



Instrumenten voor het monitoren van biodiversiteit

Deelrapportage bij het project Boeren met biodiversiteit

Bas Allema¹, Sanne van Leeuwen¹, Martine Trip¹, Toos van Noordwijk², Arwen van der Gugten¹, Thibault Costaz¹, Fogelina Cuperus¹, Kris Huizinga¹, Rik Waenink¹, Jurre Dekker¹, Peter Karssemeijer¹

¹ Wageningen University & Research
² Earthwatch Europe



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Rapport WPR-OT-1025

Instrumenten voor het monitoren van biodiversiteit

Deelrapportage bij het project Boeren met biodiversiteit

Bas Allema¹, Sanne van Leeuwen¹, Martine Trip¹, Toos van Noordwijk², Arwen van der Gugten¹, Thibault Costaz¹, Fogelina Cuperus¹, Kris Huizinga¹, Rik Waenink¹, Jurre Dekker¹, Peter Karssemeijer¹

1 Wageningen University & Research

2 Earthwatch Europe

Dit onderzoek is in opdracht van het consortium van de PPS Boeren met biodiversiteit uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), Business Unit Open Teelten, in het kader van de PPS Boeren met biodiversiteit, TKI LWV21.179.

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, juli 2023

Rapport WPR-OT 1031

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/634592>

Samenvatting

Dit rapport inventariseert meetmethoden en meetlatten voor biodiversiteit en verkent de werkende principes van Citizen Science voor toepassing in de PPS Boeren met biodiversiteit. Deze PPS ontwikkelt een participatief monitoringsinstrument voor boeren in de akkerbouw en werkt aan een verdere praktijktoets van de Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw KPI systematiek.

Trefwoorden: Biodiversiteit, instrumenten, meetlatten voor biodiversiteit, Akkerbouw, Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw, citizen science, KPI.

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-OT 1031

Foto omslag: Sanne van Leeuwen

Inhoud

1	Inleiding	4
	1.1	4
	1.2	4
2	Meettechnieken	6
	2.1	6
	2.2	11
	2.3	15
	2.4	16
	2.5	16
	2.6	19
	2.7	19
	2.8	20
	2.9	21
3	Meetlatten	23
	3.1	24
	3.2	28
	3.3	33
	3.4	37
	3.5	39
4	Citizen Science	40
	4.1	40
	4.2	40
	4.2.1	40
	4.2.2	40
	4.2.3	41
	4.2.4	41
	4.3	42
	4.4	43
Bijlage 1	Overige meetlatten	44

1 Inleiding

1.1 Introductie

De afname van de rijkdom aan dieren en planten gaat mondiaal en in Nederland erg snel. De biodiversiteit is essentieel voor het in stand houden van ecosystemen en hun diensten, en daarmee een gezonde leefomgeving en het vermogen om voedsel te produceren. De landbouw speelt een belangrijke rol in het verlies aan biodiversiteit in het agrarisch gebied door intensivering van de bedrijfsvoering, een minder divers bouwplan en schaalvergroting met als gevolg het verdwijnen van landschapselementen.

Maar het kan ook anders. Een hoogproductieve landbouw kan goed samengaan met een hoge basiskwaliteit natuur. Basiskwaliteit natuur is de set condities die nodig is om algemene soorten algemeen te laten zijn (Biesmeijer et al 2021). 'Er is echter nog een gebrek aan bewustwording, meetbaarheid, beloning en waardering van de positieve bijdrage van telers aan biodiversiteitsherstel' (Deltaplan biodiversiteitsherstel).

Bewustwording en beloning hangen nauw samen met waarneembaarheid en meetbaarheid: volgens de bekende uitspraak van Drucker : "if you can't measure it you can't improve it". Het vaststellen van de biodiversiteit op een agrarisch bedrijf wordt meestal door professionals of getrainde vrijwilligers uitgevoerd. Het meten of tellen van biodiversiteit is namelijk arbeidsintensief en vergt de nodige expertise. Er zijn in Nederland verschillende ecologische meetnetwerken die aantallen en trends van soorten monitoren. In het agrarisch gebied worden boerenlandvogels, dagvlinders en nachtvlinders het meest structureel gemonitord.

Voor bewustwording bij akkerbouwers over de aanwezigheid en het nut van biodiversiteit is het belangrijk om plant- en diersoorten door de boer zelf te leren herkennen en te monitoren. Uit onderzoek blijkt dat de confrontatie van de gevolgen van het eigen handelen voor telers een belangrijke motivatie is om hun management aan te passen. Voor het zelf waarnemen van biodiversiteit door de boer zijn echter slechts een paar praktische instrumenten beschikbaar. De Vlinderstichting heeft samen met LTO Noord en BoerenNatuur het Project Boeren Insecten Monitoring Agrarische Gebieden (BIMAG) opgezet. Uitgangspunt van het BIMAG-project is dat er in het agrarisch gebied samen met boeren dag- en nachtvlinders worden geteld. In Oostenrijk zijn in het CONSOLE-project¹ sinds 2007 positieve ervaringen opgedaan met het monitoren van biodiversiteit door boeren in soortenrijke graslanden. Door het project kijken boeren positiever aan tegen graslanden met een hoge natuurwaarde, neemt de motivatie toe om deze in stand te houden. Daarnaast zijn ze meer geneigd om gunstige beheermaatregelen te treffen. In Nederland is meer ervaring met participatieve monitoring door boeren in het bodem- en watermanagement².

De PPS Boeren met biodiversiteit ontwikkelt en test een participatief monitoringsinstrument voor boeren. Het instrument voorziet in het door boeren zelf laagdrempelig monitoren van verschillende groepen biodiversiteit op het eigen bedrijf. Het streven is om zowel biodiversiteit boven als onder de grond met het instrument te monitoren. Het bepalen van welke boven en ondergrondse soortgroepen dit exact zullen zijn, is onderdeel van de projectuitvoering. Deze rapportage biedt een belangrijke basis voor dit keuzeprocess en maakt de mogelijkheden inzichtelijk. Het primaire doel van de inzet van het instrument is dat boeren zelf een relatie gaan leggen tussen groepen biodiversiteit op hun bedrijf en hun handelen c.q. uitgevoerde biodiversiteit bevorderende maatregelen.

1.2 Leeswijzer en afbakening

Ten behoeve van de ontwikkeling van dit participatieve monitoringsinstrument wordt in Hoofdstuk 2 een overzicht geschetst van beschikbare technieken om aspecten van biodiversiteit te meten. In Hoofdstuk 3 wordt inzichtelijk gemaakt welke methoden en meetlatten gebruikt worden in Europa om indirect uitspraken te doen over de biodiversiteit. In Hoofdstuk 4 wordt toelichting gegeven op het doen van 'citizen science',

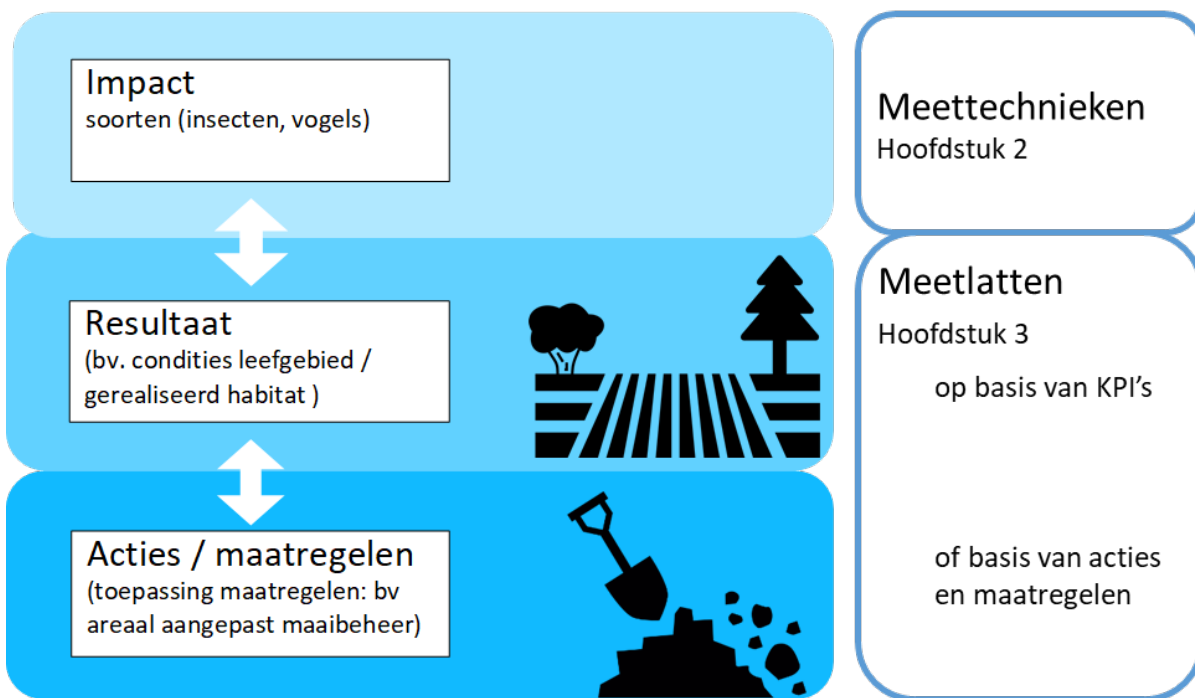
¹ https://ageconsearch.umn.edu/record/291836/files/2018_RAD_15_16_Zacharias_Ressi.pdf

² <https://edepot.wur.nl/474175> en <https://edepot.wur.nl/542830>

een vorm van onderzoek waarbij, in dit geval, agrariërs zelf aan de slag gaan om data te verzamelen. Het hoofdstuk geeft een overzicht van technieken, valkuilen en voorbeeld projecten over toepassingen van citizen science.

Met biodiversiteit bedoelen we de diversiteit aan levende organismen binnen een bepaalde soortgroep, bijvoorbeeld vogels, planten of geleedpotigen. Voordat je de diversiteit aan organismen kunt gaan meten is het nodig af te bakenen welke aspecten van diversiteit worden meegenomen. Gaat het bij vogels om broedvogels, of ook trek of overwinterende vogels. Worden mossen en meegenomen bij planten en bomen en struiken ook? En gaat het bij geleedpotigen om bovengrondse vliegende of kruipende insecten en spinnen of juist om ondergronds bodemleven? Meten van biodiversiteit wordt hierdoor al snel complex, vooral omdat voor verschillende aspecten van diversiteit verschillende meet methoden nodig zijn die elk hun beperkingen hebben.

In plaats van het direct meten van diversiteit aan organismen is een alternatieve benadering om de inspanningen die worden gedaan om biodiversiteit te stimuleren te kwantificeren. Dit kan op het niveau van Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) of op het niveau van genomen acties of maatregelen Figuur 1. Een KPI is het resultaat van genomen maatregelen. Voor het vaststellen van een prestatieniveau op basis van KPI's en/of maatregelen zijn verschillende meetlatten ontwikkeld. Dit zijn doorgaans vragenlijsten die telers zelf kunnen invullen.



Figuur 1 Illustratie hoe acties en maatregelen op het boerenland via het resultaat dat ze hebben impact hebben op de diversiteit aan soorten in het landschap. De niveaus die hier worden onderscheiden komen terug in betreffende hoofdstukken in de rechter kolom.

2 Meettechnieken

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van meettechnieken m.b.t het inschatten van biodiversiteit voor de soortgroepen geleedpotigen, vogels, planten en kleine zoogdieren en bodembioïologie. Hierbij wordt ook aandacht besteed aan de toepasbaarheid van de systemen in het licht van citizen/farmers science ter voorbereiding op het ontwikkelen van een participatief monitoringsinstrument. Het overgrote deel van deze technieken zullen zich niet lenen voor een participatief monitoringsinstrument, maar kunnen mogelijk wel worden ingezet voor de expert metingen die ook worden uitgevoerd.

2.1 Geleedpotigen

Voor het monitoren van geleedpotigen zijn vele typen waarnemingsmethoden. Onder geleedpotigen vallen onder andere de insecten, spinnen, mijten, springstaarten, pissebedden, miljoen- en duizendpoten. Een aantal soortgroepen kunnen prima zonder hulpmiddelen op **zicht** of **gehoor** worden geïnventariseerd zoals bijvoorbeeld gebeurt in het meetprogramma voor *dagvlinders* (zicht), *libellen* (zicht) en *sprinkhanen* (zicht en gehoor) van het Netwerk Ecologisch Monitoring (NEM)³. Voor de dagvlinders loopt de waarnemer wekelijks een vast traject van maximaal een kilometer en noteert de soorten die hij waarneemt in een denkbeeldige waarnemingskubus. Voor de libellen gaat dit op dezelfde wijze, maar bestaat de route uit een of meerdere secties van 50 m met een totale lengte van 100 tot 1000 m en worden de waarnemingen om de twee weken gedaan. Waarnemingen beginnen zodra de weersomstandigheden dit toelaten rond 1 april tot 1 oktober. Om deze methode te laten slagen moet de waarnemer goed bekend zijn met de uiterlijke kenmerken van de voorkomende soorten, omdat de vlinder of libel soms alleen in een oogopslag zichtbaar is. Er bestaat ook een landelijke vinder- en libellentelling voor tuinen⁴. Bovenstaande methoden zijn al onderdeel van een citizen science project en zouden, in aangepaste vorm, ook bruikbaar kunnen zijn voor een toepassing in de landbouw.

Insecten, spinnen en mijten die op planten zitten kunnen worden bemonsterd door planten af te kloppen boven een vangbakje of op een **klopscherm** of door met een **sleepnet** door de vegetatie te zwaaien. Een **vlindernet** wordt gebruikt om boven de vegetatie vliegende insecten te vangen. Het vraagt wat behendigheid om de insecten te vangen en vervolgens worden de kleinere insecten doorgaans met een **zuig**

exhauster opgezogen om later op soort te determineren. Een klopscherm wordt vaak gebruikt voor het bemonsteren van beestjes dat in bomen en struiken leven, maar er zijn ook kleinere klopschermen om te zien wat er op het gewas zit. Bovenstaande materialen zijn standaard uitrusting voor veel entomologisch inventarisatie onderzoek. Tot voor kort gebruikte de NAK een **klopplankje** om wekelijks aardappelplanten af te kloppen en te zien welke bladluissoorten op de plant zitten, maar is hier mee gestopt, omdat de resultaten afhankelijk zijn van wie het uitvoert. In plaats van een klopscherm of plankje kan ook een **kleed** op de grond worden gelegd om planten boven uit te schudden, bijvoorbeeld tussen twee plantrijen in een gewas (Shepard et al., 1974). Met uitzondering van het sleep- en vlindernet zouden bovengenoemde technieken prima een toepassing kunnen hebben voor het waarnemen van biodiversiteit op het boerenland door boeren.



Linker foto: vlindernet en sleepnet. Foto: McCravy (2018).

Middelste foto: klopscherm. Foto: www.vermandel.com

Rechter foto: zuigexhauster. Foto: www.vermandel.com

³ <https://www.netwerkecologischemonitoring.nl/meetnetten>

⁴ www.tuintelling.nl

Een meer nauwgeuriger methode om *geleedpotigen* op vegetatie te bemonsteren is met de **D-Vac zuigmethode**, waarbij een bladblazer is omgebouwd tot een stofzuiger en al het opgezogen materiaal in een reservoir wordt bewaard. Deze methode zuigt ook geleedpotigen die op de grond lopen. Er zijn verschillende varianten op deze methode en deze techniek wordt alleen voor onderzoeksprojecten gebruikt. Een andere vorm van verzamelen is door een **klemval**, waarbij een stukje vegetatie wordt weggeknipt en in een zak verdwijnt om in het lab uit te spoelen (Leigh et al., 1970). Beiden beschreven methoden zijn niet geschikt voor citizen science.



Linker foto: D-Vac zuigmethode.
Foto: <https://magazines.wur.nl/european-research-nl/showcase>
Rechter foto: Klemval. Foto: Leigh et al., (1970)

Gollan et al. (2010) beschrijven een methode om op **zicht** *spinnenwebben* waar te nemen om op die manier een inschatting te maken van de diversiteit van *spinnen* in de Hunter Catchment in New South Wales, Australië. Om spinnenwebben waar te nemen wordt een gebied van 10 x 2 x 1,80 m doorzocht op spinnenwebben. Een plantenspuit wordt gebruikt om de webben meer zichtbaar te maken. Vervolgens wordt een identificatie sleutel gebruikt om te zien met welk webtype je te maken hebt. De auteurs vinden een goede correlatie tussen de diversiteit aan webben en diversiteit aan spinnensoorten. In Nederland wordt jaarlijks de **spinnentelling**⁵ uitgevoerd in een weekend in september. Deelnemers tellen op één moment zo veel mogelijk spinnen in hun tuin en kunnen deze met behulp van een zoekkaart op naam brengen. In België wordt van 15 september tot 15 oktober de **kruisspintelling**⁶ in tuinen gehouden. Kruisspinnen zijn goed te onderscheiden van andere soorten en komen zowel in natuurlijk habitat als in de stad voor. Deelnemers worden gevraagd minimaal één keer overdag en één keer 's nachts de tuin te doorzoeken op spinnenwebben met een kruisspin. Spinnentellingen zouden prima onderdeel kunnen zijn van een citizen science programma op het boerenland.

Om *nachtvlinders* waar te nemen kan een **wit laken** worden opgehangen waar 's nachts met een licht op wordt geschenen of gebruik gemaakt van een **lichtval**, zoals gebruikt wordt in het Meetnet Nachtvlinders⁷ van de Vlinderstichting waar Boeren Insecten Monitoring Agrarische Gebieden (BIMAG⁸) van LTO Noord, BoerenNatuur en de Vlinderstichting deel van uitmaakt. In het BIMAG programma wordt boeren gevraagd in de periode tussen april en november minimaal 6 nachten de drie lichtvallen in het veld te zetten en worden de volgende ochtend te nachtvlinders in de val gefotografeerd en worden de foto's naar de Vlinderstichting opgestuurd voor determinatie. *Dagvlinders* kunnen met een **dagvlinderval** gevangen worden en vervolgens op soort gedetermineerd. Hiervoor wordt een fuik opgehangen boven een tafel met rottend fruit. In het de val hiernaast zit bovenaan een rits zodat de vlinders weer losgelaten kunnen worden. De lichtval wordt voor biomonitoring gebruikt in een citizen science programma. De dagvlinder val is minder geschikt, omdat de vlinders niet zo stil zullen zitten om te fotograferen als bij de lichtval het geval is.



Links: Lichtemerval gebruikt in BIMAG
Foto: www.vlinderstichting.nl
Rechts: Dagvlinderval. Foto: www.vermandel.com

⁵ www.tuintelling.nl

⁶ <https://mijntuinlab.be/projects/12/>

⁷ <https://www.vlinderstichting.nl/wat-wij-doen/meetnetten/meetnet-nachtvlinders>

⁸ <https://www.vlinderstichting.nl/bimag/>

Vliegende insecten in het algemeen kunnen worden gevangen met een **Malaiseval** of **Owenval**. Beide werken met hetzelfde principe dat insecten naar het boven of het licht willen vliegen of lopen. Vervolgens komen ze in een fuik en worden in een buisje met vloeistof verzameld. De Malaiseval vangt alles wat rond vliegt terwijl de Owenval, ook wel piramideval genoemd, alleen insecten vangt binnen de begrenzing van de val, dus van een bepaald oppervlakte. Malaisevallen worden veel gebruikt bij het maken van inventarisaties van insecten en vangt voornamelijk *Vliesvleugeligen (Hymenoptera)* en *Vliegen (Diptera)*, maar vangt ook insecten en spinnen die op de grond leven en tegen het tentdoek omhoog lopen. Het potje met de vangst wordt elke week vervangen voor een bepaalde periode. Om goed beeld te krijgen van de diversiteit aan vliegende fauna moet zowel in het voorjaar, zomer als najaar worden bemonsterd. Meer achtergrond over Malaisevallen is te vinden in (Skvarla et al., 2021). Beide type vallen lenen zich niet voor citizen science.



Links: Malaiseval. Foto: www.veldshop.nl

Rechts: Owenval. Foto: www.vermandel.com

Een geavanceerde methode die gebruikt wordt voor het waarnemen van *vliegende insecten* is de **zuigval**. Deze methode is in Engeland ontwikkeld voor het waarnemen van *bladluizen* en in Nederland heeft de NAK drie van deze vallen staan verspreid over het land. De val is 12 meter hoog, maar kan ook in lagere uitvoering gemaakt worden. De val zuigt continu lucht aan en vangt alles op in een reservoir.

Zuigval. Foto: www.imperial.ac.uk/silwood-park/research/silwood-lte/suction-trap/



Een klassieke methode om *vliegende insecten* te monitoren is met een gekleurde **vangbak** met water en een beetje zeep. Standaard kleuren die gebruikt worden zijn blauw, geel en wit. De kleur en het spiegelen van het water trekt vliegende insecten aan. In een studie van (Moreira et al., 2016) werden *bijen* meer aangetrokken tot blauwe vangbakken en *wespen* tot gele. *Vliegen* worden het meest aangetrokken tot geel (eigen data). Hoewel witte vangbakken minder individuen vangen dan blauw en geel zijn er wel soorten die specifiek op wit en niet op blauw of geel afkomen (Moreira et al., 2016). De tint van de kleur en de mate van UV reflectie kunnen veel uitmaken of soorten wel of niet worden aangetrokken. De aantrekkelijkheid van de vangbak wordt mede bepaald door de aanwezigheid van bloemen in het landschap. (Westerberg et al. (2021) vond met name minder wespen en boktorren in landschappen met meer (rode) bloemen en dit effect was het sterkst op een schaal van 2-6 ha. Vangbakken, zo concluderen de auteurs, zijn door deze bias vooral geschikt om trends waar te nemen op dezelfde locatie en niet op locaties met elkaar te vergelijken. De val kan op verschillende manieren worden uitgevoerd zoals hiernaast is te zien. Als de val wordt ingegraven met de rand op gelijke hoogte als het grondoppervlak kunnen ook op de grond *kruipende arthropoden* gevangen worden. Afhankelijk van de hoeveelheid water en de verdampingssnelheid of neerslag moet de bak na 1 tot 7 dagen worden geleegd. Dit gebeurt door het water over een fijnmazige zeef te gieten en vervolgens op te slaan in een buisje met 70% alcohol voor latere determinatie. Met name het identificeren van soorten maakt deze techniek niet geschikt voor citizen science, maar zie hieronder voor een alternatief.



Links: blauwe vangbak. Foto uit McCravy (2018).

Rechts: gele vangbak. Foto: www.nak.nl/aardappelen/bladluizen/

Bayer gebruikt de gele **vangbak** techniek voor een automatisch detectiesysteem voor plaaginsecten in koolzaad. Enerzijds kan de gebruiker een foto maken van de inhoud van een gele vangbak of wordt dit automatisch gedaan door een camera boven de vangbak. Deze methode leent zich goed voor citizen science.



Links: Automatisch detectiesysteem van Bayer voor plaaginsecten in koolzaad.

Rechts: Foto gemaakt met app van Bayer om plaaginsecten in koolzaad in een gele vangbak te herkennen. Beide foto's van magicscout.app.

De **vaanval** vangt net als de vangbak *vliegende insecten*. De gekleurde vaan trekt insecten aan die vervolgens in een reservoir met vloeistof vallen. De vaanval heeft als voordeel dat water minder snel verdampt als bij de vangbak. Net als bij de vangbak speelt competitie met bloemen in de omgeving een rol bij hoeveelheid insecten die worden gevangen. Hier ook is moeilijkheid bij het identificeren van soorten een reden om het niet te gebruiken voor citizen science.



Vaanval uit McCravy (2018)

Vergelijkbaar met het principe van de gekleurde vangbak is de gekleurde **plakval**. Bij deze methode worden *vliegende insecten* aangetrokken tot de kleur van plakplaat en eenmaal aangekomen blijven ze vastzitten in de lijm op de plaat. Ook hier geldt dat de bloemrijkheid van de omgeving van invloed is op de vangsten op de plakplaten. De plakval wordt in de regel 1 keer per week vervangen. Bij warm weer zou dit vaker kunnen, omdat de insecten snel beginnen de ontbinden. Plakvallen kunnen in de vriezer of koelkast worden bewaard. In de vriezer zijn ze langer te bewaren, maar vriezen kleine insecten kapot waardoor ze moeilijk te determineren zijn. Voor de kasteelt zijn er toepassingen waarbij een teler een foto maakt van de plakplaat en kan zien welke en hoeveel plaaginsecten voorkomen. Met deze laatste toevoeging is deze techniek geschikt voor citizen science.



Blauwe en gele plakvallen bij een bloemenrand. Foto: Bas Allema

Het bedrijf Pessl Instruments heeft een sensor (**ISCOUT color trap**) ontwikkelt gebaseerd op het principe van de gele plakplaat, waarbij een camera gericht op een gele plakplaat een paar keer per dag een foto maakt van de plaat en opstuurt naar een server waar de objecten op de plaat automatisch worden gedetermineerd. Het aantal soorten of families dat kan worden gelabeld is nog beperkt, maar neemt



met de tijd steeds meer toe. Het bedrijf FaunaBit heeft een vergelijkbare techniek toegepast met de sensor **Diopsis** met het verschil dat er geen lijm op de gele plaat is aangebracht. De camera maakt elke paar seconden een foto van de plaat en vervolgens worden ook hier een objecten gelabeld. Op dit moment wordt alleen tot Orde niveau ingedeeld, maar ook hier wordt gewerkt om tot familie of op soort niveau te gaan.

Links: iSCOUT color trap. Foto: Bas Allema, Bas

Rechts: Diopsis sensor. Foto: Faunabit.eu

Naast het aantal individuen schat de software ook de biomassa van de gevangen insecten per groep. Het labelen gebeurt nu nog één keer per jaar op een computer van Naturalis, maar er wordt aan gewerkt om dit ook real-time te kunnen. De Diopsis komt

samen met een behoorlijk zonnepaneel. De kosten voor de aanschaf of huur van deze apparaten zal een reden zijn waarom ze niet geschikt zijn voor citizen science.

De Syngenta groep neemt de camera techniek nog een stap verder en heeft een sensor (**Syngenta sensor**) in ontwikkeling binnen hun Biodiversity project⁹ die zonder gekleurde plaat werkt en alles wat voorbij komt vliegen herkent en op naam brengt. Volgens de presentatie van deze sensor zou hij vogels kunnen herkennen, maar wat hij werkelijk kan waarnemen zal nog moeten blijken. Syngenta beoogt met deze sensor een wereldwijd waarnemingsstelsel op te zetten in de landbouw om biodiversiteit te monitoren. Syngenta wil deze sensor in de markt zetten in de vorm van een citizen science programma.



Sensor van Syngenta.
Foto van het Biodiversity Project⁹.

Een heel andere techniek om vliegende insecten waar te nemen is doormiddel van **reflectie en vleugelslagfrequentie**. Het bedrijf Faunaphotonics heeft een sensor in ontwikkeling die een nabij infrarode elektromagnetische golf uitzendt (laser) en op basis van de reflectie die terugkomt als deze een insect raakt kan identificeren welke soort dit is geweest (Rydhmer et al., 2022). Het bedrijf heeft hiertoe een eigen database ontwikkeld waarbij van elke soort reflectiepatronen zijn waargenomen. Voor het waarnemen van biodiversiteit gebruikt deze sensor een andere methode. In plaats van de reflectiepatronen met de soorten database te vergelijken wordt een schatting gemaakt van de diversiteit aan de hand van de diversiteit in reflectiepatronen. Op termijn hoop het bedrijf ook een exacte waarneming te kunnen doen door elke reflectie tot soort te kunnen identificeren. De afstand waarop de sensor kan waarnemen varieert van 2 tot 10 m. Zie van Klink et al. (2022) voor meer toepassingen van deze techniek. Gezien de aanschafkosten van dit type sensor is deze alleen voor toepassingen in het onderzoek interessant.



Geïllustreerde weergave van de sensor van Faunaphotonics. Foto: Faunaphotonics.com

⁹ <https://syngentagroup.shorthandstories.com/biodiversity-sensor-project/index.html>

Wat betreft *arthropoden die op de bodem kruipen* zijn **potvallen** de standaard techniek om deze groep te inventariseren. Potvallen zijn er in allerlei maten en variaties, maar komt neer op een pot die tot aan de rand is ingegraven en gevuld is met een laagje vloeistof en een druppel zeep om de oppervlakte spanning te breken, maar kunnen ook zonder vloeistof worden gebruikt. Rondkruipende beestjes, vooral loopkevers, kortschildkevers en spinnen, vallen in de pot en worden in de vloeistof bewaard. Boven de potval wordt een dakje gezet wat voorkomt dat er regen in komt. De schaduw van het dakje kan daarnaast soorten aantrekken die op zoek zijn naar een schuilplaats. De potten worden meestal wekelijks geleeagd door ze over een zeef te halen. Deze methode zonder vloeistof in de pot leent zich goed voor citizen science.



Potval met transparant deksel
Foto: edepot.wur.nl/31218

Insecten die geluid maken kunnen op naam worden gebracht doormiddel van **automatische geluidsherkenning**. Het bedrijf Aquila-Ecologie heeft software ontwikkelt dat ongeveer 30 soorten *sprinkhanen* in Nederland op basis van het geluid op naam kan brengen. De gebruiker maakt opnames in het veld en vervolgens worden deze opnames op een pc geanalyseerd en op naam gebracht. In Frankrijk is onderzoek gedaan naar de invloed van urbanisatie op het voorkomen van *sabelsprinkhanen* doormiddel van citizen science, waarvoor vrijwilligers geluidsopnameapparatuur aan hun auto bevestigde (Penone et al., 2013). De methode is ook getest voor *zoetwater insecten* en *bijen*, *hoornaren* en *muggen* op basis van het geluid van hun vlucht (Klink et al., 2022 en referenties daarin). Wanneer deze techniek bijvoorbeeld op een smartphone kan worden toegepast is het geschikt voor citizen science.

De ontwikkeling van machine olfactoorsystemen, zogenaamde **kunstmatige neuzen**, en tot nu toe vaak gebruikt in de industrie en voor environmental monitoring (zie referenties in (Schmeller et al., 2017), kan ook belangrijk potentieel hebben voor biodiversiteit monitoringsprogramma's (Scott et al. 2006). Met dit soort technieken kunnen **geurlandschappen** worden gemaakt en kan helpen om biomoleculen te detecteren zoals feromonen of andere soort specifieke moleculen (Schmeller et al., 2017). In de PPS Weet wat er leeft wordt er momenteel geëxperimenteerd om op basis van vluchtige organische verbindingen (VOCs) verschillende insectensoorten in een kas te kunnen waarnemen. Deze technieken zijn nog ontwikkeling en dus nog niet toepasbaar voor citizen science.

2.2 Vogels

Voor monitoring van vogels in akkerbouwgebieden zijn 7 verschillende meetnetten of monitoringsmethodieken relevant (Tabel 1). De meeste meetnetten zijn van Sovon Vogelonderzoek Nederland en zijn onderdeel van het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). De kern van het vogels inventariseren is altijd hetzelfde: een teller gaat op pad met een verrekijker en telt vogels op basis van **zicht** en **geluid**. Wat er wanneer wordt geteld, hangt af van de methode. Elke methode wordt in de volgende paragrafen apart besproken.

Geen van de methodes is in de huidige vorm geschikt voor toepassing in Boeren met Biodiversiteit. Het instapniveau voor deze methodes is namelijk hoog, doordat kennis van het uiterlijk en het geluid van veel vogelsoorten nodig is. In versimpelde vorm is er gelukkig meer mogelijk. Denk hierbij aan een minder intensieve monitoring met een kleinere selectie van vogels, en hulp bij de vogelherkenning door middel van zoekkaarten, overzichten van geluiden en de inzet van geluidsherkenningssapps zoals BirdNet of Merelin.

Tabel 1. Bestaande methodes voor vogelinventarisatie in akkerbouwgebieden. De monitoring is geschikt voor farmers science als het is uit te voeren met beperkte vogelkennis en met tijdsinspanning.

Type monitoring	Type vogels	Toegepaste schaal	Geschikt voor citizen science?	
			In huidige vorm	In simpele vorm
Broedvogel Monitoring Project (BMP)	Broedvogels	Grootschalig, meest gebruikt	Nee	Nee

Meetnet Agrarische Soorten (MAS)	Broedvogels	Grootschalig, zwaartepunt Noord-Nederland	Nee	Ja
Nestkaarten	Broedvogels	Beperkt, voornamelijk voor onderzoek	Nee	Nee
Boerenlandvogelmonitor	Broedvogels	Grootschalig, door weidevogelbeschermers	Nee	Nee
LiveAtlas	Alles	Grootschalig, ook in agrarisch gebied	Nee	Mogelijk
Punt Transect Tellingen (PTT)	Overwinterende vogels	Ca. 450 routes door Nederland	Nee	Mogelijk
Wintervogeltellingen	Overwinterende vogels	Beperkt, voornamelijk door collectieven en onderzoekers	Nee	Mogelijk

Broedvogel Monitoring Project (BMP)

Website: <https://www.sovon.nl/bmp>

Video's: [Wat is het BMP-project?](#), [Hoe doe je een broedvogeltelling voor het BMP-project?](#)

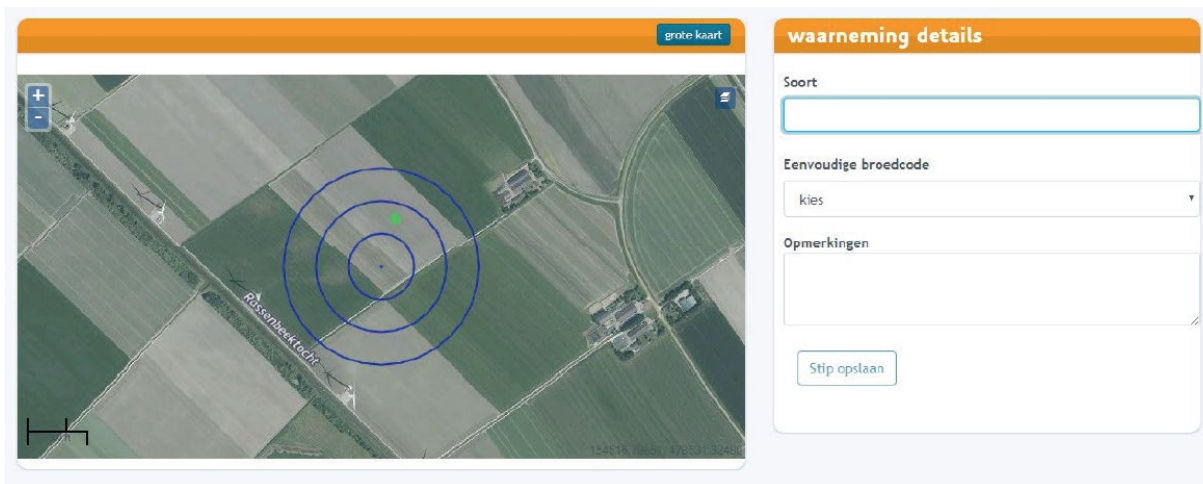


Deze zingende gele kwikstaart in de wintertarwe krijgt broedcode 2 in het BMP (Foto: Thijs Glastra)

Met het Broedvogel Monitoring Project (BMP) van Sovon Vogelonderzoek Nederland wordt, zoals de naam al zegt, broedvogels geïnventariseerd. Dit gebeurt 's ochtends vroeg in het broedseizoen in een vastomlijnd gebied in een vast aantal bezoekrondes volgens een vaste looproute. Alle waarnemingen worden genoteerd die duiden op territoriale of broedende vogels, door middel van 16 'broedcodes' die iets zeggen over territoriaal of broedindicatief gedrag van de vogel (Vergeer et al., 2016). Veelgebruikte broedcodes zijn bijvoorbeeld 'Code 2: Zingend of baltsend individu in geschikt broedbiotoop' en 'Code 7: Alarmeren/angstkreten of ander gedrag dat wijst op aanwezigheid van nest of jongen'. Voor weide- en akkervogels zijn minimaal 5 ochtendbezoeken nodig van april t/m juni waarin minstens 21 weide- en akkervogelsoorten worden geïnventariseerd. Uiteindelijk resulteren deze tellingen in een bepaald aantal territoria per broedvogel aan de hand van soort specifieke criteria. Een bepaalde vogel moet bijvoorbeeld op minimaal twee tellingen zijn waargenomen waarvan minimaal één keer baltsend binnen een bepaalde periode, om als territorium te worden gezien. Het aantal territoria is een zo betrouwbare mogelijke benadering van de werkelijk aanwezige broedvogels. BMP is de standaardmethode voor professionele tellingen.

Meetnet Agrarische Soorten (MAS)

Website: <https://www.sovon.nl/tellen/telprojecten/meetnet-agrarische-soorten-mas>



Telcirkel met een straal van 300 meter (Bron: Teunissen et al. 2019)

Voor het Meetnet Agrarische Soorten van Sovon Vogelonderzoek Nederland telt de waarnemer vanaf een vast telpunt alle broedvogels die in exact 10 minuten in een straal van 300 meter rondom het telpunt te zien zijn (Teunissen et al., 2019). Op een ochtend kan je dus meerdere telpunten bezoeken. Elk punt wordt 4 keer per jaar geteld tussen begin april en half juli. MAS kost minder tijd dan BMP, maar is ook minder nauwkeurig; hoe groter de afstand van het telpunt, hoe groter de kans dat bepaalde soorten gemist worden. MAS is uitermate geschikt om in agrarisch gebied relatief snel op grote schaal een beeld te krijgen van trends in aantallen en verspreiding van de broedvogels. Daarnaast kan een koppeling worden gemaakt met het type gewas, beheer en de omgeving, wat bijvoorbeeld wordt ingezet in de evaluatie van het ANLb.

Nestkaarten

Website: <https://www.sovon.nl/tellen/telprojecten/nestkaarten>

Video: [Word ook nestonderzoeker](#)

Met het nestkaartenproject verzamelt Sovon Vogelonderzoek Nederland gegevens over het broedsucces van vogels. Trends in het aantal broedvogels zijn vaak deels te verklaren door het broedsucces. Je vult een nestkaart in met informatie over het nest aan de hand van ongeveer drie bezoeken: een eerste voor het aantal eieren, een tweede met het aantal jongen, en een derde als nacontrole om te kijken of het nest gelukt is. Nesten zijn verstoringsgevoelig, dus het is belangrijk om voorzichtig te werk te gaan. Veel nestkaarten worden ingevuld door professionele onderzoekers of door vrijwilligers onder coördinatie van soortwerkgroepen.



Nestje met jonge gele kwikstaarten (Foto: Tim Visser)

Boerenlandvogelmonitor

Website: <https://www.boerenlandvogelsnederland.nl/>

Video: [Instructievideo Boerenlandvogelmonitor: Invoeren legsel](#)

De Boerenlandvogelmonitor is een tool van landschappenNL en de vrijwillige weidevogelbescherming waar voornamelijk (beschermde) legfels van akker- en weidevogels worden geregistreerd. De tool helpt bij het beschermen van de legfels, maakt snelle communicatie mogelijk tussen vrijwilliger, boer en agrarische natuurvereniging/collectief, en maakt evaluatie mogelijk over wat het beschermen van nesten en kuikens oplevert.



Kievitsnest in een perceel tijdelijk grasland (Foto: Thijs Glastra)

LiveAtlas

Website: <https://www.sovon.nl/tellen/telprojecten/liveatlas>

Video: [LiveAtlas - hoe werkt het?](#)

LiveAtlas van Sovon Vogelonderzoek Nederland is een laagdrempeligere manier om vogels te tellen. Tijdens je wandeling tel je alle vogels die je tegenkomt. Het maakt niet uit welke route je precies loopt en hoelang je wandeling duurt; de invoerapp Avimap houdt dit automatisch bij. Je kunt er ook voor kiezen om niet de aantallen te turven, maar een soort alleen op 'aanwezig' te zetten. Op deze manier wordt elke vogelwandeling een waardevolle telling. In de meest uitgebreide en gestandaardiseerde variant tel je in één uur alle vogels in een kilometerhok. LiveAtlas heeft een ander doel dan BMP en MAS: het geeft inzicht in de actuele verspreiding en trefkans door het jaar heen, ook in de maanden waarin geen andere monitoring plaatsvindt. LiveAtlas is niet geschikt om aantalstrends en dichtheden te berekenen.



Voorbeeld van een telling van één kilometerhok in één uur, met in geel de looproutte en in blauw de plekken waar vogels zijn ingevoerd (Bron: liveatlas.sovon.nl)

Punt Transect Tellingen (PTT)

Website: <https://www.sovon.nl/tellen/telprojecten/punt-transect-telling-ptt>

Video: [PTT - Het fietsrondje voor de wetenschap](#)

Met de Punt Transect Tellingen verzamelt Sovon Onderzoek Nederland gegevens over aantalsontwikkelingen van overwinterende vogels (van Manen & de Jong, 2016). De waarnemer telt 20 punten langs een vaste route op een dag tussen 15 december en 1 januari. Op elk punt wordt voor 5 minuten alle vogels geteld die gezien of gehoord worden. Het gaat hierbij vooral om de gewone vogels in de standaard landschappen. Een deelnemer fietst van telpunt naar telpunt; de PTT heeft daarom als bijnaam 'het fietsrondje voor de wetenschap'. Doordat al 40 jaar op dezelfde manier wordt geteld, kan Sovon aantalstrends van meer dan 100 soorten in de winter berekenen.

Wintervogeltellingen op akkers

In akkerbouwgebieden lopen ook wintervogeltellingen, die vaak zijn gericht op akkervogelmaatregelen zoals wintervoedselveldjes en vogelakkers. In de meest gebruikte monitoring worden van half oktober t/m half maart elke twee weken alle vogels in een bepaald gebied geteld (Wiersma et al., 2014; Vogel et al., 2016). Deze telfrequentie is gewenst omdat de aantallen vogels door de winter heen sterk kunnen fluctueren. Ook MAS-punten worden soms in de winter geteld (Teunissen et al., 2019).



Overwinterende veldleeuwerik tussen de gewasresten en opkomend wintergraan (Foto: Thijs Glastra)

2.3 Planten

Bij de monitoring van planten zijn meerdere methodes beschikbaar en de meest geschikte methode hangt mede af van de onderzoeksvraag en de gewenste resolutie van de data. Het is hierbij belangrijk om onderscheid te maken tussen de monitoring van individuele *soorten* (waar komen de specifieke soorten voor en hoeveel?) en de monitoring van de soortensamenstelling van de *vegetatie* (abundantie van alle soorten in een proefvlak). Met de eerste methode (focus op soorten) is het beter mogelijk om een groot gebied te inventariseren, terwijl met de tweede methode (focus op soortensamenstelling van de vegetatie) er een completer beeld gekregen wordt van de levensgemeenschap (co-existentie van soorten in een community).

Bij de monitoring van soorten kan de mate van voorkomen van (een selectie van) plantensoorten in beeld gebracht worden voor gebieden. Afhankelijk van het doel kan er hierbij gekozen worden voor een inschatting van de mate van voorkomen (abundantie) van alle plantensoorten in deelgebieden of voor puntwaarnemingen (met GPS-coördinaten) voor een selectie van soorten. Meer informatie over de hierbij gebruikte methoden is onder andere te vinden via FLORON¹⁰. Het doen van puntwaarnemingen zal eerder geschikt zijn voor citizen science dan een inschatting te maken van de abundantie van alle plantensoorten in een deelgebied.

¹⁰ <https://www.floron.nl/Portals/1/Downloads/inventarisatiehandleiding.pdf>

Voor analyses op community niveau is het goed om in het achterhoofd te houden dat er diverse opnameschalen beschikbaar zijn voor het scoren van de mate van voorkomen (mate van bedekking en/of abundantie) van soorten. Een overzicht van veel gebruikte opnameschalen is te vinden op de site van de Nationale Databank Flora en Fauna¹¹. Het gebruik van opnameschalen maakt deze methode minder geschikt voor citizen science.

Voor het herkennen van soorten zijn verschillende apps beschikbaar, waaronder ObsIdentify. De Magic scout van Bayer is speciaal getraind voor akker (on)kruiden en kan deze in verschillende groeifases herkennen.

2.4 Kleine zoogdieren

Om de kleine zoogdieren, waaronder egels, knaagdieren, kleine marterachtigen, mollen en spitsmuizen te monitoren kunnen deze dieren levend worden gevangen of op indirecte manier worden waargenomen door camera's of sporenonderzoek. Levende vallen worden vaak in combinatie gebruikt met een specifiek lokmiddel. De vallen dienen regelmatig te worden gecontroleerd om onnodige stress van het gevangen dier te vermijden. Het levend vangen van gewervelde dieren voor monitoren van biodiversiteit vereist ethische overwegingen en hoogstwaarschijnlijk specifieke vergunningen¹² en is daarom niet geschikt voor citizen science.

Er zijn verschillende type vallen (zie NHBS website¹³) waaronder de **Sherman, Tomahawk, Longworth** en **Heslinga** val. Deze vallen hebben gemeen dat wanneer een individu de val binnen gaat er een mechanisme wordt geactiveerd dat het dier opsluit in de val. Voor referenties over optimaal gebruik van deze vallen zie Esser et al. (2022), Hofmeester et al. (2017) en van Ool & Bosselaar (2010). Een ander type val is de **droge potval**, waarbij het individu in een ingegraven pot valt. Dit is vergelijkbaar met de potval die gebruikt wordt voor het vangen van arthropoden met het verschil dat de potval voor kleine zoogdieren dieper moet zijn om ontsnappen te voorkomen (Bovendorp et al., 2017). De potval kan in combinatie gebruikt worden met **drijfgaas** om het individu naar de val te geleiden. Potvallen worden geacht een goede schatting te geven van de seizoensgebonden abundantie, de bewegingspatronen en de dagelijkse activiteit van soorten die anders moeilijk te observeren zijn.

Er bestaat een reeks aan indirecte monitoringmethoden waarbij geen individuen hoeven te worden gevangen. De meest bekende methode voor de monitoring van (kleine) zoogdieren is de **cameraval**¹⁴. De camera fotografeert het dier wanneer deze een bewegingssensor activeert. Deze techniek is gemakkelijk toegankelijk, maar vereist een zorgvuldige en doordachte plaatsing van de camera om bruikbare beelden te verkrijgen. Cameravallen kunnen worden gebruikt in combinatie met drijfgaas voor een grotere doeltreffendheid. **Kleefvallen** zijn klemmen met lijm waarop haarmonsters worden verzameld wanneer het dier (bv. de eekhoorn) over of nabij de lijmkleem loopt. In combinatie met DNA analyse kan achterhaald worden welke soorten in de buurt van de val zijn geweest. Sporenonderzoek van **voetafdrukken** wordt vaak gedaan door een individu door een tunnel te laten lopen met houtskoolstof waar hij zijn voetafdrukken achterlaat en daardoor op naam kan worden gebracht. Een andere vorm van sporenonderzoek is om **uilenballen** uit te pluizen (Balestrieri et al., 2019). Deze methode is relatief eenvoudig en goedkoop op te zetten voor het beoordelen van de soortenrijkdom van kleine zoogdieren. Op basis van de resten in de uilenbal wordt de diversiteit aan kleine zoogdieren bepaald waarop door uilen wordt gejaagd. Van bovengenoemde methoden is de cameraval het meest geschikt voor citizen science.

2.5 Bodembioologie

De bodem is een ongelofelijke bron van biodiversiteit: een theelepel bodem kan miljoenen individuen en duizenden soorten bacteriën bevatten (Korthals, 2022). De bodem bevat organismen die met het blote oog

¹¹ <https://www.ndff.nl/wp-content/uploads/2020/06/12.007-Vegetatiedatabank-Protocol-Vegetatieopname.pdf>

¹² <https://www.animaethics.org.au/policies-and-guidelines/wildlife-research/pitfall-traps>

¹³ <https://www.nhbs.com>

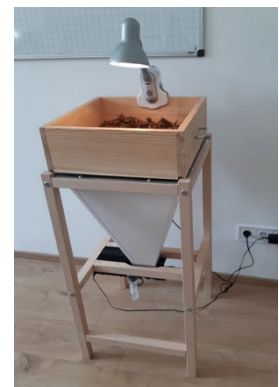
¹⁴ <https://www.cameraval.eu/>

te zien zijn, zoals *regenwormen*, *potwormen*, *kevers* en *mieren* (macrofauna) en nog veel meer die enkel met een microscoop geobserveerd kunnen worden zoals *mijten* en *springstaarten* (mesofauna) en tot slot de micro-organismen, waaronder *nematoden*, *schimmels*, *archaea*, *protisten* en *bacteriën* (microfauna). Inventarisatietechnieken zijn vaak gericht op organismen van een bepaalde grootte.

Elk jaar wordt rond Dierendag de Bodemdierendag gehouden, waarbij het publiek wordt gevraagd waarnemingen aan bodemdieren door te geven. De waarnemingen worden gedaan door met het **blote oog** te zoeken naar alles wat op de bodem leeft. Er wordt onderscheidt gemaakt tussen de groepen *regenwormen*, *naaktslakken*, *huisjesslakken*, *spinachtigen*, *pissebedden*, *miljoenpoten*, *duizendpoten*, *kevers*, *mieren* en de *mol*. Zie bodemdierendag.nl voor het scoreformulier¹⁵.

Regenwormen, de grootste bodemorganismen, zijn meer exact te bemonsteren door een **blok** of plag van 20 bij 20 bij 20 centimeter uit te graven en helemaal uit elkaar te halen om zo regenwormen te vinden en te wegen. Deze methode wordt regelmatig gebruikt door het Louis Bolk Instituut waardoor er relatief veel data beschikbaar is en is ook onderdeel van de Agrobiodiversiteitmonitor Light van CLM. Functionele groepen (strooiselbewoner, bodembewoner en pendelaar) zijn voor een leek te onderscheiden en de 25 mogelijke soorten met wat oefening. Een andere methode is via **mosterdextractie** waarbij mosterdpoeder wordt toegevoegd aan water en op de bodem gegoten. Door de irriterende werking van mosterd komen de wormen naar boven en kunnen ze verzameld worden. Mosterdextractie wordt soms gecombineerd met het regenwormenblok om de diepgravende pendelaars mee te nemen. Beide methoden zijn geschikt voor citizen science, ze kosten wat tijd (ongeveer twee uur) maar zijn heel simpel om uit te voeren en geven gelijk een idee over de ecologische functies die vertegenwoordigd zijn in de verschillende groepen regenwormen. Bij de blok methode is er natuurlijk meer te vinden dan alleen de wormen, wat gelijk mooie inzichten kan geven over de aanwezigheid van andere organismen.

Voor de *mesofauna* dat in de bodem leeft kunnen grondmonsters worden genomen. En bekende techniek om de arthropoden uit de grond te krijgen is doormiddel van een **Berlese-Tullgren trechter**. Het grondmonster wordt op een raster boven een trechter gelegd die uitmond in een potje met alcohol. Boven de trechter schijnt een lamp en door het licht en de warmte van de lamp kruipen alle beestjes naar onderen. Dit principe wordt ook gebruikt in de zogenaamde **Edapholog** van de Syngenta groep. Deze sensor maakt telkens als er een beestje naar beneden valt een foto en blaast het object vervolgens in een buisje met alcohol. Het object op de foto wordt geclassificeerd op basis van een getraind algoritme en berekend de Soil Quality Index (Parisi et al. 2005). De edapholog zou geschikt kunnen zijn voor citizen science als de kosten voor aanschaf of huur beperkt blijven. Hierover is nog geen informatie bekend.



Schematische tekening van de Edapholog. Foto: Miklós Dombos

Om een compleet beeld te krijgen van de *micro-organismen* in de bodem zijn er verschillende technieken mogelijk. Veel boeren en wetenschappers in Nederland sturen bodemmonsters op naar Eurofins Agro om een **PLFA** (phospholipid fatty acids) analyse te doen. Hierbij wordt gekeken naar de aanwezige vetzuren in het monster en gekoppeld aan soortgroepen doordat deze verschillende composities van vetzuren hebben in hun celmembranen. Een PLFA analyse weergeeft daarmee de biomassa van *bacteriën*, *schimmels*, *actinomyceten* en *protozoa*. Deze methode is onderdeel van de Agrobiodiversiteitsmonitor Light. Om een specifiek beeld te krijgen van aanwezige soorten zijn duurder **DNA** analyses mogelijk, waarbij al het DNA in een monster gesequenced en vergeleken wordt met bekende DNA data om zo te bepalen welke soorten aanwezig zijn in het monster. Het is alleen nog niet mogelijk om alle soorten te identificeren met behulp van DNA. Om dit wel mogelijk te maken in het geval van *nematoden* (aaltjes) en potwormen is het nodig om een **microscopische analyse** te doen. Daarbij wordt handmatig door een expert gekeken naar aanwezige organismen in een monster. Er is veel onderzoek gedaan naar de ecologie van nematoden. Doordat ze opereren op meerdere trofische niveaus en snel reageren op veranderende omstandigheden kunnen ze het functioneren van het bodemvoedselweb weergeven. *Schimmeldraden* (hyfen) kunnen ook gemeten worden onder de microscoop, en gekleurd worden met fluorescerende kleurstof om te analyseren welk percentage hyfen actief aan het groeien zijn. PLFA is relatief minder duur dan de andere technieken en zou gebruikt kunnen worden voor een

¹⁵ <https://bodemierendagen.nl/sites/bodemierendagen.nl/files/Scoreformulier2022.pdf>

toepassing in een citizen science programma. PLFA geeft inzicht in een breed scala aan micro-organismen en is specifiek genoeg om voorzichtige uitspraken te doen over de staat van het bodemvoedselweb met bijvoorbeeld de schimmel:bacterie ratio.

Het bodemvoedselweb heeft vele onderlinge verbindingen en de aanwezige soortgroepen hebben uiteenlopende levenswijzen, wat bemonsteren op een specifieke groep ingewikkeld maakt. Daarom zijn er meerdere **indicatoren** die functies van het bodemvoedselweb als geheel meten. Een kernfunctie van het bodemleven is het omzetten van organische stof, wat gemeten kan worden op vele manieren. De **Tea Bag Index** (Keuskamp et al., 2013) meet hoe snel thee afgebroken wordt in de bodem door gestandaardiseerde theezakjes te begraven en na drie maanden weer op te halen. De zakjes worden dan gedroogd en gewogen waarmee de afbraaksnelheid van de thee berekend kan worden. De plastic theezakjes zorgen ervoor dat alleen micro- en mesofauna de thee af kan breken. Om iets zinnig te kunnen zeggen over de afbraaksnelheid moet er heel nauwkeurig worden gewogen, wat deze methode niet geschikt maakt voor citizen science. Een weinig gestandaardiseerde maar leuke variant op de Tea Bag Index is de **Underwear Test**, waarbij in plaats van thee een onderbroek begraven wordt in de bodem. Hier gaat het meer om de visuele impressie die weergeeft dat een bodem organische stof afbreekt. Deze methode wordt gebruikt door boeren in Amerika en Australië om activiteit aan te tonen en te kunnen vergelijken. De subjectiviteit van deze methode, maar het niet geschikt voor een toepassing in een citizen science programma om biodiversiteit te monitoren op het boerenland. De **Bait Lamina Test**¹⁶ (Kratz, 1998) meet afbraak door een plastic stokje met 16 gaatjes gevuld met substraat in de bodem te steken en na een bepaalde tijd de gaatjes te controleren op tekenen van afbraak. Deze methode wordt regelmatig gebruikt in de wetenschappelijke literatuur en er zijn robuuste bevindingen mee gevonden als er veel herhalingen gedaan worden (Thakur et al., 2018). Echter is het substraat dat gebruikt wordt niet gestandaardiseerd en dat heeft gevolgen voor welke soortgroep het substraat af breekt. Er bestaan nog vele andere minder bekende methoden om afbraak van organische stof te meten (bijv. cotton-strip assay, straw degradation), er kan namelijk veel begraven en gemeten worden als indicator. De laatste methoden zouden toegepast kunnen worden in een citizen science programma mits er gebruikt gemaakt wordt van een standaard methode. De bait lamina strips moeten wel telkens opnieuw gevuld worden met substraat, wat priegelwerk is.



Een bait lamina strip die net uit de bodem komt. Foto: www.idiv.de



Onderbroeken gebruikt in de Underwear Test

Foto: Lisa Kilders

Een andere manier om afbraak van organische stof te meten is door **bodemrespiratie** aan de hand van CO₂ uitstoot over een bepaalde tijd. Dit kan op uiteenlopende wijzen: van relatief goedkope NDIR CO₂ sensoren zo groot als een elektrische tandenborstel tot respiratiekamers die maanden lang in het veld blijven staan. De technologie er achter is hetzelfde: de stroom van CO₂ uit de bodem wordt gemeten met infrarood licht. Handsensoren kunnen gebruikt worden voor citizen science, maar het ingewikkelde is dat de CO₂ uitstoot eigenlijk gemeten moet worden in dezelfde condities om een eerlijke vergelijking te doen. De CO₂ stroom kan namelijk snel en veel veranderen bij verschillende bodemvochtigheid en -temperatuur en wordt maar voor 10 minuten gemeten. Dat laatste maakt deze methode niet geschikt voor citizen science.

¹⁶ <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19901946150>

2.6 Waterorganismen

Waterorganismen kunnen worden gevangen met **schepnetten** en in aquaria gedaan om te zien welke organismen zijn gevangen. Een eenvoudige methode om aanwezigheid van *kikkers* te bepalen is het aantal **plonzen** te tellen als je langs een waterkant loopt. Beide methoden zijn geschikt voor citizen science.

Methoden die meer techniek vereisen en niet geschikt zijn voor citizen science zijn het meten van **vluchtige organische verbindingen** (VOC's) (Pozzer et al., 2022; Steinke et al., 2018) of doormiddel van **Environmental DNA** (eDNA). Pozzer et al. (2022) geven een samenvatting van de ecologische rol en functie van VOC's in aquatische ecosystemen en beschrijven de methodologieën voor de verzameling, en analyses ervan. In hun overzicht belichten Huang et al. (2022) de verschillende methodologieën en protocollen die worden gebruikt om de soortenrijkdom van aquatische ecosystemen of de milieukwaliteit te evalueren met behulp van eDNA. Zij bespreken protocollen voor het verzamelen en verwerken van monsters en de detectie van vissen, schaaldieren, weekdieren, amfibieën en reptielen in aquatische ecosystemen. Zie onderstaande paragraaf voor een verdere bespreking van de eDNA analyse methode.

2.7 Moleculaire technieken

Sinds de beginjaren rond de eeuwwisseling zijn de kosten van sequencing in rap tempo gedaald. Vooral de ontwikkeling van Next-Generation Sequencing (NGS) technologie heeft hier sterk aan bijgedragen. Hierdoor wordt sequencing voor steeds meer toepassingen ingezet, en zijn er veel nieuwe technologieën ontwikkeld. Op dit moment zijn moleculaire technieken nog niet geschikt voor citizen science.

Waar sequencing in de vroege jaren vooral ingezet werd voor onderzoek naar mensen en modelorganismen (fruitvlieg, zandraket, zebravis, etc.), zijn er nu steeds meer volledige genomen beschikbaar. De komende jaren komen er steeds meer volledige genomen bij omdat er enorme wetenschapsprojecten lopen zoals het Earth Biogenome Project dat als doelstelling heeft om alle eukaryoten op aarde te sequencen (Lewin et al., 2001). Hiermee groeit ook de potentie om DNA technologie toe te passen voor het monitoren van biodiversiteit. Alle organismen bevatten DNA met een deels unieke sequentie, en omdat DNA een relatief stabiel molecuul is kan het uit veel verschillende soorten samples geïsoleerd worden. Hieronder volgt een overzicht van twee methodes die op dit moment gangbaar zijn, DNA metabarcoding en eDNA metabarcoding. Aangezien dit een snel groeiend veld is komen er naar alle waarschijnlijkheid in de nabije toekomst ook nieuwere methodes om de hoek kijken.

DNA metabarcoding

DNA metabarcoding is een moleculaire techniek waarbij DNA geïsoleerd wordt uit monsters en taxonomisch geclassificeerd wordt door middel van sequencing van genetische barcodes (Creer et al., 2016;) Ji et al., 2013). Het resultaat is een lijst sequenties, die aan de hand van databases van genetische barcodes worden teruggebracht tot een overzicht van soorten en hoe vaak ze relatief (ten opzichte van elkaar) voorkomen. Omdat de meeste onderzoekers dezelfde barcodes gebruiken, zijn de databases behoorlijk omvangrijk. In de Barcode of Life Data System (BOLD) database zijn op het moment van schrijven de barcodes van 243.000 dieren-, 71.000 planten- en 24.000 schimmelsoorten beschikbaar.

Uit allerlei monsters kan DNA geïsoleerd worden, en dat geeft DNA metabarcoding een brede toepasbaarheid. De selectie van soorten die gemeten wordt is sterk afhankelijk van de vangmethode. Vangsten van malaisevallen kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden voor identificatie van vliegende insecten. Vangsten uit meerdere vallen of extractiemethodes kunnen gecombineerd worden voor DNA metabarcoding. Voor bodemleven zijn er bijvoorbeeld veel verschillende methodes om specifieke groepen te isoleren, denk aan nematoden, regenwormen, arthropoden of microben. Na deze specifieke extracties kunnen de resulterende organismen samengevoegd worden voor DNA metabarcoding. Afhankelijk van de gekozen primers kunnen verschillende soortgroepen tegelijkertijd geanalyseerd worden.

Er zijn steeds meer bedrijven die diensten op het gebied van DNA metabarcoding aanbieden, bijvoorbeeld Genome Quebec, Novogene en Eurofins. Veel van deze bedrijven bieden ook de mogelijkheid om de DNA extractie, PCR, en bio informatica op zich te nemen, of een deel van de stappen.

Environmental DNA (eDNA) metabarcoding

Environmental DNA (eDNA) is DNA dat in water, bodem of lucht terug te vinden is, buiten de bron (bijvoorbeeld een insect) (Thomsen & Willerslev, 2015; Ruppert et al., 2019). Het onderliggende idee is dat organismen overal DNA achterlaten, het kan komen van bijvoorbeeld huid, speeksel, eieren, uitwerpselen, bloed, bladeren, wortels, pollen, etc. Dit DNA blijft enige tijd geconserveerd, hoe lang is sterk afhankelijk van het klimaat en waar het achterblijft. Hoewel dit DNA deels afbreekt, is het geschikt voor metabarcoding omdat alleen het fragment van het barcode-gen intact hoeft te zijn dat geamplificeerd wordt met primers.

Het verschil met het hierboven beschreven DNA metabarcoding is de manier waarop DNA verzameld wordt, niet vanuit klassieke vangmethodes maar direct vanuit de omgeving; grond, water, uitwerpselen of lucht bijvoorbeeld. Het grote voordeel hiervan is dat ook sporen van organismen kunnen worden gemeten die normaal erg lastig te monitoren zijn, bijvoorbeeld omdat ze in water of ondergronds leven.

2.8 Beeld- en geluidherkenningsapps

Voor het op naam brengen van soorten zijn er verschillende apps beschikbaar. We lichten hieronder een aantal van deze apps toe.

ObsIdentify is een gratis beeldherkenningsapp die wilde planten, dieren en paddenstoelen uit Europa op naam kan brengen. Door middel van een database met gevalideerde referentiebeelden herkent de app meer dan 13.000 soorten. Met elke nieuwe herkenning wordt deze database verder uitgebreid en verbeterd. ObsIdentify is een product van Stichting Observation International, in samenwerking met *Naturalis* Biodiversity Center en Natuurpunt. Wanneer je waarnemingen opslaat met deze app zie je ze direct terug op Waarneming.nl.

Seek is een gratis beeldherkenningsapp die zowat alles wat je in de natuur kan aantreffen op naam kan brengen. Dus naast foto's van planten of dieren kunnen bijvoorbeeld ook vruchten, veren of gallen op naam gebracht worden. Seek is een stand alone applicatie van iNaturalist. Waarnemingen die in Seek zijn gedaan kunnen worden geüpload naar iNaturalist waar ze voor de wereldwijde gemeenschap beschikbaar zijn.

iNaturalist heeft dezelfde functionaliteit als Seek, maar is gericht op het verzamelen en delen van waarnemingen wereldwijd zoals Waarneming.nl dat voor Nederland doet.

De *Merelin* app biedt de mogelijkheid om een vogel te herkennen op basis van een aantal vragen of via beeld- of geluidherkenning. Wat geluidherkenning betreft kan de app wereldwijd op dit moment 870 soorten onderscheiden, waarvan 277 soorten in het West-Palearctisch gebied waar Nederland toebehoort.

BirdNET is een herkenningsapp van vogelgeluiden en kan op dit moment wereldwijd 3000 vogelsoorten onderscheiden. Het principe is hetzelfde als met foto herkenningsapps. De gebruiker maakt een opname van een geluid met zijn mobiele telefoon en de app geeft aan welke soort vogel dit is met een percentage van betrouwbaarheid. Vervolgens kan je op de naam van de vogel klikken voor meer informatie over die soort.

BirdNerd kan ook vogels op naam brengen op basis van hun geluid en is momenteel alleen voor Europese vogels beschikbaar.

2.9 Referenties

- Balestrieri, A., Gazzola, A., Formenton, G., & Canova, L. (2019). Long-term impact of agricultural practices on the diversity of small mammal communities: a case study based on owl pellets. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(12). <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7910-5>
- Biesmeijer, K., Klumpers, S., Visseren-Hamakers, I., Kleijn, D., & Kwak, R. (2021). *Op weg naar Basiskwaliteit Natuur*.
- Bovendorp, R. S., McCleery, R. A., & Galetti, M. (2017). Optimising sampling methods for small mammal communities in Neotropical rainforests. In *Mammal Review* (Vol. 47, Issue 2, pp. 148–158). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/mam.12088>
- Creer, S., Deiner, K., Frey, S., Porazinska, D., Taberlet, P., Thomas, W. K., Potter, C., & Bik, H. M. (2016). The ecologist's field guide to sequence-based identification of biodiversity. In *Methods in Ecology and Evolution* (Vol. 7, Issue 9, pp. 1008–1018). British Ecological Society. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12574>
- Esser, H. J., Lim, S. M., de Vries, A., Sprong, H., Dekker, D. J., Pascoe, E. L., Bakker, J. W., Suin, V., Franz, E., Martina, B. E. E., & Koenraadt, C. J. M. (2022). Continued Circulation of Tick-Borne Encephalitis Virus Variants and Detection of Novel Transmission Foci, the Netherlands. *Emerging Infectious Diseases*, 28(12), 2416–2424. <https://doi.org/10.3201/eid2812.220552>
- Gollan, J. R., Smith, H. M., Bulbert, M., Donnelly, A. P., & Wilkie, L. (2010). *web-building spider biodiversity and the success of habitat restoration*. 3141–3155. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9882-1>
- Hofmeester, T. R., Jansen, P. A., Wijnen, H. J., Coipan, E. C., Fonville, M., Prins, H. H. T., Sprong, H., & van Wieren, S. E. (2017). Cascading effects of predator activity on tick-borne disease risk. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1859). <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0453>
- Huang, S., Yoshitake, K., Watabe, S., & Asakawa, S. (2022). Environmental DNA study on aquatic ecosystem monitoring and management: Recent advances and prospects. In *Journal of Environmental Management* (Vol. 323). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116310>
- Ji, Y., Ashton, L., Pedley, S. M., Edwards, D. P., Tang, Y., Nakamura, A., Kitching, R., Dolman, P. M., Woodcock, P., Edwards, F. A., Larsen, T. H., Hsu, W. W., Benedick, S., Hamer, K. C., Wilcove, D. S., Bruce, C., Wang, X., Levi, T., Lott, M., ... Yu, D. W. (2013). Reliable, verifiable and efficient monitoring of biodiversity via metabarcoding. *Ecology Letters*, 16(10), 1245–1257. <https://doi.org/10.1111/ele.12162>
- 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(11), 1070–1075. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12097>
- Korthals, G. (2022). BodembioLOGIE beter in beeld. *Vakblad Natuur Bos Landschap*, 19(189), 14–17.
- Kratz, W. (1998). The Bait-Lamina Test. *Environmental Science & Pollution Research*, 5(2), 94–96.
- Leigh, T. (1970). A Sampling Device for Estimating Absolute Insect Populations on Cotton! In *JOURNAL OF ECONOMIC ENTOMOLOGY* (Vol. 63, Issue 5). <https://academic.oup.com/jee/article/63/5/1704/2210113>
- Lewin, H. A., Robinson, G. E., Kress, W. J., Baker, W. J., Coddington, J., Crandall, K. A., Durbin, R., Edwards, S. v., Forest, E., Thomas, M., Gilbert, P., Goldstein, M. M., Grigoriev, I. v., Hackett, K. J., Haussler, D., Jarvis, E. D., Johnson, W. E., Patrinos, A., Richards, S., ... Zhang, G. (2001). Earth BioGenome Project: Sequencing life for the future of life. *Royal Botanic Gardens*, 115(17). <https://doi.org/10.1073/pnas.1720115115/-/DCSupplemental>
- Moreira, E. F., Santos, R. L. da S., Penna, U. L., Angel-Coca, C., de Oliveira, F. F., & Viana, B. F. (2016). Are pan traps colors complementary to sample community of potential pollinator insects? *Journal of Insect Conservation*, 20(4), 583–596. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9890-x>
- Parisi, V., Menta, C., Gardi, C., Jacomini, C., & Mozzanica, E. (2005). Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: A new approach in Italy. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 105(1–2), 323–333. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.02.002>
- Penone, C., le Viol, I., Pellissier, V., Julien, J. F., Bas, Y., & Kerbiriou, C. (2013). Use of large-scale acoustic monitoring to assess anthropogenic pressures on orthoptera communities. *Conservation Biology*, 27(5), 979–987. <https://doi.org/10.1111/cobi.12083>
- Pozzer, A. C., Gómez, P. A., & Weiss, J. (2022). Volatile organic compounds in aquatic ecosystems – Detection, origin, significance and applications. In *Science of the Total Environment* (Vol. 838). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156155>
- Ruppert, K. M., Kline, R. J., & Rahman, M. S. (2019). Past, present, and future perspectives of environmental DNA (eDNA) metabarcoding: A systematic review in methods, monitoring, and applications of global eDNA. In *Global Ecology and Conservation* (Vol. 17). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00547>

-
- Rydhmer, K., Bick, E., Still, L., Strand, A., Luciano, R., Helmreich, S., Beck, B. D., Grønne, C., Malmros, L., Poulsen, K., Elbæk, F., Brydegaard, M., Lemmich, J., & Nikolajsen, T. (2022). Automating insect monitoring using unsupervised near-infrared sensors. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06439-6>
- Schmeller, D. S., Bo, M., Barber-meyer, S., Brummitt, N., Chandler, M., Regan, E., & Weatherdon, L. (2017). *Building capacity in biodiversity monitoring at the global scale*. 2765–2790. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1388-7>
- Shepard, M., Carner, G. R., & Turnipseed, S. G. (1974). A Comparison of Three Sampling Methods for Arthropods in Soybeans. *Environmental Entomology*, 3(2), 227–232. <https://academic.oup.com/ee/article/3/2/227/416461>
- Skvarla, M. J., Larson, J. L., Fisher, J. R., & Dowling, A. P. G. (2021). A Review of Terrestrial and Canopy Malaise Traps. *Annals of the Entomological Society of America*, 114(1), 27–47. <https://doi.org/10.1093/aesa/saaa044>
- Steinke, M., Randell, L., Dumbrell, A. J., & Saha, M. (2018). Volatile Biomarkers for Aquatic Ecological Research. In *Advances in Ecological Research* (Vol. 59, pp. 75–92). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2018.09.002>
- Teunissen, W. A., Wiersma, P., de Jong, A., Kleyheeg, E., & Vergeer J.-W. (2019). *Handleiding voor het Meetnet Agrarische Soorten*. Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Thakur, M. P., Reich, P. B., Hobbie, S. E., Stefanski, A., Rich, R., Rice, K. E., Eddy, W. C., & Eisenhauer, N. (2018). Reduced feeding activity of soil detritivores under warmer and drier conditions. *Nature Climate Change*, 8(1), 75–78. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0032-6>
- Thomsen, P. F., & Willerslev, E. (2015). Environmental DNA - An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. In *Biological Conservation* (Vol. 183, pp. 4–18). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.11.019>
- van Klink, R., August, T., Bas, Y., Bodesheim, P., Bonn, A., Fossøy, F., Høye, T. T., Jongejans, E., Menz, M. H. M., Miraldo, A., Roslin, T., Roy, H. E., Ruczyński, I., Schigel, D., Schäffler, L., Sheard, J. K., Svenningsen, C., Tschan, G. F., Wäldchen, J., ... Bowler, D. E. (2022). Emerging technologies revolutionise insect ecology and monitoring. In *Trends in Ecology and Evolution* (Vol. 37, Issue 10, pp. 872–885). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2022.06.001>
- van Manen, W., & de Jong, A. (2016). *Handleiding Punt Transect Telling project (PTT)*. Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- van Ool, R., & Bosselaar, H. W. E. (2010). *Optimaliseren inventarisatie noordse woelmuis; Invloed van prebait-periode en vangduur op vangst noordse woelmuis*.
- Vergeer, J. W., van Dijk, A. J., Boele, A., van Bruggen, J., & Hustings, F. (2016). *Handleiding Sovon broedvogelonderzoek: Broedvogel Monitoring Project en Kolonievogels*. Sovon Vogelonderzoek Nederland.
- Vogel, R., Wiersma, P., Roodbergen, M., & Vlaanderen, O. (2016). *Beheermonitoring van vogels in open akkerland in Oost-Groningen*.
- Westerberg, L., Berglund, H. L., Jonason, D., & Milberg, P. (2021). Color pan traps often catch less when there are more flowers around. *Ecology and Evolution*, 11(9), 3830–3840. <https://doi.org/10.1002/ece3.7252>
- Wiersma, P., Ottens, H. J., Kuiper, M. W., Schlaich, A. E., Klaassen, R. H. G., Vlaanderen, O., Postma, M., & Koks, B. J. (2014). *Analyse effectiviteit van het akkervogelbeheer in Provincie Groningen: Evaluatierapport*. Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief.

3 Meetlatten

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van methoden waarbij biodiversiteit op een agrarisch bedrijf ingeschat wordt op basis van Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's), agronomische activiteiten en/of maatregelen ter bescherming of herstel van biodiversiteit (hierna kortweg maatregelen) die op het bedrijf plaatsvinden (zie ook Hoofdstuk 1). Voor dergelijke systematieken wordt in dit rapport de term 'meetlatten' gebruikt.

In plaats van gebruik te maken van metingen of observaties van aanwezige biodiversiteit wordt in deze meetlatten een inschatting gemaakt van de potentiële biodiversiteit door te beoordelen hoe gunstig of ongunstig de omstandigheden zijn voor diverse soortengroepen. Het voordeel van deze methoden t.o.v. metingen of waarnemingen van aanwezige biodiversiteit is dat de benodigde tijd en resources lager kunnen zijn. Hierbij is wel van belang dat de correlatie tussen de aanwezige biodiversiteit en ingeschatte biodiversiteit getoetst is.

Voor het overzicht van beschikbare meetlatten is een inventarisatie gemaakt op basis van formele en informele literatuur, zoals wetenschappelijke publicaties, projectrapporten en webpagina's. Het overzicht is gecontroleerd en eventueel aangevuld met kennis uit eigen netwerken. Het betreft geen systematisch review van alle mogelijke meetlatten, maar meer een verkenning naar de, voor de Nederlandse akkerbouw meest relevante, meetlatten voor biodiversiteit.

De gehanteerde criteria om meetlatten op te nemen in het overzicht in dit hoofdstuk zijn:

- De meetlat is toe te passen op bedrijven in de agrarische sector.
- De meetlat geeft een resultaat op bedrijfsniveau.
- De meetlat is op basis van bedrijfsgegevens of indicatoren voor biodiversiteit maar zonder gebruik te maken van biodiversiteitswaarnemingen.

Meetlatten die gevonden zijn tijdens deze inventarisatie maar die niet aan deze criteria voldoen, zijn te vinden in Bijlage 1.

Het doel van deze inventarisatie is het identificeren en begrijpen van geschikte meetlatten die gebruikt kunnen worden om de resultaten van het participatieve monitoringsinstrument (dat binnen de PPS Boeren met biodiversiteit ontwikkeld zal worden) mee te vergelijken. Wanneer verschillende meetlatten uitgevoerd worden voor hetzelfde bedrijf, komen hier dan vergelijkbare scores uit? Zo niet, wat veroorzaakt het verschil? Welke van de meetlatten geeft de beste benadering van de aanwezige biodiversiteit? Hoe staat dit in verhouding tot benodigde tijd, budget of expertise? Door onder andere de scores van meetlatten te vergelijken met biodiversiteitswaarnemingen (uitgevoerd door experts) verwachten we antwoord te kunnen geven op deze vragen.

Categorieën

Gedurende de inventarisatie bleek dat de beschikbare meetlatten grofweg in te delen zijn in drie categorieën, gebaseerd op het hoofddoel waarvoor de meetlat is ontwikkeld:

1. Beslissingsondersteunende tools
2. Certificeringstools
3. LCA methodes

Hierbij hoeft het ene doel het andere niet uit te sluiten (de uitkomsten van een LCA methode kunnen bijv. ook gebruikt worden om met de betreffende ondernemer te kijken hoe impact op biodiversiteit verbeterd kan worden) maar er is bij de meeste meetlatten wel een duidelijk hoofddoel aan te wijzen.

In de volgende paragrafen zal per categorie een overzicht en uitleg van bijbehorende meetlatten gegeven worden. In paragraaf 3.4 volgt een korte vergelijking en samenvatting van de relevantie en bruikbaarheid van de gevonden meetlatten als referentie voor het te ontwikkelen participatieve monitoringsinstrument.

3.1 Beslissingsondersteunende tools

De overkoepelende kenmerken van meetlatten die ontwikkeld zijn als beslissingsondersteunende tool zijn:

- De meetlat dient om agrariër informatie te bieden over: Wat zijn de gevolgen van activiteiten in de bedrijfsvoering op de biodiversiteit? Als hier andere keuzes in worden gemaakt, wat zijn dan de gevolgen? Welke handelingen hebben de grootste positieve effecten voor biodiversiteit?
- De meetlat is vaak openbaar beschikbaar en/of kan uitgevoerd worden via een web based tool, de methode is laagdrempelig en ook uit te voeren door een leek.
- Het resultaat is een bepaalde score die vergeleken kan worden met de score wanneer andere maatregelen genomen worden.

In Tabel 2 zijn de gevonden meetlatten die dienen als beslissingsondersteunende tools inclusief enkele belangrijke kenmerken samengevat. Onder de tabel volgt enige aanvullende informatie over de achterliggende methodiek van deze tools.

Tabel 2. Meetlatten ontwikkeld als beslissingsondersteunende tools.

Naam	Ontwikkeld voor welke regio & sector	Benodigde data	Korte beschrijving
Meetlat Biodiversiteit in de Praktijk® (Biodiversiteits App)	Nederland; Niet specifiek agrarisch	Waarnemingen van indicatoren zoals aanwezigheid oppervlaktewater	Methode van IPC Groene Ruimte, beschikbaar tegen vergoeding (incl. training en app). Bijvoorbeeld voor overheden om lokaal biodiversiteit te monitoren en evt. doelen of maatregelen te formuleren.
Biodiversity Performance Tool Insects	Europa; Alle agrarische sectoren behalve glastuinbouw	Bedrijfsgegevens ¹⁷	Webtool, ontwikkeld binnen EU project (LIFE; 2016- 2020). Gericht op agrariërs en adviseurs; beschikbaar tegen vergoeding. Output in scores op 79 indicatoren (vnl. agronomisch, enkele sociaal-economisch) incl. vergelijking met drempelwaarde. Geeft aanbevelingen voor geschikte maatregelen om biodiversiteit te verbeteren.
Gaia-biodiversiteitsmeetlat	Nederland; Akkerbouw ¹⁸ , veehouderij	Bedrijfsgegevens	Gratis webtool, ontwikkeld en beheerd door CLM. Gericht op agrariërs en adviseurs. Output in scores voor verwacht effect op tien soortgroepen.
CoolFarmTool - Biodiversity metric	Landen met gematigd of mediterraan klimaat; Akkerbouw, veehouderij	Bedrijfsgegevens	Gratis webtool, ontwikkeld door Europees consortium met o.a. CLM en University of Cambridge. Gericht op agrariërs en adviseurs. Output in scores voor verwacht effect op tien soortgroepen.

¹⁷ Met bedrijfsgegevens wordt bedoeld: gegevens die in gesprek met de bedrijfsleider of uit (digitale) bedrijfsadministratie verkregen kunnen worden, zoals teeltplan, oppervlaktes van percelen, aantallen vee, etc.

¹⁸ Onder akkerbouw wordt ook (grootschalige) groenteteelt verstaan.

Meetlat Biodiversiteit in de Praktijk® (Biodiversiteits App)¹⁹

Binnen het bestek van deze inventarisatie is geen openbare informatie gevonden over de methodiek achter de Meetlat Biodiversiteit in de Praktijk® (Biodiversiteits App), een meetlat ontwikkeld door IPC Groene Ruimte.

Biodiversity Performance Tool Insects²⁰

De Biodiversity Performance Tool Insects (BPT) is een webtool gemaakt voor agrariërs en adviseurs, ontwikkeld binnen het Europese project LIFE (2016- 2020) en beheerd door o.a. Lake Constance Foundation. De BPT biedt een weergave van de algemene potentiële biodiversiteit en specifiek de biodiversiteit van insecten op een agrarisch bedrijf. Het beoogt meerdere doelen: ten eerste bewustwording onder de gebruikers over functionele agrobiodiversiteit en ten tweede input te geven voor een op te stellen Biodiversity Action Plan en eventuele bijbehorende monitoring. De nadruk op de potentiële biodiversiteit binnen de soortgroep insecten wordt onderbouwd met de argumenten dat insecten zeer grote biodiversiteit kennen en een grote impact hebben op de balans in ecosystemen (Gibert et al., 2022).

De benodigde input voor deze meetlat zijn bedrijfsgegevens die ingevuld moeten worden in de webtool door diverse vragen te beantwoorden. Voor de inschatting van de potentiële biodiversiteit dienen 79 'basis indicatoren' als leidraad, onderverdeeld in de volgende drie categorieën:

1. Beschrijving van landschap en (semi-natuurlijke) landschapselementen, zoals houtige elementen, permanent grasland, waterlichamen, bloemstroken, e.d.;
2. Beschrijving van agrarische praktijken en activiteiten, zoals aandeel geploegd areaal, bemesting, gebruik gewasbeschermingsmiddelen, e.d.;
3. Beschrijving van sociaaleconomische factoren, zoals opleiding en training van de bedrijfsleider in het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, participatie in biodiversiteit gerelateerde projecten, uitwisseling met adviseurs en andere externe partijen, e.d.

De input wordt gebruikt om voor elke indicator een score te berekenen. Het resultaat wordt weergegeven aan de hand van een 5-punts kleurcodering (rood = 1, groen = 5).

Daarnaast wordt door de BPT automatisch een sterkte-zwakteanalyse (SWOT) gedaan. Deze analyse besteedt aandacht aan de manier waarop indicatoren met elkaar in verbinding staan en filtert hiermee welke (combinatie van) indicatoren om maatregelen vragen. Vervolgens krijgt de gebruiker ook een aantal verwijzingen naar informatie over te treffen maatregelen.

Binnen het bestek van deze studie zijn geen bronnen gevonden waarin nader wordt toegelicht op basis van welke data of onderzoek de basis indicatoren zijn gedefinieerd of hoe de scores tot stand zijn gekomen (Gibert et al., 2022).

Gaia-biodiversiteitsmeetlat²¹

De Gaia-biodiversiteitsmeetlat is een webtool die agrariërs, adviseurs en evt. ketenpartijen inzicht biedt in het te verwachte effect van het bedrijf op biodiversiteit en het effect van hun inzet om biodiversiteit te versterken. Het systeem is ontwikkeld door CLM en opgezet als een moedersysteem om hieruit meer specifieke instrumenten te kunnen ontwikkelen, gericht op specifieke teeltsystemen, regio's of landen. Deze meetlat is toepasbaar voor relatief intensieve (melk)veehouderij, akkerbouw en groenteteelt, de toepassing in extensieve systemen waar landbouw en natuur in elkaar overlopen is beperkt (CLM, 2012).

De benodigde input voor deze meetlat zijn bedrijfsgegevens die ingevuld moeten worden in de webtool door diverse vragen te beantwoorden. De input is geordend in zes thema's:

1. Toegepaste veotypen, gewassen en rassen;
2. Toegepaste teeltmaatregelen gericht op het versterken van nuttige biodiversiteit zoals gewasbescherming, bodem- en nutriëntenbeheer;
3. Toegepaste natuurgerichte maatregelen in de percelen zoals extensieve teelt, uitgestelde maaidata;
4. Areaal en beheer van niet-productieve landschapselementen zoals watergangen en houtsingels;
5. Areaal en beheer van niet-productieve landschapselementen zoals natuurterrein;
6. Areaal en beheer van niet-productieve landschapselementen zoals groen op het erf.

¹⁹ <https://www.ipcgroen.nl/biodiversiteit-in-de-praktijk/meetlat>

²⁰ <https://bpti.biodiversity-performance.org/>

²¹ <https://gaia-biodiversity-yardstick.eu>

Op basis van de ingevoerde gegevens wordt ten eerste voor elk van deze thema's een numerieke score (0-100%) uitgerekend. Hoe hoger de score, hoe groter het aandeel van dit thema op het bedrijf. Bij elk van deze thema's wordt ook een referentiescore gegeven, namelijk de gemiddelde score van alle Nederlandse bedrijven waar de Gaia-biodiversiteitsmeetlat wordt gebruikt.

Ten tweede wordt er een numerieke score uitgerekend (0-100%) voor het verwachte positieve effect van de genomen maatregelen op tien verschillende soortgroepen (akkerflora, slootflora, bosflora, graslandflora, bodemfauna, bloembezoekers (nectar-voedende insecten), weidevogels, akkervogels, struweelvogels, libellen en amfibieën). Daarnaast wordt ook een score gegeven voor de groep 'Vee, gewas en ras' waarmee een indicatie gegeven wordt van de biodiversiteit binnen het agrarische systeem zelf. Ook voor elke soortgroep wordt de referentiescore gegeven op basis van het Nederlandse gemiddelde.

Binnen het bestek van deze studie zijn geen bronnen gevonden waarin nader wordt toegelicht hoe deze soortgroepen zijn gedefinieerd of hoe de scores tot stand komen (zoals een onderbouwing waarom bepaalde maatregelen leiden tot een bepaalde score). Er wordt aangegeven dat de webtool op onderzoek is gebaseerd maar hier zijn geen referenties bij gegeven (CLM, 2012).

CoolFarmTool - Biodiversity metric²²

De Biodiversity metric van de CoolFarmTool is een webtool ontwikkeld voor agrariërs en adviseurs. Het doel van de tool is om te kwantificeren in welke mate de praktijken en activiteiten van een bedrijf de biodiversiteit (binnen het bedrijf) ondersteunt. Deze scores kunnen ondernemers helpen om te beoordelen of hun inzet (bijv. het nemen van bepaalde maatregelen) voor biodiversiteit loont en om hun inzet voor biodiversiteit te communiceren richting bijv. consumenten. De tool is ontwikkeld en wordt beheerd door de Cool Farm Alliance, met o.a. de University of Cambridge en CLM (Cool Farm Alliance, 2016).

De benodigde input voor deze meetlat zijn bedrijfsgegevens die ingevuld moeten worden in de webtool door diverse vragen te beantwoorden. De input is geordend in vier categorieën:

1. Agrarische producten (o.a. diversiteit aan gewassen, aantallen en typen vee);
2. Agrarische praktijken en activiteiten (o.a. gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, bodemverbeteringsmaatregelen);
3. Klein (<1 ha) semi-natuurlijk habitat en bijbehorend beheer (o.a. heggen, maaibeheer akkerranden, nestkasten);
4. Groot (>1 ha) semi-natuurlijk habitat en omringend landschap.

Op basis van de ingevoerde gegevens wordt ten eerste voor elk van deze categorieën een numerieke score uitgerekend, als percentage (0-100%) van de maximale score die behaald kan worden in elke categorie. Ten tweede wordt er een score berekend voor 10 verschillende soortgroepen (ook als percentage van de maximaal haalbare score). De soortgroepen die worden onderscheiden zijn akkerflora, slootflora, bosflora, graslandflora, bodemfauna, nuttige ongewervelden, weidevogels, akkervogels, struweelvogels, slootfauna. Hoe meer biodiversiteits-bevorderende maatregelen er genomen worden, hoe hoger de score.

Elke maatregel of activiteit is gescoord op basis van wetenschappelijk bewijs voor de effectiviteit van deze maatregel. Dit bewijs is verzameld in het Conservation Evidence project van de University of Cambridge en openbaar beschikbaar²³. Zo zijn de volgende scores bepaald:

- 2 punten voor maatregelen waar veel hoogkwalitatief bewijs is van de effectiviteit, blijkt uit vele studies;
- 1 punt voor maatregelen waar weinig tot geen bewijs is van effectiviteit maar die experts wel toepassen en noemen als effectief;
- 0 punten voor maatregelen waar weinig tot geen bewijs is van effectiviteit.

Als voorbeeld: het hebben van akkerranden met meerjarige bloemen geeft 3 punten voor het faciliteren van nectar en pollen in de categorie 'Klein semi-natuurlijk habitat' en 3 punten in de soortgroep 'nuttige ongewervelden' vanwege de insecten die hiermee gestimuleerd worden. Het geeft geen punten voor de soortgroepen bosflora of slootflora. Door alle mogelijke maatregelen die in de tool zijn opgenomen op deze

²² <https://coolfarmtool.org/coolfarmtool/biodiversity/>

²³ <https://www.conservationevidence.com/>

manier te scoren en categoriseren, is de maximaal haalbare score voor elke categorie en soortgroep bepaald (Cool Farm Alliance, 2016).

De huidige versie van de CoolFarmTool – Biodiversity metric is aangepast voor gematigde klimaatzones (o.a. noord-Europa, noordoost-Noord Amerika) en semi-aride/Mediterraanse klimaatzones (o.a. Mediterraans gebied, Californië, centraal Chili). Verdere verbetering van de tool en uitbreiding naar tropische klimaatzones is gestart in 2022, onder leiding van 3Keel (sustainability advisors) en met behulp van fondsen van o.a. Syngenta²⁴.

²⁴ <https://coolfarmtool.org/2022/03/cool-farm-biodiversity-on-the-move-open-call-for-working-group/>

3.2 Certificeringstools

Naast beslissingsondersteunende tools zijn er een aantal meetlatten die gericht zijn op certificering en/of beloning van biodiversiteitsprestaties. Overkoepelende kenmerken zijn:

- Focus op verstrekken van een keurmerk of certificaat.
- Focus op beloning van biodiversiteitsprestaties.
- Uitgevoerd door een gespecialiseerd bureau of ingewerkte onderzoeker.
- Resultaat is een score, meestal moet er een minimum score gehaald worden voor keurmerk/beloning.

In Tabel 3 zijn de gevonden meetlatten inclusief enkele belangrijke kenmerken samengevat. Onder de tabel volgt enige aanvullende informatie over de achterliggende methodiek van deze tools.

Tabel 3. Meetlatten ontwikkeld t.b.v. certificering/beloning/controle

Naam	Ontwikkeld voor welke regio & sector	Benodigde data	Korte beschrijving
Biodiversiteits-monitor Akkerbouw (BMA)	Nederland; Akkerbouw	Bedrijfsgegevens	Methode gedeeltelijk nog in ontwikkeling/toetsing; o.a. door onderzoekers van WUR. Doel is enerzijds agrariërs inzicht en handelingsperspectief bieden; anderzijds het mogelijk maken van (financiële) beloning voor biodiversiteitsherstel. Output in scores op 8 Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) waarvan wordt verondersteld dat een goede score op deze KPI's leidt tot bevordering van biodiversiteit boven- en ondergronds.
Biodiversiteits-monitor Melkveehouderij (BMV)	Nederland; Melkveehouderij	Bedrijfsgegevens	Vergelijkbare methodiek en doel als BMA, maar op basis van 7 KPI's specifiek ontwikkeld voor melkveehouderijsector. Methode wordt beheerd door Stichting Biodiversiteitsmonitor; (keten)partijen kunnen tegen betaling de BMV uit laten voeren bij melkveehouders om een beloning voor biodiversiteitsherstel in te stellen.
Biodiversity Monitoring System	Duitsland; Alle agrarische sectoren behalve glastuinbouw	Bedrijfsgegevens	Webtool, ontwikkeld binnen EU project (LIFE; 2016- 2020); gerelateerd aan Biodiversity Performance Tool Insects. Gericht op voedselkwaliteit en ketenpartijen; beschikbaar tegen vergoeding. Doel is een systematiek te bieden waarmee getoetst kan worden of food standards of ketenafspraken leiden tot positieve impact op biodiversiteit bij producten en zo

			niet, handvaten te bieden hoe dit verbeterd kan worden. Output in 41 indicatoren.
<i>Geen naam; aangeduid als</i> Credit Point System (CPS)	Zwitserland; Alle agrarische sectoren behalve glastuinbouw	Bedrijfsgegevens	Methode ontwikkeld door onderzoekers van FiBL & het Zwitsers Ornithologisch Instituut; wordt toegepast door het duurzaamheidskeurmerk voor Zwitserse voedselproducten IP Suisse. Op basis van genomen maatregelen (totaal 32 opties) wordt een totaalscore berekend per bedrijf.
On the Way to PlanetProof	Nederland, maar uitgebreid naar Europa; Alle agrarische sectoren	Bedrijfsgegevens	Duurzaamheidskeurmerk voor Nederlandse voedselproducten; ontwikkeld en beheerd door Stichting Milieukeur. Voor plantaardige productie bevat de certificeringstool 10 doelen, waarvan Landschap & biodiversiteit er 1 is. Dit doel wordt behaald via toepassing van maatregelen ter bevordering van biodiversiteit. Voor elke maatregel is een score gedefinieerd; in totaal moeten 4 punten gescoord worden.

Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw²⁵

De Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw (BMA) is ontwikkeld om biodiversiteitsprestaties inzichtelijk en meetbaar te maken zodat enerzijds akkerbouwers meer inzicht krijgen in wat ze kunnen doen om biodiversiteit te verbeteren en anderzijds de prestaties van akkerbouwers op het gebied van biodiversiteit maatschappelijk te laten waarderen en financieel te belonen. De ontwikkeling van de BMA is geïnitieerd door BO Akkerbouw, Rabobank, WNF en Provincie Groningen en wordt uitgevoerd door onderzoekers van Wageningen University & Research (WUR), het Louis Bolk Instituut (LBI).

De BMA is nauw verwant aan de Biodiversiteitsmonitor Veehouderij en meet de prestaties voor biodiversiteit op een bedrijf met behulp van een set Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's). Deze KPI's zijn indicatoren waar individuele akkerbouwers invloed op uit kunnen oefenen en die bijdragen aan herstel van biodiversiteit. De voorgestelde set KPI's voor gebruik in de BMA zijn (van Doorn et al., 2021):

1. Percentage rustgewassen in rotatie
2. Percentage niet-kerende grondbewerking*
3. Organische stofbalans
4. Gewasdiversiteit
5. Percentage bodembedekking
6. Percentage natuur- en landschapsbeheer
7. Stikstofbedrijfsoverschot
8. Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen
9. Groenblauwe dooradering (connectiviteit)*
10. Waterbalans*
11. Carbon Footprint

De KPI's met een * zijn (nog) niet opgenomen in de BMA door de initiatiefnemers. De KPI Carbon Footprint is niet geadviseerd voor de BMA vanwege de indirecte relatie met biodiversiteit, maar is wel opgenomen

²⁵ <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksprojecten-LNV/Expertisegebieden/kennisonline/Biodiversiteitsmonitor-Akkerbouw-in-theorie-en-praktijk.htm>

vanwege de kansen voor beloningen vanuit de markt. De uiteindelijke lijst bestaat dus uit 8 KPI's (van Doorn et al., 2022).

Om de KPI's te berekenen wordt gebruik gemaakt van bedrijfsgegevens, die in gesprek met de ondernemer en uit digitale administratiesystemen verzameld worden. Op dit moment is de BMA nog in ontwikkeling. De genoemde KPI's zijn een set waarvan met behulp van literatuuronderzoek en consultatie van experts het verband met biodiversiteit is onderzocht (van Doorn et al., 2021) en vervolgens een drempel- en streefwaarde is vastgesteld (van Doorn et al., 2022). De volgende stap is het opdoen van praktijkervaring met de KPI's: akkerbouwers gaan ermee aan de slag en werken aan verbetering van de scores. Zo kan de toepasbaarheid van de BMA beter begrepen worden en getest worden of er nog KPI's missen. Ook moet gemonitord worden wat de daadwerkelijke effecten op de biodiversiteit zijn en in beeld gebracht worden wat de huidige scores van deelnemende bedrijven zijn. Ten slotte zal het instrument nog gebruiksvriendelijk gemaakt moeten worden (van Doorn et al., 2022). Wanneer en hoe de BMA commercieel toegepast zal gaan worden, is nog onbekend.

Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij²⁶

De Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij (BMV) is een initiatief van FrieslandCampina, Rabobank en WNF en de systematiek is ontwikkeld in samenwerking met onderzoekers van WUR en LBI. De BMV is gerelateerd aan de BMA en is ontwikkeld met een vergelijkbaar doel: het kunnen meten en monitoren van de impact en prestaties op herstel van biodiversiteit van individuele melkveebedrijven. Op basis van die gegevens krijgen veehouders inzicht hoe zij biodiversiteit verder kunnen bevorderen en kan een (gestapelde) beloning plaatsvinden voor deze prestaties. Voor ketenpartijen kan de BMV een methode zijn om aan te tonen dat zij aan (wettelijke of vrijwillige) verduurzamingsdoelen voldoen. De BMV is commercieel beschikbaar als certificeringstool en wordt aangeboden en beheerd door Stichting Biodiversiteitsmonitor.

Net als in de BMA wordt in de BMV gebruik gemaakt van KPI's om de impact op biodiversiteit (op bedrijfsniveau) te meten. De gebruikte KPI's zijn (van Laarhoven et al., 2018):

1. Percentage blijvend grasland
2. Percentage eiwit van eigen bedrijf/eigen regio (<20 km)
3. Stikstofbodemoverschot
4. Emissie van ammoniak (NH₃)
5. Uitstoot van broeikasgassen (CO₂-eq)
6. Percentage kruidenrijk grasland
7. Percentage land voor natuurbeheer en landschapselementen

Wetenschappelijke onderbouwing voor het gebruik van deze KPI's als indicator van biodiversiteit is te vinden in (Zijlstra et al., 2016) en (Zanen, 2017).

Biodiversity Monitoring System²⁷

Het Biodiversity Monitoring System (BMS) is nauw verwant aan de in paragraaf 3.1 beschreven Biodiversity Performance Tool Insects (BPT). De BMS is ontwikkeld binnen het Europese project LIFE (2016- 2020) en beheerd door o.a. Lake Constance Foundation. Waar de BPT gericht is op agrariërs, is de BPS gericht op voedselproducenten die toeleverende boeren bedrijven willen beoordelen en/of certificeren op het gebied van biodiversiteitsprestaties. De BMS kan door een gebruiker redelijk makkelijk ingevuld worden als die de gegevens voor de BPT al een keer heeft verzameld (LIFE Food & Biodiversity & Bodensee Stiftung, 2022).

De BMS maakt gebruik van 41 overkoepelende indicatoren (uitgesplitst in 107 statistieken), verdeeld over 9 clusters:

1. Bedrijf: informatie over oppervlakte bedrijf, ligging i.r.t beschermd natuurgebied;
2. Natuurlijke leefgebieden: bijvoorbeeld bedrijfs- en landschapselementen die habitat zijn voor beschermde diersoorten;
3. Voer en ontbossing: over veevoer autonomie en veedichtheid;
4. Waterlichamen: aanwezigheid van water en gebruik van water;
5. Invasieve soorten;
6. Genetische diversiteit: bijvoorbeeld gewasdiversiteit en GMO;

²⁶ <https://biodiversiteitsmonitor.nl/index.html>

²⁷ <https://bms.biodiversity-monitoring.info/>

7. Bodem: over vruchtwisseling, bemesting, e.d.;
8. Beheer van bestrijdingsmiddelen: bijvoorbeeld geïntegreerde gewasbescherming, gebruik van gewasbeschermingsmiddelen;
9. Beheer en vervolgonderwijs: bijvoorbeeld het hebben van een Biodiversity Action Plan.

De indicatoren binnen deze clusters worden gescoord en de scores zijn daarna raadpleegbaar via een dashboard. De gebruiker kan zelf binnen de resultaten filteren en ook vergelijkingen treffen met andere ingevoerde registraties. Dit geeft inzicht in hoe het bedrijf scoort op de indicatoren ten opzichte van andere bedrijven in de regio of klimaatzone. Er wordt wel aangeraden om de scores te evalueren gezamenlijk met een expert (LIFE Food & Biodiversity & Bodensee Stiftung, 2022).

Credit Point System

Het Credit Point System (CPS) is ontwikkeld door FiBL (Europees onderzoeksinstituut voor biologische landbouw) en het Zwitsers instituut voor ornithologie (Vogelwarte) met als doel biodiversiteitsherstel op agrarische bedrijven te bevorderen. Een lijst van 32 verschillende biodiversiteits-bevorderende maatregelen is opgesteld en aan elke maatregel is een score gekoppeld. Ondernemers kunnen 'punten scoren' door deze maatregelen toe te passen op hun bedrijf. Door alle genomen maatregelen en bijbehorende punten op te tellen wordt de score per bedrijf verkregen (Birrer et al., 2014).

Een belangrijk deel van de maatregelen in het CPS is gebaseerd op zogenaamde ECA's (Ecological Compensation Areas). Dit zijn semi-natuurlijke landschappelijke elementen zoals hagen, kruidenrijk grasland, bloemenstroken etc. De oppervlakte van deze elementen wordt weergegeven als een percentage van de totale oppervlakte van het bedrijf. De ecologische kwaliteit, het formaat en de ruimtelijke verdeling van deze ECA's worden hierin meegenomen. Verder wordt er binnen het CPS gekeken naar beheer van akkerbouw en grasland (bijv. gebruik van gewasbeschermingsmiddelen of uitgestelde maaidatum), naar gewasdiversiteit en naar bedrijfseigenschappen zoals gemiddelde formaat van de percelen.

Al deze punten worden vervolgens door een expert bekeken en beoordeeld op bijdrage aan biodiversiteit. Grotere weides zullen bijvoorbeeld een hogere score krijgen dan kleinere, evenals weides met een hogere ecologische waarde (zoals kruidenrijke weides) een hogere score krijgen dan weides die een lagere ecologische waarde hebben (zoals homogene weides. Als toetsing zijn de CPS scores van 133 Zwitserse bedrijven vergeleken met waarnemingen van biodiversiteit op deze bedrijven (vegetatie, sprinkhanen, vlinders en vogels); er werd een positieve correlatie gevonden tussen de CPS score en de waargenomen biodiversiteit) (Birrer et al., 2014; Gabel et al., 2018; Jenny et al., 2013).

Het CPS is gebruikt als basis voor de biodiversiteitsrichtlijnen van het Zwitserse duurzaamheidskeurmerk IP Suisse. Om dit keurmerk te verkrijgen moeten minimaal 15 punten gescoord worden op het onderdeel Biodiversiteit. Het certificatieschema waarin beschreven staat met welke maatregelen welke punten gescoord kunnen worden is te vinden op de website van IP-Suisse²⁸.

On the way to PlanetProof²⁹

On the way to PlanetProof is een Nederlands duurzaamheidskeurmerk gericht op agrarische producten, handel en retail. Het keurmerk heette voorheen Milieukeur en is begin jaren '90 ontwikkeld op initiatief van de Nederlandse overheid door Stichting Milieukeur (SMK). In 2018 is de naam voor voedingsproducten en sierteelt veranderd naar On the way to PlanetProof. Nog steeds wordt dit keurmerk beheerd en ontwikkeld door SMK. Het keurmerk is beschikbaar voor aardappelen, eieren, groenten, fruit, sierteelt en zuivel. Het grootste deel van de producenten met dit keurmerk bevindt zich in Nederland, maar er zijn ook enkele producenten buiten Nederland gecertificeerd (o.a. in Spanje, Italië, Duitsland).

De systematiek achter On the way to PlanetProof is gebaseerd op eisen en keuzemaatregelen. Aan eisen moet worden voldaan. Toepassing van keuzemaatregelen levert bonuspunten op. Er moeten minimaal 10 bonuspunten behaald worden. Daarnaast levert toepassing van gewasbeschermingsmiddelen maluspunten op. Deze maluspunten moeten gecompenseerd worden met bonuspunten. Dit bonus/malussysteem geldt per teelt en per gewas. Voor plantaardige producten stelt het keurmerk eisen op het gebied van 8 thema's (SMK, 2023):

²⁸ <https://www.ipsuisse.ch/produzenten/anforderungen/>

²⁹ <https://www.planetproof.eu/>

-
1. Energie en Klimaat
 2. Gewasbescherming
 3. Biodiversiteit
 4. Bodemkwaliteit
 5. Bemesting
 6. Water
 7. Materiaalgebruik en afvalstromen
 8. Algemene Eisen

Binnen het thema Biodiversiteit en landschap gelden voor open teeltbedrijven vijf eisen, waaronder het hebben van een overzichtskaart en bedrijfsnatuurplan, het behoud van biodiversiteits- en natuurelementen en afscherming van assimilatiebelichting en het behalen van minimaal 6 bonuspunten op het thema biodiversiteit. Om deze vereiste 6 bonuspunten te behalen zijn in totaal 19 keuzemaatregelen gedefinieerd, die onderverdeeld zijn in drie categorieën:

1. Algemeen: hieronder vallen zowel niet-fysieke maatregelen (zoals het hebben van een natuurovereenkomst of het uitvoeren van monitoring) als fysieke maatregelen die uitgevoerd worden op de akker (bijv. niet gemaaide grasrand of graanrand (max. 8 punten), strokenteelt (max. 4 punten);
2. Natte natuur: bijv. natuurvriendelijk slootkantbeheer (1 punt per beheersmaatregel zoals gefaseerd maaien, natuurvriendelijke apparatuur, maaisel afvoeren), natuurlijk-vriendelijke oever (3 punten);
3. Houtige natuur: bijv. aanwezigheid van hagen en heggen (4 punten) of bosjes (4 punten).

De punten kunnen alleen verkregen worden voor keuzemaatregelen uitgevoerd op grond in eigen beheer (incl. pachtgrond). Alle keuzemaatregelen binnen dit thema gelden op bedrijfsniveau. Interessant voor het project Boeren met biodiversiteit is de keuzemaatregel monitoring: sinds 2023 kunnen akkerbouwers ook voldoen aan deze keuzemaatregel wanneer zij de monitoring uitvoeren op basis van eigen waarnemingen (niet door een soortenorganisatie of overheidsinstantie). Er is nog geen ervaring opgedaan met de uitvoering of controle van deze maatregel (SMK, 2023).

De keuzemaatregelen en eisen in het certificatieschema van On the way to PlanetProof zijn doorlopend in ontwikkeling. Wanneer maatregelen worden aangepast of toegevoegd, wordt het aantal bijbehorende punten steeds gerelateerd aan bestaande maatregelen. Zo zouden maatregelen met een grotere verwachte biodiversiteitsbijdrage een hoger aantal punten moeten geven. Het minimaal aantal bonuspunten dat behaald moet worden is gebaseerd op haalbaarheid: er wordt onderzocht hoeveel punten er gemiddeld door open teeltbedrijven wordt behaald en als een verhoging van het minimum puntenaantal geen grote uitdaging op zou leveren voor de meerderheid van de bedrijven, kan dit worden doorgevoerd. Zo is van 2022 op 2023 het minimum aantal vereiste bonuspunten op het thema biodiversiteit verhoogd van 4 naar 6 punten (J. Bij de Vaate, persoonlijke communicatie, 26 januari 2023).

3.3 LCA methodes

Er zijn meetlatten die zich richten op Life Cycle Analysis (LCA) van een product. Dit is een methode die gebruikt wordt om de totale milieubelasting van een product te bepalen, van productie tot (afval)verwerking. Ook hier beperkt deze inventarisatie zich tot de biodiversiteitscomponenten binnen deze LCA methoden. De overkoepelende kenmerken van meetlatten die ontwikkeld zijn als onderdeel van of ten behoeve van gebruik in een LCA methode zijn:

- Focus op kwantificeren hoe duurzaam het productieproces is.
- Uitgevoerd door een gespecialiseerd bureau of ingewerkte onderzoeker.
- Resultaat is een kwantitatieve indicatie van impact, wordt meegenomen in LCA als geheel (ook andere invloeden zoals CO₂ of water worden uitgerekend).

In Tabel 4 zijn de gevonden meetlatten inclusief enkele belangrijke kenmerken samengevat. Onder de tabel volgt enige aanvullende informatie over de achterliggende methodiek van deze tools.

Tabel 4. Meetlatten ontwikkeld t.b.v. LCA methodes

Naam	Ontwikkeld voor welke regio & sector	Benodigde data	Korte beschrijving
AgBalance – Biodiversity Calculator	Globaal; Akkerbouw, veehouderij, bosbouw	Bedrijfsgegevens	LCA tool (gericht op voedselproducten) van BASF, ontwikkeld met advies van Fraunhofer Institute for Building Physics. Analyse wordt tegen vergoeding aangeboden, vnl. gericht op ketenpartijen. Op basis van genomen maatregelen en bijbehorende scores wordt de 'Global potential species loss' van een bedrijf berekend.
LCIA (Life Cycle Impact Assessment) – Biodiversity Assessment Method	Europa; Alle agrarische sectoren	Bedrijfsgegevens Regionale gegevens	Methode ontwikkeld door FiBL; onbekend of deze systematiek momenteel nog toegepast of doorontwikkeld wordt. Output in de vorm van de Biodiversity Damage Potential score; berekend op basis van stikstofgebruik, gewasrotatie en areaal natuurlijke elementen van een bedrijf, relatief t.o.v. regionale waarden.
SALCA Biodiversity	Zwitserland; Akkerbouw, veehouderij	Bedrijfsgegevens	Methode ontwikkeld door Agroscope; onbekend of deze systematiek momenteel aangeboden of gebruikt wordt en door wie. Output is score van verwacht effect op 11 soortgroepen; deze score wordt berekend aan de hand van maatregelen en activiteiten op het bedrijf.
SMART (Sustainability Monitoring and	Globaal;	Bedrijfsgegevens	Methode ontwikkeld door FiBL; wordt tegen vergoeding

Assessment Routine) – Theme Biodiversity	Alle agrarische sectoren		uitgevoerd door Sustainable Food Systems GmbH. Gericht op onderzoeks- en ketenpartijen. Output in de vorm van een score op 3 sub-thema's: Ecosystem diversity, Species diversity, Genetic diversity. Scores worden berekend a.d.h.v. de prestatie van een bedrijf op 72 indicatoren.
---	--------------------------	--	--

AgBalance – Biodiversity calculator³⁰

AgBalance is een LCA tool ontwikkeld door BASF. De gehele methode omvat 3 thema's: Ecology, Economy en Social. Impact op biodiversiteit wordt berekend met behulp van de Biodiversity calculator als onderdeel van het thema Ecology. Hieronder volgt alleen uitleg over de Biodiversity calculator.

In de Biodiversity calculator wordt een voorspelling gedaan van de impact op biodiversiteit van een bedrijf aan de hand van de parameter 'Global potential species loss per hectare'. Deze parameter wordt bepaald in de volgende stappen (Ulrich et al., 2020):

1. Er wordt gestart met de characterization factors beschreven in (Chaudhary & Brooks, 2018). In deze studie is voor 804 ecoregio's en 245 landen/eiland, voor 5 verschillende typen landgebruik en voor 3 verschillende niveaus van intensiteit van landgebruik de 'potential species loss per m²' beschreven. Door de locatie (ecoregio of land) en het landgebruik (bijv. cropland) van het bedrijf op te geven kan de bijbehorende characterization factor worden gevonden.
2. De characterization factor wordt aangepast aan de hand van genomen biodiversiteits-bevorderende maatregelen op het bedrijf. De mogelijke maatregelen zijn gebaseerd op het Conservation Evidence project van de University of Cambridge³¹. De impact van alle genomen maatregelen samen wordt uitgedrukt in de zgn. 'action score', een index van 0-100%.
3. Er wordt aangenomen dat: hoe hoger de action score, hoe lager de intensiteit van het landgebruik. Lage intensiteit van landgebruik resulteert in een lagere characterization factor.

De characterization factor (potential global species loss per hectare) dient als input voor de LCA. De action score biedt inzicht voor ondernemers in de impact van genomen maatregelen op biodiversiteitsherstel of verandering van impact wanneer andere maatregelen genomen worden (Ulrich et al., 2020).

Er blijkt dat voor Nederlandse akkerbouw in totaal 21 mogelijke maatregelen zijn opgenomen in de Biodiversity calculator. Enkele voorbeelden zijn:

- *Leave headlands in fields unsprayed*
- *Leave strips of uncut rye grass on silage fields*
- *Plant nectar flower mixture/wildflowers in strips/blocks for flower-visiting insects*
- *Control predatory mammals and birds (foxes, crows, stoats and weasels)*
- *Leave undrilled patches within cultivated area (e.g. 4-16 m² for bird nesting)*
- *Leave stubbles over winter*
- *Reduce use of fertilizer, pesticide or herbicide*
- *Reduce tillage*
- *Maintain upland heaths and moorlands*
- *Restore or create traditional water meadows*

De Biodiversity calculator is voornamelijk geschikt voor regio's met Mediterraans klimaat en voor noord- en west-Europa. Alleen voor deze gebieden is bewijslast verzameld over de impact van maatregelen binnen het Conservation Evidence project. Daarnaast is de focus op bouw- en grasland, voor permanente gewassen is verdere ontwikkeling noodzakelijk (Ulrich et al., 2020).

LCIA - Biodiversity Assessment Method

De LCIA methode beschreven in (Meier et al., 2015), ontwikkeld door het onderzoeksinstituut FiBL, is gericht op het uitdrukken van de impact op agrarische biodiversiteit in relatie tot agrarisch landgebruik. De LCIA

³⁰ <http://biodiversity.northeurope.cloudapp.azure.com/>

³¹ <https://www.conservationevidence.com/>

stelt de gebruiker in staat om doorlopend de effecten van verschillende vormen en intensiteiten van landbouw (bijv. biologisch en gangbaar) op biodiversiteit te meten, vanuit de context van het lokale landschap.

De systematiek achter deze methode is gebaseerd op regressiemodellen die het potentiële verlies van soortelijke biodiversiteit in een gebied berekenen als functie van de intensiteit van het landgebruik en de landschapsstructuur. Gebruikte parameters om de intensiteit van het landgebruik te beoordelen zijn stikstofinput en gewasdiversiteit; landschapsstructuur wordt beoordeeld aan de hand van het aandeel semi-natuurlijk habitat. Alle gegevens worden berekend op landschapsniveau (op een schaal van 4x4 km). Voor de berekening van het aandeel semi-natuurlijk habitat wordt gebruik gemaakt van GIS. Als semi-natuurlijk habitat wordt bijvoorbeeld gezien (Meier et al., 2015):

- Permanent grasland;
- Bos;
- Braak;
- Plas/dras (moerassige gebieden);
- Hagen;
- Bomenrijen;
- Grasrijk/begroeide oevers;
- Solitaire bomen.

De impact op agrarische biodiversiteit wordt uitgedrukt als Biodiversity Damage Potential (BDP), oftewel hoe hoog is de potentie van het gebruikte landbouwsysteem om schade te doen aan de biodiversiteit in het gebied waar dat landbouwsysteem wordt toegepast. Dit wordt berekend door de soortdiversiteit van het toegepaste systeem te vergelijken met een optimum voor dat gebied. Het optimum is de soortdiversiteit die er zou zijn met minimaal landgebruik (de laagste intensiteit) en 100% semi-natuurlijke habitatten. Eerst wordt het potentiële verlies berekend voor elk van drie soortgroepen afzonderlijk (vogels, vaatplanten, geleedpotigen); deze gegevens worden geaggregeerd tot de totale BDP per bedrijf uitgedrukt als in een waarde tussen 0-1. Hoe lager deze waarde, hoe lager de impact op de lokale biodiversiteit (Gabel et al., 2018).

SALCA Biodiversity³²

SALCA is een LCA methode ontwikkeld door Agroscope, een Zwitsers onderzoeksinstituut voor landbouw gelieerd aan Zwitserse overheid. De methode bestaat uit zes onderdelen: Nitrate, Heavy metals, Phosphorus, Biodiversity, Soil Quality en Pesticides. Hieronder volgt alleen uitleg over het onderdeel Biodiversity.

Voor het SALCA Biodiversity onderdeel is een methode ontwikkeld om de impact een agrarisch bedrijf op biodiversiteit te beoordelen (en evt. te vergelijken met andere bedrijven) aan de hand van een set van 11 indicatieve soortgroepen (graslandflora, akkerflora, vogels, zoogdieren, amfibieën, slakken, bijen, spinnen, loopkevers, vlinders en sprinkhanen). Voor het berekenen van de impact op biodiversiteit zijn de volgende gegevens nodig (Jeanneret et al., 2014):

- Alle activiteiten en praktijken van het bedrijf op bouw- en grasland
- Alle activiteiten en praktijken van het bedrijf in semi-natuurlijk habitat

Voor alle activiteiten gebruikelijk in de Zwitserse landbouw (zoals gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, bemesting, maaibeheer) is geïnventariseerd welke management opties er zijn (zoals frequentie van maaien, maaidatum). Elk van deze management opties is vervolgens gescoord op een schaal van 1 tot 5, waar 1 de management optie is met de grootste negatieve impact en 5 de meest gunstige. Deze score is gebaseerd op kennis uit literatuur en van ervaringsdeskundigen. Door deze score te vermenigvuldigen met een wegingsfactor (per soortgroep) wordt de score van elke activiteit per soortgroep bepaald. De totale score per soortgroep is het gemiddelde van alle scores van alle activiteiten; de totale score per bedrijf (Overall Species Diversity, OSD) is het product van alle soortgroep scores maal een wegingsfactor (gebaseerd op het ecologische belang van die soortgroep). Hoe hoger de OSD, hoe gunstiger voor de lokale biodiversiteit.

³² <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/en/home/topics/environment-resources/life-cycle-assessment/life-cycle-assessment-methods/life-cycle-assessment-method-salca.html#-654693770>

De resultaten van deze methode zijn getest in een case study. In diverse weides en diverse wintergraanvelden (op een gradiënt van intensief tot extensief beheerd) werden plant- en sprinkhaantellingen uitgevoerd en werden bijbehorende OSD-scores voor deze soortgroepen berekend. Er bleek een hoge correlatie te bestaan tussen de berekende scores en het aantal soorten waargenomen in de observaties (Jeanneret et al., 2014).

SMART – Theme Biodiversity³³

SMART is een LCA methode ontwikkeld door FiBL om de duurzaamheidsprestaties van bedrijven te beoordelen op een begrijpelijke, efficiënte en vergelijkbare manier. De tool is gebaseerd op richtlijnen opgesteld door de FOA in SAFA (Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems). SMART beoordeelt dezelfde duurzaamheidsthema's als geïdentificeerd in SAFA. Er wordt onderscheid gemaakt tussen 4 dimensies: Good governance, Environmental integrity, Economic resilience, Social well-being. Binnen deze dimensies is er een onderverdeling in 21 thema's en 58 sub-thema's.

Biodiversiteit is meegenomen als een thema binnen Environmental integrity en omvat 3 sub-thema's:

1. Ecosystem diversity
2. Species diversity
3. Genetic diversity

Voor elk van deze sub-thema's wordt een score gegeven in een range van 0-100%. Hiervoor maakt SMART gebruik van in totaal 327 indicatoren. 72 hiervan gaan over biodiversiteit en richten zich op maatregelen en factoren die het management en omgang met biodiversiteit belichten. Voor elke indicator is bepaald:

- een schaal waarmee de prestatie van een bedrijf beoordeeld kan worden;
- een wegingsfactor om de impact van de indicator voor het betreffende sub-thema te beoordelen.

Prestatie en wegingsfactoren zijn bepaald op basis van expert judgement gedurende een meerjarig traject en worden nog steeds doorontwikkeld. Gezamenlijk bepalen prestatie en wegingsfactor van alle indicatoren bij een sub thema de uiteindelijke score op dat thema (Gabel et al., 2018; Schader et al., 2016).

³³ <https://www.fibl.org/en/themes/smart-en>

3.4 Evaluatie voor Boeren met biodiversiteit

De inventarisatie in voorafgaande paragrafen laat zien dat er binnen Europa een grote variëteit bestaat in de beschikbare biodiversiteit-meetlatten maar dat er onderling wel raakvlak is te vinden op de doelstelling (beslissingsondersteuning; certificering en beloning; LCA). Ook in de toegepaste methode zijn raakvlakken terug te vinden. Er wordt regelmatig gewerkt met beantwoording van vragen en scoring van maatregelen of bedrijfskarakteristieken als resultaat. Binnen de gehanteerde indicatoren zien we ook een aantal overkoepelende onderwerpen regelmatig terugkomen, bijvoorbeeld het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, een kwantificering van de aanwezige landschapselementen of het aandeel (kruidenrijk en/of blijvend) grasland. Het voert voor deze verkenning te ver om alle indicatorenlijsten onderling met elkaar te vergelijken, in de loop van het project zal slechts een beperkt aantal meetlatten in diepte met elkaar worden vergeleken.

De inventarisatie naar beschikbare meetlatten is uitgevoerd met als doel het identificeren en begrijpen van geschikte meetlatten die gebruikt kunnen worden om de resultaten van het participatieve monitoringsinstrument (dat binnen de PPS Boeren met biodiversiteit ontwikkeld zal worden) mee te vergelijken. In deze laatste paragraaf zal de relevantie van de besproken meetlatten voor de PPS Boeren met biodiversiteit geanalyseerd worden. Een aantal belangrijke criteria aan de hand waarvan de relevantie bepaald zal worden, zijn:

- De methode moet alleen op basis van bedrijfsgegevens en openbare gegevens te gebruiken zijn (geen waarnemingen).
- Methode is door het projectteam uit te voeren, of samen met een partner (gratis beschikbaar).
- De meetlat is toepasbaar en relevant voor Nederlandse akkerbouw.

Beslissingsondersteunende tools

Van de beslissingsondersteunende tools zijn de Meetlat Biodiversiteit in de Praktijk® en de Healthy Farm Index het minst relevant. De Meetlat Biodiversiteit in de Praktijk® is namelijk niet specifiek aangepast aan de agrarische sector en vereist waarnemingen. De Healthy Farm Index is wel aangepast aan de agrarische sector, maar niet aan de Nederlandse. Daarnaast vereist ook deze tool enkele biodiversiteitswaarnemingen.

De overige tools: Biodiversity Performance Tool Insects (BPT), Gaia biodiversiteitsmeetlat en CoolFarmTool (CFT) voldoen wel aan de genoemde criteria. Gaia en CFT kennen veel gelijkenissen, zowel in de achterliggende systematiek (dezelfde soortgroepen worden beoordeeld) als in de interface (gratis beschikbare webtool met vragen, uitkomst in de vorm van percentages). Ook de BPT is beschikbaar als webtool. Een paar opvallende verschillen met Gaia en CFT zijn echter dat in de BPT ook sociaaleconomische factoren meegenomen worden in de analyse en dat in de BPT als resultaat geen scores gegeven worden op soortgroepen. Er wordt wel aanvullende informatie gegeven zoals een SWOT en een lijst met mogelijke maatregelen om de scores te verbeteren.

Certificeringstools

Van de certificeringstools is de Biodiversiteitsmonitor Veehouderij niet relevant voor de PPS Boeren met biodiversiteit, omdat deze niet van toepassing is voor de akkerbouw.

Minder relevant zijn het Biodiversity Monitoring System (BMS) en het Zwitserse Credit Point System (CPS). Het BMS is een tool die nauw verwant is aan de BPT, maar in tegenstelling tot de BPT meer gericht is op ketenpartijen dan op agrariërs en bovendien geen referentiewaarden of scores geeft; in de tool vindt dus geen beoordeling van de biodiversiteit plaats. Het CPS is een tool die qua methode lijkt op On the Way to PlanetProof (er wordt gescoord op basis van maatregelen die de agrariër neemt en daarmee moet een minimale score behaald worden om te voldoen aan het keurmerk), maar het CPS is specifiek ontwikkeld voor de Zwitserse situatie en welke landbouwactiviteiten daar gebruikelijk zijn. Dat maakt deze tool minder relevant in de Nederlandse akkerbouw.

De overige tools, On the Way to PlanetProof en Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw (BMA), zijn beide relevant. De BMA is hierbij een unieke methode vanwege het gebruik van KPI's. Dit maakt het mogelijk het uiteindelijke resultaat van de genomen maatregelen te scoren, in plaats van het scoren van de maatregelen zelf.

LCA methodes

Van de LCA methodes zijn LCIA en SALCA minder relevant voor de PPS Boeren met biodiversiteit. Voor LCIA zijn naast bedrijfsgegevens namelijk ook regionale gegevens nodig (zoals stikstofinput op landbouwgrond). SALCA is gebaseerd op een beoordeling van activiteiten die gebruikelijk zijn in de Zwitserse landbouw en is nog niet getoetst buiten Zwitserse context. De relevantie voor Nederlandse akkerbouw is dus nog onbekend.

Zowel SMART als AgBalance zijn meetlatten die relevant kunnen zijn, als de methode verkregen kan worden bij danwel FiBL danwel BASF.

Conclusie

Uit deze inventarisatie is gebleken dat er meerdere meetlatten geschikt zijn om te gebruiken in de PPS Boeren met biodiversiteit om de resultaten van het participatieve monitoringsinstrument mee te vergelijken.

Deze zijn:

- Biodiversity Performance Tool Insects
- Gaia biodiversiteitsmeetlat
- CoolFarmTool
- On the Way to PlanetProof
- Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw
- SMART
- AgBalance

De belangrijkste verschillen tussen deze methoden zijn de manier waarop activiteiten/maatregelen gescoord worden, de manier waarop de score weergegeven wordt, welke activiteiten/maatregelen beoordeeld worden maar ook de benodigde tijdsinvestering en het gebruiksgemak. Door enkele van deze meetlatten bij diverse bedrijven uit te voeren is het mogelijk de methoden onderling verder te vergelijken. Deze ervaringen, plus de vergelijking met de resultaten van het participatieve monitoringsinstrument en met de biodiversiteitswaarnemingen, kan eventueel gebruikt worden om de meetlatten verder te ontwikkelen.

3.5 Referenties

- Birrer, S., Zellweger-Fischer, J., Stoeckli, S., Korner-Nievergelt, F., Balmer, O., Jenny, M., & Pfiffner, L. (2014). Biodiversity at the farm scale: A novel credit point system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 197, 195–203. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.08.008>
- Chaudhary, A., & Brooks, T. M. (2018). Land Use Intensity-Specific Global Characterization Factors to Assess Product Biodiversity Footprints. *Environmental Science and Technology*, 52(9), 5094–5104. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05570>
- CLM. (2012). *Gaia- biodiversiteitsmeetlat*. <https://www.clm.nl/uploads/nieuws-pdfs/GAIA-Nederlands-mail-feb2012.pdf>
- Cool Farm Alliance. (2016). *CFT Biodiversity Metric Description*. <http://coolfarmtool.wpengine.com/wp-content/uploads/2016/10/CFT-Biodiversity-Method-Description.pdf>
- Gabel, V., Home, R., Stöckli, S., Meier, M., Stolze, M., & Köpke, U. (2018). Evaluating on-farm biodiversity: A comparison of assessment methods. *Sustainability*, 10(12), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su10124812>
- Gibert, C., Gimaret, M., Coulon, F., Pointereau, P., Domingo, J., Sanchez, V., Pierna, L. G., del Rio, A., Ludes, T., Hörmann, S., Gattenlöhner, U., Teixeira, C. M., Sarmento, N., Fröhle, K., Wolf, S., Hammerl, M., Bachmann, D., Weitzmann, A., Ollíe, M., ... Hammerl, M. (2022). *Biodiversity Performance Tool - Insects. Principles & User Manual*. https://bpti.biodiversity-performance.org/storage/BPTI_Manual_Mrz_22_en.pdf
- Jeanneret, P., Baumgartner, D. U., Freiermuth Knuchel, R., Koch, B., & Gaillard, G. (2014). An expert system for integrating biodiversity into agricultural life-cycle assessment. *Ecological Indicators*, 46, 224–231. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.06.030>
- Jenny, M., Zellweger-Fischer, J., Balmer, O., Birrer, S., & Pfiffner, L. (2013). The credit point system: an innovative approach to enhance biodiversity on farmland. *Aspects of Applied Biology*, 118(January), 23–30.
- LIFE Food & Biodiversity, & Bodensee Stiftung. (2022). *Biodiversity Monitoring-System. Handbuch für die Dateneingabe*. https://www.business-biodiversity.eu/bausteine.net/f/9643/Biodiversity_Monitoring_Handbuch_DE_Dateneingabe.pdf?fd=0
- Meier, M., Drapela, T., Pluschke, H., Pfiffner, L., & Stolze, M. (2015). *Schlussbericht Entwicklung einer Wirkungsabschätzungsmethode für Biodiversität*. <https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=61254&Load=true>
- Schader, C., Baumgart, L., Landert, J., Muller, A., Ssebunya, B., Blockeel, J., Weissshaidinger, R., Petrasek, R., Mészáros, D., Padel, S., Gerrard, C., Smith, L., Lindenthal, T., Niggli, U., & Stolze, M. (2016). Using the Sustainability Monitoring and Assessment Routine (SMART) for the systematic analysis of trade-offs and synergies between sustainability dimensions and themes at farm level. *Sustainability*, 8(274), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su8030274>
- SMK. (2023). *Certificatieschema 'On the way to Planetproof' voor plantaardige producten*. [https://downloads.smk.nl/Public/PlanetProof_documenten/Plantaardige_producten_\(NL\)/2023/Certificatieschema On the way to PlanetProof Plantaardige Producten PP.5 2023 met markeringen.pdf](https://downloads.smk.nl/Public/PlanetProof_documenten/Plantaardige_producten_(NL)/2023/Certificatieschema_On_the_way_to_PlanetProof_Plantaardige_Producten_PP.5_2023_met_markeringen.pdf)
- Ulrich, K., Granados, P., Stenull, M., Hallmann, A., Van Gelder, R., Saling, P., & Frank, M. (2020). Integration of biodiversity assessment into LCA in agriculture: the AgBalance approach. *12th International Conference on Life Cycle Assessment of Food 2020, October*.
- van Doorn, A., Schütt, J., Visser, T., Waenink, R., Baayen, R., Dekkers, M., Noren, I., Sukkel, W., Heupink, D., Koopmans, C., Deijl, L., & Weebers, C. (2021). *BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw*. <https://edepot.wur.nl/555052>
- van Doorn, A., Waenink, R., Selin Noren, I., Sukkel, W., Heupink, D., Koopmans, C., Bruijnes, J., & Deijl, L. (2022). *Drempel- en streefwaarden voor de KPI's van de BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw*. <https://edepot.wur.nl/564802>
- van Laarhoven, G., Nijboer, J., Oerlemans, N., Piechocki, R., & Pluimers, J. (2018). *Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij*. http://biodiversiteitsmonitormelkveehouderij.nl/docs/Biodiversiteitsmonitor_nederlands.pdf
- Zanen, M. (2017). *Ontwikkeling van KPI's voor landschappelijke diversiteit en specifieke soorten als onderdeel van de Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij*. https://biodiversiteitsmonitor.nl/docs/rapporten/ontwikkeling_kpi_s_voor_landschappelijke_diversiteit_pijler_2_en_specifieke_soorten_pijler_3_.pdf
- Zijlstra, J., Blokland, P. W., van Eekeren, N., Migchels, G., Poman, N., & Bestman, N. (2016). *Monitoring van functionele agrobiodiversiteit in de melkveehouderij: ontwikkeling van KPI's*. https://biodiversiteitsmonitor.nl/docs/rapporten/door_ontwikkeling_kpi_s_functionele_agrobiodiversiteit_pijler_1_.pdf

4 Citizen Science

4.1 Definitie van citizen science

Citizen science is een vorm van wetenschap waarbij mensen die niet dagelijks met wetenschap bezig zijn, worden betrokken in het wetenschappelijke proces. Vaak worden ze hierbij ondersteund door of werken ze samen met onderzoekers om bijvoorbeeld data te verzamelen, maar ook om mee te denken over methodieken, het interpreteren en publiceren van data of actie naar aanleiding van het onderzoek (Bonney et al., 2014). Citizen science heeft de afgelopen jaren grote ontwikkelingen doorgemaakt, onder meer op gebied van data kwaliteit. Data die door 'burgerwetenschappers' verzameld worden zijn vaak minder nauwkeurig dan door wetenschappers verzamelde data, maar kunnen desondanks zeer betrouwbaar en wetenschappelijk robuust zijn. Onder meer training van deelnemers, een duidelijke simpele methode, aansluiting van metingen op het kennisniveau van de deelnemers en ingebouwde kwaliteitscontrole kunnen hieraan bijdragen. Vaak worden er binnen citizen science projecten relatief veel metingen gedaan omdat het vrij simpele metingen zijn en ze dus door veel verschillende mensen gedaan kunnen worden, wat ook bijdraagt aan de betrouwbare interpretatie van de resultaten.

Er zijn aantal vormen van citizen science (van Noordwijk et al., 2021). Bij citizen science in landbouw gaat het vaak om metingen die uitgevoerd worden door agrariërs op het eigen bedrijf. In dit project zal de nadruk liggen op agrariërs, maar niet uitsluitend. Boeren gaan zelf op pad – met ondersteuning van onderzoekers en/of een applicatie – om metingen te verrichten op gebied van biodiversiteit. Om zoveel mogelijk rendement te halen uit citizen science en realistische verwachtingen te creëren voor dit project, wordt in dit hoofdstuk aandacht besteed aan bruikbare technieken en valkuilen van citizen science. Als naslagwerk voor dit hoofdstuk is gebruik gemaakt van het boek 'The science of citizen science' (Vohland et al., 2021).

4.2 Bruikbare technieken en valkuilen van citizen science

4.2.1 Doel van citizen science in het project

Ten eerste is het belangrijk om het doel van het gebruik van citizen science binnen een project te bepalen. Het inzetten van citizen science kan om verschillende redenen. Eén van die redenen kan zijn dat er een behoefte is aan een grote hoeveelheid data. De kwaliteit van de metingen moet in dit geval gewaarborgd worden. Ondersteuning en opleiding van de deelnemers is belangrijk, omdat zoveel mogelijk metingen correct uitgevoerd dienen te worden (Balázs et al., 2021). Een andere reden voor het betrekken van boeren om data te verzamelen binnen een project is om juist de deelnemers inzicht te geven in hun eigen handelen, wanneer ze daar zelf ook invloed op hebben. Bijvoorbeeld bij een project waarbij deelnemers hun plastic gebruik en deponeren gewoontes moeten monitoren, gaan veel deelnemers minder plastic verbruiken omdat ze bewuster zijn gemaakt van hun plastic gebruik. Hierbij is de nauwkeurigheid van de metingen in eerste instantie niet het meest belangrijk, maar betrouwbaarheid is wel noodzakelijk voor het interpreteren van de data. Ook voor deelnemers zelf is het belangrijk om betrouwbare data te genereren, omdat ze het in dit project ook zelf zullen gaan gebruiken. Het doel van het inzetten van boeren om data te verzamelen kan uiteenlopen en maakt veel uit voor de opzet van het onderzoek.

4.2.2 Het werven van deelnemers

Voor het aanspreken van deelnemers voor een citizen science project is het belangrijk rekening te houden met de doelgroep. Citizen science in de agrarische sector is vooral gericht op boeren als deelnemers. Boeren zijn meestal geen doelgroep op zich, er is vaak een bepaald type boer dat gezocht wordt voor een onderzoek. Wat is bijvoorbeeld het niveau van deelname? Hoe groot is de verwachte tijdsbesteding? Over welke sector gaat het? Wanneer het gaat om een kleine moeite en laag niveau, kan een bredere doelgroep aangehouden worden

dan wanneer het gaat om een intensievere deelname, waarbij vooral sterk gemotiveerde deelnemers op het project onderwerp gevonden zullen worden. De motivatie van een deelnemer (wat levert het de boer op?) speelt hierbij een grote rol en zal altijd in gedachte gehouden moeten worden bij het werven van deelnemers. Dit gaat vooral om de motivatie van een deelnemer om mee te gaan doen, later is ook de motivatie om mee te blijven doen belangrijk. De grootste motivatie om mee te gaan doen is vaak dat informatie uit het project komt die direct op hun omgeving en bedrijf van toepassing is (De Silva et al., 2013).

Ook kan het voordelen hebben om de doelgroep breder te trekken dan alleen boeren. Door vrijwilligers tellingen of metingen te laten doen, krijgen ze meer gevoel voor het platteland. Ze hebben in sommige gevallen ook meer tijd en motivatie dan een boer om de tellingen of metingen uit te voeren. Het is dus belangrijk om aan de voorkant al te bedenken wie er allemaal tot de doelgroep van het project behoren.

4.2.3 Het behouden van deelnemers

Door de beweegredenen voor deelname aan het project beter te begrijpen, en het project te matchen aan deze motivaties, is het makkelijker om deelnemers voor een project te vinden en te behouden. Deelnemers leren van citizen science, maar kunnen ook uitdagingen tegenkomen. Daarom is het belangrijk altijd de juiste expertise betrokken te hebben bij een project om deelnemers te ondersteunen. Gebrek aan begeleiding of onduidelijke instructies kunnen leiden tot het vroegtijdig afhaken van deelnemers. Ook het tijdig controleren van de status van motivatie van de deelnemers kan helpen ze betrokken te houden bij het project. Zijn ze nog voldoende gemotiveerd of missen ze bijvoorbeeld terugkoppeling? Daarnaast helpt het om van tevoren duidelijk en realistisch te zijn over wat er verwacht wordt van een deelnemer, op het gebied van activiteiten, beloningen, tijdsbesteding etc. Wanneer bijvoorbeeld een te lage inschatting gedaan is van de tijdsbesteding, kan een deelnemers afhaken wanneer de tijdsbesteding (veel) hoger blijkt te zijn. Andersom geldt dat iemand misschien niet deelneemt omdat een (te) hoge inschatting van de tijdsbesteding gegeven wordt.

Citizen science is een proces wat twee kanten op gaat: wetenschappers leren van deelnemers en deelnemers van wetenschappers. De deelnemers in het project zijn evenredige partners en zo dienen ze ook behandeld te worden om ze betrokken te houden in een onderzoek. Dit houdt in dat de deelnemers een stem krijgen in het onderzoek en dat er iets gedaan wordt met hun inspanning. Vaak worden deelnemers beloofd naar rato van hun inspanning in een onderzoek. Om deelnemers een passende beloning te kunnen bieden, moet rekening gehouden worden met de intrinsieke motivatie en de inspanning van deelnemers. De moeite die deelnemers doen moet in verhouding staan tot de beloning. Wanneer de beloning te klein is voor de inspanning, is de kans groter dat deelnemers stoppen of helemaal niet mee willen doen. Wanneer de beloning juist te groot is, gaan deelnemers vooral meedoen voor de beloning en niet zozeer voor het beoogde doel: het aanleveren van waardevolle data voor een onderzoek. Beloningen zijn bij voorkeur in de vorm van terugkoppeling van relevante resultaten of een situatie-specifiek advies voor de deelnemers, maar kan ook een financiële compensatie of een combinatie hiervan zijn.

4.2.4 Voorbeelden van (agrarische) citizen science projecten

Een voorbeeld van een enigszins overeenkomend project is het '(S)Ken je sloot' project, geïnitieerd door Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. TAUW is hierbij gevraagd te helpen met het opzetten van een methodiek om boeren eigen sloten te laten beoordelen op ecologisch functioneren. De mate van plantengroei in het slootwater en de oevers worden gemonitord met behulp van een app en een meethark. Boeren verkrijgen met dit project inzicht in de ecologie in de sloten en oevers, de waterkwaliteit en ze krijgen de uren betaald die ze in het project steken voor het verrichten van de metingen.

Een ander voorbeeld is de 'Boeren Insecten Monitoring Agrarische Gebieden (BIMAG)', een project van LTO Noord, BoerenNatuur en de Vlinderstichting, waarbij boeren zelf (dag en nacht) vlinders monitoren. Voor dit project is ook een gebruiksvriendelijke applicatie ontworpen. Dit project wordt uitgevoerd om meerjarig onderzoek te doen naar insectenstanden in landbouwgebieden, maar ook om boeren inzicht te geven in de effecten van maatregelen omtrent biodiversiteit op hun erf en percelen. De BIMAG is een mooi voorbeeld van interactie tussen boer en wetenschapper: de data is waardevol voor het onderzoek en boeren krijgen inzicht

en adviezen over effectieve aanpassingen op het erf en percelen. Ook krijgen de boeren begeleiding en terugkoppeling bij het tellen en determineren van de vlinders.

Tenslotte is ook '[FreshWater Watch](#)' van Earthwatch een interessant voorbeeld. In dit programma wordt de waterkwaliteit gemeten door niet-wetenschappers en ook boeren maken steeds meer gebruik van deze tool, onder meer in diverse projecten in Nederland. De metingen worden gedaan met behulp van een universele methodiek die bestaat uit wetenschappelijk robuuste veldtestjes, een app en platform, waardoor wereldwijd metingen gedaan kunnen worden. In dit voorbeeld is het gebruik van een consistente meetmethode enorm waardevol, omdat hierdoor wereldwijde data met elkaar vergeleken kan worden.

4.3 Toepassingen van citizen science binnen het project

De doelgroep voor het project Boeren met Biodiversiteit is primair de akkerbouwer. Akkerbouwers zullen dus de deelnemers zijn die de onderzoeksresultaten gaan verzamelen met behulp van een participatief monitoringsinstrument (toolkit), met als doel er zelf van te leren, maar uiteindelijk ook om met de data iets te kunnen zeggen over de gesteldheid van de biodiversiteit op hun bedrijf. Voor het werven van de deelnemers moet dus rekening gehouden worden met de aspecten die eerder genoemd zijn: het begrijpen van de motivatie van de deelnemers en een realistisch beeld geven van de gevraagde inspanning en beloning. Op het moment dat de deelnemers gaan werken met de toolkit, zullen ze eerst een workshop volgen om te leren werken met de toolkit. De workshop is een goed moment voor het peilen van de motivatie van de deelnemers en daar zoveel mogelijk op in te spelen.

Het is goed om te benadrukken dat een citizen science project een interactie is tussen boer en wetenschapper. Beide kanten moeten er voordeel uit kunnen halen en als gelijkwaardige partners in het project staan. Dit betekent dat van tevoren geïnventariseerd moet worden wat de intrinsieke motivatie is van deelnemers, bijvoorbeeld door middel van een eindgebruikersgroep. Hiermee kan van tevoren gepeild worden wat boeren drijft om mee te doen. Deze informatie is in eerste instantie nodig om deelnemers te vinden voor het project, maar ook om ze bij het project betrokken te houden. Op die manier ontstaat een gelijkwaardige samenwerking en heeft zowel de akkerbouwer als het onderzoek er profijt van.

Uit de genoemde voorbeeldprojecten zijn verschillende aspecten terug te vinden die leerzaam zijn voor het project Boeren met Biodiversiteit. Als eerste maken ze allemaal gebruik van een gebruiksvriendelijke applicatie of online platform. Zo'n applicatie of platform is een praktische manier om data overzichtelijk op te slaan, en eventueel te delen met de andere gebruikers. Bij Fresh Water Watch en BIMAG wordt ook het gebruik van een consistente meetmethode benadrukt. Daarnaast zijn het projecten waarbij interesse in het onderwerp een belangrijke beweegreden is voor de deelnemers. Ten slotte wordt in alle gevallen voldoende hulp geboden vanuit het project en de onderzoekers om de metingen te doen. Al deze punten zijn essentieel voor het betrokken houden van de deelnemers en daarmee het gewenste effect van het citizen science project te creëren: kennis en bewustzijn over het belang, de functie, en potentie van biodiversiteit in het agrarisch gebied vergroten onder akkerbouwers.

4.4 Referenties

- Balázs, B., Mooney, P., Nováková, E., Bastin, L., & Arsanjani, J. J. (2021). Data quality in citizen science. *The science of citizen science*, 139.
- Bonney, R., Shirk, J. L., Phillips, T. B., Wiggins, A., Ballard, H. L., Miller-Rushing, A. J., & Parrish, J. K. (2014). Next steps for citizen science. *Science*, 343(6178), 1436-1437.
- De Silva, L. N., Goonetillake, J. S., Wikramanayake, G. N., & Ginige, A. (2013). Farmer response towards the initial agriculture information dissemination mobile prototype. International Conference on Computational Science and Its Applications,
- Earthwatch. (2023). *FreshWater Watch*. <https://www.freshwaterwatch.org/>
- TAUW. (2023). (S)Ken je sloot. <https://www.tauw.nl/projecten/sken-je-sloot.html>
- van Noordwijk, T., Bishop, I., Staunton-Lamb, S., Oldfield, A., Loiselle, S., Geoghegan, H., & Ceccaroni, L. (2021). Creating positive environmental impact through citizen science. *The science of citizen science*, 373-395.
- Vlinderstichting. (2023). *BIMAG*. <https://www.vlinderstichting.nl/bimag/>
- Vohland, K., Land-Zandstra, A., Ceccaroni, L., Lemmens, R., Perelló, J., Ponti, M., Samson, R., & Wagenknecht, K. (2021). *The science of citizen science*. Springer Nature.

Bijlage 1 Overige meetlatten

Gedurende deze inventarisatie zijn enkele methodes gevonden die wel gebruikt kunnen worden om een benadering te maken van biodiversiteit, maar die niet voldeden aan belangrijke criteria voor dit project en daarom niet beschreven zijn in Hoofdstuk 3. De gehanteerde criteria zijn:

- De meetlat is toe te passen op bedrijven in de agrarische sector.
- De meetlat geeft een resultaat op bedrijfsniveau.
- De meetlat is op basis van bedrijfsgegevens of indicatoren voor biodiversiteit maar zonder gebruik te maken van biodiversiteitswaarnemingen.

De methodes die niet aan deze criteria voldeden worden hieronder kort genoemd.

Methodes die een indicatie geven van status van biodiversiteit in een bepaald gebied of impact van een bepaald project of van bepaalde beleidsmaatregelen biodiversiteit, maar die niet toe te passen zijn op bedrijfsniveau:

- De Natuurpuntencalculator³⁴
- GLOBIO³⁵
- PREDICTS³⁶
- B-INTACT³⁷
- IBAT³⁸

Methodes waarbij ook uitgebreide metingen van biodiversiteit nodig zijn:

- BioBio indicator system³⁹

Deze methode beschrijft 23 losse indicatoren waarvan beoordeeld is dat ze nuttig zijn om de status van biodiversiteit op een boerderij weer te geven. De indicatoren zijn onderverdeeld in vier categorieën: genetische diversiteit; soortendiversiteit; habitatdiversiteit en bedrijfsmanagement. Er zijn metingen/waarnemingen nodig aan o.a. vegetatie, bijen, spinnen en regenwormen. Bijkomend nadeel van deze methode is dat er niet beschreven wordt hoe deze indicatoren gezamenlijk beoordeeld moeten worden. Wat is goed en wat is slecht? Dat is niet onderzocht.

- MERIT⁴⁰

Deze methode vraagt een uitgebreide set metingen/observaties (o.a. habitatdiversiteit, landschapsstructuur, vegetatie, vlinders) en is bovendien ontwikkeld en getoetst voor alpenboerderijen.

- *Geen naam; aangeduid als Biodiversity assessment scheme*

Deze methode wordt beschreven in Tasser et al. (2019)⁴¹ en vraagt observaties van vegetatie, vlinders, landschapsstructuur en habitatdiversiteit. De methode is ontwikkeld en getoetst voor alpenboerderijen.

- Agrobiodiversiteitsmonitor Light⁴²

Deze methode is ontwikkeld door CLM voor akkerbouwbedrijven in de regio Veenkoloniën en vraagt observaties van vegetatie, zoogdieren, vogels, amfibieën, insecten en bodemorganismen.

- Healthy Farm Index⁴³

Deze methode is ontwikkeld als een beslissingsondersteunende tool voor agrariërs (in de VS) en beschikbaar als gratis online webtool. Naast bedrijfsgegevens zijn waarnemingen nodig van vogels, planten en bestuivers. Binnen de tool is er de mogelijkheid zelf weging en doelen te kiezen voor biodiversiteit- en

³⁴ <https://www.sweco.nl/portfolio/natuurpuntencalculator/>

³⁵ <https://www.globio.info/>

³⁶ <https://www.nhm.ac.uk/our-science/our-work/biodiversity/predicts.html>

³⁷ <https://www.fao.org/3/cb3393en/cb3393en.pdf>

³⁸ <https://www.ibat-alliance.org/>

³⁹ <https://www.biobio-indicator.org/>

⁴⁰ <https://www.umweltbuero-klagenfurt.at/merit/media.php>

⁴¹ Tasser, E., Rüdiger, J., Plaikner, M., Wezel, A., Stöckli, S., Vincent, A., Nitsch, H., Dubbert, M., Moos, V., Walde, J., & Bogner, D. (2019). A simple biodiversity assessment scheme supporting nature-friendly farm management. *Ecological Indicators*, 107(August), 105649. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105649>

⁴² <https://www.clm.nl/publicaties/agrobiodiversiteitsmonitor-light/>

⁴³ <https://johnquinniv.wixsite.com/agroecology/healthy-farm-index>

ecosysteeminstrumenten; de output is in scores op deze instrumenten. De tool is ontwikkeld door onderzoekers van o.a. University of Nebraska en de methode is beschreven in Quinn et al. (2013)⁴⁴.

Methodes waarbij niet de wilde biodiversiteit beoordeeld wordt, maar de diversiteit van het productiesysteem. Dit zou mogelijk ook een proxy voor biodiversiteit kunnen geven, of een proxy voor hoe robuust het landbouwsysteem is, maar past niet in de scope van dit project:

- DATAR⁴⁵
- Agrobiodiversity Index⁴⁶

Methodes waarbij niet biodiversiteit beoordeeld wordt, maar de mate waarin o.a. projecten en beleidsmaatregelen agroecologische transitie ondersteunen:

- Agroecology Criteria Tool (ACT)⁴⁷

⁴⁴ Quinn, J. E., Brandle, J. R., & Johnson, R. J. (2013). A farm-scale biodiversity and ecosystem services assessment tool: The healthy farm index. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 11(2), 176–192.

<https://doi.org/10.1080/14735903.2012.726854>

⁴⁵ <https://www.datar-par.org/>

⁴⁶ <https://www.biodiversityinternational.org/abd-index/>

⁴⁷ <https://www.agroecology-pool.org/methodology/>

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



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

WPR-OT 1031

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, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.
