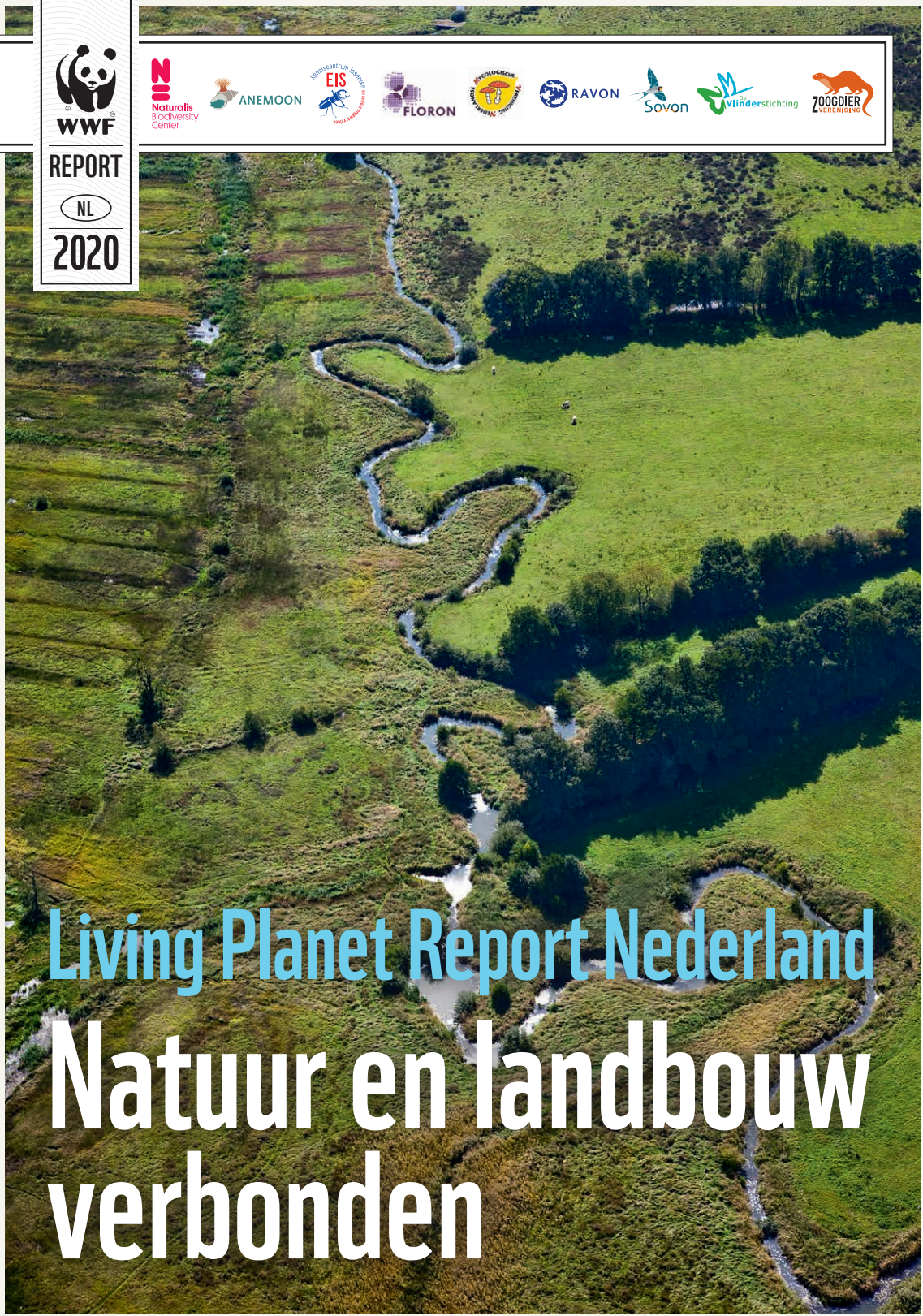
WWF

REPORT

NL

2020



Living Planet Report Nederland

Natuur en landbouw verbonden

Het Living Planet Report Nederland – Natuur en landbouw verbonden, is gepubliceerd in februari 2020 door het Wereld Natuur Fonds, Naturalis Biodiversity Center, Stichting ANEMOON, EIS Kenniscentrum Insecten, FLORON, Nederlandse Mycologische Vereniging, RAVON, Sovon Vogelonderzoek Nederland, De Vlinderstichting en Zoogdiervereniging.

Redactie
Eindredactie: Sarah Doornbos (WWF-NL)
Tekst: Willy van Strien
Redactie: Ruud Foppen (Sovon), Adriaan Gmelig Meyling (ANEMOON), Jelger Herder (RAVON), Berry van der Hoorn – tot maart 2019 (Naturalis), Vincent Kalkman (EIS), Ellen van Norren (Zoogdiervereniging), Natasja Oerlemans (WWF-NL), Marco Roos – vanaf maart 2019 (Naturalis), Laurens Sparrius (FLORON), Chris van Swaay (De Vlinderstichting), Sander Turnhout (SoortenNL), Chris van Turnhout (Sovon), Alfons Vaessen (Nederlandse Mycologische Vereniging), Pim Vugteveen (WWF-NL), Michiel Wallis de Vries (De Vlinderstichting)
Productie coördinatie: Anne de Valença (WWF-NL)

Wij willen de volgende personen bedanken voor hun bijdragen
Koos Biesmeijer (Naturalis), Hendrien Bredenoord (PBL), Emiel Brouwer (B-ware), Jaring Brunia (melkveehouder), Martha van Eerdt (PBL), Jan Willem Erisman (LBI), Marieke Harteveld (WWF-NL), Maurice La Haye (Zoogdiervereniging), Kok van Herk (LON), Arjen van Hinsberg (PBL), Jacomijn Pluimers (WWF-NL), Addo van Pul (RIVM), Wim van der Putten (NIOO), Menno Reemer (EIS), Marcel Schillemans (Zoogdiervereniging), Kirsten Schuijt (WWF-NL), Annemarieke Spitzen-van der Sluijs (RAVON), Arco van Strien (CBS), Richard Verweij (CBS), Joost Vogels (Stichting Bargerveen), Wilco de Vries (RIVM), Esther Wattel (RIVM), Erik van Winden (Sovon), Titia Wolterbeek (De Vlinderstichting), Marieke van Zalk (WWF-NL), Theo Zeegers (EIS), Dirk Zoetebier (Sovon), Ronald Zollinger (RAVON).

Wij bedanken de vrijwilligers die via verschillende kanalen een bijdrage hebben geleverd aan het verzamelen van gegevens die gebruikt zijn voor de berekening van de Living Planet Index.

Ontwerp en DTP
peer&dedigitalesupermarkt (pdds.nl)

Druk
ARS-Grafisch

Bronvermelding
Wereld Natuur Fonds. 2020. Living Planet Report Nederland. Natuur en landbouw verbonden.
WNF, Zeist.

Living Planet Report® en Living Planet Index® zijn geregistreerde merken van WWF International. Bij elke reproductie van delen of de gehele tekst van het rapport moet bovenstaande bronvermelding worden opgenomen.

Foto voorpagina
© Siebe Swart - Luchtfoto Drentsche Aa

ISBN 978-90-74595-25-4

Living Planet Report Nederland

Natuur en landbouw verbonden

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD 4

IN VOGELVLUCHT 6

1. NATUUR EN LANDBOUW VERBONDEN 8
- Cultuurlandschap Nederland 10
- Nederlandse bodem 12
- Boeren door de eeuwen heen 14
- Flora en fauna tot 1990 22
- Natuurbescherming en landbouw 1900-1990 36

2. RECENTE ONTWIKKELINGEN DIERPOPULATIES OP HET LAND 38
- Alle leefgebieden bijeen 40
- Agrarisch gebied 44
- Natuurgebieden 60
- Hoge zandgronden: onder invloed van stikstof 68

3. KANSEN VOOR NATUUR EN LANDBOUW 84
- Van verlies naar herstel 86
- Aan de slag 90
- Een florerend Nederland 106

BIJLAGE EN REFERENTIES 108
- Berekening van de Living Planet Index 110
- Bronnen 114

VOORWOORD

Vanuit de lucht zie je meer patronen in het landschap dan wanneer je met je voeten op de grond staat. Nederland van boven is een eindeloos lijnenspel: grillige vormen van natuurgebieden en rivieren laten een schril contrast zien met de strakke vlakken van akkers en weilanden in een raster van sloten. Het is ook goed te zien hoe intensief ons land gebruikt wordt.

Natuurlijke landschappen zijn zeldzaam in ons land, en bovendien als losse puzzelstukjes verspreid. Het Nederlandse landschap is één groot cultuurlandschap, overal is de hand van de mens te herkennen. Landbouw is het meest bepalend voor dit beeld: tweederde van ons landschap bestaat uit weilanden en akkers en veel van onze huidige natuur, zoals heide en schraalgrasland, is het cultuurlandschap van vroeger. Op sommige plekken, zoals bij de Drentsche Aa, zie je nog de contouren van een eeuwenoud samenspel, waar de historische verwevenheid tussen heidevelden en zandverstuivingen, elzensingels, esdorpen en hooilanden nog herkenbaar is. Maar in het grootste deel van ons land zijn er harde scheidingen tussen natuur en landbouw.

In deze derde editie van het Nederlandse Living Planet Report staat de relatie tussen natuur en landbouw centraal. We gaan eerst terug in de tijd om te schetsen hoe Nederlandse natuur er vroeger uitzag en hoe de relatie tussen natuur en landbouw door de eeuwen heen is veranderd. Natuur en landbouw gingen eeuwenlang goed samen. Landbouw had soms zelfs een verrijkend effect op flora, fauna en landschap.

Maar de laatste anderhalve eeuw is die relatie ingrijpend veranderd. De landbouwcrisis van 1880 zette een proces van schaalvergroting en intensivering van de landbouw in gang dat tot op de dag van vandaag voortduurt. De productie schoot omhoog, maar daar is een prijs voor betaald. Het landschap is eentoniger geworden en biodiversiteit is afgenomen. Er zijn soorten verdwenen en veel soorten die vroeger algemeen voorkwamen zijn tegenwoordig zeldzaam. Op veel plaatsen, met name in het boerenland, is het kleurloos en stil geworden. De gevolgen van de voortgaande intensivering van de landbouw strekken zich inmiddels uit tot ver in natuurgebieden. In heide en andere open natuurgebieden vormt de hoge stikstofneerslag de grootste bedreiging. Op de hoge zandgronden, waar natuur het meest gevoelig is voor de vermestende en verzurende effecten van stikstof, zijn de gevolgen het grootst. Heide vergrast, de melancholieke zang van de boomleeuwerik is nauwelijks meer te horen en de kleine heivlinder is een zeldzaamheid geworden.

De analyses die we in dit rapport presenteren schetsen een somber beeld, maar de kernboodschap geeft hoop. Natuur en landbouw zijn in ons land onlosmakelijk verbonden. De relatie tussen de twee is door de eeuwen heen veelvuldig veranderd, en dat is mensenwerk. Eeuwenlang volgde de landbouw de mogelijkheden die de natuur bood, pas in de laatste decennia is natuur een sluitpost geworden. Nederland is inmiddels een dichtbevolkt land met scherpe scheidslijnen tussen, soms schijnbaar tegengestelde, belangen. Maar dat hoeft niet zo te zijn.

Door biodiversiteit en landschap als basis te nemen voor de productie van ons voedsel en de inrichting van ons land, kunnen we een nieuwe fase ingaan waarin zowel landbouw als natuur toekomstbestendig zijn. Dat het landbouwsysteem moet veranderen is onontkoombaar. Het vormgeven van die verandering is een taak voor ons allemaal; boeren, burgers, beleidsmakers en natuurbeschermers. Het is tijd voor oplossingen, nieuwe perspectieven, en voor goed nieuws.

Natuur is van ons allemaal, maar vooral ook voor ons allemaal. De natuur kan een bondgenoot zijn bij een aantal grote uitdagingen waar we als samenleving voor staan, van stikstofcrisis tot de leegloop van het platteland. Het kan anders, mooier en beter. De verandering is door velen al in gang gezet. Minister Schouten presenteerde in 2018 een aansprekende visie voor kringlooplandbouw, met het Deltaplan Biodiversiteitsherstel zetten boerenorganisaties, bedrijven, banken, onderzoekers en natuur- en milieuorganisaties zich gezamenlijk in voor biodiversiteitsherstel. Een nieuwe relatie tussen natuur en landbouw vraagt van ons als samenleving fundamenteel andere keuzes. In plaats van ons alleen te richten op de korte termijn, zullen we samen moeten investeren in een systeemverandering die onze toekomst ook op lange termijn zeker stelt.

Dit is het moment. Laten we ons gezamenlijk inzetten voor een nieuwe relatie tussen natuur en landbouw. Zodat iedereen kan genieten én gebruik kan maken van een mooi, vruchtbaar en biodivers landschap vol leven.

Kirsten Schuijt, directeur Wereld Natuur Fonds

Koos Biesmeijer, wetenschappelijk directeur Naturalis

Titia Wolterbeek, voorzitter SoortenNL

IN VOGELVLUCHT

Hoofdstuk 1: Natuur en landbouw verbonden

Van oudsher drukt de landbouw een stempel op het Nederlandse landschap, met grote gevolgen voor flora en fauna.

- In hoog Nederland werd aanvankelijk op tijdelijke akkers geboerd. Als de grond was uitgeput werden akkers verlaten en door begrazing met vee veranderden ze vaak in heide. In laag Nederland was permanente vestiging door overstromingen nog niet mogelijk.
- In de Middeleeuwen, toen door bevolkingsgroei een hogere productie nodig werd, ontstond in hoog Nederland het esdorpenlandschap, met permanente akkers rondom woonkernen. Uitgestrekte heidevelden op grotere afstand leverden schapenmest, met vlees en wol als bijproduct, en honing. Bossen en hoogvenen verdwenen. Laag Nederland werd ontgonnen voor het houden van melkvee, met weilanden en hooilanden. Het kleinschalige, afwisselende landschap bood veel planten- en diersoorten een leefgebied.
- In 1900 brak een periode van schaalvergroting en intensivering aan, na de Tweede Wereldoorlog ging er onder het motto ‘Nooit meer honger’ een schepje bovenop. Ook toen de groeiende voedselproductie tot overschotten leidde, ging dat proces door.
- Heide en hooilanden verloren hun functie en werden opgeheven; planten en dieren die er voorkwamen verloren leefgebied. Een deel van de voormalige heidegebieden en hooilanden werd opgekocht en voortaan beheerd als natuurgebied.
- Het agrarisch landschap veranderde ingrijpend, het werd eentoniger. Veel planten- en diersoorten kregen het er moeilijk. Graslandvlinders, akkerplanten, graslandvogels en akkervogels gingen tussen 1900 en 1990 sterk achteruit.

Hoofdstuk 2: Recente ontwikkelingen dierpopulaties op het land

Gemiddeld genomen is de omvang van dierpopulaties op het land sinds 1990 afgenomen.

- Voor alle leefgebieden bijeen was de afname sinds 1990 15 procent; de trend was de laatste tien jaar stabiel.

- Diersoorten die karakteristiek zijn voor agrarisch gebied deden het veel slechter; hun populaties namen met gemiddeld bijna 50 procent af.
- Ook dieren karakteristiek voor open natuurgebieden, zoals heide, namen gemiddeld met 50 procent af.
- In bossen veranderde de gemiddelde populatieomvang van karakteristieke diersoorten niet.
- Oorzaken van achteruitgang in agrarisch gebied zijn intensivering en schaalvergroting.
- De achteruitgang van diersoorten in open natuurgebieden is te wijten aan verdroging en, vooral, een overmaat aan stikstof. Stikstof vermest en verzuurt de bodem; door verzuring raakt de bodem onomkeerbaar uitgeput. Vermesting en verzuring hebben gevolgen voor plantensoorten die doorwerken op diersoorten. Natuur op zandgronden is het meest gevoelig.
- In gebieden op hoge zandgronden met een zeer hoge stikstofneerslag deden diersoorten het gemiddeld slechter dan in gebieden met minder hoge stikstofneerslag.
- Op heide, de meest voedselarme gronden, deden diersoorten het gemiddeld slechter dan in bos.

Hoofdstuk 3: Kansen voor natuur en landbouw

Om het opgelopen verlies aan biodiversiteit te stoppen en te gaan werken aan herstel zijn ingrijpende veranderingen nodig.

- Breng agrarisch landschap weer tot leven door boerenland geschikt te maken als leefgebied voor wilde planten en dieren, en landbouwactiviteiten te ijken aan de draagkracht van het ecosysteem.
- Bied boeren toekomstperspectief door de omslag naar een volhoudbare landbouw met gebruik van ecologische principes en biodiversiteit als basis te stimuleren.
- Dring de uitstoot van stikstof terug aan de bron; zet in op landelijke reductie én rondom stikstofgevoelige natuurgebieden.
- Vergroot en verbind natuurgebieden zodat natuur tegen een stootje kan.
- Voer bewezen effectief natuurbeheer uit om schade aan natuur te herstellen.

1. NATUUR EN LANDBOUW VERBONDEN

Het Nederlandse landschap is een cultuurlandschap waar landbouw van oudsher een stevig stempel op drukt. Ruwweg tweederde van het landoppervlak is momenteel in agrarisch gebruik; in natuurgebieden zijn heide en schrale graslanden een erfenis van voormalige agrarisch praktijken.

In deze derde Nederlandse editie van het Living Planet Report laten we zien hoe landbouw en natuur met elkaar samenhangen. We beschrijven de staat van de natuur in huidig agrarisch gebied en natuurgebieden en laten zien hoe landbouw natuur heeft beïnvloed en blijft beïnvloeden. We verkennen de mogelijkheden om het opgelopen verlies aan biodiversiteit om te buigen naar herstel. De sleutel daarvoor ligt bij een hernieuwde relatie tussen natuur en landbouw.

© Kees van de Veen / Hollandse Hoogte

CULTUURLANDSCHAP NEDERLAND

Nederland, gelegen aan de rand van het Europese continent in de delta van Maas en Rijn, heeft van oorsprong een grote variatie aan landschappen: kust- en waddengebieden in het westen en noorden, laaggelegen veengebieden, zeekleigebieden en rivierkleigebieden verspreid over het land en hoger gelegen zandgronden in het oosten en zuiden. Bij die diversiteit aan landschappen hoort een grote biodiversiteit: er zijn veel soorten planten en dieren die van deze leefgebieden afhankelijk zijn.

Door de eeuwen heen is het Nederlandse landschap grondig veranderd. Er is nauwelijks ongerepte natuur meer aanwezig: Nederland is een cultuurlandschap, in grote mate gevormd en beïnvloed door landbouw. Onder landbouw verstaan we het gebruik van land voor de productie van voedsel en bepaalde goederen en grondstoffen. We onderscheiden akkerbouw, tuinbouw (voornamelijk groente, fruit en sierplanten) en veehouderij; bosbouw valt er niet onder. Tweederde van het landoppervlak in Nederland is in agrarisch gebruik (CLO, 0061).

In dit eerste hoofdstuk gaan we terug in de tijd om te schetsen hoe Nederlandse natuur er vroeger uitzag en hoe de relatie tussen landbouw en natuur door de eeuwen heen veranderde. Landbouw heeft vanaf de Middeleeuwen (500-1500 na Chr.) het landschap vrijwel volledig bepaald en planten- en diersoorten hebben daar sterk en wisselend op gereageerd.

Rond 1900 nam de belangstelling voor natuur in Nederland een hoge vlucht, ontstonden natuurhistorische organisaties en begon men wilde planten en dieren systematisch te inventariseren. Aan de hand van die oude gegevens laten we zien hoe het akkerflora, dagvlinders en boerenlandvogels tussen 1900 en 1990 is vergaan.

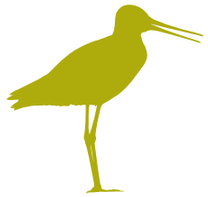
In het tweede hoofdstuk presenteren we de Living Planet Index (LPI) voor dieren op het land voor de periode 1990-2018 en splitsen die uit naar de leefgebieden agrarisch gebied, open natuurgebied en bos. Voor de berekening van de LPI: zie Bijlage.

De LPI is een maat voor de staat van natuur en geeft de gemiddelde populatieverandering van een groot aantal diersoorten weer (WNF, 2015). De index wordt berekend door het Centraal Bureau voor de Statistiek, op basis van gegevens uit het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM), deels gebruik makend van de Nationale Database Flora en Fauna (NDFF). We duiden de gevonden trends op basis van literatuur over bedreigende factoren en getroffen maatregelen. Voor de Nederlandse natuur vormt met name de overbelasting met stikstof een belangrijke bedreiging. We hebben daarom een verdiepende studie uitgevoerd naar de invloed van stikstofdepositie op biodiversiteit van bos en heide van de hoge zandgronden.

Een nieuwe relatie tussen natuur en mensen, en natuur en landbouw in het bijzonder, is nodig om gevonden negatieve populatietrends om te buigen. In hoofdstuk 3 verkennen we hiervoor de mogelijkheden.

De Nederlandse edities van het Living Planet Report worden gemaakt door het Wereld Natuur Fonds in samenwerking met Naturalis, de soortenorganisaties en kennisinstituten. De rapporten zijn de nationale variant van het wereldwijde WWF Living Planet Report over de staat van de natuur op aarde, dat elke twee jaar verschijnt.

NEDERLAND IS EEN CULTUURLANDSCHAP, IN GROTE MATE GEVORMD EN BEÏNVLOED DOOR LANDBOUW



NEDERLANDSE BODEM

Letterlijk aan de basis van landbouw en natuur ligt de bodem, die zich in een langdurig proces gevormd heeft. Aan het eind van de laatste ijstijd, die bijna 12.000 jaar geleden afliep en het geologische tijdvak Pleistoceen afsloot, had de wind een dik pak zand neergelegd op het oppervlak van wat nu Nederland is. Hier en daar was het zandpakket tot 40 meter dik. Op sommige plaatsen, vooral in Zuid-Limburg, kwam in plaats van zand het lichtere löss terecht. In het oosten en zuiden van Nederland liggen dit pleistocene zand en löss nog steeds aan de oppervlakte. Langs de oevers van beken en rivieren werd het zand bedekt met rivierklei.

AAN DE BASIS VAN LANDBOUW EN NATUUR LIGT DE BODEM

De zandgronden raakten bebost. Aanvankelijk kwam grove den op, later maakte die plaats voor loofboomsoorten, vooral eik en berk en later ook beuk. Op plaatsen met een ondoorlatende kleilaag onder het zand ontstonden hoogvenen met een vegetatie van veenmossen, die hun voeding uit regenwater konden halen. De overstromingsvlakten van beken en rivieren waren begroeid met grassoorten en kruiden.

Het noorden en westen van Nederland lagen lager. In het volgende geologische tijdvak, het Holoceen waarin we nu leven, steeg de zeespiegel vanwege het smeltende ijs met een à twee meter per eeuw. Het lagere deel van Nederland verdween onder water en er ontstonden estuaria en getijdenbekkens.

Door de eeuwen heen nam de snelheid van zeespiegelstijging af. Vanaf ongeveer 3000 jaar voor Christus slibden estuaria dicht met zeeklei en sediment uit rivieren en werden getijdenbekkens opgevuld. De natuurlijke afwatering van het achterland stokte. De bodem vernatte en verzoette en raakte begroeid met water- en moerasvegetatie. Uit dood plantenmateriaal, dat bij gebrek aan zuurstof in het grond- en oppervlaktewater niet volledig verteerde, ontstond een dik pak laagveen. Toen dat boven de waterspiegel uitgroeide, ontwikkelde het zich tot hoogveen.

GEDURENDE DUIZENDEN JAREN ONTSTOND EEN TWEEDELING IN HET LANDSCHAP: HOOG EN LAAG NEDERLAND

Zo vormde zich een nog steeds herkenbare tweedeling in het Nederlandse landschap, met overwegend pleistocene zandgronden in het oosten en zuiden (hoog Nederland), en holocene zeeklei- en veengronden in het noorden en westen (laag Nederland). Langs de grote rivieren ontstonden rivierkleigebieden.

© Natasja Oerlemans - Hoogveen

BOEREN DOOR DE EEUWEN HEEN

Eerste fase: tijdelijke akkers

De geschiedenis van de Nederlandse landbouw begint in de Nieuwe Steentijd, zo'n 4500 jaar voor Christus, toen de eerste boeren zich in hoog Nederland vestigden. Om granen te kunnen verbouwen, kapten zij op droge zandruggen een stuk bos, verbrandden het en gebruikten de kale grond als akker. Na een paar jaar oogsten bleven in de bodem te weinig voedingsstoffen – stikstof- en fosforverbindingen (nitraat, ammonium, fosfaat) – over voor de gewassen. Dan stopten de boeren ermee en kapten een nieuw stuk bos. Op de achtergelaten akker lieten ze vee, vooral schapen, grazen. Daardoor kregen nieuwe bomen geen kans en verscheen de oudste heide die door menselijke invloed is ontstaan. Natuurlijke heide kwam oorspronkelijk alleen voor in duingebieden ten noorden van Bergen aan Zee. Er zijn plaatsen waar die allereerste door mensen geschapen heidegebieden eeuwenlang in stand gebleven zijn, zoals op de Sallandse Heuvelrug.

DE GESCHIEDENIS VAN DE LANDBOUW IN HOOG NEDERLAND BEGINT ZO'N 4500 JAAR VOOR CHRISTUS

Deze vorm van landbouw ging door tot in de Romeinse tijd, rond het jaar nul. De bodem verarmde, het boslandschap veranderde in een open heidelandschap. Na de Romeinse tijd liep het aantal bewoners terug en grote gebieden raakten voor lange tijd onbewoond. Het bos herstelde zich tijdelijk.

In laag Nederland kwam de landbouw veel later op gang. Vanaf 500 voor Christus vestigden zich mensen langs de kusten van Groningen en Friesland, waar ze boerderijen op terpen bouwden om bij overstromingen droog te blijven. In het westen vestigden de eerste boeren zich vanaf 250 voor Christus op oeverwallen langs rivieren en op strandwallen. Zij ontwaterden het veen op kleine schaal door sloten te graven. Maar perioden van overstromingen maakten permanente bewoning onmogelijk. De overstromingen ontstonden mede doordat de veengrond na ontwatering inzakte en door contact met zuurstof in de lucht verteerde (oxideerde) en inklonk.

VANAF 500 VOOR CHRISTUS VESTIGDEN ZICH IN LAAG NEDERLAND DE EERSTE BOEREN

Tweede fase: vaste akkers, heide, weilanden en hooilanden

De Middeleeuwen brachten grote veranderingen in zowel hoog als laag Nederland.

IN HOOG NEDERLAND WERDEN PERMANENTE AKKERS VRUCHTBAAR GEHOUDEN MET DIERENMEST

In hoog Nederland liep het gebruikte landbouwsysteem, met steeds nieuwe akkers op kaal gemaakte bosgrond die vervolgens werd uitgeput, tegen zijn grenzen aan doordat de bevolking groeide. Men stapte over op permanente akkers en hield die vruchtbaar met dierenmest. Zo ontstond het esdorpenlandschap. Het vee, voornamelijk schapen, graasde overdag in bossen, op graslanden en steeds vaker op heidevelden. 's Nachts stonden de dieren in een stal op gras- en heideplaggen, en met het mengsel van opgepotte mest en plaggen bemestte men de akkers, de zogenaamde potstalcultuur. Een akker kon door verrijking met voedingsstoffen uit mest eeuwenlang in stand blijven en geleidelijk worden opgehoogd, soms wel met een meter, terwijl de bodem van de heidevelden, waar het vee zich voedde, steeds armer werd aan voedingsstoffen.

SCHAPENHOUDERIJ NAM TOE, HEIDE BREIDDE ZICH UIT TEN KOSTE VAN BOSSEN

Op akkers verbouwde men onder meer granen (gerst, haver, rogge), vlas en tuinbonen. Om de akkers werden hagen en houtwallen aangelegd en rond boerderijen geriefbosjes en hakhoutbosjes. De schapenhouderij nam sterk toe en de oppervlakte aan heide breidde zich uit, ten koste van de bossen; om akkers vruchtbaar te houden was een tienvoud aan heideoppervlakte nodig. De schapen leverden mest met vlees en wol als bijproduct, en de heide leverde honing; vanaf de zeventiende eeuw werden bijen gehouden. Op plaatsen waar de heide sterk werd vertrapt of overbegraasd ontstonden vaak zandverstuivingen. Resterende bomen werden gekapt, behalve in jachtgebieden voor de adel, en het hout werd gebruikt als bouwmateriaal voor onder meer scheepsbouw en als brandstof.

Hoogveengebieden bleven langer intact dan de oorspronkelijke bossen; door de nattigheid waren ze voor vroege boeren moeilijk toegankelijk. Vanaf 1700 ontstond de boekweitcultuur op hoogveen. Men ontwaterde de bovenste laag oppervlakkig, verbrandde het en teelde boekweit gedurende acht à negen jaar. Dan was de bodem uitgeput en moest die 25 jaar met rust gelaten worden. Toen hout schaars werd, stak men hoogveen af om turf als brandstof te winnen. Rond 1800 was vrijwel al het bos verdwenen en veel hoogveen tot op de onderliggende zandlaag afgegraven. Het areaal heide was in die tijd groter dan ooit.

In de achttiende eeuw was men kleinschalig begonnen met pogingen tot herbebossing om de stuifzanden vast te leggen. Men plantte voornamelijk grove den aan, en later ook exotische soorten zoals douglasspar. In de negentiende eeuw kwam de herbebossing goed op gang, ook voor houtproductie en, later, voor aanleg van recreatiegebieden.

Het landbouwsysteem bleef in hoog Nederland van de Middeleeuwen tot aan het begin van de negentiende eeuw in grote lijnen hetzelfde. Boerengezinnen hadden een gemengd bedrijf (akkers en vee) en produceerden voornamelijk voor de regio, die vrijwel zelfvoorzienend was. Er was geen grote welvaart, er waren geen grote hongersnoden. Maar na 1800 veranderde dat spectaculair. De landbouw werd intensiever, er ontstond specialisatie en men ging voor de markt produceren. Dat alles werd mogelijk gemaakt door de aanleg van wegen, bevolkingsgroei, technische innovaties (melkfabrieken) en hogere prijzen. Melkveehouderij en varkenshouderij namen toe, evenals de teelt van granen en de uit Amerika afkomstige en hier sinds de zestiende eeuw bekende aardappel.

NA 1800 WERD DE LANDBOUW INTENSIEVER, ER ONTSTOND SPECIALISATIE EN MEN GING VOOR DE MARKT PRODUCEREN

Laag Nederland had een andere geschiedenis. Vanaf het jaar 1000 vestigden bewoners zich permanent en zij begonnen het gebied overal op kleine schaal te ontginnen. Men ontwaterde het veen door evenwijdige sloten te graven, loodrecht op stromen en rivieren, zodat lange, smalle percelen ontstonden. Het grondoppervlak klonk in en het overstromingsgevaar nam toe, en daarom legde men overal dijken aan. Ontgonnen gebieden werden kortstondig benut als akker, maar al snel werd de inklinkende bodem te nat en ging men over tot melkveehouderij; akkers werden grasland.

LAAG NEDERLAND VERANDERDE GROTENDEELS IN GRASLAND VOOR MELKVEE

Ook de zeekleigebieden werden in de Middeleeuwen met dijken beschermd en in cultuur gebracht. Duinvalleien gebruikte men na ontwatering voor extensieve akkerbouw en begrazing, waardoor nieuwe duingraslanden ontstonden.

Toen in de vijftiende eeuw de windmolen in het lage land verscheen, kon men het veenlandschap dieper ontwateren, tot onder grondwaterniveau. De bodem daalde verder en het hoogveen dat er nog was, kwam in contact met grondwater en veranderde in laagveen met een begroeiing van moerasbossen en riet- en biezenvegetaties.

Aan het eind van de vijftiende eeuw was het landschap van laag Nederland grotendeels veranderd in weiland voor melkvee bij de boerderijen en onbemest hooiland verderop dat eenmaal per jaar werd gemaaid (juli was hooimaand) om veevoer te winnen voor de wintermaanden. Zo werden ook hier voedingsstoffen voor planten verplaatst: weilanden werden voedselrijker, hooilanden voedselarmer. De melkveehouderij was marktgericht, productief en lucratief; er werden grote hoeveelheden boter en kaas uitgevoerd. Zelfvoorzienend was men niet in laag Nederland: granen werden uit Oostzeelanden ingevoerd. Groente en fruit werden wel geteeld, evenals gewassen als vlas, hennep, hop en koolzaad.

Ook in laag Nederland kapte men de bomen voor onder meer scheepsbouw en stak men turf uit hoogveen om brandstof te winnen. Toen in de zestiende eeuw bomen en hoogveen verdwenen waren, ging men laagveen opbaggeren om dat als brandstof te gebruiken. Zo ontstonden plassen waar uit verlandingsvegetaties opnieuw laagveen ontstond. Grote plassen met sterke golfslag bleven open.

IN DE ZEVENTIENDE EEUW KWAM NIEUWE LANDBOUWGROND BESCHIKBAAR

In de zeventiende eeuw kwam nieuwe landbouwgrond beschikbaar. De duinen werden aan de landzijde afgegraven om zand te winnen voor stedenbouw en op de zo ontstane geestgronden tussen Haarlem en Leiden ontwikkelde zich een omvangrijke bloembollencultuur. Veel veenplassen, zoals de Beemster in 1612, werden met windmolens tot polders drooggemalen, en na de uitvinding van stoomgemalen in de negentiende eeuw werden grotere plassen, zoals de Haarlemmermeer, ingepolderd.

Derde fase: intensivering en schaalvergroting

In 1880 was er crisis. Nederland had een open, niet-protectionistische landbouwpolitiek. Stoomboten maakten het mogelijk om goedkope producten in te voeren, zoals graan uit de Verenigde Staten, en daardoor daalden de prijzen. Om het hoofd boven water te houden, moesten boeren overal hun productie opschroeven. Zij gingen zich organiseren en er verschenen landbouwscholen, adviesorganisaties en coöperaties. Nederland zette in op veehouderij, productieverhoging en goedkope import.

NA DE TWEEDE WERELDOORLOG GING HET PROCES VAN SCHAALVERGROTING EN INTENSIVERING DOOR

Na de Tweede Wereldoorlog ging het proces van schaalvergroting en intensivering door. De eerste minister van Landbouw na de oorlog, Sicco Mansholt, streefde naar een zo hoog mogelijke productie tegen zo laag mogelijke kosten onder het motto ‘Nooit meer honger’. Arbeiders werden deels vervangen door machines. In 1958 werd de Europese Economische Gemeenschap (EEG) opgericht, waar Nederland van meet af aan deel van uitmaakte.

Het landbouwbeleid van de EEG, gericht op groeiende productie, sloot naadloos op het Nederlandse beleid aan.

Boeren ruilden percelen om grote, aaneengesloten stukken grond in eigendom te krijgen en vergrootten percelen en kavels, onder meer door sloten te dempen. Dat proces van ruilverkaveling was al voorzichtig begonnen in de crisistijd van de jaren dertig, maar nu ging vrijwel het hele platteland in hoog tempo op de schop. De overheid zette honderden mensen in, onder meer om boeren voor te lichten.

Zo hebben de afgelopen 140 jaar grondige veranderingen plaatsgevonden.

DE AFGELOPEN 140 JAAR HEBBEN GRONDIGE VERANDERINGEN PLAATSGEVONDEN

- De landbouw werd sterk gemechaniseerd en het land werd intensiever bewerkt. Rond 1900 verscheen de tractor.
- In laag Nederland ging de ontwatering steeds dieper, zodat machines eerder in het seizoen het land op konden.
- Boeren gaven steeds meer mest aan akkers en weilanden. Die mest kwam niet meer alleen van eigen vee in eigen land, maar in toenemende mate van buiten, zodat er een landelijke verrijking met voedingsstoffen ontstond. In de tweede helft van de negentiende eeuw gebruikte men guano of chilisalpeter, een delfstof uit Chili die bestaat uit gedroogde uitwerpselen van dieren of zoutafzettingen; daaruit werd kunstmest gemaakt. Moderne kunstmest werd in 1909 uitgevonden. Voor het eerst waren voedingsstoffen (stikstof en fosfor) voor gewassen onbeperkt aanwezig (Erisman et al., 2008).
- Er kwam een proces van schaalvergroting op gang vanaf 1930.
- Na de Tweede Wereldoorlog kwamen synthetische bestrijdingsmiddelen op de markt tegen onder meer onkruiden, insecten en ratten.
- Op de zandgronden werden zomergranen, die in het voorjaar worden gezaaid en in de zomer geoogst, meer en meer vervangen door wintergranen, die in het najaar worden gezaaid en langer op het land staan. Het areaal met gewassen als haver en rogge nam na de Tweede Wereldoorlog af. Vanaf 1970 werden die oude gewassen in hoog tempo vervangen door maïs, dat als veevoer wordt geteeld en intensieve bemesting verdraagt (CLO, 1179).
- Omdat maïs arm is aan eiwit, werd tegelijkertijd op steeds grotere schaal eiwitrijk veevoer zoals soja ingevoerd, wat de toevoer van voedingsstoffen van buiten verder verhoogde.
- Er ontstonden nieuwe productiesystemen waarin het efficiënt werken was, zoals kassen, grote varkensstallen en laagstamboomgaarden.

De productie steeg inderdaad enorm. De landbouw werd zo efficiënt dat er tegen 1970 overproductie was: er ontstonden een ‘melkplas’ en een ‘boterberg’.

Als gevolg van deze ontwikkelingen was de heide in hoog Nederland vanaf 1900, twintig jaar na de landbouwcrisis, niet meer nodig om mest te leveren voor de akkers. Er kwam goedkope wol uit Australië en suikerfabrieken verminderden de vraag naar honing. Heide verloor zijn economische waarde en werd grotendeels omgezet in naaldbos en akkers (CLO, 1590). De laatste hoogvenen werden eveneens ontgonnen.

EXTENSIEF GEBRUIKTE AKKERS, HEIDE, HOOGVEEN, ONBEMESTE GRASLANDEN EN LANDSCHAPS-ELEMENTEN WERDEN SCHAARS

Ruwweg de helft van de kleine lijnvormige landschapselementen, zoals heggen en houtwallen, verdween; ze werden vervangen door prikkeldraad. Ook hakhoutbossen, geriefhoutbosjes, overhoekjes en onbenutte randen verdwenen. In hoog Nederland werden beken, die van nature bochten hadden met zowel steile als vlakke oevers, rechtgetrokken om het water sneller af te voeren. Veel streken verloren specifieke landschapskenmerken, zodat verschillende delen van het land steeds meer op elkaar gingen lijken.

Door de hogere mestgiften nam de hoeveelheid voedingsstoffen in de bodem op veel plaatsen toe; schrale graslanden bijvoorbeeld veranderden in bemeste weilanden. De vroegere extensief gebruikte akkers, heide en onbemeste graslanden, de kleine landschapselementen en de kronkelende beken, huisvestten vele soorten planten en dieren. Voor de intensief beheerde akkers en weilanden en nieuwe productiesystemen die in hun plaats kwamen geldt dat niet.

SLUIPENDERWIJS ZIJN GRENZEN ONTSTAAN TUSSEN LANDBOUWGEBIED EN NATUURGEBIED

Rond 1900 kwam de natuurbescherming op, en organisaties als Natuurmonumenten kochten stukken heide en onbemeste graslanden op om als natuurreservaat te gaan beheren. Sindsdien behoren heide en onbemeste graslanden niet meer tot het landbouwgebied, waar de productie centraal staat. Het zijn nu gebieden die primair voor natuur zijn bestemd en worden beheerd om wilde planten- en diersoorten te behouden. Sluipenderwijs zijn zo grenzen ontstaan tussen landbouwgebied en natuurgebied.

Maar natuurgebieden ondervinden invloed van wat er in de landbouw gebeurt. Doordat in hoog Nederland water snel wordt afgevoerd en in laag Nederland water uit weilanden wordt weggepompt, verdrogen omliggende natuurgebieden als daar geen maatregelen tegen getroffen worden.

Bestrijdingsmiddelen en meststoffen verspreiden zich via bodem, lucht en water naar natuurgebieden, waar vervuiling, vermesting en verzuring optreden (hoofdstuk 2).

Mansholt, de vroegere aanjager van productieverhoging, zag in 1968 in dat er grenzen waren aan de intensivering van de landbouw en stelde voor om landbouwgrond uit cultuur te nemen. Hoewel dit voorstel door de Europese Economische Gemeenschap (EEG) niet werd aangenomen, kwam er wel beleid om de melkplas en boterberg weg te werken. In 1984 voerde de EEG een melkquotum ('superheffing') in, het recht om een bepaalde hoeveelheid melk te produceren; over extra melk moesten veehouders een heffing betalen. De rundveestapel liep wat terug (CLO, 2124), evenals het areaal grasland (CLO, 2119).

NATUURGEBIEDEN ONDERVINDEN INVLOED VAN LANDBOUW, ONDER ANDERE DOOR VERDROGING, VERVUILING, VERMESTING EN VERZURING

Toen de tellingen waarop de LPI is gebaseerd begonnen, in 1990, waren in het Nationaal Milieubeleidsplan van 1989 (Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer) net ingrijpende maatregelen aangekondigd om de negatieve gevolgen van landbouw voor het milieu tegen te gaan, onder meer op het gebied van bemesting en gebruik van bestrijdingsmiddelen. Ze bleken echter onvoldoende om de teloorgang van biodiversiteit het hoofd te bieden (hoofdstuk 2).

De beschrijving van het ontstaan van het Nederlandse landschap en de invloed van de landbouw is gebaseerd op: Buis (1985), De Rijk (2015), De Smidt (1984), Fanta & Siepel (2010), Groenman-van Waateringe (2010), Huizinga & Strijker (1986), Knol et al. (2004), Koomen et al. (2007), Küster & Keenleyside (2009), Melman (1991), Mennema et al. (1980), Oosterbaan et al. (2016), Rijksinstituut voor Natuurbeheer (1979), Schroevers & Den Hengst (1978), Van de Kam (1979), Van 't Veer (2009), Van Zanden (1985), Vos (2015).

© Anthonie Slip - Kruidenrijk grasland

FLORA EN FAUNA TOT 1990

De hiervoor beschreven ontwikkelingen in de landbouw hadden een weerslag op flora en fauna. De tellingen waarop de LPI is gebaseerd beginnen rond 1990. Sindsdien weten we van een aantal planten- en diergroepen goed hoe het met de populaties gaat. Maar wat was er toen al veranderd ten opzichte van de voorafgaande eeuwen, en welke rol speelde landbouw daarbij? We hebben daar minder gedetailleerde gegevens van, maar genoeg om een beeld te schetsen.

ONTWIKKELINGEN IN DE LANDBOUW HADDEN EEN WEERSLAG OP FLORA EN FAUNA

Tweede landbouwfase

Veel bos en hoogveen ging verloren

Toen in de Middeleeuwen, tijdens de tweede fase van landbouw, de bossen van hoog Nederland werden gekapt, raakten veel soorten planten en dieren leefgebied kwijt. Bruine beer, eland, Europese nerts en oeros verdwenen aan het begin van de Middeleeuwen voorgoed.

Aan randen van hoogvenen en in kleine hoogveentjes kwamen bloemplanten voor zoals zonnedauwsoorten; heidesoorten hadden onder meer hier hun oorspronkelijk leefgebied (Westhoff et al., 1973). Toen hoogveen grotendeels werd ontwaterd en afgegraven, werden die planten (op heidesoorten na) schaars, en daarmee ook de vlinders die aan die planten gebonden zijn: veenbesblauwtje, veenbesparelmoervlinder en veenhooibeestje (Van Swaay & Wallis de Vries, 2000). In hoogveen levende amfibieën en reptielen, zoals gladde slang en poelkikker, verloren een deel van hun leefgebied (Creemers & van Delft, 2009), evenals bosruiter en goudplevier, die in Nederland als broedvogel zijn uitgestorven (Kluyver, 1961; Sovon Vogelonderzoek Nederland, 2018).

Er ontstond een afwisselend landscap

In de plaats van bossen en hoogveengebieden ontstond vanaf de Middeleeuwen, in de tweede landbouwfase, een landbouwlandschap dat afwisselend was; met akkers, heidevelden, weilanden en hooilanden en kleine elementen als houtwallen en drinkpoelen. Dat bleef tot 1900, het begin van de derde landbouwfase, in stand. Het gevarieerde landschap bood veel planten en dieren nieuw of extra leefgebied en was dan ook rijk aan soorten.

HET GEVARIEERDE LANDSCHAP VAN NA DE MIDDELEEUWEN BOOD VEEL PLANTEN EN DIEREN LEEFGEBIED

Door het langdurig onttrekken van voedingsstoffen, wat op sommige plaatsen al in de eerste landbouwfase begonnen was, verschraalde de bodem van heide en hooilanden. Dat leverde een rijkdom op aan plantensoorten met verschillende strategieën om in arme omstandigheden te groeien en aan diersoorten die aan die planten gebonden zijn.

Derde landbouwfase

Bosareaal nam toe

In de nieuw aangelegde productiebossen van de negentiende eeuw keerden bosvogels terug en sinds 1950 zijn ze sterk vooruitgegaan doordat het bosareaal toenam en het bos gemiddeld ouder en gevarieerder werd (Foppen et al., 2017). De verandering in leeftijd en samenstelling van bos heeft ook een positief effect gehad op kevers en vliegen die in bos leven. Zo gingen zweefvliegsoorten die aan dood hout gebonden zijn vooruit (Reemer, 2005). Maar bosvlinders namen tussen 1900 en 1990 af (CLO, 1386; Van Strien et al., 2019), doordat in het dichter wordende bos zonnige plekjes schaarser werden.

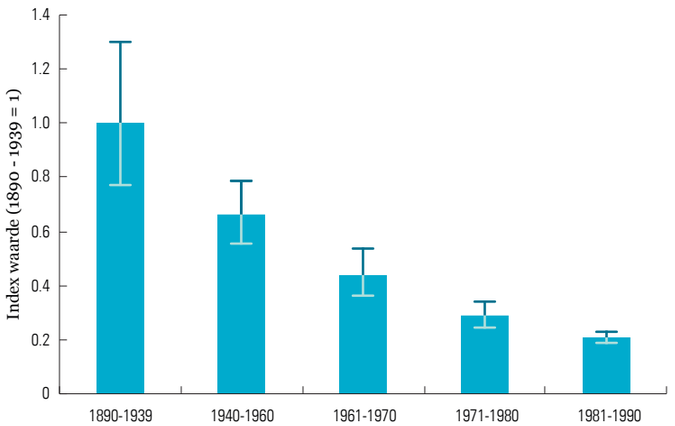
Heide en hooilanden werden overbodig

VANAF 1900 VERDWENEN GROTE OPPERVLAKTEN HEIDE MET BIJBEHORENDE PLANTEN EN DIEREN

Op heide bloeiden, naast heidesoorten, onder meer duivelsnaaigaren en valkruid. Op natte heide kwamen deels dezelfde soorten voor als in hoogvenen (Schroevers & den Hengst, 1978; Westhoff et al., 1973). Toen de landbouw in de derde fase, na 1900 en vooral na 1950, in hoog tempo grootschaliger en intensiever werd, verdwenen grote oppervlakten heide met bijbehorende planten. Graslandvlinders verloren voedselplanten voor de rupsen en nectarplanten. Daardoor was hun gemiddelde populatieomvang in 1990 hooguit 60 procent van wat het in 1900 geweest was (CLO, 1386; van Strien et al., 2019). Hetzelfde gold voor andere typische heide-insecten; sprinkhanen als wrattenbijter en bijen als heidehommel verdwenen uit een groot deel van hun oorspronkelijke areaal (zie: ‘Weg bloemen, weg hommels’).

Ook op heide voorkomende amfibieën en reptielen, waaronder heikikker, vinpootsalamander, gladde slang en levendbarende hagedis verloren leefgebied (Creemers et al., 2009). Vogels die op heide broeden werden zeldzaam (Foppen et al., 2017). De klapekster is vanwege gebrek aan grote insecten zelfs helemaal verdwenen als broedvogel (Siepel et al., 2009; Sovon Vogelonderzoek Nederland, 2018).

Niet-bemeste hooilanden waren gekleurd met bloemplanten van voedselarme condities die daar de tijd hadden om in bloei te komen en zaad te zetten; bestuivers waren volop aanwezig (Clausman, 1984). Schrale hooilanden op natte veengrond, de zogenoemde blauwgraslanden, hadden een bijzondere vegetatie met onder meer blauwe knoop en blauwe zegge. Ook schrale hooilanden verdwenen voor een groot deel tijdens de derde landbouwfase, en grasland-planten die bemesting slecht verdragen werden schaars. Daardoor was de gemiddelde populatiegrootte van dagvlinders van grasland, zoals zilveren maan, in 1990 met minimaal 80 procent afgenomen ten opzichte van 1900 (CLO, 1181; van Strien et al., 2019). Grasland-paddenstoelen, met name wasplaten en satijnzwammen, kunnen evenmin tegen bemesting en zijn sterk afgenomen (Arnolds, 1981).



Figuur 1: Graslandvlinders
De gemiddelde populatieomvang van graslandvlinders is tussen 1890 en 1990 met ongeveer 80 procent afgenomen. De index is gebaseerd op 17 soorten. Bron: CLO

Legenda

- Graslandvlinders
- Betrouwbaarheids-interval bovengrens
- Betrouwbaarheids-interval ondergrens

Akkers werden ongeschikt als leefgebied

Ook wilde planten en dieren op akkers en weilanden kwamen gaandeweg in de knel tijdens de derde landbouwfase en op het boerenland trad een groot verlies aan biodiversiteit op.

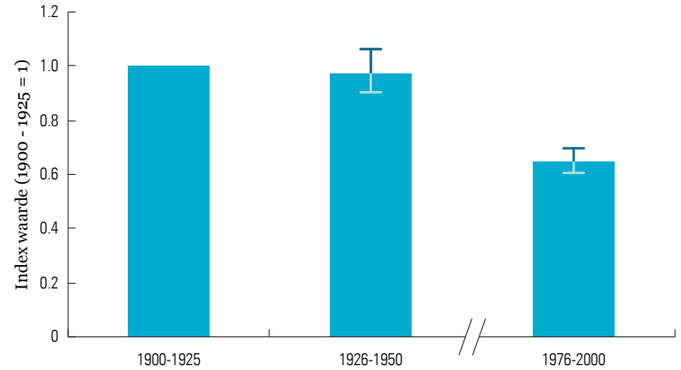
Op de vroege akkers kwamen veel soorten wilde planten voor; vooral eenjarige pionierssoorten deden het goed zoals spiegelklokje en witte krodde (Schroevers & den Hengst, 1978; Westhoff et al., 1973). Maar de wilde akkerflora was slecht opgewassen tegen frequentere vruchtwisseling, nieuwe gewassen, onkruidbestrijdingsmiddelen, hoge mestgift en het dieper en dieper ploegen van de bodem. Bovendien werd gewaszaad steeds beter van onkruidzaden ontdaan.

OP HET BOERENLAND TRAD EEN GROOT VERLIES AAN BIODIVERSITEIT OP

Figuur 2: Akkerplanten
De gemiddelde populatieomvang van akkerplanten is tussen 1900 en 2000 met ongeveer 40 procent achteruitgegaan. De index is gebaseerd op 65 soorten. Bron: CLO

Legenda

- Akkerplanten
- Betrouwbaarheids-interval bovengrens
- Betrouwbaarheids-interval ondergrens



Wilde akkerplanten zijn vooral na 1950 sterk achteruitgegaan; de gemiddelde populatieomvang van de soorten was in 2000 ongeveer 40 procent afgenomen ten opzichte van 1900, maar waarschijnlijk veel meer (CLO, 1179).

WILDE AKKERPLANTEN EN BOERENLANDVOGELS ZIJN SINDS1950 STERK ACHTERUIT GEGAAN

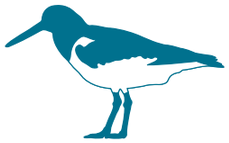
Akkers boden broedgebied en voedsel zoals zaden en insecten aan vogels zoals ortolaan en patrijs, die oorspronkelijk vooral op steppen, kwelders en graslanden langs rivieren leefden (Bos et al., 2016). Akkervogels zijn sinds 1950 sterk achteruitgegaan samen met andere boerenlandvogels. Ten opzichte van 1900 was het aantal broedparen van vogels van het open boerenland in 1990 bijna gehalveerd (CLO, 1479; Foppen et al., 2017). De ortolaan verdween geheel. De teelt van maïs in plaats van de later in het seizoen geteelde zomerrogge (CLO, 1179) nam de rust in het broedseizoen weg. Verder hadden het gebruik van insecten- en onkruidbestrijdingsmiddelen, schaalvergroting en het verwijderen van houtwallen een negatief effect (Bos et al., 2016; Kluyver, 1961; Sovon Vogelonderzoek Nederland, 2018; van Boenen, 1999).
Ook grauwe gors en patrijs namen fors af in verspreiding en aantal (Foppen et al., 2018; Sovon Vogelonderzoek Nederland, 2018).

Dwergmuis en hamster vonden een leefgebied op de graanvelden (Broekhuizen et al., 2016). Toen de landbouw intensiveerde, wist de dwergmuis zich te handhaven buiten de akkers, maar de hamster, die alleen voorkomt in graanvelden van Zuid-Limburg, kreeg het moeilijk (Bos et al., 2016).

Weilanden werden steeds intensiever beheerd

Veel vogelsoorten hadden op de extensief beheerde weilanden in klei- en veengebieden een nieuwe broedplaats gevonden, waaronder steltlopers als grutto en scholekster. Zij profiteerden aanvankelijk van de intensivering van de landbouw in de derde fase. Tot 1900 waren ze vrij schaars geweest (De Rijk, 2015), maar toen boeren hun land meer gingen bemesten, kwam er veel voedsel voor hen ter beschikking, insecten voor de jonge vogels en wormen voor de volwassen dieren. Met uitzondering van kemphaan nam deze groep weidevogels vanaf 1900 toe.

WEIDEVOGELS PROFITEERDEN AANVANKELIJK VAN DE INTENSIVERING VAN DE LANDBOUW



Na de Tweede Wereldoorlog pakten de steeds diepere ontwatering, de eenzijdige grasmat met het hoogproductieve Engels raaigras, de steeds hogere mestgift en het vroeger en veel vaker maaien voor hen ongunstig uit (Kluyver, 1961). Bij toenemende intensivering haakten de steltlopers in agrarische graslanden een voor een af (Foppen et al., 2017); kievit en wulp vestigden zich gedeeltelijk op akkers. Ook andere weidevogels namen af; sommige soorten verhuisden gedeeltelijk naar akkers, zoals gele kwikstaart en veldleeuwerik (Sovon, 2018). Ganzen namen hun plaats in; zij zijn strikte planteneters die van het eiwitrijke raaigras profiteren.

Het waterpeil in laag Nederland werd niet alleen verlaagd, maar ook tegennatuurlijk ingesteld, met een laag peil in winter en voorjaar en een hoog zomerpeil. Dat bleek ongunstig voor vissen als kwabaal en grote modderkruiper, die in winter en voorjaar ondergelopen grasland nodig hebben waar ze eitjes kunnen afzetten en waar larven snel en veilig kunnen opgroeien (Bosveld, 2015; Kranenbarg & de Bruin, 2014; Van Beek, 2014).

Kleine landschapselementen verdwenen

Boomkikker en kamsalamander zijn gebonden aan kleine landschapselementen op de hoge zandgronden. Net als weidevogels hebben zij in eerste instantie geprofiteerd van de landbouw, want boeren legden veedrinkpoelen aan en plantten heggen en struweel om hun weiden. Maar ze kregen het moeilijk toen die kleine landschapselementen tijdens de derde landbouwfase grotendeels verdwenen (Creemers et al., 2009). Hetzelfde geldt voor allerlei insecten en insecteneters, waaronder vleermuizen, en voor muizen en muizeneters, zoals hermelijn (Broekhuizen et al., 2016; Van Apeldoorn, 1989; Verboom, 1998). De eikelmuis in Zuid-Limburg bijvoorbeeld, die rond 1950 nog heel algemeen was, is hard achteruit gegaan (Feys & Nijs, 2018).

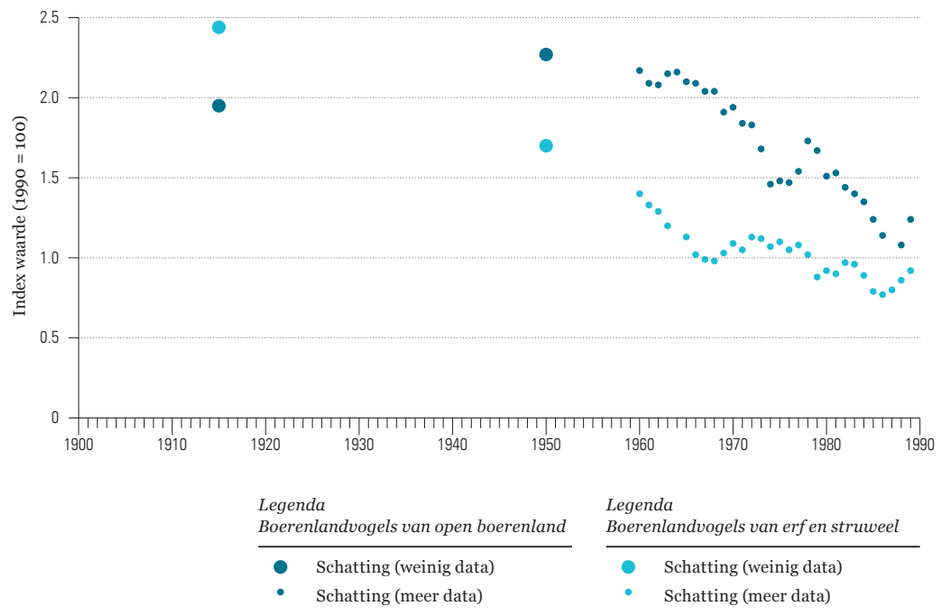
VERSCHILLENDE DIEREN KREGEN HET MOEILIJK TOEN KLEINE LANDSCHAPS-ELEMENTEN VERDWENEN

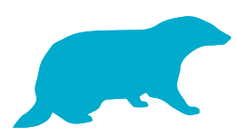
Ook boerenlandvogels van erf en struweel namen aanvankelijk sterk in aantal af doordat heggen, houtwallen en bosjes verdwenen tijdens ruilverkavelingen. Dat proces is vanaf de jaren tachtig sluipenderwijs doorgegaan op de zandgronden, maar omdat in de open poldergebieden van laag-Nederland door groenaanleg langs wegen en rond erven juist meer broedhabitat ontstond, is de stand sindsdien op landelijke schaal weer iets toegenomen.

Jacht ging door, chemische bestrijdingsmiddelen kwamen op

Veel zoogdieren werden tot diep in de twintigste eeuw bestreden: das, en tot eind 19e eeuw ook bever, omdat ze schade konden toebrengen aan gewassen; vos, en tot eind 19e eeuw ook wolf, omdat ze een bedreiging zouden zijn voor vee (Broekhuizen et al., 2016; Eygenraam & Voûte, 1961). Roofvogels gingen door een dal door het gebruik van DDT en andere chemische bestrijdingsmiddelen, maar herstelden zich weer (zie: ‘Roofvogels door een dal’).

Figuur 3: Boerenlandvogels van open boerenland en van erf en struweel
Gemiddelde populatieomvang van boerenlandvogels van open boerenland (akkers en graslanden) en van erf en struweel. Tussen 1960 en 1990 is de populatieontwikkeling gereconstrueerd op basis van een kleine steekproef aan meetreeksen (Foppen et al., 2017). De schattingen van daarvoor (rond 1915 en 1950) zijn gebaseerd op globale populatieschattingen uit een verscheidenheid aan bronnen (Foppen et al., 2017). Bron: CLO





Uitgangssituatie 1990

Het beeld is duidelijk. Veel bos met bijbehorende natuur ging teloor in de tweede landbouwfase, en ook natuur van hoogveen verdween toen al. In diezelfde fase, die eeuwenlang geduurd heeft, deden veel wilde planten en dieren het goed op de traditionele, extensief bewerkte en kleinschalige landbouwgronden (akker, heide, weiland, schraal grasland). Toen de landbouw na 1900 de derde fase inging met schaalvergroting en intensivering, kwamen deze soorten in het nauw, de een eerder dan de ander.

Zo waren flora en fauna in 1990, toen de gestandaardiseerde tellingen begonnen, al sterk verarmd ten opzichte van 1900: vooral na 1950 zijn grote klappen gevallen. En dan is er nog veel dat zich aan ons beeld onttrekt. Ook letterlijk: in de derde fase heeft de landbouw ook het bodemleven ernstig geschaad. Daardoor werden boeren extra afhankelijk van mechanische grondbewerking, kunstmest en chemische bestrijdingsmiddelen (zie: 'Verarmde grond').

FLORA EN FAUNA WAREN IN 1990 AL STERK VERARMD TEN OPZICHTE VAN 1900

© Jelger Herder - Levendbarende hagedis

Weg bloemen, weg hommels

In de eerste helft van de twintigste eeuw waren de meeste akkers en weilanden rijk aan dieren en planten. Dit vond men zo normaal dat natuurliefhebbers er weinig aandacht aan gaven. Het aantal beschrijvingen van de toenmalige insectenrijkdom van akkers en weilanden is dan ook erg klein. Maar van de vroegere verspreiding van insecten is wel wat bekend, en daaraan kunnen we zien dat veel soorten ooit in grote delen van het agrarisch gebied voorkwamen.

Enkele hommels vormen daar een mooi voorbeeld van, zoals moshommel, grashommel en zandhommel. Deze drie soorten zijn nu vrijwel alleen nog te vinden in de Delta en het Waddengebied, terwijl ze in het midden van de vorige eeuw in nagenoeg heel Nederland aanwezig waren (Peeters et al., 2012).

Hommels behoren tot de bijen, en net als andere bijen hebben ze pollen en nectar nodig. Deze drie hommelsoorten zijn niet kieskeurig in hun plantkeuze, dus dat is het probleem niet. Zo is rode klaver, een soort die haast overal kan groeien, bij alle drie een favoriete bloemplant. Lastig is wel dat er gedurende enkele maanden continu veel bloeiende planten moeten staan. Dat is in het agrarisch gebied tegenwoordig zelden het geval; bloemen staan bijna alleen nog in bermen. Grootschalig maaibeheer, waarbij in een korte periode bijna alle graslanden en bermen gemaaid worden, veroorzaakt in sommige gebieden nagenoeg bloemloze perioden.

Zelfs in veel weidevogelgebieden houden deze hommels geen stand. Het maaibeheer wordt er uitgesteld om jonge weidevogels een kans te geven, maar het gevolg is dat daarna alles in een korte periode wordt gemaaid. Zo doet de vreemde situatie zich voor dat sommige gebieden die worden beheerd met het oog op natuurwaarden voor weidevogels in de zomer enkele weken bloemloos zijn.

© Menno Reemer - Moshommel

© Buiten-Beeld / Hollandse-Hoogte - Buizerd

Roofvogels door een dal

Als één van de eersten waarschuwde de Amerikaanse biologe Rachel Carson in haar boek Silent Spring voor DDT (dichloor-diphenyl-trichloor-ethaan) en andere organische chloorverbindingen waarmee vooral na 1950 veelvuldig werd gespoten om insectenplagen in de landbouw te bestrijden (Carson, 1962).

DDT is doeltreffend; het werkt in op de zenuwcellen van insecten, die daardoor verkrampen en sterven. Maar Carson wees er op dat niet alleen plaaginsecten, maar ook bestuivers en natuurlijke vijanden van plaaginsecten getroffen worden; dat DDT zich bindt aan bodemdeeltjes en moeilijk afbreekbaar is; dat de afbraakproducten ook giftig zijn; dat DDT wordt opgeslagen in vetweefsel en zich opstapelt in de voedselketen, zodat het via insectenetende vogels en wormen uiteindelijk in zoogdieren en roofvogels de hoogste concentraties bereikt. Ze wees bovendien op gezondheidseffecten: voor mensen is DDT waarschijnlijk kankerverwekkend.

In Nederland gingen populaties van roofvogels in de jaren zestig bijna aan het gebruik van DDT ten onder. Volwassen vogels stierven massaal, hun broedsucces kelderde, onder meer doordat eischalen te dun waren. Buizerd, havik en sperwer waren vrijwel verdwenen. Toen eind jaren zestig het gebruik van organische chloorverbindingen afnam en in 1973 alle toepassingen van DDT werden verboden, herstelden de roofvogelpopulaties zich spectaculair (Opdam et al., 1987; Peakall, 1969; Teixeira, 1979).

Aanvankelijk waren velen blij met DDT en de man die de werking ontdekte, Paul Hermann Müller, kreeg er een Nobelprijs voor. Het middel heeft eraan bijgedragen dat malaria in Europa is uitgeroeid. Maar de milieueffecten zijn ernstig; bovendien kunnen insecten er resistent tegen worden. Ondanks het verbod zijn in Europees agrarisch gebied nog steeds sporen in de bodem aanwezig, ook in Nederland (Silva et al., 2019).

Verarmde grond

Een gezonde bodem zit vol leven. Er zijn onder meer bacteriën, archaea ('oerbacteriën'), schimmels, eencellige diertjes, beerdiertjes, regenwormen, potwormen, mijten, springstaarten, duizendpoten, miljoenpoten, insecten en aaltjes (Bardgett & van der Putten, 2014; Brussaard, 1997; Brussaard et al., 2007). Ook de mol maakt deel uit van deze levensgemeenschap.

De ondergrondse levensgemeenschap mengt het bodemmateriaal en houdt de bodem poreus, zodat die water en gassen doorlaat; planten profiteren daarvan. Organisch materiaal wordt afgebroken, zodat voedingsstoffen (fosfaat, ammonium, nitraat) en sporenelementen (essentiële stoffen zoals koper en zink die in lage hoeveelheden nodig zijn) vrij komen. Er zijn bacteriën die stikstofgas uit de lucht omzetten in stikstofverbindingen die planten kunnen benutten. Mycorrhiza-schimmels helpen planten om water, voedingsstoffen en sporenelementen op te nemen. Er zijn ondergrondse ziekten en plagen die planten aantasten, maar ook organismen die hen daartegen beschermen. Plantenwortels scheiden stoffen uit die de juiste hulptroepen aantrekken (Bakker et al., 2018; Berendsen et al., 2018; Huang et al., 2019). Daarnaast bevatten plantenwortels micro-organismen die bij een aanval door ziekteverwekkers verdedigende stoffen aanmaken (Carrión et al., 2019).

Het leven in de bodem heeft via wisselwerking met planten ook invloed op het leven boven de grond (Bardgett & van der Putten, 2014; Pineda et al., 2010). Bijvoorbeeld: als bepaalde aaltjes en micro-organismen in de bodem aanwezig zijn, doet bladluis het slechter op struisgras en reukgras, terwijl sluipwespen die bladluis parasiteren het juist beter doen (Bezemer et al., 2005). Ander voorbeeld: via gedeelde mycorrhiza-schimmeldraden merken tuinboonplanten op wanneer buurplanten worden aangetast door erwtenluis; ze kunnen hun eigen afweer dan alvast optuigen (Babikova et al., 2013).

De ondergrondse levensgemeenschap is dus van belang voor wat boven de grond gebeurt. Maar omwille van een hogere productie zijn mensen gaan ploegen, spitten en bemesten en werden chemische bestrijdingsmiddelen ingezet. Deze activiteiten verdrongen het bodemleven (De Vries et al., 2013; Siepel, 2018; Tsiafouli et al., 2015): in landbouwgrond leven beduidend minder soorten en minder individuen per soort dan in niet-landbouwgrond. Daarmee ging de bodemkwaliteit achteruit en dat maakte de landbouw steeds afhankelijker van grondbewerking, bemesting en chemische plaagbestrijding: een vicieuze cirkel.

© Jan van Duinen - Springstaarten

NATUURBESCHERMING EN LANDBOUW 1900 -1990

Rond 1900 ontstond de georganiseerde natuurbescherming in Nederland. De Vogelbescherming, opgericht in 1899 om de modetrend van dode vogels op dameshoeden tegen te gaan, zette zich al snel in om wilde vogels te beschermen. Natuurmonumenten werd in 1905 opgericht om te voorkomen dat het Naardermeer een vuilstortplaats voor Amsterdam zou worden. Natuurbeschermers zetten aanvankelijk nauwelijks vraagtekens bij ontginningen ten behoeve van voedselproductie. Hun aandacht ging uit naar het beschermen van natuurschoon buiten landbouwgebieden en de soorten die daar leefden.

De situatie veranderde toen de overheid grootschalige ontginningen op touw zette om de crisis in de jaren dertig te bezweren. Natuurbeschermers kregen oog voor het landschap dat op de schop ging en natuurbeschermingsorganisaties kochten grond aan om natuurwaarden veilig te stellen, waaronder heidegebieden en hooilanden. Ook de overheid begon plannen te maken voor de bescherming van natuurgebieden.

De vraag was wel hoe de aangekochte gebieden beheerd moesten worden. Tot dan toe waren natuurbeschermers gericht op natuur die zich spontaan had ontwikkeld. Maar heide en hooiland bestonden juist bij gratie van traditionele, extensieve landbouw. Zonder dat beheer zouden ze in bos veranderen en daarmee zou variatie in het landschap verloren gaan. Bioloog Victor Westhoff, vegetatiekundige, loste het dilemma op door voor voormalige landbouwgebieden de term halfnatuurlijk landschap te introduceren. Hij stelde natuurtechnisch beheer voor dat erop gericht was de bestaande vegetatie in stand te houden. Beheer moest dus een nabootsing van de vroegere landbouw zijn.

EEN AANTAL TRADITIONEEL BEHEERDE LANDBOUWGEBIEDEN WERD ALS NATUURGEBIED IN STAND GEHOUDEN

Terwijl een aantal traditioneel beheerde landbouwgebieden als natuurgebied in stand werd gehouden, stond in de moderne landbouwgebieden de productie centraal. De wilde planten en dieren die daar voorkwamen vielen buiten de aandacht van natuurbescherming: landbouw en natuur waren gescheiden. Na de Tweede Wereldoorlog was er aanvankelijk, ook onder natuurbeschermers, weinig weerstand tegen de door Mansholt bepleite productieverhoging door intensivering.

DE INVLOED VAN DE LANDBOUW REIKTE INMIDDELS TOT IN NATUURGEBIEDEN

Maar de intensivering bleef doorgaan, ook toen allang voldoende voedsel werd geproduceerd. Vanaf begin jaren 60 begonnen natuurbeschermers zorgen te uiten over het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen en het mestoverschot dat was ontstaan en werd om structurele veranderingen gevraagd. Landbouwgebieden werden opgekocht en als natuurgebied veiliggesteld, nu ook door de overheid. Maar de invloed van de landbouw reikte inmiddels tot in de natuurgebieden, die versnipperd raakten, verdroogden en te maken kregen met bestrijdingsmiddelen en vermesting.

In 1975 bracht de overheid de Relatienota uit, voluit de Nota betreffende de relatie landbouw en natuur- en landschapsbehoud. Daarin waren natuur en landbouw deels gescheiden, deels verweven. De bedoeling was om 100.000 hectare landbouwgrond in te richten als nieuwe reservaatgebieden, te beheren door natuurbeschermingsorganisaties. Daarnaast zou 100.000 hectare beheergebied worden; landbouwgebied waar de bedrijfsvoering is afgestemd op natuur. Boeren zouden er beheerovereenkomsten af kunnen sluiten voor periodes van zes jaar. Dat hield in dat ze vrijwillig maatregelen namen ten behoeve van wilde planten en dieren binnen een verder gangbare bedrijfsvoering. Van de overheid kregen ze een vergoeding voor gederfde inkomsten, zodat hun bedrijf rendabel bleef. De belangstelling van boeren was echter niet groot en in 1985 was pas voor 4700 hectare een beheerovereenkomst afgesloten.

Een vervolg op de Relatienota was de Ecologische Hoofdstructuur uit het Natuurbeleidsplan van 1990 (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij). Het voorzag in kerngebieden, bufferzones en verbindingen; de Relatienotagebieden waren hierin opgenomen. Daar bovenop zou er 50.000 hectare extra worden aangewezen waar zich grote eenheden nieuwe, zelfregulerende natuur zouden ontwikkelen. De bereidheid van boeren om beheerovereenkomsten te sluiten groeide, maar bleef achter bij de bedoelingen van de Relatienota: in 1990 ging het om 15.500 hectare. Men sprak voortaan van agrarisch natuurbeheer.

De beschrijving van de relatie tussen natuurbescherming en landbouw is gebaseerd op: De Snoo & van der Windt (2016), Kuiper et al. (2016), Udo de Haes et al. (2016), van der Windt (1995, 2014).

2. RECENTE ONTWIKKELINGEN DIERPOPULATIES OP HET LAND

Mede door schaalvergroting en intensivering in de landbouw zijn veel diersoorten vanaf ongeveer 1900 sterk achteruit gegaan. In dit hoofdstuk bekijken we de recente ontwikkelingen aan de hand van de Living Planet Index (LPI), een maat voor de gemiddelde populatieverandering van een groot aantal diersoorten. Vanaf 1990 heeft de achteruitgang van dierpopulaties op het land zich nog een aantal jaren voortgezet, maar de situatie is nu stabiel, zo is het totaalbeeld.

Om meer inzicht te krijgen, splitsen we de index op naar agrarisch gebied en verschillende typen natuur. We duiden gevonden trends op basis van bestaande kennis, waarbij we bijzondere ontwikkelingen uitlichten. We gaan extra diep in op de gevolgen van stikstofdepositie, die voor een belangrijk deel van de landbouw afkomstig is en met name in natuurgebieden van de hoge zandgronden een grote rol speelt.

© Luuk van der Lee Fotografie / Hollandse Hoogte

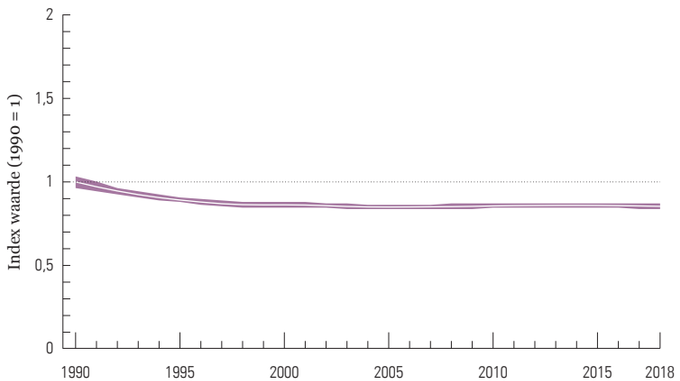
ALLE LEEFGEBIEDEN BIJEEN

De omvang van populaties van diersoorten op het land nam tussen 1990 en 1995 gemiddeld af met 15 procent, maar bleef de laatste twintig jaar stabiel (CLO, 1579). Er zijn iets meer soorten achteruit gegaan dan vooruit (92 achteruit, 84 vooruit).

Vooruit gingen onder meer gehakkelde aurelia (vlinder) en appelvink, achteruit onder meer argusvlinder en de kleine marters (bunzing, hermelijn en wezel).

Soorten die kenmerkend zijn voor agrarisch gebied of één van de typen natuurgebied gingen gemiddeld genomen sterker achteruit, zoals we zullen zien. Dat betekent dat overal voorkomende soorten het beter deden dan soorten die specifieke eisen stellen aan hun leefgebied.

Veel aandacht trok de grote afname van insecten de laatste jaren. In hoeverre dat insectenetende vogels en zoogdieren raakt, is nog onduidelijk (zie: 'Insecten verdwijnen').

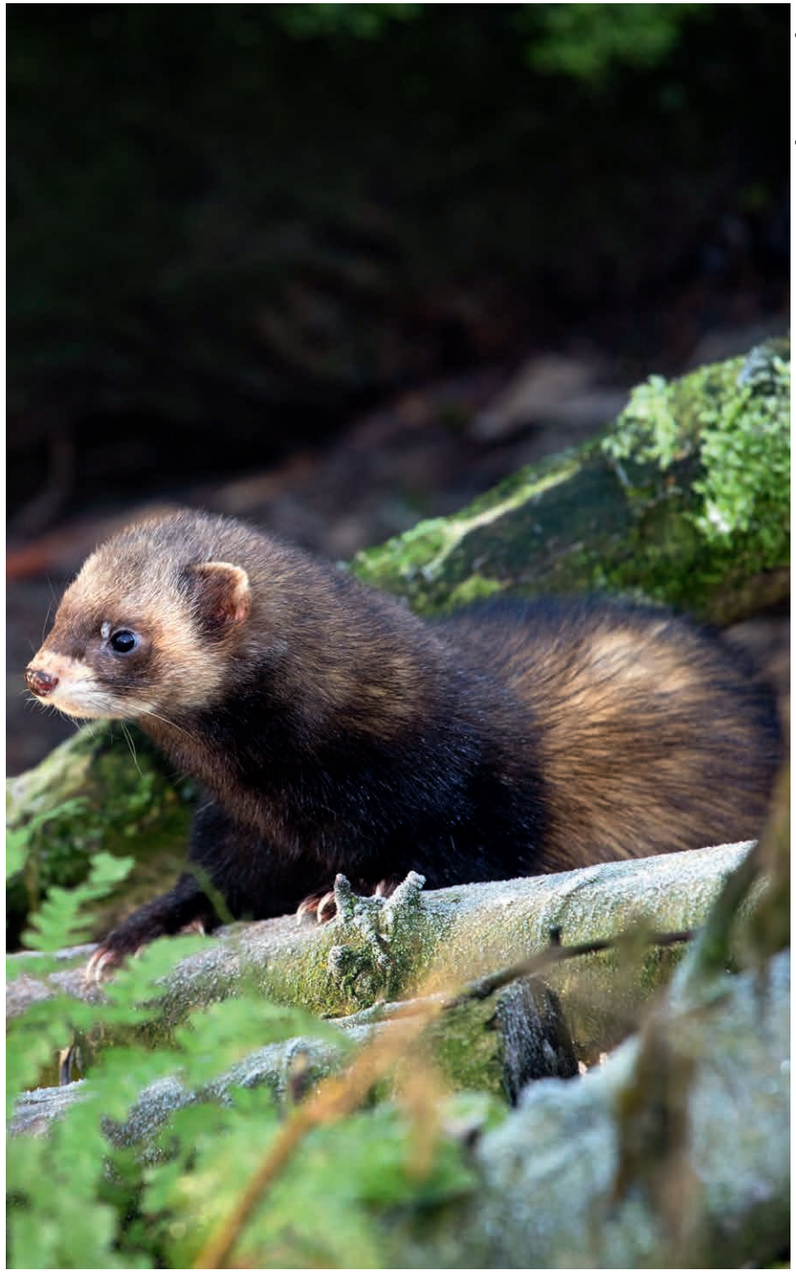


Figuur 4: LPI Dieren op land
De populatieomvang van dieren op het land nam na 1990 gemiddeld genomen eerst af, maar bleef de laatste jaren stabiel. De index is gebaseerd op 51 soorten dagvlinders, 7 soorten reptielen, 130 soorten broedvogels en 26 soorten zoogdieren. Bron: CLO

Legenda

LPI Dieren op land

Betrouwbaarheids-interval



© Jelger Herder - Bunzing

Insecten verdwijnen

In oktober 2017 trok onderzoek aan insecten in Duitsland internationaal aandacht. Jarenlang vingen de onderzoekers vliegende insecten met behulp van een soort tentjes, wogen de inhoud en constateerden dat het gewicht in de periode 1989-2016 met maar liefst 75 procent was afgenomen (Hallmann et al., 2017). De oorzaak was onbekend, maar er was duidelijk iets mis. Nieuw onderzoek in Duitsland liet zien dat het gewicht aan insecten, aantallen en aantal soorten in zowel graslanden als bossen sterk waren afgenomen; vooral op grasland in gebieden met veel landbouw ging het slecht (Habel et al., 2019; Seibold et al., 2019).

De vraag rees of hetzelfde in Nederland gebeurd is. De weinige gegevens die beschikbaar zijn, wijzen daar wel op (Hallmann et al., 2018, 2019). Met potvallen verzamelde loopkevers uit Wijster (Drenthe) lieten een afname van meer dan 70 procent zien sinds 1995. Uit nachtvangsten op licht in natuurgebied de Kaaistoep (Noord-Brabant) blijkt dat het aantal nachtvlinders met 55 procent is achteruitgegaan in 20 jaar tijd en het aantal loopkevers met 84 procent; kokerjuffers namen af met 64 procent in 10 jaar tijd, terwijl wantsen in dezelfde periode stabiel bleven. Landelijk namen dagvlinders af met bijna 50 procent sinds 1992 (CLO, 1386).

Het beeld wisselt per groep, maar al met al staat vast dat insecten ook in Nederland zijn afgenomen (Kleijn et al., 2018). De achteruitgang wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een combinatie van factoren (Goulson et al., 2015), met als belangrijkste het gebruik van kunstmest en chemische bestrijdingsmiddelen in de landbouw, klimaatverandering, het opkomen van exoten zoals de parasitaire varroamijt en, in natuurgebieden op arme zandgronden, de stikstofdepositie (dit hoofdstuk) (Kleijn et al., 2018).

De afname kan gevolgen hebben voor bestuiving en natuurlijke plaagbestrijding, en voor insectenetende vogels en zoogdieren. Zo is duinpieper als broedvogel uit Nederland verdwenen. Maar tot nu toe zijn niet alle insecteneters getroffen.

© Jelger Herder - Bastaardzandloopkevers

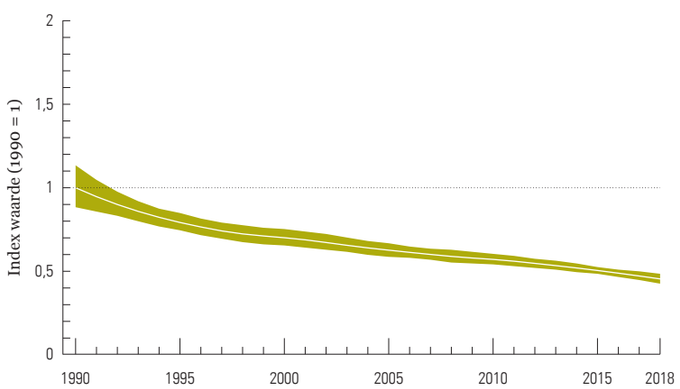
AGRARISCH GEBIED

In het agrarisch gebied gingen voor boerenland karakteristieke wilde diersoorten sinds 1990 sterk achteruit (voor selectie kenmerkende soorten, zie: Van Strien et al., 2016). De populatieomvang van deze soorten nam over de hele periode gestaag af, gemiddeld met bijna 50 procent (CLO, 1580); 10 soorten gingen vooruit, 27 achteruit. De achteruitgang is een voortzetting van de grote afname tussen 1900 en 1990.

Vooral vlinders gingen achteruit; hun populaties zijn in agrarische graslanden vanaf 1990 met gemiddeld ongeveer 60 procent afgenomen en teruggedrongen tot dijken, perceelsranden en wegbermen (CLO, 1181). Negen soorten gingen achteruit, waaronder argusvlinder en geelsprietdikkopje. Vier andere soorten, onder meer hooibeestje en oranjetipje, namen iets toe. Boerenlandvogels gingen na 1990 met bijna 50 procent achteruit (CLO, 1479; Roodbergen & Teunissen, 2019). Van de zoogdieren kwam de hamster na herintroductie in 2002 aanvankelijk goed op, maar vanaf 2005 liep de populatieomvang weer terug (zie: 'Hamster vindt te weinig graan') (CLO, 1073). Kleine marters namen wat af, de andere vier soorten zoogdieren namen toe of waren stabiel.

IN AGRARISCH GEBIED GINGEN VOORAL VLINDERS STERK ACHTERUIT

Een van de stabiele soorten is de veldmuis. Er kunnen jaren zijn waarin hij in piekaantallen voorkomt, met roofvogels, uilen en kleine marters in zijn kielzog (zie: 'Muizenpieken lokken velduil en kleine marters').



Figuur 5: LPI Agrarisch gebied
De populatieomvang van dieren die karakteristiek zijn voor het agrarisch gebied is sinds 1990 gemiddeld bijna gehalveerd. De index is gebaseerd op 14 soorten dagvlinders, 27 soorten broedvogels en 6 soorten zoogdieren. Bron: CLO

Legenda

- LPI Agrarisch gebied
- Betrouwbaarheids-interval

Oorzaken

De veranderingen in boerenlandfauna zijn grotendeels toe te schrijven aan ontwikkelingen in de landbouw.

Schaalvergroting en intensivering

VERANDERINGEN IN BOERENLANDFAUNA KOMEN GROTENDEELS DOOR ONTWIKKELINGEN IN DE LANDBOUW

Het landbouwareaal is sinds 1990 iets afgenomen (CLO, 2119) met name doordat gebieden uit productie werden genomen ten behoeve van stadsuitbreiding en wegenaanleg. De productiegroei vlakte af (Van der Windt, 2014). De veestapel is licht gekrompen doordat de hoeveelheid rundvee afnam, ondanks dat het aantal geiten, kippen en varkens is gestegen (CLO, 2124). De bescheiden krimp van areaal en veestapel ging echter gepaard met een verdere schaalvergroting en intensivering; bedrijven werden groter en produceerden meer per hectare of per dier. Het eenvormige en intensief gebruikte agrarisch landschap werd minder geschikt voor wilde dieren.

HET EENVORMIGE EN INTENSIEF GEBRUIKTE AGRARISCH LANDSCHAP WERD MINDER GESCHIKT VOOR WILDE DIEREN

De achteruitgang van dagvlinders in het agrarisch gebied is onder meer toe te schrijven aan de afname van bloemplanten die nectar produceren (zie: 'Vlinders staan droog'). De meeste weilanden zijn sinds 1990 eenvormiger geworden, met vaak één dominante grassoort, Engels raaigras, en veel minder kruiden.

Voor weidevogels is de sterfte onder kuikens een probleem (Roodbergen & Teunissen, 2019). Naast het gebruik van bestrijdingsmiddelen zijn de oorzaken daarvan: de lage grondwaterstand, het vele en vroege maaien en de monotone, dichte grasmat zonder voor insecten aantrekkelijke planten. De vogels hebben weinig tijd om hun legsels groot te brengen, veel nesten en jongen sneuvelen en er zijn weinig insecten als voedsel voor de jongen beschikbaar (Kentie et al., 2013, 2015). Daarbij komen klimaatverandering en predatoren, die vooral kunnen toeslaan op intensieve graslanden waar weidevogels het moeilijk hebben.

Wormetende volwassen weidevogels hebben gebrek aan voedsel door een andere ontwikkeling, namelijk dat boeren sinds begin jaren negentig verplicht zijn om drijfmest in de bodem te injecteren om emissie naar lucht en stankoverlast te beperken. De sleufjes die daarvoor gemaakt worden doen de bovenlaag van de bodem uitdrogen. Sommige soorten regenwormen, namelijk rode regenwormen, vermijden een droge bovenlaag. Ze doen het minder goed dan als boeren stalmest verspreiden, die steviger is en vermengd met stro, zoals gangbaar was tot de jaren zeventig.

Daardoor zijn tegenwoordig minder wormen als voedsel voor vogels beschikbaar (Onrust & Piersma, 2019; Onrust et al., 2019a, 2019b).

DOOR HET INJECTEREN VAN MEST ZIJN MINDER WORMEN BESCHIKBAAR VOOR VOGELS

Voor zaadetende vogels die 's winters hun voedsel op akkers zoeken, is er tegenwoordig weinig meer te halen; dat geldt voor zowel wintergasten, die niet in de LPI zijn opgenomen, als voor overblijvende broedvogels. Deze groep gaat dan ook achteruit (zie: 'Zaadetende wintervogels strak in de min').

Het verdwijnen van droge, kleine landschapselementen, zoals houtwallen, heeft gevolgen voor soorten als steenuil. De kwaliteit van boerensloten wordt minder door vermesting en verontreiniging, zoals de platte schijfhoren laat zien (zie: 'Slootkwaliteit wordt minder').

Bestrijdingsmiddelen

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen treft onder meer dagvlinders (Vaal et al., 2002) en broedvogels van het boerenland (Geiger et al., 2010; Foppen et al., 2018). De afzet van chemische bestrijdingsmiddelen is sinds 1985 gehalveerd en de milieubelasting daalde eveneens, maar de laatste jaren stagneert de daling (CLO, 0006, 0015, 0548, 0560). Telers slagen er niet in het gebruik verder te verminderen (Tiktak et al., 2019). Restanten van bestrijdingsmiddelen worden bijna overal in het agrarisch gebied in de bodem aangetroffen, vaak verschillende soorten middelen tegelijk (Montforts et al., 2019; Silva et al., 2019).

HET GEBRUIK VAN BESTRIJDINGS-MIDDELEN TREFT DAGVLINDERS EN BROEDVOGELS

Momenteel krijgen vooral neonicotinoïden en glyfosaat veel aandacht (zie: 'Schadelijke middelen'). Mede door het gebruik van neonicotinoïden gaan honingbijen (CLO, 0572) en waterjuffers (Barmentlo et al., 2019) achteruit, en mogelijk ook andere insecten. Daardoor zijn de stoffen waarschijnlijk medeverantwoordelijk voor de afname van boerenlandvogels die insecten nodig hebben als voedsel (Hallmann et al., 2014).

Agrarisch natuurbeheer

Vanaf 1990 groeide de belangstelling voor agrarisch natuurbeheer, waarbij boeren maatregelen nemen om de kwaliteit van natuur en landschap te verbeteren die inpasbaar zijn in de bedrijfsvoering (Udo de Haes et al., 2016). Er ontstonden agrarische natuurverenigingen waaraan vaak ook natuurbeschermers en burgers deelnemen. Met het in 2000 gestarte

Programma Beheer (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij) werd de rol van boeren en andere particulieren in het natuurbeheer vergelijkbaar met die van traditionele natuurbeschermingsorganisaties. Het aantal deelnemers dat een beheerovereenkomst sloot en het aantal verenigingen voor agrarisch natuurbeheer groeide gestaag.

De positieve invloed op natuur bleef echter beperkt (zie: 'Boeren met hart voor natuur').

Om betere resultaten te kunnen halen, werd op 1 januari 2016 het Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer (ANLb) ingevoerd met als doel het beheer te verbeteren door intensieve samenwerking in een gebied centraal te stellen. Daarvoor zijn er landsdekkend 40 agrarische collectieven opgericht waarin boeren vrijwillig samenwerken. Zij bepalen samen met de provincies waar welk natuurbeheer het beste kan plaatsvinden om soorten van het boerenland adequaat te beschermen. Een belangrijk verschil met de vorige regeling is dat het collectief de subsidies ontvangt en het gesprek aangaat met individuele boeren over waar welk beheer het beste past.

Het programma richt zich op soorten waarvoor Nederland op grond van de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn beschermingsplicht heeft, waaronder boomkikker, kamsalamander, grutto, steenuil en hamster, en op botanisch beheer.

HET POSITIEVE EFFECT VAN AGRARISCH NATUURBEHEER BLEEF BEPERKT ONDANKS INSPANNINGEN VAN VELE BOEREN

Hamster vindt te weinig graan

De hamster of korenwolf is in het verleden overgestapt van grassteppes in Oost-Europa naar graan- en luzernevelden in Midden- en West-Europa. Het is daarmee een echte cultuurvolger. In Nederland vestigde hij in Zuid-Limburg.

Maar toen de landbouw intensiveerde, verloren de akkers hun betekenis als leefgebied. Percelen werden groter en luzerne verdween; het werd vroeger verbouwd als veevoer en, omdat het stikstofverbindingen in de bodem bracht, als groenbemester. Het areaal graan liep terug: waar vroeger op 70 procent van de Zuid-Limburgse akkers graan stond, is dat in veel regio's tegenwoordig nog geen 25 procent. Het graan dat er nog is, wordt vroeger geoogst, zodat minder lang voedsel voor hamsters beschikbaar is. Gevolg is dat vrouwtjes niet meer meerdere worpen per jaar kunnen produceren; soms werpen ze zelfs niet één keer.

In Nederland was een fok- en herintroductieprogramma noodzakelijk om de soort, die rond 2000 vrijwel verdwenen was, te behouden. Met hamstervriendelijke maatregelen in het kader van agrarisch natuurbeheer en met hamsterreservaten probeert men sinds 2002 een duurzame populatie op te bouwen in Zuid-Limburg; zo worden graan en luzerne geteeld, maar niet volledig geoogst. Het aantal hamsters nam in de eerste jaren spectaculair toe, om vervolgens weer te dalen (CLO, 1073; Müskens et al., 2018). Het is op dit moment noodzakelijk om elk jaar opnieuw een aantal dieren uit het fokprogramma uit te zetten.

Agrarisch natuurbeheer ten behoeve van de hamster blijkt niet makkelijk te zijn. Boeren kunnen alleen worden verleid om hamsterbeheer uit te voeren als beheerpakketten simpel zijn en financieel aantrekkelijk.

Om de hamster definitief voor Nederland te behouden moet het leefgebied groot genoeg zijn met relatief kleine percelen, zodat de dieren altijd akkers en dekking in de buurt hebben. Op minimaal 25 procent van het akkerareaal moet hamstervriendelijk beheer worden toegepast. Ook akkervogels en kleine marters profiteren daarvan en het maakt Zuid-Limburg aantrekkelijk voor recreatie.

© Gerard Müskens - Hamster

© Marcel van Kammen - Velduil

Muizenpieken lokken velduil en kleine marters

Tot eind jaren vijftig van de vorige eeuw kende Nederland driejaarlijkse muizenpieken. Met name open, laaggelegen graslanden werden dan ‘onder de voet gelopen’ door enorme aantallen veldmuizen. Muizeneters zoals roofvogels, uilen en kleine marters maakten daar dankbaar gebruik van en kenden topjaren als de muizenstand piekte. Maar in de laatste decennia van de vorige eeuw verdwenen de muizenpieken, waarschijnlijk doordat veel laatste toevluchtsoorden, zoals brede, soortenrijke bermen en overhoekjes, verdwenen.

De muizenpiek die in 2004 in Friesland en Groningen optrad, kwam dan ook geheel onverwacht. Boeren hadden miljoenen aan economische schade, maar de ecologische opbrengsten waren groot, met piekaantallen kleine marters en een zeer hoog broedsucces bij verschillende roofvogels en uilen: torenvalk, buizerd, ransuil en kerkuil. Toen al gaven ecologen aan dat dit wellicht geen incident zou blijven. In 2014/2015 volgde een nieuw piekjaar en in 2019 was het weer raak. De recente muizenpieken zijn waarschijnlijk het gevolg van zachte wintermaanden, diepe ontwatering van graslanden, eenvormigheid van het landschap, hoge dichte grasmatten en minder begrazing door vee (van Apeldoorn, 2005; Wymenga et al., 2015).

Bij de recente uitbraken verscheen zelfs de zeldzame velduil. Deze soort broedt in ‘doorsnee’-jaren met slechts enige tientallen paren in Nederland. Alleen al in Friesland werden in 2014 echter meer dan 50 territoria vastgesteld (Kleefstra et al., 2015) en in 2019 waren er meer dan 70 broedparen.

Kennelijk weet de velduil muizenplekken goed te vinden. Hij had, voor de komst naar Nederland, enige jaren met een groot broedsucces in Scandinavië achter de rug, gevolgd door goede broedjaren in Groot-Brittannië. Velduilen kunnen over grote afstanden plekken vinden met hoge aantallen muizen. Om een goed broedsucces te garanderen, moeten de nesten, die op de grond liggen, beschermd worden. Daarvoor gaan veel vrijwilligers op pad. De nesten liggen daar waar de muizen zijn, in regulier boerenland. Zonder nestbescherming vallen de uilen veelal ten prooi aan de maaimachine.

Vlinders staan droog

Volwassen vlinders drinken nectar; daarmee voorzien ze in hun behoefte aan vocht, suikers en aminozuren. In de hele vliegperiode hebben ze dus planten nodig die nectar leveren. Zulke planten krijgen in het intensief gebruikte agrarische landschap weinig ruimte. Nectarrijke bloemen, die ooit vrijwel vlakdekkend voorkwamen, zijn beperkt geraakt tot bermen en natuurgebieden (Hoffmann, 2005).

Deelnemers aan het Landelijk Meetnet Dagvlinders hebben in de jaren 1994-1995, 2007-2008 en 2016-2018 het aantal bloemen op hun meetroutes geteld. In de tweede periode was, gemiddeld over alle leefgebieden, het aanbod aan bloemen met 34 procent verminderd ten opzichte van de eerste periode. In agrarisch gebied gingen met name geelbloeiende soorten van de composietenfamilie achteruit, zoals biggenkruid en havikskruiden, terwijl fluitenkruid toenam (Wallis de Vries et al., 2010).

Na 2008 trad weer een stijging op. Wel was er een afname van nectarplanten die een voorkeur hebben voor voedselarme omstandigheden; in slootkanten namen ruigtesoorten en planten van voedselrijke omstandigheden toe (CLO, 1456).

Uit het Landelijk Dagvlinderproject uit de jaren tachtig weten we dat vlinders distels het meest bezoeken van de wilde planten, met akkerdistel als favoriet. De bloemgroep van de distels deed het sinds 1994-1995 slecht in verhouding tot andere bloemsoorten. In de jaren 2016-2018 werden er 47 procent minder distels langs vlinderroutes aangetroffen dan in 1994-1995. Distels hebben de neiging te verdwijnen wanneer snelgroeiende grassen en kruiden gaan domineren.

© Jelger Herder - Groot dikkopje

Zaadetende wintervogels strak in de min

Het boerenland biedt ook in de winter aan tal van vogels voedsel. Veel soorten die broeden in het hoge noorden moeten 's winters in onze streken hun kostje bij elkaar scharrelen, naast de broedvogels die het hele jaar blijven. Tot de wintergasten behoren niet alleen graseters, zoals de honderdduizenden ganzen die jaarlijks op bezoek komen, maar ook vogels die van plantenzaden leven, onder meer vink, keep, groenling, geelgors, veldleeuwerik en houtduif.

Zaadeters hebben het tegenwoordig moeilijk. De efficiënte wijze van oogsten, onkruidbestrijding en het verdwijnen van graanstoppels, ruige overhoekjes en bermen maken het landelijk gebied ongeschikt voor hen. De aantallen schommelen weliswaar behoorlijk van jaar op jaar als gevolg van onder andere het winterweer, maar de trend is duidelijk negatief: de afgelopen 25 jaar is het aantal overwinterende zaadeters gestaag teruggelopen (CLO, 1413). Grauwe gors is als wintervogel zo goed als uit ons land verdwenen en ook frater laat zich nog nauwelijks in akkergebieden zien. Daar staat tegenover dat meer putters en geelgorzen komen overwinteren, soorten die ook als broedvogel behoorlijk zijn toegenomen (Sovon, 2018).

Hoe belangrijk de aanwezigheid van voedsel is voor overwinterende zaadeters, zien we aan de effecten van maatregelen waarbij men vegetatie met veel zaden en granen laat staan. Zo hebben hamsterreservaten in Zuid-Limburg en wintervoedselveldjes in akkergebieden in Oost-Groningen de situatie sterk verbeterd (van Noorden, 2013; Wiersma et al., 2014). Hier concentreren de vogels zich in enorme groepen van soms wel honderden exemplaren. Momenteel zijn dit echter nog druppels op een gloeiende plaat die de landelijke trend niet kunnen keren.

© Jelger Herder - Vink

Slootkwaliteit wordt minder

De biologische kwaliteit van boerensloten is onder meer af te lezen aan het voorkomen van de platte schijfhoren. Deze huisjesslak is kenmerkend voor schone en heldere sloten en andere wateren in veenweidegebieden die rijk zijn aan allerlei soorten ondergedoken waterplanten. Tussen deze planten vinden de slakken beschutting en voedsel en zetten ze hun eitjes af. Het water moet bovendien kalkrijk zijn en stilstaan. Daarnaast komt de soort ook wel voor in het overstromingsgebied van de grote rivieren, in duinplassen en plaatselijk in water dat gevoed wordt door kalkrijke kwel, maar vrijwel alleen als er ook veel ondergedoken waterplanten aanwezig zijn.

In de periode 1985 tot en met 2000 is het areaal van de platte schijfhoren ongeveer gehalveerd ten opzichte van de periode 1900 tot 1965 (De Bruyne et al., 2003).
Na 2000 is het areaal nog verder afgenomen; sinds 2015 is de landelijk populatie stabiel (CLO, 1415).

De belangrijkste oorzaak van achteruitgang is dat sloten, plassen en meren in veenweidengebieden steeds voedselrijker worden doordat mest wordt uitgereden (Boesveld et al., 2011). Het water groeit daardoor dicht met kroos en kroosvaren, zodat onderwaterplanten geen licht meer krijgen en afsterven. Daarmee wordt het water ongeschikt voor de platte schijfhoren en vele andere zoetwatersoorten. Een andere oorzaak is dat sloten vaak te goed en in één keer helemaal worden geschoond. Dat geeft de ontwikkeling van kroos nog meer kans.

© Jelger Herder - Platte schijfhoren

Schadelijke middelen

Neonicotinoïden zijn vanaf 1985 in opkomst als middelen om insecten te bestrijden. Imidacloprid, een van deze stoffen, is momenteel wereldwijd het meest gebruikte anti-insectenmiddel. Neonicotinoïden worden vaak toegepast als zaadcoating om planten te beschermen tegen vraat of als middel tegen vlooien voor dieren. De stoffen breken moeilijk af en spoelen uit en af naar grondwater en oppervlaktewater; ze zijn dan ook te vinden in bodem, water en lucht (Simon-Delso et al., 2015; Van der Sluijs et al., 2013).

Zaadeters komen direct met neonicotinoïden in contact. Planten nemen deze stoffen op en via de vaten verspreiden de stoffen zich naar bladeren, stuifmeel en nectar (Simon-Delso et al., 2015; Van der Sluijs et al., 2013). Zo kunnen ook sapzuigende insecten (zoals bladluis, bladvlo, wittevlieg en wolluis), bladetende insecten en bestuivers ermee in aanraking komen. Indirect kunnen de stoffen nog meer dieren bereiken, zoals de vele soorten insecten die de suikerrijke honingdauw eten die sapzuigers uitscheiden (Calvo-Agudo et al., 2019) en insectenetende vogels.

Neonicotinoïden werken in op het zenuwstelsel van insecten doordat ze neurotransmitters nabootsen, stoffen die prikkels van de ene op de andere zenuwcel overbrengen (Simon-Delso et al., 2015; Van der Sluijs et al., 2013). Zenuwcellen raken dan overprikkeld. Verschillende studies rapporteren schadelijke effecten op honingbijen en wilde bijen, vooral in combinatie met andere chemische middelen (Blacquière et al., 2012). Zo zouden de dieren gevoeliger worden voor ziekten (Goulson et al., 2015; Laycock et al., 2014; Straub et al., 2019; Van der Sluijs et al., 2013; Woodcock et al., 2017). Bij nachtvlinders blijkt de chemische communicatie tussen de dieren, bijvoorbeeld via sekslokstoffen, verstoord, zodat de voortplanting in het geding komt (Navarro-Roldán et al., 2019).

Ook vogels kunnen schade ondervinden, bleek uit onderzoek aan de witkruingors (*Zonotrichia leucophrys*), een zaadetende zangvogel uit Noord-Amerika. Vogels die ver in het noorden broeden, trekken ’s winters naar het zuiden, tot in Mexico. In proeven tijdens de voorjaarstrek kregen vogels een realistische dosis imidacloprid aangeboden. Vergeleken met controledieren aten deze vogels minder, vetten ze minder snel op en bleven ze een aantal dagen langer op stopplaatsen hangen (Eng et al., 2017, 2019). Dat kan hun overlevingskans en voortplantingssucces verlagen.

Glyfosaten, met als bekendste het merk RoundUp, zijn zo’n vijftig jaar in gebruik. Het zijn onkruidbestrijdingsmiddelen waar in het voorjaar hele velden mee bespoten worden; die kleuren dan oranje. Deze middelen zijn vanzelfsprekend schadelijk voor wilde planten. Maar ook veel micro-organismen zijn er gevoelig voor (Van Bruggen et al., 2018); zo kunnen glyfosaten de darmflora van honingbijen aantasten (Motta et al., 2018). Ze verminderen bovendien het navigatievermogen van bijen (Balbuena et al., 2015).

Neonicotinoïden en glyfosaten in de bodem remmen de activiteit van regenwormen en versterken daarbij elkaars werking (Gaup-Berghausen et al., 2015; Van Hoesel et al., 2017).

Bestrijdingsmiddelen mogen pas na toelating worden gebruikt, en bij de toelatingsprocedure bepaalt men in een laboratoriumtest de dodelijke doses voor bepaalde soorten. Maar de effecten kunnen onder natuurlijke omstandigheden sterker zijn dan in laboratoriumtesten. Dat bleek toen onderzoekers in water levende nimfen van het lantaarntje, de algemeenste Nederlandse juffer, blootstelden aan de neonicotinoïde thiacloprid (Barmentlo et al., 2019). De stof remde groei en activiteit en verlaagde de overlevingskans, en vrij levende nimfen ondervonden sterkere effecten dan nimfen die in kooitjes werden gehouden en gevoerd. Dat komt doordat vrij levende dieren zelf voedsel moeten zoeken en te maken hebben met concurrentie en predatie; verzwakte dieren hebben het daar moeilijk mee.

Laboratoriumtesten zullen de ecologische effecten van bestrijdingsmiddelen dus systematisch onderschatten. Bovendien worden middelen niet in combinatie met elkaar getest en zijn de soorten waarop ze getest worden niet representatief voor alle organismen. Ook maken ze niet duidelijk hoe soorten indirect getroffen kunnen worden, bijvoorbeeld door een andere soort te eten.

© EyeEm GmbH / Hollandse-Hoogte - Icarusblauwtje en honingbij

Boeren met hart voor natuur

Hoewel agrarisch natuurbeheer grotendeels op weidevogels is gericht, heeft het de neergaande trends van deze soorten niet kunnen keren (CLO, 1479; Kleijn, 2013; Melman et al., 2016). Weidevogels deden het in gebieden met weidevogelbeheer niet beter dan in gebieden zonder weidevogelbeheer (Breeuwer et al., 2009; Van Egmond & De Koeijer, 2006). Dat is nog steeds zo: voor de periode 2009-2018 verschilde de gecombineerde aantalsverandering van slobeend, kuifeend, scholekster, kievit, grutto en tureluur in beheergebieden niet van die in graslanden zonder weidevogelbeheer. In beheergebied en gangbaar landbouwgebied nam het aantal weidevogels af, terwijl het in weidevogelreservaten, die speciaal zijn ingericht voor weidevogels, stabiel was (van Turnhout et al., 2019).

Later maaien, de meest genomen maatregel, is niet voldoende, en ook nestbescherming volstaat niet. Belangrijk is dat jonge vogels voldoende voedsel en beschutting kunnen vinden. Dat vraagt om 'mozaïekbeheer', met percelen met korter en hoger gras, een schone bodem die rijk is aan bodemleven en een hoge grondwaterstand (de Snoo & van der Windt, 2016; Teunissen et al., 2012). Ervaringen in Amstelland laat zien dat succesvol weidevogelbeheer dan mogelijk is (Kuiper, 2019). In Noord-Brabant zijn met succes plasdras-situaties aangelegd (den Hollander et al., 2019).

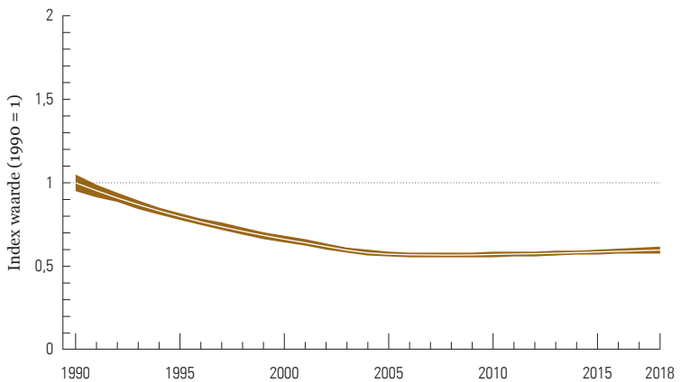
Ook voor kwartelkoning, een vogel die leeft in grasland, heeft agrarisch natuurbeheer, in de vorm van minder frequent en minder vroeg maaien, weinig opgeleverd (Bellebaum & Koffijberg, 2018).

Agrarisch natuurbeheer ten behoeve van akkervogels bleek in de provincie Groningen wel succesvol. Veldleeuwerik en gele kwikstaart profiteren van faunaranden rondom akkers, blauwe kiekendief, grauwe kiekendief en ruigpootbuizerd komen af op grote braakliggende percelen, en patrijs en een aantal zangvogels foerageren op velden waar in de winter voedsel beschikbaar is (Wiersma et al., 2014).

© Jelger Herder - Gele kwikstaart

NATUURGEBIEDEN

De populaties van diersoorten die karakteristiek zijn voor gebieden op land met als primaire functie natuurbehoud zijn in Nederland sinds 1990 met gemiddeld ongeveer 40 procent afgenomen; de laatste tien jaar was de trend stabiel (CLO, 1581). Over de hele periode gingen 33 soorten vooruit en 41 soorten achteruit.



Figuur 6: LPI Natuurgebieden
De populatieomvang van diersoorten van natuurgebieden op het land is sinds 1990 met gemiddeld ongeveer 40 procent afgenomen. De index is gebaseerd op 27 soorten dagvlinders, 5 soorten reptielen, 49 soorten broedvogels en 6 soorten zoogdieren. Bron: CLO

Legenda

- LPI Natuurgebieden
- Betrouwbaarheids-interval

De leefgebieden worden onderscheiden in bos en open natuurgebied (heide, duin en halfnatuurlijk, extensief beheerd grasland). Restanten hoogveen en stuifzand liggen in heidegebieden en de tellingen in zulke gebieden zijn om praktische redenen met de heidetellingen meegenomen. We beschouwen een soort als karakteristiek voor een van die leefgebieden als zijn populatiedichtheid in dat leefgebied tenminste twee keer zo hoog is als in elk ander type leefgebied (Van Strien et al., 2016).

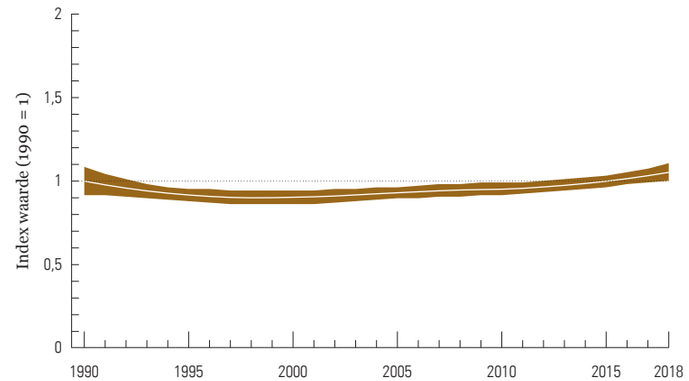
Bos

In bossen was de populatieomvang van karakteristieke soorten sinds 1990 gemiddeld stabiel; na een lichte daling volgde vanaf ongeveer 2000 een stijging (CLO, 1162). Achttien soorten namen toe, met als sterkste groeiers grote weerschijnvlinder, franjestaart (vleermuis) en hazelmuis; 11 soorten namen af, met name bruine eikenpage (vlinder). Broedvogels namen vanaf 2010 iets toe (CLO, 1618).

Figuur 7: LPI Bos
De populatieomvang van dieren in bossen is over de hele periode bezien gemiddeld stabiel gebleven. De index is gebaseerd op 6 soorten dagvlinders, 26 soorten broedvogels en 4 soorten zoogdieren. Bron: CLO

Legenda

- LPI Bos
- Betrouwbaarheids-interval



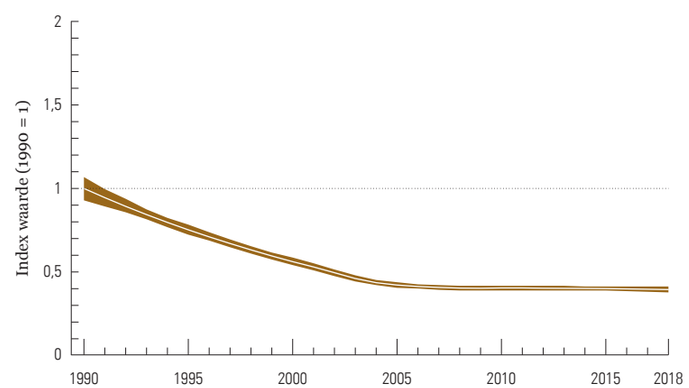
Open natuurgebied

De populatieomvang van karakteristieke diersoorten van open natuurgebieden is sinds 1990 met gemiddeld ruim 50 procent afgenomen, maar de laatste tien jaar was de trend stabiel (CLO, 1586); 27 soorten gingen achteruit en 12 vooruit.

Figuur 8: LPI Open natuurgebied
De populatieomvang van dieren in open natuurgebieden is gemiddeld sterk gedaald, maar de laatste tien jaar stabiel gebleven. De index is gebaseerd op 20 soorten dagvlinders, 4 soorten reptielen, 22 soorten broedvogels en 2 soorten zoogdieren. Bron: CLO

Legenda

- LPI Open natuurgebied
- Betrouwbaarheids-interval



Onder karakteristieke heidesoorten gingen veel dagvlinders en broedvogels achteruit (CLO, 1134); de sterkste dalers onder de vlinders waren gentiaanblauwtje en kleine heivlinder, en onder vogels korhoen, tapuit en wulp. Ook levendbarende hagedis ging achteruit. Met nachtzwaluw en zandhagedis ging het goed.

Graslandvlinders, die voornamelijk in halfnatuurlijk, extensief beheerd grasland voorkomen, gingen sterk achteruit (CLO, 1181).

Voor duin, zie: WNF, 2017.

VAN DE HEIDESOORTEN GINGEN VEEL DAGVLINDERS EN BROEDVOGELS ACHTERUIT

Oorzaken

Een mix van factoren is verantwoordelijk voor de veranderingen in populatieomvang van diersoorten in bos, heide en halfnatuurlijk grasland.

Oppervlakte en versnippering

Nederland kent een netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden, het Natuurnetwerk Nederland (NNN), tot 2013 de Ecologische Hoofdstructuur genoemd. Hoewel de oorspronkelijk geplande omvang van de Ecologische Hoofdstructuur nog niet is gerealiseerd (CLO, 1307; Van der Windt, 2014), is de oppervlakte aan terrestrische natuur sinds 1990 wel toegenomen en zijn er verbindingen, zoals faunapassages, tussen natuurgebieden aangelegd, wat gunstig is voor aan natuurgebieden gebonden diersoorten (CLO, 1283, 1590).

Het areaal bos is sinds 1990 weinig veranderd. Tussen 1990 en 2013 nam het areaal licht toe door aanleg van nieuwe bossen, vooral in laag Nederland, en algemene bosvogels en boombewonende vleermuizen profiteerden daarvan, evenals een aantal roofvogels: buizerd, havik en sperwer. Maar die groei van bosareaal is de laatste jaren weer bijna teniet gedaan door kap, in veel gevallen om open natuur te creëren (Schelhaas et al., 2017). Vooral monoculturen van grove den werden gekapt.

Hoewel het oppervlak aan natuurgebieden enigszins is toegenomen, is een aanzienlijk deel van deze gebieden te klein of te versnipperd om genoeg ruimte te bieden voor stabiele populaties.

VEEL NATUURGEBIEDEN, MET NAME HEIDEGEBIEDEN EN HALFNATUURLIJKE GRASLANDEN, ZIJN TE KLEIN OF TE VERSNIPPERD

Met name veel heidegebieden en halfnatuurlijke graslanden zijn klein (CLO, 1523, 1588). Als soorten uit zo'n klein gebied verdwijnen, kunnen ze het niet makkelijk opnieuw bereiken vanuit naburige populaties. Dit verklaart bijvoorbeeld mede de achteruitgang van de heivlinder (Van Strien et al., 2011).

Veranderde bossen

Bestaande bossen werden gemiddeld ouder, en vogels die in boomholten broeden deden het daardoor goed. Bossen kregen meer variatie en structuur; dood hout mag tegenwoordig blijven liggen (CLO, 0069, 1160), wat voor veel diersoorten gunstig is. Bosvlinders moeten het hebben van zonnige plekjes, die schaarser worden als bos ouder wordt. Daar staat tegenover dat enkele vlindersoorten profiteren van het warmere klimaat, en nu kunnen voorkomen op plekken die vroeger te donker, en dus te koel voor hen waren, zoals grote weerschijnvlinder.

Hakhoutbossen, die ooit het merendeel van het Nederlandse bosareaal uitmaakten, zijn nu marginaal en vaak doorgeschoten en dichtgegroeid; daarvan heeft de bruine eikenpage te lijden gehad. Enkele vogelsoorten van naaldbos (kuifmees, zwarte mees) namen af, mogelijk door omvorming van naaldbos naar loofbos.

Klimaat

DE OPKOMST VAN ZUIDELIJKE, WARMTEMINNENDE SOORTEN KAN HET VERLIES BIJ DE VAN OUDSHER AANWEZIGE SOORTEN NIET COMPENSEREN

Flora en fauna hebben te kampen met klimaatverandering, met name opwarming (CLO, 0226); voor sommige soorten wordt het leefgebied daardoor ongeschikt. Hoewel er ook zuidelijke, warmteminnende soorten opkomen (CLO, 1429), kan dat het verlies bij de van oudsher aanwezige soorten niet compenseren.

Vervuiling

Chemische bestrijdingsmiddelen uit de landbouw komen in natuurgebieden terecht, evenals andere giftige stoffen waaronder zware metalen en organische verbindingen afkomstig van de industrie (CLO, 0198). De uitstoot van organische verbindingen is afgenomen (CLO, 0109, 0159). De concentraties van zware metalen in de lucht dalen door genomen maatregelen, maar hopen toch op in de bodem, met risico's voor plant en dier als gevolg (CLO, 0486).

Verdroging

Verdroging was al voor 1990 een groot probleem in natuurgebieden (hoofdstuk 1). Op veel plaatsen is de grondwaterstand verlaagd voor landbouw en bewoning of door waterwinning. In tijden van droogte wordt ook water onttrokken, onder andere voor de landbouw. Ook in natuurgebieden is op veel plekken hierdoor de grondwaterstand gedaald. Te lage grondwaterstand in het voorjaar is een belangrijke oorzaak voor de achteruitgang van soorten in ecosystemen. Vooral natte heiden, natte graslanden en vochtige bossen van de zandgronden zijn verdroogd (CLO, 1594).

IN NATUURGEBIEDEN IS OP VEEL PLEKKEN DE GRONDWATERSTAND GEDAALD

Vanaf 1990 is een aantal herstelprojecten uitgevoerd om de waterstand te verbeteren, op verschillende plaatsen in hoog Nederland, onder meer Dwingelderveld, Haaksbergerveen, Fochtelooërveen en Deurnese Peel. In het Bargerveen is kernhoogveen spectaculair hersteld, met als gevolg een forse uitbreiding van karakteristieke planten en dieren. Beekdalen worden hersteld in onder meer Nationaal Park Drents-Friese Wold en op de Veluwe (bijvoorbeeld Lunterse beek en Leuvenumse beek).

Vermesting en verzuring

De grootste bedreigingen voor natuur op het land zijn vermesting en verzuring, momenteel hoofdzakelijk veroorzaakt door een hoge aanvoer van stikstofverbindingen die vanuit de atmosfeer op de bodem neerslaan. Die aanvoer vergroot de hoeveelheid stikstof die in natuurlijke systemen circuleert (zie: ‘Stikstof’). Aan het eind van de vorige eeuw speelde ook zwaveldioxide een belangrijke rol bij verzuring. Tegenwoordig is dat veel minder dankzij gerichte maatregelen die de zwaveluitstoot aan banden hebben gelegd (CLO, 0183, 0184, 0441), maar in de bodem draagt het nog steeds bij aan verzuring.

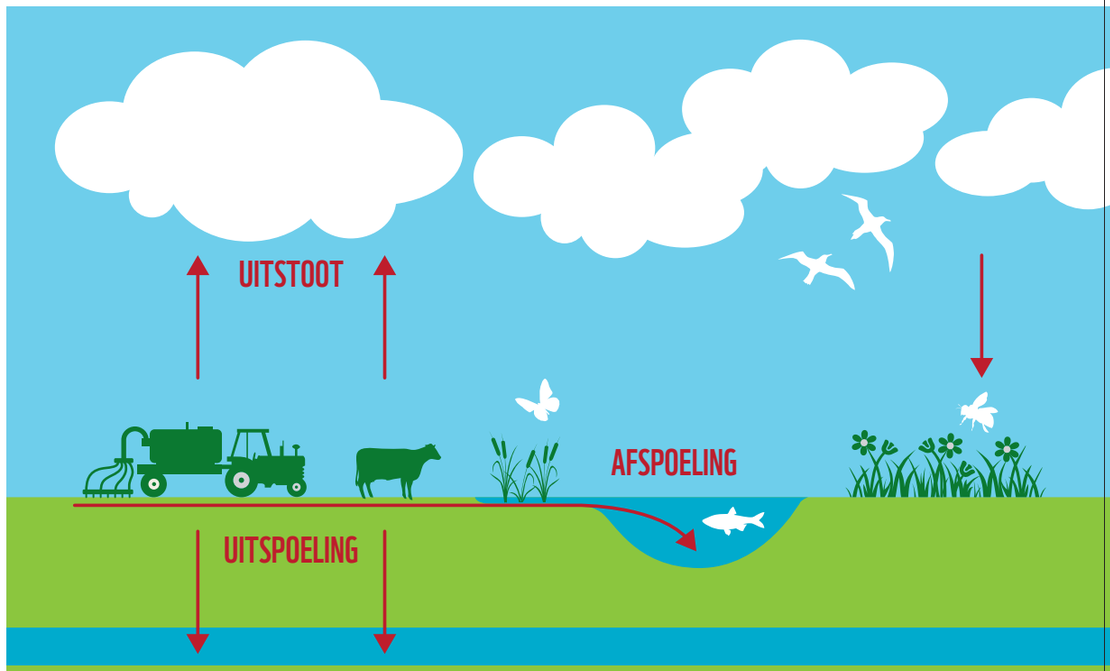
DE GROOTSTE BEDREIGINGEN VOOR NATUUR OP LAND ZIJN VERMESTING EN VERZURING DOOR TE HOGE STIKSTOFNEERSLAG

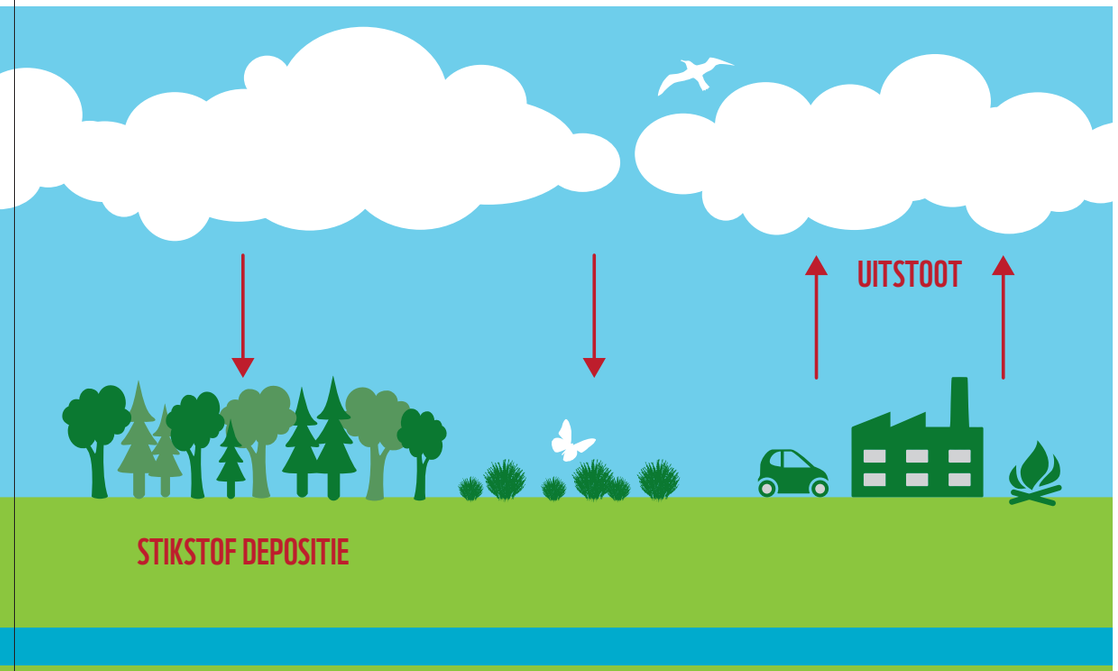
Van de totale stikstofneerslag in Nederland is 68 procent afkomstig uit Nederlandse bronnen: 46 procent vanuit de landbouw en ruim 20 procent vanuit overige bronnen; wegverkeer, huishoudens en industrie (CLO, 0507). Binnen de landbouw levert de melkveehouderij de grootste bijdrage. Via krachtvoer voor dieren en kunstmest komt jaarlijks een grote hoeveelheid stikstof het landbouwsysteem binnen. Een deel gaat er in de vorm van plantaardige en dierlijke producten weer uit, maar een deel van de stikstof gaat verloren naar bodem, water of lucht, dat laatste in de vorm van ammoniak (CLO 0093, 0094, 0190).

De productie van dierlijke mest is sinds 1990 gedaald (CLO, 0104), en ook de hoeveelheid stikstof en fosfaat in dierlijke mest en de stikstof- en fosfaatgift via kunstmest nam af (CLO, 0106). Maar ondanks divers beleid blijkt de totale uitstoot van ammoniak sinds 2017 weer toegenomen (CLO, 0101).

Zandgronden zijn het meest gevoelig voor stikstofdepositie, omdat ze van nature arm zijn aan voedingsstoffen en bodemmineralen (CLO, 1592, 2045). Heide, waar diersoorten sterk zijn achteruitgegaan, staat op de allerarmste gronden. Ook droge, zeer schrale graslanden zijn zeer gevoelig voor stikstofdepositie (Dorland et al., 2011). We gaan dieper in op het vermestende en verzurende effect van stikstofdepositie op de leefgebieden van hoog Nederland, bos en heide.

ZANDGRONDEN ZIJN HET MEEST GEVOELIG VOOR STIKSTOFDEPOSITIE OMDAT ZE VAN NATURE VOEDSELARM ZIJN





Stikstof

Stikstof is een belangrijk bestanddeel van onder meer eiwitten en DNA, dus een noodzakelijk element voor alle leven op aarde. De lucht bestaat voor 79 procent uit stikstofgas (N_2), maar in die vorm is stikstof voor de meeste organismen ontoegankelijk. Alleen bepaalde bacteriën kunnen het stikstofgas splitsen en de stikstof inbouwen in verbindingen die bruikbaar zijn voor andere micro-organismen en planten, namelijk ammonium (NH_4^+) en nitraat (NO_3^-). Mensen en dieren ontlenen hun stikstof weer direct of indirect aan planten.

De hoeveelheid bruikbare stikstof die in een natuurlijk systeem circuleert is beperkt. Er zijn ook bacteriën die stikstofverbindingen afbreken en stikstof weer als stikstofgas aan de atmosfeer afgeven. Zo verdwijnt er stikstof uit de biosfeer. In een natuurlijke situatie is de hoeveelheid stikstof beperkend voor de plantengroei. Vooral op zeer arme bodems hebben planten allerlei strategieën ontwikkeld om met weinig stikstof te kunnen leven, zoals de ‘vleesetende’ zonnedauwsoorten, die insecten vangen en verteren. Mede door de ontwikkeling van zulke aanpassingen is er een grote diversiteit aan bacteriën, schimmels en plantensoorten ontstaan en groeien vooral in voedselarme milieus bijzondere soorten met specialistische aanpassingen. Het zijn langzame groeiers.

Menselijke activiteiten hebben de natuurlijke stikstofkringloop verstoord. Door productie van kunstmest is de totale hoeveelheid biologisch beschikbaar stikstof verdubbeld (Elser, 2011). Daarnaast komt in onder andere Nederland door de aanvoer van krachtvoer voor vee constant veel extra stikstof in het systeem. Doordat landbouwgewassen niet alle beschikbare stikstof opnemen en vee nog minder efficiënt met stikstof omgaat, hoopt een overschot zich op in de bodem, dat uit- of afspoelt naar grond- en oppervlakte water en zo natuurgebieden bereikt.

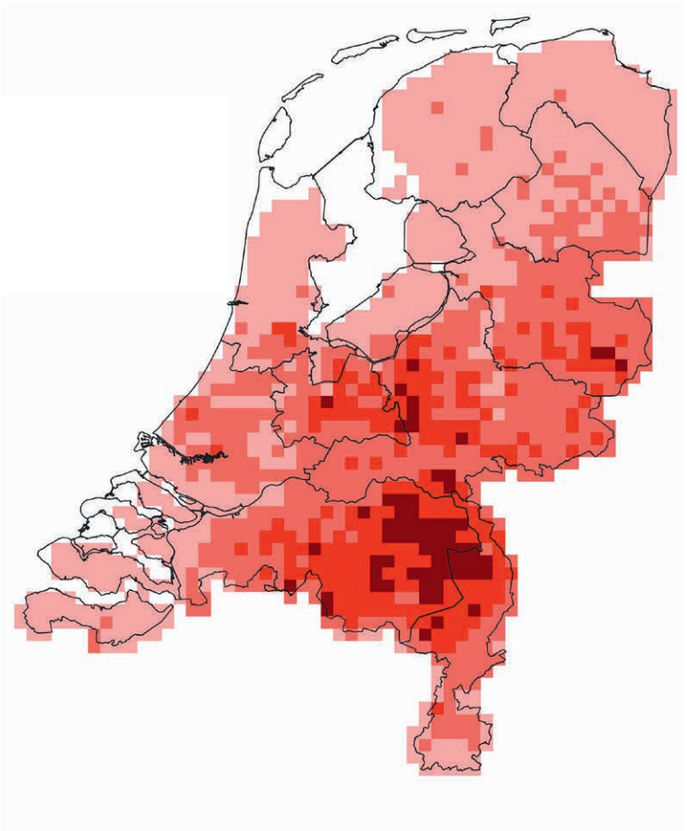
Een nog veel grotere stikstoflast voor natuur is stikstofdepositie. Vanuit landbouw, verkeer en industrie komen stikstofverbindingen in de lucht terecht:

- ammoniak (NH_3) wordt voornamelijk door de veehouderij uitgestoten; het ontstaat uit een reactie tussen mest en urine
- stikstofoxiden (vooral NO en NO_2) zijn afkomstig van verkeer en industrie; de stoffen ontstaan bij verbranding van fossiele brandstoffen of biomassa

In de lucht en na neerslag op de bodem kunnen deze stoffen reageren en nieuwe verbindingen vormen, waaronder salpeterzuur (HNO_3). Zowel de oorspronkelijk uitgestoten stoffen als de in de atmosfeer gevormde verbindingen komen in natuurgebieden terecht. De stikstofverbindingen die via water en lucht in de natuur terechtkomen, leiden tot vermesting. Vanwege de omzetting tot salpeterzuur kunnen stikstofverbindingen daarnaast de bodem verzuren. Zowel vermesting als verzuring leiden via verschillende processen tot verlies van biodiversiteit (zie: infographic ‘stikstofdepositie in natuurgebied’).

HOGE ZANDGRONDEN: ONDER INVLOED VAN STIKSTOF

De depositie van stikstof, in de vorm van verschillende verbindingen, geldt momenteel als de belangrijkste bedreiging voor diersoorten in natuurgebieden, met name op de hoge zandgronden. Er zijn daar geen gebieden meer met een lage depositie, terwijl juist zandgronden gevoelig zijn omdat de bodem van nature voedselarm is. Het effect op diersoorten is indirect: stikstofverbindingen belanden op de bodem en gaan daar chemische reacties aan; dat heeft een vermestend en verzurend effect. De vegetatie reageert daarop, en die veranderingen hebben verschillende gevolgen voor dierpopulaties.

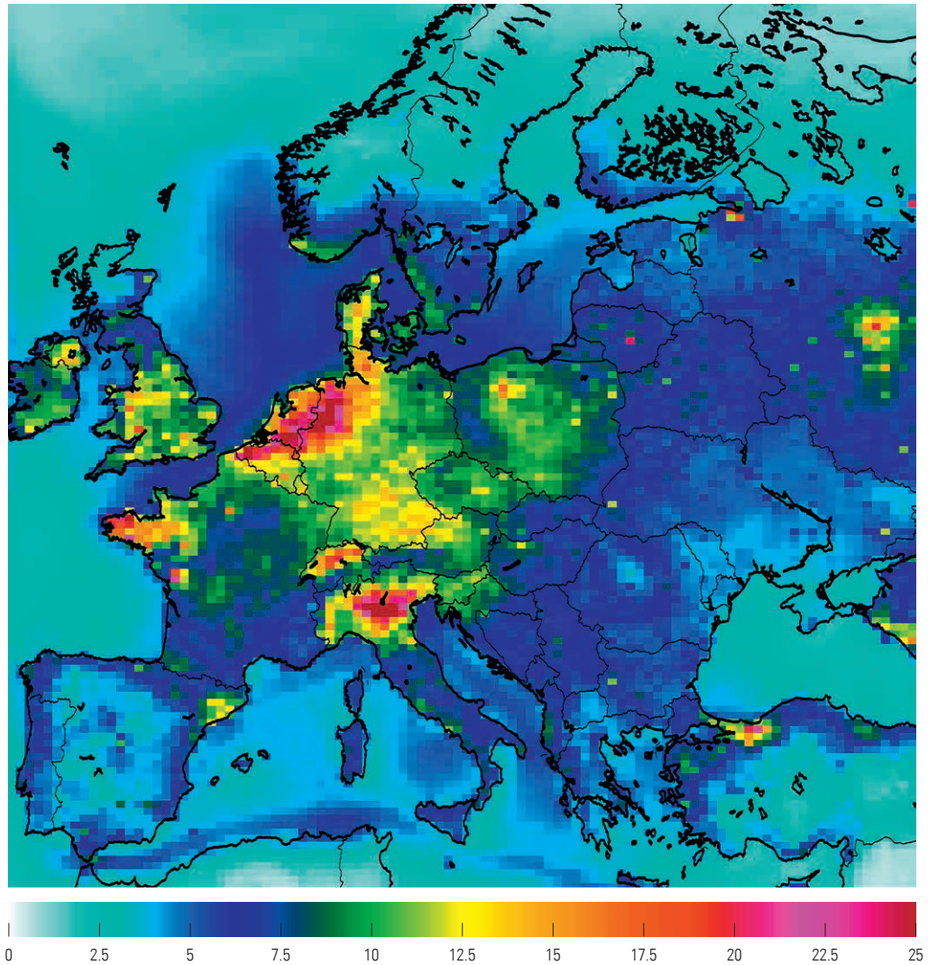


Figuur 9: Gemiddelde stikstofdepositie over de periode 1990-2017 per atlasblok (5 x 5 km) in Nederland
De depositie van stikstof (N) is het hoogst op de hoge zandgronden van Oost- en Zuid-Nederland, met Gelderland en Noord-Brabant als uitschieters. Voor berekening: zie Bijlage.

Legenda

- < 20 kg N/ hectare/jaar
- 20 tot 28 kg N/ hectare/jaar
- 28 tot 35 kg N/ hectare/jaar
- 35 tot 42 kg N/ hectare/jaar
- > 42 kg N/hectare/ jaar

De Nederlandse emissies van de totale hoeveelheid stikstof per hectare zijn het hoogst van Europa, bijna vier keer de gemiddelde Europese waarde (TNO, 2019). Ook wat betreft stikstofdepositie is Nederland een hotspot in Europa (Erisman et al., 2015).



Figuur 10: Stikstofdepositie in Europa in 2009
Totale depositie van stikstof in Europa in kilogram N per hectare in 2009. Bron: Erisman et al. (2015)

De stikstofdepositie is na 1990 sterk gedaald tot 2010 en daarna stabiel gebleven (CLO, 0184, 0189).

De uitstoot van stikstofoxiden, voornamelijk afkomstig van verkeer, is sinds 1990 gehalveerd en neemt gestaag af. De uitstoot is in steden hoger dan daarbuiten; de daling is in steden in verhouding sterker (CLO, 0128, 0131, 0493).

De uitstoot van ammoniak, voornamelijk door de veehouderij, is vanaf 1994 met meer dan 60 procent gedaald na een sterke stijging in de jaren daarvoor; het is het resultaat van maatregelen zoals afgedekte mestsilo's, mestinjectie in de bodem en emissiearme stallen. De huidige afname van ammoniakminnende korstmossen op bomen is in overeenstemming met die afname (zie: 'Ammoniakminnaars volgen ammoniakuitstoot'). Na 2010 is de ammoniakuitstoot nauwelijks verder gedaald en in 2017 weer licht gestegen (CLO, 0101).

NA 2010 IS DE AMMONIAKUITSTOOT NAUWELIJKS VERDER GEDAALD EN IN 2017 WEER LICHT GESTEGEN

Doordat de uitstoot van stikstofverbindingen sterk is verminderd, slaat er minder stikstof (N) op de bodem neer. In hoog Nederland nam de stikstofdepositie af van gemiddeld ongeveer 42 kilo stikstof per hectare per jaar in 1980 tot 25 kilo in 2010; sindsdien is de depositie niet gedaald (CLO, 0189). Noord-Brabant en Gelderland hebben en houden de hoogste waarden (Lolkema et al., 2015).

De hoeveelheid stikstof wordt ook vaak uitgedrukt in mol; 1 mol stikstof is 0,014 kilo.

Stikstofdepositie: een cascade aan effecten

Hoewel de stikstofdepositie sinds 1990 is afgenomen, is een oplossing van de problemen voor natuur nog ver weg.

Depositie bleef te hoog, en negatieve effecten stapelen op

De depositie van stikstof op heide en op veel bossen ligt nog steeds boven wat wetenschappelijk is vastgesteld als kritische waarde. Beneden dat niveau zou de kwaliteit van natuurgebieden op een termijn van tientallen jaren niet worden aangetast, omdat stikstof langzaam uit het systeem verdwijnt. Boven die grens is het risico van schade er wel. De kritische waarden zijn per type leefgebied afgeleid uit experimenten en modelstudies.

DE DEPOSITIE VAN STIKSTOF OP HEIDE EN OP VEEL BOSSEN IS NOG STEEDS TE HOOG

De meeste kritische niveaus zitten tussen 10 en 15 kilo stikstof per hectare per jaar; de kritische waarde voor bos ligt hoger dan die voor heide (daaronder vallen landschapstypes heide, stuifzand, schrale graslanden en veen) (Bobbink et al., 2010b; van Dobben et al., 2012).

De huidige gemiddelde depositie van ongeveer 25 kilo per hectare per jaar in hoog Nederland is dus veel te hoog. De kritische waarde voor bos wordt momenteel op veel plekken overschreden, voor heide is de depositie overal te hoog. Dat betekent dat er per jaar een overschot aan stikstof is, en er dus nog steeds sprake is van vermesting. Het aantal gebieden met zeer hoge overschrijdingen (meer dan 20 kilo per hectare per jaar te veel) is wel gedaald (CLO, 2045).

Daarnaast heeft stikstofdepositie een verzurend effect. Alleen bodems die voldoende buffercapaciteit hebben om het zuur te neutraliseren kunnen dat effect tegengaan. Een langdurige zuurlast heeft die buffercapaciteit in veel gebieden sterk verminderd, en tegelijk zijn sporenelementen (essentiële stoffen die in lage hoeveelheden nodig zijn) voor planten verdwenen (Bergsma et al., 2016, Bergsma et al., 2016, 2018; Bobbink et al., 2017; Buijsman et al., 2010) (zie: 'Uitputtingsverschijnselen').

ZELFS ALS DE STIKSTOFDEPOSITIE ZOU DALEN TOT BENEDEN DE KRITISCHE WAARDE, IS HERSTEL MOEILIJK

De effecten van verzuring, die een zeer lange tijd bestrijken, zijn niet meegenomen in de bepaling van kritische depositiewaarden. Zelfs als de stikstofdepositie zou dalen tot beneden de kritische waarde is herstel van sterk uitgeputte bodems heel moeilijk.

Vermesting en verzuring van de bodem zijn niet afgenomen

Aan de verandering van de vegetatiesamenstelling is te zien hoe het staat met vermesting en verzuring van de bodem. Elke vaatplantsoort kan leven binnen bepaalde grenzen van omgevingseigenschappen; hij heeft, met andere woorden, een 'comfortzone'. Per plantensoort is de optimale leefomgeving uitgedrukt in een set van getallen. Zo zijn er getallen voor de hoeveelheid stikstof en zuur in de bodem waarbij de plant het best floreert. Door op een plek te inventariseren welke soorten er staan en die getallen te middelen, krijgt men een maat voor de stikstofsituatie, oftewel de voedselrijkdom, en de zuurgraad.

Zo'n analyse is uitgevoerd voor bos en heide. De analyse laat zien dat de bodems van bos en heide sinds 1999 gemiddeld weliswaar niet voedselrijker zijn geworden, maar dat vrijwel het gehele areaal te voedselrijk is (CLO, 1592). Daarnaast bleek dat de bodems sinds 1999 zuurder geworden zijn (CLO, 1593).

Planten ondervinden gevolgen van vermesting en verzuring

Vermesting en verzuring van de bodem hebben direct gevolgen voor planten en bodemorganismen (Buijsman et al., 2010; Erisman et al., 2013). De vegetatie van bos en hei verruigt (CLO 1546, 1547; Bobbink et al., 2010a). Stikstofminnende planten als brandnetel en braam zijn snelle groeiers; ze verdringen planten die gespecialiseerd zijn op een laag stikstofaanbod, die langzaam groeien. Het veranderde aanbod van voedingsstoffen beïnvloedt bovendien de chemische samenstelling van planten die zich handhaven: ze bevatten meer stikstof in verhouding tot fosfor en sporenelementen (Roem & Berendse, 2000; Sardans et al., 2012; Vogels et al., 2017).

DOOR VERMESTING VERRUIGT DE VEGETATIE VAN BOS EN HEI

In bossen gaan zomereik en ondergroeisoorten als bosanemoon en bleeksporig bosviooltje mede door verzuring achteruit (Bobbink et al., 2017). De zomereik heeft een tekort aan fosfor, calcium en kalium en daardoor een verlaagde weerstand tegen vraat. Een tekort aan magnesium vermindert de aanmaak van bladgroen, dat nodig is voor fotosynthese, dus belemmert de groei (Lucassen et al., 2014; Oosterbaan et al., 2015).

Bij hoge stikstofneerslag nemen de hoeveelheid en diversiteit af van ectomycorrhiza-schimmels, paddenstoelvormende schimmels die met bomen samenwerken. De schimmels leveren bomen voedingsstoffen en sporenelementen in ruil voor koolhydraten en beschermen bomen tegen onder meer droogte en ziekteverwekkers. Als de hoeveelheid ectomycorrhizaschimmels afneemt, kunnen bomen groeistoornissen vertonen en gevoeliger worden voor insectenvraat (Lilleskov et al., 2019; Ozinga & Kuyper, 2015). Deze schimmels profiteren overigens al wel van de dalende stikstofdepositie (zie: ‘Bospaddenstoelen reageren snel’).

De heide is door toenemende stikstofdepositie vergrast (Siepel et al., 2009), maar door beheermaatregelen als plaggen en begrazing is de vergrassing sinds 2000 niet verder toegenomen. De bedekking met bomen en struiken nam wel toe (CLO, 1547). De rijkdom aan kruiden werd kleiner (Roem & Berendse, 2000); bijzondere soorten als hondsviooltje, liggend walstro, rozenkransje en valkruid verdwenen uit Noord-Brabant en werden zeldzaam in heidegebieden elders (Vogels et al., 2016).

De gevolgen voor planten werken door op dieren

De effecten van vermesting en verzuring op planten - veranderde vegetatiesamenstelling, verruiging, veranderde chemische samenstelling van planten - kunnen op verschillende manieren invloed hebben op dieren.

DE EFFECTEN VAN VERMESTING EN VERZURING OP PLANTEN HEBBEN INVLOED OP DIEREN

Bij vermesting neemt de rijkdom aan bestuivers (bijen en vlinders) af, met enige vertraging ten opzichte van de afname van plantenrijkdom (Carvalheiro et al., 2019). Dat heeft weer een weerslag op planten die van bestuivers afhankelijk zijn. Vlinders die zich als rups of in het volwassen stadium voeden met blad of nectar van planten die gedijen bij een laag stikstofaanbod, hebben het moeilijk doordat deze planten achteruitgaan. Soorten met een breed dieet of een voorkeur voor stikstofminnende, snelgroeiende planten doen het juist goed (Pöyry et al., 2017; Wallis de Vries, 2013; Wallis de Vries & Van Swaay, 2017). Sprinkhanen en krekels die hun eitjes in de bodem leggen, zijn gevoelig voor verandering van vegetatiestructuur (Hendriks et al., 2013).

Door verruiging in combinatie met de toegenomen hoeveelheid beschikbaar stikstof en klimaatverandering schieten planten vroeger in het voorjaar hoog op en blijft het koeler in de vegetatie. Dat is een nadeel voor vlindersoorten die als ei of larve overwinteren en in het voorjaar warmte nodig hebben voor hun ontwikkeling, zoals het bruin blauwtje. Deze soorten namen sterker af dan soorten die als pop of volwassen vlinder overwinteren (Wallis de Vries, 2013; Wallis de Vries & van Swaay, 2006, 2017).

Veel reptielen profiteren in eerste instantie van vergrassing en verbossing. Ze houden van pijpenstrootje en pitrus en de beginnende boompjes bieden structuur en variatie. Pas als terreinen dichtgroeien, krijgen ze er last van.

Een veranderde chemische samenstelling van planten heeft consequenties voor plantenetende insecten en dat kan doorwerken naar insecteneters. De mechanismen daarachter zijn nog slecht bekend (David et al., 2019; Nijssen et al., 2017).

Een hoog stikstofgehalte in planten verlaagt de overlevingskans van rupsen van vlinders en motten, waaronder de veelvoorkomende soorten hooibeestje en bont zandoogje (Kurze et al., 2018) en de voor heide kenmerkende soorten bruine vuurvlinder en veenbesparelmoervlinder; de stikstofovermaat wordt soms omgezet in vraatwerende stoffen (Nijssen et al., 2017). Het kan vlinders ontbreken aan essentiële aminozuren als gevolg van de veranderde kwaliteit van hun voedselplanten (Siepel et al., 2009).

Ook tweevleugelige insecten (vliegen en muggen) en loopkevers op de heide gaan achteruit qua dichtheid en soortenrijkdom als hun voedselplanten een in verhouding grote hoeveelheid stikstof bevatten (Vogels et al., 2017). Het lijkt erop dat mogelijke plaaginsecten profiteren van stikstofverrijking (Throop & Lerdau, 2004). Een voorbeeld is het heidehaantje, een kever die een plaag voor heideplanten kan worden (Siepel et al., 2009).

Al met al ontstond op de heide een tekort aan grote insecten waardoor het korhoen, waarvan de jonge kuikens insecten eten, uit vrijwel alle heidegebieden verdween (Van den Burg & Vogels, 2017). Ook sommige andere insectenetende vogels doen het slecht op heide, zoals klapekster, koekoek en tapuit (Siepel et al., 2009). De tapuit, die op de grond naar insecten zoekt, heeft last van hoge grassen die de vegetatie domineren (Van Oosten et al., 2014). Maar er zijn ook insectenetende soorten die vooruitgaan, zoals roodborsttapuit en nachtzwaluw (CLO, 1134); de reden daarvoor is nog niet duidelijk.

Dierpopulaties onder invloed van stikstof

De LPI laat zien dat sinds 1990 stikstofdepositie een nadelige invloed heeft gehad op dierpopulaties in bos- en heidegebieden van de hoge zandgronden.

De LPI is opgesplitst naar regio's met verschillende lange termijn stikstofbelasting over de periode 1981-2017. Hiervoor is een tweedeling gemaakt in gebieden die in die periode een gemiddelde stikstofdepositie hadden van meer of minder dan 35 kilo stikstof per hectare: de middelste waarde. De twee groepen noemen we respectievelijk gebieden met een zeer hoge en hoge stikstofdepositie. Referentiegebieden met een lage stikstofbelasting zijn er op de hoge zandgronden niet meer.

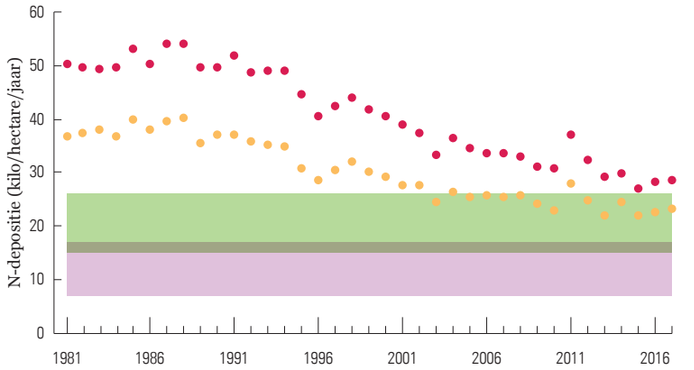
STIKSTOFDEPOSITIE HEEFT EEN NADELIGE INVLOED OP DIERPOPULATIES VAN DE HOGE ZANDGRONDEN

In de periode 1981-2017 bleef de stikstofdepositie op de hoge zandgronden de eerste 10 jaar min of meer stabiel en nam vervolgens af. In de gebieden met hoge stikstofdepositie is het niveau gedaald tot binnen het bereik van de kritische depositie waarden van bos van arme zandgronden.

Figuur 11: Trends in stikstofdepositie op hoge zandgronden
Trends in stikstofdepositie in gebieden met hoge en zeer hoge depositie ten opzichte van de kritische depositiewaarden (KDW) voor bos en heide.

Legenda

- KDW Bos van arme zandgronden
- KDW Heide
- N-zeer hoog
- N-hoog



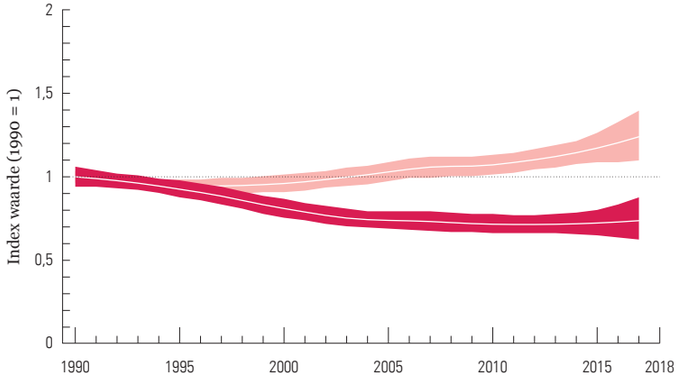
Zowel in bos als op de heide deden dierpopulaties van karakteristieke soorten het gemiddeld slechter bij een zeer hoge stikstofdepositie dan bij een hoge stikstofneerslag (CLO, 1134; 1162).

In bos daalde de populatieomvang met gemiddeld 26 procent in gebieden met zeer hoge depositie. In gebieden met een hoge depositie, waar de gemiddelde stikstofneerslag de laatste jaren daalde richting het kritische niveau, was er een toename van gemiddeld 24 procent. Dit laat zien dat herstel mogelijk is. Voor boomklever, bosuil en glanskop was het verschil het grootst (CLO, 1162).

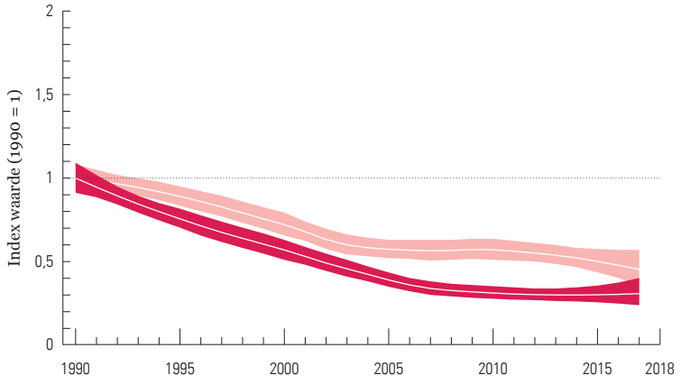
Figuur 12: LPI Bos op hoge zandgronden
De verandering in populatieomvang sinds 1990 van dieren die karakteristiek zijn voor bos op hoge zandgronden, bij hoge en zeer hoge stikstofdepositie.
De index is gebaseerd op 4 soorten dagvlinders, 26 soorten broedvogels en 1 zoogdiersoort. Voor berekening: zie Bijlage.
Bron: CLO

Legenda

- LPI Bos, N-hoog
- Betrouwbaarheids-interval
- LPI Bos, N-zeer hoog
- Betrouwbaarheids-interval

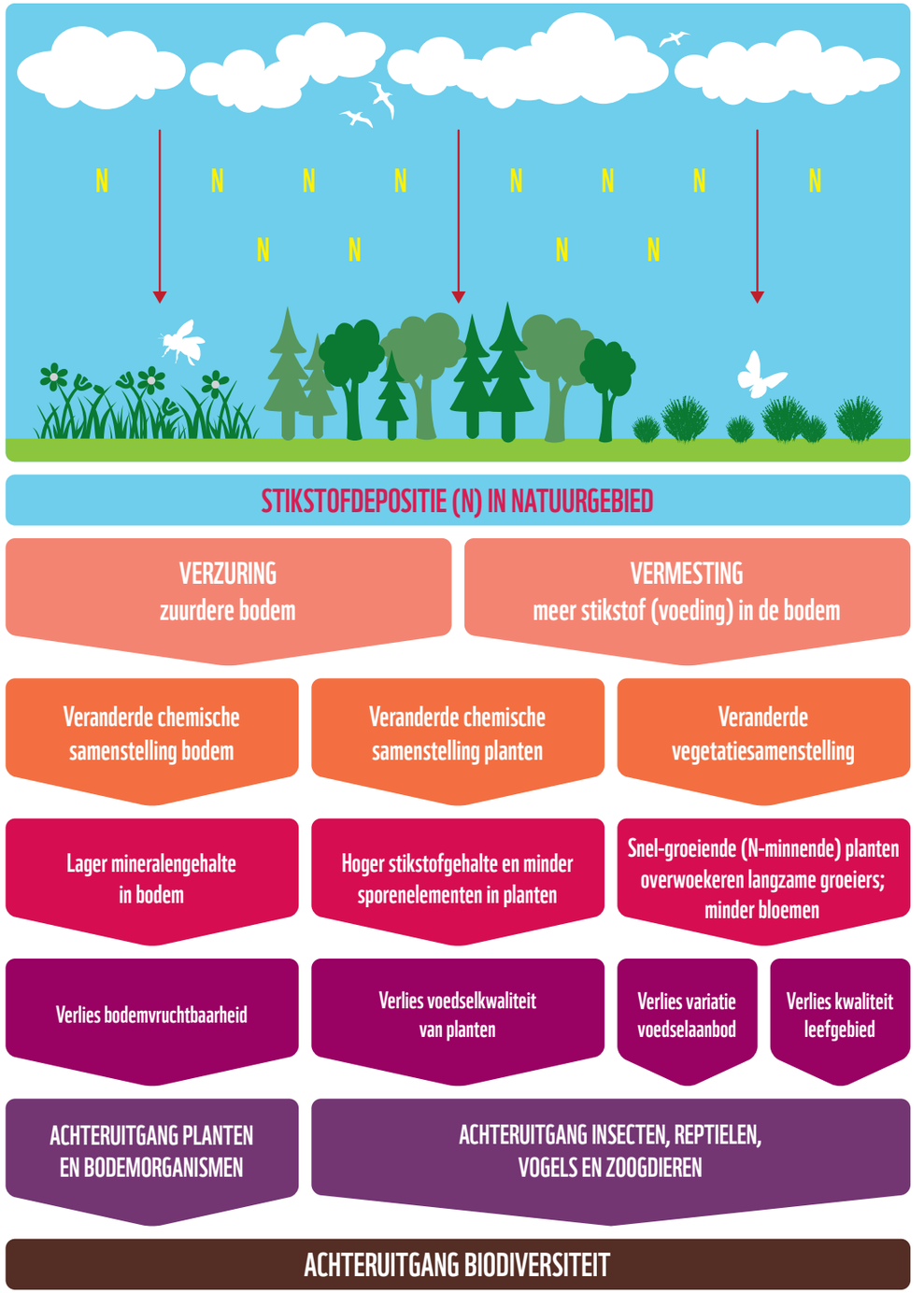


Op heide deden dierpopulaties het veel slechter dan in bos, ondanks dat er op veel plaatsen beheermaatregelen zoals plaggen en begrazen zijn uitgevoerd. Heide heeft een armere, dus stikstofgevoeliger bodem, de kritische depositiewaarde is er dan ook lager en de overschrijding groter dan in bos. Er was een afname van 69 procent bij zeer hoge depositiewaarden; ook bij hoge waarden was de afname sterk, namelijk 54 procent (CLO, 1134). Boomleeuwerik, draaihals, kleine heivlinder, veenbesparelmoervlinder en veenhooibeestje waren het meest gevoelig.



Figuur 13: LPI Heide op hoge zandgronden
De verandering in populatieomvang sinds 1990 van dieren die karakteristiek zijn voor heide op hoge zandgronden, bij hoge en zeer hoge stikstofdepositie. De index is gebaseerd op 10 soorten dagvlinders, 4 soorten reptielen en 11 soorten broedvogels. Voor berekening: zie Bijlage. Bron: CLO

Het is mogelijk dat gebieden met hoge en zeer hoge depositie ook in andere opzichten van elkaar verschillen, omdat gebieden met hoge depositie noordelijker liggen dan gebieden met zeer hoge depositie; er is bijvoorbeeld een verschil in de oorspronkelijke mineralenrijkdom in de bodem. Maar als we inzoomen op zandgronden in Midden-Nederland, blijft het verschil in populatietrends bij hoge en zeer hoge depositie bestaan.



Ammoniakminnaars volgen ammoniakuitstoot

Laanbomen kleurden na 1980 steeds meer geel door aanwezigheid van het korstmos groot dooiermos. Dat verscheen vooral rond boerderijen en stallen, in de onverdunde ammoniakwolk. Groot dooiermos gedijt bij een hoge ammoniakconcentratie in de lucht, en er zijn meer korstmossoorten waarvoor dat geldt. Deze soorten namen tussen 1980 en 1998 sterk toe; daarna namen ze met ongeveer 35 procent af (CLO, 1097; van Herk, 2019; van Herk et al., 2018).

De toe- en afname van de groep ammoniakminnende korstmossen weerspiegelt de toe- en afname van ammoniakuitstoot door vooral de intensieve veehouderij. Korstmossen reageren binnen een paar jaar op een veranderde ammoniakconcentratie in de lucht.

Terwijl ammoniakminnende korstmossen sinds 1998 afnamen, nam een andere groep korstmossen al sinds 1980 continu af: de zuurliefhebbers. Dat komt doordat ammoniak (NH_3), een base, de van nature zure boomschors minder zuur maakt. Korstmossen die op zure schors gedijen gaan daardoor achteruit. Onder die zuurminnende korstmossen zijn veel kenmerkende soorten voor bossen, zoals groot boerenkoolmos en trilzwamkorst. Twintig jaar geleden kwamen deze soorten overal in bossen voor, maar inmiddels zijn ze vrijwel geheel verdwenen en vervangen door algemene soorten.

Door de afname van ‘zure regen’, dat wil zeggen de neerslag van zwaveldioxide (SO_2) en stikstofdioxide (NO_2), en een blijvend hoge ammoniakconcentratie zal boomschors steeds minder zuur worden en zullen zuurminnende korstmossen verder afnemen. Herstel van deze soorten is pas mogelijk wanneer de ammoniakuitstoot nog veel meer vermindert, maar daar is in de meeste gebieden tot dusver nog onvoldoende sprake van.

Dat ammoniak op de bodem, anders dan op boomschors, verzurend werkt, is doordat in de bodem bacteriën leven die het omzetten in salpeterzuur en doordat ook planten de bodem verzuren via opname van ammonium ($NH_4^{+)}$, waarbij ze een waterstofion afgeven.

© Laurens Sparrius - Groot dooiermos

© Jeiger Herder - Gevlekte orchis

Uitputtingsverschijnselen

Planten hebben niet alleen de voedingsstoffen stikstof en fosfor nodig, maar ook sporenelementen, met als belangrijkste kalium (K), natrium (Na), calcium (Ca) en magnesium (Mg). Deze elementen zijn zwak gebonden aan negatief geladen klei- en humusdeeltjes als kationen (positief geladen ionen): K^+, Na^+, Ca^{2+} en Mg^{2+}. De planten maken ze, al dan niet met hulp van bodembacteriën, los door zuur uit te scheiden, oftewel waterstofionen, H^+. Die nemen de plaats van de kationen in; de kationen komen vrij en de planten kunnen ze opnemen.

Tegenwoordig komt meer zuur door menselijke activiteiten in de bodem dan van planten en bodemorganismen. Door de neerslag van zwaveldioxide en tegenwoordig vooral stikstofverbindingen ontstaan zwavelzuur en salpeterzuur. De waterstofionen die uit die zuren vrijkomen, verdringen kationen van de klei- en humusdeeltjes. De vrije kationen lossen op en spoelen met regenwater weg; ze gaan voor de planten verloren.

De uitwisseling van kationen tegen waterstofionen is één van de processen waarmee een bodem is gebufferd tegen zuur. Er is nog een tweede, veel langzamer bufferend proces, namelijk de verwering of oplossing van bodemmineralen als kaliveldspaat, albiet en muscoviet. Bij dat proces worden waterstofionen opgenomen en komen kationen vrij. Een deel van de kationen spoelt uit, een deel bindt aan klei- en humusdeeltjes. Die winnen daarmee aan buffervermogen, maar het herstel van buffervermogen houdt de snelheid waarmee ze kationen uitwisselen tegen waterstofionen niet bij.

Op een gegeven moment is de bodem uitgeput: bodemmineralen zijn verweerd en kunnen geen kationen meer leveren; de bodem kan het zuur niet meer neutraliseren. Bij verzuring hoopt ammonium (NH_4^+) zich op. Veel soorten planten en bodemdieren verdragen dat niet. Bovendien komen aluminium- en ijzerionen en zware metalen in bodemvocht, en die zijn giftig voor veel planten, bodemdieren en micro-organismen. De bodemvruchtbaarheid neemt door dit alles sterk af.

In een natuurlijke situatie zouden ook zwavelzuur en stikstofverbindingen neerslaan, onder meer van vulkanische oorsprong, maar dat is een fractie van de huidige hoeveelheid stikstofdepositie vanuit landbouw, verkeer en industrie. De bodem verweert daardoor sneller dan hij normaal zou doen. Voor de Veluwe is berekend dat de verweringssnelheid tegenwoordig honderd keer zo groot is als in een situatie zonder menselijke invloed.

Zand bestaat hoofdzakelijk uit kwarts, dat niet verweert. Zandbodems kunnen daarom slechts weinig zuur neutraliseren en zijn dus gevoelig voor verzuring. Dat geldt zeker voor droge bodems waar geen basenrijk grondwater in de wortellaag komt dat het zuur neutraliseert. Bij verdroging treedt dan ook vaak tegelijkertijd verzuring op. Van de hoge zandgronden zijn die van Zuidoost-Nederland het armst aan bodemmineralen, omdat ze zijn ontstaan uit mineraalarme Maasafzettingen. Rivierafzettingen van Rijn en de oerrivier Eridanos zijn rijker aan mineralen.

De beschrijving van de bodemchemie is gebaseerd op: Bergsma et al., 2016, 2018; Bobbink et al., 2017; Vogels et al., 2016.

Bospaddenstoelen reageren snel

Bekende bospaddenstoelen als eekhoorntjesbrood, hanenkam en vliegenzwam leken aan het eind van de vorige eeuw op hun retour te zijn. Ook veel andere bospaddenstoelen deden het slecht. De voornaamste oorzaak van hun achteruitgang was de toenemende neerslag van ammoniak. Vooral de met bomen samenlevende ectomycorrhiza-soorten, waar een groot deel van de bospaddenstoelen toe behoort, bleken daar gevoelig voor (Termorshuizen, 1990). De ondergrondse schimmeldraden van ectomycorrhiza-soorten helpen boomwortels om voedingsstoffen en sporenelementen op te nemen in ruil voor koolhydraten.

Een grote hoeveelheid stikstof in de bodem werkt ectomycorrhiza-schimmels op verschillende manieren tegen. De bomen hebben hen minder hard nodig en leveren minder koolhydraten. De afbraak van dood organisch materiaal wordt geremd en daardoor wordt de strooisellaag dikker; daar kunnen deze paddenstoelen slecht tegen. En ze krijgen sterkere concurrentie van paddenstoelen die van dood organisch materiaal leven en het goed doen, de zogenoemde saprotrofen (Knorr et al., 2005; Morrison et al., 2016; Ozinga & Kuyper, 2015).

Maar nu de ammoniakdepositie daalt, sinds 1994 (CLO, 0189), laten ectomycorrhiza-paddenstoelen zich weer meer zien in bossen van de hoge zandgronden, bleek uit meldingen van vrijwillige paddenstoelentellers (CLO, 1390; van Strien et al., 2017). Een van de eerste soorten die opleefde was de hanenkam. De verbetering was het grootst in gebieden waar de stikstoflast door de jaren heen het laagst geweest was, dat wil zeggen in Noord-Nederland. Ondanks het herstel zijn ectomycorrhiza-paddenstoelen nog niet terug op het niveau van de jaren zestig van de vorige eeuw.

Naast ectomycorrhiza-paddenstoelen en op de grond levende saprotrofen zijn er ook paddenstoelen die van dood of levend hout leven. Net als de saprotrofen doen ze het al tientallen jaren goed, waarschijnlijk omdat de bossen ouder en gevarieerder worden en dood hout tegenwoordig blijft liggen.

© Alfons Vaessen - Kastanjeboleet

3. KANSEN VOOR NATUUR EN LANDBOUW

Natuur en landbouw zijn in Nederland onlosmakelijk verbonden. De relatie tussen de twee is in de loop der tijd veelvuldig veranderd. De vroege landbouw volgde de mogelijkheden die de natuur bood: gebieden die moeilijk te ontginnen waren bleven natuur, het agrarisch landschap was rijk aan wilde planten en dieren. Vanaf 1900, en vooral na 1950, is landbouw niet langer volgend geweest, maar in toenemende mate bepalend. Wilde planten en dieren in agrarisch gebied kwamen in verdrukking, natuurgebieden ondervonden steeds grotere effecten van landbouw. Om resterende natuur te behouden en te herstellen en tegelijk de landbouw perspectief te bieden, is een structurele verandering van het landbouwsysteem onontkoombaar. Daarnaast zijn forse investeringen in natuurgebieden nodig. Alleen dan kunnen ook toekomstige generaties genieten van een rijke natuur en een levendig landschap.

© Jelger Herder

VAN VERLIES NAAR HERSTEL

In de twintigste eeuw is de landbouw ingrijpend veranderd, met grote gevolgen voor flora en fauna. In het agrarisch gebied kregen wilde planten- en diersoorten vooral tussen 1950 en 1990 grote klappen: akkerplanten, graslandvlinders en vogels van het boerenland gingen sterk achteruit. De LPI laat zien dat na 1990 dierpopulaties in agrarisch gebied gemiddeld nog eens met de helft zijn afgenomen als gevolg van voortschrijdende schaalvergroting en intensivering van de landbouw.

IN DE TWINTIGSTE EEUW IS DE LANDBOUW INGRIJPEND VERANDERD, MET GROTE GEVOLGEN VOOR FLORA EN FAUNA

In bossen bleven dierpopulaties na 1990 gemiddeld stabiel, maar in open natuurgebieden halveerde de gemiddelde populatieomvang. Niet alleen bijzondere, maar ook algemene soorten werden zeldzaam. Een van de oorzaken is dat natuurgebieden verdrogen. Maar belangrijker nog is de hoge depositie van stikstofverbindingen, waarvan landbouw, met name veehouderij, de omvangrijkste bron is.

Het probleem is het grootst op de hoge zandgronden, waar de depositie het hoogst is en de bodem het meest gevoelig voor de vermestende en verzurende effecten van stikstof. Hoewel de depositie al enige tijd daalt, ligt het niveau nog ver boven de hoeveelheid die de natuur aan kan zonder schade te ondervinden. Het verzurende effect stapelt zich op en is onomkeerbaar: de bodem raakt uitgeput doordat bodemmineralen versneld verweren en sporenelementen verdwijnen. Veranderingen in de bodem werken door op de vegetatie, en effecten op planten werken door naar dieren.

De LPI laat zien dat dierpopulaties gemiddeld het sterkst achteruit gegaan zijn in de zeer stikstofgevoelige heidelandschappen van de voedselarme hoge zandgronden. Daar is het systeem op de meeste plaatsen zo ernstig aangetast dat herstel heel moeilijk is en lang zal duren, ook al zou de stikstofdepositie dalen tot beneden het kritische niveau. De LPI voor bossen van de hoge zandgronden daalde minder sterk. Waar de depositie tot het voor bossen kritische niveau daalt, kunnen dierpopulaties zich herstellen.

IN STIKSTOFGEVOELIGE HEIDELANDSCHAPPEN IS HET SYSTEEM OP DE MEESTE PLAATSEN ZO ERNSTIG AANGETAST DAT HERSTEL HEEL MOEILIJK IS

Tijd voor verandering

De ernst van het biodiversiteitverlies is op het eerste gezicht niet voor iedereen duidelijk zichtbaar. Agrarische graslanden en akkers zijn nog steeds groen, maar weinig mensen weten hoe rijk het boerenland rond 1900 was aan vlinders, andere insecten en akkerkruiden. Heide kan, met gericht beheer, paars blijven, maar bijna niemand beseft dat tussen die paarse heide vroeger veel meer kruiden, insecten en vogels leefden. De schaarste aan kruiden en insecten, amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren wordt langzamerhand normaal: het ‘shifting baseline’ syndroom (Pauly, 1995). Dat het bodemleven verdwijnt, ziet al helemaal niemand.

HET VERLIES AAN BIODIVERSITEIT BRENGT ONS WELZIJN EN ONZE WELVAART IN GEVAAR

Maar het verlies aan biodiversiteit, opgemerkt of niet, heeft grote gevolgen. Het brengt ons welzijn en onze welvaart in gevaar; natuur levert immers voedsel en zuurstof en helpt water en lucht schoon houden. De leefbaarheid van ons land komt in het geding nu door afname van biodiversiteit het landschap monotoon, kleurloos en stil wordt. Het treft ook de landbouw, want nuttige bodemorganismen, natuurlijke vijanden van plagen en bestuivende insecten die de landbouw ondersteunen, verdwijnen. Daarnaast voldoen we niet aan onze wettelijke verplichtingen om natuur en biodiversiteit in ons land te beschermen (zie: ‘Europees perspectief’).

Het is hoog tijd om het verlies aan biodiversiteit te stoppen en te gaan werken aan herstel. Dat vraagt om forse investeringen in zowel natuur als landbouw, en een hernieuwde relatie tussen de twee. Nederlandse natuur moet worden versterkt, door zowel de kwaliteit van natuurgebieden te verbeteren, als meer ruimte te bieden aan natuur. Daarbij neemt de landbouw een sleutelrol in. Landbouw beslaat bijna tweederde van Nederland; het agrarisch landschap heeft daarmee een enorme potentie als leefgebied van planten en dieren. De sector is door de grote bijdrage aan verdroging, vermesting en verzuring daarnaast een bepalende factor voor de staat van biodiversiteit in natuurgebieden.

Toekomstbestendige landbouw voor natuur en boeren

De intensieve Nederlandse landbouw is zeer efficiënt en productief, maar veroorzaakt grote schade aan landschap, flora en fauna. Het lukt niet om de druk die het huidige intensieve landbouwsysteem op natuur uitoefent ver genoeg omlaag te krijgen. Milieutechnische oplossingen dringen zich op, zoals andere stalsystemen, luchtwassers in stallen en ander veevoer, om de uitstoot van ammoniak terug te dringen. Maar de effectiviteit van zulke technische oplossingen is onzeker (Gies et al., 2019). Daar komt bij dat ze andere problemen, zoals achteruitgang van biodiversiteit op het boerenland, uitstoot van broeikasgassen, vervuiling van bodem en water of slechte leefomstandigheden van dieren, niet aanpakken. Wel vragen ze vaak hoge investeringen van boeren.

OOK BOEREN ZITTEN KLEM IN HET SYSTEEM

De landbouw loopt ook tegen sociaal-economische grenzen op. Boeren zitten klem in het systeem van steeds hogere productie met steeds kleinere marges en de druk op hen wordt steeds groter; zo kampen veel boeren met een hoge schuldenlast (Vink & Boezeman, 2018). Bijna tweederde van de boerenbedrijven met bedrijfshoofd ouder dan 50 jaar heeft geen opvolger (CBS, 2016). De landbouw produceert vooral voor de wereldmarkt en levert maar een beperkte bijdrage aan de Nederlandse economie (Dolman et al., 2019). Het toekomstperspectief voor boeren is dan ook onzeker, en het kortetermijnbeleid van de overheid neemt die onzekerheid niet weg.

FUNDAMENTELE VERANDERINGEN IN DE LANDBOUW ZIJN ONONTKOOMBAAR

De ernst van het verlies aan natuur, de onvoldoende resultaten van technische oplossingen en het onzekere toekomstperspectief voor boeren maken dat fundamentele veranderingen in de landbouw onontkoombaar zijn.

Want we moeten ons afvragen: in wat voor land willen we leven? Een land met een saai boerenlandschap dat overal hetzelfde is, stil en kleurloos? Een land waar bloeiende heidevelden zijn als bloembollenvelden: monoculturen waar niets anders leeft? Een land waar menselijke activiteiten voortdurend op gespannen voet staan met natuurwetgeving? Waar boeren bekneld zitten in een doodlopend systeem?

De meeste mensen willen dat niet. Maar liefst 63 procent van de Nederlanders maakt zich zorgen over het verdwijnen van bloemen, insecten en vogels in het landelijk gebied (Buijs et al., 2019). Meer dan de helft van de boeren heeft aangegeven over te willen stappen naar een fundamenteel andere, meer natuurvriendelijke, landbouw (Bouma & Marijnissen, 2018). Een groeiend aantal boeren laat zien dat het kan (Bouma et al., 2019). Ook natuurorganisaties willen bijdragen aan een structurele oplossing. Het is dus niet meer een kwestie van óf de landbouw gaat veranderen, maar van hoe, wat en wanneer.

Europees perspectief

De Europese Vogel- en Habitatrichtlijn verplichten tot bescherming van aangegeven soorten en typen leefgebieden (habitattypen) en tot aanwijzing en beheer van een netwerk van natuurgebieden, Natura-2000 gebieden.

Elke zes jaar rapporteren Europese lidstaten over de ‘staat van instandhouding’ van beschermde soorten en habitattypen. Onlangs rapporteerde Nederland over typen leefgebieden en soorten van de Habitatrichtlijn voor de periode 2013-2018 (EEA, 2019). Volgens de rapportage, in voorlopige vorm op de website van de Europese Commissie gepubliceerd, is voor slechts 21 van de 80 opgenomen soorten de situatie gunstig. Voor veel andere soorten staan de seinen op oranje of zelfs rood; daartoe behoren de enige twee soorten die nergens anders dan in Nederland voorkomen: de Nederlandse ondersoorten van grote vuurvlinder en noordse woelmuis. Van de 52 beschermde typen leefgebieden zijn er slechts 6 als gunstig beoordeeld. Vooral enkele duintypen doen het goed.

Een vergelijking van de huidige Nederlandse situatie met die van andere Europese lidstaten is nog niet gemaakt; in de vorige periode 2007-2012, scoorde Nederland het slechtst van alle Europese landen wat betreft de kwaliteit van de habitattypen (CLO, 1483).

Nederland heeft in vergelijking met andere Europese lidstaten weinig oppervlakte beschermde natuur. Gemiddeld hebben Europese lidstaten ruim 18 procent van het landoppervlak aangewezen als beschermde natuurgebieden (Natura 2000-gebieden). Nederland zit daar ver onder met iets meer dan 13 procent en haalt daarmee ook niet de 17 procent waaraan ons land zich gecommitteerd heeft (EEA, 2018).

AAN DE SLAG

Breng agrarisch landschap weer tot leven

Een toekomstbestendige landbouw ijkt de activiteiten aan de draagkracht van het ecosysteem en neemt biodiversiteit als basis. De landbouw is grondgebonden, dat wil zeggen: een bedrijf verbouwt zoveel mogelijk zijn eigen veevoer en houdt het land vruchtbaar met eigen mest. Dan worden natuurlijke bronnen gebruikt, maar niet uitgeput. Zo kan het boerenland ook weer een geschikt leefgebied worden voor wilde planten en dieren.

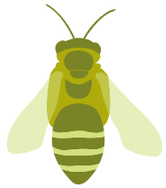
DOOR NATUURVRIENDELIJKE LANDBOUW KAN HET BOERENLAND WEER EEN GESCHIKT LEEFGEBIED WORDEN VOOR WILDE PLANTEN EN DIEREN

Het vergt een aanpak op vier samenhangende elementen (naar: Erisman & Slobbe, 2019):

- Functionele agrobiodiversiteit: een gezonde bodem en een zoveel mogelijk lokaal gesloten kringloop zijn de basis.
- Landschappelijke diversiteit: landschapselementen ondersteunen biodiversiteit van het boerenland en bieden leefgebied aan nuttige soorten zoals bestuivers en natuurlijke vijanden van plagen.
- Brongebieden en verbindingszones naar natuur en omliggende bedrijven: door samenwerking in de regio ontstaat een landschap met zogenoemde groen-blauwe dooradering zoals heggen, struweel, sloten en andere watergangen die gebieden met elkaar verbinden.
- Specifieke soortenbescherming: speciale maatregelen en inrichting bieden soorten van het boerenland, zoals weidevogels, een geschikt leefgebied.

Er zijn volop mogelijkheden voor natuurvriendelijke landbouw (Dawson & Norén, 2019; Erisman et al., 2016, 2017; Van Doorn, 2019; Van Doorn et al., 2016) en zo'n aanpak is al succesvol gebleken (zie ook: 'Natuur in bedrijf', 'Boer zoekt vleermuis', 'Een infrastructuur voor rugstreeppadden').

Wanneer biodiversiteit floreert op het boerenbedrijf, zijn bodemleven, bestuivers en natuurlijke vijanden van plaaginsecten ruimschoots aanwezig. Zij kunnen de landbouw ondersteunen (Dainese et al., 2019) en het gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen terugdringen. Zo is voor de productie van preizaad de aanwezigheid van wilde bestuivers (hommels) even belangrijk als de vitaliteit van de plant (Fijen et al., 2018).



Om biodiversiteit op akkers te bevorderen en te benutten kunnen boeren akkerranden inzaaien met bloemplanten om bestuivers en natuurlijke vijanden aan te trekken (Bos et al., 2014); dat komt ook zaadetende vogels ten goede. Ook keverbanken, bloemblokken en patrijzenhagen lokken allerlei insecten, waaronder nuttige (Maas & van der Arend, 2018).

Kleine landschapselementen zoals heggen, bosjes en poelen maken het landschap afwisselender en daardoor aantrekkelijker voor wilde planten en dieren (Rienks et al., 2008); er zijn dan in verhouding veel randen waar zij een leefplek kunnen vinden (Martin et al., 2019). Van de aanleg van kleine landschapselementen profiteren onder meer vogels, vlinders, sprinkhanen en amfibieën (Nijssen et al., 2008). Strokenteelt is een andere manier om op kleine schaal variatie te creëren. Het houdt *Phytophthora* (de verwekker van aardappelziekte) en bladluizen onder de duim en heeft een positief effect op de soortenrijkdom van kevers (Sukkel et al., 2019).

INSPANNINGEN DIE BOEREN LEVEREN VOOR NATUURVRIENDELIJKE LANDBOUW MOETEN VOLDOENDE WORDEN BELOOND EN GEWAARDEERD

Een natuurlijk grondwaterpeil in veenweidegebieden komt bodemleven, flora en weidevogels ten goede. Tegelijk zal die maatregel de uitstoot van het broeikasgas kooldioxide (CO_2) verlagen en wordt inklinking van de bodem gestopt (Fiselier et al., 2012; De Ruyter et al., 2019).

Een belangrijke randvoorwaarde voor de omslag naar natuurvriendelijke landbouw is dat de inspanningen die boeren hiervoor leveren voldoende worden beloond en gewaardeerd (zie: 'Verdienmodel voor natuurvriendelijke landbouw'). Daarvoor is het noodzakelijk de kosten en waarden van biodiversiteit in de hele keten te verankeren, bijvoorbeeld door milieukosten in producten door te berekenen, een betere prijs voor natuurvriendelijk geproduceerd voedsel te betalen, een omslag te maken van kwantiteit naar kwaliteit van productie, stimulerend beleid in te zetten voor boeren die willen omschakelen en strenge regelgeving op te tuigen om achterblijvers te dwingen mee te gaan. Ook het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid van de Europese Unie, en met name de subsidies die boeren hieruit ontvangen, kan veel gerichter worden ingezet om natuurvriendelijke landbouwpraktijken te belonen (Van Doorn, 2017).

Natuur in bedrijf

Jaring Brunia is een jonge ondernemende Friese melkveehouder die gelooft dat natuurvriendelijke, toekomstbestendige landbouw draait om gezonde natuur met gezonde bodem en gezonde koeien, maar ook om het werkgeluk van de boer zelf. Boer Brunia boert zonder kunstmest en krachtvoer te gebruiken, draait een gezond rendement en houdt het boeren ondertussen leuk voor zichzelf zodat hij tijd en energie overhoudt voor innovatie. Met zijn aanpak inspireert hij graag andere boeren.

Hij groeide op als boerenzoon, maar wilde in eerste instantie het bedrijf van zijn ouders niet overnemen. “Mijn ouders hadden een boerderij, maar ik was niet van plan om daarin te gaan werken. Ik wilde het anders doen en de logica die ik miste in de gangbare landbouw die vond ik in de natuur. Ik wilde de wijsheden uit de natuur weer terugbrengen in de landbouw. Zo is het gras in mijn weilanden divers en vol met soorten. Dat is goed voor bodemleven, insecten en weidevogels, en tegelijkertijd leveren de kruiden veel mineralen en vitaminen voor de koeien en zorgen voor een hogere grasproductie. Dan krijg je dus een model waar een ideale samenwerking is tussen natuur en landbouw.”

“De natuur is voor mij als boer een bron van kennis en inspiratie. Het kopiëren van natuurlijke succesfactoren in dagelijkse bedrijfskeuzes leidt tot een interessant verdienmodel. Ik wil het liefst zo veel mogelijk geld verdienen maar wel binnen de kaders die de natuur mij biedt”, zegt Brunia. “De natuur heeft een eigen plan. Als het niet je passie is dan is het denk ik best moeilijk om zo te gaan boeren. Daarom vind ik het belangrijk dat er voldoende kansen zijn voor boeren die ook deze omslag willen maken. Zo vind ik het stimuleren van kennisdeling heel belangrijk. We kunnen de landbouw veranderen en natuurvriendelijker maken. Maar dan moeten we dat wel samen doen.”

© Natasja Oerlemans - Jaring Brunia in zijn kruidenrijke grasland

© Bernadette van Noort - Gewone grootoorvleermuis

Boer zoekt vleermuis

Tussen boeren en vleermuizen kan iets moois opbloeien. Vleermuizen komen graag in agrarisch gebied. Het zijn insecteneters, met onder meer kevers, muggen, nachtvlinders, veeknutten en vliegen op het menu. Die vinden ze in de stallen, op het erf of boven boomgaarden, bomen en gewassen. Boeren hoeven bij aanwezigheid van vleermuizen minder chemische middelen te gebruiken tegen stalvliegen en veeknutten die hinderlijk zijn voor vee, of tegen motten en kevers die het fruit belagen.

Verschillende projecten onder de noemer ‘Boer zoekt Vleermuis’ helpen de relatie tot stand te brengen. De Zoogdiervereniging, het Centrum voor Landbouw en Milieu en agrarische natuurverenigingen hebben de projecten opgezet om boeren te stimuleren hun erf aantrekkelijker te maken voor vleermuizen. Zij kunnen bijvoorbeeld vleermuiskasten plaatsen, de erfbeplanting uitbreiden of de verlichting dimmen. Tot nu toe doen boeren in drie provincies mee.

In Zuid-Holland zijn dat vooral melkveebedrijven en bloembolkwekers. Er zijn negen vleermuissoorten op de deelnemende boerenbedrijven waargenomen: gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, kleine dwergvleermuis, laatvlieger, rosse vleermuis, gewone grootoorvleermuis, meervleermuis, franjestaart en watervleermuis (Guldemond et al., 2017; M. Schillemans, pers. com.).

In Noord-Brabant zijn bij deelnemende bedrijven negen soorten vleermuizen aangetroffen, waaronder drie in Nederland zeldzame soorten: kleine dwergvleermuis, ingekorven vleermuis en bosvleermuis. Vooral de aanwezigheid van de ingekorven vleermuis is bijzonder, want de laatste waarneming in het gebied dateerde van jaren geleden.

Doel van het project in Midden-Limburg was om stallen geschikt te houden of geschikt te maken voor de ingekorven vleermuis en het toekomstperspectief te bepalen voor deze soort, die in open veestallen op stalvliegen jaagt en stallen ook gebruikt als kraam- en zomerverblijf. Daarvan profiteren ook andere vleermuissoorten, die veeknutten bestrijden (Schillemans et al., 2016).

Een infrastructuur voor rugstreeppadden

Rugstreeppadden kwamen in 2004 wijd verspreid voor in de Noordoostpolder (Flevoland), maar de toekomst op lange termijn was onzeker. De padden planten zich voort in het water maar leven voornamelijk op land in akkerranden, braakliggende grond en op de oevers van sloten. Ze mijden akkers en weilanden, met als gevolg dat ze zich niet makkelijk tussen wateren verplaatsen (Spitzen-van der Sluijs et al., 2007). Voor een duurzame populatie zouden inrichting en beheer van sloten verbeterd moeten worden en barrières opgeheven, zodat de populatie zich kon uitbreiden en er meer geschikte plaatsen voor voortplanting waren.

De dieren zijn wettelijk beschermd en dat stond regelmatig op gespannen voet met ruimtelijke ontwikkelingen. Agrarische activiteiten, zoals uitbreidingen van stallen, en bouwprojecten vereisten een ontheffing op de voormalige Flora- en faunawet.

Om de soort te behouden en tegelijk de spanning weg te nemen werd in 2007 een ‘managementplan rugstreeppad’ opgesteld, vanuit het idee dat een ontheffing op de Flora- en faunawet niet nodig zou zijn als de populatie rugstreeppadden robuust was (De Nooij, 2007; De Nooij et al., 2010; Van de Water & Zollinger, 2008). Het plan hield in dat ondernemers op verschillende plaatsen poelen aanlegden waar de dieren zich konden voortplanten en die poelen zo nodig zouden verplaatsen. Het Ministerie van LNV verstrekte een generieke ontheffing op de Flora- en faunawet voor vijf jaar.

Het plan werd een succes. Er werden tientallen poelen voor de rugstreeppad aangelegd en er werd geschikt leefgebied ingericht. Ten opzichte van 2004 was de populatie rugstreeppadden in de Noordoostpolder in 2015 met 11 procent toegenomen, terwijl landelijk sprake was van een matige afname. De padden hadden in de nieuwe poelen een goed voortplantingssucces (Spikmans & Zollinger, 2015).

© Jelger Herder - Rugstreeppad

© Frans Lemmens / Hollandse-Hoogte

Verdienmodel voor natuurvriendelijke landbouw

Een kansrijk instrument om boeren te kunnen belonen voor hun prestaties voor biodiversiteit is de Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij, ontwikkeld door het Wereld Natuur Fonds samen met FrieslandCampina en Rabobank. In 2019 is in de provincie Drenthe een pilot gestart om ervaring op te doen met het belonen van melkveehouders door meerdere partijen op basis van de Biodiversiteitsmonitor, en daarmee de ontwikkeling van een nieuw verdienmodel voor natuurvriendelijke landbouw te stimuleren.

De Biodiversiteitsmonitor laat zien hoe bedrijven presteren op de vier samenhangende elementen voor een natuurvriendelijke landbouw: functionele agrobiodiversiteit, landschappelijke diversiteit, specifieke soortenbescherming, en brongebieden en verbindingszones. In Drenthe is gestart met het beoordelen van melkveehouders op basis van de eerste drie elementen; de vierde, die draait om regionale samenwerking, volgt later.

In de pilot gebruiken drie verschillende partijen de Biodiversiteitsmonitor om prestaties te meten en, elk op eigen wijze, melkveehouders te belonen. De 25 procent bedrijven die het beste scoren op de Biodiversiteitsmonitor komen in aanmerking voor een rentekorting van de Rabobank op leningen van maximaal één miljoen euro. FrieslandCampina beloont goed presterende melkveehouders met een hogere melkprijs en de provincie Drenthe draagt bij door deze melkveehouders te belonen met een jaarlijks bedrag van 2.500 euro per jaar voor maximaal drie jaar.

De kracht van de Biodiversiteitsmonitor is dat partijen boeren belonen op basis van dezelfde set van indicatoren. Daardoor is stapeling van beloning mogelijk en wordt het financieel aantrekkelijk voor boeren om mee te doen en te investeren in gunstige omstandigheden voor biodiversiteit. FrieslandCampina heeft beloning op basis van Biodiversiteitsmonitor resultaten nu bijna geheel landsdekkend ingevoerd. De Rabobank is van plan binnen de bestaande pilot te verkennen hoe meer melkveehouders kunnen meedoen. Inmiddels hebben ook andere partijen interesse getoond om boeren op deze wijze te belonen en wordt er ook gewerkt aan een Biodiversiteitsmonitor voor de akkerbouw.

Pak drukfactoren bij de bron aan

Om de druk op natuurgebieden te verminderen en de ecologische kwaliteit te vergroten, moeten de oorzaken van verdroging, vermesting en verzuring bij de bron worden aangepakt. Het meest urgent is het dichtdraaien van de stikstofkraan (zie: 'Stikstofcrisis'). Het is niet realistisch om depositiewaarden terug te brengen tot natuurlijke achtergrondwaarden, maar een forse vermindering kan al tot verbetering leiden. Zo gingen dierpopulaties in bossen op hoge zandgronden iets vooruit in gebieden waar de depositie niet extreem hoog meer was (hoofdstuk 2). Dat geldt niet voor heide, vanwege een bodem die zeer gevoelig is voor stikstof; daar moet de stikstofdepositie nog veel verder omlaag om natuurherstel mogelijk te maken.

OM DE DRUK OP NATUURGEBIEDEN TE VERMINDEREN MOET DE STIKSTOFKRAAN WORDEN DICHTGEDRAAID

Om natuurgebieden tegen stikstof te beschermen moet de huidige uitstoot vanuit Nederlandse bronnen (landbouw, verkeer en industrie) minimaal met 50 procent omlaag. Dit is een landelijk gemiddelde, voor bepaalde kwetsbare gebieden is plaatselijk een hogere reductie nodig (Gies et al., 2019).

Als grootste bron van stikstofemissies speelt landbouw een belangrijke rol in deze opgave. Juist op voedselarme zandgronden is in de vorige eeuw een intensieve landbouwpraktijk ontstaan met een grote toevoer van stikstof via veevoer en kunstmest. Vijftig procent van de veehouderij in Nederland bevindt zich in een zone van 500 meter rondom natuurgebieden. Een deel van deze natuurgebieden is stikstofgevoelig (Vink & Van Hinsberg, 2019). Dat betekent dat daar een gebiedsgerichte aanpak nodig is.

ALS GROOTSTE BRON VAN STIKSTOFEMISSIES SPEELT LANDBOUW EEN BELANGRIJKE ROL IN DEZE OPGAVE

Een gebiedsgerichte benadering is idealiter ook gericht op het behoud en het stimuleren van grondgebonden, natuurvriendelijke familiebedrijven, landschappelijke inbedding en sociale cohesie op het platteland. Op deze manier ontstaat een win-win situatie met een beter toekomstperspectief voor zowel natuurgebieden als voor duurzame economische ontwikkeling.

Het aanpakken van de noodzakelijke stikstofreductie moet samengaan met oplossingen voor alle andere uitdagingen waar de landbouw voor staat, zoals het verminderen van uitstoot van broeikasgassen, het aanpassen aan klimaatverandering, het verbeteren van bodem-, water- en luchtkwaliteit en het tegengaan van bodemdaling.

Een integrale aanpak vereist een betrouwbaar samenhangend langetermijnbeleid, gericht op natuurvriendelijke landbouw en grondgebondenheid met weidegang. Dat kan alleen via extensivering van het grondgebruik in combinatie met een drastische vermindering van het gebruik van geïmporteerd krachtvoer, zoals soja, en kunstmest. Krimp van de veestapel is dan een onvermijdelijke uitkomst.

Stikstofcrisis

Op 29 mei 2019 verbood de Raad van State om nieuwe economische activiteiten toe te staan op basis van het Programma Aanpak Stikstof (PAS). Vergunningen voor nieuwe activiteiten die stikstofuitstoot veroorzaken, werden opgeschort, tal van bouwprojecten werden stilgelegd.

Het PAS was op 1 juli 2015 van kracht geworden om natuurschade door stikstofverbindingen aan kwetsbare Natura 2000-gebieden, aangewezen op grond van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn, tegen te gaan en tegelijkertijd nieuwe economische activiteiten mogelijk te maken, waaronder verdere intensivering van de veehouderij. Er werden herstelmaatregelen mogelijk gemaakt om het teveel aan stikstof in natuurgebieden af te voeren en verzuring tegen te gaan. Tegelijk werden maatregelen voorgeschreven om de uitstoot door de landbouw omlaag te brengen, zoals uitstootarme wijze van bemesting en uitstootvrije stallen. Een deel van de gewonnen 'ruimte' kon gebruikt worden voor nieuwe activiteiten waarbij stikstof vrijkomt.

Mislukking van het PAS zat in de aanpak ingebakken: nieuwe activiteiten die uitstoot veroorzaken werden toegestaan voordat maatregelen voor natuurherstel resultaat hadden of voordat de uitstoot van bestaande activiteiten daadwerkelijk was afgenomen. Zo nam de uitstoot van ammoniak sinds 2017 toe (CLO, 0101). Daarnaast bleken beheermaatregelen om schade aan natuur te herstellen niet allemaal het beoogde effect te hebben. De aanpak bleek riskant en bood het bedrijfsleven schijnzekerheid.

Het Europese Hof van Justitie oordeelde dan ook dat het Nederlandse PAS-stikstofbeleid strijdig was met de Europese regels voor natuurbescherming (7 november 2018). De Raad van State heeft vervolgens deze aanpak, waarbij een 'hypotheek op de toekomst' werd genomen, in mei 2019 ongeldig verklaard.

Vergroot en verbind natuurgebieden

Op enkele uitzonderingen na, zoals Waddenzee en Veluwe, zijn veel natuurgebieden in Nederland klein en ze liggen geïsoleerd van elkaar. Dat maakt plant- en diersoorten kwetsbaar. De kans dat een populatie in een klein gebied uitsterft, bijvoorbeeld door aanhoudende droogte, is groot, en herkolonisatie is dan lastig. Als natuurgebieden onderling zijn verbonden, kunnen planten en dieren zich makkelijker verplaatsen (Gilbert-Norton et al., 2010).

Bovendien staan natuurgebieden onder invloed van hun omgeving. Zo kunnen vochtige gebieden moeilijk vochtig gehouden worden als de omgeving sterk wordt ontwaterd, en kunnen schrale gebieden moeilijk schraal gehouden doordat stikstofdepositie tot in het hart van natuurgebieden komt. De omgevingsinvloed is groter naarmate de gebieden kleiner zijn.

Het is dan ook van belang dat natuurgebieden waar mogelijk worden vergroot en verbonden (Vink & van Hinsberg, 2019). Hier is al een plan voor: Natuurnetwerk Nederland, dat in 2013 in de plaats kwam van de Ecologische Hoofdstructuur. Ongeveer de helft van het huidige netwerk op het land is tevens Natura 2000-gebied. Het Natuurnetwerk Nederland is nog niet voltooid; dat moet alsnog versneld gebeuren. Gebieden met natuurvriendelijke landbouw kunnen ook als verbinding dienen tussen natuurgebieden, zeker als dieren zich door extra investeringen in groen-blauwe dooradering beter kunnen verplaatsen tussen gebieden. Als de natuur robuust is en tegen een stootje kan, hoeft niet elke menselijke activiteit meteen bedreigend te zijn.

ALS NATUUR ROBUUST IS EN TEGEN EEN STOOTJE KAN HOEFT NIET ELKE MENSELIJKE ACTIVITEIT METEEN BEDREIGEND TE ZIJN

Voer bewezen effectief beheer uit

Om de kwaliteit van natuurgebieden te verbeteren zijn naast bronmaatregelen buiten natuurgebieden ook beheermaatregelen in die gebieden nodig, bijvoorbeeld herstel van natuurlijke dynamiek of verbetering van de waterhuishouding of inrichting van een gebied.

Van groot belang zijn momenteel herstelmaatregelen om stikstofgevoelige natuur te behouden ondanks de nog steeds te hoge stikstofbelasting. Verhoging van grondwaterstanden en herstel van schone kwelstromen uit de ondergrond kunnen tegenwicht bieden aan de verzurende invloed van stikstofdepositie (Vink & Van Hinsberg, 2019). Stikstof kan worden afgevoerd, bijvoorbeeld door plaggen of begrazing. Deze maatregelen hebben in veel gevallen tijdelijk succes en soms ook op de wat langere termijn (Jansen et al., 2010), maar het risico bestaat dat gevoelige plant- en diersoorten verdwijnen (zie: ‘Plaggen en begrazen: een tijdelijke oplossing’). Voor zeer schrale, droge graslanden zijn eveneens speciale herstelmaatregelen nodig (Dorland et al., 2011).

VAN GROOT BELANG ZIJN HERSTEL-MAATREGELEN OM STIKSTOFGEVOELIGE NATUUR TE BEHOUDEN

Goede uitvoering van herstelmaatregelen gekoppeld aan het volgen van de effecten van beheer door monitoring leert wat werkt en niet werkt. Deze ‘evidence-based’ aanpak is al 30 jaar de succesformule van het kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (www.natuurkennis.nl), waarin overheden, terreinbeheerders en onderzoekers samenwerken. Recente bezuinigingen op deze combinatie van uitvoering en onderzoek zouden daarom moeten worden teruggedraaid en ook het leren van effectmonitoring kan worden versterkt. Met het Netwerk Ecologische Monitoring kunnen de veranderingen in natuurkwaliteit daarnaast meer overkoepelend worden gevolgd.

De uitvoering van bewezen maatregelen vereist vervolgens maatwerk. Door geldgebrek voor natuurbeheer zijn terreinbeheerders echter vaak noodgedwongen overgeschakeld op goedkopere vormen van beheer, die niet altijd en overal de beste zijn voor biodiversiteit. Een voorbeeld is de veel toegepaste grootschalige jaarrondbegrazing, daar waar seizoenbegrazing of kortdurende drukbegrazing in sommige situaties betere resultaten kunnen geven (Wallis de Vries et al., 2013). Maatwerk vereist aandacht en tijd en zal daarom in de regel ook duurder zijn, wat extra budget rechtvaardigt.

GOEDE UITVOERING VAN HERSTELMAATREGELEN GEKOPPELD AAN HET VOLGEN VAN DE EFFECTEN VAN BEHEER DOOR MONITORING LEERT WAT WERKT EN NIET WERKT

Plaggen en begrazen: een tijdelijke oplossing

Plaggen en begrazen zijn veel toegepaste herstelmaatregelen in natuurgebieden met te hoge stikstofbelasting. Maar zolang de stikstofdepositie te hoog is, moeten ze worden herhaald. En dat kan niet eindeloos, omdat niet alleen stikstof wordt afgevoerd, maar ook fosfor en sporenelementen (Nijssen et al., 2018; Vogels et al., in press); zo kunnen ze uiteindelijk averechts uitpakken. Na veelvuldig plaggen of intensieve begrazing ontstaat een monotone vegetatie van pioniersoorten, struikhei of gras zonder andere planten.

Vaak wordt in droge systemen na plaggen kalk of mergel uitgestrooid om het aanbod aan calcium te herstellen. Maar dat vult de andere sporenelementen niet aan en werkt uiteindelijk verruiging in de hand.

Dat kan negatieve gevolgen hebben voor de fauna (Vogels et al., 2018). Reptielen hebben te lijden van plaggen en begrazing, omdat hiermee vegetatiestructuur verdwijnt. Insecten en bodemfauna verdwijnen na intensief beheer. Zo laat onderzoek zien dat na grootschalig afplaggen en intensieve begrazing de nauwe korfslak, die vrijwel uitsluitend in kustduinen leeft, verdwenen is en niet terugkeert, ook als vegetaties ogenschijnlijk weer geschikt leefgebied bieden (CLO, 1415). Vermoedelijk ontbreken bepaalde schimmels waarmee de slak zich voedt.

Een bijkomend probleem is, dat de bodem door verzuring onomkeerbaar wordt uitgeput; bodemmineralen zijn verweerd, sporenelementen zijn verdwenen. Dan kunnen plaggen en begrazing de heide wel paars houden, maar komen kruiden, insecten en bodemdieren niet terug. Voor bodemherstel zijn ingrijpender maatregelen nodig. Een methode die nu ontwikkeld wordt, is steenmeel opbrengen ter vervanging van verweerde mineralen. Daarmee zou de bodem weer een tijd stikstofdepositie kunnen opvangen (Bobbink et al., 2017; Weijters et al, 2018; Vogels et al., 2018; Lucassen et al., 2019). Experimenten met deze tijdelijke noodoplossing zijn gaande (Lucassen et al., 2019) en de eerste resultaten zijn veelbelovend (Van Diggelen et al., 2019).

© George Burggraaff / Hollandse-Hoogte

EEN FLORERENDE NEDERLAND

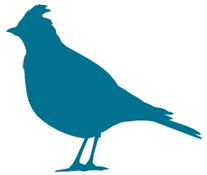
Natuur is van ons allemaal, maar vooral ook voor ons allemaal. Nederland is een dichtbevolkt land met scherpe scheidslijnen tussen verschillende, en soms schijnbaar tegengestelde, belangen. Maar dat hoeft niet zo te zijn. Natuur kan een bondgenoot zijn in een aantal grote uitdagingen waar we als samenleving voor staan; van het verlies van biodiversiteit, tot de stikstofcrisis en de leegloop van het platteland. Belangen kunnen we verenigen door biodiversiteit, natuur en landschap weer als uitgangspunt te nemen voor de inrichting van ons land en de economische keuzes die we maken. Dat vergt forse investeringen in robuuste en verbonden natuurgebieden en bewezen effectief natuurherstel, en een fundamentele transitie van de landbouw.

NATUUR KAN EEN BONDGENOOT ZIJN IN EEN AANTAL GROTE UITDAGINGEN WAAR WE ALS SAMENLEVING VOOR STAAN

Die transitie is een verantwoordelijkheid van ons allemaal: van boeren, politiek, bedrijven, industrie, maatschappelijke organisaties, consumenten, wetenschap en burgers. Cruciaal voor deze transitie is dat het kabinet leiderschap toont en de verbinding zoekt tussen alle betrokken partijen om de stip op de horizon en bijbehorende randvoorwaarden vast te leggen. Daarbij zijn publieke waarden leidend, zoals kwaliteit van bodem, water, lucht, biodiversiteit, natuur, landschap en klimaat, en bestaansrecht voor boeren als voedselproducent en beheerder van het landelijk gebied. Daar horen ook overheidsregie en wettelijke kaders bij.

Deze noodzakelijke systeemverandering zal niet van vandaag op morgen gerealiseerd zijn, maar de urgentie is groot. Via het Deltaplan Biodiversiteitsherstel - een uniek samenwerkingsverband dat in 2018 is gestart - pakken boerenorganisaties, bedrijven, banken, onderzoekers en natuur- en milieuorganisaties gezamenlijk de uitdaging op om het verlies aan biodiversiteit om te buigen naar herstel. Inmiddels zijn al veel initiatieven gestart en is iedereen welkom om zich hierbij aan te sluiten als partner of supporter (www.samenvoorbiodiversiteit.nl).

DE NOODZAKELIJKE SYSTEEMVERANDERING ZAL NIET VAN VANDAAG OP MORGEN GEREALISEERD ZIJN, MAAR DE URGENTIE IS GROOT



Dit is het moment om ons samen in te zetten voor een nieuwe relatie tussen natuur en landbouw, zodat iedereen kan genieten van een mooi landschap vol leven. Waar we in het boerenland koeien in de wei zien grazen en de hemel afspeuren op zoek naar de veldleeuwerik die we horen zingen.

Waar we in het voorjaar het gras en de kruiden kunnen ruiken, putters voor ons uit zien vliegen en kijken hoe grutto's elkaar achternazitten en hoe hazen over het veld rennen. Waar we 's zomers vlinders boven het grasland zien fladderen, kikkers horen kwaken en sprinkhanen snerpen. En waar we bij het vallen van de avond vleermuizen te voorschijn zien komen.

In het bos vinden we overdag brede wespenorchis en horen we 's avonds een bosuil roepen. Op de heide bloeien klokjesgentiaan en duivelsnaaigaren, zien we de boompieper als een parachuutje naar beneden zeilen en zandbijen in hun holletjes verdwijnen. 's Avonds roepen er nachtzwaluwen.

Onze kinderen kunnen paardenbloempluizen wegblazen, klavertjes vier zoeken, waterbeestjes vangen in slootjes, kikkerdril opkweken, vliegenzwammen bewonderen, kijken hoe een slak uit zijn huisje te voorschijn komt en hoe een spin haar web maakt, eekhoorns spotten in het bos en een adder op de heide.

In zo'n land willen we leven. Laten we daar samen voor zorgen.

DIT IS HET MOMENT OM ONS SAMEN IN TE ZETTEN VOOR EEN NIEUWE RELATIE TUSSEN NATUUR EN LANDBOUW, ZODAT IEDEREEN KAN GENIETEN VAN EEN MOOI LANDSCHAP VOL LEVEN

BIJLAGE EN REFERENTIES

© Rob Voss / Hollandse-Hoogte

BEREKENING VAN DE LIVING PLANET INDEX

Deze Nederlandse editie van het Living Planet Report presenteert de Living Planet Index (LPI) voor dieren op het land. De index is samengesteld uit de trends (veranderingen in populatiegrootte) van soorten dagvlinders, reptielen, broedvogels (dus niet vogels die in Nederland komen overwinteren of doortrekken) en zoogdieren. Eerst zijn de trends per soort berekend, vervolgens zijn die geaggregeerd tot een LPI.

Opgenomen soorten en herkomst gegevens

Alle inheemse soorten dagvinders, reptielen en broedvogels zijn opgenomen; bij zoogdieren ontbreekt een aantal soorten bij gebrek aan gegevens.
Van bijna alle beschouwde soorten zijn aantalsgegevens gebruikt afkomstig uit het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM; zie: www.netwerkecologischemonitoring.nl). Van een beperkte groep soorten - met name (spits)muizen en een enkele vlindersoort- zijn verspreidingsgegevens gebruikt (CLO, 1579).

Trends per soort

Jaarlijks berekent het Centraal Bureau voor de Statistiek in nauwe samenwerking met de soortenorganisaties de verandering in populatiegrootte van inheemse diersoorten.
Van alle soorten wordt de populatieomvang jaarlijks bepaald op basis van gestandaardiseerde tellingen, zodat tijdreeksen ontstaan.

Populatietrends per soort zijn berekend met het statistische programma TRIM van het CBS.
Om het populatieverloop vergelijkbaar te maken, is voor elke soort de waarde in 1990 op 1 gesteld en zijn de waarden voor de overige jaren naar evenredigheid berekend (geïndexeerd). Bij sommige soorten zijn geen gegevens van 1990 voorhanden; dan is (meestal) het eerste jaar op 1 gezet.

De trend van een soort noemen we stabiel als deze niet significant is gestegen of gedaald en de onzekerheid van de trend klein is. Als de trend wel significant is, maar het niet zeker is of de verandering meer dan 5 procent per jaar is, dan noemen we toe- of afname ‘matig’. Als de trend zeker groter is dan 5 procent per jaar, dan heet deze ‘sterk’.

Aggregatie tot LPI

Per jaar is het indexcijfer voor al deze soorten meetkundig (geometrisch) gemiddeld. Elke soort telt hierin even zwaar mee. Bij meetkundig middelen telt niet het verschil, maar de verhouding tussen getallen: een verdubbeling (bijvoorbeeld van 1 naar 2) telt even zwaar als een halvering (van 1 naar 0,5).

We volgen de berekeningswijze van de mondiale LPI (WWF, 2014). Jaarcijfers van een soort die 10 keer zo groot of 10 keer zo klein zijn als in het jaar ervoor worden afgekapt op tien keer respectievelijk een tiende keer de waarde uit het jaar ervoor om uitschieters te vermijden. Dat komt overigens maar weinig voor. Indexcijfers onder de waarde 0.01 worden op 0.01 gezet.
Om grote toevalsschommelingen te dempen is vervolgens voor elk jaar het gemiddelde over een aantal jaar genomen door een smoothing algoritme toe te passen. De smoothing is zo ingeregeld dat de LPI in het eerste jaar de waarde 1 krijgt.

De betrouwbaarheidsintervallen van de LPI zijn gebaseerd op de betrouwbaarheidsintervallen van de indexcijfers van de afzonderlijke soorten (Soldaat et al., 2017).

De trend van de LPI noemen we stabiel als deze niet significant is gestegen of gedaald en de onzekerheid van de trend klein is. Als de trend wel significant is, maar het niet zeker is of de verandering meer dan 5 procent per jaar is, dan noemen we toe- of afname ‘matig’. Als de trend zeker groter is dan 5 procent per jaar, dan heet deze ‘sterk’.

LPI's voor leefgebieden

De LPI is uitgesplitst naar leefgebied – agrarisch gebied, bos, open natuurgebieden – door per leefgebied die diersoorten op te nemen die daarin leven of er het grootste of een cruciaal deel van hun leven doorbrengen. (Voor selectie van kenmerkende soorten, zie: Van Strien et al., 2016). Voor de deel-LPI van agrarisch gebied tellen van de toegewezen diersoorten alleen aantallen in agrarisch gebied mee; voor de deel-LPI's van de natuurgebieden tellen per type natuurgebied alleen de telgegevens in dat type mee.

Voor de afzonderlijke leefgebieden is de LPI op dezelfde wijze berekend als de LPI-totaal.

LPI's voor bos en heide op de hoge zandgronden (figuren 11, 12 en 13)

De LPI's voor bos en heide op de hoge zandgronden zijn vergeleken tussen regio's met hoge en met zeer hoge gemiddelde stikstofbelasting over lange termijn. Het onderscheid tussen hoog en zeer hoog ligt bij de mediane waarde van 35 kilo stikstof per hectare per jaar. Het gemiddelde voor 'hoog' bedroeg 30 kilo en voor 'zeer hoog' 41 kilo. Figuur 11 toont de gemiddelde jaarlijkse stikstofdepositie in beide regio's ten opzichte van de kritische depositiewaarden voor de belangrijkste habitattypen van bos en heide (Van Dobben et al., 2012).

De LPI voor bos en heide is berekend in beide stikstofregio's (figuren 12 en 13). Daarvoor zijn alleen die soorten meegenomen waarvoor in elke regio voldoende gegevens waren om een betrouwbare populatietrend te berekenen. Voor bos waren dat 31 soorten, voor heide 25; de LPI's in de twee stikstofregio's zijn dus steeds op dezelfde soorten gebaseerd. Voor details zie: CLO 1134 (heide) en 1162 (bos).

Om te beoordelen of de verschillen tussen stikstofregio's ook op kleinere ruimtelijke schaal consistent waren, is eenzelfde analyse uitgevoerd voor alleen de zandgronden van Midden-Nederland. Voor deze regio konden 30 bossoorten en 23 heidesoorten worden geanalyseerd.

Meer informatie

Een overzicht van alle soorten die zijn opgenomen in de verschillende deel-LPI's is te vinden op de betreffende CLO-pagina's. Meer over de Living Planet Index: CLO, 1569.

Bepaling stikstofdepositie in Nederland (figuur 10)

Het RIVM heeft de totale stikstofdepositie per jaar aangeleverd: NHx + NOy mol per hectare per jaar (CLO, 0189). Voor de jaren 1990 tot en met 2005 is de depositie bepaald op een schaal van 5x5 kilometer, daarna 1x1 kilometer. In dat laatste geval is daaruit eerst het gemiddelde per hok van 5x5 kilometer per jaar berekend. De waarden zijn vervolgens omgezet naar kilo per hectare per jaar (1 mol stikstof = 0,014 kilo). Tenslotte is per blok van 5x5 kilometer het gemiddelde over de periode 1990-2017 berekend.

BRONNEN

Het Compendium voor de Leefomgeving (CLO)

Het Compendium voor de Leefomgeving (CLO) is een website met feiten en cijfers over milieu, natuur en ruimte in Nederland. Het is een uitgave het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en Wageningen University & Research (Wageningen UR).

De informatie in dit rapport is gekoppeld aan de informatie in het CLO en bevat veel verwijzingen naar nummers van CLO-webpagina's. Het CLO wordt regelmatig bijgewerkt, waardoor de hier aangehaalde versie van een pagina achterhaald kan zijn. Oudere versies van een CLO-pagina zijn terug te vinden in het archief. De volledige referentie van het CLO is:
CBS, PBL, RIVM, WUR (2019). *www.clo.nl*. CBS, Den Haag, PBL, Den Haag, RIVM, Bilthoven en WUR, Wageningen.

Bij CLO-figuren die de index van een groep dieren weergeven, is informatie over afzonderlijke soorten in te zien via 'download data'.

0006. Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw per gewas, 2012-2016 (versie 07, 16 januari 2019)

0015. Afzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw, 1985-2008 (versie 10, 3 september 2009)

0061. Kaart bodemgebruik van Nederland, 2012 (versie 10, 26 februari 2016)

0069. Ontwikkeling van het Nederlandse bos, 2001-2013 (versie 08, 15 september 2014)

0093. Stikstof- en fosfaatbalans voor landbouwgrond, 1990-2017 (versie 19, 4 maart 2019)

0094. Stroomschema voor stikstof en fosfor in de landbouw, 2017 (versie 18, 12 maart 2019)

0101. Ammoniakemissie door de land- en tuinbouw, 1990-2016 (versie 16, 2 oktober 2018)

0104. Mestproductie door de veestapel, 1986-2018 (versie 21, 19 februari 2019)

0106. Stikstof en fosfaat in dierlijke mest en kunstmest, 1990-2018 (versie 21, 19 februari 2019)

0109. Bruto toegevoegde waarde en milieudruk door de industrie, 1995-2017 (versie 06, 30 april 2019)

0128. Emissies naar lucht door verkeer en vervoer, 1990-2018 (versie 34, 27 september 2019)

0131. Emissie per voertuigkilometer voor wegverkeer, 1990-2018 (versie 33, 27 september 2019).

0159. Emissie van dioxinen naar lucht door afvalverbrandingsinstallaties, 1990-2014 (versie 09, 13 oktober 2015)

0183. Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging: emissies, 1990 - 2017 (versie 25, 17 mei 2019)

0184. Verzurende depositie, 1990-2017 (versie 18, 5 juni 2019).

0189. Vermestende depositie, 1990-2018 (versie 18, 21 november 2019)

0190. Milieudruk thema Vermesting: inleiding en beleid (versie 04, 12 november 2004)

0198. Milieugevaarlijke stoffen: bronnen en effecten (versie 04, 12 december 2007)

0226. Temperatuur in Nederland en mondiaal, 1906-2017 (versie 13, 25 april 2018)

0441. Zwaveldioxide in lucht, 1990-2018 (versie 11, 18 september 2019)

0486. Zware metalen concentraties, 1990-2013 (versie 12, 9 oktober 2014)

0493. Stikstofoxiden in lucht, 1990-2018 (versie 08, 14 november 2019).

0507. Herkomst vermestende depositie, 2018 (versie 12, 15 november 2019).

0548. Belasting van het milieu door gewasbeschermingsmiddelen, 1998-2010 (versie 04, 15 februari 2012)

0560. Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw per werkzame stof, 2012 - 2016 (versie 03, 16 januari 2019)

0572. Bijensterfte in Nederland, 2006-2019 (versie 05, 21 juni 2019)

0548. Belasting van het milieu door gewasbeschermingsmiddelen, 1998-2010 (versie 04, 15 februari 2012).

1005. Landschapstypologie (versie 03, 27 september 2013)

1073. Hamster, 1999-2017 (versie 09, 14 november 2018)

1097. Korstmossen en ammoniak, 1991-2016 (versie 04, 9 juli 2018)

1134. Fauna van de heide, 1990-2018 (versie 16, februari 2020)

1160. Areaal bostypen 1984-2013 (versie 07, 23 juli 2014)

1162. Fauna van het bos, 1990-2018 (versie 17, februari 2020)

1179. Areaal haver, rogge en maïs, 1900-2018 (versie 15, februari 2020)

1181. Dagvlinders in graslanden, 1992-2018 (versie 15, februari 2020)

1283. Gebieden terreinbeherende organisaties, 2015 (versie 05, 29 maart 2016)

1307. Realisatie Natuurnetwerk - verwerving en inrichting, 1990-2017 (versie 13, 4 september 2018)

1386. Dagvlinders, 1992-2018 (versie 16, 29 maart 2019)

1390. Trend in Bospaddenstoelen, 1965-2013 (versie 12, 7 juli 2017)

1413. Aantalsontwikkeling van wintervogels, 1980-2012 (versie 06, 31 januari 2014)

1415. Weekdieren van de Habitatrichtlijn, 2004-2017 (versie 03, 8 juli 2018)

1429. Invloed klimaatverandering op koude- en warmteminnende diersoorten, 1990-2013 (versie 08, 5 december 2014)

1433. Vegetatie van wegbermen 1999-2014 (versie 04, 25 november 2015)

1456. Vegetatie sloten en slootkanten, 1999-2012 (versie 03, 14 januari 2014)

1479. Boerenlandvogels, 1990-2018 (versie 11, 21 september 2018)

1483. Beoordeling Vogel- en Habitatrichtlijn in Europees perspectief, 2007-2012 (versie 04, 20 september 2016).

1523. Ruimtelijke samenhang natuurgebieden, 2015 (versie 06, 3 september 2018)

1546. Vegetatie van bossen, 1999-2018 (versie 06, 29 november 2019)

1547. Vegetatie van de heide, 1999-2018 (versie 06, 29 november 2018)

1569. Living Planet Index Nederland, 1990-2017 (versie 04, 30 april 2019)

1579. Fauna van het land, 1990-2018 (versie 04, 20 november 2019)

1580. Fauna van het agrarisch gebied, 1990-2018 (versie 04, 29 november 2019)

1581. Fauna van natuurgebieden op het land, 1990-2018 (versie 05, 29 november 2019)

1586. Fauna van open natuurgebieden, 1990-2018 (versie 04, 29 november 2019)

1588. Gebiedsgrootte terrestrische ecosystemen, 1990-2014 (versie 01, 7 september 2016)

1590. Natuurareaal op het land 1900-2012 (versie 01, 14 maart 2017)

1592. Kwaliteit en trend stikstofbeschikbaarheid ecosystemen, 2017 (versie 02, 3 september 2018)

1593. Kwaliteit en trend zuurgraad ecosystemen, 2017 (versie 02, 3 september 2018)

1594. Kwaliteit grondwaterafhankelijke ecosystemen, 2017 (versie 02, 3 september 2018)

1618. Broedvogels van het bos, 1990-2018 (versie 03, 21 november 2019)

2045. Overschrijding kritische depositiewaarden voor stikstof op natuur, 1995 - 2016 (versie 04, 9 april 2019)

2119. Land- en tuinbouw: ruimtelijke spreiding, grondgebruik en aantal bedrijven, 1980-2018 (versie 08, 12 juni 2019)

2124. Ontwikkeling veestapel op landbouwbedrijven, 1980-2018 (versie 08, 12 juni 2019)

Literatuur

Arnolds, E. 1981. Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. Part 1. Thesis. Bibliotheca Mycologica 83, J. Cramer, Vaduz.

Babikova, Z., Gilbert, L., Bruce, T.J.A., Birkett, M., Caulfield, J.C., Woodcock, C., Pickett, J.A. & D. Johnson1. 2013. Underground signals carried through common mycelial networks warn neighbouring plants of aphid attack. Ecology Letters, (2013) 16: 835-843.

Bakker, P.A.H.M., Pieterse, C.M.J., de Jonge, R. & R.L. Berendsen. 2018.The soil-borne legacy. Cell 172: 1178-1180.

Balbuena, M.S., Tison, L., Hahn, M-L., Greggers, U., Menzel, R. & W.M. Farina. 2015. Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. The Journal of Experimental Biology 218: 2799-2805.

Bardgett, R.D. & W.H. van der Putten. 2014. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. Nature 515: 505-511.

Barmentlo, S.H., Vriend, L.M., van Grunsven, R.H.A. & M.G. Vijver. 2019. Environmental levels of neonicotinoids reduce prey consumption, mobility and emergence of the damselfly Ischnura elegans. Journal of Applied Eology 56: 2034-2044.

Bellebaum, J. & K. Koffijberg. 2018. Present agri-environment measures in Europe are not sufficient for the conservation of a highly sensitive bird species, the Corncrake Crex crex. Agriculture, Ecosystems & Environment 257: 30-37.

Berendsen, R.L., Vismans, G., Yu, K., Song, Y., de Jonge, R., Burgman, W.P. Burmølle, M., Herschend, J., Bakker, P.A.H.M. & C.M.J. Pieterse. 2018. Disease-induced assemblage of a plant-beneficial bacterial consortium. The ISME Journal 12: 1496-1507.

Bergsma, H.L.T., Vogels, J.J., Weijters, M.J., Bobbink, R., Jansen, A.J.M & L. Krul. 2016. Tandrot in de bodem. Hoeveel biodiversiteit kan de huidige minerale bodem nog ondersteunen? Bodem 24: 27-29.

Bergsma, H.L.T, Vogels, J.J., van den Burg, A. & R. Bobbink. 2018. Is de bodemverzuring in Nederland onomkeerbaar? Door chronische verzurende depositie zal de natuur op droge zandgronden niet vanzelf herstellen. Vakblad Natuur Bos Landschap 15: 5-7.

Bezemer, T.M., de Deyn, G.B., Bossinga, T.M., van Dam, N.M., Harvey, J.A. & W.H. van der Putten. 2005. Soil community composition drives aboveground plant–herbivore–parasitoid interactions. Ecology Letters 8: 652-661.

Blacquière, T., Smagghe, G., van Gestel, C.A.M. & V. Mommaerts. 2012. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. Ecotoxicology 21: 973-992.

Bobbink, R., Bergsma, H.L.T., den Ouden, J. & M.J. Weijters. 2017. Na het zuur geen zoet? Bodemverzuring in droog zandlandschap blijvend probleem. Landschap 2017: 60-69.

Bobbink, R., Hicks, K., Galloway, J., Spranger, T., Alkemade, R., Ashmore, M., Bustamante, M., Cinderby, S., Davidson, E., Dentener, F., Emmett, B., Erisman, J-W., Fenn, M., Gilliam, F., Nordin, A., Pardo, L. & W. de Vries. 2010a. Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis. Ecological Applications 20: 30-59.

Bobbink, R., Tomassen, H.B.M., Weijters, M.J. & J-P. Hettelingh. 2010b. Revisie en update van kritische N-depositiewaarden voor Europese natuur. De Levende Natuur 111: 254-258.

Boesveld, A., Gmelig Meyling, A.W. & R.H. de Bruyne. 2011. Natuurbeheer, bescherming en biotoopeisen van drie bijzondere Nederlandse slakken: de Nauwe korfslak, de Zeggekorfslak en de Platte schijfhoren. De Levende Natuur 112: 114-119.

Bos, J., Koks, B., Kuiper, M. & K. van Scharenburg. 2016. Akkervogels tussen hoop en vrees. In: De Snoo, G.R., Melman Th.C.P., Brouwer, F.M., van der Weijden, W.J. & H.A. Udo de Haes (red.). 2016. Agrarisch natuurbeheer in Nederland. Principes, resultaten en perspectieven. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Bos, M.M., Musters C.J.M. & G.R. de Snoo. 2014. De effectiviteit van akkerranden in het vervullen van maatschappelijke diensten Een overzicht uit wetenschappelijke literatuur en praktijkervaringen. CML report 188, Institute of Environmental Sciences, Universiteit Leiden.

Bosveld, J. 2015. Zoetwaterkabeljauw in Nederland. Ondergang en opkomst van de kwabaal. Visionair 35: 12-15.

Bouma, J. & H. Marijnissen. De staat van de Boer. 2018. https://destaatvandeboer.trouw.nl/resultaten/. Geraadpleegd: 8-1-2020.

Bouma, J., Koetse, M. & N. Polman. 2019. Financieringsbehoefte natuurinclusieve landbouw. Rapportage eerste fase: beschrijvende analyse vragenlijst. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

Breeuwer, A., Berendse, F., Willems, F., Foppen, R., Teunissen, W., Schekkerman, H. & P. Goedhart. 2009. Do meadow birds profit from agri-environment schemes in Dutch agricultural landscapes? Biological Conservation 142: 2949-2953.

Broekhuizen, S., Spoelstra, K., Thissen, J.B.M., Canters, C.J. & J.C. Buys (red.). 2016. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. Natuur van Nederland 12. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum insecten en andere ongewervelden, Leiden.

Brussaard, L. 1997. Biodiversity and ecosystem functioning in soil. Ambio 26: 563-570.

Brussaard, L., de Ruiter, P.C. & G.G. Brown. 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability. Agriculture, Ecosystems and Environment 121: 233-244.

Buijs, A., Nieuwenhuizen, W., Langers, F. & H. Kramer. 2019. Resultaten Nationale Landschapsenquête; onderzoek naar visies en waardering van de Nederlandse bevolking over het landelijk gebied in Nederland. Rapport 2937, Wageningen Environmental Research, Wageningen.

Buijsman, E., Aben, J.J.M., Hettelingh, J-P., van Hinsberg, A., Koelemeijer, R.B.A. & R.J.M. Maas. 2010. Zure regen: een analyse van dertig jaar verzuringsproblematiek in Nederland. Publicatienummer 500093007. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven.

Buis, J. 1985. Historia forestis: Nederlandse bosgeschiedenis. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen.

Calvo-Agudo, M., González-Cabrera, J., Picó, Y., Pau Calatayud-Vernich, P., Urbaneja, A., Dicke, M. & A. Tena. 2019. Neonicotinoids in excretion product of phloem-feeding insects kill beneficial insects. Proceedings of the National Academy of Sciences 116: 16817-16822.

Carrión, V.J., Perez-Jaramillo, J., Cordovez, V., Tracanna,V., de Hollander, M., Ruiz-Buck, D., Mendes, L.W., van IJcken, W.F.J, Gomez-Exposito, R., Elsayed, S.S., Mohanraju, P., Arifah, A., van der Oost, J., Paulson, J.N., Mendes, R., van Wezel, G.P., Medema, M.H. & J.M. Raaijmakers. 2019. Pathogen-induced activation of disease-suppressive functions in the endophytic root microbiome. Science 366: 606-612.

Carson, R. 1962. Silent spring. Houghton Mifflin Harcourt. Boston, Massachusetts, USA.

Carvalheiro, L.G., Biesmeijer, J.C., Franzén, M., Aguirre-Gutiérrez, J., Garibaldi, L.A., Helm, A., Michez, D., Pöyry, J., Reemer, M., Schweiger, O., van den Berg, L., WallisDeVries, M.F. & W.E. Kunin, 2019. Soil eutrophication shaped the composition of pollinator assemblages during the past century. Ecography 42: 1-13.

CBS. 2016. https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/47/op-meeste-boerderijen-geen-bedrijfsopvolger. Geraadpleegd: 8-1-2020.

Clausman, P.H.M.A. 1984. Graslanden. In: De Smidt, J.T. (red.). 1984. Elseviers veldgids. Elsevier, Amsterdam/Brussel.

Creemers, R.C.M. & J.J.C.W. van Delft (redactie). 2009. De amfibieën en reptielen van Nederland. Nederlandse Fauna 9. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, European Invertebrate Survey, Leiden.

Creemers, R., van Delft, J., Barendregt, A. & M. Schouten. 2009. Herpetofauna in het Nederlandse landschap. In: Creemers, R.C.M. & J.J.C.W. van Delft (redactie). 2009. De amfibieën en reptielen van Nederland. Nederlandse Fauna 9. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, European Invertebrate Survey, Leiden.

Dainese, M., Martin, E.A., Aizen, M.A., et al. 2019. A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. Science Advances 5: eaax0121.

David, T.I., Storkey, J. & C.J. Stevens. 2019. Understanding how changing soil nitrogen affects plant–pollinator interactions. Arthropod-Plant Interactions 13: 671-684.

Dawson, A. & I.S. Norén. 2019. Inspiratie voor een biodiverse akkerbouw. Bouwstenen voor integratie van biodiversiteit in de bedrijfsvoering. Wageningen University & Research, Wageningen.

De Bruyne, R.H., Wallbrink, H. & A.W . Gmelig Meyling. 2003. Bedreigde en verdwenen land-en zoet watermollusken in Nederland (Mollusca). Basisrapport met voorstel voor de Rode Lijst. European Invertebrate Survey Nederland (EIS), Leiden & Stichting ANEMOON.

Den Hollander, H.J., Popelier, A. & J. Sloothaak. 2019. Vrijwillige weide- & akkervogelbescherming in Noord-Brabant. Jaarverslag 2018. Brabants Lanschap, Haaren.

De Nooij, R.J.W. 2007. Ruimte geven, ruimte nemen. Een managementplan voor de rugstreeppad in de Noordoostpolder. Radboud Universiteit Nijmegen, Nijmegen.

De Nooij, R.W.J., Lenders, H.J.R, Leuven, R.S.E.W., Spitzen, A.M., Zollinger, R. & R. Iken. 2010. Ruimte geven, ruimte nemen; een managementplan voor de rugstreeppad in de Noordoostpolder. Journaal Flora en Fauna 1: 3-11.

De Rijk, J.H. 2015. Vogels en mensen in Nederland 1500-1920. Proefschrift Vrije Universiteit Amsterdam.

De Ruyter, C.P., van Rijen, J., Schouwenaars, J. & T. Vogelzang. 2019. Anders boeren in een weerbaar en volhoudbaar Fries laagveenlandschap. De Levende Natuur 120: 149-152.

De Smidt, J.T. 1984.Hoogveen, heiden, schrale graslanden op zand en stuifzanden. In: De Smidt, J.T. (red.). 1984. Elseviers veldgids. Elsevier, Amsterdam/Brussel.

De Snoo, G. & H. van der Windt. 2016. Ontwikkeling natuurbescherming op boerenland en in reservaten. In: De Snoo, G.R., Melman Th.C.P., Brouwer, F.M., van der Weijden, W.J. & H.A. Udo de Haes (red.). 2016. Agrarisch natuurbeheer in Nederland. Principes, resultaten en perspectieven. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

De Vries, F.T., Thébault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M.A., Bjørnlund, L., Bracht Jørgensen, H., Brady, M.V., Christensen, S., de Ruiter, P.C., d'Hertefeldt, T., Frouz, J., Hedlund, K., Hemerik, L., Hol, W.H.G., Hotes, S., Mortimer, S.R., Setälä, H., Sgardelis, S.P., Uteseny, K., van der Putten, W.H., Wolters, V. & R.D. Bardgett. 2013. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. Proceedings of the National Academy of Sciences 110: 14296-14301.

Dolman, M.A., Jukema, G.D. & P. Ramaekers (eds.). 2019. De Nederlandse landbouwexport in 2018 in breder perspectief. Rapport 2019-001, Wageningen Economic Research, Wageningen.

Dorland, E., Bobbink, R., Soons, M.B. & S.L.F. Rotthier. 2011. Dalende stikstofdepositie is nog niet afdoende voor herstel van droge heischrale graslanden. De Levende Natuur 112: 220-224.

EEA. 2018. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/natura-2000-barometer. Geraadpleegd: 8-1-2020.

EEA. 2019. http://cdr.eionet.europa.eu/nl/eu/art17/envxuhrwa. Geraadpleegd: 8-1-2020.

Elser, J.J. 2011. A world awash with nitrogen. Science 334: 1504-1505.

Eng, M.L., Stutchbury, B.J.M. & C.A. Morrissey. 2017. Imidacloprid and chlorpyrifos insecticides impair migratory ability in a seed-eating songbird. Scientific Reports 7: 15176.

Eng, M.L., Stutchbury, B.J.M. & C.A. Morrissey. 2019. A neonicotinoid insecticide reduces fueling and delays migration in songbirds. Science 365: 1177-1180.

Erisman, J. W., Dammers, E., van Damme, M., Soudzilovskaia, N., & Schaap, M. (2015). Trends in EU Nitrogen Deposition and Impacts on Ecosystems. EM Magazine, (31).

Erisman, J.W., Galloway, J.N., Seitzinger, S., Bleeker, A., Dise, N.B., Petrescu, A.M.R., Leach, A.M. & W. de Vries. 2013. Consequences of human modification of the global nitrogen cycle. Philosophical Transactions of the Royal Society B 368: 20130116.

Erisman, J.W. & R. Slobbe. 2019. Biodivers Boeren. De meerwaarde van natuur voor het boerenbedrijf. Uitgeverij Jan van Arkel, Utrecht.

Erisman, J.W., Sutton, M.A., Galloway, J., Klimont, Z. & W. Winiwarter. 2008. How a century of ammonia synthesis changed the world. Nature Geoscience 1: 636-639.

Erisman, J.W., van Eekeren, N., Cuijper, W. & J. de Wit. 2016. Biodiversiteit als basis voor het agrarische bedrijf. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Erisman, J.W., van Eekeren, N., van Doorn, A., Geertsema, W. & N. Polman. 2017. Maatregelen natuurinclusieve landbouw. Publicatienummer 2017-024 LbD, Louis Bolk Instituut, Bunnik; rapport 2821 Wageningen Environmental Research, Wageningen.

Eygenraam, J.A. & A.D. Voûte, 1961. De invloed van het menselijk ingrijpen op landzoogdieren en -insekten. Natura 10: 158-164.

Fanta, J. & H. Siepel. 2010. Introduction. In: Fanta, J. & H. Siepel (eds). 2010. Inland drift sand landschapes. KNNV Publishing, Zeist.

Feys S. & G. Nijs. 2018. Beschermingsplan eikelmuis Nederlands-Limburg, 2018-2023: bouwsteen voor platteland in ontwikkeling Savelsbos, Bemelerberg & Schiepersberg en Geuldal. Rapport Natuurpunt Studie 2018/1. Natuurpunt, Mechelen.

Fijen,T.P.M., Scheper, J.A., Boom, T.M., Janssen, N., Raemakers, I. & D. Kleijn. 2018. Insect pollination is at least as important for marketable crop yield as plant quality in a seed crop. Ecology Letters 21: 1704-1713.

Fiselier, J., van Norren, E., Vreman, B.J., Kwakernaak, C., Jansen, P.C. & A.S. Verburg. 2012. Toekomst veenweide: klimaatadaptatie & maaiveldaling, methode en toepassing in Midden-Delfland. Werkboek. CwC Integrated Water Resources Magagemant, Wageningen Environmental Research, Wageningen.

Foppen, R., Hallmann, C., van Turnhout, C., Hofland, N., de Kroon, H. & E. Jongejans. 2018. Invloed van pesticiden op boerenlandvogels; is de bewijsvoering rond? Natuur.oriolus 84: 10-14.

Foppen, R.P.B., van Turnhout, C.A.M, van Dijk, Boele, A., Sierdsema, H. & F. Hustings. 2017. Reconstructing trends in bird population numbers by integrating data and information sources. Vogelwelt 137: 80-88.

Gaupp-Berghausen, M., Hofer, M., Rewald, B. & J.G. Zaller. 2015. Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations. Scientific Reports 5: 12886.

Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, M.B., Ceryngier, P., Liira, J., Tscharntke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C., Oñate, J.J., Guerrero, J., Hawro, V., Aavik, T, Thies, C. Flohre, A., Hänke, S., Fischer, C., Goedhart. P.W. & P. Inchausti. 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. Basic and Applied Ecology 11: 97-105.

Gies, E., Kros, H. & J.C. Voogd. 2019. Inzichten stikstofdepositie op natuur. Wageningen University & Research, Wageningen.

Gilbert-Norton, L., Wilson, R. Stevens, J.R. & K.H. Beard. 2010. A meta-analytic review of corridor effectiveness. Conservation Biology 24: 660-668.

Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C. & E.L. Rotheray. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. Science 347: 1255957.

Groenman-van Waateringe, W. 2010. Man and vegetation on the Veluwe in six time slices. In: Fanta, J. & H. Siepel (eds). 2010. Inland drift sand landschapes. KNNV Publishing, Zeist.

Guldemond, A., Lommen, J. & M. Schillemans. 2017. Boer zoekt Vleermuis Zuid-Holland CLM-930, CLM Onderzoek en Advies, Culemborg.

Habel, J.C., Trusch, R., Schmitt, T., Ochse, M. & W. Ulrich. 2019. Long-term large-scale decline in relative abundances of butterfly and burnet moth species across south-western Germany. Scientific Reports 9: 14921.

Hallmann, C.A., Foppen, R.P.B., van Turnhout, C.A.M., de Kroon, H. & E. Jongejans. 2014. Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. Nature 511: 341-343.

Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D. & H. de Kroon. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLoS ONE 12: e0185809.

Hallmann, C.A., Zeegers, T., van Klink, R., Vermeulen, R., van Wielink, P., Spijkers, H & E. Jongejans. 2018. Analysis of insect monitoring data from De Kaaistoep and Drenthe. Reports Animal Ecology and Physiology 2018-2.

Hallmann. C.A., Zeegers, T., van Klink, R., Vermeulen, R., van Wielink, P., Spijkers H., van Deijk, J., van Steenis, J. & E. Jongejans. 2019. Declining abundance of beetles, moths and caddisflies in the Netherlands. Insect Conservation and Diversity, in press.

Hendriks, R.J.J., Carvalheiro, L.G., Kleukers, R.M.J.C. & J.C. Biesmeijer. 2013. Temporal-spatial dynamics in Orthoptera in relation to nutrient availability and plant species richness. PLoS ONE 8: e71736.

Hoffmann, 2005. Biodiversity and pollination: flowering plants and flower-visiting insects in agricultural and semi-natural landscapes. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.

Huang, A.C., Jiang, T., Liu, Y-X., Bai, Y-C., Reed, J., Qu, B., Goossens, A., Nützmann, H-W., Bai Y. & A. Osbourn. 2019. A specialized metabolic network selectively modulates Arabidopsis root microbiota. Science 364: eaau6389.

Huizinga, W. & D. Strijker. 1986. Two lectures on the historical development of Dutch agriculture, 1600-1985. Agricultural Economics Research Institute, Den Haag.

Jansen, A.J.M., Bekker, R.M., Bobbink, R., Bouwman, J.H., Loeb, R., van Dobben, H., van Duinen, G.A. & M.F. Wallis de Vries. 2010. De effectiviteit van de regeling Effectgerichte Maatregelen (EGM) voor Rode-lijstsoorten. De tweede Rode Lijst met Groene Stip voor vaatplanten en enkele diergroepen in Nederland. Rapport DKI nr. 2010/dk137-O. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.

Kentie, R., Both, C., Hooijmeijer J.C.E.W. & T. Piersma. 2015. Management of modern agricultural landscapes increases nest predation rates in Black-tailed Godwits Limosa limosa. Ibis 157: 614-625.

Kentie, R., Hooijmeijer, J.C.E.W., Trimbos, K.B., Groen, N.M. & T. Piersma. 2013. Intensified agricultural use of grasslands reduces growth and survival of precocial shorebird chicks. Journal of Applied Ecology 50: 243-251.

Kleefstra, R., Barkema, L., Venema, D.J. & W. Spijkstra-Scholten. 2015. Een explosie van Veldmuizen; een invasie van broedende Velduilen in Friesland in 2014. Limosa 88: 74-82.

Kleijn, D. 2013. Agrarisch natuurbeheer: wat kost het, wat levert het op en hoe kan het beter? De Levende Natuur 114: 51-55.

Kleijn, D., Bink, R.J., ter Braak, C.J.F., van Grunsven, R., Ozinga, W.A., Roessink, I., Scheper, J.A., Schmidt, A.M., Wallis de Vries, M.F., Wegman, R., van der Zee, F. & T. Zeegers. 2018. Achteruitgang insectenpopuaties in Nederland: trends, oorzaken en kennislacunes. Rapport 2871, Wageningen Environmental Research, Wageningen.

Kluyver, H.N. 1961. Verlies en winst in een halve eeuw vogelbescherming. Natura 10: 165-173.

Knol, W.C., Kramer, H. & H. Gijsbertse. 2004. Historisch grondgebruik Nederland; een landelijke reconstructie van het grondgebruik rond 1900. Rapport 573, Alterra, Wageningen.

Knorr, M., Frey, S.D. & P. S. Curtis. 2005. Nitrogen additions and litter decomposition: a meta-analysis. Ecology 86: 3252-3257.

Koomen, A.J.M., Maas, G.J. & T.J. Weijschede. 2007. Veranderingen in lijnvormige cultuurhistorische landschapselementen. Resultaten van een steekproef over de periode 1900-2003. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOtrapport 34, Wageningen.

Kranenbarg, J. & A. de Bruin. 2014. Waterpeil een sleutelfactor in de levenscyclus van de grote modderkruiper. RAVON 54: 46-53.

Kuiper, M. 2019. Gras en grutto: ervaringen in Amstelland. De Levende Natuur 120: 139-143.

Kuiper, F., Terluin, I. & P. Terwan. 2016. Ontwikkelingen in het natuur- en landbouwbeleid. In: De Snoo, G.R., Melman Th.C.P., Brouwer, F.M., van der Weijden, W.J. & H.A. Udo de Haes (red.). 2016. Agrarisch natuurbeheer in Nederland. Principes, resultaten en perspectieven. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Kurze, S., Heinken, T. & T. Fartmann. 2018. Nitrogen enrichment in host plants increases the mortality of common Lepidoptera species. Oecologia 188: 1227-1237.

Küster, H. & C. Keenleyside. 2009. The origin and use of agricultural grasslands in Europe. In: Veen, P., Jefferson, R., de Smidt, J. & J. van der Straaten. 2009. Grasslands in Europe of high nature value. KNNV Publishing, Zeist.

Laycock, I., Cotterell, K.C., O'Shea-Wheller, T.A. & J. E. Cresswell. 2014. Effects of the neonicotinoid pesticide thiamethoxam at field-realistic levels on microcolonies of Bombus terrestris worker bumble bees. Ecotoxicology and Environmental Safety 100: 153-158.

Lilleskov, E.A., Kuyper, T.W., Bidartondo, M.I. & E.A. Hobbie. 2019. Atmospheric nitrogen deposition impacts on the structure and function of forest mycorrhizal communities: A review. Environmental Pollution 246: 148-162.

Lolkema, D.E., Noordijk,H., Stolk, A.P., Hoogerbrugge, R., van Zanten, M.C. & W.A.J. van Pul. 2015. The Measuring Ammonia in Nature (MAN) network in the Netherlands. Biogeosciences 12: 5133-5142.

Lucassen, E.C.H.E.T., van den Berg, L.J.L., Smolders, A.J.P., Aben, R.C.H., Roelofs, J.G.M. & R. Bobbink. 2014. Bodemverzuring en achteruitgang zomereik. Landschap 2014: 185-193.

Lucassen, E.C.H.E.T., van Roosmalen, M.I.J.T. & J.G.M. Roelofs. 2019. Heideherstel met vulkamin. Een beter alternatief voor dolocal? Landschap 36: 24-33.

Maas, D.W. & I.E. van der Arend. 2018. Insecten als voedselbron. Insectenonderzoek binnen het Interreg-project PARTRIDGE. Hogeschool Van Hall Larenstein, Velp.

Martin, E.A., Dainese, M., Clough, Y. et al. 2019. The interplay of landscape composition and configuration: new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe. Ecology Letters 22: 1083-1094.

Melman, Th.C.P. 1991. Slootkanten in het veenweidegebied. Proefschrift Rijksuniversiteit Leiden.

Melman, Th.C.P., Teunissen, W.A. & J.A. Guldemond, 2016. Weidevogels - op weg naar kerngebieden. In: De Snoo, G.R., Melman Th.C.P., Brouwer, F.M., van der Weijden, W.J. & H.A. Udo de Haes (red.). 2016. Agrarisch natuurbeheer in Nederland. Principes, resultaten en perspectieven. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Mennema, J., Quené-Boterenbrood, A.J. & C.L. Plate. 1980. Atlas van de Nederlandse planten. 1. Uitgestorven en zeer zeldzame planten. Uitgeverij Kosmos, Amsterdam.

Montforts, M.H.M.M., Bodar, C.W.M., Smit, C.E., Wezenbeek, J.M. & A.G. Rietveld. 2019. Bestrijdingsmiddelen en omwonenden. Samenvattend rapport over blootstelling en mogelijke gezondheidseffecten. RIVM Rapport 2019-0052. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Morrison, E.W., Frey, S.D., Sadowsky, J.J., van Diepen, L.T.A., Thomas, W.K. & A. Pringle. 2016. Chronic nitrogen additions fundamentally restructure the soil fungal community in a temperate forest. Fungal Ecology 23: 48-57.

Motta, E.V.S., Raymann, K. & N. A. Moran. 2018. Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees. PNAS. 115: 10305-10310.

Müskens, G.J.D.M., La Haye, M.J.J., van Kats, R.J.M. & A.T. Kuiters. 2018. Ontwikkeling van de hamsterpopulatie in Limburg. Stand van zaken voorjaar 2018. WOt-technical report 141. Wageningen University & Research, Wageningen.

Navarro-Roldán, M.A., Amat, C., Bau, J. & C. Gemeno. 2019. Extremely low neonicotinoid doses alter navigation of pest insects along pheromone plumes. Scientific Reports 9: 8150.

Nijssen, M.E., Geertsma, M., Kuper, J.T., van Duinen, G.A. & R. Versluijs. 2018. Fauna als randverschijnsel: kansen rondom voedselarme natuurgebieden. De Levende natuur 119: 190-194.

Nijssen, M., Remke, E. & R. Versluijs. 2008. Effecten van groenblauwe dooradering in de Ooijpolder op de biodiversiteit. Stichting Bargerveen, Nijmegen.

Nijssen, M.E., M.F. WallisDeVries & H. Siepel. 2017. Pathways for the effects of increased nitrogen deposition on fauna. Biological Conservation 212: 423-431.

Onrust, J. & T. Piersma. 2019. How dairy farmers manage the interactions between organic fertilizers and earthworm ecotypes and their predators. Agriculture, Ecosystems & Environment 273: 80-85.

Onrust, J., Wymenga, E. & T. Piersma. 2019a. Rode regenwormen: sleutelspelers voor boerenlandbiodiversiteit. De Levende Natuur 120: 144-148.

Onrust,J., Wymenga, E., Piersma, T. & H. Olff. 2019b. Earthworm activity and availability for meadow birds is restricted in intensively managed grasslands. Journal of Applied Ecology, in press.

Oosterbaan, A., Bobbink, R. & M. Decuyper. 2015. Eikensterfte: een serieus en complex probleem. Vakblad Natuur Bos Landschap 12: 10-14.

Oosterbaan, A., Haarsma, A-J. & C.J. Grashof-Bokdam. 2016. Groene landschapselementen. In: De Snoo, G.R., Melman Th.C.P., Brouwer, F.M., van der Weijden, W.J. & H.A. Udo de Haes (red.). 2016. Agrarisch natuurbeheer in Nederland. Principes, resultaten en perspectieven. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Opdam, P., Burgers, J. & G. Müskens. 1987. Population trend, reproduction, and pesticides in Dutch sparrowhawks following the ban on DDT. Ardea 75: 205-212.

Ozinga, W.A. & T.W. Kuyper. 2015. Functionele diversiteit mycorrhizaschimmels onder druk door stikstofdepositie. Vakblad Natuur Bos Landschap 12: 20-22.

Pauly, D., 1995. Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. Trends in Ecology & Evolution 10: 430.

Peakall, D.B. 1969. Effect of DDT on calcium uptake and vitamin D metabolism in birds. Nature 224: 1219-1220.

Peeters, T.M.J., Nieuwenhuijsen, H., Smit, J., Van der Meer, F., Raemakers, I.P., Heitmans, W.R.B., Achterberg, K., Kwak, M., Loonstra, A.J., De Rond, J., Roos, M. & M. Reemer. 2012. De Nederlandse Bijen (Hymenoptera: Apidae s.l.).

Pineda, A., Zheng, S-J., van Loon, J.J.A., Pieterse, C.M.J. & M. Dicke. 2010. Helping plants to deal with insects: the role of beneficial soil-borne microbes. Trends in Plant Science 15: 507-514.

Pöyry, J., Carvalheiro, L.G., Heikkinen, R.K., Kühn, I., Kuussaari, M., Schweiger, O., Valtonen, A., van Bodegom, P.M. & M. Franzén. 2017. The effects of soil eutrophication propagate to higher trophic levels. Global Ecology and Biogeography 26: 18-30.

Reemer, M. 2005. Saproxylic hoverflies benefit by modern forest management (Diptera: Syrphidae). Journal of Insect Conservation 9: 49-59.

Rienks, W., Meulenkamp, W., de Jong, D., Olde Loohuis, R., Roelofs, P., Swart, W. & T. Vogelzang. 2008. Grootschalige landbouw in een kleinschalig landschap. Rapport 1642, Alterra, Wageningen.

Rijksinstituut voor Natuurbeheer. 1979. Natuurbeheer in Nederland; levensgemeenschappen. Pudoc, Wageningen.

Roem, W.J. & F. Berendse. 2000. Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determining changes in plant species diversity in grassland and heathland communities. Biological Conservation 92: 151-161.

Roodbergen, M. & W. Teunissen. 2019. Meadow birds in The Netherlands. Wader Study 126: 7-18.

Sardans, J., Rivas-Ubach, A. & J. Penuelas. 2012. The C:N:P stoichiometry of organisms and ecosystems in a changing world: a review and perspectives. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 14: 33-47.

Schelhaas, M-J., Arets, E. & H. Kramer. 2017. Het Nederlandse bos als bron van CO2. Vakblad Natuur Bos Landschap 137: 6-9.

Schillemans, M.J., Lommen, J.L., Guldemond, J.A., Janssen, R. & H.J.G.A. Limpens. 2016. Boer zoekt ingekorven vleermuis. Toekomstperspectief voor de ingekorven vleermuis in Midden-Limburg. Rapport 2016.001. Bureau van de Zoogdiervereniging/CLM Onderzoek en Advies, Nijmegen/Culemborg.

Schroevers, W. & J. den Hengst. 1978. Plantenrijk. Wilde planten in hun landschap. Uitgeverij Kosmos BV, Amsterdam/Uitgeverij Heideland-Orbis NV, Hasselt.

Seibold, S., Gossner, M.M., Simons, N.K., Blüthgen, N., Müller, J., Ambarli, D., Ammer, C., Bauhus, J., Fischer, M., Habel, J.C., Linsenmair, K.E., Nauss, T., Penone, C., Prati, D., Schall, P., Schulze, E-D., Vogt, J., Wöllauer, S. & W.W. Weisser. 2019. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with drivers at landscape level. Nature 574: 671-674.

Siepel, H. 2018. Bodembiodiversiteit van zandgronden. Effecten van intensieve bodembewerking op de bodemfauna. Bodem 3: 11-13.

Siepel, H., Siebel, H., Verstrael, T.J., van den Burg, A.B. & J.J. Vogels. 2009. Herstel van lange termijn effecten van verzuring en vermesting in het droog zandlandschap. De Levende Natuur 110: 124-129.

Silva, V., Mol, H.G.J., Zomer , P., Tienstra, M., Ritsema, C.J. & V. Geissen. 2019. Pesticide residues in European agricultural soils – A hidden reality unfolded. Science of the Total Environment 653: 1532-1545.

Simon-Delso, N., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L.P., Bonmatin, J.M., Chagnon, M., Downs, C., Furlan, L., Gibbons, D.W., Giorio, C., Girolami, V., Goulson, D., Kreutzweiser, D.P., Krupke, C.H., Liess, M., Long, E., McField, M., Mineau, P., Mitchell, E.A.D., Morrissey, C.A., Noome, D.A., Pisa, L., Settele, J., Stark, J.D., Tapparo, A., Van Dyck, H., Van Praagh, J., Van der Sluijs, J.P., Whitehorn, P.R. & M. Wiemers. 2015. Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. Environmental Science and Pollution Research 22: 5-34.

Soldaat, L.L., Pannekoek, J., Verweij, R.J.T., van Turnhout, C.A.M. & A.J. van Strien. 2017. A Monte Carlo method to account for sampling error in multispecies indicators. Ecological Indicators 81: 340-347.

Sovon Vogelonderzoek Nederland. 2018. Vogelatlas van Nederland. Broedvogels, wintervogels en 40 jaar verandering. Kosmos uitgevers, Utrecht/Antwerpen.

Spikmans, F. & R. Zollinger. 2015. Monitoring rugstreeppad in de Noordoostpolder 2011-2015 In het kader van het Rugstreeppad-managementplan. Rapportnr. 2015.020, Stichting RAVON, Nijmegen.

Spitzen-van der Sluijs, A.M., Zollinger, R. & A. C. van Rijsewijk .2007. Ecologisch onderzoek aan de rugstreeppad in de Noordoostpolder. Rapportnummer:2007-12. Stichting RAVON, Nijmegen.

Straub, L., Williams, G.R., Vidondo, B., Khongphinitbunjong, K., Retschnig, G., Schneeberger, A., Chantawannakul, P., Dietemann, V. & P. Neumann. 2019. Neonicotinoids and ectoparasitic mites synergistically impact honeybees. Scientific Reports 9: 8159.

Sukkel, W., Cuperus, F. & D. van Apeldoorn. 2019. Biodiversiteit op de akker door gewasdiversiteit. De Levende Natuur 120: 132-135.

Teixeira, R.M. 1979. Atlas van de Nederlandse broedvogels. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's-Graveland.

Termorshuizen, A.J. 1990. Decline of carpophores of mycorrhizal fungi in stands of Pinus sylvestris. Proefschrift, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Teunissen, W.A., Schotman, A.G.M., Bruinzeel, L.W., ten Holt, H., Oosterveld, E.O., Sierdsema, H.H., Wymenga E. & Th.C.P. Melman. 2012. Op naar kerngebieden voor weidevogels in Nederland. Werkdocument met randvoorwaarden en handreiking. Alterra-rapport 2344, Alterra, Wageningen; Sovon-rapport 2012/21, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen; A&W- rapport 1799, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Throop, H.L. & M.T. Lerdau. 2004. Effects of nitrogen deposition on insect herbivory: implications for community and ecosystem processes. Ecosystems 7: 109-133.

Tiktak, A., Bleeker, A., Boezeman, D., van Dam, J., van Eerdt, M., Franken, R., Kruitwagen, S. & R. den Uyl. 2019. Geïntegreerde gewasbescherming nader beschouwd. Tussenevaluatie van de nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst. PBL-publicatienummer: 3549. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

TNO. 2019. Factsheet emissies en depositie van stikstof in Nederland. Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek, Den Haag.

Tsiafouli, M.A., Thébault, E., Sgardelis, S.P., de Ruiter, P.C., van der Putten, W.H., Birkhofer, K., Hemerik, L., de Vries, F.T., Bardgett, R.D., Brady, M.V., Bjornlund, L., Bracht Jørgensen, H., Christensen, S., d'Hertefeldt, T., Hotes, S., Hol, W.H.G., Frouz, J., Liiri, M., Mortimer, S.R., Setälä, H., Tzanopoulos, J., Uteseny, K., Pižl, V.,Stary, J., Wolters, V. & K. Hedlund. 2015. Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. Global Change Biology 21: 973-985.

Udo de Haes, H., Melman, D., Brouwer, F., van der Weijden, W. & G. de Snoo. 2016. Agrarisch natuurbeheer. In: De Snoo, G.R., Melman Th.C.P., Brouwer, F.M., van der Weijden, W.J. & H.A. Udo de Haes (red.). 2016. Agrarisch natuurbeheer in Nederland. Principes, resultaten en perspectieven. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Vaal, M., Kuijer, E., van Mannekes, M., Groenendijk, D. & M. van den Berg. 2002. Effects and risk analysis of insecticides used in Dutch agricultural systems on non-target insects. Environmental Engineering and Management Journal 1: 221-229.

Van Apeldoorn, R.C. 1989. Kleine zoogdieren in versnipperde landschappen: een literatuurstudie. Lutra 32: 21-41.

Van Apeldoorn, R.C. 2005. Muizenplagen in Nederland: oorzaken en bestrijding. Rapport 1234, Alterra, Wageningen.

Van Beek, G. 2004. Waterbeheer is visbeheer is natuurbeheer. RAVON 18: 52-54.

Van Bruggen, A.H.C., He, M.M., Shin, K., Mai, V., Jeong, K.C., Finckh, M.R. & J.G. Jr Morris. 2018. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate Science of the Total Environment 616-617: 255-268.

Van de Kam, J. 1979. Het ontstaan van het landschap. In: Mörzer Bruijns, M.F. & R.J. Benthem (red.). 1979. Spectrum atlas van de Nederlandse landschappen. Uitgeverij Het Spectrum, Utrecht/Antwerpen.

Van den Burg, A.B. & J.J. Vogels. 2017. Zuur voor de fauna - soorten bos en hei missen essentiële voedingsstoffen. Landschap 34: 71-79.

Van der Sluijs, J.P., Simon-Delso, N., Goulson, D., Maxim, L., Bonmatin, J-M. & L.P Belzunces, 2013. Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. Current Opinion in Environmental Sustainability 5: 293-305.

Van der Windt, H. J. 1995. En dan: Wat is natuur nog in dit land? Natuurbescherming in Nederland 1880-1990. Boom Uitgevers, Amsterdam.

Van der Windt, H.J. 2014. Natuurbescherming en landbouw in Nederland 1880-2010, tussen wetenschap en overheid. In: Jaarboek voor Ecologische Geschiedenis 2012-2013, Landbouw en Milieu. Uitgeverij Verloren B.V., Hilversum.

Van de Water, E.E. & R. Zollinger. 2008. De rugstreeppad als pionier in nieuwe aanpak ruimtelijke ordening. De Levende Natuur 109: 118-121.

Van Diggelen, R., Bergsma, H., Bijlsma, R-J., Bobbink, R., van den Burg, A., Sevink, J., Siebel, H., Siepel, H., Vogels, J., de Vries, W. & M. Weijters. 2019. Steenmeel en natuurherstel: een gelukkige relatie of een risicovolle combinatie? Vakblad Natuur Bos Landschap 16: 20-23.

Van Dobben, H.F., Bobbink, R., Bal, D. & A. van Hinsberg. 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Rapport 2397, Alterra, Wageningen.

Van Doorn, A. 2017. Het Europese landbouwbeleid en biodiversiteit. Rapport 2831, Wageningen Environmental Research, Wageningen.

Van Doorn, A. 2019. Natuurinclusieve landbouw: voor boeren, burgers en biodiversiteit. De Levende Natuur 120: 123-125.

Van Doorn, A., Melman, D., Westerink, J., Polman, N., Vogelzang, T. & H. Korevaar. 2016. Natuurinclusieve landbouw. Food-for-thought. Projectnummer BO-11-020-002, Wageningen University & Research.

Van Egmond, P.M. & T.J. de Koeijer. 2006. Weidevogelbeheer bij agrariërs en terreinbeheerder. De Levende Natuur 107: 118-120.

Van Herk, K. 2019. Teloorgang van epifyten op de Utrechtse Heuvelrug. Buxbaumiella 115: 14-22.

Van Herk, K., Kros, H., de Vries, W. & A. van Pul. 2018. Ammoniak in het milieu: trends bij korstmossen. V-focus 15: 30-33.

Van Hoesel, W., , Tiefenbacher , A., König, N., Dorn, V.M., Hagenguth, J.F., Prah, U., Widhalm, T., Wiklicky, V., Koller, R., Bonkowski , M., Lagerlöf, J., Ratzenböck, A. & J.G. Zaller. 2017. Single and combined effects of pesticide seed dressings and herbicides on earthworms, soil microorganisms, and litter decomposition. Frontiers in Plant Science 8: 215.

Van Noorden, B. 2013. Tien jaar akkervogels in het hamsterreservaat Sibbe. Limosa 86: 153-168.

Van Oosten, H.H., van den Burg, A.B., Versluijs, R. & H. Siepel. 2014. Habitat selection of brood-rearing Northern Wheatears Oenanthe oenanthe and their invertebrate prey. Ardea 102: 61-69.

Van Strien, A.J., Gmelig Meyling, A.W., Herder, J.E., Hollander, H., Kalkman, V.J., Poot, M.J.M., Turnhout, S., van der Hoorn, B., van Strien-van Liempt, W.T.F.H., van Swaay, C.A.M., van Turnhout, C.A.M., Verweij, R.J.T & N.J. Oerlemans. 2016. Modest recovery of biodiversity in a western European country: the Living Planet Index for the Netherlands. Biological Conservation 200: 44-50.

Van Strien, A.J., van Swaay, C.A.M., van Strien-van Liempt, W.T.F.H., Poot, M.J.M & M.F. WallisDeVries. 2019. Over a century of data reveal more than 80% decline in butterflies in the Netherlands. Biological Conservation 234: 116-122.

Van Strien, A.J., Boomsluiter, M., Noordeloos, M.E., Verweij, R.J.T. & T.W. Kuyper. 2017. Woodland ectomycorrhizal fungi benefit from large-scale reduction in nitrogen deposition in the Netherlands. Journal of Applied Ecology 55: 290-298.

Van Strien, A., van Swaay. C. & M. Kéry. 2011. Metapopulation dynamics in the butterfly Hipparchia semele changed decades before occupancy declined in the Netherlands. Ecological Applications 21: 2510-2520.

Van Swaay, C.A.M., Bos-Groenendijk, G.I., Van Grunsven, R., Van Deijk, J.R., Kok, J., Huskens, K. & M.J.M. Poot. 2019. Vlinders en libellen geteld. Rapport VS2019.002, De Vlinderstichting, Wageningen.

Van Swaay, C.A.M. & M.F. Wallis de Vries. 2000. Beschermingsplan Veenvlinders 2001-2005: definitief concept. Rapport VS2000.016,De Vlinderstichting, Wageningen.

Van 't Veer, R. 2009. Grasslands of brackish fen and of mesotrophic fen in Laag-Holland, The Netherlands. In: Veen, P., Jefferson, R., de Smidt, J. & J. van der straaten. 2009. Grasslands in Europe of high nature value. KNNV Publishing, Zeist.

Van Turnhout, C., Foppen, R. & D. Zoetebier. 2019. Recente trends van weidevogels in relatie tot beheer. Sovon-rapport 2019/85. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Van Zanden, J.L. 1985. De economische ontwikkeling van de Nederlandse landbouw in de negentiende eeuw, 1800-1914. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen.

Velders, G.J.M., Aben, J.M.M., Geilenkirchen, G.P., den Hollander, H.A., Nguyen, L., van der Swaluw, E., de Vries, W.J. & R.J. Wichink Kruit. 2018. Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland. Rapport 2018-0104, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

Verboom, B. 1998. The use of edge habitats by commuting and foraging bats. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen.

Vink, M. & D. Boezeman. 2018. Naar een wenkend perspectief voor de Nederlandse landbouw. Voorwaarden voor verandering. PBL-publicatienummer: 2717. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

Vink, M. & A. Van Hinsberg. 2019. Stikstof in perspectief. PBL-publicatienummer: 4020. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

Vogels, J.J., Bobbink, R., Weijters, M.J. & H.L.T. Bergsma. 2016. Het droge heidelandschap in de 21e eeuw: aandacht voor mineralogie en historisch landgebruik. De Levende Natuur 117: 245-250.

Vogels, J.J, Verberk, W.C.E.P., Lamers, L.P.M. &, H. Siepel. 2017. Can changes in soil biochemistry and plant stoichiometry explain loss of animal diversity of heathlands? Biological Conservation 212: 432-447.

Vogels, J.J., Weijters, M.J., Bergsma, H.L.T., Bobbink, R., Siepel, H., Smits, J. & L. Krul. 2018. Van bodemherstel naar herstel van fauna in een verzuurd heidelandschap. De Levende Natuur 119: 200-204.

Vogels, J.J., Weijters, M.J., Bobbink, R., Bijlsma, R-J., Lamers, L.P.M., Verberk, W.C.E.P. & H. Siepel. in press. Barriers to restoration: soil acidity and phosphorus limitation constrain recovery of heathland plant communities after sod cutting. Applied Vegetation Science.

Vos, P.C. 2015. Origin of the Dutch coastal landscape. Long-term landscape evolution of the Netherlands during the Holocene, described and visualized in national, regional and local palaeogeographical map series. Barkhuis Publishing, Eelde.

Wallis de Vries. 2013. Hoe stikstof de vlinders laat stikken. Entomologische Berichten 73: 10-15.

Wallis de Vries, M.F., Noordijk, J., Sierdsema, H., Zollinger, R., Smit, J.T. & M. Nijssen. 2013. Begrazing in Brabantse heidegebieden – Effecten op de fauna. Rapport VS2012.017, De Vlinderstichting, Wageningen / EIS-Nederland, Leiden / SOVON Vogelonderzoek, Stichting RAVON en Stichting Bargerveen, Nijmegen.

WallisDeVries, M.F. & C.A.M van Swaay. 2006. Global warming and excess nitrogen may induce butterfly decline by microclimatic cooling. Global Change Biology 12: 1620-1626.

WallisDeVries, M.F. & C.A.M. van Swaay. 2017. A nitrogen index to track changes in butterfly species assemblages under nitrogen deposition. Biological Conservation 212: 448-453.

Wallis de Vries, M.F., van Swaay, C.A.M. & C.L. Plate. 2010. Verbanden tussen de achteruitgang van dagvlinders en bloemenrijkdom. De Levende Natuur 111: 125-129.

Weijters, M., Bobbink, R., Verbaarschot, E., van de Riet, B., Vogels, J., Bergsma, H. & H. Siepel. 2018. Herstel van heide door middel van slow release mineralengift – resultaten van 3 jaar steenmeelonderzoek. Rapport OBN222-DZ. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, Driebergen.

Westhoff, V., Bakker, P.A., van Leeuwen, C.G., van der Voo, E.E. & I.S. Zonneveld. 1973. Wilde planten. Flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Deel 3: de hogere gronden. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's-Graveland.

Wiersma, P., Ottens, H.J., Kuiper, M.W., Schlaich, A.E., Klaassen, R.H.G., Vlaanderen, O., Postma, M. & B.J. Koks. 2014. Analyse effectiviteit van het akkervogelbeheer in provincie Groningen. Rapport Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief, Scheemda.

WNF. 2015. Natuur in Nederland. Living Planet Report. Wereld Natuur Fonds, Zeist.

WNF. 2017. Zoute en zilte natuur in Nederland. Living Planet Report. Wereld Natuur Fonds, Zeist.

WWF. 2014. Living Planet Report 2014. Species and spaces, people and places. WWF International, Gland, Switzerland.

Woodcock, B.A., Bullock, J.M., Shore, R.F., Heard, M.S., Pereira, M.G., Redhead,J., Ridding, L., Dean, H., Sleep, D., Henrys, P., Peyton, J., Hulmes, S., Hulmes, L., Sárospataki, M., Saure, C., Edwards, M., Genersch, E., Knäbe, S. & R.F. Pywell. 2017. Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees. Science 356: 1393-1395.

Wymenga, E., Latour, J., Beemster, N., Bos, D., Bosma, N., Haverkamp, J., Hendriks, R., Roerink, G.J., Kasper, G.J., Roelsma, J., Scholten, S., Wiersma, P. & E. van der Zee. 2015. Terugkerende muizenplagen in Nederland. Inventarisatie, sturende factoren en beheersing. A&W-rapport 2123. Altenburg & Wymenga bv, Alterra bv, Livestock Research Wageningen, Wetterskip Fryslân, Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief. Feanwâlden.

© Dolph Cantrijn / Hollandse Hoogte

Wereld Natuur Fonds
Het Wereld Natuur Fonds (WWF-NL) zet zich sinds 1962 actief en met succes in voor natuurbescherming over de hele wereld. We streven ernaar de prachtige rijkdom aan dier- en plantensoorten op aarde te beschermen. Samen met anderen willen we een wereld tot stand brengen waarin mens en natuur in harmonie leven. WWF wordt gesteund door 5 miljoen donateurs wereldwijd en is actief in ruim honderd landen.

Naturalis Biodiversity Center
Naturalis Biodiversity Center werkt aan het beschrijven, begrijpen en beschermen van biodiversiteit. Dat is nodig voor de toekomst van mens en natuur. We beheren een van de grootste natuurhistorische collecties ter wereld en gebruiken die intensief voor wetenschappelijke en maatschappelijke doeleinden. Onze onderzoekers zijn wereldwijd actief maar hebben ook ruim aandacht voor de Nederlandse biodiversiteit.

ANEMOON
Stichting ANEMOON (ANalyse Educatie en Marien Oecologisch ONderzoek) ondersteunt al ruim 20 jaar vrijwilligers bij het monitoren, onderzoeken en inventariseren van de fauna en flora in het Nederlandse mariene milieu en weekdieren van het land en het zoete water.

EIS Kenniscentrum Insecten
Stichting EIS is het kenniscentrum voor insecten en andere ongewervelden. De stichting verricht en stimuleert onderzoek en geeft adviezen over beleid en beheer. Daarnaast is voorlichting en educatie een belangrijke taak. Het bureau ondersteunt zo'n 50 werkgroepen met samen zo'n 2000 vrijwilligers, elk gericht op een specifieke diergroep.

FLORON
FLORON coördineert het onderzoek naar de verspreiding van wilde planten in Nederland. Met inventarisatieprojecten brengt FLORON de verspreiding en trend van planten in kaart. Hierbij maken we gebruik van de expertise van meer dan 1000 vrijwilligers. Daarnaast werkt FLORON samen met provincies en terreinbeheerders aan het opstellen en uitvoeren van plannen voor het behoud en herstel van bedreigde soorten. Kennis over planten publiceert FLORON op verspreidingsatlas.nl.

Nederlandse Mycologische Vereniging
De Nederlandse Mycologische Vereniging richt zich sinds 1908 op de bevordering van de kennis van paddenstoelen, waarbij de aandacht onder andere uitgaat naar verspreiding, trends en ecologie. Voor monitoring en onderzoek maken we gebruik van de kennis van onze 900 leden. Daarnaast is er aandacht voor paddenstoelenvriendelijk beheer en natuurbescherming.

RAVON
RAVON is een kennisorganisatie die zich richt op de studie en bescherming van in Nederland voorkomende amfibieën, reptielen en vissen. RAVON voert onderzoek uit en zet de hieruit voortvloeiende kennis en data in voor advies, voorlichting en bescherming. Er zijn circa 1500 vrijwilligers actief voor RAVON die meewerken aan verspreidingsonderzoek en monitoring van soorten.

Sovon Vogelonderzoek Nederland
Sovon bestudeert het voorkomen en de ontwikkeling van Nederlandse vogels. Sovon kijkt daarbij naar de voor- of achteruitgang, en de oorzaken daarvan. De resultaten van de tellingen die Sovon organiseert vormen een basis voor het natuurbeleid- en beheer. Ruim 10.000 vrijwillige vogelwaarnemers zijn de spil van de organisatie. De belangrijkste ontwikkelingen presenteren we jaarlijks in de Vogelbalans. Voor meer informatie over vogeltrends, ga naar sovon.nl/vogelinfo en vogelatlas.nl.

De Vlinderstichting
De Vlinderstichting is hét kenniscentrum op het gebied van vlinders en libellen in Nederland en Europa. Op basis van o.a. eigen onderzoek naar trends en ecologie van soorten ondersteunt De Vlinderstichting iedereen die aan de realisatie van een natuur vol vlinders en libellen kan bijdragen. De Vlinderstichting heeft een achterban van meer dan 30.000 mensen.

Zoogdiervereniging
De Zoogdiervereniging zet zich sinds 1952 in voor onderzoek naar en bescherming van alle in Nederland in het wild levende inheemse zoogdierpopulaties en hun leefgebieden. De Zoogdiervereniging beschermt door het (laten) uitvoeren van onderzoek en daarop gebaseerd advies en voorlichting te geven. De Zoogdiervereniging heeft ruim 6000 actieve vrijwilligers die onder andere meewerken aan verspreidingsonderzoek en monitoring van soorten.

100%
RECYCLED

WWF

Be one with nature

wwf.nl

WWF • LIVING PLANET REPORT NEDERLAND • NATUUR EN LANDBOUW VERBONDEN