index (trend 1995 = 100)



De trend van rendiermossen – de enige korstmossen opgenomen in de Habitatrichtlijn – lijkt sinds 1995 enigszins stabiel. Wel is volgens het Landelijk Meetnet Korstmossen de staat van instandhouding in stuifzanden en duinen negatief. Vooral kleine soorten van stuifzandkorstmossen gaan sterk achteruit.

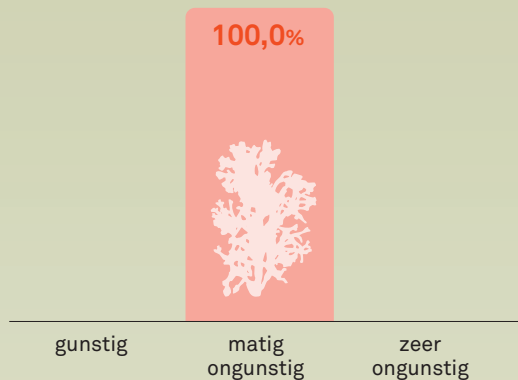
Rendiermossen

- Waarneming
- Trend
- Onzekerheid trend

BRON: www.clo.nl/nl155603

Staat van instandhouding

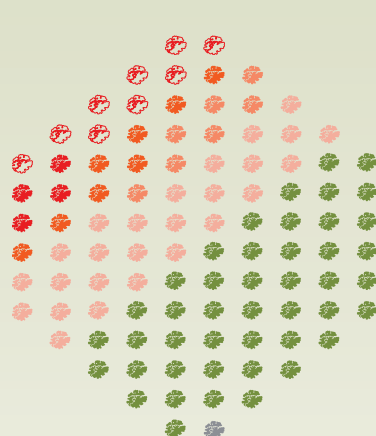
2013-2018 | 5 soorten rendiermossen beschouwd



BRON: nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/

Rode Lijst

2022 | 727 soorten beschouwd



 = 1%

54% op de Rode Lijst

- 9% verdwenen
- 4% ernstig bedreigd
- 8% bedreigd
- 7% kwetsbaar
- 26% gevoelig
- 45% niet bedreigd
- 1% onvoldoende gegevens

BRON: BASISRAPPORT RODE LIJST KORSTMOSSEN 2022 (SPARRIUS, VAN DER KOLK, & VAN HERK, 2023)

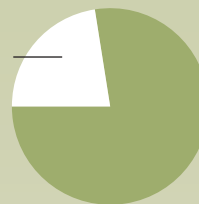
Op de Rode Lijst staan 389 (54%) van de 727 beschouwde soorten. Dit percentage is ongeveer gelijk aan dat van de eerdere lijst uit 2011. Wel zijn de aantallen soorten in de categorieën Verdwenen en Bedreigd duidelijk toegenomen en is het aantal soorten in de categorie Gevoelig afgenomen. De belangrijkste oorzaken van de bedreiging zijn stikstofdepositie, habitatverlies en klimaatverandering. Soorten van kalkarme steen op dijken en hunebedden, eikenbossen en vrijstaande bomen met zure schors zijn recent achteruitgegaan.

De soortenrijkdom van korstmossen op bomen is in de laatste dertig jaar toegenomen, zo blijkt uit provinciale meetnetten. Dit komt door herstel na een periode van vervuiling door zwaveldioxide en doordat soorten profiteren van klimaatverandering. De effecten van ammoniak op korstmossen zijn groter geworden, ook in Natura 2000-gebieden,

volgens resultaten uit Noord-Brabant. Ook al is de uitstoot van ammoniak gedaald, stikstofgevoelige soorten gaan nog steeds achteruit doordat de schors van bomen door ammoniak is verrijkt en ontzuurd. Wel zijn ook de stikstofminnende korstmossen op bomen tussen 1998 en 2016 met ongeveer 30% afgenomen.

Schimmels en paddenstoelen

22,5%
van alle
soorten



Aantal soorten 10.600

Waarvan exoten 226

Staat van instandhouding ⚡

Rode Lijst ✓

Opmerking Deze groep bestaat uit ca. 6300 soorten macrofungi (paddenstoelen) en ca. 4297 microfungi, waarbij deze laatste geen met het blote oog zichtbare vruchtlichamen hebben (dus kleiner dan 1 millimeter).

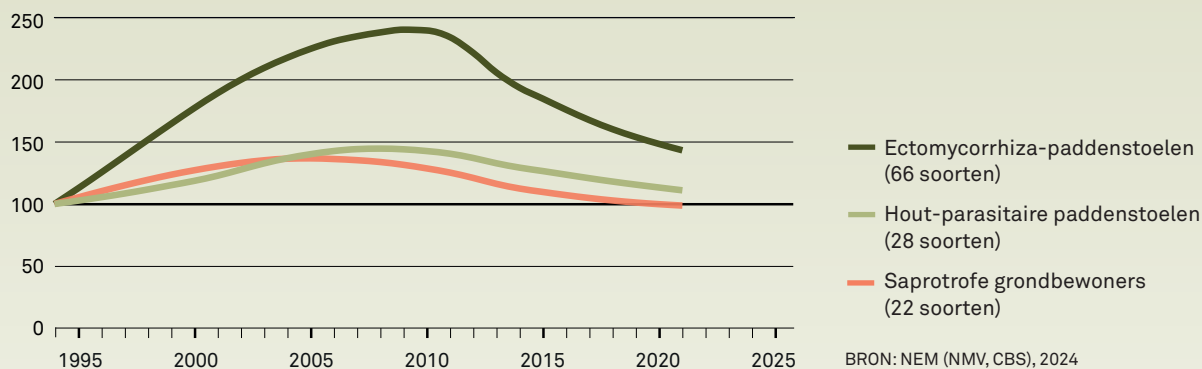


AURISCALPIUM VULGARE | FOTO: HENK HUIJSER

Verspreidingstrend van paddenstoelen

1994-2021 | 116 soorten beschouwd

Index (trend 1994 = 100)



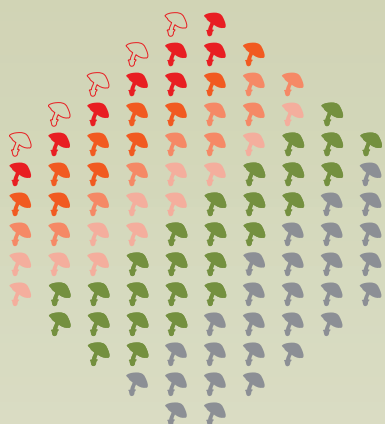
Schimmels zijn alomtegenwoordig in alle ecosystemen. Ze vormen een belangrijke graadmeter voor de staat van de biodiversiteit doordat ze snel reageren op veranderende omstandigheden.

De kennis over de verspreiding en diversiteit van paddenstoelen is gebaseerd op het decennialange

werk van natuurliefhebbers en de Nederlandse Mycologische Vereniging. Al meer dan 25 jaar zijn er gestandaardiseerde NEM-meetnetten (Netwerk Ecologische Monitoring) waarbinnen vrijwilligers paddenstoelen tellen: bospaddenstoelen, paddenstoelen van de zeereep, en paddenstoelen van moerassen en venen.

Rode Lijst

2009 | 3625 soorten beschouwd



 = 1%

45% op de Rode Lijst

-  5% verdwenen
-  8% ernstig bedreigd
-  10% bedreigd
-  10% kwetsbaar
-  12% gevoelig

-  27% niet bedreigd
-  28% onvoldoende gegevens

BRON: clo.nl/nl1052

Er is een Rode Lijst Paddenstoelen uit 2009, die momenteel wordt herzien. Op basis van 2008 is de staat van de Nederlandse biodiversiteit van paddenstoelen ongunstig: 1448 van de 3625 beschouwde soorten worden in enige mate bedreigd en 171 soorten zijn uit Nederland verdwenen.

Onderzoek aan microfungi wordt meestal uitgevoerd in gespecialiseerde laboratoria en is veelal gebaseerd op isolatie van de schimmels zelf of hun DNA uit allerlei substraten. Slechts een fractie van de microfungisoorten wereldwijd is formeel beschreven.

Dat blijkt duidelijk uit de resultaten van op DNA gebaseerde detectietechnieken, waarin veel soorten onbenoemd blijven. Daardoor is de staat van de Nederlandse biodiversiteit van microfungi moeilijk te beoordelen.

BLIK OP DE TOEKOMST

Wat het blote oog niet ziet, kan DNA inzichtelijk maken

Schimmels zitten overal en vormen een significant deel van onze biodiversiteit. Hun voorkomen wordt beïnvloed door klimaatverandering, maar ook door de activiteiten van mensen. In verband met risico's op bijvoorbeeld ziekteverwekkers voor planten, dieren en mensen, of juist met het oog op kansen waarbij schimmels de kwaliteit van de bodem verbeteren of landbouwgewassen tegen andere ziekteverwekkers beschermen, is het belangrijk goed naar de schimmelbiodiversiteit te kijken. Het probleem is alleen dat ze vaak niet met het blote oog zijn te zien. Ook kan het lastig zijn om te onderscheiden waar de ene soort begint en een ander ophoudt. Sommige schimmels zijn kilometers groot – denk aan de schimmeldraden van sommige paddenstoelen – en honderden jaren oud.

Met DNA wordt het opsporen van schimmelsoorten nu een stuk makkelijker en brengen we steeds meer van deze onzichtbare biodiversiteit in kaart. Het Westerdijk Instituut heeft inmiddels, dankzij ARISE, honderden soorten op naam gebracht, inclusief stukjes referentie-DNA waarmee ze zijn te identificeren. Hierdoor kunnen we in de nabije toekomst met een hapje lucht, schepje grond of bekertje water direct zien welke soorten aanwezig zijn. Zo kunnen we alle schimmels met belangrijke functies in de natuur in kaart brengen en hun nut of mogelijke risico's bepalen.

Ewald Groenewald (Westerdijk Instituut voor Schimmelbiodiversiteit (KNAW))



PADDENSTOELEN SAMENLEVERS, OPRUIMERS EN PROFITEURS

Paddenstoelen zijn een belangrijke maatstaf voor de gezondheid van de natuur. De laatste decennia is de populatie er echter anders uit gaan zien: behulpzame paddenstoelen verdwijnen en parasiterende soorten gedijen. Stikstofuitstoot, met name die uit landbouw, is een belangrijke oorzaak.

Een paddenstoel die boven de grond uitsteekt, is maar het topje van de ijsberg: 90 procent bevindt zich onder de grond, waar het uitgebreide schimmelnetwerk cruciaal werk verricht voor de natuur. Hoewel de circa zesduizend paddenstoelensoorten in Nederland dus grotendeels buiten ons zicht opereren, zijn ze onmisbaar voor het functioneren van ecosystemen en voor ecosysteemdiensten. Daarmee zijn de veranderingen in de Nederlandse paddenstoelen een graadmeter voor onze omgang met de natuur. Als er iets verandert in de ondergrondse paddenstoelenwereld, is dat zichtbaar in de wereld erboven.

Negatieve spiraal

Paddenstoelensoorten zijn grofweg in te delen in drie groepen: samenlevers, opruimers en profiteurs. Samenlevers voorzien planten van voedsel en water, in ruil voor koolstof. Opruimers breken dode plantaardige en dierlijke resten af. Profiteurs oefenen een negatief effect uit op hun gastheer, waardoor die verzwakt en mogelijk afsterft.

De Nederlandse paddenstoelenpopulatie is de laatste vijftig jaar aanzienlijk veranderd. Kort samengevat: samenlevers hebben plaatsgemaakt voor profiteurs. En bij de opruimers hebben specialisten plaatsgemaakt voor minder efficiënte opportunisten, waardoor organisch materiaal langzamer wordt afgebroken.

De achteruitgang van samenlevers beïnvloedt het hele ecosysteem. Bomen krijgen onvoldoende voedingsstoffen en water, waardoor hun gezondheid achteruitgaat. Dit heeft ook negatieve gevolgen voor planten en dieren die afhankelijk zijn van bomen. Deze situatie biedt volop kansen aan profiteurs, die de ongezonde bomen verder verzwakken, waardoor het welzijn van de natuur in een negatieve spiraal belandt.

Stikstofcrisis

Stikstof is hierbij de grote boosdoener. Experimenten laten zien dat stikstofdepositie doorslaggevend is bij het verdwijnen van de samenlevers. Als de stikstofdepositie toeneemt, neemt het aantal vruchtlichamen af - het zichtbare deel van de paddenstoel - evenals de grootte van het schimmelnetwerk waarmee de paddenstoel verbonden is met de boom.

Stikstof uit landbouw (ammonium) is bovendien beduidend slechter voor paddenstoelen dan stikstof uit verkeer en industrie (nitraat). Toen in de jaren negentig maatregelen werden genomen om het landbouwdeel van de stikstofdeken in te dammen, had dit zichtbaar effect op de paddenstoelenpopulatie: tot ongeveer 2015 trad er voorzichtig herstel op.

Als de milieuomstandigheden verbeteren, lijken paddenstoelen daar relatief snel op te reageren.

Sindsdien is er weer sprake van achteruitgang. Toenemende stikstofdepositie en klimaatverandering spelen daarin mogelijk een rol, maar we moeten ook rekening houden met de 'stikstofcrisis'. De bodem heeft als het ware een geheugen, waardoor decennia van verwaarlozing nog jarenlang zichtbaar blijven. Als er te lang te veel stikstof op de Nederlandse natuur neerdaalt, kan het ecosysteem afsterven op een kantelpunt. Het is dan niet meer mogelijk om via kleine stappen de paddenstoelendiversiteit te herstellen. Wat in vele jaren is beschadigd, is niet in korte tijd goedge maakt zonder ingrijpendere maatregelen. Eerste resultaten van onderzoek geven aan dat er mogelijk al sprake is van zo'n kantelpunt.

Kurkdroge grond

Het is aannemelijk dat stikstof de gevolgen van klimaatverandering verergert, en andersom. Stikstof hindert de watervoorziening: wortelstelsels en schimmelnetwerken van samenlevers krimpen, en naalden en bladeren hopen zich op tot een dikke laag, waar water moeilijk doorheen komt. Het lijkt er bovendien op dat stikstof het bladerdek waterafstotend maakt: in gebieden met hoge stikstofbelasting is de grond onder de strooisellaag vaak zelfs na meerdere regenbuien kurkdroog.

Doordat natuurliefhebbers jarenlang paddenstoelen hebben geteld, kunnen onderzoekers harde uitspraken doen over deze veranderingen. Paddenstoelen zijn gevoelig voor droogte en de effecten van klimaatverandering. Met name langere droge periodes in de nazomer en de herfst zijn sterk zichtbaar. Daardoor zijn er vaker jaren met minder paddenstoelen. Moderne, op DNA gebaseerde technieken kunnen helpen: daarmee kan rechtstreeks in de bodem worden gekeken of de soort daar nog voorkomt of is verdwenen. De combinatie van traditionele en nieuwe methoden biedt dan mogelijkheden om een vollediger beeld te krijgen van de paddenstoelendiversiteit.

Voor draagvlak voor behoud van de Nederlandse natuur is het van groot belang dat natuurliefhebbers het veld in blijven gaan om waarnemingen te doen; maar ook dat het beleid zich herinnert welke beloften zijn gedaan voor duurzaam biodiversiteitsbehoud. Paddenstoelen zijn daarbij een belangrijke graadmeter voor de manier waarop wij met onze bodem en ons bodemleven omgaan.

Thomas Kuyper

Wageningen University & Research

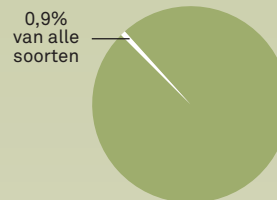
RETIPORUS SULPHUREUS | FOTO: HENK HUIJZER



90%
van een
paddenstoel
bevindt zich
onder de grond



Platwormen



Aantal soorten	ca. 400
Waarvan exoten	5
Staat van instandhouding	⊖
Rode Lijst	✓
Opmerking	Een diverse groep wormensoorten, velen slecht bestudeerd. Ze komen voor in zout en zoet water en op land. Met name in de meiofauna en in zee zijn er nog veel nieuwe soorten te verwachten.



PLATWORM | FOTO: ROY KLEUKERS

Voor de Rode Lijst zijn 13 van de 34 triclade platwormen beschouwd. Dit is een specifieke groep binnen de platwormen; vrijlevend op het land en in het water. Vier soorten staan op de Rode Lijst, alle vier zijn zoetwaterplatwormen.

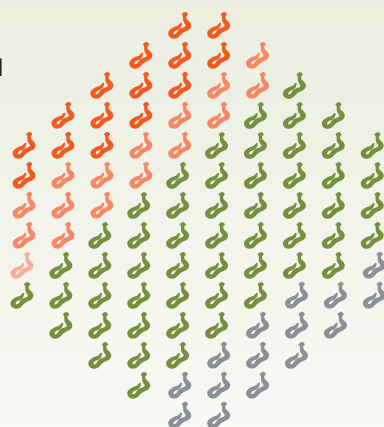
Binnen de groep Triclade kent Nederland vier inheemse soorten. Het aantal uitheemse landplatwormen neemt toe. Ze komen het land binnen doordat ze meeliften met geïmporteerde (pot) planten, zowel via de grond als 'geplakt' aan delen van de plant of het plastic verpakkingsmateriaal. Uit een risicoanalyse blijkt dat er in Nederland zeven uitheemse landplatwormsoorten zijn (Thunissen et al 2020), maar inmiddels is dit aantal gestegen naar

minstens veertien. In omliggende landen zijn soorten aangetroffen die zich ook in Nederland zouden kunnen vestigen. Over de effecten van deze soorten zijn weinig gegevens beschikbaar.

Het effect van de Nieuw-Zeelandse landplatworm is het beste onderzocht. Deze staat op de EU-lijst van invasieve exoten. De soort kan ernstige lokale afname van bodemvruchtbaarheid veroorzaken, wat nadelig is voor de bodemvruchtbaarheid en voor diersoorten die afhankelijk zijn van regenwormen. Door verminderde bodemvruchtbaarheid kan ook de opbrengst van grasland dalen. De soort is gevestigd in het Verenigd Koninkrijk en Ierland. Hij is nog niet in Nederland aangetroffen, maar wordt wel verwacht.

Rode Lijst

2003 | 13 soorten beschouwd



= 1%

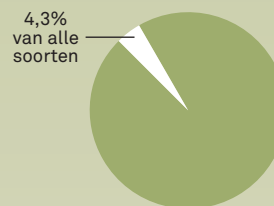
31% op de Rode Lijst

- 0% verdwenen
- 0% ernstig bedreigd
- 15,5% bedreigd
- 15,5% kwetsbaar
- 0% gevoelig

- 54% niet bedreigd
- 15% onvoldoende gegevens

BRON: clo.nl/nl132306

Nematoden



Aantal soorten	ca. 2000
Waarvan exoten	ca. 50
Staat van instandhouding	–
Rode Lijst	–
Opmerking	Naar schatting zijn er duizend tot tweeduizend soorten nematoden in Nederland te vinden, in allerlei biotopen in land-, water- en zeebodems.



NEMATODEN | FOTO: WUR OT, SIMONE BRANDT

Inzicht in de staat van deze groep kleine rondwormen is beperkt doordat onderzoek naar nematoden tot nu toe fragmentarisch is. Wel lijkt er door de klimaatverandering een opmars te zijn van probleemsoorten vanuit zuidelijk Europa. Een klein deel van de nematodensoorten kan serieuze economische schade toebrengen aan land- en tuinbouwgewassen. Vanuit de EU wordt hier streng beleid op gevoerd, uitgevoerd door de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit.

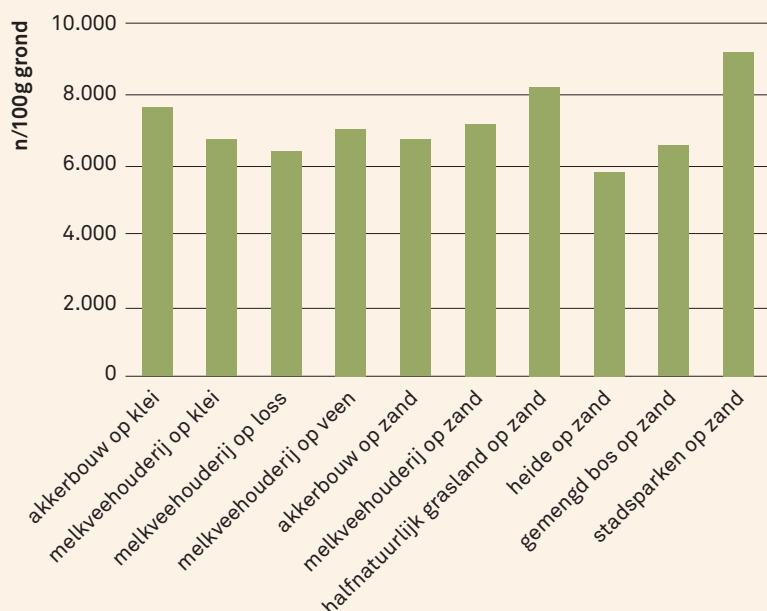
Naast de nematoden die vrij in de bodem leven, is er een kleine groep die als parasiet voorkomt bij mens of dier. Enkele specifieke soorten worden op grote schaal gekweekt en commercieel ingezet voor

biologische bestrijding van insectenlarven. Verder behoort een aantal tropische soorten in Nederlandse kassen tot de exoten.

Door hun activiteiten hebben nematoden invloed op andere organismen en processen in de bodem. Hierdoor spelen ze een belangrijke rol in het functioneren van bodemvoedselwebben. Ze zijn betrokken bij het beschikbaar maken van nutriënten uit organische stof en beïnvloeden de groei en biomassa van hun voedselbronnen, bijvoorbeeld bacteriën en schimmels. Zo dragen ze bij aan gezonde ecosystemen met bodembiodiversiteit en het natuurlijk vermogen om ziekten en plagen te onderdrukken.

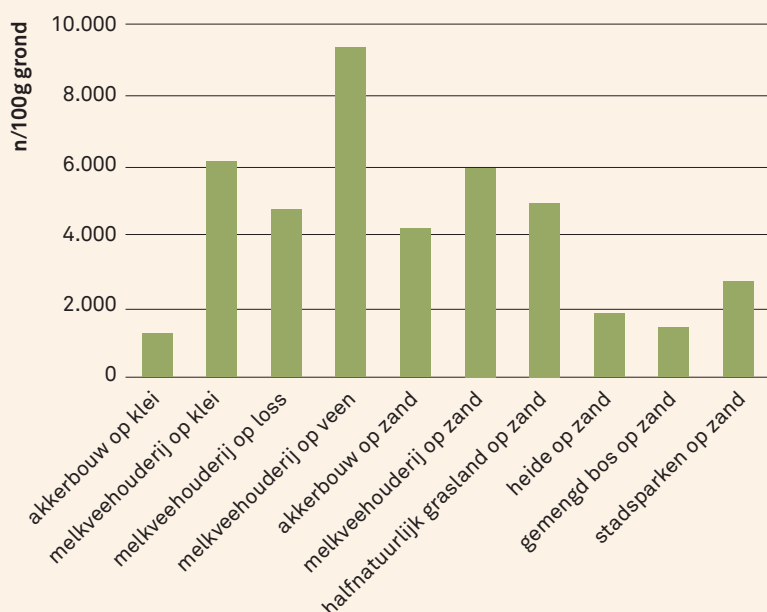
Kwaliteitsmeters

Nematodensoorten



Nematoden hebben goede mogelijkheden om als bio-indicator te worden gebruikt voor de kwaliteit van bodems. Er is al veel over bekend en ze zijn eenvoudig te onderzoeken, onder meer met moleculaire technieken zoals DNA-analyse. Ook reageren ze duidelijk op tal van menselijke activiteiten in en op de bodem. Bij het TRIADE-onderzoek, een beleidsinstrument voor het vaststellen van ecologische risico's, worden nematoden als veldparameter gebruikt.

Nematodenaantallen



De dichtheden en het aantal soorten nematoden voor de tien combinaties van bodemgebruik en bodemtype (referenties voor biologische bodemkwaliteit RBB).

BRON: TYPERINGEN VAN BODEMECOSYSTEMEN IN NEDERLAND MET TIEN REFERENTIES VOOR BIOLOGISCHE BODEMKWALITEIT. RIVM RAPPORT 607604008/2007.



Circa
1100
soorten nematoden
komen voor in
de Nederlandse
bodem



NEMATODEN

ONBEKEND MAAR ONMISBAAR

Nematoden komen voor in elk type grond en vervullen daar een breed scala aan functies. Dat maakt deze wormpjes tot een waardevol middel om meer grip te krijgen op de biodiversiteit in onze bodem.

Al decennialang monitoren we in Nederland verschillende ecosystemen, met name onze watersystemen. Maar wat er precies in onze bodem leeft, is vaak nog een raadsel. Daardoor is moeilijk met cijfers te onderbouwen hoe het met de bodemdiversiteit gesteld is. Er is namelijk geen toegankelijk en betrouwbaar overzicht van welke soorten in welke aantallen in de Nederlandse bodem aanwezig zijn. Een van de meest veelbelovende groepen organismen om hier meer zicht op te krijgen, zijn nematoden.

Brengers van evenwicht

Nematoden behoren tot de talrijkste meercellige organismen in de bodem; deze wormpjes komen in elk bodemtype en onder alle klimaatomstandigheden voor. Doordat nematoden vaak niet meer dan een paar millimeter lang zijn en een verborgen leven leiden, zijn ze relatief onbekend. Toch vervullen ze allerlei essentiële

functies in het bodemecosysteem. Door hun activiteiten beïnvloeden ze andere organismen in de bodem en daarmee het functioneren van bodemvoedselwebben.

Zo nemen nematoden meer stikstof op dan ze nodig hebben. Het overschot geven ze vervolgens af in de vorm van ammoniak, die planten en bacteriën kunnen opnemen. Ook verspreiden ze bacteriën, schimmels en andere micro-organismen door de grond, waardoor die nieuwe voedselbronnen kunnen bereiken. Daar hebben planten en andere bodembewoners dan weer baat bij. Verder reguleren nematoden het evenwicht tussen bacteriën en schimmels, en kunnen ze de microbiële soortensamenstelling beïnvloeden. Bovendien vormen ze zelf voedsel voor andere bodemorganismen.

Nematoden reageren snel op verstoring en verrijking van de bodem

Tegelijkertijd kunnen bepaalde soorten nematoden – onder boeren beter bekend als ‘aaltjes’ – problemen veroorzaken binnen de land-, tuin- en bosbouw. Planten die door deze organismen zijn aangetast, groeien minder goed, waardoor de opbrengst en de kwaliteit van oogst terugloopt. Ook zijn er beperkende im- en exportregels van kracht om de verspreiding van schadelijke nematoden te voorkomen.

Met DNA-onderzoek zijn nematoden te identificeren die moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn

Verder kunnen nematoden een rol spelen in de klimaatverandering, zo beschrijft een in Nature gepubliceerde studie (Van den Hoogen & Geisen et al., 2019). Als de aarde verder opwarmt, eten de nematoden in het noord-poolgebied namelijk meer schimmels en bacteriën. Daardoor komen er meer voedingsstoffen vrij, wat de afbraak van het veen ter plekke versnelt, met een hogere uitstoot van broeikasgassen tot gevolg.

Van ongerept tot zwaar vervuild

Al sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw wordt gezocht naar methoden om via nematoden uitspraken te doen over bodemkwaliteit, vergelijkbaar met de manier waarop dit nu gebeurt bij wateronderzoek. Tot nu toe is dat niet gelukt, onder meer doordat de huidige kennis over nematoden is versnipperd. Projecten waar nematoden deel van uitmaken, staan vaak op zichzelf en hebben meestal een ander doel.

Toch hebben nematoden een enorme potentie als bio-indicator voor bodemkwaliteit. Ze bezetten sleutelposities in bodemvoedselwebben en reageren snel op verstoringen en verrijking van de bodem. Een belangrijk praktisch voordeel is dat ze relatief eenvoudig te bemonsteren en te analyseren zijn. Bovendien bestaat er een duidelijk verband tussen hun structuur – met name de vorm van hun mondholte – en hun functie in het ecosysteem. En hun alomtegenwoordigheid in elk type bodem, van ongerept tot zwaar vervuild, maakt vergelijkingen mogelijk tussen verschillende gebieden en omstandigheden.

Versnipperde kennis

Nieuwe methoden bieden nieuwe kansen om de nematoden in de Nederlandse bodem beter in kaart te brengen. DNA-onderzoek maakt het mogelijk om jonge nematoden en soorten te identificeren die op basis van hun uiterlijk – hun morfologie – moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn. Ook zijn met deze techniek grotere aantallen monsters te verwerken.

Om dit DNA-onderzoek betrouwbaarder te maken, is de bestaande kennis van de morfologie en ecologie van nematoden cruciaal. Een beperking van dit type onderzoek is verder dat het vrijwel onmogelijk is om er de aantallen nematoden in de bodem mee te bepalen. Daarvoor blijft zeker de komende jaren het klassieke onderzoek essentieel, waarbij exemplaren in een monster onder de microscoop worden geteld.

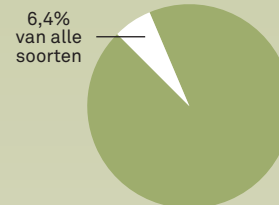
Om de potentie van nematoden als bio-indicator volledig te benutten, is het essentieel om de versnipperde kennis bij elkaar te brengen en via gericht onderzoek te analyseren. Daar zijn meerjarige projecten voor nodig die specifiek op nematoden gericht zijn. Door te investeren in dit onderzoek, kunnen we eindelijk een vollediger beeld krijgen van wat er in onze bodems leeft en hoe gezond deze ecosystemen nu echt zijn.

Harm Keidel

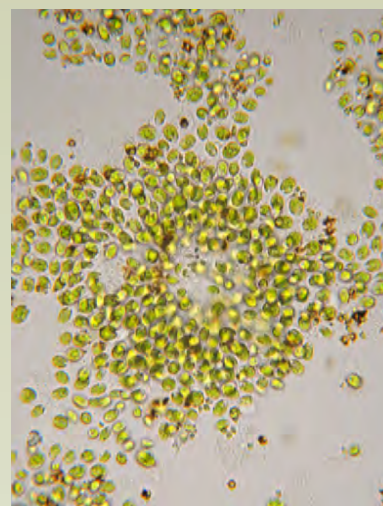
*Bodembiooloog en promovendus,
Universiteit Leiden*



Microalgen



Aantal soorten	ca. 3000
Waarvan exoten	9
Staat van instandhouding	⊖
Rode Lijst	⊖
Opmerking	Microalgen kent diverse taxonomische groepen (doorgaans eencellige organismen). De grootste groep zijn de kiezelwieren, waarvan er ca. 2245 in Nederland voorkomen (in zoet en brak water). Het totaal aantal microalgen is groter dan tot nu toe in kaart gebracht.



MICROALGEN | FOTO: GETTY IMAGES

Beoordeling kwaliteit algen

Kaderrichtlijn Water, 2021



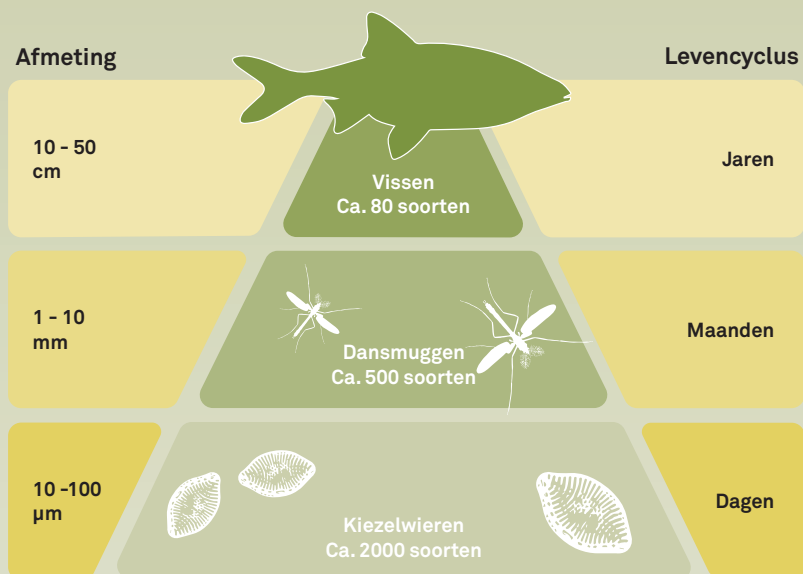
Kwaliteit

- Goed
- Matig
- Ontoereikend
- Slecht
- Niet bekend / niet relevant

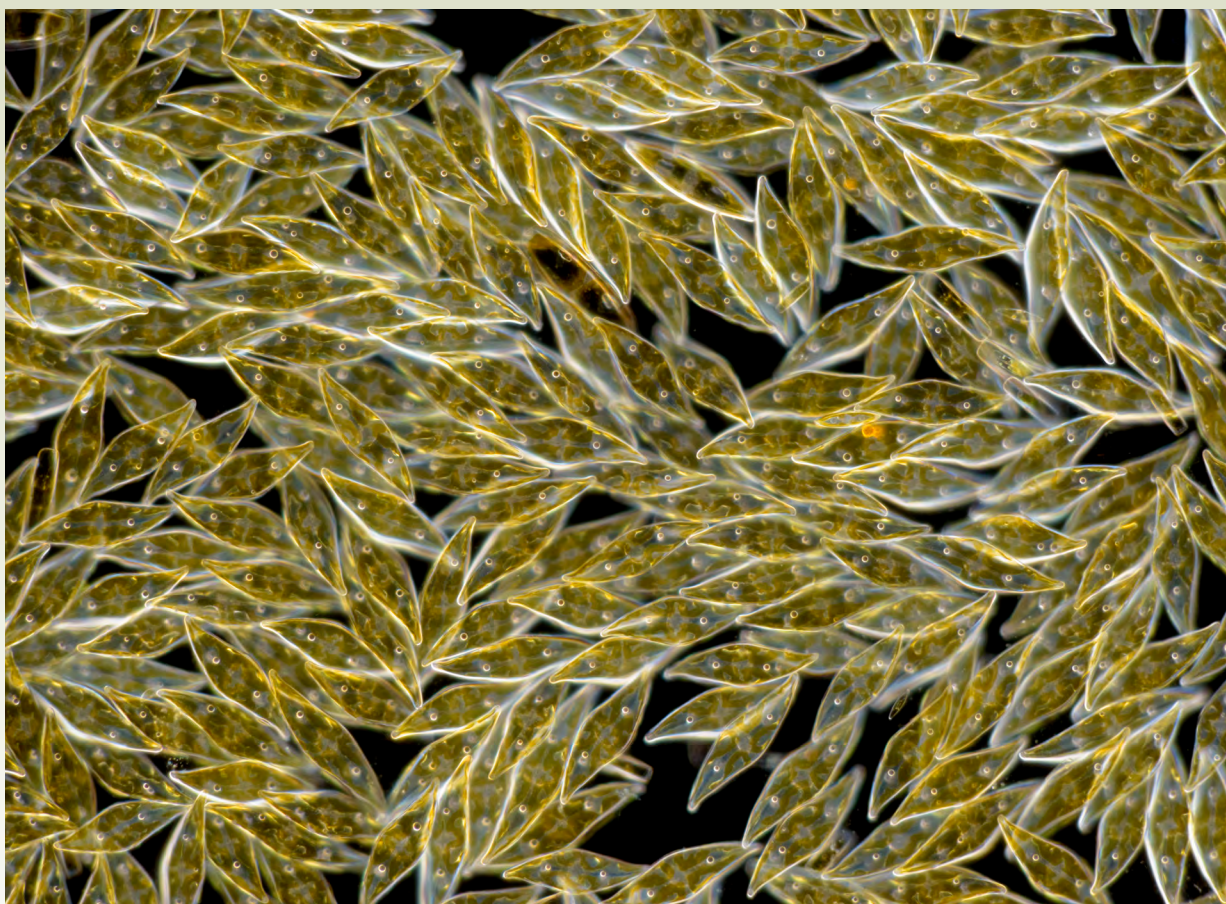
BRON: clo.nl/nl142005

Microalgen behoren tot het fytoplankton, het plantaardige deel van plankton dat aan fotosynthese doet. De grootste groep, de kiezelwieren (diatomeeën), spelen een belangrijke rol als biologische indicator voor waterkwaliteit, omdat ze snel reageren op veranderingen in hun leefomgeving. Ze leven zowel vrij in het water (zout en zoet), als aangehecht aan planten, stenen en andere substraten. Door hun gevoeligheid voor veranderingen in onder andere zoutgehalte, zuurgraad, zuurstofverzadiging, organische belasting en voedselrijkdom, worden kiezelwieren in de meeste Europese landen, waaronder Nederland, gebruikt voor de Kaderrichtlijn Water monitoring.

Gevoelige indicatoren



Kiezelwieren in zoet water zijn net als vissen en dansmuggen een belangrijke biologische indicator voor de waterkwaliteit. Wetenschappelijk onderzoek heeft uitgewezen dat micro-organismen een beter beeld kunnen geven van de invloeden van bijvoorbeeld toxische druk, omdat ze door hun korte reproductietijd sneller veranderingen in de leefgemeenschap laten zien. Door hun omvang zijn ze daarnaast ook gevoeliger voor kleine veranderingen in het water dan organismen hoger in de voedselketen. Bovendien zijn veranderingen in de gemeenschap makkelijker te zien doordat de soortenrijkdom groter is.



KIEZELWIERNEN | FOTO: WIM VAN EGMOND



DIATOMEËN WAAKHOND VAN ONZE WATEREN

Diatomeeën produceren 20 tot 50 procent van alle zuurstof op aarde. Daarnaast zijn ze een ideale indicator voor de waterkwaliteit in Nederland, maar traditionele methoden zijn arbeidsintensief en tijdrovend. DNA-onderzoek kan het monitoren vele malen efficiënter maken.

Voor Nederland is oppervlaktewater – van sloten en vijvers tot rivieren en meren – van groot belang voor de volksgezondheid, landbouw, recreatie en drinkwatervoorziening. Maar toenemende menselijke activiteiten zetten de waterkwaliteit onder druk. Bijna nergens in Nederland voldoet de waterkwaliteit aan de Europese Kaderrichtlijn water. Meststoffen, zware metalen, pesticiden, microplastics en andere stoffen verontreinigen het water en zijn schadelijk voor het milieu en voor de gezondheid van mens en dier.

Waterbeheerders testen eens in de drie tot zes jaar hoe de gezondheid van het water ervoor staat. Dat doen ze onder meer aan de hand van diatomeeën, ook wel kiezelwieren genoemd: microscopisch kleine, eencellige algen die zowel in zoet als zout water voorkomen. Ze doen aan fotosynthese en hebben een fundamentele functie in ecosystemen als leveranciers van voedsel en zuurstof. Hun aandeel in de wereldwijde zuurstofproductie is aanzienlijk: schattingen lopen uiteen van 20 tot 50 procent.

Snellere scan

Diatomeeën reageren snel op veranderingen in hun leefomgeving en zijn daardoor een uitstekende graadmeter voor de waterkwaliteit. Dat monitoren gebeurt nu met traditionele methoden. Monsters worden met de hand verzameld en onder een microscoop onderzocht, waarna de waterkwaliteit wordt bepaald volgens een internationale meetlat: de Indice polluosensibilité spécifique (IPS). Dit proces is kostbaar en arbeidsintensief. Bovendien vergt het vergaande taxonomische kennis.

Nieuwe methoden op basis van DNA kunnen dit proces stroomlijnen en versnellen, maar zijn alleen toepasbaar als ze dezelfde betrouwbare informatie geven als traditionele methoden. Onderzoekers hebben daarom twee jaar lang diatomeeënmonsters in een groot aantal waterschappen op twee manieren onderzocht: met traditionele methoden en met DNA-technieken, waarbij DNA uit monsters wordt vergeleken met een database vol bekende DNA-barcodes.

De verschillende onderzoekstechnieken leverden niet exact dezelfde, maar wel vergelijkbare resultaten op. Dat biedt mogelijkheden voor ontwikkeling van een goedkopere, snellere 'quickscan' van de waterkwaliteit op basis van DNA, die minder afhankelijk is

van specialistische kennis. Daarbij kan een DNA-scan binnen een week resultaten leveren waar bij microscopisch onderzoek enkele weken of maanden voor nodig zijn. Hierdoor kan deze methode vaker worden ingezet en zijn ontwikkelingen in het water sneller te signaleren. Voor een uitgebreidere analyse van het ecologische systeem is DNA echter niet altijd toereikend. In die gevallen kan worden teruggegrepen naar traditionele methodiek, waarmee gericht onderzoek kan worden gedaan.

Een DNA-scan van de waterkwaliteit kan binnen een week resultaten leveren

Negatiever beeld

Het is belangrijk om te beseffen dat er nog beperkingen zijn bij het gebruik van DNA-onderzoek voor waterkwaliteit. De huidige referentielijst met DNA-codes omvat slechts 7 procent van alle bekende taxonomische eenheden (taxa) die we met een microscoop kunnen identificeren. Bovendien blijkt dat de taxa die wél in de DNA-database zitten, relatief vaak soorten zijn die wijzen op slechte waterkwaliteit (ze hebben een lagere IPS-waarde). Het gevolg hiervan is dat DNA-onderzoek vaker een negatiever beeld van de waterkwaliteit schetst dan traditionele methoden.

Toch betekent dit niet dat het DNA-onderzoek onbetrouwbaar is. De verschillen zijn verklaarbaar en vallen binnen een acceptabele marge. Wel geven de DNA-technieken een iets ander beeld van de werkelijkheid dan de traditionele methoden, en het is lastig te bepalen welke van deze beelden 'beter' is. De voordelen zijn echter duidelijk: het geeft ons toegang tot cruciale micro-organismen die met traditionele methoden moeilijk te onderzoeken zijn.

Kevin Beentjes

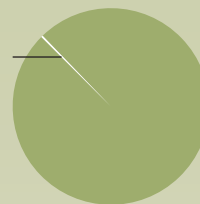
Naturalis Biodiversity Center



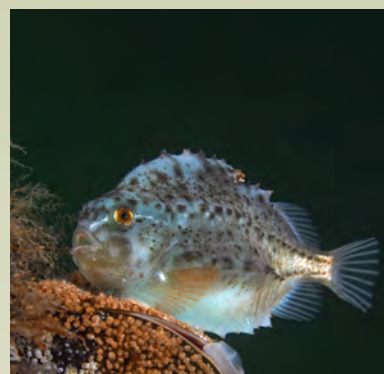
**20
tot
50
procent**
van de zuurstof
op aarde wordt
geproduceerd
door diatomeeën

Vissen

0,38%
van alle
soorten



Aantal soorten	ca. 180
Waarvan exoten	36
Staat van instandhouding	✓
Rode Lijst	✓
Opmerking	59 van de 180 vissen zijn zoutwatervissen.

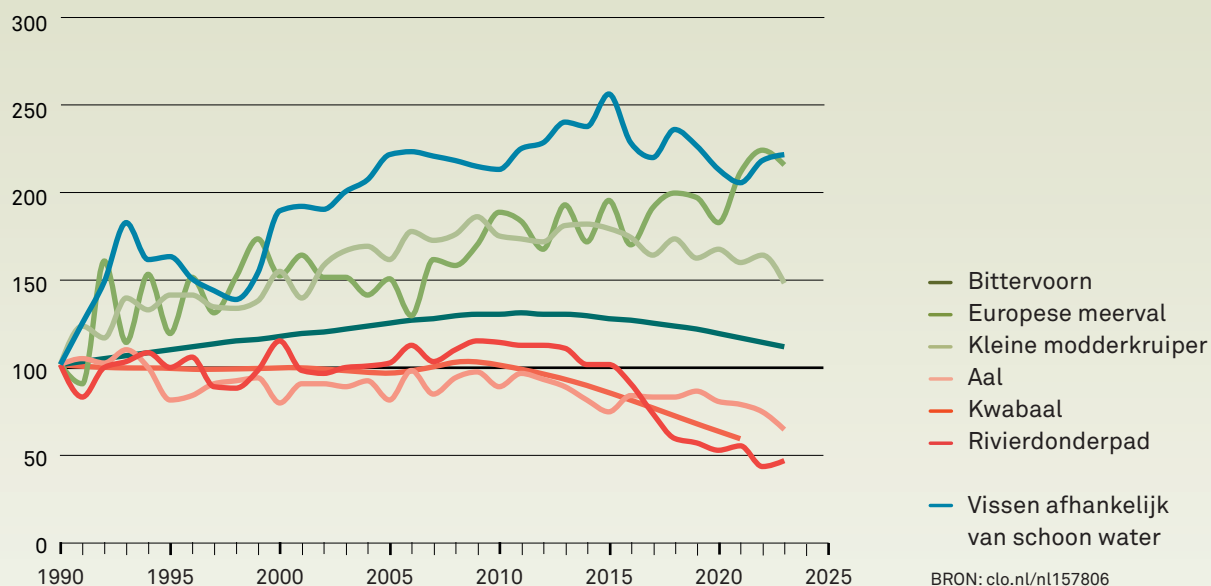


SNOTOLF | FOTO: MARION HAARSTMA

Verspreidingstrend van zoetwatervissen

1990-2023 | 6 soorten beschouwd

Index (trend 1990 = 100)

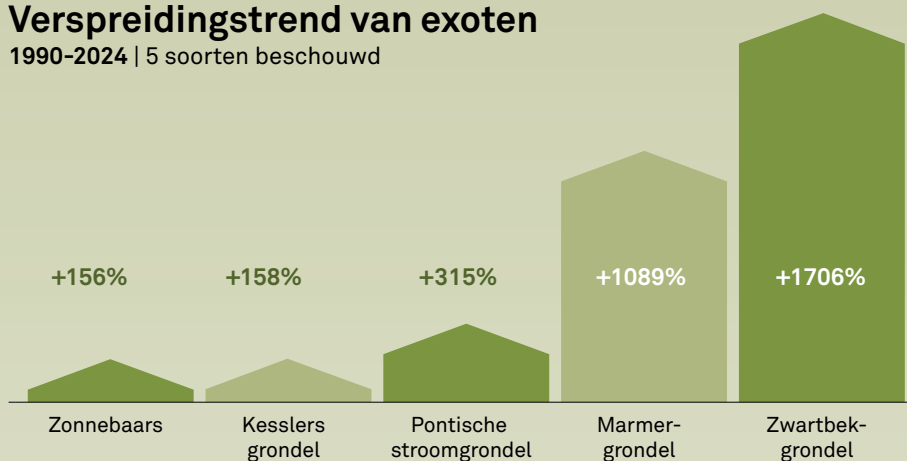


De zoetwatervissen zijn tot 2012 dankzij de verbeterde waterkwaliteit in aantal toegenomen, maar nu is er weer sprake van afname, vooral bij soorten afhankelijk van schoon water, zoals de bittervoorn, het biermpje, de zeelt en de snoek. Van 47 soorten vissen kunnen trends worden bepaald door het monitoringsnetwerk van vrijwilligers en waterschappen. De Europese meerval en de bittervoorn laten een

sterke toename zien. 6 soorten vertonen een matige toename, waaronder de sneep, de elrits en het vetje. 16 inheemse soorten zijn stabiel. 8 laten een matige afname zien, waaronder de aal en de kwabaal. De rivierdonderpad is sterk in aantal afgenomen. Het grote aantal exoten onder de Nederlandse vissen laat een sterke toename zien, waaronder 4 soorten grondels en de zonnebaars. (Ravonbalans 2024)

Verspreidingstrend van exoten

1990-2024 | 5 soorten beschouwd

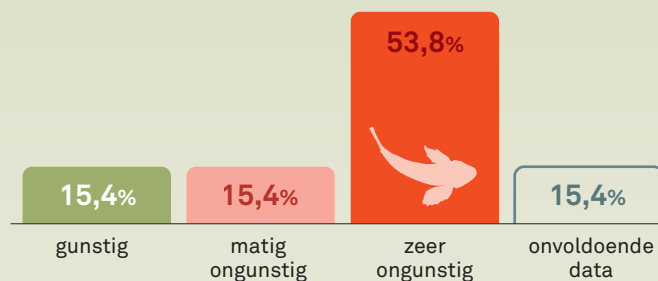


BRON: clo.nl/nl157806

<https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/kwabaal>

Staat van instandhouding

2013-2018 | 13 soorten beschouwd

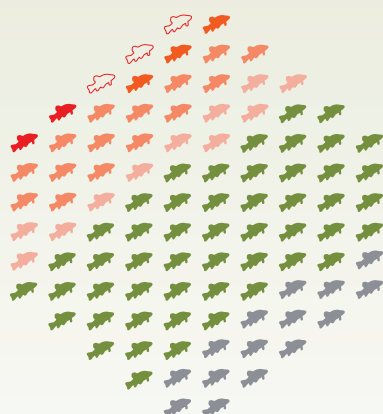


BRON: <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/>

Een aantal vissoorten is Europees beschermd via de Habitatrichtlijn. Hiervan is de kleine modderkruiper de enige die het goed doet en flink in aantal is toegenomen. De andere soorten hebben een ongunstige staat van instandhouding, maar laten verschillende patronen zien: de bittervoorn is sterk toegenomen en sinds 2010 stabiel, de grote modderkruiper is min of meer stabiel, de rivierdonderpad neemt sterk af vanwege verdringing door exotische grondelsoorten. De beekdonderpad en de rivier- en beekprik komen te weinig voor om goede trends te kunnen berekenen.

Rode Lijst

2011 | 99 soorten beschouwd, waarvan 59 zoutwatervissen



 = 1%

34% op de Rode Lijst

-  3% verdwenen
-  2% ernstig bedreigd
-  3% bedreigd
-  15% kwetsbaar
-  11% gevoelig

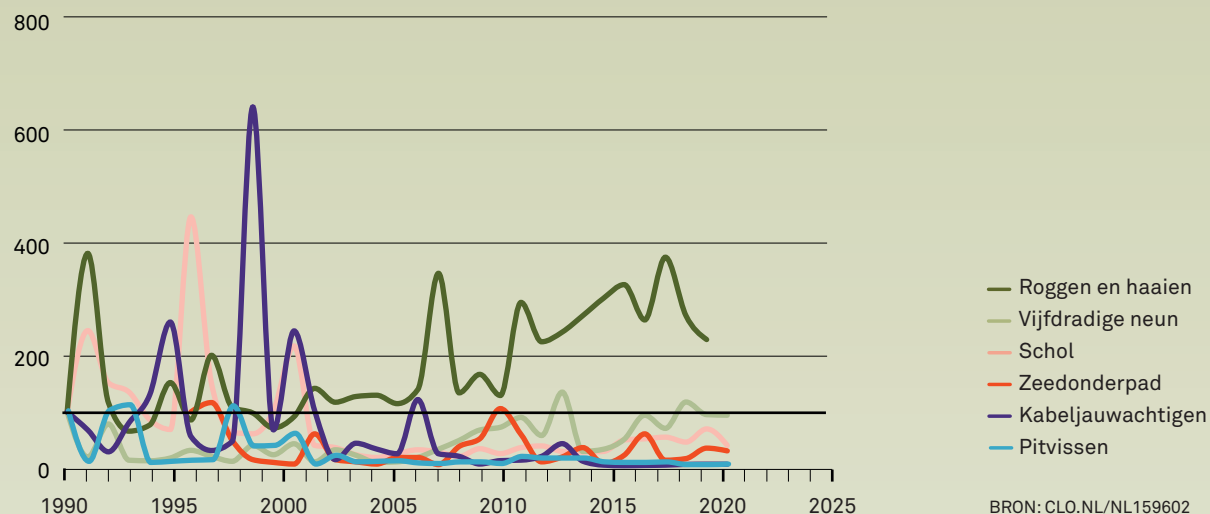
-  52% niet bedreigd
-  14% onvoldoende gegevens

BRON: clo.nl/nl132306

Populatietrend van zoutwatervissen

1990-2020 | 13 soorten beschouwd

Index (trend 1990 = 100)



Zoutwatervissen vertonen in de kustzone een overwegend afnemende trend. Daarentegen neemt de populatieomvang van zeevissen in de Noordzee buiten de kustzone sinds het begin van de eeuw gemiddeld licht toe. Wel variëren de ontwikkelingen sterk per soort, waardoor de algemene trend weinig informatief is over de groep als geheel. Zo nemen de aantallen schol toe, terwijl tong geen herstel vertoont. Roggen en haaien zijn in de twintigste eeuw sterk achteruitgegaan, met een licht herstel in de 21e eeuw door verminderde visserijdruk.

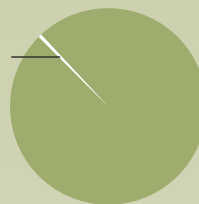
In de Zuidelijke Delta kunnen van 28 soorten significante trends worden bepaald door het monitornetwerk van vrijwilligers van Stichting Anemoon. In de Oosterschelde namen tussen 1994 en 2018 3 soorten in aantal toe, bleven 3 soorten stabiel, en vertoonden

14 soorten een afname. Van de 26 soorten op de Rode Lijst nemen bij de helft de aantallen af, terwijl bij de andere helft geen duidelijke trend kan worden vastgesteld.

De negatieve trend is sterk vertegenwoordigd onder de kabeljauwachtigen: de kabeljauw, de pollak, de steenbolk, de dwergbolk en de vorskwab nemen in aantal af. Voor wijting is de trend onzeker, voor geen enkele kabeljauwachtige is de trend stabiel of positief. Onder de platvissen nemen vooral de bot en tong af, terwijl schar en schol stabiel zijn. Andere soorten met een matige tot sterke achteruitgang in zowel de Oosterschelde als het Grevelingenmeer zijn de paling, de pitvis, de vijfdradige meun en de gewone zeedonderpad.

Weekdieren

0.76%
van alle
soorten



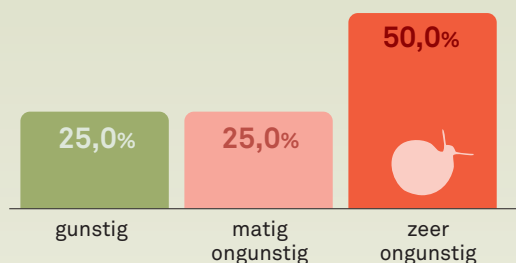
Aantal soorten	ca. 358
Waarvan exoten	45
Staat van instandhouding	✓
Rode Lijst	✓
Opmerking	Een diverse groep, waaronder slakken (land, zoet- en zoutwaterslakken), tweekleppigen (o.a. mosselen en kokkels), maar ook inktvissen en drie andere alleen in zee voorkomende groepen.



PURPERSLAK | FOTO: MICK OTTEN

Staat van instandhouding

2013-2018 | 4 soorten beschouwd



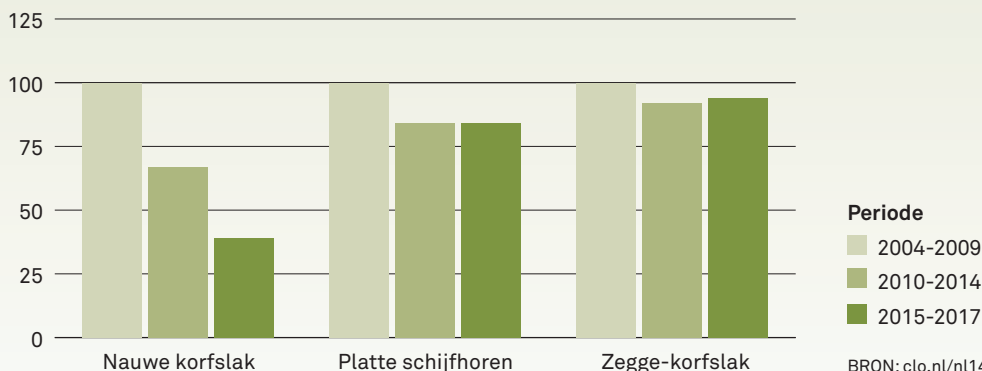
BRON: <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/>

Er worden vijf Nederlandse soorten genoemd in de Europese Habitatrichtlijn, de landslakken nauwe korfslak, zeggekorfslak en wijngaardslak, en de zoetwatersoorten platte schijfhoren en Bataafse stroommossel. Deze laatste soort is sinds 1968 niet meer in Nederland waargenomen door verslechtering van de waterkwaliteit in grote en middelgrote rivieren en beken, maar komt in omliggende landen nog wel voor.

Landslakken van de Habitatrichtlijn

2004-2017

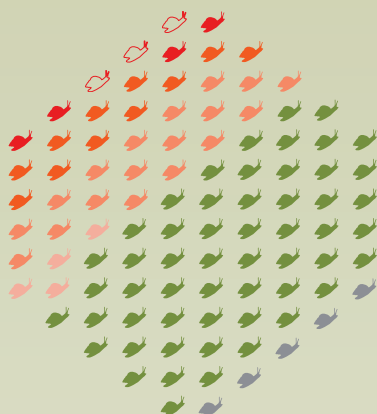
Index (periode 2004-2009 = 100)



BRON: clo.nl/nl141503

Rode Lijst

2003 | 169 soorten beschouwd



= 1%

40% op de Rode Lijst

- 3% verdwenen
- 4% ernstig bedreigd
- 11% bedreigd
- 18% kwetsbaar
- 4% gevoelig

- 55% niet bedreigd
- 5% onvoldoende gegevens

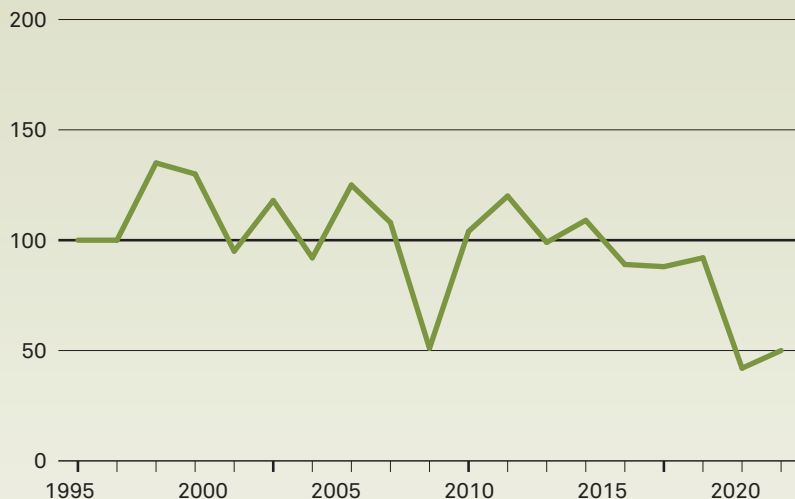
BRON: clo.nl/nl132306

Voor de land- en zoetwaterweekdieren is er in 2004 een rode lijst opgesteld. Hierop staan drie soorten (fijngestreepte erwtenmossel, vliezige drijfhoren en Bataafse stroommossel) die tot 1980 in Nederland zijn waargenomen en als verdwenen worden beschouwd. Op land zijn de rode barnsteenslak (1977) en het bijenkorfje (1977) verdwenen uit Nederland.

Typische soorten van de Noordzeekust

1994-2012 | 8 weekdieren beschouwd

Index (trend 1994 = 100)



BRON: www.clo.nl/nl156201

Een relatief groot deel van de weekdieren in Nederland is niet-inheems en sommigen komen al heel lang in Nederland voor (o.a. strandgaper, driehoeksmossel). Regelmatig worden nieuwe niet-inheemse soorten waargenomen. De zout/brakwater soorten worden vaak eerst in de Zuidelijke Delta waargenomen en enkele jaren later in de Waddenzee. De Japanse Oester is actief geïntroduceerd voor de schelpdierkweek, maar soorten als de Filipijnse Tapijtschelp en Amerikaanse Zwaardschede zijn niet actief uitgezet in Nederland, maar zijn wel talrijk

genoeg voor ecologisch belang (voedsel voor predatoren) en commerciële visserij.

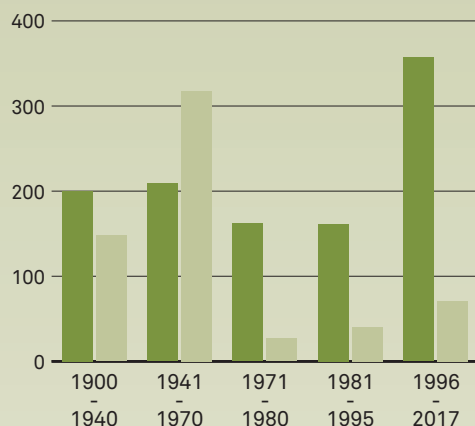
Weekdieren zijn van economisch belang voor de schelpdiervisserij; o.a. mossel, Japanse oester, kokkel, halfgeknotte strandschelp en de Amerikaanse zwaardschede. Ter bescherming van de commercieel interessante soorten wordt voor het verlenen van visvergunningen de bestands grootte gemeten (de hoeveelheid en verspreiding van de soort is bepalend voor de hoeveel die gevestigd mag worden).

Weekdieren in kwelders en brakwater

1900-2017

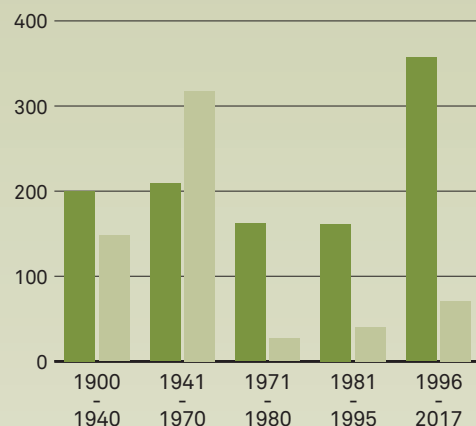
Gebied rond IJsselmeer

km-hokken (1x1 km)



Deltagebied

km-hokken (1x1 km)



■ Brakwatersoorten
■ Kweldersoorten

BRON: clo.nl/nl160301

Door veranderingen in de zoetwaterhuishouding gedurende de vorige eeuw zijn de oorspronkelijk goed te onderscheiden hydrobiologische provincies steeds meer op elkaar gaan lijken. Dit komt ondermeer door tekorten aan water in de zomermaanden,

verlaging van het waterpeil, het inlaten van rivierwater dat tot eutrofiëring leidde, het eutrofieren en verzuren van wateren door mest toevoer en atmosferische depositie (bron: Nederlandse fauna, Zoetwater mollusken).

BLIK OP DE TOEKOMST

De Onverwachte boompjesslak

Tot voor kort waren er van de Nederlandse kust 65 soorten zeenaaktslakken bekend. Sommigen zijn cryptische soorten, wat betekent dat meerdere soorten erg op elkaar lijken en dus moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn.

De eerste beschrijving van een waarneming van een zeenaaktslak in Nederland dateert uit 1765 en vond plaats in de omgeving van Zierikzee. Toen werden, op basis van o.a. aangespoelde dieren of waarnemingen in het getijdengebied, soorten beschreven en een naam gegeven. Met de opkomst van de duiksport in combinatie met het internet en de digitale onderwaterfotografie werd het mogelijk deze fascinerende dieren ook onderwater te observeren en waarnemingen te melden en te delen. Sinds de laatste decennia is DNA-profilering als onderzoeksmethode toegevoegd aan de mogelijkheden om soorten waar te nemen of nieuwe soorten te beschrijven. Dankzij deze techniek zijn er recentelijk twee nieuwe soorten zeenaaktslakken aan de Nederlandse soortenlijst toegevoegd. Onderzoek naar twee andere nieuwe soorten is in afrondende fase waardoor de teller op 69 komt te staan.



West-Europese boompjesslakken zijn veelvuldig onderzocht. Het was dan ook een verrassing toen in 2024 dankzij DNA-onderzoek bleek dat er nog een tot dan onbekende soort boompjesslak in Nederlandse kustwateren aanwezig is!

Waarnemer en fotograaf: Peter H. van Bragt, bioloog en vrijwilliger voor ARISE



MEIOFAUNA

KLEIN MAAR CRUCIAAL

Tussen de zandkorrels leven talloze minuscule diertjes: zogenoemde meiofauna. Op het moment is daar nog weinig over bekend. Een integrale aanpak die DNA-onderzoek met traditionele taxonomische expertise combineert, moet daar verandering in brengen.

Hoewel zandstranden kaal lijken, zijn ze de thuisbasis van meiofauna: dieren van slechts een paar micrometer tot een millimeter groot die in de ruimtes tussen de zanddeeltjes leven. Ze vormen een heel grote en diverse groep waarvan maar een fractie is onderzocht. Het is onbekend hoeveel soorten er zijn, waar ze voorkomen en hoe ze leven. Overal waar onderzoekers komen, worden nieuwe soorten aangetroffen.

Belangrijke schakel

DNA-technieken worden steeds belangrijker bij onderzoek naar ecologie en biodiversiteit. Zo ook bij onderzoek naar meiofauna; daarbij wordt DNA uit een monster gekoppeld aan bekende DNA-sequenties in een databank om te zien welke soorten erin voorkomen.

Deze methode is echter afhankelijk van hoe compleet die databank is, en in het geval van meiofauna is hij dat allesbehalve. Die moet dus worden aangevuld om gefundeerde uitspraken te kunnen doen over hoe het met deze groep gaat en hoe deze dieren op stressoren reageren.

Dat is van belang, want ondanks hun kleine formaat zijn meiofauna cruciaal. Ze dienen als voedsel voor veel organismen, waaronder vissen, krabben en weekdieren, en vormen zo een belangrijke schakel in de voedselketen.

Daarnaast spelen meiofauna een belangrijke rol in het recyclen van voedingsstoffen. Door organisch materiaal af te breken, zorgen ze dat essentiële voedingsstoffen zoals stikstof en fosfor vrijkomen, wat de groei van planten en algen ondersteunt.

Nieuwe bibliotheek

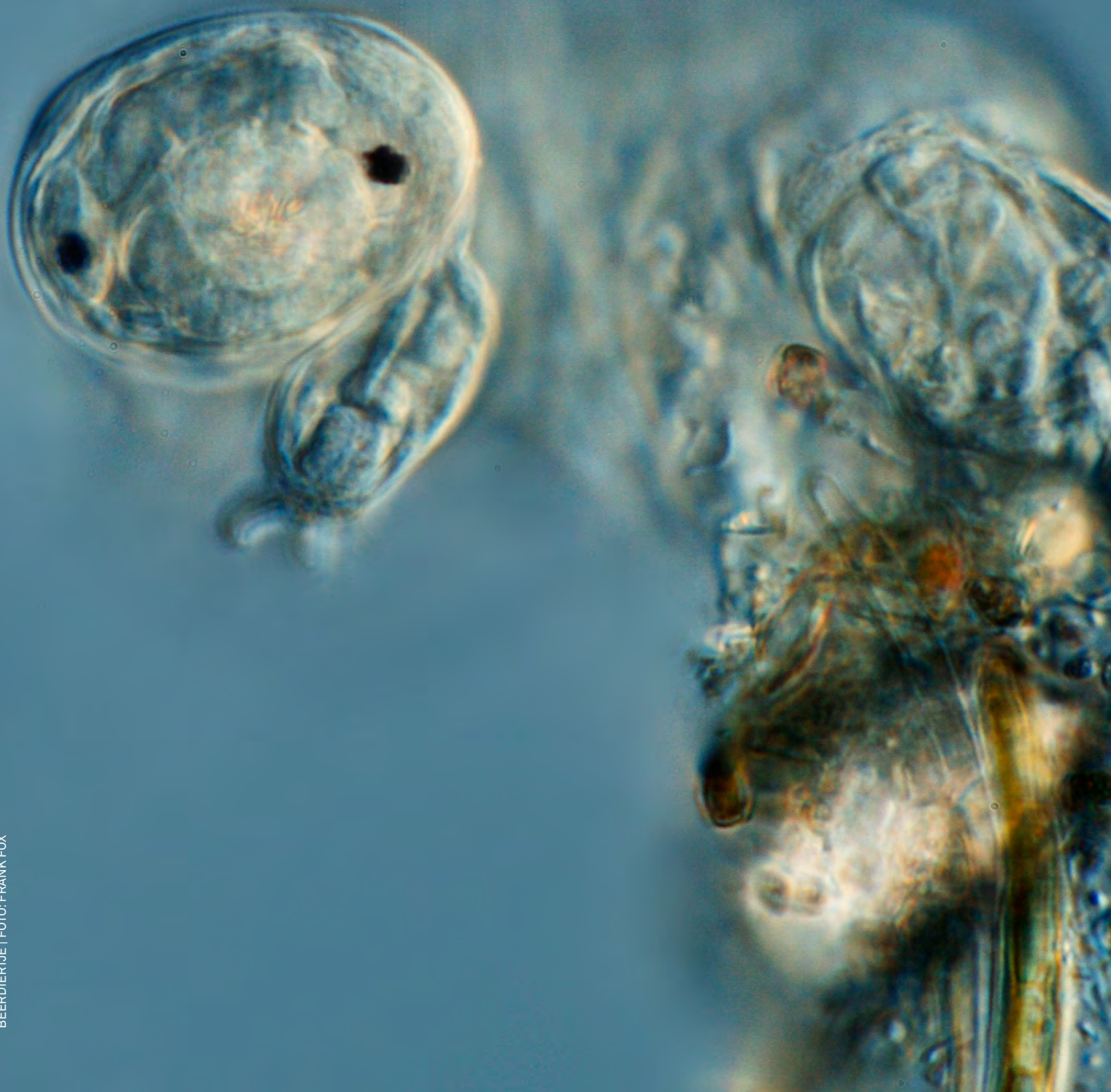
Om de nieuwe DNA-technieken goed bruikbaar te maken in wetenschappelijk onderzoek is een combinatie nodig van moderne wetenschap en meer 'traditionele' taxonomische expertise. Langs de Noordzeekust zijn speciale workshops georganiseerd om de meiofauna-databank gericht aan te vullen, waarbij onderzoekers monsters langs de Noordzeekust verzamelden. Taxonomische experts identificeerden soorten, waarna hun DNA in de database werd opgenomen.

Overal waar onderzoekers komen, worden nieuwe soorten aangetroffen.

De resultaten zijn veelbelovend: met behulp van deze nieuwe bibliotheek konden er meer dan twee keer zoveel DNA-sequenties worden gematcht. Daarnaast werden tientallen vermoedelijk nieuwe meiofauna-soorten aangetroffen, waarvan vele nog niet zijn beschreven.

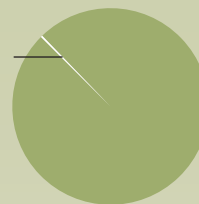
Jan Macher

Naturalis Biodiversity Center



Neteldieren en ribkwallen

0,4%
van alle
soorten



Aantal soorten ca. 193

Waarvan exoten 10

Staat van instandhouding

Rode Lijst

Opmerking De groep neteldieren (ca.188 soorten) bestaat uit schijfkwallen (11), hydro-poliepen (147), zachte koralen (2) en zeeanemonen (29). In Nederland komen verder 5 soorten ribkwallen voor.



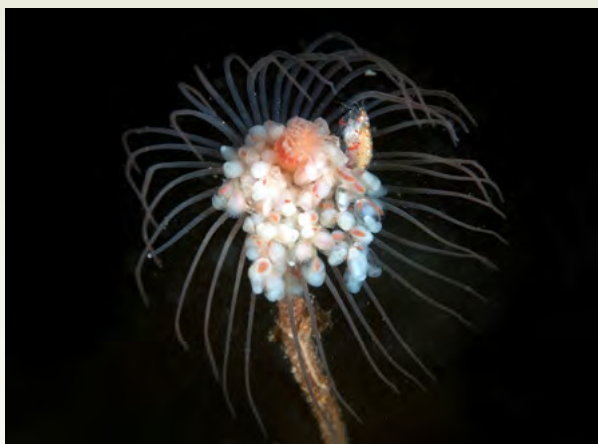
AMERIKAANSE RIBKWAL
FOTO: MARION HAARSMA

In de Zeeuwse Delta monitoren sportduikers en vrijwilligers van Stichting Anemoon 21 soorten neteldieren en 3 soorten ribkwallen. In de Oosterschelde is tussen 1994 en 2018 bij zes soorten een toename vastgesteld. Acht soorten bleven stabiel, eveneens acht soorten namen in aantal af. De zeeanjer, een typische soort van de grote baaien waartoe de Oosterschelde behoort, vertoonde een stabiele trend.

Hoewel zacht substraat het Nederlandse Noordzeegebied domineert, zijn er ook gebieden waar hard substraat aanwezig is, zoals de Borkumse Stenen en de Klaverbank. Die zijn geschikt leefgebied voor onder andere dodemansduim en zeedahlia's.

Verspreid over de hele Noordzee kunnen deze soorten ook voorkomen op niet-natuurlijke harde substraten zoals scheepswrakken, installaties voor de offshore-industrie en erosiebescherming in windparken.

De Amerikaanse ribkwal is een exoot, oorspronkelijk afkomstig van de Atlantische kust van Noord-Amerika, die in Nederland aanwezig is sinds 2006. Deze ribkwal is een zeer effectieve planktoneter. Op diverse plaatsen in de wereld heeft de komst van deze soort dan ook grote nadelige gevolgen gehad voor de visstand en de visserij. In Nederland zijn tot nu toe geen ingrijpende gevolgen geconstateerd.

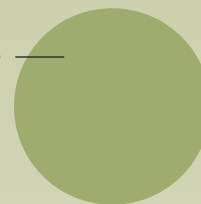


PENNESCHAFT | FOTO: MARION HAARSMA

Neteldieren omvatten de schijfkwallen, hydro-poliepen, zachte koralen en zeeanemonen. Deze dieren beschikken over speciale netelcellen waarmee ze prooien kunnen verlammen en zich verdedigen tegen roofdieren. Ze komen uitsluitend voor in aquatische omgevingen, waarbij de meeste soorten in zout water leven. Veel soorten hebben een levenscyclus met zowel een vastzittende poliepstadium als een vrij zwemmend kwallenstadium, dat tot het plankton behoort. Binnen deze groep zijn de hydro-poliepen het rijkst aan soorten, met 147 soorten die in Nederland voorkomen. Hoewel ze op schijfkwallen lijken, behoren de ribkwallen niet tot de neteldieren. Ze hebben geen netelcellen, maar wel kleefcellen om voedsel te vangen.

Zakpijpen

0,07%
van alle
soorten



Aantal soorten 33

Waarvan exoten 9

Staat van instandhouding

Rode Lijst

Opmerking Zakpijpen (manteldieren) komen uitsluitend voor in mariene milieus. Ze groeien meestal op een hardere ondergrond, waarbij sommige soorten solitair leven en andere in koloniën een korst vormen.



JAPANESE KNOTSZAKPIJP |
FOTO: MARION HAARMSMA

In de Zeeuwse Delta monitoren sportduikers van Stichting Anemoon tien soorten zakpijpen, waarvan zeven niet-inheems. In de Oosterschelde zijn tussen 1994 en 2018 drie soorten in aantal afgenomen, vier soorten stabiel gebleven en drie soorten toegenomen. De toegenomen soorten zijn kolonievormende zakpijpen met een niet-inheemse status die tussen 1977 en 1999 voor het eerst in Nederland zijn aangetroffen.

In de Waddenzee worden niet-inheemse soorten gemonitord en gegevens samengevat in het Wadden Sea Quality Status Report. In dit gebied komen vijf niet-inheemse zakpijpen voor. Van de Noordzee zijn te weinig gegevens bekend om trends te bepalen.



DRUIPSAKPIJP | FOTO: PETER H. VAN BRAGT

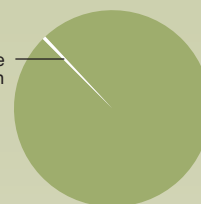


BRETELZAKPIJP | BRON: MARION HAARMSMA



Zeewieren

0,6%
van alle
soorten



Aantal soorten ruim 280

Waarvan exoten 45

Staat van instandhouding ⚠

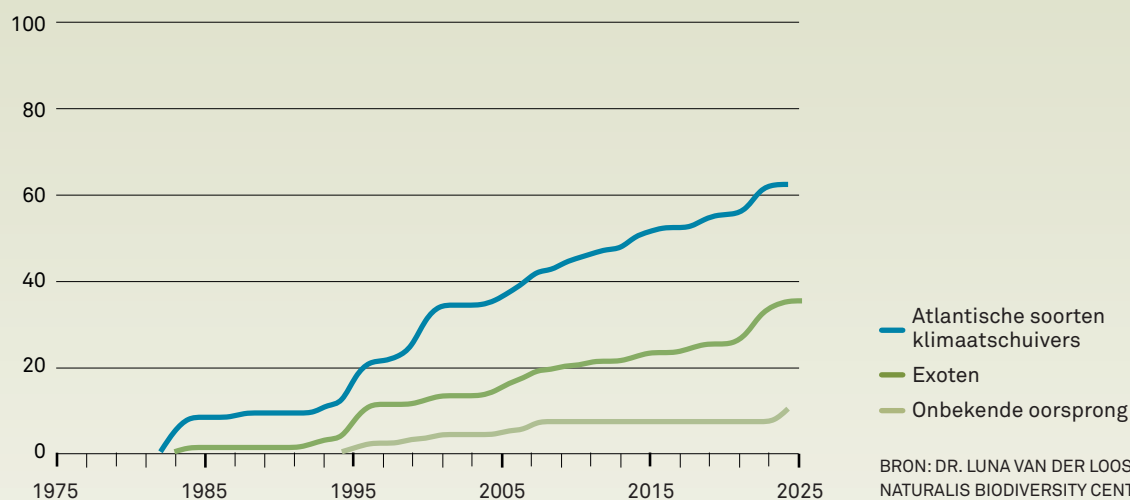
Rode Lijst ⚠

Opmerking Zeewieren, ook wel macroalgen, vormen een diverse groep waartoe groenwieren, roodwieren en bruinwieren behoren. Ze komen overwegend voor in de zoute wateren, maar er zijn ook soorten die in zoet water leven.



DIVERSE WIJEREN | FOTO: LUNA VAN DER LOOS

Het (cumulatief) aantal nieuw waargenomen zeewiersoorten 1980-2025



BRON: DR. LUNA VAN DER LOOS,
NATURALIS BIODIVERSITY CENTER



VERBORGEN ZEEWIER ONTRAFELLEN

Er komen steeds meer zeewiersoorten naar Nederland – soms van heel ver – maar die zijn moeilijk om in kaart te brengen: ze lijken veel op elkaar of veranderen van uiterlijk. In de zeewierwouden zitten daardoor nog veel onbekende soorten verborgen, inclusief exoten die door mensen in Nederland zijn terechtgekomen.

Zeewieren zijn belangrijke kustbewoners die met name voorkomen in het getijdengebied en ondiepe wateren. Het is van belang om deze soorten te monitoren; de dichte wouden zijn een bron van voedsel en leefgebied voor veel andere organismen.

Op dit moment zijn er ruim 280 soorten bekend uit Nederland, waaronder 81 groenwieren, 118 roodwieren en 87 bruinwieren. Die lijst is echter verre van compleet. Dat komt onder andere door de introductie van nieuwe soorten en een hoge zogeheten cryptische diversiteit: veel soorten lijken van buiten sterk op elkaar, maar blijken na DNA-onderzoek genetisch van elkaar te verschillen.

Megabladen of minuscule filamenten?

Daarnaast veranderen veel zeewieren onder verschillende omstandigheden van uiterlijk, waardoor ze niet goed

herkenbaar zijn. Zo zijn er zeesla-soorten die opgezwollen en vertakte buizen vormen in een omgeving met hoog zoutgehalte, maar bladvormig zijn in brak water. Andere zeewiersoorten kunnen in de verschillende stadia van hun levenscyclus compleet verschillende uiterlijke kenmerken vertonen. Suikerwier is het bekendst in de vorm van een meterslang blad dat met een klauwvormige voet verankerd zit aan stenen, maar bestaat in een andere levensfase uit microscopisch kleine filamenten. Dit maakt het lastig om de verspreiding en seizoenspatronen van soorten goed in kaart te brengen en exoten snel te signaleren.

Nieuwe DNA-technieken

Doordat uitheemse soorten door menselijk handelen in Nederland terechtkomen, neemt op soortniveau de biodiversiteit toe. Met name de Zuidelijke Delta is een hotspot voor nieuwe, niet-inheemse zeewieren in Europa.

Die exoten lijken de inheemse zeewieren op basis van de huidige gegevens niet te verdrijven. In de eerste jaren na introductie neemt zo'n soort razendsnel toe, zowel

De lijst met zeewiersoorten die in Nederland voorkomen, is verre van compleet

in biomassa als in verspreiding. Daarbij kan die soms de gehele zeebodem domineren. In de jaren daarna fluctueert de biomassa tot er een evenwicht wordt gevonden of een nieuwe exoot het overneemt.

De exoten zijn moeilijk te onderscheiden van inheemse zeewieren, maar door nieuwe DNA-technieken worden ze sneller opgespoord. Sinds 1993 zijn er 34 exotische zeewiersoorten gevonden in Nederland, waarvan 11 in de afgelopen drie jaar voor het eerst zijn gesignaleerd.

Sommige soorten zijn alleen genetisch van elkaar te onderscheiden

Soortendatabase

DNA-technieken zijn noodzakelijk om de soortstelling van zeewierbossen te ontrafelen. Sommige soorten zijn immers alleen op genetisch niveau van elkaar te onderscheiden. Recent onderzoek heeft bijvoorbeeld aangetoond dat er aan de Nederlandse kust niet vier, maar dertien soorten purperwieren voorkomen – in hun gedroogde vorm vooral bekend als de nori-vellen waarmee sushi wordt gerold. Vier van de negen nieuw gevonden soorten bleken exoten te zijn, afkomstig uit het noorden van de Grote Oceaan. Drie waren in de gehele Noordoost-Atlantische Oceaan nog niet aangetroffen. Het is waarschijnlijk dat ze al veel langer aanwezig waren in Nederland, maar niet werden herkend.

Ook binnen de zeesla-soorten leverde DNA-onderzoek vier soorten op die niet eerder bekend waren uit Nederland, waaronder twee niet-inheemse soorten. Eén daarvan komt enkel voor in zoet water en was tot dusver alleen bekend uit China.

Met deze technieken kan een goede database worden aangelegd om de verschillende soorten beter te monitoren en exoten op te sporen. Met projecten als ARISE en eDentity kan met deze technieken een goede database aangelegd worden om dat doel te bereiken.

Luna van der Loos

Naturalis Biodiversity Center

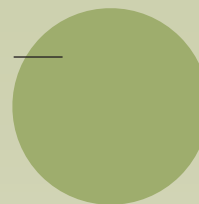
Sinds 1993 zijn er

34

exotische
zeewiersoorten
gevonden in
Nederland

Stekelhuidigen

0,05%
van alle
soorten



Aantal soorten	25
Waarvan exoten	0
Staat van instandhouding	➔
Rode Lijst	➔
Opmerking	Deze groep omvat zeesterren, zeekomkommers en zee-egels. Deze dieren leven op of in de zeebodem en komen zowel op harde als zachte ondergrond voor.



GEWONE ZEESTER | FOTO: MICK OTTEN



KLEINE ZEEAPPEL | FOTO: MARION HAARSTRA

Soorten binnen deze groep die in de bodem graven, voeden zich met organisch materiaal. Dit draagt bij aan het opnieuw beschikbaar maken van voedingsstoffen en zuurstofvoorziening van het sediment (bioturbatie). Ze spelen een belangrijke rol als predatoren op mosselbanken en vormen zelf een voedselbron voor onder andere vissen en kreeftachtigen. Twee stekelhuidigen behoren tot de typische soorten van mariene Natura 2000-gebieden: de gewone slangster (die voorkomt op permanent overstroomde

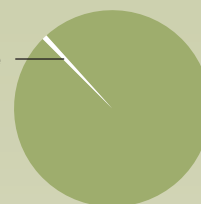
zandbanken) en de hartegel (in grote baaien). Door gebrek aan gegevens zijn er geen betrouwbare trends voor deze soorten vast te stellen.

Sportduikers van Stichting Anemoon monitoren vijf soorten stekelhuidigen in de Zuidelijke Delta. In de Oosterschelde zijn deze soorten tussen 1994 en 2018 stabiel gebleven of in aantal afgenomen. Gegevens van Rijkswaterstaat hebben met name betrekking op de soorten die op en in zacht substraat leven.

Ringwormen

Borstelwormen

1,0%
van alle
soorten



Aantal soorten	ca. 500 (waarvan 223 borstelwormen)
Waarvan exoten	12 (waarvan 10 borstelwormen)
Staat van instandhouding	✓
Rode Lijst	–
Opmerking	Bekende soortgroepen binnen de ringwormen zijn de regenwormen, potwormen en bloedzuigers. De relatief onbekende borstelwormen zijn echter de grootste groep.



BORSTELWORM | FOTO: MARION HAARSMa

Borstelwormen behoren tot de ringwormen en komen bijna uitsluitend voor in mariene milieus. Ze vertonen een enorme variatie in vorm en levenswijze, maar de meeste soorten leven in sediment, waar ze een belangrijke rol spelen in bodemprocessen.

Sinds 1989 is het aantal borstelwormen in de Noordzee, de Zuidelijke Delta en de Waddenzee over het algemeen afgenomen. Trends verschillen echter voor individuele soorten. Zo nam de populatie van de

zeeduizendpoot eerst toe, maar daalde die later weer. De rode draadworm is sterk in aantal afgenomen, terwijl de schelpkokerworm relatief stabiel blijft.

Binnen de vijf mariene Natura 2000-habitattypen die zijn aangewezen in Nederlandse wateren vormen borstelwormen een belangrijk aandeel van de typische soorten. Monitoringsgegevens voor borstelwormen worden voornamelijk verzameld door Rijkswaterstaat.

Staat van instandhouding

2013-2018 | 1 soort beschouwd



BRON: nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/

Eén medicinale bloedzuiger

Nederland kent ca. 30 bloeizuigers waarvan er één: de medicinale bloedzuiger, bescherming geniet onder de Habitatrichtlijn van de Europese Unie. De soort is sterk achteruit gegaan door habitatvernietiging en intensief verzamelen voor medicinale toepassingen. Tegenwoordig wordt hij gebruikt voor de productie van hirudine, een antistollingsmiddel en in de plastische chirurgie (Bron: clo.nl/nl141703)



INSECTEN

MINDER MASSA, MEER SOORTEN

Ecosystemen komen onder druk te staan doordat het gewicht aan vliegende insecten de laatste decennia sterk afneemt. Ondertussen zorgt met name de klimaatverandering ervoor dat er steeds meer verschillende soorten in Nederland te vinden zijn.

De insectenpopulatie krimpt in een alarmerend tempo. In minder dan drie decennia is de biomassa – het gewicht aan (vliegende) insecten – met maar liefst driekwart afgenomen, met grote gevolgen voor de biodiversiteit. Dit is niet alleen een Nederlands probleem: wereldwijd laten onderzoeken vergelijkbare cijfers zien. Er is bovendien geen eenduidige oorzaak aan te wijzen voor de neerwaartse trend; in plaats daarvan lijkt er sprake te zijn van een ‘dood door duizend sneden’. Insecticiden, monocultuur in landbouwgebieden, verlies van leefgebied en klimaatverandering beïnvloeden allemaal de insectenpopulatie.

Door die grote afname ontstaat er een kettingreactie in de ecosystemen. Insecten doen dienst als bestuivers, opruimers en vooral als (doorgeefluik van) voedsel voor andere soorten, zowel voor rovende insecten als voor andere grotere diersoorten, zoals vogels en zoogdieren. Daar zijn ze in groten getale voor nodig, anders houden de ecosystemen geen stand.

Paradoxe toename

Illustratief is de toestand van de grutto. Een grutto-kuiken van één dag oud eet tweeduizend insecten per dag, vooral dansmuggen. Na een week zijn dat er negenduizend per dag. Zonder deze insecten kan het dier niet overleven, zelfs als het leefgebied veilig is. Beschermingsmaatregelen halen weinig uit als er geen voedsel voorhanden is.

In minder dan drie decennia is het gewicht aan vliegende insecten met driekwart afgenomen

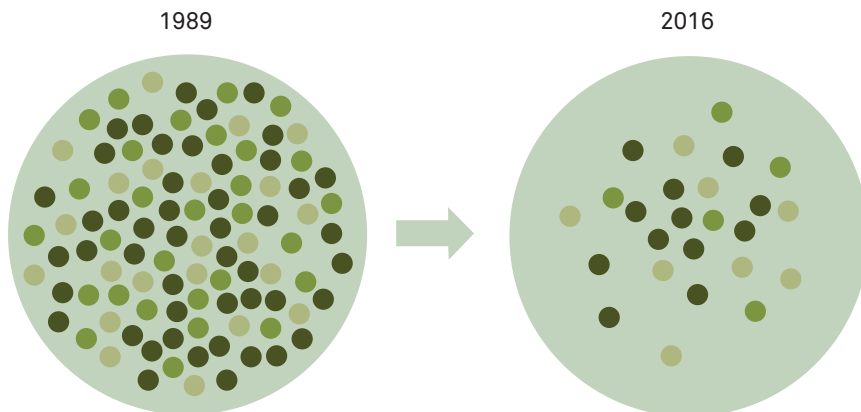
Voor rovende insecten geldt hetzelfde. Het gaat de laatste twee decennia slecht met libellen, terwijl die populatie zich daarvoor juist had hersteld na een dieptepunt in de jaren zeventig en tachtig door vervuild water. Libellen zijn rovers en dus afhankelijk van andere insecten om te overleven, maar daar zijn er steeds minder van.



9000

insecten eet
een gruttokuiken
van een week oud
per dag

Afname biomassa vliegende insecten



Onderzoekers vonden in Duitse natuurgebieden in 27 jaar tijd een afname van 75% van de biomassa van vliegende insecten.

BRON: (HALLMANN ET AL., 2017)

De krimpende biomassa is dan ook zorgwekkender dan de hoeveelheid verschillende soorten. Dat laatste aantal neemt, enigszins paradoxaal, juist toe: volgens het Nederlands Soortenregister telt ons land circa 20.000 soorten en daar komen er steeds meer bij. Dat komt doordat de meeste insecten beter op hun plek zijn in het warmere klimaat. Maar van soorten die eerst massaal voorkwamen in Nederland, zijn nu soms nog maar enkele exemplaren aanwezig, waardoor ze als voedselbron verdwijnen.

Uitgeklede ecosystemen

Insecten zijn op uiteenlopende manieren verweven met het ecosysteem. Achter de neerwaartse trend zit dan ook een complex samenspel van factoren. Daarvan heeft de wetenschap slechts een fractie in kaart gebracht. De beschikbare onderzoeken wijzen wel op een veelvoud aan factoren die samenhangen met intensieve landbouw. Zo doden insecticiden niet alleen de beoogde insecten, maar ook hun natuurlijke vijanden en een scala aan insecten die niets met het gewas te maken hebben.

Daarnaast groeien er minder verschillende soorten planten in weilanden. Die zijn vooral bezaaid met Engels raaigras, dat voedzaam is voor vee, maar niet voor insecten. Als de insecten zoeken naar voor hen leefbare gebieden, stuiten ze op de gefragmenteerde Nederlandse natuur, die bestaat uit verschillende 'postzegeltjes' natuurgebied die van elkaar gescheiden zijn. Vooral lopende insecten overleven de oversteek van gebied naar

gebied niet. Dat leidt tot uitgeklede ecosystemen in de natuur, met maar een beperkt aantal insectensoorten.

Groot en complex

Insecten reageren snel op veranderingen in hun leefomgeving. Stikstofdepositie is een duidelijk voorbeeld van deze gevoeligheid; de neergeslagen stikstof verandert de mineralensamenstelling van de bodem en daarmee ook die van de planten die er groeien en als insectenvoedsel dienen. Dat effect is onomkeerbaar en de veldkrekel is hier een slachtoffer van geworden. De tegenmaatregel om gebieden te bekalen (extra kalk aan de bodem toevoegen) bleek helaas contraproductief.

Door hun korte levenscycli herstellen insectenpopulaties zich snel onder de juiste omstandigheden. Ze zijn dan ook een goede indicator voor het effect van beleid of andere maatregelen. De beschikbare kennis is alleen beperkt: de insectenwereld is groot en complex, terwijl de groep experts relatief klein is.

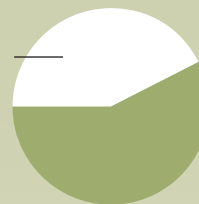
Wetenschappers werken nu met DNA, beeldherkenning en andere moderne methoden om de toestand van de insecten sneller en vollediger te peilen. Dat biedt mogelijkheden om meer licht te schijnen op het insectenprobleem, al is er nog veel onderzoek nodig.

Aglaia Bouma & Jan Wieringa

Naturalis Biodiversity Center

Insecten

42,5%
van alle
soorten



Aantal soorten	ca 20.000
----------------	-----------

Waarvan exoten	282
----------------	-----

Staat van instandhouding	✓
--------------------------	---

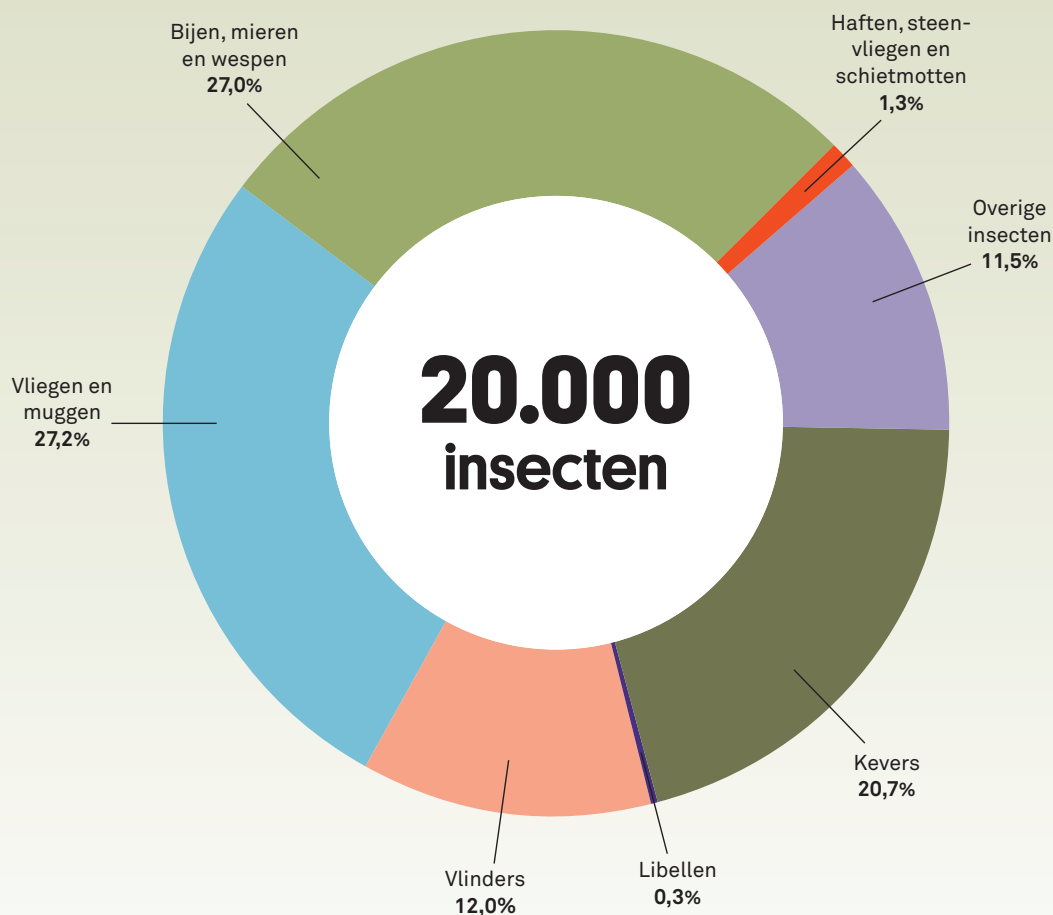
Rode Lijst	⊖
------------	---

Opmerking

Insecten zijn van groot belang in onze eco-systemen als planteneters, plaagbestrijders, bestuivers, opruimers, voer voor andere dieren en meer. Het is een grote groep, waarvan we hier met name de soortgroepen van de Rode Lijst en van de Habitatrichtlijn behandelen.

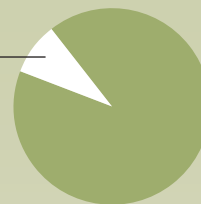


RUGTELIEVEHEERSBEESTJE |
FOTO: CEES DETERMANN



Kevers

8,8%
van alle
soorten



Aantal soorten 4145

Waarvan exoten 75

Staat van instandhouding ✓

Rode Lijst –

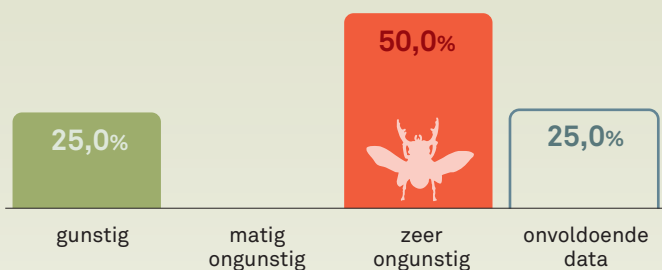
Opmerking De diversiteit van kevers in Nederland is groot. Ze vervullen diverse en belangrijke ecologische rollen zoals het afbreken van organisch materiaal (mestkevers, aaskevers), het jagen op andere insecten (lieveheersbeestjes, loopkevers) en het eten van planten (bladkevers).



ROZENKEVER | FOTO: CEES DETERMANN

Staat van instandhouding

2013-2018 | 4 soorten beschouwd



BRON: nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/

Naast de vlinders en libellen (die apart worden behandeld), staan er vier soorten kevers op de Habitatrichtlijn. Het vliegend hert, onze grootste kever, is zeldzaam in Nederland, maar over de trend valt weinig te zeggen doordat goede monitoring pas recentelijk van start is gegaan. De brede geelgerande waterroofkever leek uitgestorven, maar blijkt na herontdekking in 2005 nog in minstens drie vennen voor te komen. De gestreepte waterroofkever is sterk achteruitgegaan, terwijl de vermiljoenkever, die voor het eerst in 2012 in Nederland werd ontdekt, juist uitbreidt (clo.nl/nl141703).

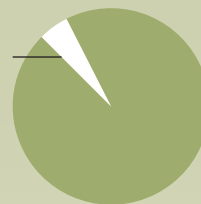
Het
**vliegend
hert**

is zeldzaam
in Nederland



Vlinders

5,1%
van alle
soorten



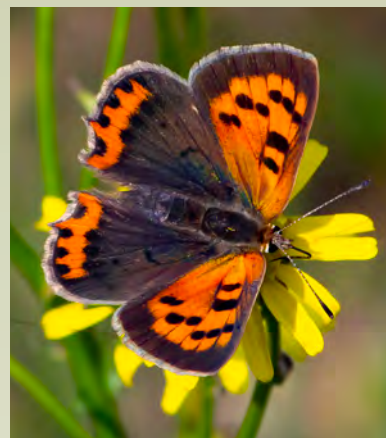
Aantal soorten ca. 2400

Waarvan exoten ca. 30

Staat van instandhouding ✓

Rode Lijst ✓

Opmerking De vlinders bestaan uit de dagvlinders en de veel talrijkere nachtvlinders. Waar we de dagvlinders al meer dan honderd jaar observeren, is er over de nachtvlinders nog veel te ontdekken.

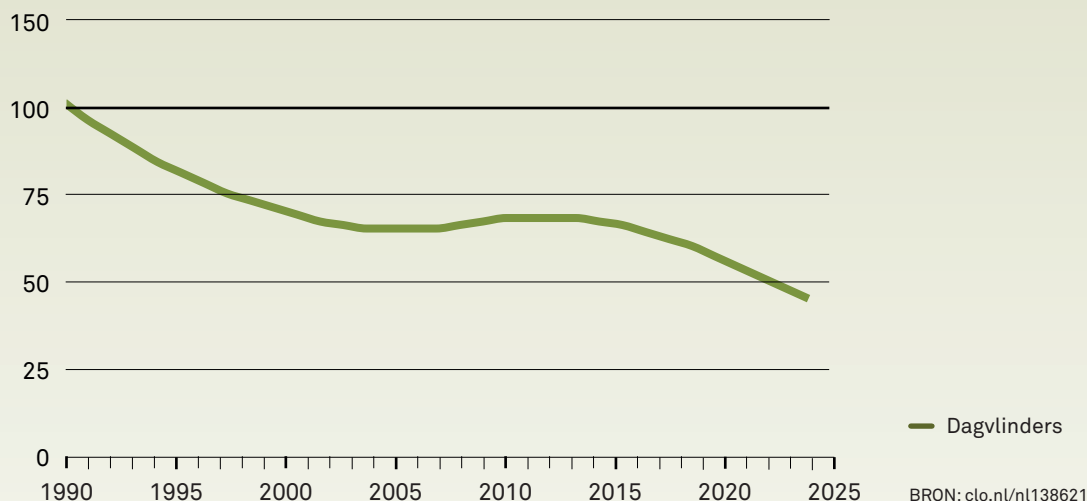


KLEINE VUURVLINDER | FOTO: CEES DETERMANN

Populatietrend van dagvlinders

54 soorten beschouwd

Index (trend 1990 = 100)

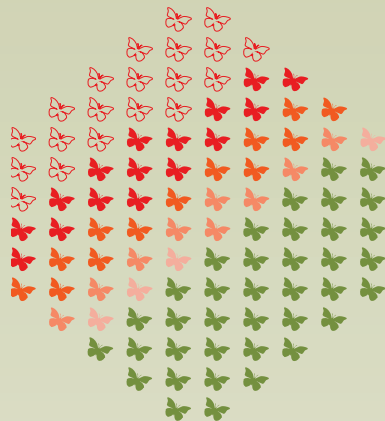


De verspreiding van dagvlinders in onze landschappen is tussen 1890 en 1990 met 67% geslonken. Bovendien blijkt uit nieuwe cijfers van het CBS en De Vlinderstichting dat het aantal vlinders in 2024 het laagste niveau heeft bereikt sinds

de start van de tellingen. Tussen 1992 en 2024 zijn de vlinderpopulaties gemiddeld met 56% afgenomen. In vergelijking met het einde van de negentiende eeuw zijn er nu minstens 84% minder vlinders in ons landschap te vinden.

Rode Lijst dagvlinders

2019 | 76 soorten beschouwd



= 1%

62% op de Rode Lijst

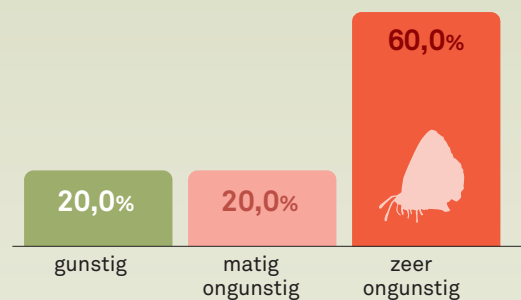
- 20% verdwenen
- 16% ernstig bedreigd
- 13% bedreigd
- 9% kwetsbaar
- 4% gevoelig
- 38% niet bedreigd

BRON: BASISRAPPORT RODE LIJST
DAGVLINDERS 2019 (VAN SWAAY, 2019)

Enkele soorten laten een ander patroon zien. Met de bosvlinders die op de Rode Lijst staan, zoals de grote weerschijnvlinder en de keizersmantel, gaat het bijvoorbeeld beter. Deze soorten profiteren waarschijnlijk van het warmere klimaat en de betere kwaliteit van onze bossen.

Staat van instandhouding

2013-2018 | 5 soorten beschouwd



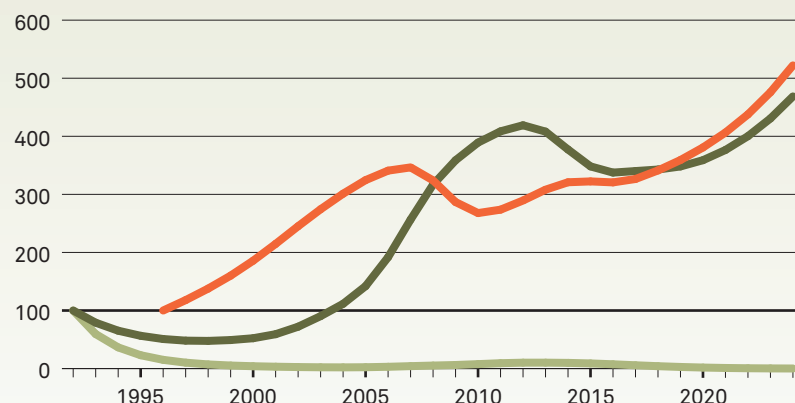
BRON: <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/>

Van de vlindersoorten op de Habitarichtlijn zijn er drie dagvlinder en twee nachtvlinder. De twee nachtvlinders (Spaanse vlag en teunisbloempijlstaart) zijn zeldzaam, maar breiden zich wel steeds verder noordwaarts uit door klimaatopwarming. Van de drie dagvlinders is de Svl zeer ongunstig. In de 20ste eeuw zijn drie dagvlinders uit Nederland verdwenen: moerasparelmoervlinder, tijmblauwtje en zilverstreephooibeestje. De appollovlinder is een dwaalgast.

Populatietrend van dagvlinders

1992-2024 | 3 soorten beschouwd

Index (trend 1992 = 100)



Vorig jaar is het donker pimpernelblauwtje niet meer waargenomen en voor de grote vuurvvlinder en het pimpernelblauwtje is de staat van instandhouding, ondanks dat deze vlinders een voorzichtige toename laten zien, zeer ongunstig.

- Grote vuurvvlinder
- Pimpernelblauwtje
- Donker pimpernelblauwtje

BRON: clo.nl/nl141414

Libellen

0,15%
van alle
soorten

Aantal soorten	69
Waarvan exoten	0
Staat van instandhouding	✓
Rode Lijst	✓

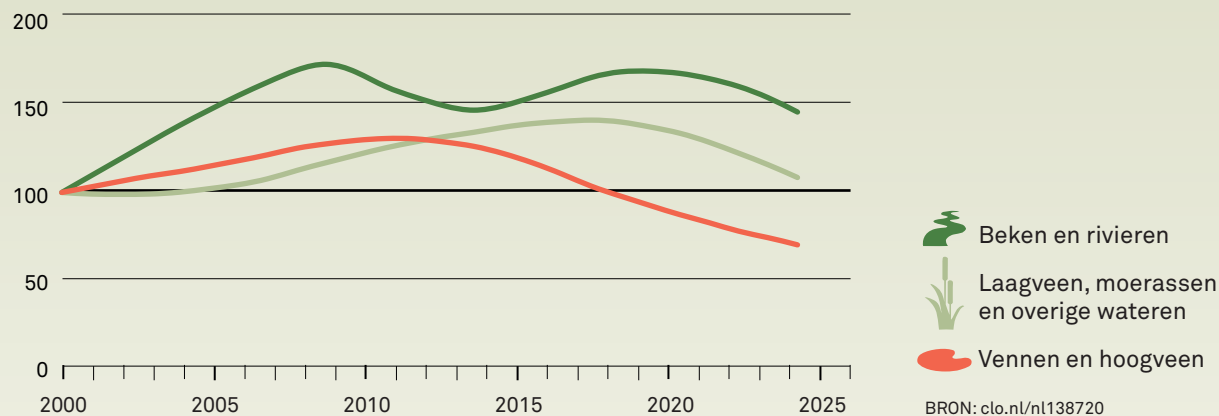


GEWONE PANTSERJUFFER | FOTO: CEES DETERMANN

Populatietrend van libellen

Per landschapstype | 47 soorten beschouwd

Index (aantal 1999 = 100)



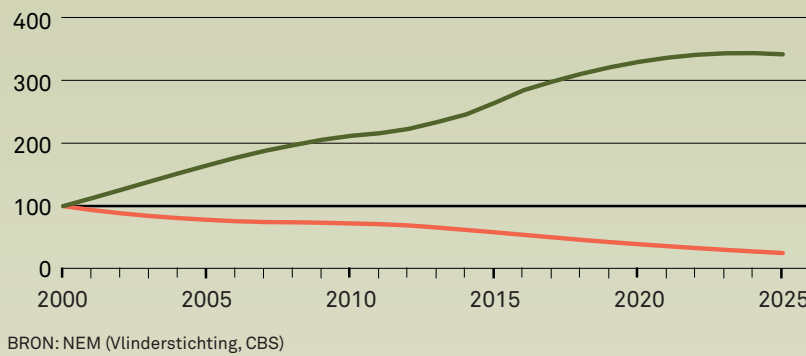
Libellen zijn vanaf de jaren 90 aanvankelijk toegenomen in zowel de omvang van populaties als in geografische verspreiding, deels vanwege verbeterde waterkwaliteit en ook door klimaatverandering. Maar vanaf 2008 is er een verandering te zien: de verspreiding is min of meer gestabiliseerd en de

populatiegroottes nemen af. De populatietrend van libellen was in 2024 28% lager dan in 2008. Soorten van beken en rivieren doen het beter dan soorten van laagveen en moeras, terwijl de sterkste afname te zien is bij soorten van vennen en hoogveen.

Verspreidingstrend van libellen

Per klimaatzone | 53 soorten beschouwd

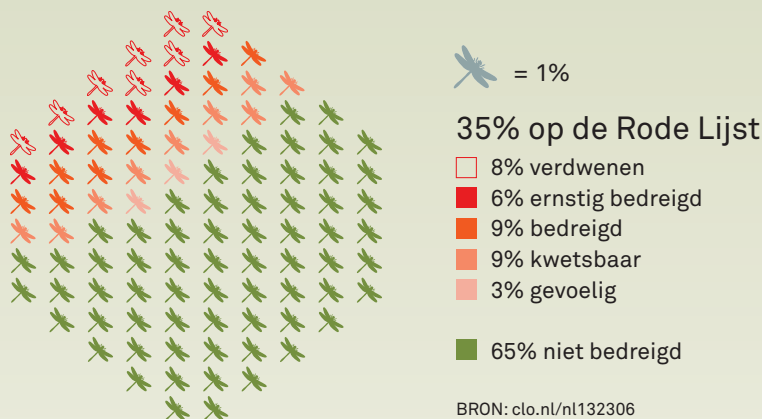
Index (aantal 1999 = 100)



Opvallend is dat de noordelijke, koudeminnende soorten een sterke achteruitgang laten zien, terwijl de zuidelijke, warmteminnende soorten juist sterk toenemen. Oorzaak voor achteruitgang van noordelijke soorten is waarschijnlijk een combinatie van hittestress en verdroging. Door de tegengestelde trends is het aantal soorten op de Rode Lijst de laatste jaren nauwelijks veranderd.

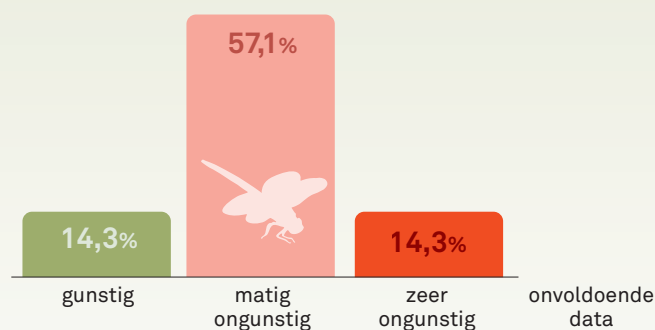
Rode Lijst

2011 | 65 soorten beschouwd



Staat van instandhouding

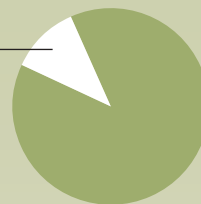
2013-2018 | 6 soorten beschouwd



Negen libellen staan op de Habitat-richtlijn. Met een deel van deze soorten gaat het nog steeds slecht. Ze vertonen grillige patronen in verspreiding en aantallen. Zo neemt de gaffellibel in aantal toe, maar komt op slechts een paar plekken in Nederland voor. De gevlekte witsnuitlibel neemt sinds 2010 sterk af in aantal, maar neemt toe in verspreiding. De groene glazenmaker gaat zowel in aantallen als verspreiding achteruit, waarschijnlijk doordat invasieve rivierkreeften een achteruitgang van de krabben-scheer veroorzaken, een waterplant die belangrijk is voor de glazenmaker.

Bijen, mieren en wespen

11,5%
van alle
soorten



Aantal soorten ca. 5400

Waarvan exoten ca. 90

Staat van instandhouding 

Rode Lijst  (alleen voor bijen)

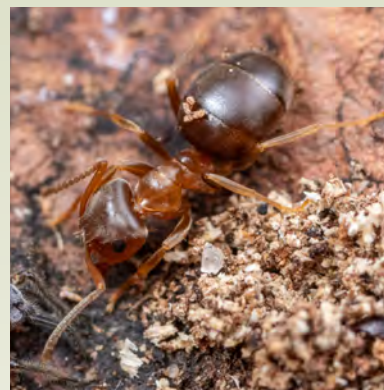
Opmerking Deze groep omvat sluipwespen (meer dan 4000), bladwespen (ruim 500), bijen (ruim 350), mieren (ruim 100, waarvan 68 inheems) en andere wespengroepen. De status van de meeste soorten is niet goed bekend. Geen van de soorten is Europees beschermd.



GROTE ZIJDEBIJ | FOTO: CEES DETERMANN

Mieren

Van de inheemse mierensoorten is 42% bedreigd Ecologische atlas van Nederlandse mieren (Boer et al. 2018). 9 soorten dreigen uit te sterven, één is al uitgestorven. De rode bosmiersoorten waren vroeger beschermd, maar zijn nu alleen nog opgenomen in de Gedragscode Soortenbescherming Bosbeheer. 6 soorten staan op de internationale Rode Lijst. Nederland heeft een bovengemiddelde verantwoordelijkheid voor de stengelslankmier, die nergens ter wereld zoveel voorkomt als in de Nederlandse duinen, en de Kutters gaststeekmier, die zeer zeldzaam is. Sommige exotische mierensoorten zorgen voor veel overlast, waaronder de Argentijnse mier en het Mediterraan draaigatje, die in het stedelijk gebied voorkomen.



MIER | FOTO: RICK BUESINK

Wespen

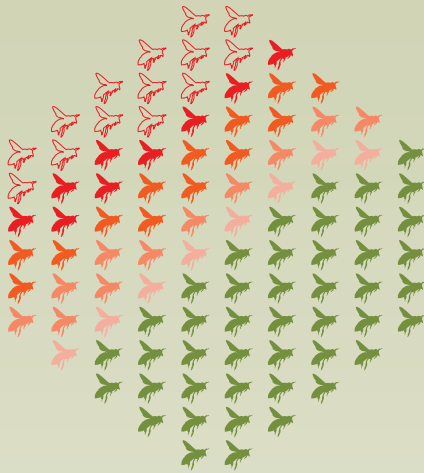
Van de meeste sluipwespen is weinig bekend, behalve de soorten die in de tuinbouw worden ingezet als natuurlijke vijanden. Van de andere wespen (ongeveer 350 soorten) is in vorige eeuw ten minste 45% (sterk) afgenomen of zelfs verdwenen (De wespen en mieren van Nederland (Peeters et al., 2004)). De invasieve Aziatische hoornaar breidt zich na introductie in Zuid-Frankrijk snel uit en voedt zich met diverse insecten, waaronder door imkers gehouden honingbijen.



SLUIPWESP | FOTO: CEES DETERMANN

Rode Lijst bijen

2018 | 331 soorten beschouwd



 = 1%

55% op de Rode Lijst

-  14% verdwenen
-  9% ernstig bedreigd
-  13% bedreigd
-  11% kwetsbaar
-  8% gevoelig
-  45% niet bedreigd

BRON: clo.nl/nl132306

Van de ruim 350 soorten wilde bijen staan er 181 op de Rode Lijst en zijn er 46 verdwenen uit Nederland. Van de 27 hommelssoorten zijn er 7 verdwenen en staan er 10 op de Rode Lijst. Er is veel aandacht voor bijen omdat de meeste soorten verantwoordelijk zijn voor de bestuiving van een groot deel van de wilde planten en gewassen. De bijen zijn onderdeel van de Natuurherstelwet en de Europese lidstaten worden binnen enkele jaren verplicht om de stand van de wilde bijen te monitoren. Door middel van de Nationale Bijenstrategie wordt gewerkt aan herstel van de wilde bijen van Nederland.

BLIK OP DE TOEKOMST

Biodiversiteit meten met AI-beeldanalyse

Het in kaart brengen van biodiversiteit met vrijwilligers en professionals die handmatig tellingen en inventarisaties uitvoeren kost veel tijd. Het inzetten van drones en smartphones kan hier uitkomst bieden. Het project FlowerPower (Fontys Hogeschool Eindhoven) heeft een AI-model gebouwd dat niet alleen wilde bloemen kan herkennen, maar deze ook per soort kan tellen op een proefvlak van 1m². Op deze manier kan met AI-technologie waardevolle informatie verzameld worden over welke planten er in een gebied voorkomen en in welke aantallen. Zo ontstaat een completer beeld van de plaatselijke biodiversiteit. De techniek is nog volop in ontwikkeling, maar de resultaten worden steeds accurater. Het project richt zich nu op het koppelen van het AI-model voor het monitoren van wilde bloemen aan een

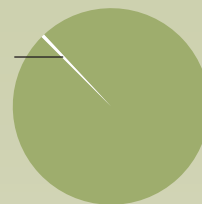


sensor, dat wil zeggen een smartphone en/of drone. Wat het complex maakt, is bijvoorbeeld het kunnen herkennen van een plant zonder bloeiende bloem, of al uitgebloeide bloemen. Niet eenvoudig maar niet onmogelijk. Door technologie en biologie te combineren is dit allemaal oplosbaar. Er zijn plannen om het model en de referentie-dataset met annotaties op te nemen en onder te brengen in ARISE, inclusief de koppeling naar smartphone en/of drone, maar ook hier moet nog wel wat werk voor verzet worden.

Gerard Schouten, Fontys Hogeschool

Haften, steenvliegen, schietmotten

0,6%
van alle
soorten



Haften, steenvliegen en kokerjuffers (die laatste zijn de larven van schietmotten) zijn waterinsecten die gevoelig zijn voor veranderingen in hun leefomgeving zoals temperatuur, zuurstofgehalte en vervuiling. Daarom worden ze, onder meer door waterschappen,

gebruikt als indicatoren voor de waterkwaliteit. De term EPT, die gebruikt wordt voor deze indicatoren, komt van Ephemeroptera (haften), Plecoptera (steenvliegen) en Trichoptera (kokerjuffers).

Haften

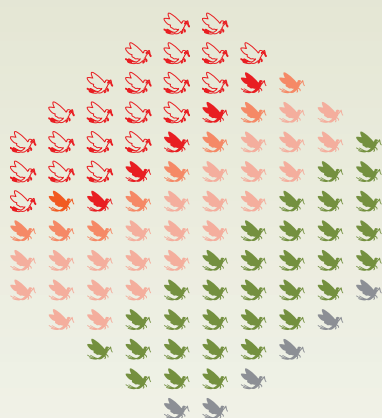
Aantal soorten	64
Waarvan exoten	onbekend
Staat van instandhouding	–
Rode Lijst	✓



HAFT | FOTO: DAAN DRUKKER

Rode Lijst

2003 | 64 soorten beschouwd



 = 1%

61% op de Rode Lijst

- 22% verdwenen
- 5% ernstig bedreigd
- 1% bedreigd
- 8% kwetsbaar
- 25% gevoelig
- 33% niet bedreigd
- 6% onvoldoende gegevens

BRON: clo.nl/nl132306

Haften zijn gevleugelde insecten met een netvormige vleugeladering. Ze komen vooral voor in het rivierengebied, de hogere zandgronden en het Zuid-Limburgse heuvelland. Schone, natuurlijk stromende wateren bieden leefgebied aan de meeste soorten. Ook in stilstaande wateren komen enkele soorten voor. In geschikte wateren kunnen honderden larven per vierkante meter worden aangetroffen.

Door biotoopvernietiging en verslechtering van de waterkwaliteit zijn in de tweede helft van de 20ste eeuw 26 soorten uit Nederland verdwenen. Doordat de waterkwaliteit iets verbeterde na de jaren tachtig zijn twee soorten teruggekeerd. Bovendien zijn twee andere recentelijk als dwaalgast waargenomen.

Steenvliegen

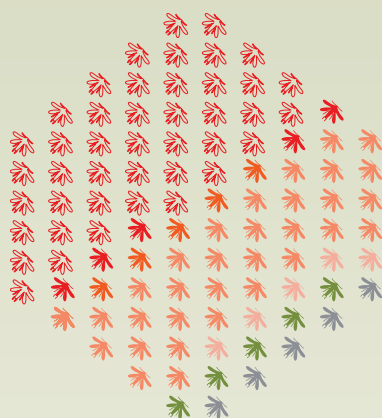
Aantal soorten	28
Waarvan exoten	onbekend
Staat van instandhouding	–
Rode Lijst	✓



STEENVLIEG | FOTO: DAAN DRUKKER

Rode Lijst

2003 | 21 soorten beschouwd



 = 1%

90% op de Rode Lijst

-  42% verdwenen
-  5% ernstig bedreigd
-  5% bedreigd
-  33% kwetsbaar
-  5% gevoelig
-  5% niet bedreigd
-  5% onvoldoende gegevens

BRON: clo.nl/nl132306

Steenvliegen zijn vooral te vinden in en op de hogere zandgronden en het Zuid-Limburgse heuvel-landschap. De Springendalse Beek (OV) en enkele beken in Zuid-Limburg herbergen elk drie soorten. Momenteel komt op de meeste plaatsen met stromend water nog maar één soort voor: de gewone steenbeekvlieg. De achteruitgang van steenvliegen is een van de meest dramatische binnen de Nederlandse fauna. De meeste verdwenen als gevolg van vervuiling en normalisering (het rechtekken) van beken en rivieren. Wel is dankzij het herstel van de Roer één soort teruggekeerd. Begin 2010 werd in de Roer ook een nieuwe soort aangetroffen die anno 2025 talrijk is geworden. Tot slot duidt de herontdekking van de late naaldsteenvlieg (2024) op enig herstel van de Geul.

Schietmotten (kokerjuffers)

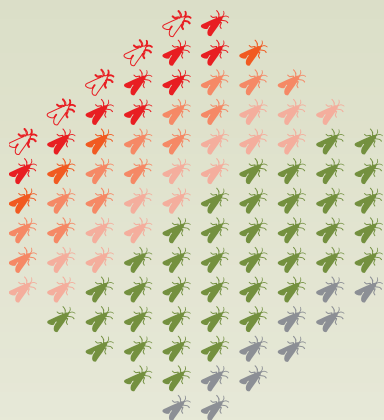
Aantal soorten	184
Waarvan exoten	onbekend
Staat van instandhouding	–
Rode Lijst	✓



SCHIETMOT | FOTO: CEES DETERMANN

Rode Lijst

2003 | 176 soorten beschouwd



 = 1%

48% op de Rode Lijst

- 5% verdwenen
- 9% ernstig bedreigd
- 4% bedreigd
- 14% kwetsbaar
- 16% gevoelig
- 42% niet bedreigd
- 10% onvoldoende gegevens

BRON: clo.nl/nl132306

Schietmotten zijn insecten met behaarde vleugels die enigszins op motten lijken. De larven worden kokerjuffers genoemd. Het laagveengebied en het Zuid-Limburgse heuvellandschap zijn het rijkst aan soorten. Maar liefst negen soorten zijn sinds 1758 uit Nederland verdwenen, waarschijnlijk door biotoopvernietiging en vermesting. Enkele soorten die uit Nederland verdwenen waren, zijn recentelijk weer verschenen door verbetering van de waterkwaliteit. *Tinodes rostocki* is in 2007 gevangen bij Elsloo (Limburg). Het moet nog blijken of deze soort de status 'gevestigd' krijgt.

BLIK OP DE TOEKOMST

Schietmotten als 'bijvangst' van nachtvlindermeetnetten

Waterschappen monitoren al jaren op gestandaardiseerde wijze de larven van kokerjuffers en haften met schepnetten. De laatste jaren worden ook de schietmotten (de volwassen kokerjuffers) steeds beter door burgerwetenschappers herkend. Deze nachtactieve insecten worden net als nachtvlinders aangetrokken tot lichtbronnen. Nachtvlinderaars met lakens of nachtvlindervallen zien ze daarvoor regelmatig. Identificatie is vervolgens mogelijk dankzij nieuwe determinatietabellen

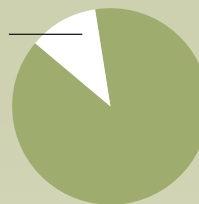
en waarnemingsapps. Nadat waarnemers foto's hebben ingevoerd via Waarneming.nl is automatische beeldherkenning steeds vaker in staat om de schietmotten en haften te identificeren. Zo wordt steeds meer aanvullende informatie over deze insecten verzameld.

Roy Kleukers en Daan Drukker
(EIS kenniscentrum insecten)

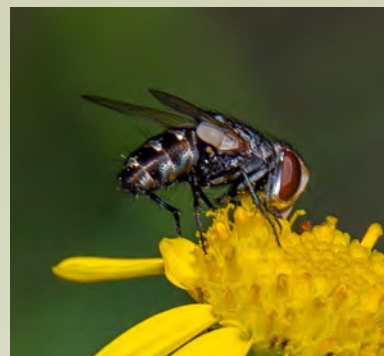


Vliegen en muggen

11,6%
van alle
soorten



Aantal soorten	ca. 5450
Waarvan exoten	ca. 20
Staat van instandhouding	⊖
Rode Lijst	✓
Opmerking	Binnen deze groep vallen 340 zweefvliegen die samen met bijen onze belangrijkste bestuivers zijn.

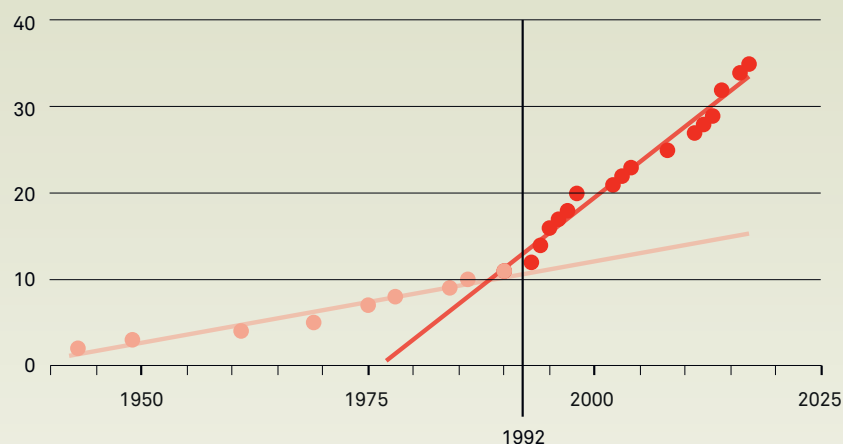


DAMBORDVLIEG | FOTO: CEES DETERMANN

Aantal uitgestorven soorten zweefvliegen

Cumulatief naar jaar van laatste waarneming

Periode 1940-2018 | 315 soorten beschouwd



De zweefvliegen zijn gesplitst in een periode voor de trendbreuk van 1992 en daarna.

Rendiermossen

— Waarneming

• Trend

Rendiermossen

— Waarneming

• Trend

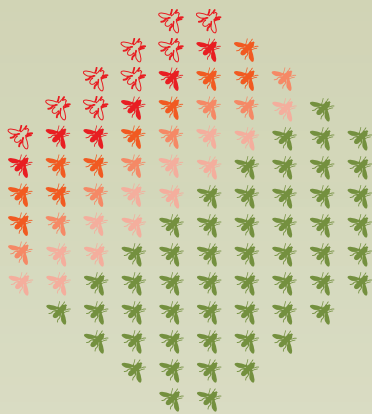
BRON: EIS KENNISCENTRUM
INSECTEN

Sinds circa 1990 is er een versnelling in het uitsterven van zweefvliegen te zien. Dit valt samen met de grootschalige introductie in Nederland van neonicotinoïden; aan nicotine verwante insecticiden. Pesticiden zijn daarmee een belangrijke verdachte als veroorzaker van de afname van zweefvliegen. Andere oorzaken zijn intensivering van het

landschapsgebruik en de landbouw, eutrofiëring en verzuring (door te hoge stikstof- en zwaveldepositie) en klimaatverandering. Doordat deze oorzaken relevant zijn op landelijke schaal, zijn ook maatregelen op landelijke schaal nodig om de achteruitgang van zweefvliegen een halt toe te roepen.

Rode Lijst

2024 | 317 soorten beschouwd



 = 1%

46% op de Rode Lijst

-  9% verdwenen
-  6% ernstig bedreigd
-  10% bedreigd
-  8% kwetsbaar
-  13% gevoelig
-  54% niet bedreigd

WWW.CLO.NL/NL132306

Zweefvliegen zijn pas sinds 2024 vertegenwoordigd in het Nederlandse natuurbeleid. Toen is een Rode Lijst opgesteld, waaruit blijkt dat 46% van de inheemse soorten wordt bedreigd of zelfs al is verdwenen uit Nederland. Niet alleen de diversiteit aan soorten staat onder druk, ook met de aantallen zweefvliegen gaat het slecht. Uit een veertigjarig onderzoek op de Veluwe blijkt dat hier tegenwoordig 80% minder zweefvliegen rondvliegen dan in de jaren tachtig.



BLINDE BIJ (ZWEEFVLIEG) | FOTO: CEES DETERMANN

INSECTEN AUTOMATISCH VASTGELEGD

De DIOPSIS-camera fotografeert, herkent en monitort insecten volledig automatisch. Bovendien kunnen de data die dit systeem genereert helpen bij het herstel van andere soorten, waaronder de grutto.

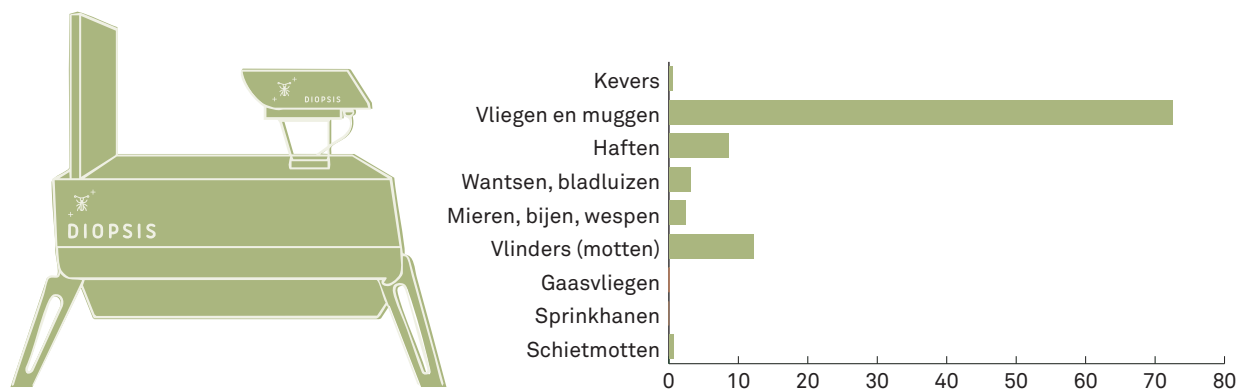
Het monitoren van de biodiversiteit en biomassa van insecten wordt traditioneel gedaan met malaise-vallen, potvallen, bodemvallen, netten of het lopen van transecten om tellingen te doen. Deze methoden leveren goede data en inzichten in de insectenstand op, maar zijn ook tijdrovend en meestal dodelijk voor de verzamelde insecten. Innovatieve technologieën

maken het mogelijk om insecten te monitoren op een efficiënte, autonome, niet-invasieve en niet-dodelijke manier. Zoals de DIOPSIS-camera, een systeem waaraan sinds begin 2019 wordt gewerkt door het DIOPSIS-consortium (Naturalis Biodiversity Center, Faunabit, Radboud Universiteit Nijmegen, EIS Kenniscentrum Insecten en COSMONiO/Intel).

Ruim zeventig locaties

De camera is ontwikkeld om volledig geautomatiseerd insecten te fotograferen en te herkennen. De foto's die deze camera maakt, worden geanalyseerd met speciale beeldherkenningssoftware, ontwikkeld door Naturalis. Die kan insecten identificeren, voornamelijk tot op familieniveau. Ook geeft het algoritme een inschatting van de nauwkeurigheid van die identificatie. Daarnaast

Figuur 1



De insectencamera levert waardevolle data op met beelden van een brede variëteit aan vliegende en lopende insecten, waaronder nauwelijks bestudeerde groepen zoals dansmuggen.



DIOPSIS
deed circa
3,3 miljoen
detecties van
individuele
insecten

Een landelijk netwerk van insectencamera's gaat een schat aan betrouwbare trendgegevens opleveren

meet het de lengte van het insect en geeft het op basis daarvan een schatting van de biomassa.

In 2021, 2022 en 2023 is de camera op ruim zeventig locaties in Nederland ingezet om insecten te monitoren. Daarbij werden meer dan 50 miljoen foto's gemaakt. Beeldanalyse van deze data leverde in totaal zo'n 3,3 miljoen detecties van individuele insecten op.

Belangrijke voedselbron

Langetermijnmonitoring geeft ons een beter beeld over hoe het gaat met de insecten in Nederland. We kunnen er de trends in de achteruitgang van insecten mee in kaart brengen en begrijpen, en waar mogelijk de relatie met mitigerende maatregelen bepalen.

Maar we kunnen nog meer informatie uit deze data halen. Insecten vormen een belangrijke voedselbron voor andere dieren, met name voor vogels en vleermuizen, inclusief Rode Lijstsoorten zoals de grutto en de kwartelkoning. Op basis van de Omgevingswet is het behoud en herstel van Rode Lijstsoorten de verantwoordelijkheid van provinciebesturen (artikel 3.57, lid 1,

sub c, Besluit kwaliteit leefomgeving). Beter inzicht in het voedselaanbod voor deze soorten, en welke beleidsmaatregelen helpen de insectenstand te verbeteren, kan daaraan bijdragen.

Dansmuggen

Andere insectenetende soorten, zoals de meervleermuis, zijn opgenomen in de Habitatrichtlijn en vallen dus onder de Wet Natuurbescherming. Een van de grootste soortgroepen die de camera's waarnemen, zijn de dansmuggen (zie categorie Vliegen en muggen in de figuur 1), die een belangrijk bestanddeel vormen van het voedsel van de meervleermuis. In Nederland heeft de meervleermuis nog geen bedreigde status, maar de aantallen nemen al jaren af, onder andere door een tekort aan voedsel.

Een landelijk netwerk van insectencamera's gaat een schat aan betrouwbare trendgegevens opleveren, ook voor soortengroepen die een grote rol vervullen in ecosystemen maar nauwelijks in andere meetnetten worden meegenomen. Wel is daarvoor langdurige monitoring noodzakelijk.

Chantal Huijbers en Laurens Hogeweg

Naturalis Biodiversity Center

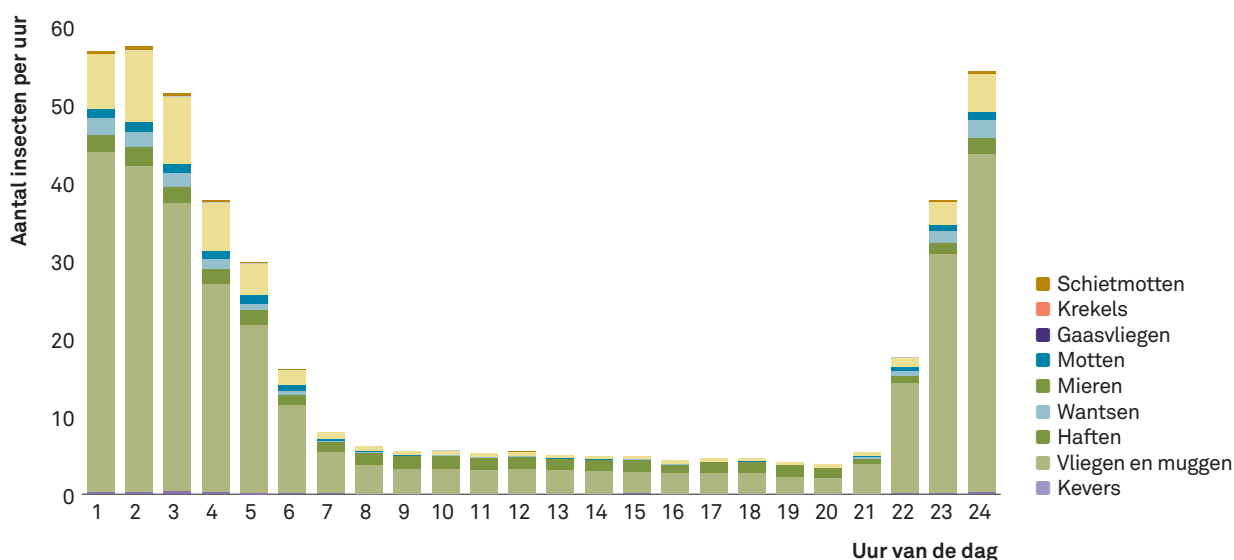
Eelke Jongejans

Radboud Universiteit en

Stephan Peterse

Faunabit

Figuur 2



De LED verlichting in de camera is een aantrekkingsbron voor nacht-actieve insecten en dat is terug te zien in de hoeveelheden insecten gedetecteerd in de nacht vs. overdag.



Sprinkhanen en krekels

0,1%
van alle
soorten

Aantal soorten 50

Waarvan exoten 5

Staat van instandhouding ⚡

Rode Lijst ✓

Opmerking Nederland kent vijftig soorten sprinkhanen en krekels. Door twee atlasprojecten (1990-1995 en 2008-2015), bestaat er een goed beeld van deze groep. Daarnaast worden veel waarnemingen ingezameld via Waarneming.nl. Hierdoor kan het CBS voor de meeste soorten jaarlijks trends bepalen.

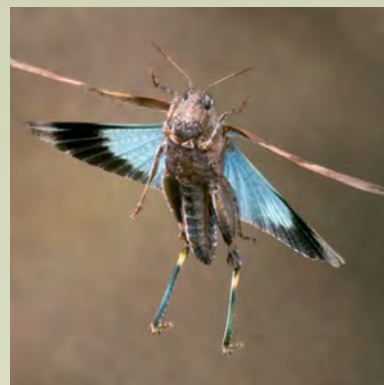
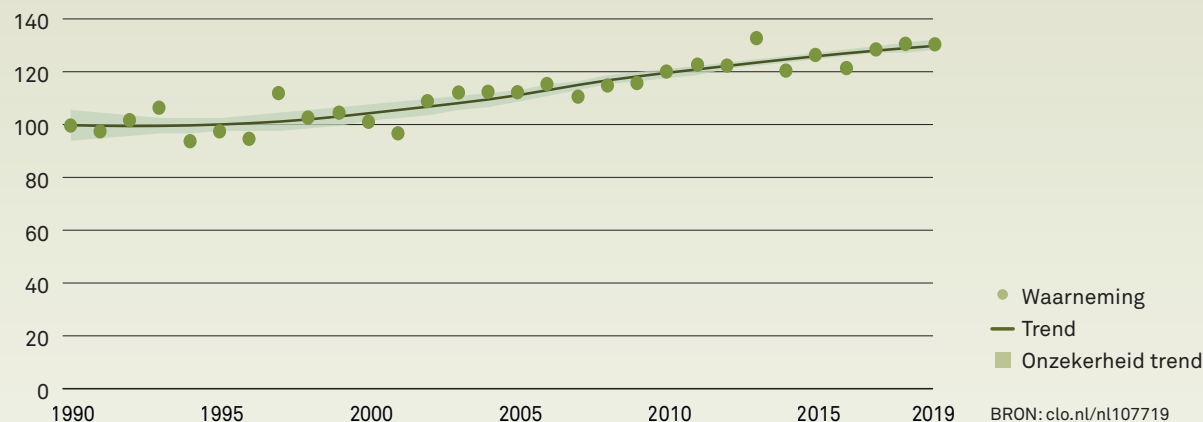


FOTO: RENÉ KREKELS

Verspreidingstrend sprinkhanen

1990-2019 | 35 soorten beschouwd

Index (trend 1997 = 100)

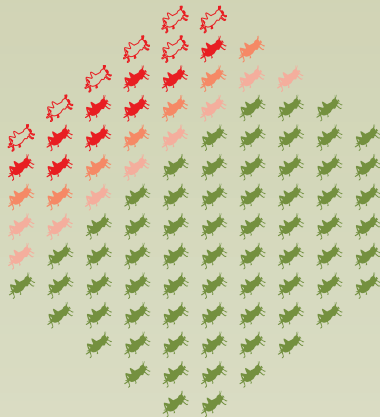


Sprinkhanen zijn echte warmteliefhebbers wat blijkt uit de uitbreiding van zuidelijke soorten. Sinds 1990 zijn er maar liefst twaalf soorten nieuw voor Nederland gevonden, waarvan meer dan de helft is te relateren aan het veranderende klimaat. Sprinkhanen bereiken hun grootste soortendiversiteit

in open biotopen op zandgronden. Doordat ze zo talrijk voorkomen, spelen ze een belangrijke rol in graslanden. Zo vormen ze bulkvoedsel voor bijvoorbeeld hagedissen en insectenetende vogels. Zelf eten veldsprinkhanen veel grassen, waardoor ze bijdragen aan de diversiteit van graslanden.

Rode Lijst

2012 | 44 soorten beschouwd



 = 1%

32% op de Rode Lijst

-  7% verdwenen
-  9% ernstig bedreigd
-  0% bedreigd
-  7% kwetsbaar
-  9% gevoelig
-  68% niet bedreigd

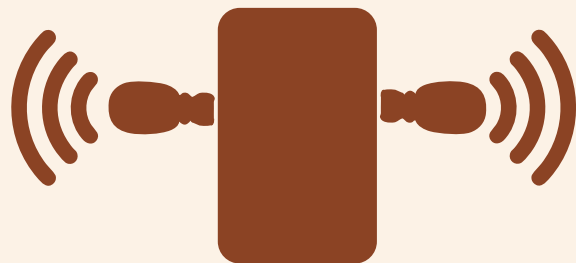
BRON: clo.nl/nl132306

Op de Rode Lijst uit 2012 staan twintig soorten sprinkhanen en krekels. Daarvan werden er drie als uitgestorven beschouwd: de Europese treksprinkhaan, de klappersprinkhaan en het bosdoorntje. Die laatste soort is in 2012 echter weer op de Veluwe waargenomen.

BLIK OP DE TOEKOMST

Geluidsherkenning als tool voor het monitoren van biodiversiteit

Toepassingen met kunstmatige intelligentie (AI) kunnen verschillende oplossingen bieden bij het meten en monitoren van veranderingen in biodiversiteit. Eén zo'n oplossing waar Naturalis aan werkt via projecten als Bioacoustic en ARISE, is AI-geluidsherkenning voor de identificatie van soorten. Er zijn al verschillende geluidsrecorders op de markt die de frequenties van vogels, vleermuizen en insecten zoals krekels, sprinkhanen en cicaden kunnen opnemen. Samen met de input van experts worden AI-modellen getraind zodat ze precies kunnen vertellen welke soorten in een gebied voorkomen. In de toekomst zal het zelfs mogelijk zijn om te bepalen wie met wie praat. Op dit moment is de toepassing van deze techniek succesvol voor



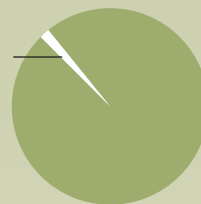
alle vogelsoorten en voor een handvol krekels en cicaden. Naturalis werkt er hard aan om dit ook mogelijk te maken voor amfibieën, meer insecten en zelfs onderwaterleven. Het mooie van deze nieuwe technologie is dat het wetenschappers in staat stelt om veel meer soorten te observeren dan een individu of een wildcamera zou kunnen.

Dan Stowell, projectleider Bioacoustic AI



Kreeftachtigen

1,7%
van alle
soorten



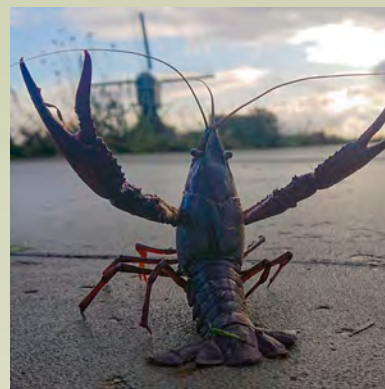
Aantal soorten ca. 820

Waarvan exoten 55

Staat van instandhouding ✓

Rode Lijst –

Opmerking Een diverse groep van geleedpotigen die voorkomen in zoet en zout water, en in mindere mate in brak water en op het land. Sommige soorten zijn parasieten. Kreeften en garnalen zijn belangrijk voor de visserij.



RODE AMERIKAANSE RIVIERKREEFT
FOTO: BRAM KOESE

Staat van instandhouding

2013-2018 | 1 soort beschouwd
(de Europese rivierkreeft)



gunstig

matig ongunstig

zeer
ongunstig

BRON: <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/>

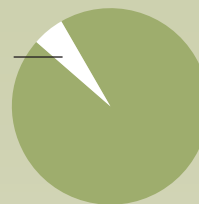
De staat van de Nederlandse kreeftachtigen is voor enkele groepen redelijk bekend; met name (rivier-) kreeften, krabben en garnalen. Door een gebrek aan taxonomische kennis is de staat van andere groepen veel moeilijker te beoordelen.

We weten dat enerzijds soorten zijn verdwenen door verlies van hun biotoop. Anderzijds komen er klimaat-schuivers (als reactie op klimaatverandering) en exoten (door menselijk handelen) bij. Een goed voorbeeld zien we bij de rivierkreeften: de enige inheemse soort is teruggedrongen tot een klein areaal, terwijl er zo'n tien exoten in het Nederlandse water floreren. De staat van deze inheemse rivierkreeft is dan ook zeer ongunstig.

Voor bepaalde groepen, zoals de watervlooien, de aasgarnalen, de zeekomma's, de pissenbedden en de vlokreeftjes, is het aantal soorten gestegen door een toename in kennis. Verwacht wordt dat het aantal soorten kreeftachtigen nog verder zal stijgen naarmate de kennis verder toeneemt.

Spinachtigen

5,3%
van alle
soorten



Aantal soorten ca. 2500

Waarvan exoten ca. 65

Staat van instandhouding ➔

Rode Lijst ➔

Opmerking In Nederland vormen de mijten met circa 1557 soorten de grootste groep, terwijl de spinnen met 705 soorten de bekendste zijn. Daarnaast behoren hooiwagens en teken tot deze groep, evenals de pseudoschorpioenen (23 soorten) en de kortstaartzweepschorpioenen. Van die laatste zijn geen aantallen bekend. Vanwege hun tropische oorsprong worden ze uitsluitend in kassen gevonden.

Mijten

Mijten leven in vrijwel alle biotopen, kunnen parasitair of niet-parasitair zijn, leven op het land of in het water, zowel in zee als in zoet water. De kennis van veel groepen is fragmentarisch, maar dankzij de aandacht van enkele onderzoekers zijn de watermijten en de op land levende mosmijten wel goed onderzocht.

Watermijten (274 soorten) zijn goede indicatoren voor de waterkwaliteit. Dat is te danken aan hun complexe levenscyclus, waarbij de larven parasiteren op insecten en dus afhankelijk zijn van hun gastheren. Daarnaast zijn watermijten gevoelig voor veranderingen in hun directe leefomgeving, met verschillende toleranties voor vervuiling, zuurgraad, zuurstofgehalte en andere waterparameters. De waterschappen gebruiken deze soorten dan ook bij macrofaunaonderzoek. Verder zijn ze opgenomen in de Kaderrichtlijn Water. 12 soorten watermijten zijn uit Nederland verdwenen.

Van de mosmijten zijn 375 soorten bekend; over 13 soorten is nog niet wetenschappelijk gepubliceerd. Het totaal aantal soorten mijten in Nederland zal zeker toenemen als meer onderzoek wordt gedaan aan deze tot nu toe slecht in kaart gebrachte groepen.



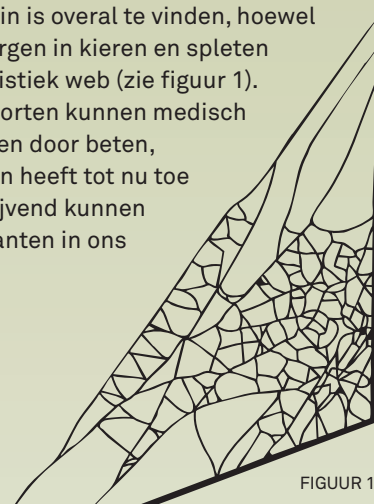
WATERMIJT | FOTO: JASPER NANCE

Spinnen

Er bestaat geen Nederlandse Rode Lijst voor spinnen. Eén opvallende soort, de grote gerande oeverspin, geniet wel wettelijke bescherming doordat hij op de Rode Lijst van de IUCN staat (indicatie 'kwetsbaar'). Deze soort leeft in oevervegetatie van laagveenplassen en watergangen, en is in ons land in die niche algemeen. Hij jaagt op waterinsecten en bij uitzondering op visjes en kikkervisjes.

Een tweede opvallende soort in ons waterrijke land is de waterspin. Die bouwt onder water tussen waterplanten een web, brengt daar lucht in aan en leidt in die duikerklok een droog landleven. Het aantal waarnemingen van deze soort is sinds 2010 sterk afgenomen. Mogelijke oorzaken zijn verslechtering van de waterkwaliteit en de Amerikaanse rode kreeft, een exoot die alle waterplanten wegvreet.

Er is een opvallende toename van exotische spinnen die opduiken in onder andere tuincentra en bij importbedrijven. De stekelpotige valse wolfspin kwam bijvoorbeeld in 2007 binnen vanuit Zuid-Europa en is nu in het hele land te vinden. Ook de Australische huisspin is overal te vinden, hoewel meestal goed verborgen in kieren en spleten achter een karakteristiek web (zie figuur 1). Enkele exotische soorten kunnen medisch ongemak veroorzaken door beten, maar van die soorten heeft tot nu toe geen enkele zich blijvend kunnen vestigen en voortplanten in ons land.



FIGUUR 1

BLIK OP DE TOEKOMST

Monitoren met beeldherkenning

De opkomst van waarnemingsapps zoals Waarneming.nl heeft de het aantal geregistreerde waarnemingen van spinnen en andere soorten de afgelopen decennia sterk doen toenemen. Nederland kent met circa 3000 meldingen per km² een uitzonderlijk hoge meldingsdichtheid (wereldwijd: 6 per km²). Sinds 2017 is daar automatische beeldherkenning aan toegevoegd. Desondanks is het beeld bij spinnen vertekend: zo'n 40% van de meldingen betreft slechts vier algemene, opvallende soorten (kruisspin, kraamwebspin, wespspin, zebraspringspin), mogelijk door hun grootte en opvallende uiterlijk. Hierdoor zijn de kleinere, minder opvallende van de circa 700 Nederlandse spinnensoorten ondervertegenwoordigd. Ondanks deze vertekening leveren publieke meldsystemen waardevolle data en betrekken ze burgers bij natuurmonitoring. De steeds nauwkeuriger wordende automatische beeldherkenning, gecombineerd met data uit wetenschappelijke collecties (die historisch materiaal en DNA-analyse bieden), kan met geavanceerde rekenmodellen een steeds completer beeld van de biodiversiteit, ook van kleinere soorten zoals spinnen, gevormd worden.

Jeremy Miller
Naturalis Biodiversity Center



GROTE GERANDE OEVERSPIN | FOTO:GETTY IMAGES



TECHNIEK LAAT BURGER- WAARNEMINGEN MEETELLEN

Dankzij websites, apps en AI dragen niet-experts steeds meer bij aan waarnemingen van soorten. En dat is een erg positieve ontwikkeling voor de kennis van de Nederlandse biodiversiteit.

Een aantal groepen soorten wordt al langere tijd gemonitord, soms door professionals, maar vaak ook door vrijwilligers. Dat laatste geldt vooral voor soortgroepen met een eigen 'fanclub'. Sovon telt bijvoorbeeld ruim vijfduizend leden die vogels waarnemen, terwijl de vrijwilligers van de Vlinderstichting op meer dan 1400 routes vlinders monitoren en op meer dan 500 routes libellen tellen.

Naast deze georganiseerde waarnemingen zijn er de laatste 25 jaar steeds meer andere waarnemers en waarnemingen bij gekomen. Deze 'opportunistische waarnemingen' worden steeds vaker gebruikt om biodiversiteitspatronen te bepalen en vormen een steeds groter deel van het totaal aan waarnemingen van soorten. Websites en apps als Waarneming.nl hebben het mogelijk gemaakt voor niet-experts om bij te dragen. Ze kunnen foto's op het platform zetten, die later door experts worden bekeken en gevalideerd.

AI identificeert soorten

Zo ontstaan er betrouwbare waarnemingen van plekken die niet door experts zijn bezocht. Als we bijvoorbeeld naar de zweefvliegen kijken, een groep met meer dan

driehonderd soorten in Nederland, blijkt dat rond het jaar 2000 slechts 10% van de waarnemingen van niet-experts kwam, terwijl dat in 2010 was gestegen naar 80% en in 2020 naar 90%.

Uit onderzoek blijkt wel dat niet-experts soorten die algemeen of groot zijn, duidelijke kleurenpatronen hebben en in de stad voorkomen meer zien dan de experts. Of dat komt doordat experts gefocust zijn op de bijzondere soorten of dat niet-experts die juist niet goed herkennen, is onduidelijk.

Een tweede, recentere revolutie in het waarnemen van soorten is de automatische beeldherkenning. Zo kan de populaire app ObsIdentify dankzij AI een foto van een dier, plant of paddenstoel identificeren. Dat levert een soortnaam op met daarbij de betrouwbaarheid van de identificatie, wat de waarnemer direct inzicht geeft in wat hij of zij voor zich ziet. Deze waarneming kan vervolgens worden opgeslagen en zo bijdragen aan de totale kennis van onze biodiversiteit.

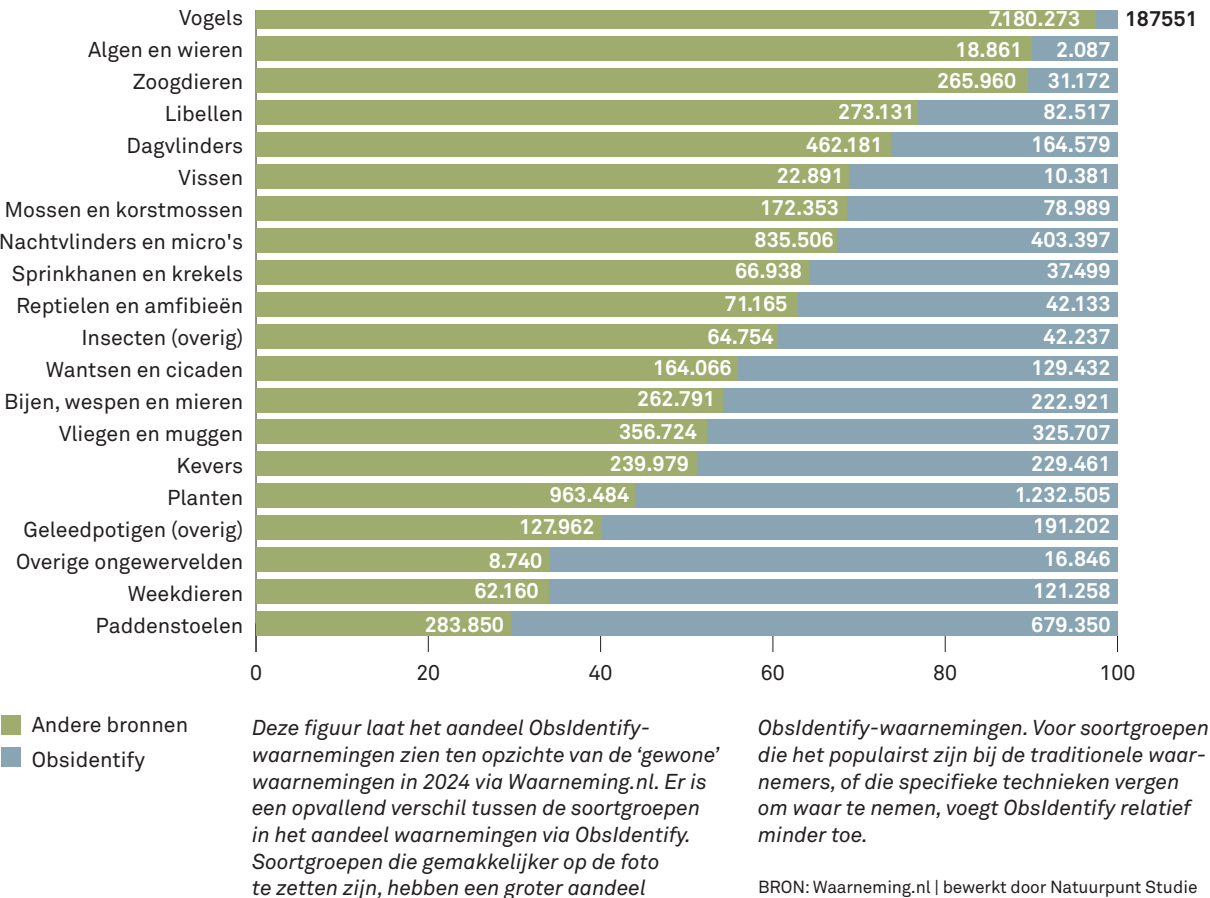
Effectieve innovatie

Inmiddels komt de meerderheid van de waarnemingen van onder meer paddenstoelen, planten, weekdieren en veel ongewervelden uit de ObsIdentify-app. En zelfs voor moeilijk te fotograferen groepen als vissen, zoogdieren, algen en wieren en libellen komt 10-30% van de waarnemingen via deze nieuwe route (zie figuur 1).

Niet alle soorten zijn goed te identificeren op een foto. Regelmatig is er sprake van 'cryptische' soorten, die er

In 2020 kwam
90%
van de
waarnemingen
van zweefvliegen
van niet-experts

Figuur 1: Aantal waarnemingen per bron per soortgroep 2024



Waarnemingen van niet-experts worden steeds vaker gebruikt om biodiversiteitspatronen te bepalen

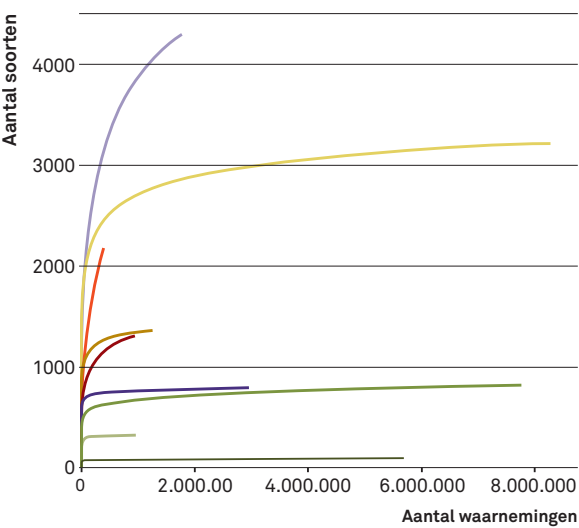
identiek uitzien, of zijn onderscheidende kenmerken niet goed te zien op een foto. Maar zelfs voor de kleinere, lastigere groepen soorten is deze innovatie erg effectief (zie figuur 2). Van duizenden soorten zwammen, planten, kevers, vliegen en wespen zijn betrouwbare waarnemingen beschikbaar en bij veel groepen wordt het grootste deel van de soorten waargenomen. Dit laatste blijkt uit de afbuigende curven die laten zien dat er bij meer waarnemingen geen nieuwe soorten meer worden gevonden.

Veel betere dekking

Zoals bij elke innovatie moet er goed worden gekeken naar de voor- en nadelen. De voordelen zijn een betere dekking van waarnemingen over Nederland, meer dan het kleine aantal experts ooit zou kunnen doen. Het aantal gebruikers van ObsIdentify is de afgelopen jaren spectaculair gestegen met meer dan 1 miljoen in Nederland sinds 2020, waarvan 515.000 in 2024 alleen. Nadeel is dat de lastige soorten minder worden gezien en voor elke analyse moet je rekening houden met de toename en verandering in gedrag van gebruikers. Oude gegevens zijn niet zomaar te vergelijken met nieuwe gegevens, maar dit is een kwestie van tijd en slimme analyses. Voor de kennis over de biodiversiteit van Nederland is dit een zeer positieve ontwikkeling.

Koos Biesmeijer & Jordy van der Beek
Naturalis Biodiversity Center

Figuur 2: Verzadigingscurven waargenomen soorten

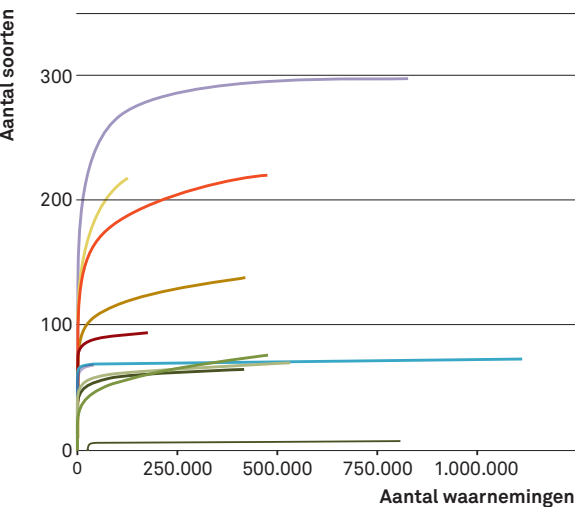


Soortgroep

- Zwammen
- Planten
- Mieren en wespen
- Micronachtvlinders
- Macronachtvlinders
- Vogels
- Bijen
- Dagvlinders

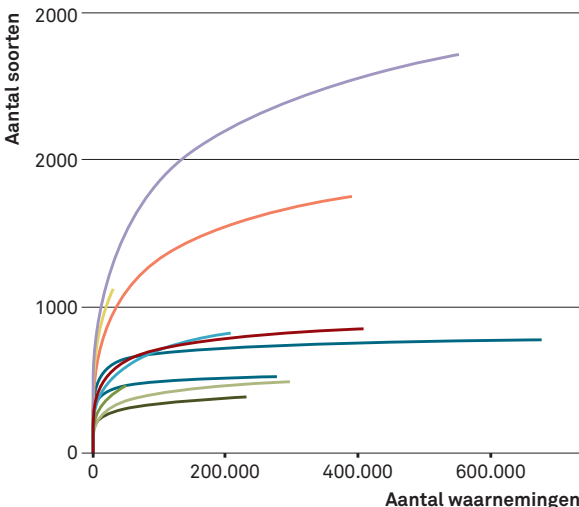
Deze grafieken tonen het verband tussen het totaal aantal waarnemingen en het aantal waargenomen soorten in Waarneming.nl sinds de opstart in 2004 aan de hand van zogenaamde verzadigingscurves. Bij soortgroepen die erg goed zijn onderzocht, is deze curve volledig afgevlakt op het aantal soorten dat in Nederland te vinden is. Bij minder goed onderzochte groepen is de curve nog niet volledig afgevlakt. Enkel soorten waarvan minstens één waarneming is goedgekeurd door de admins, werden gebruikt. Onzekere en nul-waarnemingen, evenals waarnemingen die op 'afgekeurd', 'in behandeling', of '(nog) niet te beoordelen' staan, zijn niet meegenomen in deze analyse.

BRON: Waarneming.nl | bewerkt door Natuurpunt Studie



Soortgroep

- Zweefvliegen
- Bladhaantjes
- Vissen
- Zoogdieren
- Boktorren
- Libellen
- Boorvliegen
- Reptielen en amfibieën
- Sprinkhanen en krekels
- Lieveheersbeestjes



Soortgroep

- Vliegen en muggen (overige)
- Algen, wieren en eencelligen
- Kevers (overige)
- Korstmossen
- Weekdieren
- Geleedpotigen (overige)
- Mosses
- Ongewervelden (overige)
- Spinnen
- Insecten (overige)s



Mensen zijn voor

100%

afhankelijk van de natuur
voor drinkwater, voedsel,
grondstoffen, medicijnen
en ons geestelijk welzijn

BRONNEN / REFERENTIES

- Arnolds, E. & Veerkamp, M. (2008) Basisrapport Rode Lijst Paddenstoelen. Nederlandse Mycologische Vereniging, Utrecht.
- Article 17 web tool on biogeographical assessments of conservation status of species and habitats under Article 17 of the Habitats Directive. This page gives access to assessments at Member State biogeographical level done by Member States and at EU biogeographical level done by the ETC/BD and the EEA. <https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/>
- Beentjes, K.K., Barmantlo, S.H., Cieraad, E. et al (2022). Molecular ecology, 31:1430-1443.
- Boer, P., J. Noordijk & van Loon, A.J. (2018). Ecologische atlas van Nederlandse mieren (Hymenoptera: Formicidae). – EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden, Leiden.
- Bongers, T. (1988). De nematoden van Nederland. Koninklijke Natuurhistorische Vereniging- III – Natuurhistorische bibliotheek. ISSN 0169-5355: nr. 46.
- Bruyne, R.H. de, Wallbrink, H. & Gmelig Meyling, A.W. (2003). Bedreigde en verdwenen land- en zoetwaterweekdieren in Nederland (Mollusca). – European Invertebrate Survey - Nederland, Leiden & Stichting ANEMOON, Heemstede.
- CBS (2020). Meetprogramma's voor flora en fauna. Kwaliteitsrapportage NEM over 2019. – Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.
- CBS (2025) Nieuwsbericht: Steeds minder vlinders, ook afname algemeen voorkomende soorten. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2025/17/steeds-minder-vlinders-ook-afname-algemeen-voorkomende-soorten>
- CLO (2017). Roggen en haaien, 1945-2016 (indicator 1249, versie 10, 30 oktober 2017), www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.
- CLO (2018). Kevers, kreeften en bloedzuigers van de Habitatrichtlijn, 2012-2017 (indicator 1417, versie 03, 6 februari 2018), www.clo.nl.
- CLO (2021). Staat van instandhouding soorten en habitattypen Habitatrichtlijn en trends vogels Vogelrichtlijn, 2013-2018 (indicator 1604, versie 03, 7 juli 2021), www.clo.nl.
- CLO (2023). Zeevissen, 1990-2021 (indicator 1584, versie 04, 20 november 2023), www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.
- CLO (2025). Mariene fauna van de Oosterschelde, 1994-2023 (indicator 1563, versie 02, 19 februari 2025), www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.
- Creemers, R.C.M., van Delft, J.J.C.W. & Herder, J.E. (2023). Basisrapport Rode Lijsten Amfibieën en Reptielen volgens Nederlandse en IUCN-criteria. RAVON Rapport 2021.043.
- Crittenden, S.J., Poot, N., Heinen, M., et al. (2015). Soil physical quality in contrasting tillage systems in organic and conventional farming. Soil and Tillage Research 154, 136-144.
- Denters, T. (2020). Flora in beweging. In: H. Duistermaat, Heukels' Flora van Nederland, ed. 24. Noordhoff Uitgevers.
- Drukker, D. (2024). Haften van de Benelux. *Entomologische Tabellen* 15. Nederlandse Entomologische Vereniging, Naturalis Biodiversity Center, EIS Kenniscentrum Insecten. 312 pp.
- Duistermaat, H. (2020). Heukels' Flora van Nederland, ed. 24. Noordhoff Uitgevers.
- Duistermaat, H., Sparrius, L.B., Denters, T. (2021). Standaardlijst van de Nederlandse flora 2020. *Gorteria* 43:109-156.
- Essink, K. & Keidel, H. (1998). Changing in estuarine nematode communities following a decrease of organic pollution. *Aquatic Ecology* 32:195-202.
- EU 2021. Mededeling van de commissie aan het Europees parlement, de raad, het Europees economisch en sociaal comité en het comité van de regio's eu-bodemstrategie voor 2030 profiteren van de voordelen van een gezonde bodem voor mens, voedsel, natuur en klimaat. COM/2021/699 final.
- Fajenblat, M., Wijns, R., De Knijf, G. et al. (2025). Leveraging massive opportunistically collected datasets to study species communities in space and time. *Ecology Letters*, 28:1234-1245. <https://doi.org/10.1111/ele.70094>

- Ferris, H. (2010). Contribution of Nematodes to the Structure and Function of the Soil Food Web. *Journal of Nematology* 42:63–67.
- Ferris, H., Venette, R.C., Meulen, H.R. van der, et al. (1998). Nitrogen mineralization by bacterial-feeding nematodes: verification and measurement. *Plant and Soil* 203:159–171.
- Foppen, R. & Vogel, R. (2022). Staat van instandhouding van soorten van de Vogelrichtlijn zonder instandhoudingsdoelen in Natura 2000-gebieden. Sovon-rapport 2022/81. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen. ISSN: 2212-5027
- Frazão, J., de Goede, R.G.M., Brussaard, L. et al. (2017). Earthworm communities in arable fields and restored field margins, as related to management practices and surrounding landscape diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 248:1-8. doi.org/10.1016/j.agee.2017.07.014
- Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E. et al. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12, e0185809
- Hallmann, C.A., Ssymank, A., Sorg, M., et al. (2021). Insect biomass decline scaled to species diversity: General patterns derived from a hoverfly community. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2002554117. doi. org/10.1073/pnas.2002554117
- Hannula, S.E., Morriën, E., De Hollander, M. et al. (2017). Shifts in rhizosphere fungal community during secondary succession following abandonment from agriculture. *ISME Journal*, 11:2294-2304. doi:10.1038/ismej.2017.90
- Hiddink, J.G., & ter Hofstede, R. (2008). Climate induced increases in species richness of marine fishes. *Global Change Biology*, 14:453-460. doi. org/10.1111/j.1365-2486.2007.01518.x
- Higler, L.W.G., (1994). Sloten, In: Beijer, H.M., Opdam, P.F.M., van Rossum, T.A.W., Verkaar, H.J.P.A. (Eds.), *Bos- en Natuurbeheer in Nederland. Deel 1: Levensgemeenschappen*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 89-97.
- Hogeweg, L., Zeegers, T., Katramados, I. et al. (2019) Smart insect cameras. *Biodiversity Information Science and Standards* 3:e39241.
- Hootsmans, M., Beentjes, K.K., van der Wal, J. et al. (2024). DNA Diatom Biosensor: Ontleutelen van milieukwaliteit op basis van diatomeeën. KWR 2024.081.
- IUCN. The IUCN Red List of threatened species, <https://www.iucnredlist.org/>
- Keidel, H. (2023). De nematodenfauna van stadsparken in Rotterdam. Met achtergrondinformatie over nematoden en hun gebruik als indicator voor de bodemtoestand. LIOS, 2023.
- Kloepper, S., Bostelmann, A., Bregnballe, T et al. (2022) *Wadden Sea Quality Status Report*. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. Downloaded 08.04.2025. qsr. waddensea-worldheritage.org
- Knoop, J., Bouckennooghe, S., van der Loos et al. (2024). DNA barcoding reveals an extensive number of cryptic introductions of bladed Bangiales (Rhodophyta) in the Southern North Sea. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1415034>
- Koese, B. (2008). De Nederlandse steenvliegen. *Entomologische Tabellen* 1. Nederlandse Entomologische Vereniging, Naturalis Biodiversity Center, EIS Kenniscentrum Insecten. 158 pp.
- Kranenbarg, J. & Spikmans, F. (2013). Achtergronddocument Rode Lijst Vissen 2011. Zoetwatervissen. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Kuyper, T.W., Janssens, I.A. & Vicca, S. (2023). Impacts of nitrogen deposition on litter and soil carbon dynamics in forests. In: E. Dai & W. de Vries (eds), *Atmospheric nitrogen deposition to global forests: spatial variation, impacts and management implications*, p. 133-155. Elsevier Publisher. doi. org/10.1016/B978-0-323-91140-5.00012-9
- Lilleskov, E.A., Kuyper, T.W., Bidartondo, M.I. et al. (2023). Impacts of nitrogen deposition on forest mycorrhizal communities. In: E. Dai & W. de Vries (eds), *Atmospheric nitrogen deposition to global forests: spatial variation, impacts and management implications*, p. 95-118. Elsevier Publisher. doi. org/10.1016/B978-0-323-91140-5.00001-4
- Lister, B.C. & Garcia, A. (2018). Climate-Driven Declines in Arthropod Abundance Restructure a Rainforest Food Web. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115:10406. doi:10.1073/pnas.1722477115.
- LNVN (2025) Nationaal Biodiversiteit Strategie & Actieplan Nederland 2025-2030. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2025/03/25/nationaal-biodiversiteit-strategie-actieplan-nederland-2025-2030>
- Macher, J.N., Martínez, A., Çakir, S. et al. (2024). Enhancing metabarcoding efficiency and ecological insights through integrated taxonomy and DNA reference barcoding: A case study on beach meiofauna. *Molecular Ecology Resources*, 24:e13997.
- Martínez, A., Kohler, S., García-Cobo, M. et al. (2024). Meiofauna as sentinels of beach ecosystems: A quantitative review of gaps and opportunities in beach meiofauna research. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 109092.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2018). Mariene strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2018–2024. Deel 1: Kaderrichtlijn mariene strategie – actualisatie 2018

- Müller, J., Hothorn, T., Yuan, Y. et al. (2024). Weather explains the decline and rise of insect biomass over 34 years. *Nature* 628:349–354. doi:10.1038/s41586-023-06402-z.
- Nationaal dashboard Biodiversiteit. <https://dashboardbiodiversiteit.nl/>
- Norren, E. van, Dekker, J. & Limpens, H. (2020). Basisrapport Rode Lijst Zoogdieren 2020 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Rapport 2019.026. Zoogdiervereeniging, Nijmegen.
- NVWA. Unielijst invasieve exoten. <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/invasieve-exoten/unielijst-invasieve-exoten>
- NVWA (2021). Advies van de directeur Bureau Risicobeoordeling & Onderzoek over risico's van uitheemse landplatwormen in Nederland voor biodiversiteit, ecosysteemdiensten en andere maatschappelijke waarden (TRCVWA/2021/4434). NVWA.
- Peeters, T.M.J., van Achterberg, C., Heitmans, W.R.B. et al. (2004). De wespen en mieren van Nederland (Hymenoptera: Aculeata). – Nederlandse Fauna 6. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, Leiden, knnv Uitgeverij, Utrecht & European Invertebrate Survey – Nederland, Leiden.
- Pichler, M., Creer, S., Martínez, A. et al. (2025). Metacommunity Theory and Metabarcoding Reveal the Environmental, Spatial and Biotic Drivers of Meiofaunal Communities in Sandy Beaches. *Molecular Ecology*, e17733.
- RAVON (2024) Ravon balans 2024. <https://www.ravon.nl/Portals/2/Bestanden/Publicaties/Nieuwsbrieven/SchubbenEnSlijm/RAVONBalans2024.pdf>
- Reemer, M. (2012). Basisrapport Rode Lijst Sprinkhanen en krekels. Rapportnummer EIS2012-03. EIS Kenniscentrum Insecten, Leiden.
- Reemer, M. (2018). Basisrapport voor de Rode Lijst Bijen. Rapportnummer EIS2018-06. EIS Kenniscentrum Insecten, Leiden.
- Reemer, M., Smit, J.T., & Zeegers, T. (2024). Basisrapport voor de Rode Lijst Zweefvliegen 2023. Rapportnummer EIS2024-03. EIS Kenniscentrum Insecten, Leiden.
- Rutgers, M., Mulder, C. & Schouten, A.J. (2007). Typeringen van bodemecosystemen in Nederland met tien referenties voor biologische bodemkwaliteit. RIVM Rapport 607604008/2007.
- Rutgers, M., Van Leeuwen, J.P., Vrebo, D., et al. (2019). Mapping Soil Biodiversity in Europe and the Netherlands. *Soil Systems* 3:39. doi:10.3390/soilsystems3020039.
- Termaat, T., van Strien, A.J., van Grunsven, R.H.A. et al. (2019). Distribution trends of European dragonflies under climate change. 25: 936–950. doi.org/10.1111/ddi.12913
- Scheffer, M., & Cuppen, J.G.M. (2005). Vijver, sloot en plas. Tirion Natuur.
- Schekkerman, H. 1997. Graslandbeheer en groeimogelijkheden voor weidevogelkuikens. DLG-publicatie 102. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Schleuning, M., Fründ, J., Schweiger, O. et al. (2016) Ecological networks are more sensitive to plant than to animal extinction under climate change. *Nature Communications* 7:13965. doi.org/10.1038/ncomms13965
- Schouten, T., Bloem, J., De Goede, R. et al. (2018) Veldexperimenten uitgelicht: niet-kerende grondbewerking goed voor de bodembiodiversiteit? *Bodem* 28:20–23.
- Siebel, H., During, H.J. (2006). Beknopte Mosflora van Nederland en België. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Siebel, H., Bijlsma, R.J., Sparrius, L. (2012). Basisrapport voor de Rode Lijst Mossen 2012. Buxbaumia 96:1–75.
- Siebel, H.N., Bijlsma, R.J. & Sparrius, L.B. (2013). Basisrapport voor de Rode Lijst Mossen 2012. BLWG Rapport 14. BLWG, Oude-Tonge.
- Siepel, H. (2018) Bodembiodiversiteit van zandgronden. Effecten van intensieve bodembewerking op de bodemfauna. *Bodem* 28:11–13.
- Sparrius, L.B., Odé, B. & Beringen, R. (2014). Basisrapport Rode Lijst Vaatplanten 2012 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. FLORON Rapport 57. FLORON, Nijmegen.
- Sparrius, L.B., van der Kolk, H., van Herk, C.M. (2023). Basisrapport Rode Lijst Korstmossen 2022 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. BLWG-rapport 35, 149 pp.
- Suz, L.M., Bidartondo, M.I., van der Linde, S. et al. (2021). Ectomycorrhizas and tipping points in forest ecosystems. *New Phytologist* 231:1700–1707. doi.org/10.1111/nph.17547
- Tamis W.L.M., Zelfde M. van 't, Meijden R. et al. (2005), Ecological interpretation of changes in the Dutch flora in the 20th century., *Biological Conservation* 125:211–224.
- Tempelman, D. (2022). Schietmotten van de Benelux. *Entomologische Tabellen* 14. Nederlandse Entomologische Vereniging, Naturalis Biodiversity Center, EIS Kenniscentrum Insecten. 408 pp.
- Termaat, T. & Kalkman, V.J. (2011). Basisrapport Rode Lijst Libellen volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Rapport VS2011.015, De Vlinderstichting, Wageningen.
- Tien, N.S.H., Heessen, H., Kranenbarg, J. et al. (2016). Rode Lijst vissen 2011; Achtergronddocument Zoutwatervissen. Wageningen, IMARES Wageningen UR (University & Research centre), IMARES rapport C021/16.
- van der Hooogen, J., Geisen, S., Routh, et al. (2019). Soil nematode abundance and functional group composition at a global scale. *Nature* 572:194–198.

- van der Kolk, H. & Sparrius, L.B. (2024). Landelijk Meetnet Korstmossen. Inhoudelijke Rapportage 2023. BLWG-rapport 36. BLWG, Utrecht.
- van der Kolk, H., Verboom, L., Sparrius, L.B. (2024) Effecten van ammoniak op korstmossen in Noord-Brabant in de periode 1993-2024. BLWG-rapport 37, 112 pp.
- van der Loos, L.M. & Gmelig Meyling, A.W. (2019) Het Duiken Gebruiken 4. Gegevensanalyse van het Monitoringproject Onderwater Oever (MOO). Fauna-onderzoek met sportduikers in Oosterschelde en Grevelingenmeer. Periode 1994 t/m 2018. Stichting ANEMOON. 85pp.
- van der Loos, L.M., Karremans, M. & Perk, F. (2021) Veldgids Zeewieren (Fieldguide to the seaweeds of the Netherlands). KNNV Uitgeverij. Zeist, Nederland. 288pp. ISBN: 9789050118019.
- van der Loos, L. M., Bafort, Q., Bosch, S. et al. (2023). Non-indigenous seaweeds in the Northeast Atlantic Ocean, the Mediterranean Sea and Macaronesia: A critical synthesis of diversity, spatial and temporal patterns. *European Journal of Phycology*. doi.org/10.1080/09670262.2023.2256828
- van der Putten, W.H. (2019). Bodembiodiversiteit in Nederlandse landbouw, bos en (droge) natuur: Fact finding paper voor de Raad voor Leefomgeving en Infrastructuur (RLI) voor het advies Vitale Bodem, onderwerp Bodembiodiversiteit. https://www.rli.nl/sites/default/files/fact_finding_paper_1_bodembiodiversiteit_in_nederlandse_landbouw_bos_e_n_droge_natuur_-_wim_van_der_putten_nioo_1.pdf
- van der Veer, H.W., Dapper, R., Henderson, P.A. et al. (2015). Changes over 50 years in fish fauna of a temperate coastal sea: degradation of trophic structure and nursery function. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 155:156-166.
- van der Veer, H.W., Tulp, I., Witte, J.I. et al. (2022). Changes in functioning of the largest coastal North Sea flatfish nursery, the Wadden Sea, over the past half century. *Marine Ecology Progress Series* 693:183-201.
- van Esbroek, M.L.P., Alkemade, J.R.M. & Schouten, A.J. (1996) Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 2: Bemonstering 1994 (boslocaties op zandgrond). Rapport 714801010, RIVM, Bilthoven.
- van Esbroek, M.L.P., Alkemade, J.R.M. & Schouten, A.J. (1997) Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 3: Bemonstering 1995 (akkerbouwgebieden op zandgrond). Rapport 714801011, RIVM, Bilthoven.
- van Kleunen A., Foppen R. & van Turnhout C. (2017). Basisrapport voor de Rode Lijst Vogels 2016 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Sovon-rapport 2017/34. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- van Klink, R., Bowler, D.E., Gongalsky, K.B. et al. (2020). Meta-Analysis Reveals Declines in Terrestrial but Increases in Freshwater Insect Abundances. *Science* 368:417-420.
- van Klink, R., August, T., Bas, Y. et al. (2022) Emerging technologies revolutionise insect ecology and monitoring. *Trends in Ecology & Evolution*, 37:872-885.
- van Strien, A.J., Boomsluiters, M., Noordeloos, M.E. et al. (2018). Woodland ectomycorrhizal fungi benefit from large-scale reduction in nitrogen deposition in the Netherlands. *Journal of Applied Ecology* 55: 290-298.
- van Swaay, C.A.M. (2019). Basisrapport Rode Lijst Dagvlinders 2019 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Rapport VS2019.001, De Vlinderstichting. Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M., Higler, L.W.G., Nijboer, R.C. et al. (2003). Naar een doelsoortenlijst van aquatische macrofauna in Nederland; Platwormen (Tricladida), Steenvliegen (Plecoptera), Haften (Ephemeroptera) en Kokerjuffers (Trichoptera). Alterra-rapport 858, Wageningen.
- Vogels, J.J., Verberk, W.C.E.P., Kuper, J.T. et al. (2024). Nitrogen deposition and heathland management cause multi-element stoichiometric mismatches, reducing insect fitness. *Functional Ecology* 38:2537-2552. doi:10.1111/1365-2435.14671.
- Wagner, D.L., Grames, E.M., Forister, M.L. et al. (2021). Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 118:e2023989118. doi.org/10.1073/pnas.2023989118.
- WWF-NL (2023). Living Planet Report Nederland, Kiezen voor Natuurherstel. WWF-NL, Zeist.
- Yeates, G.W., Ferris, H., Moens, T. et al. (2009). The role of nematodes in ecosystems. In: Wilson, M.J. & Kakouli-Duarte, T. (eds). (2009). *Nematodes as environmental indicators*. CAB International.
- Zeegers, T., van Steenis, W., Hallmann, C. A. et al. (2018). *Alle bestjes helpen: Onderzoek naar achteruitgang van insecten in Nederland*. Natuurmonumenten.
- Zeegers, T., van Steenis, W., Reemer, M. et al. (2024). Drastic acceleration of the extinction rate of hoverflies (Diptera: Syrphidae) in the Netherlands in recent decades, contrary to wild bees (Hymenoptera: Anthophila). *Journal van Syrphidae* 3(1): 1-11. doi.org/10.55710/1/YDSJ1547

