



Monitoring van insectenpopulaties in Nederland

Visie en aanpak voor de realisatie van een monitorings- en onderzoeksprogramma naar de ontwikkelingen van insectenpopulaties in Nederland

Schmidt, A.M. en T. van der Meij



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Monitoring van insectenpopulaties in Nederland

Visie en aanpak voor de realisatie van een monitorings- en onderzoeksprogramma naar de ontwikkelingen van insectenpopulaties in Nederland

Schmidt, A.M.¹ en T. van der Meij²

1 Wageningen Environmental Research

2 Centraal Bureau voor Statistiek

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Themanaam' (projectnummer BO-43-023.01-015).

Wageningen Environmental Research

Wageningen, juni 2020

Gereviewd door:

W.A. Ozinga, wetenschappelijk onderzoeker, Wageningen Environmental Research

Akkoord voor publicatie:

N.A. Smits, Team Vegetatie Bos en Landschapsecologie

Rapport 3016

ISSN 1566-7197

Schmidt, A.M. en T. van der Meij, 2020. *Monitoring van insectenpopulaties in Nederland; Visie en aanpak voor de realisatie van een monitorings- en onderzoeksprogramma naar de ontwikkelingen van insectenpopulaties in Nederland*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3016. 64 blz.; 13 fig.; 7 tab.; 47 ref.

Naar aanleiding van het artikel van Hallmann et al. (2017) over de drastische achteruitgang in biomassa van vliegende insecten in ongeveer 31 natuurgebieden in Duitsland en het daaropvolgende rapport van Kleijn et al. (2018) over data- en kennishiaten in de ontwikkeling van insectenpopulaties in Nederland, is een debat gevoerd in de Tweede Kamer. Tijdens dat debat is een motie ingediend en ook aangenomen, te weten de Motie Moorlag over het opzetten van een langjarig monitorings- en onderzoeksprogramma naar insectenpopulaties in agrarisch gebied. Het ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit heeft daarom aan Wageningen Environmental Research (WENR) gevraagd een visie en plan van aanpak op te stellen voor de monitoring van insecten in Nederland. Uitgangspunten van deze visie zijn, naast het bestaande biodiversiteitsbeleid, de beoogde transitie in de landbouwsector zoals verwoord in de visie van de minister van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit op de kringlooplandbouw en de verwachte bijdrage hiervan aan het behoud en herstel van biodiversiteit. Hierbij is nadrukkelijk gekeken naar de verbinding tussen landbouw en natuur, omdat veel biodiversiteit is teruggedrongen tot natuurgebieden en het herstel van de biodiversiteit in agrarisch gebied ook sterk afhankelijk is van omringende natuurgebieden. Een samenhangende set van indicatoren wordt voorgesteld, uitgaande van drie dimensies van een natuurinclusieve kringlooplandbouw, te weten het zorgen voor behoud en herstel van biodiversiteit, het beter benutten van functionele biodiversiteit en het verlagen van de impact op biodiversiteit. Een voorzet wordt gegeven hoe deze indicatoren te operationaliseren en hoe daarbij gebruikgemaakt kan worden van bestaande monitoringsprogramma's, plannen/initiatieven en pilots.

In response to the article of Hallman et al. (2017) on the drastic decline in biomass of insects in 31 natural reserves in Germany and the subsequent report of Kleijn et al. (2018) on the data and knowledge gaps on the trends in insect populations in The Netherlands a debate was carried out by the house of representatives. During this debate a motion was filed and accepted on the development of long-term monitoring and research program on the trends in insect populations in agricultural areas. In response to this the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality asked Wageningen Environmental Research to develop a vision and a plan of action for the monitoring of insects in The Netherlands. The starting points of this vision, apart from the existing biodiversity policy, are the foreseen transition in the agricultural sector as mentioned in the vision of the Minister of Agriculture, Nature and Food Quality on the circular agriculture and the expected contribution to the conservation and restoration of biodiversity. In doing so the connection and coherence between agriculture and nature has been given special attention, as most of the biodiversity is restricted to natural areas and natural areas are of utmost importance for the restoration of biodiversity in agricultural areas. A comprehensive set of indicators is proposed based on the three dimensions of a nature inclusive circular agriculture, namely caring for the conservation and restoration of biodiversity, better use of functional biodiversity and lowering the impact on biodiversity. A first proposal has been made how to operationalize these indicators and how to make use of existing monitoring programs, plans/initiatives and pilots.

Trefwoorden: insecten, monitoring, indicatoren, biomassa, soortenrijkdom, trends, meetnetten, meetmethoden

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/524258> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2020 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001. Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3016 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Menno Reemer, EIS Kenniscentrum Insecten

Inhoud

	Verantwoording	7
	Woord vooraf	9
	Samenvatting	11
1	Inleiding	17
	1.1 Aanleiding	17
	1.1.1 Insectensterfte wereldwijd en geconstateerde kennishiaten in Nederland	17
	1.1.2 Deltaplan Biodiversiteitsherstel	18
	1.1.3 Visie kringlooplandbouw	18
	1.2 Probleemstelling	18
	1.3 Vraagstelling	19
	1.4 Aanpak	19
	1.5 Leeswijzer	19
2	Begrippenkader	20
	2.1 Definitie monitoring	20
	2.2 Monitoringstrategieën	20
	2.2.1 De informatiecyclus	20
	2.2.2 Status- en trend-effectmonitoring	21
	2.3 Doelen monitoring/toepassing monitoringgegevens	22
	2.3.1 Beleidsevaluaties (signaleren, evalueren en verantwoorden)	23
	2.3.2 Kennisontwikkeling (leren en bijsturen)	24
	2.3.3 Maatschappelijk draagvlak (motiveren en aanjagen)	25
	2.4 Indicatoren	26
3	Informatiebehoefte (vraagkant)	28
	3.1 Afbakening	28
	3.1.1 Beleidsmatige en geografische afbakening	28
	3.1.2 Raamwerk voor een set van samenhangende indicatoren	28
	3.1.3 Toelichting op begrippen uit het raamwerk	30
	3.2 Dimensie 1: Zorgen voor behoud en herstel van de biodiversiteit	32
	3.2.1 Biomassa	34
	3.2.2 Soortenrijkdom/-diversiteit	35
	3.2.3 Karakteristieke soorten	35
	3.2.4 Beschermd, zeldzame en bedreigde soorten	36
	3.3 Dimensie 2: Beter benutten van de functionele biodiversiteit	37
	3.3.1 Bestuiving	37
	3.3.2 Ziekte- en plaagbestrijding	37
	3.3.3 Afbraak organisch materiaal/bodemvruchtbaarheid	38
	3.4 Dimensie 3: Verlagen van de impact op de biodiversiteit	38
	3.4.1 Impactgevoelige (indicator)soorten	39
4	Bestaande monitoringsprogramma's, plannen/initiatieven en pilots (aanbodkant)	40
	4.1 Bestaande monitoringsprogramma's	40
	4.1.1 Netwerk Ecologische Meetnetten (NEM)	40
	4.1.2 Werkwijze Monitoring en Beoordeling Natuurnetwerk Nederland en Natura 2000/PAS	41

4.1.3	Monitoring Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer	41
4.1.4	Rijkswaterstaat meetnetten voor natuur en waterkwaliteit	41
4.2	Monitoring plannen	42
4.2.1	Visie kringlooplandbouw	42
4.2.2	Deltaplan Biodiversiteitsherstel	42
4.2.3	Experimenten natuurinclusieve landbouw Staatsbosbeheer	44
4.3	Pilots monitoring insecten	45
4.3.1	Boeren Insecten Meetnet Agrarische Gebied (BIMAG)	45
4.3.2	Digital Identification of Photographically Sampled Insect Species (DIOPSIS)	45
4.3.3	DNA-barcoding	45
5	Conclusies en aanbevelingen	46
5.1	Keuze uit een set van samenhangende indicatoren	46
5.1.1	Dimensie 1: Zorgen voor behoud en herstel biodiversiteit	46
5.1.2	Dimensie 2: Beter benutten van functionele biodiversiteit	47
5.1.3	Dimensie 3: Verlagen impact op de biodiversiteit	47
5.2	Realisatie	48
5.2.1	Meetstrategieën en -methoden	48
5.2.2	Inbedding binnen bestaande monitoringsprogramma's en beleidstrajecten	50
5.2.3	Monitoring en onderzoek	51
5.3	Randvoorwaarden	52
5.3.1	Taxonomische kennis	52
5.3.2	Data-infrastructuur	52
	Literatuur	53
	Bijlage 1 Advies set van samenhangende indicatoren	56
	Bijlage 2 Overzicht meetmethoden	58

Verantwoording

Rapport: 3016

Projectnummer: BO-43-023.01-015

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: wetenschappelijk onderzoeker

naam: Wim Ozinga

datum: 2 juni 2020

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Nina Smits

datum: 15 juni 2020

Woord vooraf

Het was een uitdagende klus om op basis van alle wetenschappelijke artikelen, rapporten en beleidsdocumenten tot een samenhangende visie en plan van aanpak te komen voor de monitoring van insecten in Nederland. Het is een dynamisch werkveld en er zijn diverse ontwikkelingen gaande, zoals de transitie naar een (natuurinclusieve) kringlooplandbouw die moet leiden tot het behoud en herstel van biodiversiteit in het agrarisch gebied, ook wel 'agrobiodiversiteit' genoemd. Mijn dank is groot aan een aantal personen die ik diverse malen heb bevroegd om mijn beeld hierover aan te scherpen, waaronder – in willekeurige volgorde – Theo Zeegers (EIS Kenniscentrum Insecten), Titia Wolterbeek (De Vlinderstichting), Chris van Swaay (De Vlinderstichting), Koos Biesmeijer (Naturalis), Louis van Vliet (LNV), Matt Huynink (LNV), Annette Zweep (LNV), Ellen Meulman (BIJ12) en Peter van de Molen (BIJ12), David Kleijn (WU), Anne van Doorn (WENR), Ruud Bink (WENR), Edgar van de Grift (WENR), Arjen de groot (WENR), Ivo Roessink (WENR), Dianne Sanders (WENR), Bas Breman en Wim Ozinga (WENR). Ik ben me ervan bewust dat ik bij lange na niet iedereen heb gesproken met kennis van zaken, maar de tijd dringt en dit rapport biedt – hoop ik – een goed startpunt voor mijn opdrachtgever (LNV) om met alle betrokken partijen tot een gezamenlijke visie te komen en stappen in de goede richting te zetten.

Anne Schmidt

Samenvatting

Aanleiding

Naar aanleiding van het artikel van Hallman et al. (2017) over de drastische achteruitgang (75%) in de biomassa van vliegende insecten in ongeveer 31 natuurgebieden in Duitsland, is door Kleijn et al. (2018) onderzocht of er in Nederland sprake is van eenzelfde achteruitgang. Zij constateren dat deze vraag lastig te beantwoorden is, omdat er data- en kennislücken zijn met betrekking tot de ontwikkelingen in insectenpopulaties in Nederland, specifiek ook met betrekking tot de trends in het agrarisch gebied. Toch kan op basis van landelijke trends in de populatieomvang (aantallen) van een aantal soortengroepen, te weten vlinders en libellen, worden geconstateerd dat er ook in Nederland sprake lijkt te zijn van een enorme afname in insectenpopulaties. Dit leidde tot een debat in de Tweede Kamer en de aangenomen Motie Moorlag, waarin wordt verzocht een langjarig onderzoeksprogramma op te zetten naar de ontwikkeling van insectenpopulaties in agrarische gebieden. Het accent ligt op het agrarisch gebied, omdat duidelijk is gebleken uit onder andere de Nederlandse rapportage voor het Verdrag inzake Biologische Diversiteit (Sanders et al., 2019) en het Living Planet Index rapport Natuur en Landbouw verbonden 2020 (Wereld Natuur Fonds, 2020), dat er met name in het agrarisch gebied een enorme achteruitgang in de biodiversiteit heeft plaatsgevonden en nog steeds plaatsvindt.

Inkadering

Er worden diverse initiatieven genomen om de achteruitgang in de biodiversiteit van het agrarisch gebied – ook wel ‘agro-biodiversiteit’ genoemd – te keren, waaronder de visie en het plan van aanpak voor de kringlooplandbouw van de minister van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit (Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2018a; Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2019) en daarmee samenhangend de vergroening van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). Ook het Deltaplan Biodiversiteitsherstel heeft als doel de negatieve trend in biodiversiteit te keren met de drie werkroutes voor respectievelijk de natuur, de landbouw en de openbare ruimte. Er is veel overlap tussen deze verschillende initiatieven en er wordt dan ook vaak naar elkaar verwezen.

Naast de transitie in de landbouwsector zijn er ook transities gaande in andere sectoren, met als doel een duurzame en natuurinclusieve samenleving te creëren, klimaatverandering tegen te gaan of beperken. In dit rapport ligt de focus echter op de verbinding tussen natuur en landbouw en de mogelijke betekenis van een transitie in de landbouwsector voor het herstel en behoud van biodiversiteit en specifiek ook op de rol en de functie van insecten. Dit betekent niet dat dit rapport ook niet kan worden gebruikt voor andere sectoren, maar een inkadering was nodig om tot concrete aanbevelingen te komen. In dit rapport wordt uitgegaan van bestaand internationaal, nationaal en provinciaal biodiversiteitsbeleid, in combinatie met de visie en het plan van aanpak van de kringlooplandbouw en aanverwante beleidsvoornemens en initiatieven, zoals het Deltaplan Biodiversiteitsherstel.

Vraagstelling

Mede naar aanleiding van het artikel van Hallman et al. (2017) en alle media-aandacht die dit kreeg, zijn door verschillende organisaties, al dan niet in opdracht van de overheid (rijk en provincies) initiatieven genomen om de data- en kennislücken in de ontwikkeling van insectenpopulaties in Nederland te dichten, waaronder de cameravallen van Naturalis, EIS, COSMONIO en de Radboud Universiteit Nijmegen (Hogeweg et al., 2019) en het Boeren Insecten Meetnet Agrarische Gebied van LTO Noord, BoerenNatuur en De Vlinderstichting (Van Deijk et al., 2019). Door de werkgroep monitoring van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel is inmiddels ook een monitoringsparagraaf opgesteld.¹ Verder zijn er voor de experimenten van een natuurinclusieve landbouw van Staatsbosbeheer ook plannen uitgewerkt voor monitoring. Dit is allemaal aanvullend op bestaande, langjarige monitoringsprogramma's gefinancierd door de overheid, waaronder het Netwerk

¹ Opzet monitoringsprogramma Deltaplan Biodiversiteitsherstel. Werkdocument, versie 9; 06 mei 2019.

Ecologische Monitoring (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2020), de Werkwijze Monitoring Natuurnetwerk en Natura 2000/PAS van de provincies (BIJ12, 2018) en de Rijkswaterstaat meetnetten voor natuur- en waterkwaliteit (Graveland, 2018).

De kunst is om de krachten te bundelen en tot een samenhangend monitorings- en onderzoeksprogramma te komen naar de ontwikkelingen van insectenpopulaties in Nederland, waar zo veel mogelijk gebruikers bij gebaat zijn en dat aansluit op bestaande monitoringsprogramma's. In dit rapport is getracht een visie te geven op hoe een dergelijk monitorings- en onderzoeksprogramma eruit kan komen te zien en welke stappen nodig zijn om dit te realiseren.

De vragen die in dit rapport worden beantwoord, zijn:

1. Welke informatiebehoefte heeft de overheid ten aanzien van de ontwikkelingen van insectenpopulaties binnen welke beleidscontext en hoe is dit te vertalen in een set van samenhangende indicatoren?
2. Welke bestaande of nieuwe monitoringsprogramma's, plannen/initiatieven en pilots kunnen, al dan niet met enkele aanpassingen, in de vorm van een set van samenhangende indicatoren aan deze informatiebehoefte voldoen?
3. Wat is er nodig (wie, wat, wanneer) om in de komende jaren de bestaande monitoring uit te breiden, gebruikmakend van de huidige plannen/initiatieven en pilots, om daarmee de set van samenhangende indicatoren te operationaliseren?

Aanpak

Dit advies is tot stand gekomen in samenspraak met het Kernteam NEM en het Partneroverleg Monitoring en bij de beleidsdossiers betrokken ambtenaren van LNV en experts van onderzoeksinstituten en soortenorganisaties. Verder is er geput uit diverse wetenschappelijke artikelen, onderzoeksrapporten en beleidsdocumenten.

Alvorens in te gaan op de informatiebehoefte, is een begrippenkader opgenomen om verwarring te voorkomen over de betekenis van bepaalde begrippen, waaronder het begrip monitoring. Ook wordt toegelicht hoe van informatiebehoefte tot een set van indicatoren en een daarbij passende meetstrategie te komen, welke keuzes daarbij kunnen worden gemaakt, mede afhankelijk van het doel van de monitoring oftewel de toepassing van de monitoringgegevens.

Vervolgens is een raamwerk ontwikkeld en is de informatiebehoefte op basis van dit raamwerk verder uitgewerkt. Bestaande monitoringsprogramma's, plannen/initiatieven en pilots zijn geïnventariseerd en kort beschreven. Dit is niet uitputtend gedaan. Het accent ligt hier op structureel gefinancierde monitoring, waarop aangesloten kan worden. Oude datasets zijn hierbij nadrukkelijk niet meegenomen. De informatiebehoefte is vervolgens geconfronteerd met het aanbod aan informatie en op basis hiervan zijn conclusies getrokken over de monitoring en worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek indien de keuzes nog niet mogelijk zijn of nadere onderbouwing behoeven.

Raamwerk voor een set van samenhangende indicatoren

De aanneme in dit rapport is dat het noodzakelijk is om met diverse partijen tot afspraken te komen over een set van samenhangende indicatoren, die toepasbaar is op verschillende ruimtelijke schaalniveaus, om zo tot een gezamenlijke en breed gedragen visie en plan van aanpak voor de monitoring van insecten te komen. Om tot een dergelijk set van samenhangende indicatoren te komen, is in dit rapport een raamwerk (een matrix) opgesteld (zie onderstaande tabel), met op de x-as de verschillende dimensies van een natuurinclusieve landbouw, te weten: (1) het zorgen voor behoud en herstel van biodiversiteit, (2) het beter gebruik maken van functionele biodiversiteit en (3) het verlagen van de negatieve impact op de biodiversiteit. Op de y-as staan de verschillende gebruikersdoelen van de monitoring, te weten (A) beleidsevaluaties (signaleren, evalueren en verantwoorden), (B) kennisontwikkeling (leren en bijsturen) en (C) het creëren van maatschappelijke draagvlak (motiveren en aanjagen). De keuze uit een indicator is namelijk sterk afhankelijk van deze drie dimensies in combinatie met het gebruikersdoel.

Doelen monitoring/ toepassingen monitoringgegevens	1. Zorgen voor behoud en herstel van biodiversiteit	2. Beter benutten van functionele biodiversiteit/ ecosysteemdiensten	3. Verlagen impact op biodiversiteit
A. Beleidsevaluaties (signaleren, evalueren en verantwoorden)	Trends van zeldzame en bedreigde soorten Trends van karakteristieke soorten Biomassa insecten	Trends van soorten met een specifieke functie (bv. bestuiving, plaagbestrijding, afbraak organisch materiaal)	Trends van indicatorsoorten (impactgevoelige soorten)
B. Kennisontwikkeling (leren en bijsturen)	Effecten van behoud- en herstelmaatregelen (bv. het inzaaien van akkerranden) op zeldzame en bedreigde soorten, karakteristieke soorten en biomassa	Effecten van functie bevorderende maatregelen (bv. strokenteelt) op soorten met een specifieke functie	Effecten van impact verlagende maatregelen (bv. beperkingen in het gebruik van meststoffen en gewasbescherming middelen) op indicatorsoorten
C. Maatschappelijk draagvlak (motiveren en aanjagen)	Charismatische en makkelijk herkenbare zeldzame en/of bedreigde soorten	Charismatische en makkelijk herkenbare soorten met een specifieke functie	Charismatische en makkelijk herkenbare indicatorsoorten

Om een voorbeeld te noemen: voor het zorgen voor behoud en herstel van biodiversiteit maakt men vaak een keuze uit insecten die zeldzaam zijn of bedreigd worden, zoals soorten die op de Rode Lijst staan of op de bijlagen van de Europese richtlijnen. Voor het beter benutten van de functionele biodiversiteit maakt men eerder een keuze uit insecten met een specifieke functie, zoals plaagbestrijders of bestuivers (veelal niet zeldzaam). En om nog een voorbeeld te noemen: voor beleidsevaluaties worden vaak landelijke of provinciale trends in de populatieomvang (aantallen) van specifieke, in het oog springende en veelal relatief eenvoudig te herkennen doch ecologisch betekenisvolle, soortgroepen toegepast, bijvoorbeeld vlinders en libellen. Voor kennisontwikkeling wordt eerder op lokaal of gebiedsniveau gekeken naar de trends van een bredere groep van soorten, in relatie tot de genomen maatregelen (oorzaak-gevolgrelaties). Dit type monitoring heeft meer het karakter van experimenteel onderzoek. Voor het verlagen van de impact van bepaalde landgebruiksvormen, bijvoorbeeld het verlagen van de toepassing van meststoffen of gewasbeschermingsmiddelen, worden weer andere keuzes gemaakt, bijvoorbeeld impactgevoelige soorten, ook wel indicatorsoorten genoemd. En wil men een vorm van participatieve monitoring toepassen om het maatschappelijke draagvlak te verhogen, dan is het weer raadzaam om aansprekende ofwel charismatische soorten te kiezen, die relatief makkelijk te herkennen zijn.

Voor alle drie de dimensies van een natuurinclusieve landbouw is getracht om de informatiebehoefte te beschrijven en te vertalen in een samenhangende set van indicatoren. Wat het moeilijk maakte, is het feit dat er binnen de landbouwsector nog geen concrete beleidsdoelen zijn gesteld ten aanzien van de 'agrobiodiversiteit' (Schütt en van Doorn, 2020). Men valt dan vaak ook terug op bestaande indicatoren, bv. de Living Planet Index (LPI) en op soortengroepen waar al veel van bekend is, te weten vlinders en libellen. Men lijkt zich ook vooral op het agrarisch gebied te richten (het sluiten van kringlopen, het verbeteren van de bodemkwaliteit etc.), terwijl juist ook de interactie met natuurgebieden van belang is. Veel van onze biodiversiteit is namelijk teruggedrongen in natuurgebieden en de landbouw heeft ook impact op de natuurgebieden, neem bijvoorbeeld de discussie over de stikstofproblematiek.

Conclusies en aanbevelingen

Keuze uit een set van samenhangende indicatoren

In onderstaande tabel wordt een set van samenhangende indicatoren gepresenteerd. Voor een uitgebreide toelichting wordt verwezen naar hoofdstuk 3 en 5. Er is nog een aantal 'losse eindjes', die in een vervolg nader moeten worden uitgewerkt en waarbij input vanuit zowel de landbouw- als de natuursector gewenst is. Dit betreft vooral de dimensies beter benutten van functionele biodiversiteit en verlagen impact op biodiversiteit. Onduidelijk is hier wat exact de beleidsvoornemens en ambities zijn en hoe deze te ondersteunen en evalueren.

Dimensie	Doel
1. Zorgen voor behoud en herstel biodiversiteit	
- Biomassa/'productiviteit'	Inzicht in voedselaanbod voor hogere trofieniveaus (bv. weidevogels en vleermuizen) in verschillende typen natuurlijke en agrarische ecosystemen
- Soortenrijkdom/'diversiteit'	Inzicht in de soortenrijkdom/soortensamenstelling van verschillende typen natuurlijke en agrarische ecosystemen
- Karakteristieke soorten/'ecosysteemkwaliteit'	Inzicht in de 'kwaliteit' van verschillende typen natuurlijke en agrarische ecosystemen
- Beschermde, zeldzame en/of bedreigde soorten	Inzicht in de status van beschermde, zeldzame en bedreigde soorten (Habitatrichtlijnsoorten, Rode Lijstsoorten, bestuivers in verband met het EU-initiatief inzake bestuivers) binnen en buiten natuurgebieden
2. Beter benutten van functionele biodiversiteit	
- Bestuiving: diversiteit aan bestuivers <i>Hoe gevarieerder het aanbod aan bestuivers, hoe robuuster het agro-ecosysteem is en hoe beter de bestuiving.</i>	Inzicht in de bestuiving van gewassen en fruitbomen
- Ziekte en plaagbestrijding/'groene gewasbescherming': vergt nog nadere uitwerking	Inzicht in ziekte- en plaagbestrijding van gewassen en fruitbomen
- Afbraak organisch materiaal bodem/'bodemkwaliteit': op basis van bestaande indicatoren <i>Dit kan worden bepaald op basis van biomassa schimmels en bacteriën en de dichtheid van wormen en aaltjes. De rol van insecten is beperkt en niet in bestaande methoden opgenomen.</i>	Inzicht in de bodemkwaliteit oftewel bodemvruchtbaarheid
3. Verlagen impact op biodiversiteit	
- Impactgevoelige soorten: vergt nog nadere uitwerking	Inzicht in de effecten van het beperken van het gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen op de water- bodem- en luchtkwaliteit en daarmee op de biodiversiteit

Realisatie

Aanbevolen wordt om de voorgestelde set van indicatoren voor te leggen aan een breder publiek, hierin te prioriteren en mede afhankelijk daarvan een aantal indicatoren te operationaliseren ofwel verder uit te werken in een meetstrategie, in samenwerking met de juiste experts op dit terrein.

Een voorzet wordt gegeven welke meetmethoden geschikt zijn voor welke indicatoren en in hoeverre er ook gebruikgemaakt kan worden van bestaande monitoringsprogramma's, plannen/initiatieven en pilots (zie onderstaande tabel).

Wat?	Hoe?
1. Zorgen voor behoud en herstel biodiversiteit	
- Biomassa/'productiviteit'	Nieuw meetnet opzetten. Diverse methoden mogelijk, waaronder piramidevallen, malaisevallen en potvallen. In Deltaplan Biodiversiteitsherstel worden piramidevallen ingezet om link met beheer te leggen. In ontwikkeling zijn de cameravallen (geautomatiseerde methode).
- Soortenrijkdom/'diversiteit'	Nieuw meetnet opzetten. Diverse methoden mogelijk, waaronder piramidevallen, malaisevallen en potvallen. In Deltaplan Biodiversiteitsherstel worden piramidevallen ingezet om link met beheer te leggen. In ontwikkeling zijn de cameravallen en DNA-methoden (destructief en niet destructief).
- Karakteristieke soorten/'ecosysteemkwaliteit'	Bestaande meetnetten (bv. vlinders en libellen) uitbreiden naar agrarisch gebied/agrarische ecosystemen. Soortenlijsten maken voor agrarische ecosystemen. Referenties en maatlatten opstellen. Naast insecten ook andere soortgroepen meenemen bijvoorbeeld planten en vogels. Dit sluit aan bij systematiek van het Natuurnetwerk Nederland en Habitatrichtlijn/Natura 2000, de kwaliteitsbeoordeling van de beheertypen (Index NL) en habitattypen (Annex I HR).
- Beschermde, zeldzame en/of bedreigde soorten	Het NEM is hier al op ingericht. Uitbreiden en verdichten meetnet vlinders en meetnet libellen om beter beeld te krijgen van agrarisch gebied. Nieuw meetnet opzetten voor bijen en zweefvliegen en aansluiten bij EU-initiatief bestuivers (gaat ook om bestuivers in natuurgebieden en niet beperkt tot agrarisch gebied!). Diverse methoden mogelijk, waaronder tellingen en pan traps.
2. Beter benutten van functionele biodiversiteit	
- Bestuiving: diversiteit aan bestuivers	Nieuw meetnet opzetten. Diverse methoden mogelijk, waaronder tellingen en pan traps. Link leggen met dimensie 1 het meetnet bestuivers (EU-initiatief inzake bestuivers)
- Ziekte en plaagbestrijding/'groene gewasbescherming': vergt nog nadere uitwerking	Dit is een complex vraagstuk. Vergt nadere uitwerking. Er wordt onderzoek naar gedaan o.a. effecten van strokenteelt (gemengde teeltsystemen).
- Afbraak organisch materiaal bodem/'bodemkwaliteit'	Bestaande methoden gebaseerd op biomassa schimmels en bacteriën en de dichtheid van wormen en aaltjes toepassen. Ooit landelijk meetnet RIVM en WUR (BOBI). Mogelijk nieuw leven in blazen.
3. Verlagen impact op biodiversiteit	
- Impact gevoelige soorten: vergt nog nadere uitwerking	Voorbeeld is de stikstofindicator vlinders. Mogelijk uit te breiden met andere impactgevoelige soortgroepen. Vergt nadere uitwerking.

Inbedding binnen bestaande monitoring en relatie monitoring en onderzoek

Bij de keuze uit de set van indicatoren is het raadzaam om alvast na te denken hoe deze indicatoren uiteindelijk in te bedden in bestaande monitoringsprogramma's, zoals het Netwerk Ecologische Monitoring. Bepalend hierbij is het doel (de toepassing) van de monitoring. Voor beleidsevaluaties (signaleren, evalueren en verantwoorden) is inbedding van de indicatoren en meetdoelen in het NEM een logische keuze. Voor kennisontwikkeling (leren en bijsturen) ligt het meer voor de hand dit in te bedden in onderzoeksprogramma's en projecten uitgevoerd door kennisinstellingen en universiteiten bijvoorbeeld het NWO (Living Labs Deltaplan Biodiversiteitsherstel) en voor WUR de KennisBasis (KB). Wel dient hierbij extra aandacht besteed te worden aan de continuïteit van het onderzoek en de

monitoring. Ook afstemming tussen beide (monitoring in kader NEM en onderzoeksprogramma's en projecten) is van belang, zoals ook wordt beoogd in het Deltaplan Biodiversiteitsherstel. Mogelijk dat de partners van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel (de werkgroep monitoring en de werkgroep kennis en innovatie) hier iets in kunnen betekenen. Voor de monitoring is het van belang om meetprotocollen op te stellen en met elkaar te delen, zodat data voor meerdere doeleinden kunnen worden ingezet, idealiter conform FAIR (Findable, Accessible, Interoperable and Reusable) principes. Verder is het aan te bevelen om ook participatieve vormen van monitoring in te zetten, want voor een beoogde transitie is het belangrijk om draagvlak te creëren. Het Boeren Insecten Meetnet in Agrarisch Gebied (BIMAG) is hiervoor een goed aanknopingspunt. Ook binnen de Living Labs van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel is men dit van plan (pers. com. Koos Biesmeijer).

Randvoorwaarden

Verder is er aan aantal organisatorische en technische randvoorwaarden voor het slagen van een langjarig onderzoeks- en monitoringsprogramma naar de ontwikkeling van insectenpopulaties in agrarisch gebied, te weten het op peil houden/brengen van de taxonomische kennis en slagkracht (door bv. training en educatie) en het onderhouden en beheren van een data-infrastructuur waarmee data onderling uitgewisseld kunnen worden en hergebruikt. Dit is niet belegd in het Netwerk Ecologisch Monitoring, dus de vraag is hoe dit georganiseerd en gefinancierd dient te worden. De Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF) speelt hierin een belangrijke rol, aangezien hier alle observaties van flora- en faunasoorten – o.a. in het kader van de meetnetten van het NEM – op een gestandaardiseerde wijze in worden opgeslagen, beheerd en gedeeld.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

1.1.1 Insectensterfte wereldwijd en geconstateerde kennishiaten in Nederland

Naar aanleiding van het artikel van Hallmann (2017) over de drastische achteruitgang in de biomassa van vliegende insecten in 31 natuurgebieden in Duitsland, is door het Ministerie van LNV in 2017 aan de WUR gevraagd of in Nederland ook sprake is van een dergelijke achteruitgang en wat hiervan de oorzaak kan zijn. Kleijn et al. (2018) constateren dat hier geen eenduidig antwoord op te geven is, omdat in Nederland geen vergelijkbare (bv. data over de biomassa van insecten) en geschikte monitoringsdata voor beschikbaar zijn. Wel is er op basis van de informatie over een aantal soortgroepen (o.a. vlinders en libellen) wetenschappelijke consensus dat in Nederland ook een afname van aantallen insecten plaatsvindt en vooral ook heeft plaatsgevonden. Omdat de huidige monitoring van insecten beperkt is tot een aantal soortgroepen en veelal ook gericht is op natuurgebieden, is er geen compleet beeld van de aard en de omvang van de insectensterfte in Nederland. Kleijn et al. (2018) identificeren bovendien een aantal aanvullende kennishiaten, te weten het gebrek aan kennis over de effecten van een combinatie van herstelmaatregelen op insectenpopulaties, de trends van insectenpopulaties in het agrarisch gebied, de variatie in de samenstelling van insectenpopulaties in belangrijke habitats en de informatie die nog uit beschikbare datasets te halen is. Aan het laatste is inmiddels gehoor gegeven door verschillende organisaties (Hallman et al., 2020; Stam et al., 2019).

Gedurende een plenair debat in de Tweede Kamer (14 maart 2019) is er, mede naar aanleiding van het rapport van Kleijn et al. (2018), een motie ingediend (Motie Moorlag c.s.) over de realisatie van een langjarig onderzoeksprogramma naar de ontwikkeling van insectenpopulaties in agrarische gebieden in Nederland (zie tekst box 1). In het debat zijn tevens moties ingediend over de effecten van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (motie Bromet), bestrijdingsmiddelen en pesticiden (motie Futselaar). De motie Moorlag c.s. is aangenomen en vergt nadere uitwerking waar in dit rapport op wordt ingegaan, echter wel vanuit een bredere beleidsmatige context, waaronder de beoogde transitie naar een (natuurinclusieve) kringlooplandbouw (Ministerie van LNV, 2018) en de rapporten van het Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES, 2016a, IPBES 2016b en IPBES, 2019).

Tekst box 1 Motie Moorlag (26407, nr. 125)

Overwegende dat de sterke afname van insectenpopulaties een bedreiging is voor ons ecosysteem en een deel van de voedselvoorziening;

overwegende dat in het rapport *Achteruitgang insectenpopulaties in Nederland: trends, oorzaken en lacunes* staat dat er vrijwel geen informatie beschikbaar is over trends van insecten in agrarische gebieden, omdat het aan een professioneel monitoringsprogramma ontbreekt;

verzoekt de regering zorg te dragen voor een langjarig onderzoeksprogramma om goed zicht te krijgen op de ontwikkeling van insectenpopulaties in agrarische gebieden.

Ook in Duitsland is er aandacht voor het herstel van insectenpopulaties. De Duitse Federale overheid heeft een budget van 100 miljoen euro beschikbaar gesteld voor een actieplan ter bescherming van insecten, waarvan 25 miljoen euro voor onderzoek en monitoring (zie tekst box 2). Het Duitse programma richt zich ook op bescherming van insecten en beperkt zich niet tot agrarisch gebied.

Tekst box 2 Actieplan voor bescherming van insecten in Duitsland

De Duitse Federale overheid heeft op 4 september 2019 een Actieplan voor de bescherming van insecten gelanceerd met een budget van 100 miljoen euro, waarvan 25 miljoen euro voor onderzoek en monitoring. Het voornemen is om een landelijk monitoringsnetwerk naar insecten op te zetten dat deel uit maakt van een groter biodiversiteitsmonitoringsprogramma en tegelijkertijd meer onderzoek uit te voeren naar de mogelijke oorzaken van de waargenomen achteruitgang in insectenpopulaties (negatieve trends) en de kansrijkste herstelstrategieën. De overheid belooft ook om meer ondersteuning te bieden voor taxonomisch onderzoek en training, een zeer belangrijke randvoorwaarde voor de monitoring en verder onderzoek. De entomologen worden overigens zelf ook gezien als een uitstervende soort. In het universitair onderwijs wordt momenteel geen taxonomie meer gegeven.

<https://www.sciencemag.org/news/2019/09/100-million-german-insect-protection-plan-will-protect-habitats-restrict-weed-killers>

1.1.2 Deltaplan Biodiversiteitsherstel

De politiek-maatschappelijke discussie over de insectensterfte staat niet op zich. Mede naar aanleiding van het artikel van Hallmann et al. (2017) is in Nederland een maatschappelijk initiatief ontstaan getiteld het 'Deltaplan Biodiversiteitsherstel'.² Het doel van dit initiatief is om door brede samenwerking en een integrale aanpak de waargenomen negatieve trend in biodiversiteit om te buigen naar een positieve trend. De kern van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel bestaat uit vijf kritische succesfactoren: draagvlak, verdienmodellen, coherente wet- en regelgeving, kennis en innovatie en een gebiedsgerichte aanpak, waarbij acties in natuur, landbouw én openbare ruimte in samenhang worden ontwikkeld. Er is ook een opzet gemaakt voor een monitoringsprogramma³ van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel.

1.1.3 Visie kringlooplandbouw

Het Deltaplan Biodiversiteitsherstel sluit goed aan op de visie van minister Carola Schouten: *Visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden. Nederland als koploper in kringlooplandbouw* (Ministerie van LNV, 2018a). De minister beoogt een omschakeling in de landbouwsector teweeg te brengen en wil naar een circulair systeem met een lager gebruik van grondstoffen en een zorgvuldig beheer van bodem, water en natuur. Inmiddels is er een plan opgesteld hoe deze visie te realiseren (Ministerie van LNV, 2019). Het Deltaplan Biodiversiteitsherstel wordt hierin omarmd. Tevens wordt verwezen naar de pilots die worden uitgevoerd in het kader van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB), het Interbestuurlijk Programma Vitaal Platteland en experimenten van Staatsbosbeheer met het verpachten van gronden voor een natuurinclusieve landbouw. Berkhout et al. (2019) hebben een advies opgesteld voor de opzet voor de monitoring en evaluatie van de kringlooplandbouw.

1.2 Probleemstelling

Niet alleen in de landbouwsector wordt een transitie voorzien naar een duurzame – natuurinclusieve – samenleving, maar ook in ander sectoren, bijvoorbeeld de energiesector. Ook daar is het voornemen om zorgzamer met grondstoffen om te gaan en maatregelen te nemen om de biodiversiteit te herstellen. Er worden binnen deze bredere context door verschillende typen organisaties (overheden en niet-overheden) plannen gemaakt voor monitoring van biodiversiteit. Insecten maken een belangrijk deel uit van 'de biodiversiteit' (43% van het totaal aantal soorten in Nederland) en vormen onderdeel van deze plannen. Naast al langer bestaande monitoring lopen inmiddels ook al enkele pilots voor aanvullende monitoring van insecten, waaronder het 'Boeren Insecten Meetnet Agrarisch Gebied' (afgekort BIMAG) en de ontwikkeling van cameravallen in combinatie met automatische beeldherkenning, oftewel 'Digital Identification of Photographically Sampled Insect Species' afgekort DIOPSIS (Hogeweg et al., 2019).

² Deltaplan Biodiversiteitsherstel. *In actie voor een rijkere Nederland*. December 2018.

³ Opzet monitoringsprogramma Deltaplan Biodiversiteitsherstel *Werkdocument, versie 9; 06 mei 2019*.

De kunst is om de krachten te bundelen en tot een samenhangend monitorings- en onderzoeksprogramma te komen naar de ontwikkelingen van insectenpopulaties in Nederland, waar zo veel mogelijk gebruikers bij gebaat zijn en dat aansluit op bestaande monitoringsprogramma's. In dit rapport is getracht een visie te geven op hoe een dergelijk monitorings- en onderzoeksprogramma eruit kan komen te zien en welke stappen gemaakt moeten worden om dit te realiseren.

1.3 Vraagstelling

De vragen die in dit rapport worden beantwoord, zijn:

1. Welke informatiebehoefte heeft de overheid ten aanzien van de ontwikkelingen van insectenpopulaties binnen welke beleidscontext en hoe is dit te vertalen in een set van samenhangende indicatoren?
2. Welke bestaande monitoringsprogramma's, plannen/initiatieven en pilots kunnen, al dan niet met enkele aanpassingen, in de vorm van een set van samenhangende indicatoren aan deze informatiebehoefte voldoen?
3. Wat is er nodig (wie, wat, wanneer) om in de komende jaren de bestaande monitoring uit te breiden, gebruikmakend van de huidige plannen/initiatieven en pilots, om daarmee de set van samenhangende indicatoren te operationaliseren?

1.4 Aanpak

Dit advies is in samenspraak met het Kernteam NEM en het Partneroverleg Monitoring en bij de beleidsdossiers betrokken ambtenaren van LNV en experts van onderzoeksinstituten en soortenorganisaties tot stand gekomen. Verder is er geput uit diverse wetenschappelijke artikelen, onderzoeksrapporten en beleidsdocumenten.

Alvorens in te gaan op de informatiebehoefte, is een begrippenkader opgenomen om verwarring over de betekenis van bepaalde begrippen, waaronder het begrip monitoring, te voorkomen. Hierin wordt ook toegelicht hoe van informatiebehoefte tot een set van indicatoren en een daarbij passende meetstrategie te komen en welke keuzes daarbij te maken, mede afhankelijk van het doel (toepassing) van de monitoring.

Vervolgens is een raamwerk ontwikkeld en is de informatiebehoefte op basis van dit raamwerk verder uitgewerkt. Bestaande monitoringsprogramma's, plannen/initiatieven en pilots zijn geïnventariseerd en kort beschreven. Dit is niet uitputtend gedaan. Het accent ligt hier op structureel gefinancierde monitoring, waarop aangesloten kan worden. Oude datasets zijn hierbij nadrukkelijk niet meegenomen. De informatiebehoefte is vervolgens geconfronteerd met het aanbod aan informatie en op basis hiervan zijn conclusies getrokken en worden aanbevelingen gedaan.

1.5 Leeswijzer

Monitoring is een breed begrip dat op verschillende wijze wordt geïnterpreteerd en daardoor tot verwarring kan leiden. Vandaar dat in hoofdstuk 2 een definitie wordt gegeven van het begrip monitoring zoals in dit rapport gehanteerd. Ook wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de wijze waarop een monitoringsprogramma wordt vormgegeven, welke keuzes hierbij gemaakt moeten worden, de verschillende gebruiksdoeleinden oftewel toepassingen van de monitoringgegevens en daaraan verwante inhoudelijke kaders en bijbehorende indicatoren. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 ingegaan op de informatiebehoefte (de vraagkant) en wordt in hoofdstuk 4 beschreven wat er al aan monitoring bestaat en welke plannen er zijn en pilots er lopen (de aanbodkant). In hoofdstuk 5 worden conclusies getrokken op basis van de voorgaande hoofdstukken en worden aanbevelingen gedaan hoe de huidige monitoring uit te breiden en/of aan te passen, zodat er beter zicht komt op de ontwikkelingen van insectenpopulaties vanuit verschillende beleidsperspectieven. Hierbij wordt ook ingegaan op enkele randvoorwaarden.

2 Begrippenkader

2.1 Definitie monitoring

Monitoring definiëren we hier als 'het verzamelen van meetgegevens volgens een vaste strategie of bemonsteren volgens een vaste werkwijze, op een vaste plaats op gezette tijden en het analyseren ervan met het oog op het bepalen van veranderingen in de tijd en/of de ruimte'. Monitoring vereist periodieke metingen die op een identieke wijze worden uitgevoerd en/of zodanig worden gestandaardiseerd dat de metingen vergelijkbaar zijn. Dit vraagt om zorgvuldige meetprotocollen waarin exact is vastgelegd hoe, waar en wanneer de metingen moeten plaatsvinden. Idealiter wordt ook in een protocol vastgesteld hoe de meetgegevens moeten worden verwerkt en geïnterpreteerd. In de praktijk is dat lang niet altijd het geval. Belangrijk is wel dat duidelijk is vastgelegd hoe de gegevens zijn ingewonnen, omdat dat bepalend is voor welke doeleinden de gegevens gebruikt kunnen worden.

Op het moment dat de meetgegevens worden ingezet voor de beantwoording van onderzoeksvragen, bijvoorbeeld wat de oorzaken en de gevolgen zijn van waargenomen negatieve trends in insectenpopulaties, is er sprake van onderzoek. Monitoring kan helpen bij het formuleren van hypothesen, maar de toetsing hiervan is te karakteriseren als onderzoek. Meestal worden hierbij de meetgegevens van verschillende monitoringsprogramma's gecombineerd, bijvoorbeeld de populatieontwikkelingen van weidevogels en de trends in grondwaterstanden. De meetgegevens bieden dan al snel een goede basis voor het achterhalen van correlaties tussen de onderzochte meetvariabelen en bijvoorbeeld omgevingsfactoren of beheermaatregelen. Wanneer het onderzoek gebruikmaakt van een BACI-studieopzet – d.w.z. een opzet waarbij zowel voor (Before) als na (After) een ingreep of gebeurtenis op een controleplek (Control) en een ingreepplek (Impact) wordt gemeten –, dan is het beter mogelijk om ook causale verbanden te achterhalen (maar ook dan is dit in complexe ecosystemen vaak lastig). Deze meetopzet wordt vaak toegepast bij onderzoek naar de effecten van maatregelen.

In de afgelopen decennia zijn methoden ontwikkeld om 'opportunistische data', te weten data die niet zijn ingewonnen op basis van een meetprotocol, te analyseren tot trends, bijvoorbeeld met behulp van 'occupancy modelling' (Van Strien et al., 2013). Wanneer deze data bij analyse achteraf, door selectie en bewerking, alsnog tot op zekere hoogte kunnen worden gestandaardiseerd, is dit ook als monitoring te beschouwen.

2.2 Monitoringstrategieën

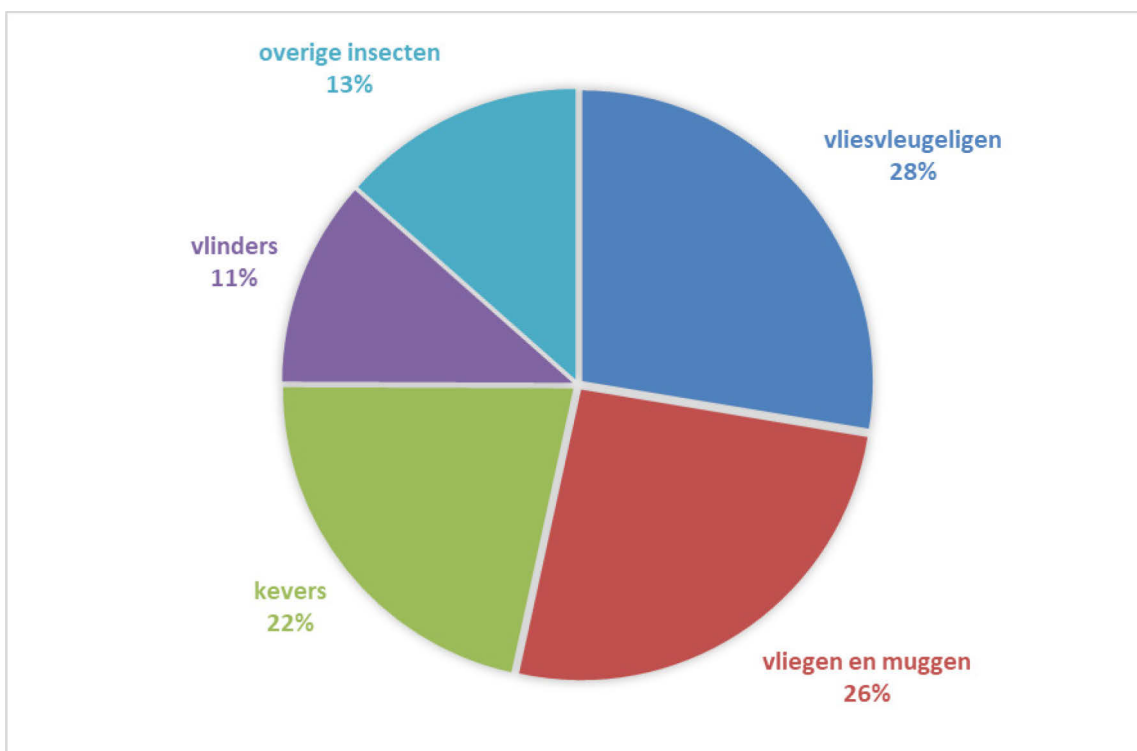
2.2.1 De informatiecyclus

Zoals geïllustreerd door de informatiecyclus van het Netwerk Ecologische Monitoring (zie Figuur 1), gaat de monitoring uit van een bepaalde informatiebehoefte (1). Afhankelijk van deze informatiebehoefte wordt een monitoringstrategie vastgesteld (2). Gegevens worden verzameld, gevalideerd en verwerkt tot informatie, dit conform afgesproken protocollen (3). De informatie wordt overgedragen aan de gebruiker (4). De gebruiker past deze informatie toe voor een bepaald doeleinde (5) en vervolgens kan worden bepaald in hoeverre aan de oorspronkelijke informatiebehoefte is voldaan (terugkoppeling van de gebruiker). Dit is in feite een iteratief proces, waarbij de monitoringstrategie steeds wordt aangepast/bijgesteld om de gebruiker steeds beter te voorzien van de gevraagde informatie. De informatiebehoefte verandert in de tijd, zo ook de meet- en dataverwerkingsmethoden. Door hier continu op te anticiperen, ontstaat een robuust en doelmatig monitoringsysteem.



Figuur 1 Informatiecyclus: de informatiebehoefte bepaalt de monitoringstrategie.

In Nederland komen bijna 20.000 soorten insecten voor, verdeeld over een aantal soortgroepen (zie Figuur 2). Het is praktisch niet haalbaar om alle soorten te monitoren. Voor een goed beeld van de ontwikkelingen in insectenpopulaties in Nederland is dit ook niet nodig. Afhankelijk van de vraag kan de monitoring beperkt worden tot enkele indicatieve soortgroepen of soorten voor de specifieke doelen waarvoor informatie nodig is. Ook zijn er keuzes te maken wat betreft de te monitoren variabelen (bv. verspreiding, populatieomvang en/of biomassa), de parameter (bv. een trend of een jaarlijks gemiddelde) de ruimtelijke en temporele dekking (bv. landelijk voor tien jaar of op gebiedsniveau voor vijf jaar) en de stratificatie (bv. het agrarisch gebied in Nederland of de verschillende habitats binnen het agrarisch gebied in Nederland). Vervolgens moeten beslissingen genomen worden over de meetmethode (bv. transect-tellingen, actieve of passieve insectenvallen), de meetdichtheid (het aantal meetlocaties) en de meetfrequentie (het aantal metingen in de tijd).

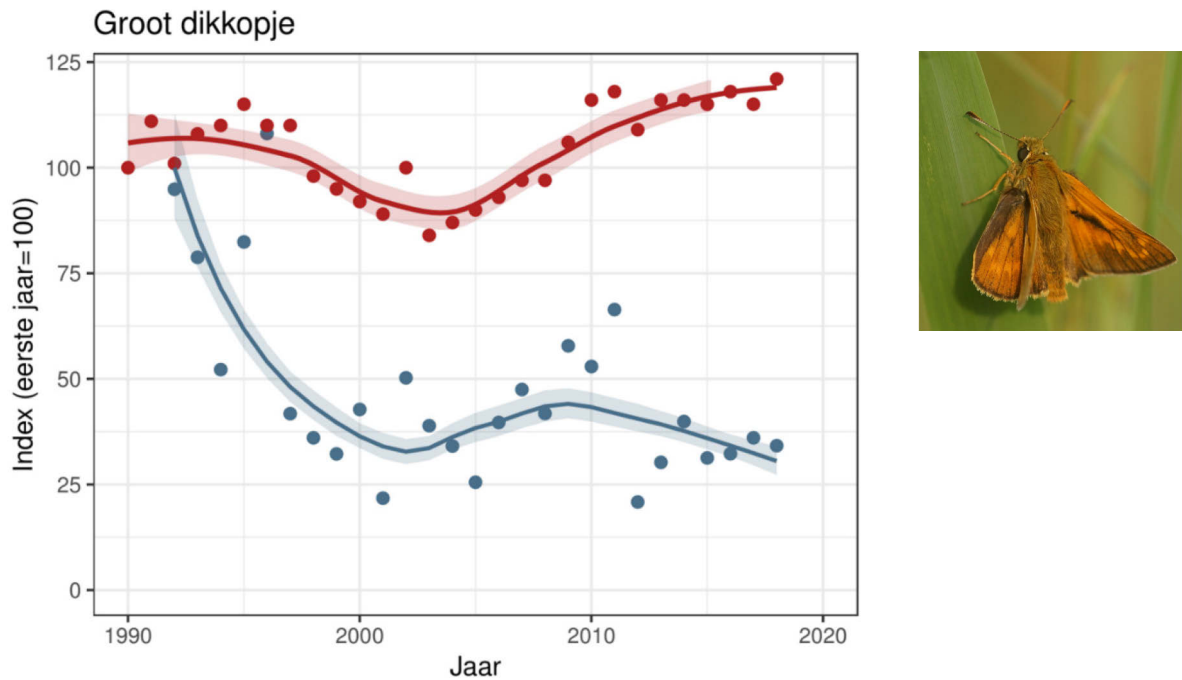


Figuur 2 Het relatieve aandeel soorten van de grootste soortgroepen (ordes) van de klasse Insecta: de vliesvleugeligen (28%), de vliegen en muggen (26%), de kevers (22%) en de vlinders (11%). (Bron: Nederlands Centrum voor Biodiversiteit Naturalis & European Invertebrate Survey, De Nederlandse Biodiversiteit, Nederlandse Fauna, deel 10 (2010), pagina 308-317.)

2.2.2 Status- en trend-effectmonitoring

Welke monitoringstrategie geschikt is, hangt sterk van de informatiebehoefte. De Gruijter et al. (2006) maken onderscheid tussen status- en trend-effectmonitoring. Statusmonitoring bestaat uit een

kwantitatieve beschrijving van een object of fenomeen, hetgeen verandert in de tijd. Een voorbeeld hiervan is de verspreiding van een soort in Nederland binnen een bepaalde periode, uitgedrukt in het totaal aantal bezette km-hokken binnen de periode 2013-2018. Trendmonitoring bestaat uit het vaststellen van een verandering in het object of fenomeen in de tijd. Een voorbeeld hiervan is de toe- of afname van de populatieomvang (het aantal individuen) van een soort in Nederland binnen een bepaalde periode. Omdat de tellingen vaak een steekproef zijn van een verder onbekende totale populatieomvang, worden trends vaak uitgedrukt door middel van indices, zie Figuur 3. Een index geeft de relatieve omvang weer van een indicator in een bepaald jaar ten opzichte van een referentiejaar (in dit geval 1990).



Figuur 3 Verschil tussen de trend in verspreiding (rood) en de trend in populatieomvang (blauw) van het groot dikkopje. (Bron: Chris van Swaay van De Vlinderstichting)

In Figuur 3 wordt geïllustreerd dat de trend van verschillende variabelen, in dit geval de verspreiding (rood in de figuur) en de populatieomvang (blauw in de figuur) van het groot dikkopje, kan verschillen. In dit geval is de plausibelste uitleg dat door klimaatverandering de verspreiding van het groot dikkopje in Nederland toeneemt, maar dat door de afname van de kwaliteit van het leefgebied de populatie van het groot dikkopje afneemt. De referentie is in dit geval de verspreiding/populatieomvang in het jaar 1990.

2.3 Doelen monitoring/toepassing monitoringgegevens

Monitoring wordt ingezet voor verschillende doeleinden. De overheid past monitoring veelal toe voor beleidsevaluaties en de verantwoording hierover aan de Tweede Kamer of de Europese Commissie. Monitoring dient ook om kennis te vergaren, bijvoorbeeld over de effecten van maatregelen. Dit is van belang voor de onderbouwing van het beleid, bijvoorbeeld de subsidies voor maatregelen onder het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). De overheid geeft vaak opdracht aan professionals (onderzoeksinstituten, soortenorganisaties, adviesbureaus etc.) voor de uitvoering van de monitoring, maar in toenemende mate nemen ook niet-professionals⁴ deel aan de monitoring, bijvoorbeeld via

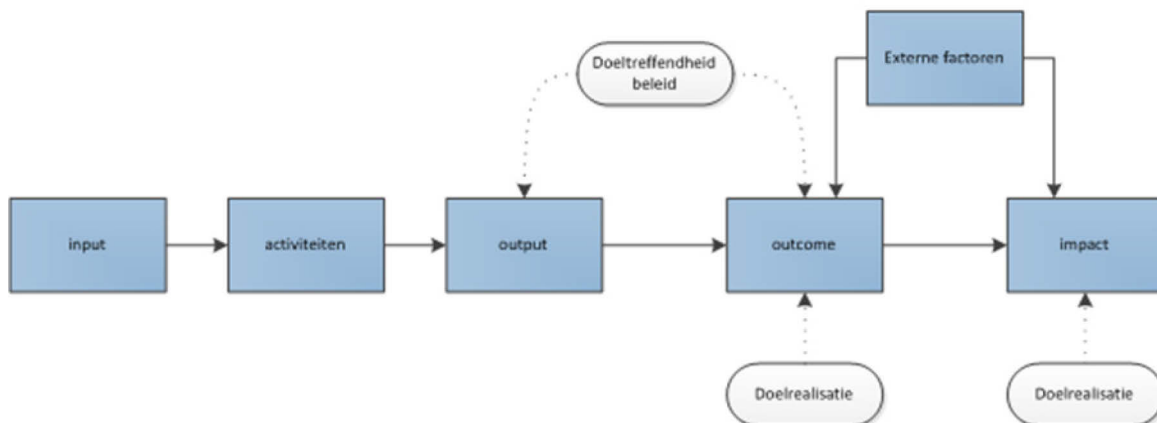
⁴ Hier wordt bedoeld niet-professioneel wat betreft de herkenning van insecten en het uitvoeren van waarnemingen of veldmetingen en data-analyses. Bij de soortenorganisatie werken weliswaar vrijwilligers, maar veel vrijwilligers kunnen in feite worden beschouwd als een professional. De variatie in kennisniveau is groot, dus het onderscheid is niet altijd even duidelijk.

www.waarneming.nl. In dit geval wordt wel gesproken van 'participatieve' monitoring, waarbij het doel niet alleen het vergaren van informatie is, maar ook bewustwording van een maatschappelijk probleem en/of draagvlak voor beleid. In de volgende paragrafen wordt kort ingegaan op verschillende inhoudelijke kaders/raamwerken voor de opzet van een monitoringsprogramma, gericht op respectievelijk beleidsevaluaties (signaleren, evalueren en verantwoorden), kennisontwikkeling (leren en bijsturen) en het creëren van maatschappelijk draagvlak (motiveren en aanjagen).

2.3.1 Beleidsevaluaties (signaleren, evalueren en verantwoorden)

De overheid is op grond van nationale en internationale wet- en regelgeving (bv. de Europese richtlijnen) verplicht tot de monitoring en evaluatie van beleid. Daarbij gelden meer of minder gedetailleerde voorschriften over de wijze waarop het beleid te monitoren en te evalueren en verantwoording hierover af te leggen in de vorm van bijvoorbeeld rapportages. Voorbeelden hiervan zijn de jaarverslagen van de ministers aan de Tweede Kamer in het kader van de begroting en verantwoordingscyclus en de rapportages op grond van artikel 11 van de Europese Vogelrichtlijn en artikel 17 van de Europese Habitatrichtlijn.

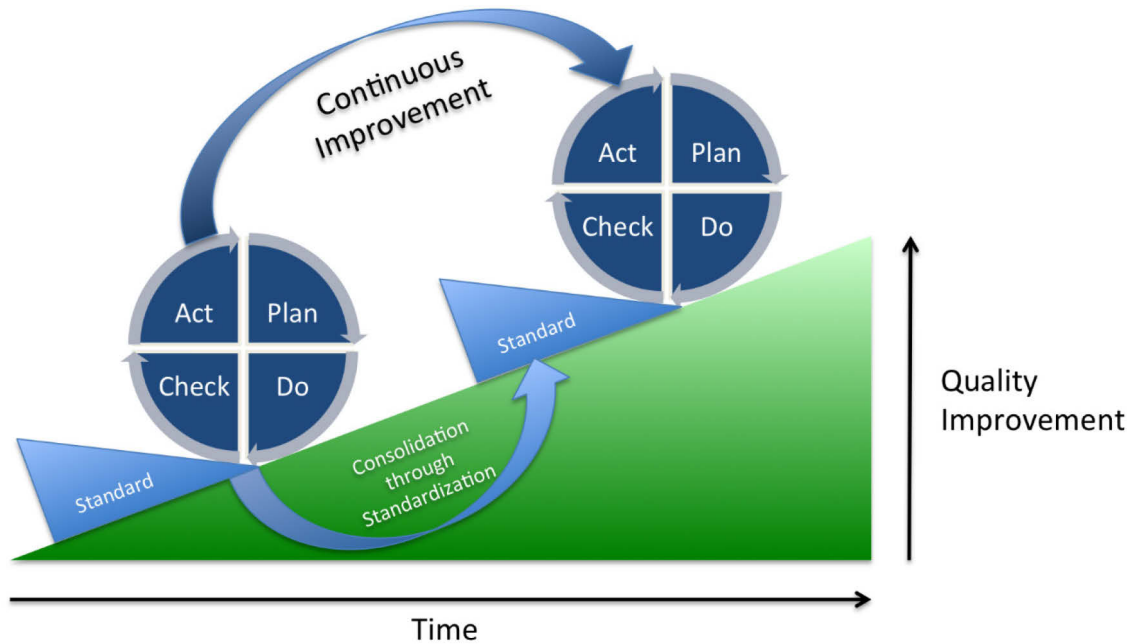
Het beleid wordt onder andere geëvalueerd op grond van de mate van doelbereik (doelrealisatie), doelmatigheid en de doeltreffendheid, zie Figuur 4. Hierbij wordt naar de input (de inzet van mensen en middelen), de activiteiten (de interventies), de output (prestaties die met deze activiteiten worden geleverd), de outcome (de directe effecten van deze prestaties) en de impact (de uiteindelijke bereikte verandering in de maatschappij) gekeken. Indicatoren worden gedefinieerd, waaronder prestatie-indicatoren (output) en effectindicatoren (outcome en impact) om het beleid te evalueren.



Figuur 4 De resultatenketen ter ondersteuning van beleidsevaluaties.

(Bron: <https://www.rijksbegroting.nl/beleidsevaluaties/evaluaties-en-beleidsdoorlichtingen/handreiking-beleidsdoorlichtingen/het-meten-van-doeltreffendheid.>)

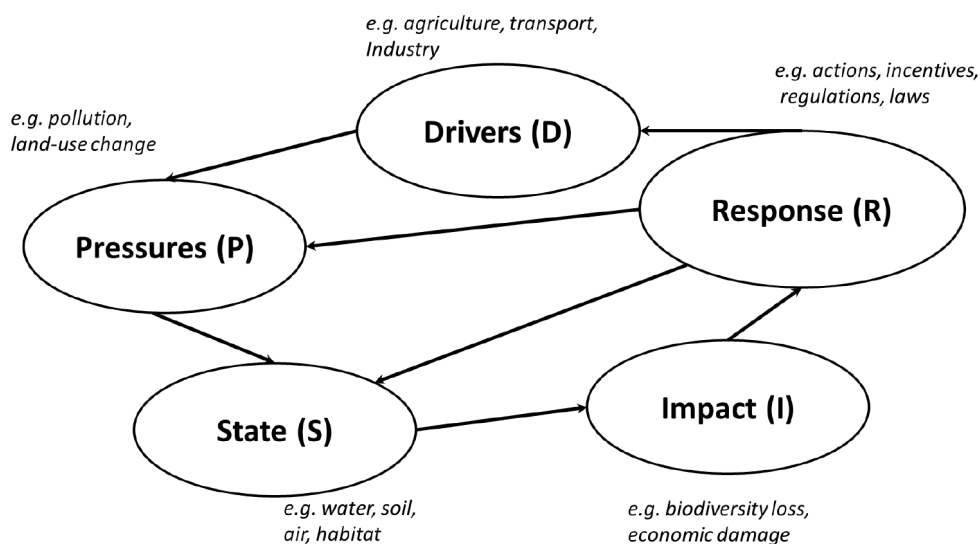
Deze systematiek gaat uit van de Deming Circle, ook wel de 'Plan-Do-Check-Act-cyclus' genoemd (Figuur 5). Het idee hierachter is dat een organisatie zich continu kan verbeteren door duidelijke doelen te stellen, activiteiten te plannen (plan), deze uit te voeren (do) en tussentijds te evalueren (check) en op basis daarvan bij te sturen (act). Voor de monitoring van insecten kan dit een bruikbaar kader zijn, mits er concrete beleidsdoelen worden geformuleerd voor bijvoorbeeld het behoud en herstel van insectenpopulaties, zoals de instandhoudingsdoelen van de Habitatrichtlijn.



Figuur 5 Deming cirkel: Plan Do Check Act cyclus. (Bron: Wikipedia.)

2.3.2 Kennisontwikkeling (leren en bijsturen)

Mede ter onderbouwing van het beleid is er ook monitoring t.b.v. kennisontwikkeling, bijvoorbeeld voor onderzoek naar de oorzaken en gevolgen van waargenomen (negatieve) trends en de effecten van maatregelen. In dit geval kan het DPSIR-schema (zie Figuur 6) worden toegepast, dat is ontwikkeld door het Europees Milieuagentschap. Dit is een causaal raamwerk om de interacties tussen maatschappij en de leefomgeving te beschrijven. De invloed van menselijk handelen en vice versa, en de onderlinge afhankelijkheden.



Figuur 6 Het DPSIR-raamwerk. D = Drivers; P = Pressures; S = State; I = impact; R = Response. Naar voorbeeld van het Europees MilieuAgentschap.

Ook hier kunnen indicatoren worden ontwikkeld om de verschillende elementen van het raamwerk te monitoren. In feite is er een overlap met de klassieke vorm van beleidsevaluaties geïllustreerd in Figuur 4. Response-indicatoren komen overeen met activiteiten (interventies). State-indicatoren

komen overeen met prestatie-indicatoren (output) en Impact-indicatoren komen overeen met effect-indicatoren (impact).

De kunst is om oorzakelijke verbanden te leggen tussen drivers (bv. de intensivering van de landbouw) en pressures (bv. de stikstofdepositie), state (bv. de vermisting en verzuring van de bodem) en de impact (bv. de achteruitgang in aantallen insecten) en vervolgens de response (bv. beleid ten aanzien van gebruik van meststoffen). Dit vereist een specifieke onderzoeksopzet, waarbij andere dan de te onderzoeken oorzaak-responsvariabelen zo veel mogelijk constant worden gehouden of mee worden gemeten en gemodelleerd. Het probleem bij natuurmonitoring is echter dat er complexe interacties zijn tussen verschillende, elkaar beïnvloedende factoren op verschillende schaalniveaus, die uiteindelijk leiden tot het verlies dan wel het herstel van biodiversiteit. Daardoor is oorzaak-gevolgonderzoek vaak niet mogelijk, worden de indicatoren afzonderlijk gemonitord en worden oorzakelijke verbanden daarbij beredeneerd verondersteld.

Om daadwerkelijk causale verbanden te leggen, is naast monitoring dus ook onderzoek nodig. Dergelijk onderzoek wordt bijvoorbeeld veel uitgevoerd via het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit⁵ (OBN). Door het uitvoeren van experimenten met beheer-/herstelmaatregelen en het monitoren en onderzoeken van de effecten wordt kennis opgebouwd. Dit is een vrij intensieve vorm van monitoren, die niet op een landelijk schaalniveau kan worden ingezet.

2.3.3 Maatschappelijk draagvlak (motiveren en aanjagen)

Naast de inzet voor beleidsevaluaties en verantwoording kan monitoring ook van meerwaarde zijn voor het vergroten van kennis (inzicht), het lerend vermogen van maatschappelijke actoren én bewustwording en betrokkenheid van diezelfde partijen ten aanzien van bepaalde ontwikkelingen en opgaven. Met name wanneer de nadruk ligt op het vergroten van het lerend vermogen, bewustwording en betrokkenheid, kan een vorm van zogenaamde participatieve monitoring van toegevoegde waarde zijn. Bij participatieve monitoring gaat het erom verschillende belanghebbenden (actief) te betrekken bij een of meerdere stadia in het monitoringsproces. Dit kan zijn bij het ontwerp van de monitoring, de verzameling van data en/of de interpretatie en het gebruik van de resultaten.



Figuur 7 Illustratie van participatieve monitoring. (Bron: Natasja de Sena (WENR).)

⁵ Zie <https://www.natuurkennis.nl/>

Deze betrokkenheid kan op verschillende manieren vorm krijgen. Bijvoorbeeld doordat:

1. partijen meedenken over wenselijke maatregelen waarmee kan worden geëxperimenteerd;
2. partijen meedenken over de te onderzoeken effecten en de wijze van monitoring;
3. partijen meedenken of meedoen bij de daadwerkelijke uitvoering van de monitoring;
4. partijen meedenken bij de interpretatie van de monitoringsgegevens;
5. partijen bijdragen aan de discussie over mogelijke aanpassingen van beleids- of beheersmaatregelen naar aanleiding van de monitoringsdata.

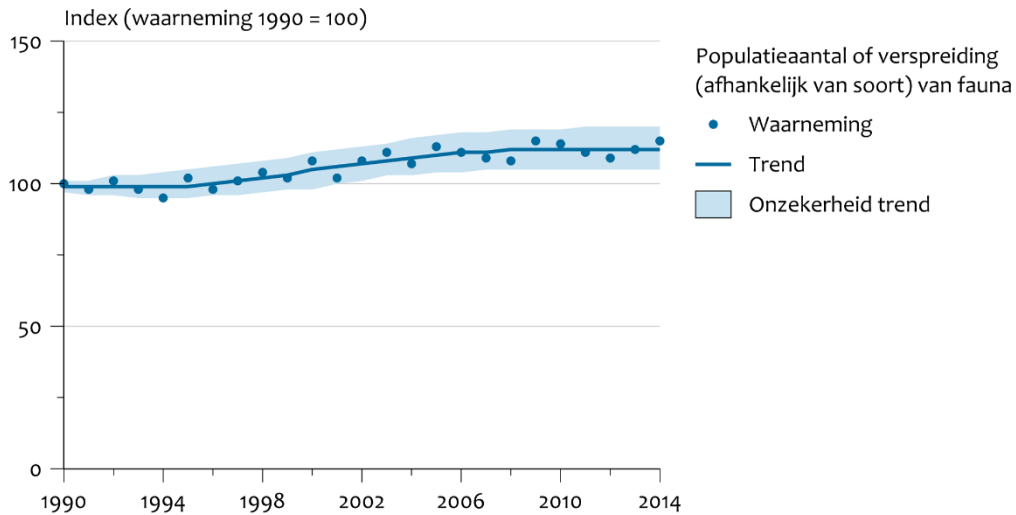
In tegenstelling tot meer traditionele vormen van monitoring ligt het accent hier niet primair op het verzamelen van meetgegevens via gestandaardiseerde protocollen, maar vooral op het delen van kennis en inzichten uit de wetenschap én de praktijk en daarmee het ondersteunen van een gezamenlijk leerproces. Ervaringen uit o.a. de wereld van waterbeheer/klimaatadaptatie (Breman et al., 2014; Breman et al., 2019) laten zien dat de toegevoegde waarde van deze vorm van monitoring niet alleen zit in mogelijke nieuwe (praktijk)informatie, maar dat het er ook toe kan leiden dat maatschappelijke partijen meer betrokken raken bij de opgaven en de voorgestelde maatregelen én dat het gezamenlijke leerproces ook bij kan dragen aan het vertrouwen tussen partijen. De achterliggende filosofie is dat de benodigde transitie niet alleen vraagt om feitelijke kennis over systemen en ontwikkelingen, maar dat de houding en motivatie van betrokken actoren om daadwerkelijk veranderingen door te voeren van cruciaal belang zijn.

2.4 Indicatoren

Een goed uitgangspunt voor de opzet van een monitoringsprogramma is een set van samenhangende indicatoren die, afhankelijk van het doel van de monitoring, vanuit een bepaald raamwerk (zie Figuur 4 en 6) kunnen worden gedefinieerd. Voorbeelden van dergelijke indicatoren zijn te vinden in het Compendium voor de Leefomgeving (<https://www.clo.nl/>). Een bekende biodiversiteitsindicator is de Living Planet Index. De Living Planet Index (LPI) is een uit diverse onderdelen samengestelde indicator van de biodiversiteit gemeten over de gehele wereld, die sinds 1997 wordt bepaald. Deze indicator wordt toegepast bij de evaluatie van het internationale biodiversiteitsbeleid, zoals afgesproken in het Verdrag inzake Biologische Diversiteit.

De Nederlandse LPI geeft de gemiddelde trend weer in populatieomvang van vrijwel alle inheemse soorten broedvogels, reptielen, amfibieën, vlinders en libellen alsmede van een aanzienlijk deel van de soorten zoogdieren, zoetwatervissen en zeevissen. Sinds 1990 is deze indicator met 14% toegenomen (zie Figuur 8). Er zijn slechts twee groepen insecten in de LPI van Nederland opgenomen, te weten dagvlinders en libellen, waarvan de libellen vooruit- en de dagvlinders achteruitgaan. Ook planten zijn in deze LPI niet opgenomen. De specifieke selectie van soorten en soortgroepen heeft uiteraard invloed op de LPI. De LPI is dan ook ontoereikend op dit moment om de trend in populatieomvang van insecten weer te geven.

Living Planet Index voor Nederland



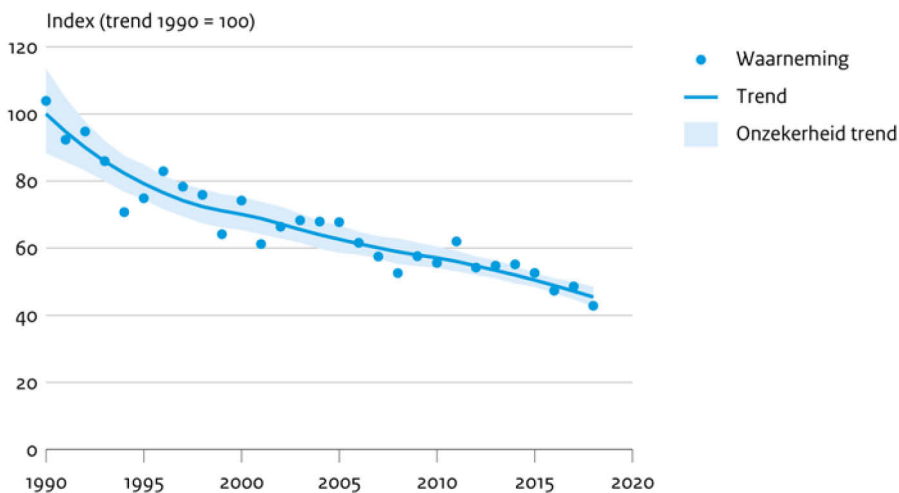
Bron: NEM (PGO's, CBS).

CBS/okt15
www.clo.nl/nl156902

Figuur 8 Living Planet Index van Nederland. (Bron: Compendium voor de Leefomgeving.)

De LPI Fauna in agrarisch gebied vertoont een sterke afname vanaf 1990 (Figuur 9). Deze indicator bestaat uit de soortgroepen broedvogels, zoogdieren en dagvlinders. De selectie van karakteristieke soorten van het agrarisch gebied is gedaan door per soort de mate van voorkomen in de verschillende biotopen te berekenen en voor elke biotoop de meest voorkomende soorten te kiezen (Van Strien et al., 2016). Bij trendberekening per soort zijn in dit geval ook alleen de meetpunten in agrarisch gebied meegenomen. Dit geeft dus een heel ander beeld dan de LPI van heel Nederland.

Fauna in agrarisch gebied



Bron: NEM (Soortenorganisaties, CBS)

CBS/nov19
www.clo.nl/nl158004

Figuur 9 Living Planet Index Fauna in agrarische gebied in Nederland. (Bron: Compendium voor de Leefomgeving.)

3 Informatiebehoefte (vraagkant)

3.1 Afbakening

3.1.1 Beleidsmatige en geografische afbakening

De aanleiding voor een visie en plan van aanpak voor de monitoring van insecten is beschreven in hoofdstuk 1, te weten de verontrustende berichten over de sterke achteruitgang van insecten door o.a. Hallman et al. (2017), het hierop volgende rapport van Kleijn et al. (2018) over de hiaten in kennis en informatie over de ontwikkelingen van insectenpopulaties in Nederland en de Motie Moorlag, betreffende een langjarig onderzoeksprogramma naar de ontwikkelingen van insectenpopulaties in het agrarisch gebied.

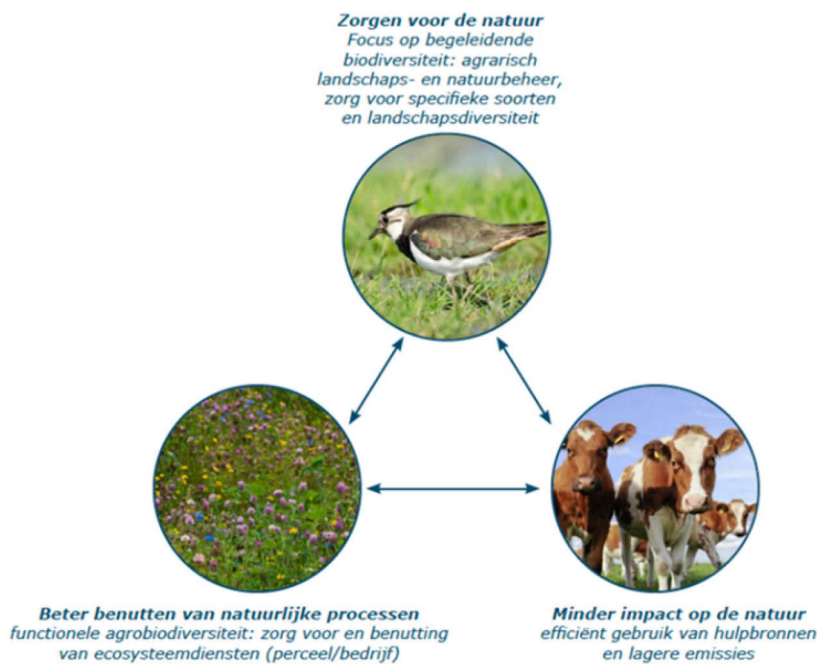
Het advies in dit rapport focust op het agrarisch gebied en de beoogde transitie in de landbouwsector voor het herstel van de biodiversiteit, waaronder insecten. Tot het agrarisch gebied worden ook natuurlijke landschapselementen gerekend (waaronder houtwallen, overhoekjes, sloten, slootkanten en groene boerenerven). Tegelijk richt het rapport zich ook op de interactie met natuurgebieden, aangezien die van grote betekenis zijn voor het behoud en herstel van insectenpopulaties – ook in het agrarisch gebied – en vanwege de interacties tussen natuurgebieden en agrarisch gebied. De visie en het plan van aanpak voor de realisatie van een kringlooplandbouw van de Minister van LNV vormen hiervoor het uitgangspunt. Ook in de visie over kringlooplandbouw wordt de nadruk gelegd op de verbinding van landbouw en natuur: *“Natuur is van waarde voor ons allemaal en voor de landbouw in het bijzonder. Het mag niet langer zo zijn dat landbouw en natuur tegenover elkaar staan en dat landbouw de biodiversiteit onder druk zet. Landbouw en natuur horen bij elkaar en die relatie moet sterker, organischer worden dan zij nu is. De landbouw heeft een belangrijke sleutel in handen voor verdere verbetering van natuurwaarden in Nederland. Maar dat kan zij alleen waarmaken als het hele systeem en alle deelnemers daarin, van boer tot burger, meewerken.”*

3.1.2 Raamwerk voor een set van samenhangende indicatoren

Een concept dat goed aansluit bij kringlooplandbouw is natuurinclusieve landbouw; deze concepten overlappen elkaar gedeeltelijk (Ministerie van LNV, 2018a). Natuurinclusieve landbouw gaat ervan uit dat het heel goed mogelijk is om de natuur te verbeteren via landbouw en in te zetten voor de landbouw. Bij zowel natuurinclusieve als kringlooplandbouw staat het streven naar een zorgvuldig gebruik van natuurlijke hulpbronnen, het duurzaam beheren van de bodem en het minimaliseren van emissies centraal. Waar bij kringlooplandbouw het accent ligt op het sluiten van kringlopen van mineralen en grondstoffen, ligt dat bij natuurinclusieve landbouw op een verantwoord gebruik daarbij van natuur en natuurlijke processen. De combinatie van de twee werkwijzen leidt tot een sterkere biodiversiteit die nuttig is voor de bedrijfsvoering. Zij veroorzaakt minder verliezen naar de omgeving en schept betere condities voor specifieke, aan het agrarisch gebied gebonden soorten, waaronder akker- en weidevogels (Ministerie van LNV, 2018a).

Om de vragen ten aanzien van de ontwikkelingen van insectenpopulaties in Nederland verder in te kaderen, wordt in dit rapport uitgegaan van de door Van Doorn et al. (2016) onderscheiden dimensies van een natuurinclusieve (kringloop)landbouw (zie Figuur 10). Deze dimensies bestaan uit: het zorgen voor de natuur, het betere benutten van natuurlijke processen en minder impact op de natuur. In dit rapport is dat vertaald naar het zorgen voor behoud en herstel van biodiversiteit, het beter benutten van de functionele biodiversiteit en het verlagen van de impact op de biodiversiteit. Naast de visie over de kringlooplandbouw is ook de aansluiting bij het bestaande internationale biodiversiteitsbeleid hierbij van belang, waaronder het Verdrag inzake Biologische Diversiteit, de Europese Biodiversiteitstrategie, de EU-richtlijnen (VHR, KRW en KRM), de Verordening over de bestrijding van uitheemse invasieve exoten en het EU-initiatief inzake bestuivers. Dit internationale

biodiversiteitsbeleid heeft zijn doorwerking in het nationale en provinciale biodiversiteitsbeleid, zo is er bijvoorbeeld een Nationale Bijenstrategie opgesteld (Ministerie van LNV, 2018b).



Figuur 10 Drie dimensies van natuurinclusieve landbouw (uit: *Food for Thought*, van Doorn et al., 2016).

Door de drie dimensies van een natuurinclusieve kringlooplandbouw te combineren met de verschillende doelen van de monitoring (zie paragraaf 3.3) ontstaat een matrix of raamwerk (zie Tabel 1). Dit raamwerk is als kapstok gebruikt om de informatiebehoefte en de vragen van de overheid nader te specificeren en te vertalen in een set van samenhangende indicatoren en daarop te baseren monitoringstrategieën (zie paragraaf 2.2).

Tabel 1 Raamwerk voor een set van samenhangende indicatoren.

Doelen monitoring /toepassingen monitoringgegevens	1. Zorgen voor behoud en herstel van biodiversiteit	2. Beter benutten van functionele biodiversiteit/ ecosystemendiensten	3. Verlagen impact op biodiversiteit
A. Beleidsevaluaties (signaleren, evalueren en verantwoorden)	Trends van zeldzame en bedreigde soorten Trends van karakteristieke soorten Biomassa insecten	Trends van soorten met een specifieke functie (bv. bestuiving, plaagbestrijding, afbraak organisch materiaal)	Trends van indicatorsoorten (impactgevoelige soorten)
B. Kennisontwikkeling (leren en bijsturen)	Effecten van behoud- en herstelmaatregelen (bv. het inzaaien van akkerranden) op zeldzame en bedreigde soorten, karakteristieke soorten en biomassa	Effecten van functie bevorderende maatregelen (bv. strokenteelt) op soorten met een specifieke functie	Effecten van impact verlagende maatregelen (bv. beperkingen in het gebruik van meststoffen en gewasbescherming middelen) op indicatorsoorten
C. Maatschappelijk draagvlak (motiveren en aanjagen)	Voorkomen van charismatische en makkelijk herkenbare zeldzame en/of bedreigde soorten	Voorkomen van charismatische en makkelijk herkenbare soorten met een specifieke functie	Voorkomen van charismatische en makkelijk herkenbare indicatorsoorten

3.1.3 Toelichting op begrippen uit het raamwerk

Alvorens hier per dimensie verder op in te gaan (zie paragraaf 3.2, 3.3 en 3.4), volgt hieronder eerst een korte toelichting op enkele begrippen uit het raamwerk (Tabel 1).

Biodiversiteit en functionele biodiversiteit

Biodiversiteit heeft betrekking op de diversiteit binnen soorten (genetische diversiteit) en de diversiteit tussen soorten en ecosystemen, zie tekst box 3.

Tekst box 3 Definitie biodiversiteit

Biologische diversiteit: de variabiliteit onder levende organismen van allerlei herkomst, met inbegrip van – onder andere – terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen en de ecologische complexen waarvan zij deel uitmaken; dit omvat mede de diversiteit binnen soorten, tussen soorten en van ecosystemen.

<http://www.biodiversiteit.nl/verdrag-inzake-biologische-diversiteit-cbd/cbd-text/art2>

Noss (1990) is van mening dat er geen eenduidige definitie te geven is van biodiversiteit. Hij onderscheidt verschillende componenten van biodiversiteit (compositie, structuur en functie) en verschillende schaalniveaus (genen, soorten, ecosystemen en landschappen). Voor elke component en op elk schaalniveau kunnen indicatoren worden gedefinieerd, bijvoorbeeld de soortenrijkdom van een ecosysteem of de genetische variatie van de populatie van een soort. Deze redenatie wordt ook gevolgd in dit rapport. Afhankelijk van het vraagstuk wordt een bepaalde invulling gegeven aan het begrip biodiversiteit en wordt een keuze gemaakt uit een of meerdere indicatoren.

Functionele diversiteit is de variatie in functionele kenmerken binnen een gemeenschap. Functionele diversiteit is een aspect van biodiversiteit, naast soortendiversiteit en genetische diversiteit. Een functioneel kenmerk is een morfologisch, fysiologisch of fenologisch kenmerk, dat wordt gemeten op het niveau van het individu, bv. het bladoppervlak en de bloeiwijze van een plant. Functionele kenmerken liggen aan de basis van ecosysteemfuncties, bv. biomassa-productie. Indien deze functies ten goede komen aan de mens, wordt er wel gesproken over ecosystemendiensten. Zo spelen insecten onder andere een belangrijke rol bij de bestuiving van veel gewassen en fruitbomen, door de mens beschouwd als een ecosystemedienst.

Typering van soorten

Insecten en andere soortgroepen kunnen worden ingedeeld in groepen op basis van verschillende karakteristieken. Elk van de hier beschreven dimensies kent accentverschillen m.b.t de van belang zijnde karakteristieken waarmee soorten worden ingedeeld. Allereerst zijn er uiteraard de taxonomische indelingen, gebaseerd op evolutionaire verwantschap (zie hoofdstuk 2), maar ook andere typeringingen zijn mogelijk. Door Noss (1990) en Conrad (2007) worden de volgende groepen van soorten beschreven:

1. **Vulnerable species:** soorten die zeldzaam zijn of dreigen uit te sterven (bv. Rode Lijstsoorten).
2. **Indicators:** soorten die een sterk signaal afgeven over de mate van verstoringen (bv. de impact van bepaalde landgebruikspraktijken).
3. **Flagships:** populaire, charismatische soorten, die fungeren als symbool en aantrekkelijk zijn voor initiatieven voor het behoud van biodiversiteit.
4. **Umbrellas:** soorten die een groot ruimtebeslag hebben, waardoor – mits voldoende beschermd leefgebied – andere soorten mee kunnen liften.
5. **Reference groups:** groepen van soorten, waar veel van bekend is en die als basis kunnen dienen voor de extrapolatie naar andere groepen van soorten, waar minder over bekend is.

Deze soortgroepen sluiten elkaar niet uit. Een zeldzame en bedreigde soort kan bijvoorbeeld ook een charismatische soort zijn.

Niet in deze lijst staan de zogenaamde 'karakteristieke soorten' voor ecosystemen of habitattypen (bos, heide etc.). Karakteristiek betekent in dit geval dat de soorten uitsluitend of opvallend vaak voorkomen in het betreffende ecosysteem of habitatype. Zo zijn er soortenlijsten samengesteld voor de habitattypen (Annex I Habitatrichtlijn) en de beheer-/natuurtypen (Index NL). Op basis van de aan-/afwezigheid, aantallen en/of trends van de desbetreffende karakteristieke soorten wordt een oordeel geveld over de condities van de desbetreffende habitattypen en beheertypen, ook wel 'natuurkwaliteit' genoemd. Hier zit de aanname achter dat indien er veel karakteristieke soorten aanwezig zijn, het ecosysteem een goede structuur heeft en goed functioneert.

Ook niet in de lijst van Noss (1990) genoemd, zijn de zogenaamde 'ecoprofielen'. Dit zijn groepen van soorten met vergelijkbare eisen aan hun leefomgeving. Op basis van een ecoprofiel kan advies gegeven worden over de inrichting en beheer van terreinen ten behoeve van het behoud en herstel van bepaalde soortgroepen. In het kader van de Nationale Bijenstrategie zijn dergelijke ecoprofielen opgesteld voor bestuivers in Zuid-Holland en Noord-Brabant onder de noemer 'Bed and Breakfast for Bees' (Rooij et al., 2020). Eigenlijk zijn ecoprofielen vergelijkbaar met de lijsten van karakteristieke soorten, in die zin dat de eisen van de soorten aan de leefomgeving vergelijkbaar zijn en ze dus in dezelfde typen ecosystemen voorkomen. Bij de ecoprofielen wordt echter de soort als uitgangspunt genomen, terwijl bij de karakteristieke soorten het ecosysteem (bv. het habitatype of beheertype) als uitgangspunt wordt genomen.

Verder kunnen soorten ook op basis van hun functionele kenmerken, en daarmee samenhangend hun positie in de voedselketen, worden gegroepeerd. Zo onderscheidt men binnen de insectengemeenschappen herbivoren, predatoren, parasieten en bestuivers. Er is een complexe wisselwerking tussen deze soortgroepen onderling en met hun leefomgeving. Herbivoren kunnen in landbouwgebieden plagen vormen en bestreden worden door predatoren en/of parasieten. Bestuivers zijn van belang voor de vruchtzetting en voortplanting van veel zaadplanten. Een groot deel van onze voedselproductie, de land- en tuinbouwsector, is afhankelijk van bestuiving door insecten.

Relevantie groepen van soorten voor de drie dimensies van een natuurinclusieve landbouw

Voor de drie dimensies van het raamwerk in Tabel 1 zijn verschillende groepen van soorten relevant.

- Voor de eerste dimensie in Tabel 1, het zorgen voor behoud en herstel van biodiversiteit, zijn bijvoorbeeld zeldzame en bedreigde soorten van belang. In de biodiversiteitsverdragen, EU-richtlijnen en verordeningen zijn bijlagen opgenomen met lijsten van zeldzame, bedreigde en te beschermen soorten (bv. de Rode Lijstsoorten). Deze beschermde soorten zijn veelal teruggedrongen in natuurgebieden en komen in het agrarisch gebied niet of nauwelijks meer voor of vertonen een sterk negatieve trend, bv. de dagvlinders van (agrarische) graslanden (zie Figuur 11) en de boerenlandvogels (zie Figuur 12). Ook karakteristieke soorten zijn van belang, omdat op basis van de aan-/afwezigheid (aantallen en trends) in desbetreffende soorten conclusies kunnen worden getrokken over de 'kwaliteit' van ecosystemen. Verder is de biomassa van insecten van belang, aangezien dit een indicatie geeft van het voedselaanbod voor insecten-etende soorten (een hoger trofisch niveau). Eigenlijk is dit meer te beschouwen als een aspect van functionele biodiversiteit, de productiviteit van een systeem qua opbrengst van insecten als voedsel.
- Voor de tweede dimensie, het beter benutten van functionele biodiversiteit, hangt het ervan af welke ecosysteemfuncties ofwel ecosysteemdiensten men voor ogen heeft, bv. bestuiving, plaagbestrijding of afbraak van organisch materiaal. In het geval van agrarische (eco)systemen speelt ook het bedrijfstype een rol. In weilanden (veehouderij) komen andere soorten voor dan in akkerlanden (akkerbouw) en beide verschillen ook van bijvoorbeeld boomgaarden (fruitteelt). In elk bedrijfstype spelen ook andere ecosysteemfuncties een rol. Ook het bodemtype (veen, zand etc.) is daarbij bepalend.
- Voor de derde dimensie, het verlagen van de impact op de biodiversiteit, zijn soorten die gevoelig zijn voor bepaalde verstoringen/ingrepen relevant. Ook hier zijn er in het agrarisch gebied soortspecifieke verschillen tussen bedrijfstakken en bodemtypes. Maar in verband met mogelijke effecten op enige afstand van de bedrijven zijn ook de kenmerken van nabijgelegen of aangrenzende (natuurlijke) ecosystemen van belang. Hier spreekt men over indicatorsoorten, bv. stikstofgevoelige vlindersoorten die fungeren als stikstof-indicator (Wallis De Vries en Van Swaay, 2017).

Niet alleen de dimensie, ook het doel van de monitoring (zie Tabel 1) is bepalend voor de keuze uit soortgroepen.

- Voor beleidsevaluaties (signaleren, evalueren en verantwoorden; A in Tabel 1) gaat het bijna altijd om trends in aantal of verspreiding en wordt vaak een selectie van enkele soortgroepen (bv. planten, vlinders, libellen en vogels) genomen, omdat het voor landelijke en provinciale toepassingen niet haalbaar is om alle soortgroepen te monitoren. Vaak gaat de aandacht ook uit naar zeldzame, bedreigde en beschermde soorten, omdat men hier verantwoording over af moet leggen aan onder andere de Europese Commissie (bv. de artikel 17 Habitatrichtlijnrapportage).
- Voor de kennisontwikkeling over de effecten van maatregelen (leren en bijsturen; B in Tabel 1) wordt vaak breder gekeken dan alleen naar trends en worden meer soortgroepen gemonitord. Er kan bijvoorbeeld ook naar predatie, overleving of fitness worden gekeken. Omdat er een directe link gemaakt moet worden met de maatregel, wordt dit veelal op lokaal of gebiedsniveau gemonitord en geëvalueerd en vervolgens geëxtrapoleerd naar andere vergelijkbare gebieden met of zonder de betreffende maatregel.
- Voor het creëren van maatschappelijk draagvlak (motiveren en aanjagen; C in Tabel 1) is een participatieve vorm van monitoring met de inzet van niet-professionals geschikt. Het is dan raadzaam om charismatische en redelijk makkelijk te herkennen soorten te kiezen waarvan het voorkomen eenvoudig kan worden bepaald. Het registreren van aanwezigheid is in dit geval belangrijker dan het volgen van trends of bepalen van effecten. De huidige mobiele apps die automatisch soorten herkennen met behulp van Artificial Intelligence (AI), komen hierbij goed van pas. Alternatief is de monitoring door professionals te laten uitvoeren en de resultaten terug te koppelen aan niet-professionals, bijvoorbeeld boeren.

Trend- en effectmonitoring

Voor beleidsdoeleinden (signaleren, evalueren en verantwoorden) worden vaak trends op landelijk en provinciaal niveau berekend. Op deze wijze kan de overheid namelijk in de gaten houden of er een wenselijke ontwikkeling plaatsvindt. Men spreekt in dit geval dus over 'trendmonitoring'. Voor kennisontwikkeling (leren en bijsturen) over de effecten van maatregelen dienen de gemeten trends verklaard te kunnen worden op basis van de genomen maatregelen (causaliteit). Dit vergt in principe een intensievere vorm van monitoring. Vaak wordt dit gecombineerd met experimenteel onderzoek, zoals in het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN). Hier spreekt men meestal over 'effectmonitoring'. Het onderscheid tussen trend- en effectmonitoring is niet zo hard, omdat door middel van correlatie de gemeten trends ook in verband kunnen worden gebracht met omgevingsvariabelen, bijvoorbeeld klimaatverandering, en omgekeerd kan bij experimenteel onderzoek causaliteit lang niet altijd hard kan worden aangetoond. Idealiter wordt er een link gelegd tussen trend- en effectmonitoring, zodat de gemeten effecten op lokaal niveau in de context kunnen worden geplaatst van trends op provinciaal en landelijk niveau (of ook op regionaal/gebiedsniveau). Niet-professionals kunnen voor beide doeleinden ingezet worden, maar voor effectmonitoring is dat wat lastiger door de veelal hoge(re) eisen aan de meetopzet. Bij participatieve monitoring is het hoofddoel de betrokkenheid en bewustwording van de deelnemers en is de wetenschappelijke kwaliteit van de metingen van minder groot belang.

3.2 Dimensie 1: Zorgen voor behoud en herstel van de biodiversiteit

Op internationaal niveau zijn afspraken gemaakt over het behoud van biodiversiteit, bijvoorbeeld in het Verdrag inzake Biologische Diversiteit. Deze afspraken zijn op Europees niveau uitgewerkt in de (inmiddels herziende) Europese Biodiversiteitsstrategie. Belangrijke Europese instrumenten voor het realiseren van de doelen van deze strategie zijn de Vogel- en de Habitatrichtlijn (VHR), de Kaderrichtlijn Water (KRW), de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM), de Verordening over de bestrijding van uitheemse invasieve exoten en het EU-initiatief inzake bestuivers. Onlangs is gerapporteerd over de mate van realisatie van de doelen van het Verdrag inzake Biologische Diversiteit (Sanders et al., 2019). Duidelijk is dat de doelen niet op de gewenste termijn (2020) gehaald gaan worden. Vooral de soorten van het agrarisch landschap vertonen een sterke neerwaartse

trend, zoals de dagvlinders van (agrarische) graslanden (zie Figuur 11) en de boerenlandvogels (Figuur 12).

Dagvlinders in grasland

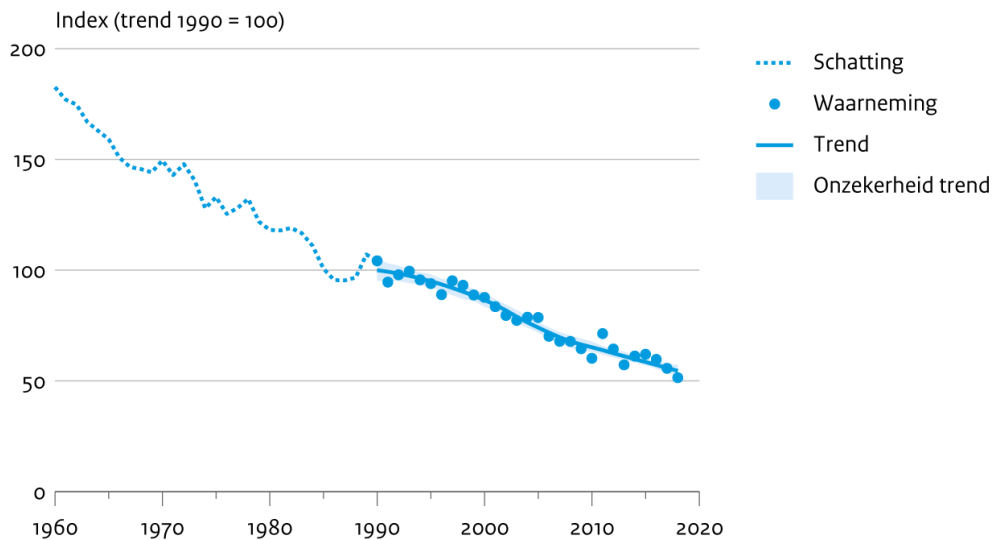


Bron: NEM (Vlinderstichting, CBS)

CBS/feb18
www.clo.nl/nl118114

Figuur 11 Index dagvlinders graslanden (ook opgenomen in de rapportage over het Verdrag inzake Biologische Diversiteit).

Boerenlandvogels in Nederland



Bron: NEM (Sovon, CBS)

CBS/feb20
www.clo.nl/nl147911

Figuur 12 Index Boerenlandvogels (ook opgenomen in de rapportage over het Verdrag inzake Biologische Diversiteit).

De indicatoren waarmee de Globale en Europese biodiversiteitsdoelen worden getoetst zijn grotendeels voorgeschreven. De bijlagen van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn met daarin de

soortenlijsten en de lijst van habitattypen vormen het uitgangspunt. Gevraagd wordt om per soort en habitatype de landelijke status en trend te geven in respectievelijk de verspreiding, de populatieomvang/het oppervlak en de condities (oppervlak en kwaliteit leefgebied soorten en structuur en functie habitattypen). Op basis van referenties en maatlatten worden vervolgens oordelen gegeven over 'de staat van instandhouding' van soorten en habitattypen (dit geldt alleen voor de Habitatrictlijn). Een deel van de Vogelrichtlijn en Habitatrictlijnsoorten is gebonden aan het agrarisch gebied. In het kader van het Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer (ANLB) wordt dan ook een selectie van desbetreffende soorten gemonitord.

In de visie op de kringlooplandbouw is een maatlat opgenomen als toetsingskader voor beleidsvoornemens. Een van de toetsingscriteria is dat het voornemen winst op moeten leveren voor ecosystemen (water, bodem, lucht), biodiversiteit en de natuurwaarde van het boerenlandschap. Door Berkhout et al. (2019) is een set van kernindicatoren gekoppeld aan dit toetsingscriterium (de biodiversiteit), waarbij ook verwezen wordt naar de indicatoren van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel (zie paragraaf 4.2.1). Genoemd worden de Index boerenlandvogels (zie Figuur 12), indices voor insecten (vlinders, libellen en bestuivers), de biomassa van insecten en het oppervlak en aandeel High Nature Value Farmland.

De monitoringparagraaf van het Deltaplan Biodiversiteit is gericht op trend- én effectmonitoring (zie paragraaf 4.2.2). Voor de monitoring van de trend in 'de biodiversiteit' is een keuze gemaakt uit een aantal soortgroepen, te weten dagvlinders en dag-actieve nachtvlinders, libellen en broedvogels. De effectmonitoring is beperkt tot een selectie van gebieden (de Living Labs) en gericht op de relatief omvangrijke insectengroepen de vliesvleugeligen, vliegen en muggen, kevers en vlinders en op planten en broedvogels. Hieruit kan ook biomassa van insecten worden afgeleid. Ook bodemeigenschappen (biomassa van bacteriën en schimmels) worden gemonitord.

In de volgende paragrafen wordt ingegaan op verschillende invalshoeken die genomen kunnen worden bij de nadere uitwerking van de informatiebehoefte ten aanzien van insecten in de vorm van indicatoren en welke redenties hierbij te maken zijn.

3.2.1 Biomassa

De aanleiding tot deze visie was het artikel van Halmann et al. (2017). Dit artikel is gebaseerd op een analyse van data, ingewonnen door Duitse entomologen met behulp van malaisevallen. De (oorspronkelijke) bedoeling was om de gevangen insecten te determineren. Door de grote hoeveelheid soorten leek dit niet haalbaar op korte termijn en daarom is ervoor gekozen om de biomassa te bepalen op basis van drooggewicht van de verschillende vangsten. Op basis hiervan is een sterke afname in de biomassa geconstateerd in de bemonsterde natuurgebieden. Deze afname was lastig te correleren met omgevingsvariabelen en daarom kunnen de conclusies ook niet zonder meer worden geëxtrapoleerd naar andere gebieden. Een van de kritiekpunten op het artikel was dat biomassa niet direct is gerelateerd aan soortenrijkdom. Zo kan in theorie de biomassa achteruitgaan en de soortenrijkdom toenemen, bijvoorbeeld doordat de grote en zware insectensoorten afnemen, terwijl de kleine en lichte soorten toenemen. In later onderzoek (Hallmann et al., 2020) werden dergelijke effecten overigens niet gevonden. Biomassa van insecten is echter ook van belang in verband met het voedselaanbod van bijvoorbeeld vogels en vleermuizen: dimensie 2: functionele biodiversiteit. Voor het behoud en herstel van weidevogels is het van groot belang dat er voldoende voedsel aanwezig is voor de kuikens. Daarom is biomassa van insecten wel een interessante indicator. Men moet hierbij wel rekening houden met de wijze waarop de biomassa van insecten wordt bepaald. Zo vangt een malaiseval veel vliegende insecten uit de omgeving, van belang voor bijvoorbeeld vleermuizen, terwijl een piramideval vooral de insecten uit de bodem en uit de vegetatie vangt (kruipende insecten), van belang voor weidevogelkuikens (zie Bijlage 2). Door Stam et al. (2018) is een vergelijking gemaakt tussen verschillende typen vallen. Inmiddels zijn er ontwikkelingen om met een cameraval (zie paragraaf 4.3.2.) met behulp van automatische beeldherkenning aantallen en biomassa van bepaalde insectengroepen te bepalen. De kanttekening bij deze methode is dat deze meetmethode actief insecten uit de omgeving aantrekt door middel van een geel scherm. Dat maakt het waarschijnlijk dat er minder insecten op af komen naarmate de vegetatie dichter en structuurrijker wordt. Dit kan een

vertekend beeld geven, tenzij juist het doel is om de effecten van maatregelen (bv. het creëren van structuurrijk grasland) te monitoren.

Binnen de klasse van de insecten zijn er vier soortgroepen (ordes) die domineren, te weten de vliesvleugeligen, vliegen en muggen, kevers en vlinders (zie Figuur 2). Deze soortgroepen zijn dan ook het bepalendst voor de biomassa. Identificatie tot op soortniveau is niet echt nodig voor het bepalen van de biomassa. Interessant om te weten is welke verschillen er zijn in verschillende typen ecosystemen qua biomassa van insecten en in hoeverre deze verschillen gerelateerd zijn aan het beheer en/of landgebruiksintensiteit (bv. het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen). Ook de relatie met het voorkomen van insectenetende soorten, zoals vogels en vleermuizen, is interessant om te weten. Verder is het interessant om de trends in biomassa van insecten te meten om te kunnen evalueren of veranderingen in beheer leiden tot een toename dan wel afname van de biomassa van insecten. Er dient wel goed nagedacht te worden over welke meetmethode toe te passen voor welke van deze vragen. Een vergelijking (kalibratie) tussen verschillende meetmethoden is wenselijk. Biomassa kan op verschillende manieren worden bepaald, waaronder het drooggewicht van vangsten via verschillende methoden (zie Bijlage 2), maar het is ook af te leiden uit de aantallen die via een camera zijn vastgesteld dan wel handmatig geteld zijn. Het laatste kost aanmerkelijk meer tijd.

Informatievraag/indicatoren: trends in biomassa – per soortgroep (bv. de vier grootste ordes van de klasse insecten) – per ecosysteemtype (specifiek ook in agrarisch gebied vs. natuurgebied), idealiter in relatie tot beheer van en de functionaliteit voor predatoren (bv. vogels en vleermuizen).

3.2.2 Soortenrijkdom/-diversiteit

Een trend in biomassa van insecten geeft niet aan of er ook sprake is van een af- of toename van de soortenrijkdom. Aangezien de klasse van de insecten een grote hoeveelheid aan soorten bevat, is dit niet eenvoudig om te meten. DNA-technieken (zie paragraaf 4.3.3) bieden hier mogelijk een uitkomst. Een alternatief is om een soortgroep te kiezen die representatief is voor andere soortgroepen, oftewel een 'reference group' (zie paragraaf 3.1). De meest voor de hand liggende soortgroepen zijn vlinders en libellen. Beide soortgroepen zijn relatief gemakkelijk te herkennen en geven informatie over zowel terrestrische als aquatische ecosystemen. Wel is het belangrijk om de relatie tussen dit type soorten en andere typen te bestuderen, want de vraag is hoe representatief deze typen zijn voor de andere insecten. Ook een optie is om niet per se tot op soortniveau te determineren, maar tot op orde- of familieniveau. Interessant om te weten is hoe de soortenrijkdom (soortensamenstelling) tussen verschillende typen ecosystemen verschilt en in hoeverre dat een relatie heeft met het beheer en/of landgebruiksintensiteit (bv. het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen). Soortenrijkdom an sich zegt niet veel, het gaat om de trends in soortenrijkdom per ecosysteemtype en om de soorten die gebonden zijn aan de desbetreffende systemen, oftewel de karakteristieke soorten (zie volgende paragraaf). Zo komen in een hoogveengebied bijvoorbeeld van nature minder soorten voor dan in een heideterrein.

Informatievraag/indicatoren: verschillen in soortenrijkdom/soortensamenstelling (op soort, familie- en/of ordeniveau) tussen verschillende typen ecosystemen (specifiek ook in agrarisch gebied vs. natuurgebied) in relatie tot beheer. De relatie tussen trends in aantallen van een selectie van soortgroepen bv. vlinders en libellen en andere soortgroepen.

3.2.3 Karakteristieke soorten

Zoals eerder toegelicht, is de aanwezigheid (en aantal en trends) van karakteristieke soorten een indicatie voor de 'kwaliteit' van een ecosysteem. In de soortenlijsten die zijn opgesteld voor de beoordeling van de 'kwaliteit' van de habitattypen (Annex I HR) en/of beheertypen (Index NL), vormen insecten echter een minderheid. De vlinders en libellen (en voor de beheertypen ook de sprinkhanen en krekels) springen eruit (zie Tabel 2). Deze soortenlijsten zijn vooral gericht op (semi)natuurlijke ecosystemen. Het is wenselijk om ook voor agrarische ecosystemen lijsten te maken van karakteristieke soorten. Voor vlinders en vogels is dat deels al beschikbaar, bijvoorbeeld de boerenlandvogels (zie Figuur 12). Hiermee kan namelijk de 'kwaliteit' van desbetreffende

(agro-)ecosystemen worden getoetst. Het zou goed zijn om ook in agrarisch gebied een wat uitgebreidere ecosysteemtypologie op te stellen dan puur het onderscheid tussen weiland en akkerland. Wél dient hierbij beseft te worden dat de 'karakteristiekheid' van soorten in het agrarisch gebied sterk afhangt van het type en de intensiteit van het menselijk handelen of de bedrijfsvoering. De keuze van karakteristieke soorten wordt daardoor erg gevoelig voor subjectieve keuzes m.b.t. agrarische activiteiten. Een duidelijke en verantwoorde onderbouwing van de keuzes is daarom essentieel. Dit geldt echter ook voor semi-natuurlijke systemen, zoals een heideterrein dat geplagd of gebrand wordt. Het blijft daarom enigszins een subjectieve bezigheid om 'kwaliteit' te definiëren en te beoordelen, maar het biedt wel een handvat voor het beleid om doelen te formuleren en te evalueren.

Tabel 2 Aantal insectensoorten op de lijst van typische soorten van de habitattypen en kwaliteitsoorten van de beheertypen.

Groep	Subgroep	Totaal aantal soorten NL	Typische soorten habitattypen	Kwaliteitsoorten beheertypen
Vliesvleugeligen	Bijen	359	0	
	Overige soorten	4956	0	
Vliegen en muggen		4967	0	
Kevers		4163	0	
Vlinders	Nachtvlinders	2128	0	
	Dagvlinders	78	30	30
Kokerjuffers		180	59	
Libellen		65	18	14
Haften		57	22	
Sprinkhanen & Krekels		46	12	12
Steenvliegen		27	9	
Overige insecten		2218	0	

Informatievraag/indicatoren: Aan-/afwezigheid, omvang (aantallen) en trends in aantallen van – nader te bepalen – karakteristieke insectensoorten (bv. vlinders en libellen) per ecosysteemtype (specifiek ook in agrarisch gebied vs. natuurgebied).

3.2.4 Beschermde, zeldzame en bedreigde soorten

Slechts een beperkt aandeel van insecten is beschermd op grond van een internationaal verdrag of Europese richtlijn (zie Tabel 3). Het feit dat insecten een omvangrijke, lastig te determineren en niet zo aantrekkelijke (charismatische) soortgroep zijn, zou hier weleens een rol in kunnen spelen. Vlinders en libellen vormen wat dat betreft een uitzondering. Voor een aantal soortgroepen zijn Rode Lijsten opgesteld, waaronder ook de bijen. Inmiddels is er het EU-initiatief inzake bestuivers, dat weliswaar nog geen juridische bescherming biedt, maar de bestuivers (bijen en zweefvliegen) wel een bepaalde status geeft. Het is dan ook interessant om de trends in vlinders en libellen én de trends bijen en zweefvliegen te volgen, landelijk maar ook in de natuurgebieden versus het agrarische gebied.

Informatievraag/indicatoren: trends in populatieomvang (aantallen) en verspreiding van zeldzame en bedreigde vlinders en libellen + bijen en zweefvliegen (specifiek ook in agrarische gebied vs. natuurgebieden), trends in populatieomvang en/of verspreiding van zeldzame en bedreigde bijen en zweefvliegen o.a. voor de Rode Lijst-indicator bijen (CBD).

Tabel 3 Aantal insectensoorten met een beschermingsstatus (Annex II of Annex IV) van de Habitatrictlijn en op de Rode Lijst (RL).

Soortgroep (orde)	Subgroep	Totaal aantal soorten NL	HR-II	HR-IV	Rode lijst
Vliesvleugeligen	Bijen	359	0	0	181
	Overige soorten	4956	0	0	geen RL
Vliegen en muggen		4967	0	0	geen RL
Kevers		4163	4	4	geen RL
Vlinders	Nachtvlinders	2128	1	1	geen RL ⁶
	Dagvlinders	78	4	5	47
Kokerjuffers		180	0	0	84
Libellen		65	4	7	23
Haften		57	0	0	39
Sprinkhanen & Krekels		46	0	0	14
Steenvliegen		27	0	0	19
Overige insecten		2218	0	0	geen RL

3.3 Dimensie 2: Beter benutten van de functionele biodiversiteit

In de visie van LNV op de kringlooplandbouw staat dat de natuur ook van cruciaal belang is voor de landbouw. Door optimaal gebruik te maken van de biodiversiteit in de bodem en op en rond het bedrijf kunnen kringlopen beter worden gesloten. De landbouw kan biodiversiteit beter benutten voor bijvoorbeeld bestuiving, bodemvruchtbaarheid en ziekte- en plaagbeheersing en creëert tegelijk een leefgebied voor allerlei soorten (Ministerie van LNV, 2018a).

3.3.1 Bestuiving

Insecten spelen een belangrijke rol in de bestuiving van gewassen en fruitbomen. De soortgroepen die hier een belangrijke rol in vervullen, zijn met name bijen (inclusief hommels) en zweefvliegen. Het hangt echter van het type gewas of fruitboom af, welke bestuivers hier een rol in spelen. Het is dus lastig om een uniforme indicator te bedenken voor bestuiving. Bestuivers (de soorten) zijn overigens ook niet hetzelfde als bestuiving (het proces). Om daadwerkelijk de bestuiving te monitoren, zou er ook gekeken moeten worden naar de opbrengst van de gewas- en fruitteelt. Wel kan de aanname worden gemaakt dat de diversiteit aan bestuivers een positief effect heeft op de bestuiving (pers. com. Koos Biesmeijer). Dit maakt het systeem namelijk robuuster. Om hier een beeld van te vormen, zou dus naar de soortenrijkdom van bestuivers gekeken moeten worden. Dit sluit bovendien ook goed aan bij de monitoring in kader van het EU-initiatief inzake bestuivers. Wel moet beseft worden dat maar een klein deel van de bestuivers een functie vervult voor de landbouw (Kleijn et al., 2015). Er zijn ook bestuivers die in hun voorkomen beperkt zijn tot natuurgebieden. Ook deze groep wordt in het EU-initiatief inzake bestuivers meegenomen.

Informatievraag/indicatoren: verschillen in soortenrijkdom /soortensamenstelling van bestuivers (op soort, familie en/of ordeniveau) tussen verschillende typen agrarische systemen (akkerbouw en tuinbouw) in relatie tot beheer (bv. gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen), ook verschillen in soortenrijkdom tussen natuur- en landbouwgebied zijn interessant.

3.3.2 Ziekte- en plaagbestrijding

Insecten spelen ook een belangrijke rol bij ziekten en plagen, zowel als ziekteverwekkers/plaagdieren als plaagbestrijders. Dit is een complex systeem met vele interacties tussen plaagbestrijders en de plaagdieren en soms ook met tussen-gastheren (pers. com. David Kleijn). Het aantal insectensoorten

⁶ Er is wel een voorlopige Rode Lijst voor nachtvlinders.

dat als plaagsoort kan worden aangemerkt, is groot en omvat veel verschillende groepen, zoals wantsen, cicaden, bladluizen, sprinkhanen, vlinders (rupsen) en kevers. Plaagbestrijders zijn soorten, die natuurlijke vijanden zijn van plaagsoorten. Het gaat hierbij om predatoren en parasitoïden. Predatoren zijn soorten die prooien bejagen en deze doden. Voorbeelden zijn loopkevers, kortschildkevers, lieveheersbeestjes, gaasvliegen, roofvliegen, roofwantsen en larven van zweefvliegen. Parasitoïden zijn soorten die als larve op of in een gastheer moeten leven voor hun ontwikkeling en die de gastheer uiteindelijk doden, bijvoorbeeld sluipwespen. Ook hier zijn er grote verschillen qua veetype, gewas, ras of fruitboom wat betreft de plaagsoorten en plaagbestrijders. Het is lastig om een uniforme indicator te bedenken voor plaagbestrijding. Dit is maatwerk en vergt nadere uitwerking in een vervolgstudie. Ook de informatiebehoefte vanuit de overheid (het ministerie van LNV) is hier onvoldoende helder en moet verder worden verkend alvorens een vertaalslag te maken in indicatoren.

Informatievraag/indicatoren: vergt nog nadere uitwerking.

3.3.3 Afbraak organisch materiaal/bodemvruchtbaarheid

Ook voor de bodemvruchtbaarheid zijn insecten van belang. Insecten spelen een rol bij de afbraak van organisch materiaal. De betreffende insecten (en andere soorten) worden detrivoren genoemd. Detrivoren doen het voorwerk voor de micro-organismen die organisch afval verder afbreken tot anorganische stoffen (mineralisatie). Voorbeelden van detrivoren in de insectenwereld zijn mieren en diverse soorten (loop)kevers. De rol van insecten is echter beperkt, omdat het merendeel van de detrivoren behoort tot andere groepen ongewervelden, zoals de wormen en geleedpotigen.

Mede in het kader van de vergroening van het GLB wordt/is door Rabobank, drinkwaterbedrijf Vitens en verzekeraar a.s.r. een dynamische Open BodemIndex (OBI) ontwikkeld (<https://www.openbodemindex.nl/>). De bodemindex is een getal dat de kwaliteit van de bodem weergeeft. De index is gecorrigeerd voor bodemsoort en het gebruiksdoel van de bodem. De index geeft een indicatie voor de verbetering van de bodemkwaliteit die nog mogelijk is. Daartoe is de haalbare gewenste situatie per bodemsoort bepaald door onderzoekers. Op basis van metingen en beheersmaatregelen komen de biologische, fysische en chemische indicatoren in beeld. De biologische indicatoren zijn gebaseerd op de aanwezigheid van schimmels, bacteriën, wormen en aaltjes. Insecten spelen hierbij niet of nauwelijks een rol.

Ook in de monitoringparagraaf van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel is bodemkwaliteit opgenomen als meetdoel. Hierin wordt voorgesteld om dit te monitoren op basis van de biomassa van schimmels en bacteriën (dus niet insecten) door middel van analyse van de fosfolipiden vetzuren. Dit is een eenvoudige en goedkope methode. Daarnaast wordt ook de Tea Bag-methode genoemd (Keuskamp et al., 2013), die een indicatie geeft van de decompositiesnelheid en daarmee het functioneren van bodems.

In hoeverre ook insecten meegenomen moeten worden bij het bepalen van de bodemkwaliteit is de vraag. Waarschijnlijk is de ontwikkelde bodemindex voldoende.

Informatievraag/indicatoren: vergt nog nadere uitwerking.

3.4 Dimensie 3: Verlagen van de impact op de biodiversiteit

In de visie op de kringlooplandbouw (Ministerie van LNV, 2018a) wordt beoogd door het efficiënt produceren van voedsel, tegelijk de schade aan het ecosysteem (bodem, water en lucht) te beperken. Dit wil men bereiken door het onderling (akkerbouw, veehouderij en tuinbouw) gebruik van grondstoffen en reststoffen uit de voedingsmiddelenindustrie en voedingsketens. Ook door evenwichtig gebruik van mest en gewasbeschermingsmiddelen wil men de impact op de biodiversiteit verlagen.

3.4.1 Impactgevoelige (indicator)soorten

Om te evalueren of door de kringlooplandbouw ook daadwerkelijk de impact op de biodiversiteit verlaagd wordt, kan een keuze worden gemaakt uit impactgevoelige indicatorsoorten, bijvoorbeeld stikstofgevoelige vlinders (Wallis en de Vries en Van Swaay, 2019). Door de trend in aantallen van desbetreffende soorten te monitoren, kan inzicht verkregen worden of er inderdaad een kentering is opgetreden en of dit mogelijk samenhangt met de transitie naar een kringlooplandbouw. Daadwerkelijke oorzaak-effectrelaties zijn echter lastig te leggen, omdat er veel verschillende factoren van invloed zijn. Er worden diverse studies uitgevoerd naar de effecten van gewasbeschermingsmiddelen op 'non target species', door onder meer de Europese Voedsel Veiligheid Autoriteit (EFSA, 2017). Dit onderdeel vergt nog nadere uitwerking in een vervolgonderzoek.

Informatievraag/indicatoren: vergt nog nadere uitwerking, meer onderzoek is nodig.

4 Bestaande monitoringsprogramma's, plannen/initiatieven en pilots (aanbodkant)

4.1 Bestaande monitoringsprogramma's

4.1.1 Netwerk Ecologische Meetnetten (NEM)

In het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM) werken overheidsorganisaties samen aan een efficiënte inwinning van natuurgegevens (CBS, 2019). Doelen van de monitoring zijn vooral signaleren, evalueren en verantwoorden, bijvoorbeeld via internationale rapportages, zoals de Vogelrichtlijn artikel 12- en de Habitatrichtlijn artikel 17-rapportages (Woestenburg en Van Aar, 2020). Op basis van de informatiebehoefte van natuurbeleid (waaronder de internationale rapportageverplichtingen) worden meetdoelen opgesteld. De meeste gegevens die nodig zijn om deze meetdoelen te realiseren, worden verzameld door vrijwillige waarnemers, aangestuurd door de soortenorganisaties en SOVON Vogelonderzoek. Dit gebeurt grotendeels volgens gestandaardiseerde protocollen. Voor de analyse van de verspreiding van soorten wordt gebruikgemaakt van alle beschikbare gegevens, variërend van strak gestandaardiseerde uitgevoerde tellingen tot en met losse waarnemingen, oftewel 'opportunistische data', voornamelijk uit de Nationale Databank Flora- en Fauna (NDFF). De mate van sturing verschilt, afhankelijk van het belang dat door de samenwerkingspartners (LNV, RWS en provincies) aan het meetdoel wordt gehecht. Het NEM meet trends in aantallen (populatieonderzoek) en de verspreiding (verspreidingsonderzoek) van flora- en faunasoorten en trends in vegetatiesamenstelling (het Landelijk Meetnet Flora).

In Tabel 4 wordt aangegeven hoeveel soorten per hoofdgroep (orde) en subgroep van insecten een beschermingsstatus hebben op grond van de Habitatrichtlijn (Annex II of Annex IV), op de lijst van typische soorten staan en hoeveel daarvan worden gemonitord in het NEM (landelijke trends in aantallen en/of verspreiding). Uit deze tabel kan duidelijk worden opgemerkt dat er maar voor drie soortgroepen meetnetten zijn ingericht, te weten de dagvlinders, libellen en kevers (de laatste slechts voor drie soorten). Sinds kort loopt er ook een meetnet nachtvlinders. Van een aantal soorten/soortgroepen (kokerjuffers, haften, sprinkhanen en steenvliegen) waar geen meetnet voor is ingericht, kan een trend in verspreiding worden vastgesteld. De sturing daarvan is sterk bepaald door de rapportageverplichtingen op grond van de Habitatrichtlijn.

Het NEM berekent landelijke trends in aantallen en/of verspreiding, maar de dekking in agrarisch gebied is beperkt. De focus ligt op natuurgebieden en (semi)natuurlijke ecosystemen (bv. de habitattypen van Annex I van de HR).

Tabel 4 Aantal (3) insectensoorten met beschermingsstatus Annex II of Annex IV van de Habitatrictlijn (HR), dat onderdeel uitmaakt van de lijst van typische soorten (TP), waar een NEM-meetnet voor is ingericht en waarvan trends in aantallen en/of verspreiding berekend kunnen worden.

Groep	Totaal NL	HR-II	HR-IV	TP	NEM meetnet	Aantallen	Verspreiding trend
	#	#	#	#	#	#	#
Vliesvleugeligen	5315	0	0	0	nee	0	0
Vliegen en muggen	4967	0	0	0	nee	0	0
Kevers	4163	4	4	0	ja ⁷	0	0
Vlinders⁸	2206	5	6	30	ja	28	30
Kokerjuffers	180	0	0	59	nee	0	10
Libellen en waterjuffers	65	4	7	18	ja	5	56
Haften	57	0	0	22	nee	0	7
Sprinkhanen & Krekels	46	0	0	12	nee	0	46
Steenliegen	27	0	0	9	nee	0	2
Overig	2218	0	0	0	nee	0	0
Totaal	19244	13	17	150	0	33	105

4.1.2 Werkwijze Monitoring en Beoordeling Natuurnetwerk Nederland en Natura 2000/PAS

De Werkwijze Monitoring en Beoordeling Natuurnetwerk Nederland en Natura 2000/PAS (BIJ12, 2018) beschrijft (zoals de titel al aangeeft) voor zowel het Natuurnetwerk Nederland (de beheertypen) als voor het Natura 2000-netwerk (de leefgebieden van soorten en de habitattypen) de methode(s) voor monitoring en beoordeling. De monitoring bestaat uit verschillende onderdelen, waaronder vegetatiekarteringen en soortinventarisaties. De soortinventarisaties zijn gericht op een aantal soortgroepen, te weten planten, broedvogels, libellen, vlinders en sprinkhanen, drie insectengroepen dus. De inventarisaties worden zesjaarlijks met minimaal drie telrondes per beheergebied uitgevoerd. Dat betekent dat dit wel een goed en gedetailleerd beeld geeft van de verspreiding van een soort in een beheergebied op een bepaald moment in de tijd, maar niet zozeer in trends in populatieomvang (aantallen). De meetfrequentie is hiervoor de beperkende factor. Ook het aantal telrondes is beperkt. Het is afhankelijk van het beheertype welke soorten geïnventariseerd worden. Verbeteringen zijn mogelijk (pers. com. Titia Wolterbeek) door het aantal telrondes uit te breiden en vooral ook door alle soorten te inventariseren. Het laatste is maar een beperkte extra meetinspanning, aangezien het veldbezoek de meeste tijd kost. Door een koppeling te leggen met de trends uit het NEM kan mogelijk ook gecorrigeerd worden voor weeromstandigheden (natte of droge jaren etc.).

4.1.3 Monitoring Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer

Ten behoeve van de evaluatie van het Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer (ANLB) is een meetnet ingericht voor een aantal soorten. Hierbij is de keuze gemaakt om vooral Europees beschermde soorten te kiezen (Vogel- en Habitatrictlijnsoorten), die deels gebonden zijn aan het agrarisch gebied. Voor insecten zijn dit één soort vlinder (grote vuurvliinder), twee soorten libellen (gevlekte witsnuitlibel, groene glazenmaker) en één soort kever (vliegend hert).

4.1.4 Rijkswaterstaat meetnetten voor natuur en waterkwaliteit

Rijkswaterstaat voert een groot aantal meetnetten uit (Graveland, 2018). Deze meetnetten zijn grotendeels ingericht ten behoeve van de implementatie van diverse Europese richtlijnen, waaronder de Kaderrichtlijn Water (KRW), de Kaderichtlijn Mariene Strategie (KRM) en ook de Vogel- en Habitatrictlijn (VHR). Het meetnet Bodemdieren (macrofauna inclusief insecten) betreft twee typen bemonstering: van bodem en van hardsubstraat (dijkvoeten, hout etc.). In beide gevallen worden alle aangetroffen soorten gedetermineerd, soms slechts tot op het niveau van geslacht of familie. Ook

⁷ Slechts voor drie soorten.

⁸ Waarvan 2128 nachtvlinders en 78 dagvlinders. Meetnet NEM betreft dagvlinders. Er is inmiddels ook een meetnet opgestart voor nachtvlinders.

aangetroffen insecten worden 'meegenomen' (doorgaans larvale stadia): muggen, libellen, haften, waterkevers etc. (Graveland, 2018).

4.2 Monitoring plannen

4.2.1 Visie kringlooplandbouw

Minister Schouten heeft in haar visie *Landbouw, natuur en voedsel: waardevol en verbonden* (Ministerie van LNV, 2018) aangegeven dat er een omslag moet komen in de landbouwsector, dat er zuinig moet worden omgegaan met de beperkte ruimte en grondstoffen in de landbouw, waarbij zo min mogelijk afval vrijkomt, zo veel mogelijk gebruikgemaakt wordt van agrobiodiversiteit, het gebruik en de uitstoot van schadelijke stoffen zo klein mogelijk is en grondstoffen en eindproducten met zo min mogelijk verliezen worden benut (De Boer en van Ittersum, 2018). De onderliggende ambitie is dat Nederland koploper wordt in een transitie naar een grondstofzuinige kringlooplandbouw.

De minister heeft Wageningen UR gevraagd om een advies op te stellen voor een evaluatie- en monitoringsystematiek van die visie. In dit advies (Berkhout et al., 2019) wordt ingegaan op de rol van de monitoring en evaluatie in de transitie naar kringlooplandbouw, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen enerzijds 'signaleren en verantwoorden' en anderzijds 'leren, aanpassen en aanjagen'. Bij de rol van 'signaleren en verantwoorden' wordt voorgesteld om een aantal 'kernindicatoren' te ontwikkelen, gericht op:

1. Prestaties: de uitgevoerde activiteiten/maatregelen;
2. Resultaten: de directe effecten van uitgevoerde activiteiten/maatregelen, door WUR resultaatindicatoren genoemd, ook wel bekend als outcome-indicatoren;
3. Effecten: de effecten op langere termijn, door WUR impact-indicatoren genoemd.

Een relatie wordt gelegd met de negen vragen uit de maatlat in de visie van de minister. Een lijst met mogelijke 'impact-indicatoren' wordt voorgesteld, gekoppeld aan deze negen vragen. Bij de vraag 'leveren ze winst op voor ecosystemen (water, bodem en lucht), biodiversiteit en de natuurwaarde van het boerenlandschap?' wordt verwezen naar de indicatoren van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel. Vervolgens wordt ook ingegaan op een aantal thema's en daaraan gerelateerde hoofddoelen, subdoelen en resultaat- en impactindicatoren. Voor dit rapport is het thema biodiversiteit het relevantst (zie Tabel 5). De biodiversiteits-indicatoren zijn nog onvoldoende uitgewerkt (bv. qua selectie van soorten, te monitoren variabelen etc.) om handvaten te bieden voor de monitoring.

Tabel 5 Impact- en resultaat-indicatoren Biodiversiteit voorgesteld door Berkhout et al. (2019) voor de monitoring en evaluatie van de kringlooplandbouw.

Hoofddoel	Subdoelen	Impact-indicator	Resultaat-indicator	Beschikbaarheid
Landelijke afname van de biodiversiteit door de landbouw wordt gekeerd: 'bending the curve'	Biodiversiteit op landbouwbedrijven	Indices boerenland-vogels	Aandeel blijvend gras	Voor vogels en maatregelen zijn data beschikbaar; voor
		Indices insecten	gras	insecten nog weinig.
		libellen, vlinders, bestuivers Biomassa insecten	Aandeel FAB ⁹ -randen	
		Opp. en aandeel High nature value farmland	Gebruik (specifieke) bestrijdingsmiddelen	

4.2.2 Deltaplan Biodiversiteitsherstel

Het hoofddoel van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel is om op landelijk niveau de neerwaartse trend in biodiversiteit om te buigen in een opgaande trend. Dit wil men bereiken door samenwerking van

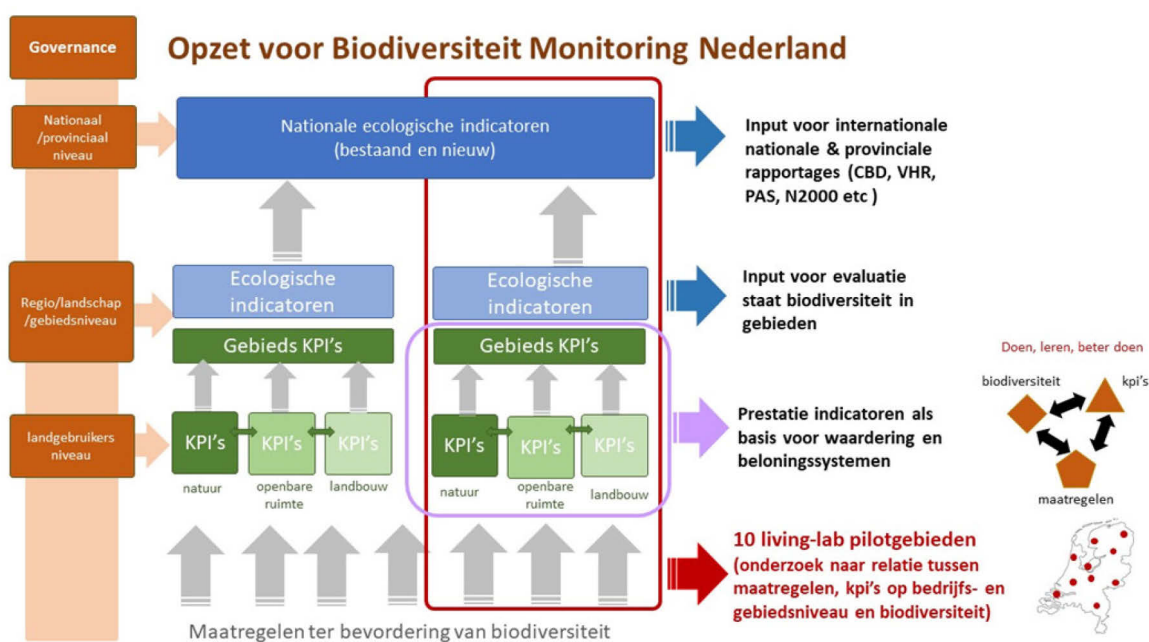
⁹ FAB: Functionele Agro Biodiversiteit.

boeren, terreinbeheerders, particulieren, onderzoekers en overheden op gebiedsniveau en door het stimuleren, inspireren en waarderen van de prestaties van grondgebruikers aan gunstige omstandigheden voor biodiversiteit.

Het doel van de monitoring van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel is meerledig. Met behulp van monitoring moet worden vastgesteld (i) wat de trends zijn in belangrijke biodiversiteitsindicatoren, oftewel de ecologische indicatoren (landelijk, provinciaal en per gebied) en (ii) hoe deze samenhangen met de maatregelen die genomen worden door de grondgebruikers en de prestaties, ofwel de Kritische Prestatie-Indicatoren (KPI's) in de gebieden. Dit geheel wordt geïllustreerd in Figuur 13.

Dat hiermee ook de internationale rapportages, zoals de EU-rapportages (de Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijnrapportages) en PAS en de Natura 2000-beheerplannen van informatie worden voorzien is een misvatting, omdat het Deltaplan Biodiversiteitsherstel zich niet specifiek richt op de beschermde soorten en habitattypen van deze EU-richtlijnen. Het Netwerk Ecologische Monitoring (CBS, 2018) is hiertoe al vrijwel volledig ingericht en wordt op onderdelen aangevuld met de monitoring in het kader van de Werkwijze Monitoring en Beoordeling Natuurnetwerk Nederland en Natura 2000/PAS (BIJ12, 2019).

De monitoringsystematiek van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel is geen vervanging voor de bestaande monitoringsprogramma's, maar probeert hier zo veel mogelijk gebruik van te maken en waar mogelijk deze te versterken.



Figuur 13 Monitoringsystematiek Deltaplan Biodiversiteitsherstel. KPI: kritische prestatie-indicator.

4.2.2.1 Monitoring op landelijk niveau

De monitoring op landelijk niveau is gericht op signaleren en evalueren van de trend in de biodiversiteit (het eerste doel van de monitoring). Voorgesteld wordt om hiervoor gebruik te maken van de bestaande monitoringsprogramma's voor de dagvlinders en dag-actieve nachtvlinders ('vlinders'), libellen en broedvogels.

4.2.2.2 Monitoring op gebiedsniveau

De monitoring op gebiedsniveau is gericht op het begrijpen, leren en verbeteren van de effecten die het samenhangend stelsel van maatregelen bij de verschillende grondgebruikers hebben op de biodiversiteit (het tweede doel van de monitoring). Monitoring op dit niveau betreft niet alleen gegevens over de biodiversiteitsindicatoren – ook wel 'ecologische indicatoren' –, maar ook gegevens over de maatregelen die in een gebied genomen worden en de prestaties die gerealiseerd worden met

deze maatregelen, ofwel de kritische prestatie-indicatoren (KPI's), zodat deze in effectanalyses aan elkaar gerelateerd kunnen worden.

4.2.2.3 Monitoring op grondgebruikersniveau

De monitoring op grondgebruikersniveau geeft inzicht in biodiversiteit-bevorderende maatregelen, die de natuurbeheerders, overheden en boeren uitvoeren op hun eigen terrein. Op dit niveau worden de KPI's geselecteerd die inzicht geven in hoeverre gunstige omstandigheden worden gecreëerd voor het herstel van biodiversiteit. Deze KPI's zijn nog in ontwikkeling. Een voorbeeld van een KPI voor boeren is het percentage kruidenrijk grasland ten opzichte van het totale areaal.

4.2.2.4 Living Labs

Om in de toekomst goed vast te kunnen stellen wat het effect van de maatregelen en prestaties zijn op de trends in biodiversiteit, moet de uitgangssituatie worden vastgelegd en trends van biodiversiteitsindicatoren worden bepaald voor de volgende drie situaties/habitattypen:

1. Habitattypen (bv. akkers, wegbermen, reservaten) in het Living Lab waarin is overgegaan op biodiversiteit-bevorderend beheer. In dit type habitat worden de effecten van het aangepaste beheer (= behandeling) gemonitord.
2. Habitattypen in het Living Lab waarin het beheer gelijk blijft. In dit type habitat wordt bepaald wat de trend in biodiversiteit is als het beheer onveranderd zou zijn. Het verschil tussen niets doen en aangepast beheer geeft de effectiviteit van de maatregelen weer.
3. Habitattypen buiten het Living Lab waarin het beheer gelijk blijft. Om vast te stellen wat er gebeurt zonder beheer in de buurt, zullen we ook biodiversiteitsindicatoren moeten monitoren in habitattypen die op voldoende afstand van ons studiegebied liggen en die dus eigenlijk de echte harde controles vertegenwoordigen (het controlegebied).

Te gebruiken indicatoren in de Living Labs bestaan uit trends in respectievelijk broedvogels (aantallen per soort), dagvlinders en dag-actieve nachtvlinders (aantallen per soort), insecten (aantallen op ordeniveau van de vier grootste groepen), planten (soortensamenstelling en bedekking) en ook bodemeigenschappen (biomassa van bacteriën en schimmels).

Het idee achter deze monitoringsystematiek is dat er inzicht wordt gekregen in de resultaten van de maatregelen die door de grondgebruikers zijn genomen, bijvoorbeeld het oppervlakte kruidenrijk grasland in een gebied, de effecten hiervan op de biodiversiteit in het gebied (bv. de variatie in en aantallen van planten- en insectensoorten) en vervolgens hoe dit alles doorwerkt op een hoger schaalniveau (provinciaal en landelijk niveau), te weten de trend in populatieomvang van dagvlinders. De Living Labs leveren meer inzicht in de oorzakelijke verbanden tussen (herstel)maatregelen en effecten.

4.2.3 Experimenten natuurinclusieve landbouw Staatsbosbeheer

Het Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit en Staatsbosbeheer (SBB) zijn een samenwerking aangegaan om experimenten uit te voeren met natuurinclusieve landbouw. In de vorm van veertig experimenten worden pachtgronden van Staatsbosbeheer ingezet om boeren te ondersteunen bij de ontwikkeling van een meer natuurinclusieve bedrijfsvoering. Bij de experimenten kan het gaan om individuele bedrijven of om meerdere bedrijven op gebiedsniveau. Wageningen Environmental Research voert een project uit om de betrokken bedrijven integraal te monitoren wat betreft de ontwikkelingen in de bedrijfsvoering, de ecologie, de economie en de sociale aspecten. Het betreft een lerende vorm van monitoring. Kenmerkend voor een lerende benadering is dat er samen met betrokkenen uit het gebied inzicht wordt verworven in de voortgang. De vraagstelling wordt dus gezamenlijk bepaald en zo nodig gaandeweg bijgesteld. Dit wordt in dit rapport 'participatieve monitoring' genoemd (zie paragraaf 2.3.3). Het betreft maatwerk per bedrijf. Er worden diverse soortgroepen gemonitord, waaronder vogels, planten (vegetatie) en insecten. Wat betreft de monitoringsmethodiek wordt aangesloten bij bestaande meetprotocollen.

4.3 Pilots monitoring insecten

4.3.1 Boeren Insecten Meetnet Agrarische Gebied (BIMAG)

Afgelopen jaar is er onder begeleiding van LTO Noord, BoerenNatuur en De Vlinderstichting (en gefinancierd door het Ministerie van LNV) een pilot uitgevoerd om boeren vlinders te laten tellen op hun eigen bedrijf. Het doel is tweeledig, te weten boeren bewust(er) te maken van de effecten van maatregelen op de biodiversiteit (bv. de effecten van inzaaien van akkerranden met kruidenrijke mengsels op aanwezige vlinders) en om aanvullende waarnemingen in agrarische gebieden te verzamelen voor de bestaande vlindermeetnetten van het NEM. De tellingen bestonden uit de reguliere transect-tellingen van dagvlinders (Meetnet dagvlinders) en de tellingen van nachtvlinders met behulp van actieve vallen bestaande uit een emmer met ledverlichting (Meetnet nachtvlinders). Er hebben 22 boeren deelgenomen aan de pilot, waarvan alle nachtvlinders hebben geteld en 4 ook dagvlinders hebben geteld (Van Deijk, 2019b). De nachtvlinders zijn gefotografeerd en deze foto's zijn geüpload door de boeren en gedetermineerd door De Vlinderstichting. Het doel is om dit meetnet in 2020 verder uit te rollen en uiteindelijk ook onderdeel uit te laten maken van het NEM.

4.3.2 Digital Identification of Photographically Sampled Insect Species (DIOPSIS)

Afgelopen jaar is ook een pilot uitgevoerd met insectenmonitoring door middel van cameravallen en automatische beeldherkenning. Deze methode van monitoring is ontwikkeld door Naturalis, EIS, COSMONIO en de Radboud Universiteit Nijmegen. Meetdoelen zijn de aantallen individuen per orde/familie van de klasse insecten en de biomassa van insecten. De camera maakt elke 10 seconden een foto gedurende de hele dag (24 uur). De biomassa wordt berekend op basis van de aantallen per familie met een rekenformule. In totaal zijn er in 2019 85 cameravallen geplaatst door heel Nederland.

4.3.3 DNA-barcoding

Een andere manier om insecten te monitoren, is via DNA-barcoding (Evans et al., 2012). De DNA-barcodes kunnen gebruikt worden voor de herkenning van soorten. Dit is wel een destructieve methode. Er lopen diverse pilots/projecten bij onder andere Naturalis en Wageningen Environmental Research, waarbij de mogelijkheden van DNA-barcoding voor het monitoren van insecten verkend worden.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Keuze uit een set van samenhangende indicatoren

Aangeraden wordt om een set van samenhangende indicatoren te kiezen als uitgangspunt voor de monitoring van insecten en deze de komende jaren verder uit te werken en te operationaliseren. Daarbij kunnen de drie dimensies van een natuurinclusieve landbouw worden gevolgd, zoals toegelicht in hoofdstuk 3. In de volgende paragrafen wordt dit toegelicht.

5.1.1 Dimensie 1: Zorgen voor behoud en herstel biodiversiteit

Wat betreft dimensie 1, het zorgen voor behoud en herstel van biodiversiteit, wordt voorgesteld om te kiezen voor indicatoren voor biomassa ('productiviteit'), soortenrijkdom ('diversiteit') en de aanwezigheid, de aantallen en trends in aantallen en/of verspreiding van karakteristieke soorten ('ecosysteemkwaliteit') en voor trends in aantallen en/of verspreiding van beschermde zeldzame of bedreigde soorten (zie Tabel 6). Voor de eerste drie 'systeemgerichte' indicatoren is het belangrijk om referenties te bepalen (per ecosysteemtype), zodat er een vergelijking kan worden gemaakt in de tijd en in de ruimte.

- De biomassa is van belang om inzicht te krijgen in het voedselaanbod voor hogere trofieniveaus (Howison et al., 2019; Stip et al., 2019), waaronder weidevogels en vlermuizen. Er is nog wel onderzoek nodig om te bepalen welke methode(n) van biomassabepalingen het geschiktst zijn voor dit doel.
- De soortenrijkdom geeft een indruk over wat men in bepaalde type ecosystemen aan hoeveelheid soorten kan verwachten. Sommige ecosystemen zijn echter van nature soortenarmer dan anderen, dus het krijgt pas betekenis als ook duidelijk is welke soorten er voorkomen en ook door te kijken naar de ecologie van desbetreffende soorten. Dan komt je al gauw op het principe van karakteristieke soorten.
- De aanwezigheid, aantallen en trends in aantallen en/of verspreiding van karakteristieke soorten is van belang om inzicht te krijgen in – de ontwikkelingen van – de 'kwaliteit' van een ecosysteem. Deze soorten dienen per ecosysteemtype zorgvuldig gekozen en onderhouden te worden. Voor de beheertypen van de index NL en de habitattypen van Annex I van de Habitatrichtlijn zijn al soortenlijsten opgesteld met onder meer vlinders, libellen en sprinkhanen (zie paragraaf 3.2.4). Het is overigens aan te bevelen om naast insecten ook andere soortgroepen (bijvoorbeeld planten en broedvogels) te kiezen, zoals ook bij de beheertypen het geval is.
- Beschermde soorten (bv. de soorten van Annex I, IV en V van de Habitatrichtlijn) worden veelal al gemonitord in het kader van het NEM (zie paragraaf 3.2.3), maar vaak met de focus op natuurgebieden. Bedreigde soorten, zoals bijen en zweefvliegen (nog niet beschermd via wetten en verdragen), worden echter niet structureel gemonitord. Wel worden er voor bepaalde soortgroepen (bv. de bijen) Rode Lijsten opgesteld. Voor het opstellen van een Rode Lijst zijn goede data nodig en die zijn niet altijd voorhanden. In het kader van het EU-initiatief bestuivers wordt een Europees meetnet opgezet (dit omdat bestuivers bedreigd worden). Het is aan te bevelen om hierop aan te sluiten en dit meetnet te verbreden, aangezien bestuivers ook van belang zijn voor de functionele biodiversiteit (zie paragraaf 3.3.1). Ook voor de Nationale Bijenstrategie (Reemer et al., 2012; Reemer en De Groot, 2019) is dit van belang. Verder is het aan te bevelen om bestaande meetnetten, zoals het meetnet vlinders en het meetnet libellen, uit te breiden naar agrarisch gebied en te verdichten, zodat ook trends in agrarisch gebied berekend kunnen worden.

Het zorgen voor behoud en herstel van biodiversiteit door de landbouwsector zou hoe dan ook wat concreter gemaakt kunnen worden. Wat zijn de ambities en hoe zijn deze te vertalen naar concrete en meetbare doelen? Dat geeft namelijk meer houvast voor keuzes ten aanzien van de monitoring.

5.1.2 Dimensie 2: Beter benutten van functionele biodiversiteit

Wat betreft dimensie 2, het beter benutten van functionele biodiversiteit, wordt voorgesteld om indicatoren te kiezen voor bestuiving, plaagbestrijding en afbraak van organisch materiaal in de bodem (bodemkwaliteit).

- Voor bestuiving wordt aangeraden om de soortenrijkdom (diversiteit) van bestuivers te meten (zie Tabel 6), omdat dit indicatief is voor de 'robuustheid' van een (agro-)ecosysteem. Hierbij kan aangesloten worden bij dezelfde indicator onder dimensie 1, zorgen voor behoud en herstel van biodiversiteit.
- Voor plaagbestrijding is nog geen concrete indicator bedacht, omdat het aan expertise ontbrak in het huidige project en de vraag vanuit de landbouwsector nog onvoldoende duidelijk was. Het is ook een erg complex vraagstuk. Aangeraden wordt om dit in een vervolg nader uit te werken met de juiste experts en beleidsmedewerkers.
- Wat betreft de afbraak van organisch materiaal in de bodem ('bodemkwaliteit') bestaan er al operationele methoden (Hanegraaf et al., 2019; Rutgers et al., 2007). Deze methoden zijn gebaseerd op de biomassa van schimmels en bacteriën en de dichtheid aan wormen en aaltjes. Aangezien insecten maar een beperkte rol spelen bij de afbraak van organisch materiaal, voegt dit waarschijnlijk weinig toe aan de bestaande methoden. Het lijkt daarom verstandig om op de al operationele methoden aan te sluiten. De vraag is of men het oorspronkelijke landelijke biologische bodemmeetnet (BoBI) weer nieuw leven in wil blazen om hiermee beter zicht te krijgen op de veranderingen (trends) in de bodemkwaliteit.

Het beter benutten van functionele biodiversiteit in de landbouwsector zou hoe dan ook wat concreter gemaakt kunnen worden. Daarbij moet eerst worden geïnventariseerd wat de ambities zijn en hoe deze te vertalen in concrete en meetbare doelen.

5.1.3 Dimensie 3: Verlagen impact op de biodiversiteit

Wat betreft de dimensie 3, het verlagen van de impact op de biodiversiteit, worden nog geen concrete indicatoren voorgesteld. Het is mogelijk om soorten te selecteren die gevoelig zijn voor bepaalde milieufactoren, bijvoorbeeld de hoeveelheid stikstof in de lucht, in de bodem en/of in het water (zie Tabel 6). Door De Vlinderstichting is een 'stikstofindicator' ontwikkeld, gebaseerd op stikstofgevoelige vlindersoorten (Wallis De Vries et al., 2019). Ook bij andere insectengroepen zijn op grond van al bekende eigenschappen waarschijnlijk wel soorten te selecteren als gevoelig voor bepaalde milieufactoren. Dat is in het kader van deze studie niet nader onderzocht en zou in een vervolg moeten worden uitgewerkt, waarbij ook rekening moet worden gehouden met de mogelijkheden om de betreffende soorten te monitoren. Naast stikstofgevoelige soorten kunnen bijvoorbeeld ook verdrogingsgevoelige soorten worden geselecteerd.

Het verlagen van de impact op de biodiversiteit door de landbouwsector zou hoe dan ook wat concreter gemaakt kunnen worden. Wat zijn de ambities en hoe zijn deze te vertalen in concrete en meetbare doelen?

Tabel 6 Set van samenhangende indicatoren als uitgangspunt voor de monitoring van insecten.

Wat?	Waarom?
1. Zorgen voor behoud en herstel biodiversiteit	
- Biomassa/'productiviteit'	Inzicht in voedselaanbod voor hogere trofieniveaus (bv. weidevogels en vliegmuizen) in verschillende typen natuurlijke en agrarische ecosystemen
- Soortenrijkdom/'diversiteit'	Inzicht in de soortenrijkdom/samenstelling van verschillende typen natuurlijke en agrarische ecosystemen
- Karakteristieke soorten/'ecosysteemkwaliteit'	Inzicht in de 'kwaliteit' (structuur en functie) van verschillende typen natuurlijke en agrarische ecosystemen
- Beschermde, zeldzame en/of bedreigde soorten	Inzicht in de status en trends van beschermde, zeldzame en bedreigde soorten (HR, Rode lijst, EU-initiatief bestuivers) binnen en buiten natuurgebieden
2. Beter benutten van functionele biodiversiteit	
- Bestuiving: diversiteit aan bestuivers <i>Ervan uitgaande dat hoe gevarieerder het aanbod aan bestuivers is, hoe robuuster het agro-ecosysteem is en hoe beter de bestuiving van de diversiteit van bestuivers gemonitord worden.</i>	Inzicht in de bestuiving van gewassen en fruitbomen
- Ziekte en plaagbestrijding/'groene gewasbescherming': vergt nog nader uitwerking	Inzicht in ziekte- en plaagbestrijding van gewassen en fruitbomen
- Afbraak organisch materiaal bodem/'bodemkwaliteit': op basis van bestaande indicatoren <i>Dit kan worden bepaald op basis van biomassa schimmels en bacteriën en de dichtheid van wormen en aaltjes. De rol van insecten is beperkt en niet in bestaande methoden opgenomen.</i>	Inzicht in de bodemkwaliteit
3. Verlagen impact op biodiversiteit	
- Impact gevoelige soorten: vergt nog nadere uitwerking.	Inzicht in de effecten van het beperken van het gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen

5.2 Realisatie

5.2.1 Meetstrategieën en -methoden

Na een keuze gemaakt te hebben uit Tabel 6 dient per indicator een meetstrategie opgesteld te worden (zie paragraaf 2.2) en dienen ook keuzes gemaakt te worden uit meetmethoden (Graham et al., 2019; Macgregor et al., 2019; New et al., 1997; Sattler et al., 2014; Thomas et al., 2019; Seibold et al., 2019). In Bijlage 2 is een overzicht (niet uitputtend) opgenomen van verschillende meetmethoden. Er is een duidelijk verschil tussen directe veldwaarnemingen via bijvoorbeeld transect-tellingen en passieve dan wel actieve insectenvallen. Bij directe veldwaarnemingen worden de soorten direct gedetermineerd – met enkele uitzonderingen – en is dus kennis vereist van de waarnemer over deze soorten. Bij insectenvallen worden de soorten achteraf gedetermineerd. Determinatie wordt meestal uitgevoerd door experts en is in sommige gevallen destructief. Determinatie wordt echter ook steeds meer mogelijk met meer geavanceerde technieken, bijvoorbeeld automatische beeldherkenning (Artificial Intelligence), zoals wordt toegepast bij de cameravallen (zie paragraaf 4.3.2) en DNA-barcodeanalyse (Evans et al., 2012). Bij de insectenvallen is het goed om te realiseren welk type insecten men hiermee vangt, bijvoorbeeld vliegende of kruipende insecten, uit welk compartiment (bodem, water en lucht), op welke afstand (lokaal of ook uit de omgeving) en in hoeverre de gevangen insecten ook deel uitmaken van het voedselaanbod voor bijvoorbeeld weidevogel(kuikens). Ook maakt het uit of een val actief insecten aantrekt, want in dat geval kan er bias ontstaan indien de vegetatie dichter wordt en de val minder zichtbaar is voor insecten. Het is dus sterk afhankelijk van de vraag welke methode het geschiktst is voor het gestelde doel.

In Tabel 7 wordt een voorzet gegeven van geschikte meetmethoden en wordt ook aangegeven of er gebruikgemaakt kan worden van bestaande monitoring, plannen/initiatieven en pilots (zie hoofdstuk 4). Dit wordt in de volgende paragrafen kort toegelicht.

Zorgen voor behoud en herstel biodiversiteit:

- Biomassa kan op verschillende manieren worden gemonitord. In het Deltaplan Biodiversiteitsherstel is gekozen voor piramidevallen, omdat die vooral lokale en kruipende insecten uit de bodem en van de vegetatie vangt en daarmee ook indicatief zijn voor het type beheer. De pilot met de cameravallen is ook gericht op biomassametingen. In beide gevallen wordt uit aantallen insecten (van verschillende ordes, families etc.) de biomassa afgeleid. Dat is dus een andere methode dan in het artikel van Hallman et al. (2017) is toegepast, want daar is biomassa afgeleid uit het drooggewicht van insecten gevangen in malaisevallen. Het is interessant en raadzaam om verschillende methoden met elkaar te vergelijken.
- Soortenrijkdom kan met vergelijkbare methoden gemonitord worden, te weten diverse typen vallen, afhankelijk van welk type insecten men wil meten en uit welk compartiment en vanaf welke afstand. In dit geval zijn ook DNA-barcodeanalyses interessant, omdat die ook op relatief eenvoudige wijze iets over de soortendiversiteit kunnen zeggen. Ook deze methode is in ontwikkeling, net als de cameravallen.
- Karakteristieke soorten kunnen deels op basis van bestaande meetnetten worden gemonitord, zoals het meetnet vlinders (dag- en nachtvlinders) en libellen. Deze meetnetten dienen dan wel uitgebreid te worden naar agrarisch gebied en verdicht te worden. Er moeten nog wel soortenlijsten opgesteld worden voor agrarische ecosystemen en referenties moeten eveneens nog bepaald worden.
- Beschermde soorten worden al grotendeels gemonitord in het kader van het NEM, maar lang niet alle bedreigde soorten. Wat bijvoorbeeld nog ontbreekt, is een meetnet voor bijen (inclusief hommels) en zweefvliegen. Aansluiting bij het EU-initiatief inzake bestuivers is raadzaam. Dit vergt nog wel wat uitzoekwerk, al zijn daar eerder voorstellen voor gedaan (pers. com. Theo Zeegers). Verder is het dus zaak om het meetnet vlinders en het meetnet libellen uit te breiden en te verdichten.

Beter benutten van functionele biodiversiteit:

- Bestuiving is iets anders dan bestuivers, maar de diversiteit in bestuivers geeft wel aan hoe robuust het systeem is. Dit kan worden gecombineerd met het meetnet gericht op de aantallen en/of verspreiding in bestuivers. In EU-kader denkt men aan transect-tellingen en aan pan traps (pers. com. Koos Biesmeijer). Het is raadzaam om hierbij aan te sluiten.
- Plaagbestrijding is erg complex en is in deze studie nog onvoldoende uitgewerkt.
- Afbraak organisch materiaal bodem oftewel 'bodemkwaliteit' kan het best op basis van bestaande methoden indicatoren gemeten worden. Of hier – opnieuw – een landelijk meetnet voor moet worden ingericht, is onduidelijk. Dit hangt sterk af van de ambities en doelen van het landbouwbeleid.

Verlagen impact op biodiversiteit:

- Impactgevoelige soorten, zoals stikstofgevoelige vlindersoorten of droogtegevoelige insecten, geven een indicatie van de impact vanuit de landbouw (het gebruik van meststoffen of bewasbeschermingsmiddelen) op het milieu (bodem, water en lucht). Dit vergt in een vervolgonderzoek nog nadere uitwerking. Het is nog onduidelijk wat men vanuit de landbouwsector aan ambities en doelen heeft op dit terrein en hoe deze op basis van indicatoren te evalueren.

Tabel 7 *Geschikte meetmethoden per indicator*

Wat?	Hoe?
1. Zorgen voor behoud en herstel biodiversiteit	
- Biomassa/'productiviteit'	Nieuw meetnet opzetten. Diverse methoden mogelijk, waaronder piramidevallen, malaisevallen en potvallen. In Deltaplan Biodiversiteitsherstel worden piramidevallen ingezet om link met beheer te leggen. In ontwikkeling zijn de cameravallen (geautomatiseerde methode).
- Soortenrijkdom/'diversiteit'	Nieuw meetnet opzetten. Diverse methoden mogelijk, waaronder piramidevallen, malaisevallen en potvallen. In Deltaplan Biodiversiteitsherstel worden piramidevallen ingezet om link met beheer te leggen. In ontwikkeling zijn de cameravallen en DNA-methoden (destructief en niet-destructief).
- Karakteristieke soorten/'ecosysteemkwaliteit'	Bestaande meetnetten (bv. vlinders en libellen) verdichten en uitbreiden naar agrarisch gebied/agrarische ecosystemen. Soortenlijsten maken voor agrarische ecosystemen. Referenties en maatlatten opstellen. Naast insecten ook andere soortgroepen meenemen, bijvoorbeeld planten en vogels. Dit sluit aan bij systematiek Natuurnetwerk Nederland en Habitatrichtlijn/Natura 2000 de kwaliteitsbeoordeling van de beheertypen (Index NL) en habitattypen (Annex I HR).
- Beschermde, zeldzame en/of bedreigde soorten	Het NEM is hier al op ingericht. Uitbreiden en verdichten meetnet vlinders en meetnet libellen. Nieuw meetnet opzetten voor bijen en zweefvliegen en aansluiten bij EU-initiatief bestuivers (gaat ook om bestuivers in natuurgebieden en niet beperkt tot agrarisch gebied!). Diverse methoden mogelijk, waaronder tellingen en pan traps.
2. Beter benutten van functionele biodiversiteit	
- Bestuiving: diversiteit aan bestuivers	Nieuw meetnet opzetten. Diverse methoden mogelijk, waaronder tellingen en pan traps. Link leggen met dimensie 1, het meetnet bestuivers (EU initiatief inzake bestuivers)
- Ziekte en plaagbestrijding/'groene gewasbescherming': vergt nog nader uitwerking	Dit is een complex vraagstuk. Vergt nadere uitwerking. Er wordt onderzoek naar gedaan, o.a. effecten van strokenteelt (gemengde teeltsystemen).
- Afbraak organisch materiaal bodem/'bodemkwaliteit'	Bestaande methoden gebaseerd op biomassa schimmels en bacteriën en de dichtheid van wormen en aaltjes toepassen. Ooit landelijk meetnet RIVM en WUR (BOBI). Mogelijk nieuw leven in blazen. Vooralsnog lijkt geen aanvulling m.b.t. insecten nodig.
3. Verlagen impact op biodiversiteit	
- Impact gevoelige soorten: vergt nog nadere uitwerking	Voorbeeld is de stikstofindicator vlinders. Mogelijk uit te breiden met andere impactgevoelige soortgroepen. Vergt nadere uitwerking.

5.2.2 Inbedding binnen bestaande monitoringsprogramma's en beleidstrajecten

De bestaande monitoringsprogramma's, de monitoring plannen en de pilots voor de monitoring van insecten (zie hoofdstuk 4) leveren goede bouwstenen voor een monitorings- en onderzoeksprogramma naar de ontwikkelingen van insectenpopulaties in Nederland. Belangrijk is om goede afspraken te maken over de aansturing en/of afstemming van de monitoring en het onderzoek.

5.2.2.1 Monitoring voor beleidsevaluaties (signaleren, evalueren en verantwoorden)

Wij raden aan om de monitoring voor beleidsevaluaties op landelijk en provinciaal niveau, en waar mogelijk ook voor een selectie van gebieden (wat betreft de trends in aantallen en/of verspreiding van insecten), in te bedden in het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). Hierbij is de aansturing gewaarborgd. Er dient dan wel extra financiering te komen. Prioriteiten zullen moeten worden gesteld door de opdrachtgevers (LNV, RWS en provincies), mede afhankelijk van de financiële ruimte voor de verdere uitwerking van de set van indicatoren. Wij raden aan om de meetnetten van vlinders en libellen uit te breiden naar agrarisch gebied (wens van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel) en om een nieuw meetnet voor bestuivers op te stellen (in aansluiting op EU-meetnet).

5.2.2.2 Monitoring voor kennisontwikkeling (leren en bijsturen)

Wij raden aan om de monitoring voor kennisontwikkeling over de effecten van maatregelen op gebiedsniveau en op lokaal niveau (ook wel 'grondgebruiksniveau' genoemd) uit te laten voeren binnen verschillende initiatieven, waaronder de Living Labs van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel en de experimenten van Staatsbosbeheer met het verpachten van gronden voor natuurinclusieve landbouw. Belangrijk is de afstemming met de monitoring in het kader van het NEM. Hier moeten afspraken over worden gemaakt met desbetreffende partijen (ook de uitvoerende partijen). Deze afspraken betreffen onder andere de selectie en verdere uitwerking van indicatoren, meetprotocollen en uitwisseling van data. Idealiter worden ook niet-biologische indicatoren, zoals de stikstofdepositie en aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen, in kaart gebracht.

5.2.2.3 Participatieve monitoring (motiveren en aanjagen)

Wij raden aan om voor een selectie van indicatoren ook participatieve monitoring in te zetten om hiermee het draagvlak voor het beleid/de transities naar een natuurinclusieve samenleving te vergroten. Met het 'Boereninsecten Meetnet Agrarisch Gebied' (BIMAG) is hier een begin mee gemaakt door enthousiaste boeren die zelf de tellingen uitvoeren en daardoor meer geïnteresseerd zijn of worden in de insecten op hun land en de relatie met het landgebruik. Mogelijk kan participatieve monitoring ook een plek krijgen binnen de monitoring op gebieds- en lokaal niveau (grondgebruiksniveau), waaronder de Living Labs van het Deltaplan Biodiversiteitsherstel. Het kan de discussie tussen wetenschappers, beleidsmakers en grondgebruikers ondersteunen. Hierdoor krijgt men meer inzicht in elkaars gezichtspunten, kennis en ervaringen.

5.2.3 Monitoring en onderzoek

5.2.3.1 Referenties voor 'agrobiodiversiteit'

Wij raden aan om onderzoek naar de soortensamenstelling van insectengemeenschappen van verschillende ecosystemen, te weten (semi)natuurlijke ecosystemen en agrarische ecosystemen ergens te beleggen. Dit biedt namelijk een handvat voor het identificeren van karakteristieke soorten voor desbetreffende ecosystemen en voor het vaststellen van referenties waartegen de trends kunnen worden uitgezet. Ook het vaststellen van deze referenties raden wij aan.

5.2.3.2 Impact van mest en gewasbeschermingsmiddelen

Wij raden aan om onderzoek naar oorzaken en gevolgen van waargenomen trends ergens te beleggen. Mogelijk kan dit gecombineerd worden met het onderzoek naar de effecten van maatregelen.

5.2.3.3 Innovatie meetmethoden

Wij raden aan om onderzoek naar innovatieve monitoringstechnieken, waaronder (e)DNA en automatische beeldherkenning (Artificial Intelligence) te stimuleren. Hiermee kan de inzet van niet-professionals worden vergroot.

5.3 Randvoorwaarden

5.3.1 Taxonomische kennis

Van belang voor de monitoring van insecten door professionals – waaronder vrijwilligers – is het op peil houden of zelfs vergroten van de taxonomische kennis en slagkracht. Dit kan worden belegd in het onderwijs. Ook kunnen trainingen worden gegeven aan niet-professionals. Op dit moment is dit een van de grootste belemmeringen voor een grootschalig monitoringsprogramma naar de ontwikkelingen van insectenpopulaties in Nederland, evenals voor de validatie van NDFF-gegevens van sommige soortgroepen. Ook de hoeveelheid vrijwilligers aangesloten bij de soortenorganisaties (Vlinderstichting en EIS) is beperkt en er wordt al veel beroep op gedaan (o.a. binnen SNL en Natura 2000).

5.3.2 Data-infrastructuur

Het is belangrijk om data-infrastructuur op orde te houden, zodat uitwisseling en hergebruik van data ondersteund worden, bijvoorbeeld via de FAIR principes (Findable, Accessible, Interoperable Reusable). Het onderhoud en beheer van de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF) is hiervoor van groot belang. Wat mogelijk nog verbeterd kan worden, is de link met de mariene en aquatische monitoringsgegevens in beheer van onder andere RWS en de waterschappen (Informatiehuis Water en Informatiehuis Marien). De NDFF is erg gericht op terrestrisch gebied en kleine binnenlandse wateren.

Literatuur

- Berkhout, P., de Haas, W., & Scholten, M. (2019). Advies opzet monitoring en evaluatie kringlooplandbouw: notitie opgesteld op verzoek van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Wageningen: Wageningen University & Research.
- BIJ12 (2018). Werkwijze Monitoring en Beoordeling Natuurnetwerk en Natura 2000/PAS. Versie 11102018. BIJ12, Utrecht.
- Breman, B. C., de Groot, M., Ottow, B., & Rip, W. (2014). Monitoren doe je samen - de meerwaarde van participatieve monitoring. H2O online, (20 juli).
- Breman, B. C., Kuindersma, W., Meijerink, S., Ellen, G. J., Wassink, W., Brugmans, B., & van der Bolt, F. J. E. (2019). Participatieve monitoring in Lumbricus: Een brug tussen innovatie en implementatie. *Water Governance*, (1), 46-49.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2020). Meetprogramma's flora & fauna Kwaliteitsrapportage. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen/Bonaire.
- Conrad, K.F., Fox, R. and Woidwod, I. (2007). Monitoring Biodiversity: Measuring Long-term Changes in Insect Abundance. The Royal Entomological Society 2007 (eds A.J.A. Stewart, T.R. New and O.T. Lewis).
- Evans, N. and G. Paulay (2012). DNA Barcoding Methods for Invertebrates. (pp.47-77) In: *Methods in Molecular Biology Humana Press*, Editors: John W. Kress, David L. Erickson
- EFSA PPR Panel (EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues), Ockleford, C, Adriaanse, P, Berny, P, Brock, T, Duquesne, S, Grilli, S, Hernandez-Jerez, AF, Bennekou, SH, Klein, M, Kuhl, T, Laskowski, R, Machera, K, Pelkonen, O, Pieper, S, Stemmer, M, Sundh, I, Teodorovic, I, Tiktak, A, Topping, CJ, Wolterink, G, Craig, P, de Jong, F, Manachini, B, Sousa, P, Swarowsky, K, Auteri, D, Arena, M and Rob, S (2017). Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for in-soil organisms. *EFSA Journal* 2017; 15(2):4690, 225 pp. doi:10.2903/j.efsa.2017.4690
- Graham A. Montgomery, Robert R. Dunn, Richard Fox, Eelke Jongejans, Simon R. Leather, Manu E. Saunders, Chris R. Shortall, Morgan W. Tingley, David L. Wagner (2019). Is the insect apocalypse upon us? How to find out, *Biological Conservation*, 108327, ISSN 0006-3207, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108327>.
- Graveland, J. (2018) Beschrijving van de Rijkswaterstaat meetnetten voor natuur en waterkwaliteit. Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (WVL) versie maart 2018 definitief.
- Gruijter, J., D. Brus. M. Bierkens and M. Knotters (2006). *Sampling for Natural Resource Monitoring*. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Hallmann, CA, Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., and Hörrén, T. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12 (10): e0185809.
- Hallmann, C.A., Zeegers, T., van, Klink, R., Vermeulen, R., van, Wielink, P., Spijkers, H., van, Deijk, J., van, Steenis, W. and Jongejans, E. (2020), Declining abundance of beetles, moths and caddisflies in the Netherlands. *Insect Conservation*. Divers. doi:10.1111/icad.12377.
- Hanegraaf, M.C., H.G.M. van den Elsen, J.J. de Haan & S.M. Visser (2019). Bodemkwaliteitsbeoordeling van landbouwgronden in Nederland – indicatorset en systematiek, versie 1.0. Wageningen Research, Rapport WPR-795.
- Harvey, J.A., Heinen, R., Armbrrecht, I. et al. International scientists formulate a roadmap for insect conservation and recovery. *Nat Ecol Evol* 4, 174–176 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1079-8>.
- Hogeweg, L., Zeegers, T., Katramados, J., Jongejans, E. (2019) DIOPSIS: Smart Insect Cameras Digital Identification of Photographically Sampled Insect Species Preliminary results of the summer of 2019. Poster at Biodiversity Next Symposium.
- Howison, Ruth & Belting, Heinrich & Smart, Jennifer & Smart, Mark & Schuckard, Rob & Thorup, Ole & Piersma, Theunis. (2019). *Meadowbirds on the horizon of southwest Friesland*. Publisher: International Wader Study Group, Drukkerij Van der Eems, Easterein.

- IPBES (2016a). The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 552 pages.
- IPBES (2016b): Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, H. T. Ngo, J. C. Biesmeijer, T. D. Breeze, L. V. Dicks, L. A. Garibaldi, R. Hill, J. Settele, A. J. Vanbergen, M. A. Aizen, S. A. Cunningham, C. Eardley, B. M. Freitas, N. Gallai, P. G. Kevan, A. Kovács-Hostyánszki, P. K. Kwapong, J. Li, X. Li, D. J. Martins, G. Nates-Parra, J. S. Pettis, R. Rader, and B. F. Viana (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 36 pages.
- IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.
- Janssen, J.A.M. (red.), R.J. Bijlsma (red.), G.H.P. Arts, M.J. Baptist, S.M. Hennekens, B. de Knecht, T. van der Meij, J.H.J. Schaminée, A.J. van Strien, S. Wijnhoven, T.J.W. Ysebaert (2020). Habitatrichtlijnrapportage 2019: Annex D Habitattypen; Achtergronddocument. WOt-technical report 171. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen
- Kleijn, D., Winfree, R., Bartomeus, I. et al. (2015). Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nat Commun* 6, 7414
doi:10.1038/ncomms8414.
- 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. and Wegman, R., 2018. Achteruitgang insectenpopulaties in Nederland: trends, oorzaken en kennislacunes. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2871.
- Keuskamp, J.A., Dingemans, B.J.J., Lehtinen, T., Sarneel, J.M., Hefting, M.M. (2013) Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems. *Methods in Ecology and Evolution*, 4, 1070–1075.
- Macgregor, C.J., Williams, J.H., Bell, J.R. et al. (2019) Moth biomass increases and decreases over 50 years in Britain. *Nat Ecol Evol* 3, 1645–1649, <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1028-6>.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2018a) Visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden. Nederland als koploper in kringlooplandbouw. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2018b) Nationale Bijenstrategie Bed & Breakfast for Bees. Publicatie-nr. 110071. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2019) Realisatieplan Visie LNV. Op weg met nieuw perspectief. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- New, T. Are Lepidoptera an effective 'umbrella group' for biodiversity conservation? *Journal of Insect Conservation* 1, 5–12 (1997). <https://doi.org/10.1023/A:1018433406701>.
- Noss, R.F. (1990), Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*, 4: 355-364. doi:10.1111/j.1523-1739.1990.tb00309.x
- Reemer, M., Kleijn, D. & Raemakers, I.P. (2012) Veranderingen in de Nederlandse bijenfauna. – In: Peters, T.M.J., H. Nieuwenhuijsen, J. Smit, F. van der Meer, I.P. Raemakers, W.R.B. Heitmans, C. van Achterberg, M. Kwak, A.J. Loonstra, J. de Rond, M. Roos & M. Reemer. (2012). De Nederlandse bijen (Hymenoptera: Apidae s.l.) – Natuur van Nederland 11, Naturalis Biodiversity Center & European Invertebrate Survey – Nederland, Leiden: 103-107.
- Reemer, M. en A. de Groot (2019) Nulmeting Nationale Bijenstrategie. Rapportnr. EIS2019-01, EIS Kenniscentrum Insecten, Leiden.
- Rutgers, M., C. Mulder, C. (editor) en A.J. Schouten, A.J. (editors) (2007). Typering van bodemecosystemen in Nederland met tien referenties voor biologische bodemkwaliteit. RIVM Rapport 607604008/2007.

-
- Sattler, T., Pezzatti, G.B., Nobis, M.P., Obrist, M.K. and Moretti, M. (2014), Selection of Multiple Umbrella Species for Functional and Taxonomic Diversity to Represent Urban Biodiversity. *Conservation Biology*, 28: 414-426. doi:10.1111/cobi.12213
- Sanders, M.E., R.J.H.G. Henkens, D.M.E. Slijkerman (2019) Convention on Biological Diversity Sixth National Report of the Kingdom of the Netherlands. WOt-technical report 156. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment, Wageningen. DOI: <https://doi.org/10.18174/499170>.
- Schütt, J. en A. van Doorn (2020). Biodiversiteitsdoelstellingen voor het agrarisch gebied. Wageningen Environmental Research. ISSN 1566-7197.
- Seibold, S., Gossner, M.M., Simons, N.K. et al. Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers (2019). *Nature* 574, 671–674, doi:10.1038/s41586-019-1684-3.
- Stam, J.M., Kleijn, D., te Beest, D., Ozinga, W.A. & Schmidt, A.M. (2019) Insecten in laagveenmoerassen – het spectrum aan soortgroepen in verschillende habitattypen. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2961.
- Stip, A. & Smit, J.T. (2019). Monitoring van bestuivers op Groninger Vogelakkers. Rapport VS2018.043, De Vlinderstichting, Wageningen.
- Thomas, C.D., Jones, T.H. and Hartley, S.E. (2019), "Insectageddon": A call for more robust data and rigorous analyses. *Glob Change Biol*, 25: 1891-1892. doi:10.1111/gcb.14608.
- Van Deijk, J.R. (2019b) Boeren Insecten Monitoring Agrarisch Gebied (BIMAG). Tussenrapportage over BIMAG van BoerenNatuur, Vlinderstichting en LTO Noord.
- Van Doorn A., J.W. Erisman, G. Kuneman, D. Melman, T. Visser B. Elbersen, M. van Zaanen en A. Guidemond (2019) Mainstreaming Natuurinclusieve landbouw. Monitoring en mogelijkheden in het GLB. Conceptwerkrapportage maart 2019 (vertrouwelijk).
- Van Rooij, S.A.M., A. Cormont, A., N. Lokhorst, R.A.F. van Och, M. Reemer, R.P.H. Snep, J.H. Spijker, E.G. Steingröver, A. Stip, A., W.A. Ozinga, G.A. de Groot (2020) Samen werken aan het Bijenlandschap: Versie 2.0. Presentatie Groene Cirkels.
- Van, Strien, A.J., van, Swaay, C.A. and Termaat, T. (2013), Opportunistic citizen science data of animal species produce reliable estimates of distribution trends if analysed with occupancy models. *J Appl Ecol*, 50: 1450-1458. doi:10.1111/1365-2664.12158
- WallisDeVries, M.F. and C. A.M. van Swaay (2017) A nitrogen index to track changes in butterfly species assemblages under nitrogen deposition, *Biological Conservation*, Volume 212, Part B, 2017, Pages 448-453, ISSN 0006-3207, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.11.029>.
- Woestenburg, M. (red.), M.C.A. van Aar (red.), A.S. Adams, R.J. Bijlsma, G.I. Bos, A.P.P.M. Clerkx, J.A.M. Janssen, A. van Kleunen, W.J. Remmelts, N.M. van Rooijen, J.H.J. Schaminée, A.M. Schmidt, C.A.M. van Swaay, S. Wijnhoven (2020) Vogel- en Habitatrichtlijnrapportage 2019. WOt-brochure. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.
- Wereld Natuur Fonds (2020). Living Planet Report Nederland. Natuur en landbouw verbonden. WNF, Zeist.

Bijlage 1 Advies set van samenhangende indicatoren

Wat?	Waarom?	Hoe?
<p>1. Zorgen voor behoud en herstel biodiversiteit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biomassa/'productiviteit' 	<p>Inzicht in voedselaanbod voor hogere trofieniveaus (bv. weidevogels en vleermuizen) in verschillende typen natuurlijke en agrarische ecosystemen.</p>	<p>Nieuw meetnet opzetten. Diverse methoden mogelijk, waaronder piramidevallen, malaisevallen en potvallen. In Deltaplan Biodiversiteitsherstel worden piramidevallen ingezet om link met beheer te leggen. In ontwikkeling zijn de cameravallen (geautomatiseerde methode).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Soortenrijkdom/'diversiteit' 	<p>Inzicht in de soortenrijkdom/samenstelling van verschillende typen natuurlijke en agrarische ecosystemen.</p>	<p>Nieuw meetnet opzetten. Diverse methoden mogelijk, waaronder piramidevallen, malaisevallen en potvallen. In Deltaplan Biodiversiteitsherstel worden piramidevallen ingezet om link met beheer te leggen. In ontwikkeling zijn de cameravallen en DNA-methoden (destructief en niet destructief). Referenties opstellen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Beschermde, zeldzame en/of bedreigde soorten 	<p>Inzicht in de status van beschermde, zeldzame en bedreigde soorten (Habitatrichtlijnsoorten, Rode Lijstsoorten, bestuivers in verband met het EU-initiatief bestuivers) binnen en buiten natuurgebieden.</p>	<p>Het NEM is hier al op ingericht. Nieuw meetnet opzetten voor bijen en zweefvliegen en aansluiten bij EU-initiatief bestuivers (gaat ook om bestuivers in natuurgebieden en niet beperkt tot agrarisch gebied!). Diverse methoden mogelijk, waaronder tellingen en pan traps.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Karakteristieke soorten/'ecosysteemkwaliteit' 	<p>Inzicht in de 'kwaliteit' van verschillende typen natuurlijke en agrarische ecosystemen.</p>	<p>Bestaande meetnetten (bv. vlinders en libellen) uitbreiden naar agrarisch gebied/agrarische ecosystemen. Soortenlijsten maken voor agrarische ecosystemen. Referenties en maatlaten opstellen. Naast insecten ook andere soortgroepen meenemen bijvoorbeeld planten en vogels. Dit sluit aan bij systematiek Natuurnetwerk Nederland en Habitatrichtlijn/Natura 2000 de kwaliteitsbeoordeling van de beheertypen (Index NL) en habitattypen (Annex I HR).</p>

Wat?	Waarom?	Hoe?
<p>2. Beter benutten van functionele biodiversiteit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bestuiving: diversiteit aan bestuivers 	<p>Inzicht in de bestuiving van gewassen en fruitbomen Ervan uitgaande dat hoe gevarieerder het aanbod aan bestuivers is, hoe robuuster het agro-ecosysteem en hoe beter de bestuiving van de diversiteit van bestuivers gemonitord worden.</p>	<p>Nieuw meetnet opzetten. Diverse methoden mogelijk, waaronder tellingen en pan traps. Link leggen met dimensie 1 het meetnet bestuivers (EU-initiatief inzake bestuivers).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Ziekte en plaagbestrijding/groene gewasbescherming: vergt nog nadere uitwerking 	<p>Inzicht in ziekte- en plaagbestrijding van gewassen en fruitbomen.</p>	<p>Dit is een complex systeem. Vergt nadere uitwerking. Wordt onderzoek naar gedaan o.a. effecten van strokenteelt (gemengde teelt).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Afbraak organisch materiaal bodem/'bodemkwaliteit': biomassa schimmels en bacteriën, dichtheid wormen en aaltjes (rol insecten beperkt en niet in bestaande methode opgenomen) 	<p>Inzicht in de bodemkwaliteit.</p>	<p>Bestaande methoden gebaseerd op biomassa schimmels en bacteriën en de dichtheid van wormen en aaltjes toepassen. Ooit landelijk meetnet RIVM en WUR (BOBI). Mogelijk nieuw leven in blazen.</p>
<p>4. Verlagen impact op biodiversiteit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Impactgevoelige soorten: vergt nadere uitwerking, voorbeeld stikstofindicator vlinders 	<p>Inzicht in de effecten van het beperken van het gebruik van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen.</p>	<p>Voorbeeld is de stikstofindicator vlinders. Mogelijk uit te breiden met andere impactgevoelige soortgroepen. Nader uit te werken.</p>

Bijlage 2 Overzicht meetmethoden

Meetmethoden	Meet-variabelen	Type insecten (wat vang je?)	Operationaliteit	Vrijwilligers/ Experts	Verwerkingstijd	Kosten materiaal	Ethiek	Opmerking/ beperking
Waarnemingen (transect)	Aanwezigheid soorten uit de omgeving, te vertalen naar aantallen	Vlinders, libellen	Operationeel	Experts nodig voor identificatie, wordt wel door vrijwilligers met kennis gedaan	Kort, meeste wordt ter plekke geïdentificeerd	Goedkoop	Niet-destructief	
		Sprinkhanen en krekels	Operationeel	Experts	Kort, meeste wordt ter plekke geïdentificeerd	Goedkoop, eventueel aanschaf batrecorder	Niet-destructief	Voordeel is dat geluid opgenomen kan worden, achteraf wel moeilijk aantallen in te schatten
		Bijen en zweefvliegen	Operationeel	Experts	Gemiddeld, deel wordt ter plaatse geïdentificeerd, deel moet met binoculair	Aanschaf binoculair	Een deel van de waargenomen insecten moet worden gedood voor identificatie	
Sleepnet (transect)	Aanwezigheid soorten op locatie en uit de omgeving, te vertalen naar aantallen	Vliegende insecten op locatie en uit de omgeving	Operationeel	Experts nodig voor identificatie, wordt wel door vrijwilligers met kennis gedaan	Kort, meeste wordt ter plekke geïdentificeerd	Goedkoop	Niet-destructief	
Piramidevallen	Aantallen soorten per locatie, te vertalen naar biomassa	Kruipend en vliegend op locatie, uit bodem en op vegetatie	Operationeel	Experts nodig voor identificatie	Neerzetten weinig tijd, maar identificatie veel tijd	Iets duurder om te laten maken (zeker bij groot formaat)	Destructief	Kan onhandig ('bulky') zijn om in afgelegen gebieden op te zetten.

Meetmethoden	Meet-variabelen	Type insecten (wat vang je?)	Operationaliteit	Vrijwilligers/ Experts	Verwerkingstijd	Kosten materiaal	Ethiek	Opmerking/ beperking
Potvallen (op/in bodem)	Aantallen soorten per locatie, te vertalen naar biomassa	Kevers, spinnen en andere bodem-arthropoden	Operationeel	Experts nodig voor identificatie, wordt wel door vrijwilligers met kennis gedaan	Neerzetten weinig tijd, maar identificatie veel tijd	Relatief goedkoop	Destructief en mogelijk bijvangst kleine gewervelden (amfibieën en zoogdieren)	Eventueel in combinatie met lokstof (actieve vangst). Vangst-hoeveelheden erg beïnvloed door omgeving, weer, vegetatie-dichtheid etc.
Pan-vallen (boven de grond)	Aantallen soorten per locatie, te vertalen naar biomassa	Vliegende insecten uit de omgeving (ook bijen, zweefvliegen e.d.)	Operationeel	Experts nodig voor identificatie	Neerzetten weinig tijd, maar identificatie veel tijd	Relatief goedkoop	Destructief	Kleur van plakval heeft invloed op vangst (soort-groepen, vrouwtje/mannetje); gevoelig voor regen. Eventueel in combinatie met lokstof (actieve vangst)
Malaisevallen	Aantallen soorten uit de omgeving, te vertalen naar biomassa	Vliegende insecten uit de omgeving	Operationeel	Experts nodig voor identificatie	Neerzetten weinig tijd, maar identificatie veel tijd	Relatief goedkoop	Destructief	Relatief lage vangst-opbrengst
Plakvallen	Aantallen soorten uit de omgeving, te vertalen naar biomassa	Vliegende insecten uit de omgeving	Operationeel	Experts nodig voor identificatie	Ophangen weinig tijd, maar identificatie veel tijd	Goedkoop	Destructief	Kleur van plakval heeft invloed op vangst (soortgroepen, vrouwtje/mannetje), niet alle individuen zijn tot op soort te identificeren

Meetmethoden	Meet-variabelen	Type insecten (wat vang je?)	Operationaliteit	Vrijwilligers/ Experts	Verwerkingstijd	Kosten materiaal	Ethiek	Opmerking/ beperking
Cameravallen (actief)	Aantallen soorten uit de omgeving, te vertalen naar biomassa	Vliegende en kruipende insecten uit de omgeving	In ontwikkeling	Vrijwilligers, geen experts nodig	Relatief weinig tijd vanwege automatische detectie (niet alle soorten)	Middelmatig, afhankelijk van type camera en energiebron	Niet-destructief	Kleur van val heeft invloed op vangst (soort-groepen, vrouwtje/ mannetje); actieve aantrekking, dus effectiviteit erg afhankelijk van type omgeving (mogelijk niet geschikt voor bepaalde dichtheden). Afhankelijk van energiebron.
Lichtvallen (actief)	Aantallen soorten uit de omgeving, te vertalen naar biomassa	Nacht-actieve, vliegende insecten uit de omgeving	Afhankelijk van soort in ontwikkeling/ operationeel	Vrijwilligers, geen experts nodig	Relatief weinig tijd vanwege automatische detectie (niet alle soorten)	Middelmatig, afhankelijk van type licht- en energiebron	Niet-destructief	Actieve aantrekking dus effectiviteit erg afhankelijk van type omgeving (mogelijk niet geschikt voor bepaalde dichtheden). Afhankelijk van energiebron.
Zuigvallen/ suction traps	Aantallen soorten per locatie, te vertalen naar biomassa	Kruipende insecten op locatie (en eventueel omgeving). Met name nuttig voor agriculturele landschappen.		Experts nodig voor identificatie	Relatief effectief voor sampelen grote oppervlakten	Relatief duur per val	Destructief	Afhankelijk van energiebron.

Meetmethoden	Meet-variabelen	Type insecten (wat vang je?)	Operationaliteit	Vrijwilligers/ Experts	Verwerkingstijd	Kosten materiaal	Ethiek	Opmerking/ beperking
Feromoonvallen	Aantallen van specifieke soorten uit omgeving, te vertalen naar biomassa	Vliegende insecten uit omgeving, alleen zeer specifiek tot feromoon aangetrokken soorten	Afhankelijk van soort in ontwikkeling/operationeel	Experts nodig voor selectie feromoon (en identificatie)	Neerzetten weinig tijd, maar identificatie veel tijd	Relatief goedkoop per val, feromoon laten maken kan duur zijn	Destructief	Zeer specifiek welke soort en geslacht aangetrokken wordt; alleen geschikt voor specifieke vragen. Kan in combinatie met verschillende valtypen gebruikt worden (bijv. potvallen, panvallen, malaisevallen, plakvallen, cameravallen)
Stengels, gallen of nestblokken uitkwaken	Aanwezigheid van soorten op die locatie	Bijen, sluipwespen	Operationeel	Experts nodig voor identificatie	Lang, opsporen (niet bij nestblokken) en 'uitbroeden'	Goedkoop	Voor een deel destructief	
Dip/Driftnet (transecten)	Aantallen soorten per locatie, te vertalen naar biomassa	Aquatische insecten op de bodem (dip) of oppervlakte (drift)	Operationeel	Experts nodig voor identificatie	Uitvoeren relatief snel, identificatie veel tijd	Goedkoop	Destructief	
Berlesefunnel	Aantallen soorten per locatie, te vertalen naar biomassa	Bodem insecten	Operationeel	Experts nodig voor identificatie	Neerzetten weinig tijd, maar identificatie veel tijd	Matig, opstelling en warmtebron/licht kost geld	Destructief	
Geurvallen (rottend fruit, stinkkaas, stroop, rottend vlees, mest etc.)	Aanwezigheid soorten op locatie en uit de omgeving, te vertalen naar aantallen	(nacht) vlinders, diptera, coleoptera	Operationeel	Experts nodig voor identificatie	Kost wat voorbereiding, identificatie kan meestal ter plaatse	Goedkoop	Niet-destructief	
Omgekeerde parapl	Aanwezigheid van soorten op die locatie	Insecten in bomen en struiken die niet wegvliegen maar zich laten vallen (voornamelijk kevers/cicaden/wants en)	Operationeel	Experts nodig voor identificatie	Uitvoeren relatief snel, identificatie veel tijd	Goedkoop	Voor een deel destructief	Bij lage temperaturen gebruiken zodat de insecten minder mobiel zijn

Meetmethoden	Meet-variabelen	Type insecten (wat vang je?)	Operationaliteit	Vrijwilligers/ Experts	Verwerkingstijd	Kosten materiaal	Ethiek	Opmerking/ beperking
Vliegenvaal	Aanwezigheid soorten op locatie en uit de omgeving, te vertalen naar aantallen en biomassa	Diptera en wespen	Operationeel	Experts nodig voor identificatie	Uitvoeren relatief snel, identificatie veel tijd	Goedkoop	Destructief	

Bronnen

- Bland, R.G. and Jaques, H.E. (2010) How to know the insects? 3rd edition 2010. Waveland Press inc., Illinois.
- Gullan, P.J., Cranston, P.S. and (2010) The Insects: an outline of entomology. Maryland: Wiley-Blackwell. 565 p. Edición 4.
- Roulston, T.H. Stephen A. Smith, S.A, and Brewster, A.L. (2007) A Comparison of Pan Trap and Intensive Net Sampling Techniques for Documenting a Bee (Hymenoptera: Apiformes) Fauna Journal of the Kansas Entomological Society. Vol. 80, No. 2 (Apr, 2007), pp. 179-181
- Zou, Y., et al. (2012). "A Comparison of Terrestrial Arthropod Sampling Methods." Journal of Resources and Ecology 3(2): 174-182.

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3016
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 3016
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

