



de natuurlijke kennisbron

Biodiverse akkerbouw

Verkenning van
indicatoren voor
agrobiodiversiteit
in de akkerbouw

Chris J. Koopmans
Jan Willem Erisman
Marleen Zanen
Boki Luske

LOUIS BOLK
I N S T I T U U T

© 2017 Louis Bolk Instituut

Biodiverse akkerbouw - Verkenning van
indicatoren voor agrobiodiversiteit in de
akkerbouw

Dr. ir. Chris J. Koopmans, Prof. dr. ing. Jan Willem
Erisman, Ir. Marleen Zanen, Ir. Boki Luske

Publicatienummer 2017-023 LbP

44 pagina's

Deze publicatie is als download beschikbaar op
www.louisbolk.nl/publicaties

www.louisbolk.nl


info@louisbolk.nl

T 0343 523 860

F 0343 515 611

Kosterijland 3-5

3981 AJ Bunnik

 @LouisBolk

Louis Bolk Instituut: onafhankelijk, internationaal kennisinstituut
ter bevordering van duurzame landbouw, voeding en gezondheid

Samenvatting

De landbouw is de afgelopen decennia steeds intensiever en grootschaliger geworden met gespecialiseerd akkerbouwbedrijven en een afnemende biodiversiteit in de landbouwgebieden tot gevolg. De achteruitgang van typische akkervogels zoals de veldleeuwerik, patrijs en velduil is daar een gevolg van. Met de komst van de kunstmest en herbiciden zijn echter ook typische akkerplanten grotendeels verdwenen uit de akkers. Het mestbeleid en veronachtzaming van de bodem als waardevol productiemiddel hebben bijgedragen aan de achteruitgang van de bodemvruchtbaarheid als basis van een biodivers ecosysteme.

Recentelijk is er ook veel aandacht voor de dramatische achteruitgang van insecten. Zo is sinds 1989 in Noordwest-Europa een afname aan vliegende insecten gemeten van ruim 75% en een afname in soorten van 25% (Sorg et al., 2013; Vogel, 2017). De oorzaak ligt niet vast, maar vermoed wordt dat het gebruik van pesticiden hieraan ten grondslag ligt. Aangezien insecten een belangrijke voedselbron zijn voor vogels, heeft deze achteruitgang zijn effect op de vogelstand.

In dit rapport wordt een verkenning gedaan naar indicatoren voor agrobiodiversiteit in de akkerbouw. Daarbij wordt aangesloten bij het Conceptueel Kader voor Biodiversiteit (Erisman, et al., 2016) dat een basis legt voor de beschrijvende biodiversiteit op diverse niveaus van een landbouwbedrijf. De verkenning beoogt een aanzet te geven voor het eenduidig meten van biodiversiteitsprestaties gebaseerd op Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's). Uit de KPI's moet enerzijds duidelijk af te lezen zijn of een bedrijf op koers ligt ten aanzien van doelstellingen op het gebied van biodiversiteit (stuurinstrument) en anderzijds kan het de basis vormen voor het belonen van te behalen biodiversiteitswinst. Daarmee worden nieuwe verdienmodellen voor de sector mogelijk. Het idee daarbij is dat een eenduidig instrument, gebaseerd op Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) en gedragen door partijen, een aanjager kan zijn om de biodiversiteit in de landbouw te versterken.

Uit een groslijst van mogelijke KPI's voor de akkerbouw is een beperkt aantal KPI's geselecteerd op basis van een duidelijke en aantoonbare relatie met biodiversiteit en verkrijgbaarheid bij akkerbouwers. Integraliteit en samenhang staan naast betrouwbaarheid en borging voorop. Ook moeten KPI's aansluiten bij bestaande meet- en controle-instrumenten om de inspanning om ze te verkrijgen beperkt te houden. Achtereenvolgens wordt de relatie tussen de KPI en (versterken van) biodiversiteit beschreven. Ook wordt er een voorzet voor een mogelijke eenheid gedaan. De KPI wordt beoordeeld op de gestelde randvoorwaarden en verdere vragen rond de indicator zijn benoemd.

Voor de functionele biodiversiteit (1^e pijler in het Conceptueel kader Biodiversiteit) worden voorstellen gedaan voor KPI's rond het aandeel rustgewassen in een rotatie, organische stofbalans, het percentage bodembedekking van het land gedurende het jaar, de bodemconditie, inzet gewasbeschermingsmiddelen en stikstofbedrijfsoverschot. Behalve de bodemconditie zijn de achterliggende gegevens van de KPI beschikbaar in administratieve systemen maar zijn aanvullende berekeningen noodzakelijk. De toegevoegde waarde van de bodemconditie komt voort uit de inzet als stuurvariabele: er kan een koppeling met bedrijfsmaatregelen rond grondbewerking, waterhuishouding en teelt van gewassen worden gemaakt. Indirect worden hiermee bodembeherende maatregelen specifiek afgestemd op de bodemcondities. Wel ligt er een uitdaging rond eenduidigheid in de interpretatie.

Pijler 2 van het biodiversiteitskader betreft de invulling van de landschappelijke diversiteit. Hierbij wordt bij de voorgestelde KPI's een onderscheid gemaakt tussen niet-permanente akkerranden en (permanent) niet productief land. Hoewel de basis voor deze KPI's beschikbaar is, is het voor deze indicatoren belangrijk dat er in de praktijk een balans ontstaat tussen de te bereiken meerwaarde en de inpasbaarheid. Regionale afstemming is hiervoor nodig bijvoorbeeld via de collectieven rond agrarisch natuurbeheer.

Voor de 3^e pijler van biodiversiteit die zich richt op het beheer van specifieke soorten wordt een KPI rond de soort-specifieke beheerpakketten voorgesteld. De KPI zou gerelateerd kunnen worden aan de inspanning die met de pakketten gepaard gaat. Hierbij zouden zwaardere pakketten meer punten opleveren dan lichtere pakketten. Voor het soortenbeheer wordt tevens voorgesteld een KPI te introduceren rond extensief beheerde groene gewassen die kan worden gedefinieerd als de bijdrage van de landbouwgewassen aan vergroening en biodiversiteit. Daarmee draagt de KPI vanuit de bedrijfsvoering bij aan diversiteit in flora en fauna en stimuleert insectenrijkdom (natuurlijke vijanden). De KPI extensief beheer en groene gewassen is mede afhankelijk van de inzet van gewasbescherming in de diverse teelten.

Veel maatregelen kunnen op bedrijfsniveau worden genomen maar vaak is alleen een regionale invulling succesvol. Dit vormt de 4^e pijler uit het Conceptueel kader voor Biodiversiteit. Hiervoor wordt een KPI rond beheer van natuurgebieden en watergangen voorgesteld. Randvoorwaarde voor de indicator is dat de landbouwer toegang heeft tot het beheer van natuurgebieden en watergangen en de basis zal dan ook een gebieds- en landschapsplan zijn dat is afgestemd met andere terreinbeheerders. Tenslotte wordt gewezen op een KPI om ecologische winst te halen uit een verdere sluiting van regionale kringlopen. Voor de akkerbouw betekent dit met name een aanvoer van gebiedseigen mest en compost. Hierbij kan ook worden gedacht aan een nauwere samenwerking tussen akkerbouw en veehouderij.

Tenslotte wordt de samenhang tussen de KPI's besproken evenals het integrale karakter ervan doordat onderliggende detailindicatoren worden gecombineerd. Ook worden de KPI's gerelateerd aan de verschillende drukfactoren waaronder landgebruik, emissies naar lucht en water, landschap en natuur, energie(klimaat) en middelengebruik.

De verdere ontwikkeling van de KPI's voor de akkerbouw vragen niet alleen een verdere ecologische onderbouwing, maar ook de ontwikkeling van een instrumentarium waarmee de KPI's kunnen worden bepaald. Daarmee kunnen ze de basis vormen van betalingen voor biodiversiteitswinst. Voorgesteld wordt in het verdere stappenplan om dit niet alleen vanuit (wetenschappelijk) ecologisch oogpunt verder op te pakken maar in afstemming met partijen in de praktijk een werkend bottom-up systeem op te bouwen.

Inhoud

1	Inleiding	7
1.1	Biodiversiteit akkerbouw	7
1.2	Het Conceptueel Kader Biodiversiteit	9
1.3	Doel	10
1.4	Aanpak en ontwikkeling	10
2	Bespreking Kritische Prestatie Indicatoren	12
2.1	Pijler 1: Functionele biodiversiteit	12
2.1.1	<i>Percentage rustgewassen in rotatie</i>	12
2.1.2	<i>Organische stofbalans</i>	13
2.1.3	<i>Percentage bodembedekking</i>	15
2.1.4	<i>Bodemconditie score</i>	17
2.1.5	<i>Inzet gewasbescherming</i>	18
2.1.6	<i>Stikstofbedrijfsoverschot</i>	20
2.2	Pijler 2: Landschappelijke diversiteit	22
2.2.1	<i>Percentage niet-permanente akkerranden</i>	23
2.2.2	<i>Percentage niet-productief land</i>	24
2.3	Pijler 3: Specifieke soorten	26
2.3.1	<i>Score extensief beheerde groene gewassen</i>	26
2.3.2	<i>Score soort specifieke beheerpakketten</i>	28
2.4	Pijler 4: Brongebieden en verbindingzones	29
2.4.1	<i>Beheerde hectares natuurgebieden en watergangen passend bij regio</i>	30
2.4.2	<i>Percentage organische inputs uit de regio</i>	31
3	Overzicht en samenhang van indicatoren	33
3.1	Overzicht van KPI's en ecologische doelen	33
3.2	Drukfactoren en KPI's	35
3.3	Toetsing KPI's aan monitoring en borging	36
4	Identificatie van vragen en knelpunten: uitzoekwerk wat betreft KPI's en ecologische onderbouwing	37
5	Stappenplan om tot een volwaardige biodiversiteitsmonitor voor de akkerbouw te komen	39
	Literatuur	40
	Bijlage 1 Groslijst aan potentiële KPI's	44

1 Inleiding

Verschillende partijen hebben de ambitie om tot biodiversiteitsherstel in de landbouw te komen. Het Wereld Natuurfonds (WNF) werkt hier voor de melkveehouderij samen met partijen als FrieslandCampina en Rabobank. Uitgangspunt is om biodiversiteitsversterkende prestaties te realiseren via beloning in de sector. Een tweede uitgangspunt is om de prestaties daarvoor meetbaar te maken, zowel op het boerenbedrijf als ook daarbuiten.

De zoektocht beoogd daarmee een instrument te leveren dat het eenduidig meten van biodiversiteitswinst mogelijk maakt en daarmee inzetbaar is voor beloningssystemen. Het idee daarbij is dat een eenduidig instrument, gebaseerd op Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) en gedragen door partijen, een aanjager kan zijn om de biodiversiteit in de landbouw te versterken (van Laarhoven et al., 2017). Deze ontwikkeling is drie jaar geleden in gang gezet voor de melkveehouderij en een integrale set van KPI's is hiervoor al verregaand ontwikkeld. Voor de akkerbouw zijn integrale KPI's tot op heden nog niet ontwikkeld.

In dit rapport wordt een aanzet gegeven voor mogelijke KPI's in de akkerbouw. Hierbij is gebruik gemaakt van de ontwikkelingen zoals die door partijen zijn ingezet in de veehouderij, de (wetenschappelijke) literatuur, resultaten uit een samenwerking tussen Stichting Veldleeuwerik en het Louis Bolk Instituut, aanzetten die zijn gemaakt om tot een natuurinclusieve landbouw te komen in het 'Buitenland van Rhooon' (ZH), de Provincie Groningen en Zeeland en tenslotte de input van experts van het Louis Bolk Instituut.

1.1 Biodiversiteit akkerbouw

De landbouwkundige productie is de afgelopen decennia steeds intensiever geworden met gespecialiseerd bedrijven en afnemende biodiversiteit in landbouwgebieden en daarbuiten tot gevolg.

Het belangrijkste kenmerk van de intensivering van de landbouw is de focus op productie per hectare. Ecosystemen zijn daardoor vereenvoudigd en landschappelijke elementen zoals bomen en hagen veelal verdwenen als gevolg van ruilverkavelingen (Van den Noort, 1987). Tot ca. 1900 was de akkerbouw in Nederland divers en extensief. Het vee begraasde braakliggende akkers en hielp zo bij de verspreiding van zaden. Daarnaast werd er een breed scala gewassen geteeld op kleinere percelen. Typische akkerplanten maakten een opmars dankzij de cultuurgewassen. Met de komst van de kunstmest en herbiciden zijn akkerplanten grotendeels verdwenen uit de reguliere akkers (Bakker en van de Berg, 2000).

Ecosysteemdiensten zoals plaagregulatie, bestuiving en het omwoelen van de bodem, werden geleidelijk en onbewust vervangen door instrumenten en beschikbaarheid van chemische middelen, fossiele inputs en mechanisatie met afnemende biodiversiteit tot gevolg. Op verschillende trofische niveaus in het agro-ecosysteem is deze afname te zien. Naast de akkerplanten zijn de meeste akkervogelsoorten sinds 1960 sterk achteruitgegaan (Tabel 1.1; Bos et al., 2016). Daarnaast is er een dramatische achteruitgang van de biomassa aan insecten in Noordwest-Europa gemeten. Zo hebben onderzoekers in Duitsland in 1989 en 2013 een afname gemeten aan vliegende insecten van ruim 75% en ook een afname in soorten van 25% (Sorg et al., 2013; Vogel, 2017). De oorzaak is niet vastgesteld, maar vermoed wordt dat het gebruik van pesticiden hieraan ten grondslag ligt. Van individuele bijen- en vlindersoorten is de achteruitgang door habitatverlies ook bekend (<http://www.bestuivers.nl/bedreiging/oorzaken>).

Tabel 1.1. Populatietrends van enkele akkervogels (Bos et al., 2016).

Soort	Populatieschatting 1998-2000	Afname sinds 1960
Geelgors	25.000	
Gele kwikstaart	40.000-50.000	50-75%
Graspieper	70.000-80.000	>50%
Grauwe gors	50-100	>99%
Groenling	50.000-100.000	
Kneu	40.000-50.000	50-75%
Ortolaan	0-2	>99%
Paapje	500-700	>80%
Putter	15.000-20.000	
Patrijs	9.000-13.000	>95%
Rietgors	70.000-30.000	
Ringmus	50.000-150.000	>50%
Torenavalk	5.000-7.500	
Veldleeuwerik	50.000-70.000	>95%
Zomertortel	10.000-12.000	>90%

In diverse kringen bestaan er ook zorgen over de achteruitgang van de bodemvruchtbaarheid. Het mestbeleid, de schaalvergroting en veronachtzaming van de bodem als waardevol productiemiddel worden hier medeverantwoordelijk voor gehouden. De ontwikkeling naar intensieve bouwplannen heeft ertoe geleid dat rust- en maaigewassen uit rotaties zijn verdwenen en bodemvruchtbaarheid en –gezondheid steeds vaker onder druk staan. Organische stof en inzicht in het bodemleven zijn aspecten van de bodemvruchtbaarheid waar veel winst geboekt kan worden als basis van een meer biodiverse landbouwkundig invulling.

De Technische Commissie Bodem (TCB, 2016) heeft weliswaar aangegeven dat het organisch stofgehalte in de landbouwbodem van Nederland gemiddeld op peil blijft maar vooral als gevolg van de grote hoeveelheid mest die Nederland produceert in de veeteelt, die deze organische stof via veevoer importeert uit o.a. Brazilië. Dit is geen duurzame situatie.

Belangrijker dan de ontwikkelingen uit het verleden is de vraag wat we aan biodiversiteit in de toekomst nodig hebben. Gezien de veranderende klimaatcondities is het belangrijk de risico's te beperken en adaptatie aan klimaatveranderingen mogelijk te maken. Investeren in de bodem en biodiversiteit is hierbij essentieel om voldoende kwalitatief en veilig voedsel te produceren, risico's te beperken en negatieve bijeffecten voor de biodiversiteit en maatschappij te voorkomen en op te heffen. Hetzelfde geldt voor insecten voor plaagregulatie en bestuiving. Met name die laatste is voor de landbouw belangrijk.

Op dit moment wordt er via verschillende 'knoppen' geprobeerd de biodiversiteit binnen de akkerbouw te verbeteren. Door de herziening van het Gemeenschappelijk Landbouw Beleid (Pijler 1) worden akkerbouwers nu gestimuleerd om vergroeningmaatregelen op hun bedrijf door te voeren. De effecten van deze maatregelen zijn echter beperkt (van Doorn & Smidt, 2017). Met het Stelsel voor Agrarisch natuurbeheer (ANLb, Pijler II) worden aanvullende soort-specifieke maatregelen voor het verbeteren van biodiversiteit gesubsidieerd, maar dan alleen in aangewezen gebieden. Vanuit de verschillende akkerbouwketens wordt er gewerkt aan het verbeteren van de milieu-impact maar dat beperkt zich vaak tot teelttechnische maatregelen. Daarnaast worden er op projectbasis maatregelen getroffen om soorten te ondersteunen (Korenwolf, Patrijs) en zijn er maatschappelijke organisaties die zich het lot van specifieke (groepen) soorten aantrekken. Maar in

het grootste deel van het Nederlandse akkerbouwlandschap gebeurt weinig om de akkernatuur structureel te verbeteren. Gezien de dramatische achteruitgang van akkerflora en fauna zoals hierboven beschreven, is de urgentie hoog om hier (op korte termijn) iets aan te doen.

1.2 Het Conceptueel Kader Biodiversiteit

In het conceptueel kader biodiversiteit (Erisman et al., 2014; Erisman et al., 2016) is het begrip biodiversiteit vertaald voor de landbouw met een focus op de melkveehouderij. Het is de basis voor beoordeling van en het meetbaar maken van biodiversiteit. In dit conceptueel kader worden 4 pijlers benoemd die onderling samenhangen (Figuur 1.1). De 4 pijlers zijn:

1. Functionele agrobiodiversiteit: Hierin wordt gebruik gemaakt van de functies die biodiversiteit biedt, zoals bijvoorbeeld een vruchtbare bodem, voldoende water en weerstand tegen ziekten en plagen.
2. Landschappelijke diversiteit: Landschapselementen zoals hagen, bomen, sloten en slootkanten brengen verscheidenheid in de fysieke omgeving. Door landschapselementen te beschermen en te onderhouden worden voorwaarden voor meer biodiversiteit gecreëerd.
3. Diversiteit van soorten: Het agrarisch gebied biedt leefruimte voor specifieke soorten flora en fauna. Door gericht beheer kunnen deze specifieke soorten worden behouden en versterkt.
4. Regionale biodiversiteit: Specifieke soorten en biologische processen houden niet op bij de grens van een bedrijf. Door de koppeling van gebieden en het toepassen van regionaal beheer kan de biodiversiteit op regionaal niveau worden vergroot.



Figuur 1.1. De 4 pijlers van biodiversiteit (Erisman et al., 2014). © Felixx/WNF

Bij de beoordeling van biodiversiteit wordt meestal naar de natuurwaarden gekeken, zoals de aanwezigheid van zeldzame of rode-lijstsoorten, de achteruitgang in aantallen akkervogels en het in stand houden van bijen of vlinders. Biodiversiteit is echter veel meer dan alleen de aanwezigheid

van bijzondere soorten. Een groot deel van het functioneren van het agrarische bedrijf hebben we te danken aan het effect van de ‘functionele agrobiodiversiteit’ die op het bedrijf aanwezig is (Erisman et al., 2014).

Ondergrondse biodiversiteit zorgt o.a. voor het vrijmaken van nutriënten, waterinfiltratie en bodemstructuur. Bovengrondse diversiteit zorgt o.a. voor sterke gewassen en kwaliteit van producten. Deze ‘basisbiodiversiteit’ is essentieel: zij zorgt ervoor dat zogenoemde ‘drukfactoren’ (stress van het systeem, zoals ziekten, emissies e.d.) minder schade toebrengen. Daarnaast levert biodiversiteit ‘natuurwaarden’ op zoals de aanwezigheid van specifieke soorten die kenmerkend zijn voor landbouwgebieden en een aantrekkelijk cultuurlandschap. Dit is een cyclisch en zichzelf versterkend proces.

1.3 Doel

Het doel van deze studie is om een eerste aanzet te geven voor mogelijke KPI’s voor de akkerbouw. Deze verkenning wordt benut om aan te geven waar nog verder uitzoekwerk en ecologische onderbouwing noodzakelijk is en hoe een stappenplan eruit kan zien om tot een volwaardige monitoring voor biodiversiteit in de akkerbouw te komen.

1.4 Aanpak en ontwikkeling

Voor de beloning van biodiversiteit op maat is het nodig dat resultaten ook meetbaar zijn. Niet alle biodiversiteit is echter in de praktijk meetbaar: dit zou immers een intensief programma van steeds weer alle soorten inventariseren vergen. We selecteren in deze studie KPI’s die een proxy zijn voor resultaten van biodiversiteit die getoetst kunnen worden. Daarvoor is een integrale set van KPI’s een voorwaarde. KPI’s zijn variabelen om prestaties van bedrijven op regionale schaal te analyseren.

Uit de KPI’s moet duidelijk af te lezen zijn of een bedrijf op koers ligt t.a.v. de doelstellingen (Zijlstra et al., 2016). In deze studie is het streven om met een voorzet te komen voor KPI’s voor de akkerbouw met zorg voor de noodzakelijke samenhang en integraliteit van de KPI’s. Daarbij zijn de belangrijkste uitgangspunten voor de selectie van KPI’s integraliteit en meetbaarheid. Integraal zodat het resultaten van meerdere biodiversiteitsindicatoren omvat en zich niet beperkt tot het resultaat van bijvoorbeeld slechts één soort. Integraal ook omdat inspanningen op het vlak van biodiversiteit in te praktijk vaak tegen elkaar kunnen inwerken. Dat betekent dat de set van KPI’s gezamenlijk en op integrale wijze de prestaties van bedrijven voor verbetering van de biodiversiteit aangeeft. Tenslotte is het van belang dat het aantal KPI’s beperkt blijft en een goede en integrale weergave omvat.

Hiermee wordt het ook mogelijk bedrijven onderling te vergelijken en meer nog: in de tijd te volgen. Van belang is dat de KPI’s worden getoetst aan het waarneembare resultaat rond biodiversiteit op en om de (huidige) bedrijven. Dat is nodig om als basis te kunnen dienen voor het ontwikkelen van een verdienmodel dat door ketenpartijen, overheden of Terrein Beherende Organisaties (TBO’s) gebruikt kan worden om bedrijven te belonen voor behaalde biodiversiteitswinst.

Uit een groslijst van mogelijke KPI's voor de akkerbouw (Bijlage 1) is een beperkt aantal KPI's geselecteerd op basis van de volgende criteria:

1. Duidelijke en aantoonbare relatie met biodiversiteit;
2. Verkrijgbaarheid bij (alle) akkerbouwers;
3. Betrouwbaarheid en borging;
4. Minimale inspanning om ze te verkrijgen;
5. Aansluiting bij bestaande meet- en controle-instrumenten om administratieve lasten zo laag mogelijk te houden;
6. Recht doen aan de noodzaak tot integraliteit en samenhang van onderliggende maatregelen;
7. Beschikbaarheid van een 0-meting of referentiewaarde.

Het conceptueel kader biodiversiteit gaat ervan uit dat wanneer de functionele (agro)biodiversiteit en de specifieke landschapselementen op het bedrijf (pijlers 1 en 2) versterkt worden, de impact van drukfactoren afneemt en de biodiversiteit op en buiten het bedrijf toeneemt. Daarmee verbetert ook het adaptief vermogen van het bedrijf en ontstaat een robuust en veerkrachtig bedrijf (Erisman et al., 2016).

Voor landbouwbedrijven zijn specifiek tien drukfactoren beschreven (DZK, 2016) die het leefklimaat van organismen op en rond het bedrijf beïnvloeden waardoor biodiversiteit kan afnemen:

- Energie (klimaat)
- Landgebruik
- Emissies naar lucht
- Emissies naar water
- Landschap
- Bodemgebruik
- Watergebruik
- Middelengebruik
- Licht & Geluid

In onze analyse van KPI's en hun relatie met de drukfactoren sluiten we hierop aan al zal de drukfactor Licht & Geluid geen correlatie hebben met de voorgestelde KPI's voor de akkerbouw.

2 Bespreking Kritische Prestatie Indicatoren

2.1 Pijler 1: Functionele biodiversiteit

In de navolgende secties worden achtereenvolgens de relatie met biodiversiteit en ecologische doelen, de factoren die de KPI bepalen, de beoordeling van randvoorwaarden, voor streefwaarden en verdere vragen voor de geselecteerde KPI's besproken. De basis voor functionele biodiversiteit is een goed bodembeheer. Dit betekent het ontlasten van de bodem waar dat mogelijk is, en een goede verzorging van de bodem zodat de omstandigheden voor bodemleven en beworteling optimaal zijn. Organische stof, en daarmee de organische stofbalans, speelt daarbij een sleutelrol. De invulling van het bouwplan is de basis.

2.1.1 Percentage rustgewassen in rotatie

Relatie met biodiversiteit en ecologische doelen

Om diversiteit in het bouwplan van akkerbouwers te houden en een goede bodemkwaliteit te handhaven zijn rustgewassen in een akkerbouwrotatie een basisvoorwaarde. Tot de rustgewassen kunnen granen, grassen en vlinderbloemige gewassen (luzerne, grasklaver) worden gerekend (minus conserven erwten en wikke). In een bouwplan geven deze graan- of maaigewassen rust aan de bodem doordat ze bij oogst leiden tot weinig verstoring en in het algemeen een goede wortelontwikkeling en bodembedekking geven die de structuur ten goede komt (Koopmans en Zwijnenburg, 2015). De oogst kan vaak onder relatief gunstige weersomstandigheden plaatsvinden (einde zomer) waardoor de structuur in een jaar van rustgewassen (sterk) kan verbeteren. Ook bieden de rustgewassen meer nutriënten efficiëntie waarmee stikstof minder verloren gaat. Diversiteit in het bouwplan en daarmee de gewasvolgorde zijn ook van invloed op de beheersing van bodemziekten en -plagen.

Door het inpassen van rustgewassen wordt de basis gelegd voor verbetering van het bodemvoedselweb (van der Wal et al., 2008) waardoor ook de bovengrondse biodiversiteit kan verbeteren en er meer ruimte komt voor specifieke soorten (De Deyn en van der Putten, 2005). Meer graan telen verhoogt de organische stoftoevoer, deels doordat een graanstoppel veel organische stof levert en het stro kan worden ondergeploegd en deels door de verhoogde mogelijkheden van inzaai van een groenbemester na het graan.

Definitie en factoren die de KPI-bepalen

De KPI percentage rustgewassen in rotatie zou kunnen worden gedefinieerd als het aandeel (ha) rustgewassen als percentage van het totaal aantal hectares in het bouwplan van een bedrijf. Het aandeel rustgewassen in de rotatie is sterk bepalend voor het landgebruik. Ook zal de indicator van invloed zijn op het bodemgebruik, de emissies die we naar het water mogen verwachten van nutriënten, het waterverbruik en de inzet van middelen. Economische condities voor de akkerbouwer zullen sterk bepalend zijn hoeveel hakvruchten er worden verbouwd en daarmee de ruimte die overblijft voor de economisch meestal minder gunstige rustgewassen in een bouwplan.

Beoordeling randvoorwaarden

De indicator percentage rustgewassen in rotatie kan relatief eenvoudig uit de hoofdteelten worden berekend en is daarmee beschikbaar via de gecombineerde opgave (RVO: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland) die alle akkerbouwers in de vollegrond moeten doen. Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI	Eenheid	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties*	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Percentage rustgewassen in rotatie	% rustgewassen in bouwplan	RVO	Ja	ja	Ja
Indicator voor de opbouw van een gezonde bodem en bodemvoedselweb. Stimuleert bovengrondse gewasdiversiteit.					

*RVO = gecombineerde opgave bij Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (RVO);

Verdere vragen rond de indicator aandeel rustgewassen in de rotatie

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
Hoe kan het percentage rustgewassen in de rotatie vanuit functionaliteit geoptimaliseerd en beoordeeld worden?	Kennisinstellingen
Is de indicator ook geschikt als indicatie voor de diversiteit aan gewassen die geteeld worden?	Kennisinstellingen
Welke rustgewassen zijn het beste voor de regio specifieke biodiversiteitsbevordering?	Kennisinstellingen
Welke ecologische meerwaarden zijn te halen uit een ruimer bouwplan doordat bijvoorbeeld ook de ziektedruk op volgende gewassen afneemt?	Kennisinstellingen i.s.m. accountants bureau
Kan samenwerking tussen akkerbouwer en veehouder een ecologische meerwaarde opleveren waarmee het aandeel rustgewassen kan worden vergroot?	Kennisinstellingen

2.1.2 Organische stofbalans

Relatie met biodiversiteit en ecologische doelen

Organische stof in de bodem bestaat grotendeels uit afgestorven materiaal en voor gemiddeld 15% uit levende organismen. Organische stof vervult verschillende functies in de bodem: het is voer voor het bodemleven en bepaald daarmee voor een groot deel de functionele biodiversiteit in de bodem (Faber et al., 2009). Verlies aan organische stof wordt naast de intensiteit van het landgebruik beschouwd als de belangrijkste bedreiging van de bodem biodiversiteit (Gardi et al., 2014; Tsiafouli et al., 2015). Dit resulteert niet alleen in een gereduceerde diversiteit van de bodemvoedselwebben met minder functionele groepen en taxonomisch nauwer verwante groepen maar bedreigt uiteindelijk het functioneren van een heel systeem (Tsiafouli et al., 2015; Altieri, 1999). Rutgers et al. (2009) laten ook voor de Nederlandse condities het verband zien tussen

verlaging van het organische stofgehalte in agrarische beheerde gronden en de gevolgen ervan: een afnemende bodembiodiversiteit met gevolgen voor diverse ecosysteemdiensten. Organische stof staat centraal in het functioneren van een bodem; het zorgt voor een goede structuur en draagt bij aan het watervasthoudend vermogen, de infiltratiecapaciteit, en de nutriëntenlevering. Organische stof is een verzamelnaam voor verschillende soorten materiaal dat voor een groot gedeelte uit koolstof bestaat. Afhankelijk van de samenstelling is organische stof makkelijk afbreekbaar of juist niet. Makkelijk afbreekbare organische stof levert snel voedingsstoffen voor planten en het bodemleven, en draagt bij aan de bodemstructuur door het bodemleven te stimuleren. In een verdichte grond kan zuurstofgebrek ontstaan als er veel makkelijk afbreekbaar organische stof aanwezig is, omdat de micro-organismen de aanwezige zuurstof gebruiken voor de afbraak van de organische stof. Dat risico is er niet bij matig stabiele organische stof. Die zorgt voor langzaam vrijkomende voeding voor planten en het bodemleven, en voor een gevarieerd bodemleven (Bloem et. al., 2017). Zeer stabiele organische stof levert een stabiele bodemstructuur en zorgt voor een beter watervasthoudend vermogen waarmee ook voedingsstoffen zoals kalium en sporenelementen beter worden vastgehouden. Tenslotte is organische stof in de bodem cruciaal voor de wereldwijde C-balans en daarmee voor het klimaatvraagstuk: organische stof vastlegging in de bodem kan het oplopende CO₂ gehalte significant beïnvloeden en verminderen indien het de landbouw lukt een verhoogde organische stof vastlegging in de bodem te realiseren.

Definitie en factoren die de KPI-bepalen

De organische stofbalans kan worden berekend op perceelniveau als de totale aanvoer van effectieve organische stof (organische stof die binnen één jaar nog niet is afgebroken) uit gewasresten, dierlijke mest en groenbemesters minus de afbraak van de bodem-organische stof. Afbraak van organische stof is een continu proces: een vuistregel is dat op bouwland jaarlijks netto 2% van de organische stof wordt afgebroken. Daarom moet er organische stof worden aangevoerd om het organische stofgehalte op peil te houden. Daarvoor zijn verschillende maatregelen te nemen (Zwart et al., 2013). Omdat de afbraak van organische stof met veel onzekerheden gepaard gaat (bodemtype, vocht, temperatuur, beheer) en zich bodemcondities voordoen met hoge organische stofwaarden die in de praktijk niet te handhaven zijn door agrariër, kan een KPI zich het beste richten op de balans maar moet in de praktijk rekening worden gehouden met bijvoorbeeld oude veenresten of andere historische oorzaken met soms zeer hoge organische stofgehaltenes.

Beoordeling randvoorwaarden

In de praktijk zijn tools beschikbaar om de organische stofbalans te berekenen. Met bij de agrariër beschikbare data rond bouwplan en aangevoerde organische stof kan een indruk worden verkregen van de organische stofbalans en of deze op peil blijft. De afbraak zou door ondernemers gecompenseerd moeten worden met gewasresten zoals stro, mest, compost en de inzet van groenbemesters. Rekening moet worden gehouden met het feit dat bij een hoger organisch stofgehalte in de bodem sneller een daling kan optreden dan bij een lager organische stofgehalte. Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI	Eenheid*	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties**	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Organische stofbalans	kg EOS per ha	EA	Ja	Nee	Nee
Directe indicator voor maatregelen rond organische stofopbouw. Dit is een levensvoorwaarde voor bodemorganismen en diversiteit aan organismen in de bodem.					

*EOS: effectieve organische stof; **EA = externe adviseur;

Daarnaast zou deze classificatie op de lange termijn (> 10 jaar) ondersteund kunnen worden met werkelijke bodemanalyses (naar van Eekeren et al., 2014). Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met het feit dat het organische stofgehalte in de analyses kan variëren door heterogeniteit van het perceel, de monsternamen zelf en de analyse in het laboratorium.

Verdere vragen rond de indicator

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
Welke tools zijn inzetbaar om de KPI organische stofbalans te berekenen?	LBI en NMI
Welke maatregelen rond organisch stof bevordering zijn het beste voor de biodiversiteit boven- en ondergronds?	Kennisinstellingen
Is een labiele organische stof indicator zoals de organische stof oplosbaar in heet water (Hot Water Carbon of HWC) inzetbaar als indicator voor organische stof beheer?	Alterra en LBI

2.1.3 Percentage bodembedekking

Relatie met biodiversiteit en ecologische doelen

Vanuit de bodembiodiversiteit en het vóórkomen van verliezen van bijvoorbeeld stikstof naar de ondergrond en CO₂ naar de lucht is het belangrijk dat de bodem bedekt is met een gewas gedurende het jaar (Van Dam, 1996). Dit kan via een tweede gewas als vanggewas of groenbemester of invulling via het bouwplan (bijvoorbeeld inzaai van wintergraan). Is de bodem bedekt dan kan residuele stikstof in de bodem worden vastgelegd, de structuur worden bewaard en de bodembioïologie gestimuleerd. Hiermee draagt een bedekte bodem bij aan de biodiversiteit, opbrengst en kwaliteit (Poll en Geven, 1996) en betere efficiëntie en benutting van nutriënten voor een volggewas (Van Dam, 1996; Koopmans en Van der Burgt, 2001; Thorup-Kristensen, 2003). Hiermee is deze indicator een integrale indicator die samenhang brengt in onderliggende maatregelen. Net als bij andere indicatoren zijn nuanceringen aan de orde. Het bedekt houden van de bodem kan ten koste gaan van stoppeland wat met zijn open karakter bepaalde vogels kan ondersteunen en bijdraagt aan wintervoer voor de vogels. Ook werkt niet elk type groenbemester

of gewas stimulerend op de bovengrondse biodiversiteit (te veel biomassa bijvoorbeeld, geen bloemen en zaden). Niet elk bodemtype is geschikt om gedurende de winter bedekt te houden. Daarom vragen zand, klei en veen een andere classificatie.

Definitie en factoren die de KPI bepalen

De KPI percentage bodembedekking kan worden berekend uit het aantal weken per jaar dat de bodem van een perceel bedekt is gedeeld door 52 weken. Gecorrigeerd voor de perceelgrootte en opgeteld voor alle percelen gedeeld door het totale bedrijfsoppervlak x 100% geeft dit het percentage bodembedekking van het bedrijf.

In beperkte mate draagt een vanggewas of groenbemester ook bij aan de organische stof aanvoer (van Schooten et al., 2006) en daarmee aan de KPI van de organische stof input. Het is een maatregelen-indicator die betrekking heeft op de drukfactoren bodemgebruik en emissies naar water.

Beoordeling randvoorwaarden

Deze indicator is niet automatisch te achterhalen via databases of de gecombineerde opgave. De gecombineerde opgave geeft alleen weer of er een vanggewas is geteeld maar geeft geen informatie over de duur van een teelt. Daarom zou deze informatie via een enquête of via akkerweb in combinatie met teeltregistratie achterhaald kunnen worden. Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI	Eenheid	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties*	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Percentage bodembedekking	% van het jaar	RVO	Ja	ja	Ja
Belangrijke indicator voor het behoud van nutriënten zoals stikstof in het systeem. Werkt stimulerend op de onder- en bovengrondse biodiversiteit. Werkt als een buffer en vermindert verliezen naar water.					

* RVO = gecombineerde opgave;

De KPI kan lastig zijn voor akkerbouwers die land huren bij veehouders. Het komt vaak voor dat vanwege bijvoorbeeld de mestwetgeving een perceel niet voor 12 maanden gehuurd wordt, maar voor bijvoorbeeld 7 of 8 maanden. Ook bij andere indicatoren kan dit tot ingewikkelde interpretaties leiden.

Verdere vragen rond de indicator

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
Hoe kan een onderbouwde ecologische afweging worden gemaakt tussen de inzet van groenbemesters versus de inzet van stoppeland?	Kennisinstellingen
Welke vanggewassen bevorderen regio specifieke (soorten) biodiversiteit?	Kennisinstellingen
Hoe om te gaan met de huur van land?	Kennisinstellingen

2.1.4 Bodemconditie score

Relatie met biodiversiteit en ecologische doelen

Bodemgezondheid is de capaciteit van de bodem om als vitaal levend systeem te functioneren, binnen de grenzen van het ecosysteem en landgebruik, om de productiviteit en gezondheid van planten en dieren te bevorderen en water- en luchtkwaliteit te handhaven of te verbeteren (Doran and Zeiss, 2000). De bodem is daarmee essentieel voor goed functionerende kringlopen van water en voedingsstoffen en een gezonde leefomgeving. Bodembeheer heeft veel effect op het bodemleven (Koopmans et al., 2006; Zanen et al., 2011). De soortenrijkdom in de bodem is vergelijkbaar met die van het tropische regenwoud. Via het bodembeheer kunnen effecten van klimaatverandering deels opgevangen worden.

De bodemconditie omvat de chemische, fysische en biologische conditie die nodig is voor een evenwichtig verloop van de processen in de bodem. Voor de groei van planten gaat het erom dat planten zo efficiënt mogelijk hun voedingsstoffen kunnen vinden en opnemen. Tegelijkertijd mogen zo weinig mogelijk voedingsstoffen verloren gaan naar lucht, water of diepere bodemlagen, waar ze onbereikbaar worden voor de plantenwortels. De biologische bodemconditie heeft hierin een sleutelrol. In de bodem leven microflora zoals bacteriën en schimmels, en fauna zoals wormen, mijten, springstaarten, aaltjes en protozoën. Al deze organismen zijn op de een of andere manier betrokken bij de nutriëntenkringloop in de bodem. Ze voeden zich met plantenresten, met meststoffen, maar ook met elkaar. Een deel van het verwerkte voedsel komt weer beschikbaar als voedingsstoffen voor de plant. Een ander deel wordt vastgelegd in het weefsel van de organismen zelf, of in andere vormen van organische stof (Koopmans en van Schie, 2012).

Definitie en factoren die de KPI bepalen

De bodemconditie kan worden vastgesteld middels een score van de bodemkwaliteit gebaseerd op de vastgestelde (gemeten) chemische, fysische en biologische bodemkwaliteit in een bodemscan. De samenstelling en functies van biologische gemeenschappen in de bodem worden beïnvloed door fysische factoren zoals temperatuur, vochtigheidsgraad en zuurgraad, waarbij ook het bodemgebruik een essentiële rol vervult. Waterverbruik en verliezen naar het grondwater kunnen worden beperkt bij een goede bodemconditie.

Beoordeling randvoorwaarden

Er zijn verschillende systemen in gebruik (en ontwikkeling) om de bodemconditie vast te stellen. Bloem et al. (2017) geeft hiervan een overzicht. Voor de praktijk van de akkerbouw in Nederland is de Bodemscan (Koopmans et al., 2015) het best ontwikkelde systeem. Hierbij wordt gebruikt gemaakt van een aantal (laboratorium)metingen aangevuld met een visuele score aan de bodem in het veld.

De visuele indicatoren omvatten de bodemstructuur, beworteling, bodemleven en waterhuishouding. De benadering is afgestemd met internationale methodieken uit Frankrijk en Nieuw-Zeeland (Shepherd et al., 2000). De methode is getoetst op verschillende bodemtypen (zand-zavel-klei) en op praktijkschaal met deelnemers aan Veldleeuwierik en daarbuiten. De Bodemscan ondersteunt ook het vaststellen van o.a. de (ondergrond)verdichting. Dit geldt eveneens voor de vaststelling van de activiteit van het bodemleven. Een alternatief hiervoor is de bepaling van de bodemrespiratie of de 'hot water carbon (HWC)'. Beiden geven een indicatie van de activiteit van het bodemleven maar worden vooralsnog niet op routinebasis aangeboden.

De toegevoegde waarde van de bodemconditie komt voort uit de inzet als stuurvariabele: er kan een koppeling met bedrijfsmaatregelen rond grondbewerking, waterhuishouding en teelt van vanggewassen worden gemaakt. Indirect worden hiermee bodem beherende maatregelen specifiek afgestemd op de bodemcondities. Hiermee is deze KPI effectiever voor de praktijk dan bijvoorbeeld een monitoring variabele zoals de intensiteit van de grondbewerking waar vooralsnog eenduidigheid in de interpretatie ontbreekt. Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI Bodemconditie score	Eenheid	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties*	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Indicator voor de bodemkwaliteit waaronder bodemleven, structuur, storende lagen voor wortels en water en efficiëntie waarmee processen in de bodem kunnen verlopen.	Score	EA	Nee	Ja	Nee

* EA = externe adviseur

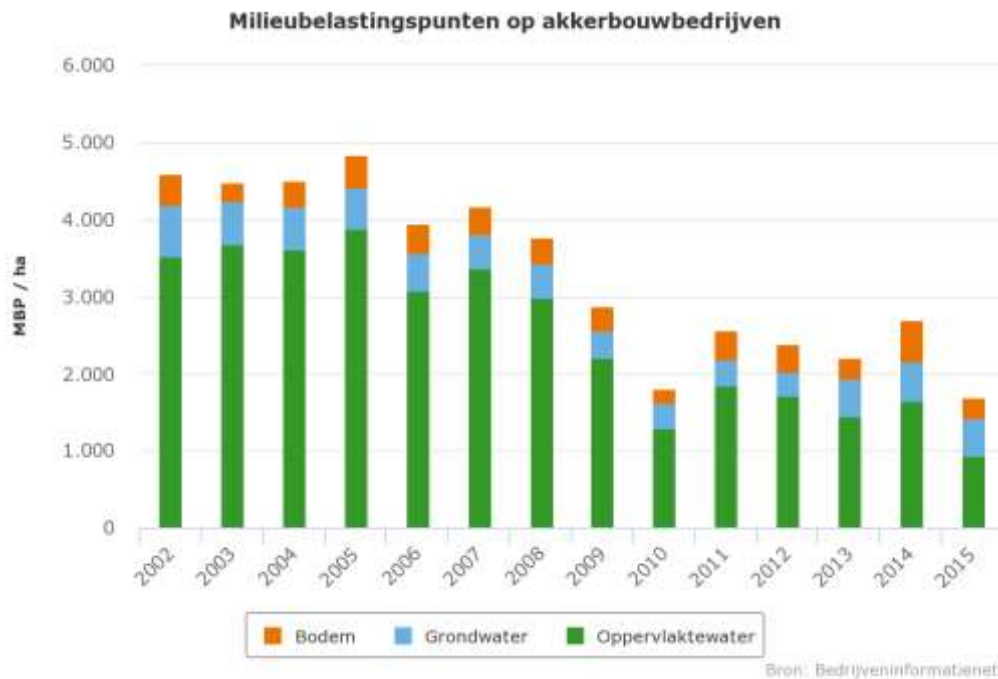
Verdere vragen rond de indicator

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
Hoe is de vaststelling van de bodemconditie verder eenduidig te meten en interpreteren?	Kennisinstellingen
Is de relatie tussen bodemconditie en biodiversiteit (ook bovengronds) verder (wetenschappelijk-ecologisch) te onderbouwen?	Kennisinstellingen
Is een bodemconditiescore zodanig vast te stellen dat het een integrale KPI is die overige KPI's zoals percentage rustgewassen in rotatie, organisch stofbalans en percentage bodembedekking kan integreren?	Kennisinstellingen

2.1.5 Inzet gewasbescherming

Relatie met biodiversiteit en ecologische doelen

Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen ter beheersing van (on)kruiden, schimmels en insecten leidt tot een lagere ondergrondse en bovengrondse biodiversiteit (Noordijk et al., 2010). Vanuit het effect op biodiversiteit, waterkwaliteit en mogelijk ook mens- en diergezondheid is het aan te bevelen het belastende middelengebruik zoveel mogelijk te reduceren (Blacquièrre, 2012; Goulson, 2013). De laatste jaren is er op nationaal niveau en via wet- en regelgeving al veel inzet gepleegd om de milieubelasting te verlagen uit het oogpunt van biodiversiteit (zie Figuur 2.1).



Figuur 2.1. Ontwikkeling milieubelasting punten op akkerbouwbedrijven (bron: Bedrijveninformatienet).

Zo is de drift van middelen naar aangrenzende habitats beperkt met emissie reducerende spuittechnieken (Pellissier et al., 2014). Ook is het verminderen van de erfafspoeling bij akkerbouwers als milieumaatregel gepromoot. De laatste jaren staat de inzet van neonicotinoïden en hun effect op bestuivers en aanverwante insecten sterk in de belangstelling. Ook de inzet van glyfosaat is omstrede. Onderzoek in Denemarken heeft aangetoond dat mensen en dieren glyfosaat en afbraakproducten binnen krijgen via de consumptie van producten waarop glyfosaat is gebruikt (Krüger et al., 2014). Daarnaast zijn er aanwijzingen dat dit uiteindelijk het immuun stelsel aantast (Schrödl et al., 2014).

Definitie en factoren die de KPI bepalen

Gewasbeschermingsmiddelen worden bij toelating beoordeeld op hun schadelijkheid. Deze beoordeling is in de Milieumeetlat (www.milieumeetlat.nl) omgezet naar milieubelasting punten. Op deze manier kunnen gewasbeschermingsmiddelen met elkaar worden vergeleken. De Milieumeetlat geeft ook milieubelasting punten voor het risico op uitspoeling naar het grondwater, schadelijkheid voor waterleven en nuttige insecten, zoals bestuivers en natuurlijke bestrijders. Een systeem van classificatie gebaseerd op milieubelasting punten blijkt bijzonder complex en voldoet daarmee niet aan het criterium ‘minimale inspanning’.

Een mogelijk alternatief is het % land zonder inzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen. De betrouwbaarheid en borging zal buiten de gecertificeerde biologische sector lastig zijn.

Een meer stimulerende eenheid is de score op de mate van inzet van Functionele AgroBiodiversiteit (FAB): in hoeverre worden verschillende maatregelen met de inzet van emissiearme technieken, voorkomen van erfafspoeling, inzet van maatregelen uit FAB zoals functionele akkerranden, ingezet in de bedrijfsvoering?

Beoordeling randvoorwaarden

Inzet gewasbescherming is een maatregelenindicator die betrekking heeft op de drukfactor middelengebruik. De keuze van gewassen die worden verbouwd en daarmee de intensiteit van het bouwplan bepalen mede de hoogte van de middeleninzet. Ook de regio, en daarmee de klimatologische condities dragen veel bij hoe intensief met middelen moet worden opgetreden. Tenslotte laat ook de risico perceptie van de ondernemers in de praktijk grote verschillen zien. Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI Inzet gewasbescherming	Eenheid	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties*	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Maatstaf voor de impact van gewasbeschermingsmiddelen op voedselweb (insecten, bijen, specifieke soorten), water, bodem en lucht.	FAB score	TA	Ja	Ja	Nee

*TA = teeltadministratie

Verdere vragen rond de indicator

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
Welke definitie en eenheid kan het beste gehanteerd worden voor de inzet gewasbescherming	Kennisinstelling
In welke gewassen is het achterwege laten van insecticiden een haalbare optie (groene alternatieven)?	Kennisinstelling i.s.m. proefbedrijven
Welke opties (FAB maatregelen) heeft een akkerbouwer om (chemische) gewasbescherming achterwege te laten?	Kennisinstelling
In hoeverre stellen de afnemers eisen aan de kwaliteit van producten (bijv. poot aardappelen) die inschaling naar een hogere klasse onhaalbaar maken?	Adviesorganisatie i.s.m. toeleveranciers in opdracht van BO akkerbouw

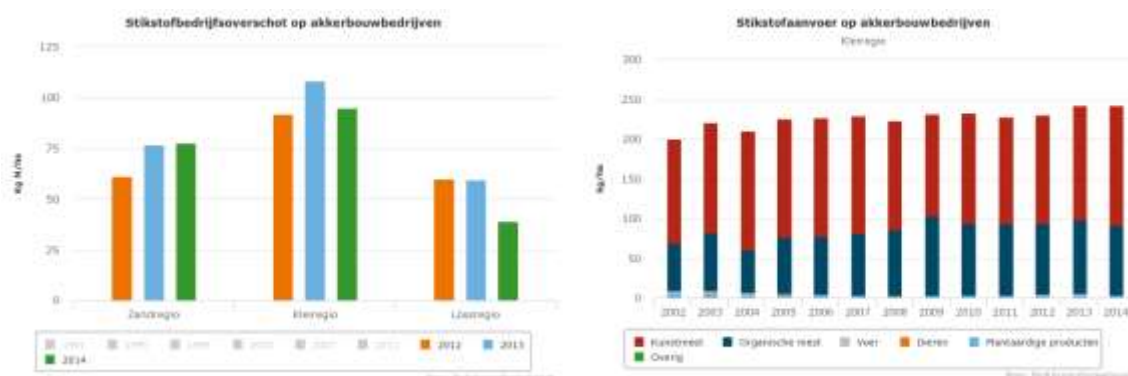
2.1.6 Stikstofbedrijfsoverschot

Relatie met biodiversiteit en ecologische doelen

Stikstof heeft zowel een directe als een lange termijn impact op zowel de kwantiteit waarin soorten voorkomen alsook de samenstelling en diversiteit (Dise et al., 2011; Field et al., 2014). Veel van de biodiversiteit is juist een gevolg van beperkte stikstofbeschikbaarheid. Organismen hebben zich op allerlei manieren ontwikkeld in reactie op N-arme habitats. Ecosysteemveranderingen in de bodem en vegetatie ontstaan wanneer de (regionale) stikstofniveaus verhoogd zijn. Hierdoor vindt een

verlies aan soorten en aanpassing van soorten plaats (Dise et al., 2011). Ook kunnen hoge stikstofconcentraties beschadiging van gevoelige vegetatie tot gevolg hebben (Sheppard et al 2011). Het verlies van biodiversiteit kan de veerkracht van het ecosysteem verminderen; het vermogen van een ecosysteem om te herstellen van een verstoring (MEA, 2005). Daarom, draagt te veel aan stikstof bij aan een verminderde biodiversiteit, met als gevolg een verminderde veerkracht. Door de nadelige effecten op bodem-, water- en luchtkwaliteit en ecosysteemdiensten wordt de veerkracht van het ecosysteem verder verminderd en daarmee ook de bijbehorende ecosysteemdiensten (Erisman et al., 2013). De stikstofbelasting is daarmee een overall indicator voor biodiversiteit op en rond akkerbouwbedrijven.

Onderstaande figuren geven een indruk van het stikstofbedrijfsoverschot in de akkerbouw op verschillende bodemtypen en de opbouw van de stikstofaanvoer op de bedrijven gedurende meerdere jaren.



Figuur 2.2 Stikstofbedrijfsoverschot in de periode 2012-2014 (links) en ontwikkeling stikstofaanvoer op akkerbouwbedrijven in de klei regio sinds 2002 (Bron: Bedrijveninformatienet).

Definitie en factoren die de KPI bepalen

Het stikstofbedrijfsoverschot beschrijft de aanvoer en de afvoer van stikstof en het resulterende overschot, uitgedrukt in kg stikstof per ha. De aanvoer van stikstof bestaat uit de aanvoer van kunstmest, dierlijke mest, overige organische meststoffen, voer, dieren, plantaardige producten en overige producten. Aanvoer wordt gecorrigeerd voor voorraadmutaties. De afvoer van stikstof bestaat uit de afvoer van gewassen en plantaardige producten, eventuele dierlijke producten, mest en overige organische meststoffen, en overige producten. Afvoer wordt gecorrigeerd voor voorraadmutaties. De gehalten in de afvoer van gewassen en plantaardige producten zijn gebaseerd op forfaits en gemiddelden van waardebepalingen. Daarmee is de variatie in de afvoer van nutriënten met gewassen en plantaardige producten uitsluitend afhankelijk van de hoeveelheid afvoer (Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) <http://www.agrimatie.nl>).

Het stikstofbedrijfsoverschot heeft een directe relatie met de drukfactor emissies naar water en lucht.

Beoordeling randvoorwaarden

Een analyse van de LMM-data is nodig om tot een ecologische onderbouwing voor deze KPI te komen. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de regio en het bodemtype. Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI	Eenheid	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties*	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Stikstofbedrijfsoverschot	kg N per ha	TA	Ja	Ja	Nee
Indicator voor emissies van stikstof naar grond- en oppervlaktewater en lucht. Emissies leiden tot eutrofiëring van oppervlaktewater en neerslag van stikstof in natuurgebieden met biodiversiteitsverlies tot gevolg.					

*TA = teeltadministratie;

Een alternatief voor het stikstofbedrijfsoverschot is het stikstofbodemoverschot. Doordat in deze berekening echter de bedrijfsbalans wordt aangevuld met bodemmineralisatie, depositie, fixatie en afvoer van stikstof via gasvormige emissies ontstaat een indicator die niet verkrijgbaar is bij alle akkerbouwers, niet betrouwbaar is vanuit de bepalingen van bodemmineralisatie, depositie, fixatie en gasvormige emissies. Ook zijn in de akkerbouw geen schattingen voorhanden via een modelmatige benadering zoals in de kringloopwijzer bij de veehouderijsector.

Verdere vragen rond de indicator

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
Zijn er opties in de akkerbouw om het stikstofbedrijfsoverschot verder terug te brengen?	Kennisinstellingen
Welke sturingsmogelijkheden heeft een akkerbouwer buiten de mesthoeveelheden?	Kennisinstellingen
Kan de indicator op regio niveau (pijler 4) vorm krijgen om nog verdere winst te boeken?	Kennisinstellingen i.s.m. natuurorganisaties en TBO's
Is invulling vanuit initiatieven rond groen-blauwe diensten mogelijk om deze indicator te ondersteunen?	Kennisinstellingen i.s.m. waterschappen en dijkbeheerders zoals Rijkswaterstaat.

2.2 Pijler 2: Landschappelijke diversiteit

Landschappelijke diversiteit bevordert en ondersteunt de biodiversiteit van verschillende habitats. Deze habitats hebben een direct nut voor de overlevingsplaatsen van (nuttige) dieren en insecten, bijvoorbeeld wormen die vanuit randen het geploegde land weer kunnen bevolken of predatoren die kunnen zorgen voor plaagbestrijding. Ook de natuurwaarde van landschapselementen is van belang: het vormt een belangrijke basis voor het voedselweb waar specifieke soorten deel van uitmaken en creëren specifieke habitats voor soorten. Maar in andere gevallen hebben ze een maatschappelijke functie, zoals het verzorgen van waterkwaliteit, landschappelijke schoonheid, of het aantrekkelijk maken voor recreatie. Een aantal van deze functies kan op bedrijfsniveau verzorgd worden, terwijl andere functies door regionale samenwerking tot stand moeten komen (Pijler 4).

2.2.1 Percentage niet-permanente akkerranden

Relatie met biodiversiteit en ecologische doelen

In de wetenschappelijke literatuur wordt vastgesteld dat akkerranden positief bijdragen aan meerdere maatschappelijke diensten (Bos et al., 2014). Bos et al. maken hierbij een onderscheid in tussendoelen en einddoelen en stellen dat met name de tussendoelen ook wetenschappelijk zijn vastgesteld. Vastgesteld is dat akkerranden positief bijdragen aan de landschappelijke diversiteit maar ook aan een verbeterde landschappelijke kwaliteit. Ook dragen akkerranden bij aan een hogere diversiteit aan insecten en aantallen natuurlijke vijanden in de randen evenals in het gewas. Hierdoor is een hogere predatie van plaagorganismen in het gewas mogelijk. Of dit leidt tot einddoelen zoals verminderde schade aan gewassen en minder insecticiden gebruik blijft wetenschappelijk ongewis maar de praktijk lijkt dit wel zo te ervaren.

Over de noodzakelijke breedte van akkerranden bestaan geen eenduidige richtlijnen. Duidelijk is dat met een minimale breedte van 3 m de drift van gewasbeschermingsmiddelen gereduceerd kan worden met 95% en bij 6 m breedte met 100% (De Snoo, 1999). De minimale breedte en bijdrage van akkerranden aan diversiteit van insecten en daarmee natuurlijke plaagbeheersing is sterk afhankelijk van type insect en de landschappelijke inbedding van de randen. Duidelijk is ook dat het beheer van de rand maar ook de inzet van insecticiden in het aanpalende gewas sterk bepalend zijn voor de effectiviteit van akkerranden.

De vegetatiesamenstelling van bloeiende landschapselementen beïnvloedt de mate waarin ze bestuivende insecten stimuleren. Bloeiende planten kunnen dienen als bron van stuifmeel en nectar en zo een rol vervullen in een beter habitat voor bijen en andere bestuivende insecten. Dit komt door verschillen in hoeveelheid nectar en stuifmeel, bloeitijdstip, bloemvorm en habitat voor nestplaatszoekende koninginnen en solitaire bijen. Meer bloembezoek door bestuivende insecten kon echter niet worden aangetoond waarmee het einddoel van een verbeterde oogst of zaadproductie (nog) niet bewezen is (Bos et al., 2014).

Het belang van akkerrandenbeheer op landschapsniveau wordt onderstreept door een onderzoek uit Engeland (Holland et al., 2012) waarin gevonden werd dat bladluispredatie in graan steeg naarmate er meer grasranden waren binnen een straal van 750 m rond het perceel. Akkerranden dienen eveneens een bufferfunctie waarmee minder afspoeling van nutriënten kan plaatsvinden en drift van pesticiden wordt tegengegaan. Of dit daadwerkelijk tot een schoner oppervlaktewater heeft geleid is niet bewezen maar wordt wel aangenomen in de praktijk.

Dat maakt de beoordeling van de daadwerkelijke effectiviteit van akkerranden lastig, en daardoor blijft meestal onduidelijk of de geleverde diensten wel ontvangen worden door belanghebbenden zoals boeren, waterbeheerders en recreanten.

Definitie en factoren die de KPI bepalen

De voorgestelde KPI is het percentage land ingezaaid met een akkerranden mengsel als percentage van het totale bedrijfsoppervlak.

De mate waarin akkerbouwers minder insecticiden toepassen door de inzet van akkerranden hangt nog het sterkst af van de individuele akkerbouwer en door factoren als kennis, onafhankelijke begeleiding, tijdsdruk en persoonlijke risicobeleving. Gewasbeschermingsadvies (nu hoofdzakelijk gefinancierd vanuit de middelenverkoop) speelt hier een rol in.

Beoordeling randvoorwaarden

Voor het grootste effect van akkerranden op gewasbescherming is een landschapsbenadering belangrijk. Hänke et al. (2010) vonden het sterkste effect van bloemenranden op (Zweefvliegen)populaties in simpele landschappen (vrijwel 100% akkerbouw) vergeleken met complexere landschappen (tot 70% semi-natuurlijke vegetatie). Bij de invulling van 'Het Buitenland van Rhoon' (VNC, 2014) als biodivers landbouwareaal wordt op basis van expert beoordeling 11% van het landbouwareaal met akkerranden ingevuld.

Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI Percentage niet-permanente akkerranden (%)	Eenheid	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties*	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Zorgt voor landschappelijke diversiteit op agrarische gronden en habitats voor specifieke soorten, stimulering van natuurlijke vijanden, draagt bij aan en stimuleert bestuivende insecten.	% totale areaal	SCAN/TA	Ja	Nee	Nee

* SCAN Stichting Collectief Agrarisch Natuurbeheer; TA teeltadministratie;

Verdere vragen rond de indicator

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
	Kennisinstellingen
Welk randenbeheer levert de meeste biodiversiteit en wat voor onderhoud is nodig?	Kennisinstellingen
Welke reductie in plaagdruk is met de inzet van akkerranden bij verschillende gewassen haalbaar?	Kennisinstellingen
Hoe ver kan het insecticidegebruik gereduceerd worden door de inzet van akkerranden?	Kennisinstellingen i.s.m. praktijk

2.2.2 Percentage niet-productief land

Relatie met biodiversiteit en ecologische doelen

Vooral half natuurlijke landschapselementen, zoals dijken, houtwallen, heggen, sloten en bloemrijke akkerranden bieden in intensief gebruikt agrarisch gebied geschikte leefgebieden voor wilde planten en dieren (Geertsema, 2002; Opdam et al., 2000). Door intensivering en schaalvergroting van de landbouw is het aandeel landschapselementen sterk teruggelopen. In zandgebieden werd in 1900 nog circa 60% van het areaal dooraderd met meer dan vier kilometer lijnvormige beplanting per vierkante kilometer, in 2005 was dat areaal afgenomen tot ongeveer

25% (Dirkx et al., 2011). In landschappen met minder dan 10% bedekking van groenblauwe dooradering lijkt het aantal soorten sterk af te nemen (Radford et al., 2005).

Het belang van meerjarige vegetatie wordt onderstreept door onderzoek dat laat zien dat meerjarige elementen nodig zijn om een grotere diversiteit te krijgen (Carvell et al., 2007).

Meerjarige elementen met een positief effect op bestuivende insecten zijn onder andere regenererende braak (Kells et al., 2001; Alanen et al., 2011), erven en houtwallen (Osborne et al., 2008; Hannon and Sisk, 2009; Goulson et al., 2010) en overige 'non-crop habitats' (Holzschuh et al., 2010).

Niet-productief land kan ook als buffer fungeren tussen percelen en watergangen, waardoor minder gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen in het water terechtkomen. Netwerken van niet-productief land kunnen tevens bijdragen aan het verbinden van versnipperde natuurgebieden en verspreid liggende landschapselementen (Steingrover et al., 2010).

Definitie en factoren die de KPI bepalen

De voorgestelde KPI is het percentage niet-productief land (permanent) als percentage van het totale bedrijfsoppervlak.

De mogelijkheden voor beheer van niet-productief land worden vooral bepaald door de ligging van het bedrijf. In open gebieden zijn er vooral mogelijkheden voor sloot(kanten) beheer, in een coulisselandschap zijn er vooral mogelijkheden voor houtwallen, hagen, etc. (Zanen, 2017). Niet productieve randen en stukken land kunnen in beide type gebieden worden toegepast. Het is met name het ingezette oppervlak en beheer dat de mogelijkheden en het succes bepalen.

Beoordeling randvoorwaarden

Volgens Sanders en Westerink (2015) bestaat het 'gemiddelde' Nederlandse akkerbouwbedrijf voor 2,1% van de oppervlakte uit seminatuurlijk land (slootkanten, sloten, hagen en greppels). In het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) wordt gewerkt met 'Ecological Focus Areas' (EFA's). Om in aanmerking te komen voor vergroening is het verplichting 5% van het bouwland in te richten als ecologisch aandachtsgebied. In deze EFA's is de teelt van eiwitrijke gewassen, vlas en hennep met een vanggewas en wilgenhakhout toegestaan. Ook landschapselementen (onbeheerde akkerranden, vijvers/poelen, heggen/houtwallen, bomen(rijen), boomgroepen) kunnen meegeteld worden. Ondanks aanbevelingen vanuit de praktijk (NAJK en Nederlands Akkerbouw Vakbond) komt slotenbeheer niet in aanmerking voor invulling van de EFA's. Ook gronden die geen landbouwkundige bestemming hebben zoals bestaande natuur ('TBO-grond') vallen niet onder de EFA. Door de boer vrij te laten in de inrichting van het percentage niet-productief land is de kans groot dat hij oplossingen zal kiezen die het beste in zijn bedrijfsvoering passen en de kosten relatief laag blijven. Het risico is dat er weinig meerwaarde wordt gecreëerd voor biodiversiteit door een versnipperde aanleg en het ontbreken van voldoende meerjarige elementen. Belangrijk bij nadere uitwerking is dan ook dat er wordt gezocht naar een balans tussen ecologische meerwaarde en inpasbaarheid op het agrarisch bedrijf. Cruciaal is een passend (regio specifiek) beheer, ruimtelijke samenhang en bijvoorbeeld samenwerking tussen collectieven. Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI	Eenheid	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties*	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Percentage niet-productief land	% totale areaal	SCAN/RVO	Nee	Ja	Ja
Draagt bij aan landschappelijke diversiteit buiten het directe agrarische productieland, habitats voor specifieke soorten en heeft bufferfunctie naar watergangen en natuurgebieden.					

* SCAN Stichting Collectief Agrarisch Natuurbeheer; RVO = gecombineerde opgave;

Verdere vragen rond de indicator

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
Hoe kan % niet-productief land bepaald en geborgd worden?	Kennisinstellingen
In welke dichtheid en oppervlakte moet niet-productief land voorkomen voor een optimale ecologische bijdrage?	Kennisinstellingen

2.3 Pijler 3: Specifieke soorten

In het agrarisch landschap zijn sinds 1990 vooral populaties van dagvlinders en broedvogels achteruitgegaan (WNF, 2015). Ook veel akkerplanten zijn als gevolg van intensieve landbouw zeldzaam geworden. Uit een studie van Geiger et al. (2010), uitgevoerd in acht Europese landen, blijkt dat landbouwintensivering negatieve effecten heeft op het aantal planten-, vogel- en insectensoorten in agrarische gebieden. De negatieve effecten worden vooral verklaard door het intensieve gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de akkerbouw.

Voor behoud van akkervogels, zoals patrijs, geelgors en veldleeuwerik, zijn broedgelegenheid en dekking, voldoende aanbod van zomervoedsel (d.w.z. insectenrijke habitats in de nabijheid van het nest) en voldoende aanbod van wintervoedsel (graankorrels, onkruidzaden) belangrijk. Een KPI zou dus die combinatie van factoren in zich moeten hebben.

2.3.1 Score extensief beheerde groene gewassen

Relatie met biodiversiteit en ecologische doelen

Diversiteit kan worden bereikt indien gewerkt gaat worden met een ruimere diversiteit aan gewassen. Traditionele en bijzondere gewassen kunnen hiervoor de basis zijn. In een grootschalig Duits onderzoek naar natuurlijke vijanden op akkerpercelen is gemeten dat de meeste natuurlijke vijanden voorkwamen op percelen die niet met insecticiden waren bewerkt (Krauss et al., 2011). De onderzoekers weten dit aan het feit dat natuurlijke vijanden zich slechter ontwikkelden bij knelpunten in het voedselaanbod in een fase waarin natuurlijke vijanden prooi hard nodig hebben. Met andere woorden, natuurlijke vijanden verhongeren als er te weinig prooi aanwezig is. Traditionele gewassen en met name de 'groene' gewassen kunnen hierin een rol vervullen. De

combinatie van graanpercelen met later gemaaide graslanden en bloeiende akkerranden biedt broed- en leefgebied aan verschillende soorten akkervogels en andere broedvogels van lage vegetaties (Kuiper, 2015).

Bepalend voor de 'vergroeningscore' van gewassen is de inzet van bemesting en gewasbeschermingsmiddelen (Terwan et al., 2017). Als hieraan geen beperkingen worden gesteld, scoren volgens ten Belder et al. (2014) boekweit, olievlas, rode klaver, rolklaver, esparcette en luzerne relatief goed in hun bijdrage aan biodiversiteit. Als het gebruik van mest en/of gewasbeschermingsmiddelen wordt beperkt kunnen daar nog een behoorlijk aantal gewassen bijkomen die kunnen bijdragen aan biodiversiteit. De teelt van deze andere, minder geteelde zeldzame of traditionele gewassen kunnen dus sterk bijdragen aan de biodiversiteit in de akkerbouw.

Voor bestuivende insecten zijn bloeiende gewassen zoals koolzaad en veldboon gewassen die in een beperkte periode heel veel nectar leveren en daardoor grote aantallen hommels en wilde bijen aantrekken. Echter, het aantal hommelskolonies en de bijendiversiteit nemen pas toe als deze tijdelijke vorm van voedselaanbod aangevuld wordt met bloei op andere tijdstippen (Westphal et al., 2009; Hanley et al., 2011). Naast de hoeveelheid en tijdstip van nectar- en stuifmeelproductie is ook de vorm van de bloemen belangrijk.

Definitie en factoren die de KPI bepalen

Voor het vaststellen van de KPI is het introduceren van een puntensysteem voor verbouwde gewassen afhankelijk van hun bijdrage aan biodiversiteit of 'groengehalte' een mogelijkheid (bijvoorbeeld op basis van een herziening van den Belder et al., 2014). Hieraan kan een vergroeningscore worden gekoppeld. Een andere mogelijke eenheid is het percentage landoppervlak van het totale bouwplan dat is ingevuld met gewassen uit een lijst van deze 'groene gewassen'. Daarmee draagt de KPI vanuit de bedrijfsvoering bij aan diversiteit in flora en fauna en stimuleert insecten rijkdom (natuurlijke vijanden).

De KPI 'score extensief beheerde groene gewassen' is mede afhankelijk van de inzet van gewasbescherming in de diverse teelten. Het is een maatregelen indicator die betrekking heeft op de drukfactor landschap.

Beoordeling randvoorwaarden

Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI	Eenheid	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties**	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Score extensief beheerde groene gewassen*	Vergroeningscore of % van bedrijfsoppervlak	RVO	Ja	Ja	Ja

* Naar Belder et al., 2014. ** RVO = gecombineerde opgave

Verdere vragen rond de indicator

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
Wat is de ecologische meerwaarde van verschillende bijzondere/traditionele gewassen in termen van voedselaanbod, schuil- en broedmogelijkheden?	Kennisinstellingen
Hoe zou een score voor de biodiversiteitswaarde van groene gewassen er uit kunnen zien?	Kennisinstellingen waaronder PRI, LBI i.s.m. BoerenNatuur
Wat is een handteerbare indicator eenheid gebaseerd op de criteria uit de inleiding?	Kennisinstellingen waaronder PRI, LBI i.s.m. BoerenNatuur

2.3.2 Score soort specifieke beheerpakketten

Relatie met biodiversiteit en ecologische doelen

Het Agrarisch Natuur en Landschapsbeheer (ANLb) is gericht op het beheer van leefgebieden en de ontwikkelde beheermaatregelen zijn bedoeld om meerdere in het leefgebied voorkomende soorten te 'bedienen' (www.scan-collectieven.nl, 2017). Ook kan worden overwogen om voor specifieke gebieden aanvullende beheermaatregelen te nemen. De pakketten zijn samengesteld op basis van wetenschappelijke inzichten die beschikbaar zijn (<http://scan-collectieven.nl/documenten>). Het zijn niet altijd harde criteria maar vaak aandachtspunten voor inrichting en beheer van de individuele soort. De collectieven kunnen met de informatie uit een zogenaamd 'soortenfiche' het daadwerkelijke beheer bij hun deelnemers verfijnen en optimaliseren (ANLB, 2016). Daarvoor hoeven dus geen nieuwe pakketten te worden samengesteld. Deze verfijningen en verbeteringen kunnen voortkomen uit een cyclus van het beheer: van planning via uitvoering en monitoring en evaluatie naar aanpassing van het beheer. Deze beheercyclus kan onderdeel zijn van het kwaliteitsborgingssysteem. Interessant voor soort specifieke pakketten zijn de bestaande pakketten rond stoppeland, wintervoedselakker, vogelakker, bouwland voor hamster en kruidenrijke akker. Het pakket kruidenrijke akkerranden is al onder par. 2.2.1 gedekt. Aanvullende pakketten zouden zich kunnen richten op specifiek aangepast beheer zoals mozaïek beheer of strokenteelt, specifieke soorten zoals (bedreigde) akkervogels, roofvogels etc. maar ook een erfpakket voor boerenerfvogels waaronder kerkuilen, zwaluwen, vlermuizen en zangvogels (Snoo et al., 2016) behoort tot de mogelijkheden.

Definitie en factoren die de KPI bepalen

De KPI zou gerelateerd kunnen worden aan de inspanning die met de pakketten gepaard gaat. Hierbij zouden zwaardere pakketten meer punten opleveren dan lichtere pakketten. Dit vergt de ontwikkeling van een score. Bedacht moet worden dat nu niet alle akkerbouwers voor bestaande pakketten in aanmerking komen. Hier zouden zorgvuldige afwegingen gemaakt moeten worden tussen ecologische resultaten die met soort specifiek beheer bereikt kunnen worden en de inspanning die gevraagd wordt van akkerbouwers. Pakketten van maatregelen, mits in samenhang opgebouwd kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het specifiek soortenbeheer. Het is een maatregelen indicator die betrekking heeft op de drukfactor landschap.

Beoordeling randvoorwaarden

De KPI 'score soort specifieke beheerpakketten' gaat uit van beheerpakketten zoals die staan beschreven in het overzicht beheerpakketten agrarisch natuurbeheer. Deze kunnen voor aanvullende soorten verdere specifieke uitwerking krijgen en ook buiten de bestaande regelingen van de collectieven gefinancierd worden. Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI Score soort specifieke beheerpakketten	Eenheid	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties*	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Maatstaf voor de kans op diversiteit van specifieke soorten vogels, insecten en overige gewervelde dieren.	score	TA	Ja	Nee	Nee

* TA = teeltadministratie

Verdere vragen rond de indicator

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
Wat zijn de kansen van mozaïek beheer, strokenteelt en mengteelt voor het stimuleren en versterken van biodiversiteit?	Kennisinstellingen
Rechtvaardigt mozaïek beheer of strokenteelt een eigen indicator in de voorgestelde systematiek?	Kennisinstellingen i.s.m. agrariërs en Ngo's
Welke soorten verdienen een aanvullend pakket binnen de voorgestelde KPI?	Kennisinstellingen, SCAN
Zijn soort specifieke pakketten ook zo in te richten dat deze interessant zijn (meerwaarde opleveren) voor de landbouwer en daarmee ingepast kunnen worden in de bedrijfsvoering?	LBI

2.4 Pijler 4: Brongebieden en verbindingszones

Veel maatregelen kunnen op bedrijfsniveau worden genomen maar vaak is alleen een regionale aanpak succesvol (Erismann et al., 2014). Dieren en planten kunnen zich vaak alleen over korte afstanden verspreiden waardoor brongebieden van belang zijn voor planten en dieren om de omliggende agrarische gebieden te bereiken. Vaak is samenwerking in een regio noodzakelijk om maatregelen succesvol te laten bijdragen aan biodiversiteit. Hiervoor zijn collectieven een instrument dat ingezet zou kunnen worden om in de regio afspraken te maken en samenhang te brengen in het te voeren beheer.

2.4.1 Beheerde hectares natuurgebieden en watergangen passend bij regio

Relatie met biodiversiteit en ecologische doelen

Samenwerking in een regio is nodig om als landbouwer invloed te hebben op het beheer van natuurgebieden en watergangen. Slechts een enkele boer heeft de mogelijkheid om invloed uit te oefenen op de waterhuishouding van zijn percelen.

Het beheer van natuurgebieden, watergangen en dijken komt wel steeds meer in handen van boeren via collectieven. Dit biedt kansen om wat betreft beheer van natuurgebieden en watergangen invloed uit te oefenen. Waterschappen en de Unie van Waterschappen werken aan de mogelijkheden van clustering van Groen Blauwe Diensten die ook via collectieven kunnen worden aangeboden, uitgevoerd en gemonitord. Ook overeenkomsten tussen agrariërs en TBO's komen reeds in verschillende vormen voor.

Definitie en factoren die de KPI bepalen

De KPI kan worden gedefinieerd als het aantal door het bedrijf beheerde hectares natuurgebied of watergangen. Daarmee is het een basis voor een goede aansluiting tussen agrarische land en natuurgebieden en belangrijke overgangszones.

Goed ecologisch beheer van 'natuurakkers' en weides in natuurgebieden maar ook beheer van watergangen en dijken en het recyclen van maaisel en bagger heeft zeker ecologische impact op de emissies naar lucht en oppervlaktewater. Het maai-beheer is van invloed op de kansen voor biodiversiteit. Ook van de aanplant van bosschage is bekend dat dit vogelsoorten kan stimuleren. Watergangen zijn bij uitstek geschikt om bepaalde flora en fauna te stimuleren. Maatregelen als afvoer van maaisel kan de kanten van watergangen verarmen en daarmee de ecologische diversiteit sterk stimuleren

Beoordeling randvoorwaarden

Randvoorwaarde voor de indicator is dat de landbouwer toegang heeft tot het beheer van natuurgebieden en watergangen. Basis is een gebieds- en landschapsplan wat in onderling overleg is opgesteld en op elkaar afgestemd. Afstemming is nodig bij stakeholders als TBO's, Waterschappen en collectieven om tot ecologisch gewenste pakketten of een beheerregime te komen dat bijdraagt aan biodiversiteit. Via collectieven zou een inspanning die nodig is om inzicht te krijgen in deze indicator voor de boer, vermindert kunnen worden. Echter, een en ander is net als bij het ANLb afhankelijk van de locatie en waarschijnlijk zullen niet alle contracten ook in de toekomst via collectieven kunnen worden weggezet.

Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI Beheerde hectares natuurgebieden en watergangen passend bij regio	Eenheid	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties*	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Zorgt voor goede aansluiting tussen agrarische land en natuurgebieden en belangrijke overgangszones.	ha	A	Ja	Nee	Nee

*A = anders

Verdere vragen rond de indicator

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
Welke vormen van beheer worden gevoerd en hoe kunnen hiervan pakketten worden samengesteld?	Kennisinstellingen i.s.m. TBO en Rijkswaterstaat en andere terreinbeheerders
Wat is de ecologische meerwaarde van de huidige pakketten en hoe zijn de ecologische kansen voor nieuw te vormen pakketten	Kennisinstellingen i.s.m. collectieven
Verdere afstemming met initiatieven rond groenblauwe diensten is noodzakelijk om deze indicator en kansen voor de indicator inzichtelijk te maken.	Kennisinstellingen i.s.m. waterschappen en dijkbeheerders zoals Rijkswaterstaat.
Hoe kan de ontwikkeling van gebieds- en landschapsplannen verder worden gefaciliteerd?	Collectieven, TBO's, Waterschappen en Provincies

2.4.2 Percentage organische inputs uit de regio

Veel ecologische winst is te halen met een verdere sluiting van regionale kringlopen. Voor de akkerbouw betekent dit met name aanvoer van gebiedseigen mest en compost. Hierbij kan worden gedacht aan een nauwere samenwerking tussen akkerbouwers en veehouders.

Een akkerbouwer is hierbij op zoek naar kwalitatief goede mest of compost tegen een betaalbare prijs. Naast een verruiming van het bouwplan gaat het voor de akkerbouw om de kwaliteit van de mest. Voor de veehouder gaat het om mestafzet en aanvoer van stro en voer.

Ecologisch wordt met name door de organische stof die gepaard gaat met de aanvoer, bijgedragen aan de biodiversiteit. Bloem et al. (2017) geven een overzicht van de ecologische relevantie hiervan voor de biologische bodemkwaliteit.

Winst kan worden behaald doordat een gebiedseigen opzet met minder energie voor transport gepaard gaat en druk van Nederlandse melkveehouders op grond elders verlaagd kan worden. Dit kan ook betekenen dat akkerbouwers voer gaan produceren voor de veehouders of akkerbouwers en veebedrijven bouwland of tijdelijk grasland gaan uitwisselen. Hiermee kan een verruiming van bouwplannen in het gebied worden gerealiseerd hetgeen gunstig is voor zowel de diversiteit in de bedrijfsvoering alsook de diversiteit in percelen en daarmee de diversiteit in het gehele gebied.

Definitie en factoren die de KPI bepalen

Als uitgangspunt voor de KPI kan worden gedefinieerd het aandeel organische stof uit de regio (dierlijke mest en/of compost) als percentage van de totale aanvoer organische stof op het bedrijf (eventueel uitgedrukt in P_2O_5 (fosfaat) daar dit al een wettelijke basis heeft). De hoeveelheid organische stof die hiermee kan worden aangevoerd zal per type mest of compost sterk verschillen. Zo wordt met een groencompost maar ook met bijvoorbeeld rundveedrijfmest relatief (veel) meer organische stof aangevoerd per kilo fosfaat dan met bijvoorbeeld varkensdrijfmest. Eventueel kan ook deze verhouding van een score worden voorzien. Een andere onzekerheid zal de definitie van regio betreffen. Waar in de veehouderij wel wordt uitgegaan van een straal van 20 km voor een regio, is het twijfelachtig of een dergelijke afstand werkbaar is voor akkerbouwregio's. Zo hebben akkerbouwregio's in Groningen of Zeeland vaak te maken met organische mestimporten uit andere provincies (Bloem et al., 2017).

Beoordeling randvoorwaarden

Op het moment is er geen directe waarde van de KPI bekend. De bron van mest en compost is wel bij de akkerbouwers opvraagbaar. Mestbanken vertroebelen echter het zicht op de herkomst. Wel is de indicator stuurbaar voor alle akkerbouwers en zijn er meerdere keuzes voor de akkerbouwer te maken.

Bij de verdere invulling moet waarschijnlijk rekening worden gehouden met de mogelijkheden die een gebied kent. Een akkerbouwer in Brabant zal een veel ruimere keuze in aanbod hebben dan bijvoorbeeld een akkerbouwer in Zeeland of Groningen.

Toetsing van de KPI aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting ziet er als volgt uit:

KPI	Eenheid	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties*	Aanvullende berekeningen	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Percentage organische inputs uit de regio					
Zorgt voor diversiteit in type bedrijven in een regio en minimaal energiegebruik door transporten.	% organische stof input uit de regio	TA/A	Ja	Nee	Nee

* TA = teeltdministratie; A = anders

Verdere vragen rond de indicator

Onderzoeksvraag	Partij die hierin van betekenis kan zijn
Wat voor aanpassingen zijn nodig in de mestboekhouding/teeltregistratie van akkerbouwers?	Kennisinstellingen i.s.m. landbouw organisatie en mest- en compost leveranciers
Wat zijn de mogelijkheden in de verschillende akkerbouwregio's om deze KPI vorm te geven in de praktijk?	Kennisinstellingen

3 Overzicht en samenhang van indicatoren

3.1 Overzicht van KPI's en ecologische doelen

De verschillende KPI's moeten vooral in *samenhang* worden gezien. Hiervoor is een koppeling aan het Conceptueel kader biodiversiteit een goede ingang. Tabel 3.1 geeft de samenhang weer tussen de voorgestelde KPI's en de pijlers uit het Conceptueel kader.

Tabel 3.1. Samenhang tussen KPI's voor de akkerbouw en de 4 pijlers van biodiversiteit uit het Conceptueel kader voor biodiversiteit.

KPI	Pijler 1	Pijler 2	Pijler 3	Pijler 4
Percentage rustgewassen in rotatie*	*		*	
Organische stofbalans	*			
Percentage bodembedekking	*		*	
Bodemconditie score	*			
Inzet gewasbescherming	*		*	
Stikstofbedrijfsoverschot	*		*	
Percentage niet-permanente akkerranden	*	*	*	*
Percentage niet-productief land**		*	*	*
Score extensief beheerde groene gewassen ***	*		*	
Score soort specifieke beheerpakketten	*		*	
Beheerde hectares natuurgebieden en watergangen passend bij regio				*
Percentage organische inputs uit de regio	*			*

*Rustgewassen ook wel maaigewassen genoemd zoals granen, grassen en vlinderbloemigen. **Niet-productief land of Ecological Focus Areas (EFA's): bomen, bosjes, poelen. Voor Akkerbouw: EFA's. *** Naar Belder et al., 2014.

In Tabel 3.2 worden de KPI's die het resultaat zijn van de verkennende analyse kort samengevat. Tevens wordt aangegeven wat het belang is van de verschillende indicatoren voor de functionele agrobiodiversiteit en de bredere impact op ecologische processen.

Tabel 3.2. Belang van de voorgestelde KPI's voor de biodiversiteit en functies.

KPI	Eenheid	Toelichting
Percentage rustgewassen in rotatie	(%)	Belangrijke indicator voor de opbouw van een gezonde bodem en bodemvoedselweb. Stimuleert bovengrondse gewasdiversiteit.
Organische stofbalans	(kg EOS per ha)	Directe indicator voor maatregelen rond organische stofopbouw. Dit is een levensvoorwaarde voor bodemorganismen en diversiteit aan organismen in de bodem.
Percentage bodembedekking	(% van het jaar)	Belangrijke indicator voor het behoud van nutriënten zoals stikstof in het systeem. Werkt stimulerend op de onder- en bovengrondse biodiversiteit. Werkt als een buffer en vermindert verliezen naar water.
Bodemconditie score	(score)	Indicator voor de bodemkwaliteit waaronder bodemleven, structuur, storende lagen voor wortels en water en efficiëntie waarmee processen in de bodem kunnen verlopen.

KPI	Eenheid	Toelichting
Inzet gewasbescherming	(score)	Maatstaf voor de impact van gewasbeschermingsmiddelen op voedselweb (insecten, bijen, specifieke soorten), water, bodem en lucht.
Stikstofbedrijfsoverschot	(kg N per ha)	Indicator voor emissies van stikstof naar grond- en oppervlaktewater en lucht. Emissies leiden tot eutrofiëring van oppervlaktewater en neerslag van stikstof in natuurgebieden met biodiversiteitsverlies tot gevolg.
Percentage niet-permanente akkerranden (%)	(%)	Zorgt voor landschappelijke diversiteit op agrarische gronden en habitats voor specifieke soorten, stimulering van natuurlijke vijanden, draagt bij aan en stimuleert bestuivende insecten.
Percentage niet-productief land**	(%)	Draagt bij aan landschappelijke diversiteit buiten het directe agrarische productieland, habitats voor specifieke soorten en heeft bufferfunctie naar watergangen en natuurgebieden.
Score extensief beheerde groene gewassen***	(score)	Draagt bij aan diversiteit in flora en fauna, stimuleert insecten rijkdom (natuurlijke vijanden).
Score soort specifieke beheerpakketten	(score)	Maatstaf voor de kans op diversiteit van specifieke soorten vogels, insecten en overige gewervelde dieren.
Beheerde hectares natuurgebieden en watergangen passend bij regio	(ha)	Zorgt voor goede aansluiting tussen agrarische land en natuurgebieden en belangrijke overgangszones.
Percentage organische inputs uit de regio	(%)	Zorgt voor diversiteit in type bedrijven in een regio en minimaal energiegebruik door transporten.

* Rustgewassen ook wel maaigewassen genoemd zoals granen, grassen en vlinderbloemigen. **Niet-productief land of Ecological Focus Areas (EFA's): bomen, bosjes, poelen. *** Naar Belder et al., 2014.

Omdat de KPI's niet op zichzelf staan en meerdere indicatoren uit de akkerbouw potentie hebben is in Tabel 3.3 aangegeven welke onderliggende indicatoren de voorgestelde KPI's redelijkerwijs omvatten. De indicatoren in de rechterkolom zijn niet voorgesteld vanwege een sterke overeenkomst met de behandelde KPI's, dan wel dat ze niet voldeden aan de criteria die aan een KPI worden gesteld of omdat de meting of vaststelling ervan een grote inspanning vergt waarmee de bruikbaarheid van de indicator in de praktijk in het gedrang zal komen. Ook zullen sommige KPI's sterk verbonden (gecorrleerd) zijn met de indicatoren uit de rechterkolom waardoor de meerwaarde betwijfeld moet worden.

Tabel 3.3. Verwachte correlatie van KPI's met elkaar en overige indicatoren.

KPI	Verwachte correlatie
Percentage rustgewassen in rotatie (%)*	Aandeel rooivruchten
Organische stofbalans (kg EOS per ha)	% organische stof N-bodemoverschot P-bodemoverschot
Percentage bodembedekking (% van het jaar)	Inzet groenbemesters
Bodemconditie score (score)	% organische stof N-bodemoverschot P-bodemoverschot
Inzet gewasbescherming (score)	Milieubelastingpunten Inzet FAB
Stikstofbedrijfsoverschot (kg N per ha)	% organische stof Organische stof balans N-bodemoverschot P-bodemoverschot
Percentage niet-permanente akkerranden (%)	Deels met EFA's

KPI	Verwachte correlatie
Percentage niet-productief land (%)**	Deels met EFA's % beheerde lijnelementen % onverhard erf
Score extensief beheerde groene gewassen (score)***	Deels met EFA's % extensief beheer
Score soort specifieke beheerpakketten (score)	Pakketten agrarisch natuurbeheer Stoppeland Mozaïek en strokenbeheer
Beheerde hectares natuurgebieden en watergangen passend bij regio (ha)	Beheerd natuurgebied passend bij de regio Waterbeheer Beheerde watergangen passend bij de regio
Percentage organische inputs uit de regio (%)	Mest uit de regio

* Rustgewassen ook wel maaigewassen genoemd zoals granen, grassen en vlinderbloemigen. **Niet-productief land of Ecological Focus Areas (EFA's): bomen, bosjes, poelen. *** Naar Belder et al., 2014.

3.2 Drukfactoren en KPI's

De voorgestelde indicatoren hebben een direct of indirecte relatie met de in hoofdstuk 1 genoemde drukfactoren. Tabel 3.4 geeft deze relaties in samenhang weer. Voor de drukfactor Licht & Geluid is er geen relatie met de voorgestelde indicatoren zoals reeds werd aangegeven in de inleiding.

Tabel 3.4. Correlatie KPI's voor de akkerbouw met drukfactoren

KPI	Energie (Klimaat)	Landgebruik	Emissies naar lucht	Emissies naar water	Landschap en natuur	Bodemgebruik	Watergebruik	Middeleengebruik	Licht & Geluid
Percentage rustgewassen in rotatie (%)*		*	*			*	*	*	
Organische stofbalans (kg EOS per ha)						*			
Percentage bodembedekking (% van het jaar)		*		*	*	*			
Bodemconditie score (score)				*		*	*	*	
Inzet gewasbescherming (score)				*				*	
Stikstofbedrijfsoverschot (kg N per ha)			*	*	*				
Percentage niet-permanente akkerranden (%)		*		*	*	*		*	
Percentage niet-productief land (%)**		*			*				
Score extensief beheerde groene gewassen (score)***		*		*	*	*		*	
Score soort specifieke beheerpakketten (score)		*		*	*	*		*	
Beheerde hectares natuurgebieden en watergangen passend bij regio (ha)				*	*				
Percentage organische inputs uit de regio (%)	*							*	

* Rustgewassen ook wel maaigewassen genoemd zoals granen, grassen en vlinderbloemigen. **Niet-productief land of Ecological Focus Areas (EFA's): bomen, bosjes, poelen. *** Naar Belder et al., 2014.

3.3 Toetsing KPI's aan monitoring en borging

Toetsing, monitoring en borging zijn randvoorwaarden voor geschikte indicatoren rond biodiversiteit in de akkerbouw. Tabel 3.5 is een voorzet van de mogelijkheden voor borging van de verschillende KPI's. Omdat in de akkerbouw vooralsnog geen sprake is van een kringloopwijzer zoals in de melkveehouderij zijn data die aan de basis kunnen staan van de KPI's in de akkerbouw minder voorhanden. Belangrijke bronnen naast de teeltregistratiesystemen bij de akkerbouwers zijn RVO dan wel SCAN. Verwacht mag worden dat dit de nodige inspanning zal vergen zowel wat betreft de eenduidige beschikbaarheid alsook het eigenaarschap van de data.

Tabel 3.5. Toetsing KPI's voor de akkerbouw aan beschikbaarheid, borging en beschikbaarheid van een nulmeting.

KPI	Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties	Aanvullende berekeningen noodzakelijk	Geborgd via externe borging	Nulmeting beschikbaar
Percentage rustgewassen in rotatie (%)*	RVO	Ja	ja	Ja
Organische stofbalans (kg EOS per ha)	EA	Ja	Nee	Nee
Percentage bodembedekking (% van het jaar)	RVO	Ja	Ja	Ja
Bodemconditie score (score)	EA	Nee	Ja	Nee
Inzet gewasbescherming (score)	TA	Ja	Ja	Nee
Stikstofbedrijfsoverschot (kg N per ha)	TA	Ja	Ja	Nee
Percentage niet-permanente akkerranden (%)	SCAN/TA	Ja	Nee	Nee
Percentage niet-productief land (%)**	SCAN/RVO	Nee	Ja	Ja
Score extensief beheerde groene gewassen (score)***	RVO	Ja	Ja	Ja
Score soort specifieke beheerpakketten (score)	TA	Ja	Nee	Nee
Beheerde hectares natuurgebieden en watergangen passend bij regio (ha)	A	Ja	Nee	Nee
Percentage organische inputs uit de regio (%)	TA/A	Ja	Nee	Nee

* Rustgewassen ook wel maaigewassen genoemd zoals granen, grassen en vlinderbloemigen. **Niet-productief land of Ecological Focus Areas (EFA's): bomen, bosjes, poelen. *** Naar Belder et al., 2014. RVO = gecombineerde opgave; EA = externe adviseur; TA = teeltadministratie; SCAN = Stichting Collectief Agrarisch Natuurbeheer; A = anders

4 Identificatie van vragen en knelpunten: uitzoekwerk wat betreft KPI's en ecologische onderbouwing

In hoofdstuk 2 is per indicator een overzicht gegeven van de directe vragen rond de ontwikkeling en kennisleemtes wat betreft de ecologische onderbouwing van de KPI's.

Naast deze vragen per KPI kunnen meer algemene vragen rond de verdere ecologische onderbouwing en ontwikkeling van KPI's ten behoeve van de akkerbouw worden geformuleerd:

1. Voor de akkerbouw is er nog slechts een beperkt instrumentarium voorhanden. Zou een Kringloopwijzer voor de akkerbouw een instrument kunnen zijn dat hier verdere invulling aan geeft?
2. Welke streefwaarden moeten voor de individuele KPI's worden gehanteerd?
3. Bij de akkerbouw legt het op peil houden van de bodemkwaliteit en bodembiodiversiteit de basis voor biodiversiteitswaarde (zowel functioneel als natuurwaarde). Kan meer integraliteit in KPI's worden bereikt door een integrale bodem KPI te ontwikkelen die verschillende maatregelen direct stimuleert zoals rotaties, rustgewassen, bodembedekking, gewasbescherming? Of kan de ontwikkeling van een integrale bodemkwaliteitscore deze rol vervullen?
4. Is een 'positieve' KPI van de gewasbeschermingsmiddelen inzet gebaseerd op maximale inzet van biologische bestrijding (FAB) mogelijk?
5. Welke maatregelen komen bij de nadere invulling van KPI's voor de praktijk in beeld en hoe zijn deze afgestemd op de pijlers van het Conceptueel kader voor biodiversiteit?
6. Welke eisen kunnen daarbij worden gesteld aan bedrijfsoppervlakte afgestemd op de pijlers?
7. Zijn er pakketten van maatregelen samen te stellen die ecologisch en maatschappelijk bijdragen aansluitend bij de KPI's en ook uitvoerbaar zijn voor de praktijk of moet worden uitgaan van een 'cafeteria' model voor de boer die 'shopt' voor het beste resultaat op biodiversiteit, arbeidsinzet en verdiencapaciteit?

Algemene vragen rond draagvlak en proces om tot een gedragen set van KPI's voor de akkerbouw te komen kunnen als volgt worden samengevat:

- De akkerbouwsector heeft te maken met een veelheid aan afnemers die veelal hun eigen duurzaamheid(systematiek) volgen. Hoe kan een breed gedragen en geaccepteerde benadering van de biodiversiteitsmonitoring in de akkerbouw gerealiseerd worden met deze partijen?
- Acceptatie van een benadering rond KPI's vergt draagvlak onder de akkerbouwers zelf en een minimale inspanning vanuit de bedrijfsvoering wat betreft de registratie ervan. In hoeverre zijn teeltregistratiesystemen daarvoor inzetbaar en welke eisen moeten er worden gesteld aan het eigenaarschap van data en hoe wordt de uitwisseling ervan geregeld? Wat is te leren van de Veldleeuwerik systematiek?
- Een biodivers akkerbouw systeem hangt sterk samen met een bepaalde bedrijfsstijl maar ook een verdienmodel. In de akkerbouw zijn daar weinig voorbeelden van. Hoe kunnen echt biodiverse bedrijfsvormen met ecologische méérwaarde maar ook met een goed verdienmodel er in de praktijk uit zien?
- Hoe is deze ontwikkeling verder te brengen in het proces naar een Gemeenschappelijk Europees Landbouwbeleid (GLB) na 2020?

5 Stappenplan om tot een volwaardige biodiversiteitsmonitor voor de akkerbouw te komen

Op basis van het voorgaande, de voorgestelde KPI's uit hoofdstuk 2, de samenhang tussen de KPI's uit hoofdstuk 3 en de vragen en knelpunten bij de ontwikkeling van de KPI's (hoofdstuk 4) zouden de volgende stappen kunnen worden gevolgd om landelijk tot een gedragen set van KPI's voor de akkerbouw te komen die verder gaat dan een enkele indicator biodiversiteit in de bestaande duurzaamheid benaderingen:

1. Verdere afstemming over de voorgestelde KPI's met verschillende partijen in de akkerbouw. Hierbij kan worden gedacht aan BO-akkerbouw, Stichting Veldleeuwerik, Vogelbescherming, banken, coöperaties als de Cosun en Agrifirm, Collectieven verenigd in BoerenNatuur.nl en een selectie van afnemers die open staat voor vergroening van de landbouw.
2. Idem bij overheden zoals EZ maar ook Provincies die met biodiversiteit aan de slag zijn of willen.
3. Vorming van een actief opererende 'ronde tafel' die als stuurgroep de leiding neemt bij het verder vorm geven van KPI's en randvoorwaarden rond biodiversiteit in de akkerbouw.
4. Kennispartijen worden uitgenodigd om geselecteerde deelvragen rond de KPI's ecologisch nader uit te werken uitgaande van de biodiversiteitsdoelen en metingen.
5. In wisselende samenstelling en vorm wordt gewerkt om zowel het maatschappelijk draagvlak als het draagvlak in de sector vorm te geven in een participatieve bottom-up ontwikkeling met akkerbouwers (Koopmans et al., 2011).
6. Toetsing van voorgestelde KPI's en gemeten biodiversiteit in de praktijk. Dit vergt uitwerking en testen van de geselecteerde KPI's. Waar laat de praktijk biodiversiteit- en duurzaamheidswinst zien? En is dat gerelateerd aan de KPI's?
 - a. Hiervoor kan een lijst opgesteld worden van landelijke bedrijven die vooroplopen wat betreft biodiversiteit;
 - b. Bij allen kan een uitgebreide vragenlijst afgenomen worden in combinatie met metingen aan biodiversiteit onderliggend aan de voorgestelde KPI's;
 - c. Van al deze bedrijven zijn de vooraf geselecteerde KPI's in kaart gebracht;
 - d. Al het materiaal wordt verwerkt om tot definitieve KPI voor de akkerbouw te komen en de ecologische meerwaarde te toetsen.
7. Een beloningssysteem is essentieel voor het succes van een volwaardige biodiversiteit. Kosten en baten van pakketten en maatregelen dienen daarvoor verder in kaart te worden gebracht in combinatie met mogelijkheden voor financiering uit het GLB, groenfinanciering, Bonus-malus, prijsdifferentiatie etc.
8. Overheden worden bij punt 4 en 5 betrokken om hun verantwoordelijkheid te nemen in (deel)financiering van zowel het inhoudelijke (onderzoeks)programma alsook uitwerking in de praktijk. Hierbij kan worden aangesloten bij de binnen de EU voorgestelde systematiek zoals verwoord in Keenleyside et al. (2014).

Literatuur

- Alanen E.L., T. Hyvonen, S. Lindgren, O. Harma and M Kuussaari (2011). Differential responses of bumblebees and diurnal Lepidoptera to vegetation succession in long-term set-aside. *Journal of Applied Ecology* 48: 1251-1259.
- Altieri, M.A. (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74 (1-3): 19-31.
- ANLB2016 (2014). Soortenfiches Agrarisch Natuur en Landschapsbeheer. <https://www.bij12.nl/assets/FichesANLb2016november2014defm.pdf>
- Bakker, P.A. en A. van de Berg (2000). Beschermingsplan akkerplanten. Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij, Den Haag. 108 p.
- Belder, E. den, H. Korevaar, R. Geerts en B. Schaap (2014). Evaluatie van gewassen als mogelijke equivalente maatregelen voor ecologische aandachtsgebieden in het nieuwe GLB. *Plant Research International*, Wageningen, 71 p.
- Blacquière, T., G. Smagghe, C.A.M. van Gestel and V. Mommaerts (2012). Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology* (2012) 21: 973.
- Bloem, J., C.J. Koopmans en R. Schils (2017). Effect van mest op de biologische bodemkwaliteit in de Zeeuwse akkerbouw. *Wageningen Environmental Research (Alterra) en het Louis Bolk Instituut*, 56 p.
- Bos, J., B. Koks, M. Kuiper en F Ottburg (2016). Akkervogels tussen hoop en vrees. In: Snoo, G.R. de, Th.C.P. Melman, F.M. Brouwer, W. |J. van der Weijden en H.A. Udo de Haes (eds.) *Agrarisch Natuurbeheer in Nederland: Principes, resultaten en perspectieven*. Wageningen Academic Publishers. 250 p.
- Bos, M.M., C.J.M. Musters and G.R. de Snoo (2014). De effectiviteit van akkerranden in het vervullen van maatschappelijke diensten: een overzicht uit wetenschappelijke literatuur en praktijkervaringen. *CML report 188*. Institute of Environmental Sciences, Leiden University, 63 p.
- Carvell C., W.R. Meek, R.F. Pywell, D. Goulson and M. Nowakowski (2007). Comparing the efficacy of agri-environment schemes to enhance bumble bee abundance and diversity on arable field margins. *Journal of Applied Ecology* 44: 29-40.
- Deyn, G.B. de, W.H. van der Putten (2005). Linking aboveground and belowground diversity. *Trends in Ecology & Evolution* 20(11): 625-633.
- Dirkx, G.H.P., C.J. Grashof-Bokdam en H.A.M. Meeuwssen (2011). Biodiversiteit en landschappelijke variatie. In: M.E. Sanders & A.L. Gerritsen (eds.). *Het biodiversiteitsbeleid in Nederland werkt*. Achtergronddocument bij Balans van de Leefomgeving 2010. Wageningen, WOT-werkdocument 225: 59-6
- Dise, N.B., M. Ashmore, S. Belyazid, A. Bleeker, R. Bobbink, W. de Vries, J.W. Erisman, L. van den Berg, T. Spranger and C.J. Stevens (2011). Nitrogen as a threat to European terrestrial biodiversity. In: M.A. Sutton, Howard C., Erisman J.W., Billen G., Bleeker A., Grennfelt P., van Grinsven H. and B. Grizzetti (eds.). *The European Nitrogen Assessment*, Chapter 20. Cambridge University Press: 463-493.
- Doran, J.W. and M.R. Zeiss (2000). Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology* 15 (1): 3-11.
- DZK (2016). Zie <http://www.duurzamezuivelketen.nl/files/gedetailerde-doelen-duurzame-zuivelketen.pdf>.
- Erisman, J.W., N. van Eekeren, W. Cuijpers en J. de Wit (2014). Biodiversiteit in de melkveehouderij. *Louis Bolk Instituut*, rapport nr. LbD 2014-042, Driebergen, 55 p.
- Erisman, J.W., J.N. Galloway, S. Seitzinger, A. Bleeker, N.B. Dise, R. Petrescu, A.M. Leach and W. de Vries (2013). Consequences of human modification of the global nitrogen cycle. *Phil. Trans. Roy. Soc.* vol. 368 no. 1621, doi: 10.1098/rstb.2013.0116
- Erisman, J.W., N. van Eekeren, J. de Wit, C.J. Koopmans, W. Cuijpers, N. Oerlemans and B. Koks (2016). Agriculture and biodiversity: a better balance benefits both. *AIMS Agriculture and Food* 1(2): 157-174.
- Faber, J.H., G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis, J. Bloem, J. Lahr, W.H. Diemont en L.C. Braat (2009). *Ecosysteemdiensten en bodembeheer: maatregelen ter verbetering van biologische bodemkwaliteit*. Wageningen, Alterra-rapport 1813. 150 p.
- Field, C.D., N.B. Dise, R.J. Payne, A.J. Britton, B.A. Emmett, R.C. Helliwell, S. Hughes, L. Jones, S. Lees, J.R. Leake, I.D. Leith, G.K. Phoenix, S.A. Power, L.J. Sheppard, G.E. Southon, C.J. Stevens and S.J.M. Caporn (2014). The role of nitrogen deposition in widespread plant community change across semi-natural habitats. *Ecosystems* 17: 846-877.

- Geertsema, W. (2002). Het belang van groenblauwe dooradering voor natuur en landschap. Achtergronddocument Natuurbalans 2002. WOT-Werkdocument 2002/2. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen
- Geiger, F., J. Bengtsson, J., F. Berendse et al. (2010). Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11: 97-105.
- Goulson, D. (2013). An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *Journal of Applied Ecology* 50: 977-987.
- Goulson D., O. Lepais, S. O'Connor, J.L. Osborne, R.A. Sanderson, J. Cussans, L. Goffe and B. Darvill (2010). Effects of land use at a landscape scale on bumblebee nest density and survival. *Journal of Applied Ecology* 47: 1207-1215.
- Hänke S., B. Scheid, M. Schäfer, T. Tschardtke and C. Thies (2009). Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs. complex landscapes. *Journal of Applied Ecology* 46: 1106-1114.
- Hanley M.E., M. Franco, C.E. Dean, E.L. Franklin, H.R. Harris, A.G. Haynes, S.R. Rapson, G. Rowse, K.C. Thomas, B.R. Waterhouse and M.E. Knight (2011). Increased bumblebee abundance along the margins of a mass flowering crop: evidence for pollinator spill-over. *Oikos* 120: 1618-1624.
- Hannon L.E. and T.D. Sisk (2009). Hedgerows in an agri-natural landscape: Potential habitat value for native bees. *Biological Conservation* 142: 2140-2154.
- Holland J.M., H. Oaten, S. Moreby, T. Birkett, J. Simper, S. Southway and B.M. Smith (2012). Agri-environment scheme enhancing ecosystem services: A demonstration of improved biological control in cereal crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 155: 147- 152.
- Holzschuh A., I. Steffan-Dewenter and T. Tschardtke (2010). How do landscape composition and configuration, organic farming and fallow strips affect the diversity of bees, wasps and their parasitoids? *Journal of Animal Ecology* 79: 491-500.
- Keenleyside C., G. Radley, G. Tucker, E. Underwood, K. Hart, B. Allen and H. Menadue (2014). Results-based Payments for Biodiversity Guidance Handbook: Designing and implementing results-based agri-environment schemes 2014-20.
- Prepared for the European Commission, DG Environment, Contract No ENV.B.2/ETU/2013/0046, Institute for European Environmental Policy, London.
- Kells A.R., J.M. Holland and D. Goulson (2001). The value of uncropped field margins for foraging bumblebees. *Journal of Insect Conservation* 5: 283-291.
- Koopmans, C. en G.J. van der Burgt (2001). Mineralenbenutting in de biologische landbouw: een integrale benadering. Louis Bolk Instituut, rapport nr. LB5, Driebergen, 118 p.
- Koopmans, C.J., F.W. Smeding, M. Rutgers, J. Bloem en N. van Eekeren (2006). Biodiversiteit en bodembeheer in de landbouw. Louis Bolk Instituut, RIVM, Alterra, rapport nr. LB14, 69 p.
- Koopmans, C.J. en T. van Schie (eds.) (2012). Bodemsignalen: Praktijkids voor een vruchtbare bodem. Roodbont uitgeverij, Zutphen, ISBN 978-75280-81-4. NUR 940.
- Koopmans, C.J., K. van Veluw en F.G. Wijnands (2011). Participatieve ontwikkeling: samenwerking in een vraagegestuurde context van de biologische landbouw. Wageningen UR en Louis Bolk Instituut, rapport nr. LbD 2011-032, Driebergen, 68 p.
- Koopmans, C.J., M. Zanen en C. ter Berg (2015). Bodemscan© zand- en dalgronden: Beoordelingskader Veenkoloniale gronden. Louis Bolk Instituut, rapport nr. LbP 2015-013, Driebergen, 22 p.
- Koopmans, C.J. en A. Zwijnenburg (2015). Reststromen veilig en duurzaam inzetten in de akkerbouw. Louis Bolk Instituut, Driebergen, 28 p.
- Knegt, B. de (2014). Graadmeter Diensten van Natuur: Vraag, aanbod, gebruik en trend van goederen en diensten uit ecosystemen in Nederland. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOT-technical report 13.
- Krauss J., I. Gallenberger and I. Steffan-Dewenter (2011). Decreased functional diversity and biological pest control in conventional compared to organic crop fields. *PLoS one* 6: 19502-19502.
- Krüger, M., P. Schledorn, W. Schrödl, H.W. Hoppe, W. Lutz and A. A. Shehata (2014). Detection of Glyphosate Residues in Animals and Humans. *J Environ Anal Toxicol* 4: 210.
- Kuiper, M. W. (2015). The value of field margins for farmland birds. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen.
- Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) <http://www.agrimatie.nl>

- Meeusen, M., C.J. Koopmans, A. Stortelder, W. Zaalmink en H. Prins (2015). Natuur en biodiversiteit in de biologische markt: Verkenning van de mogelijkheden om natuur en biodiversiteit in de biologische markt te verwaarden. Louis Bolk Instituut, LEI Wageningen UR, Wageningen, 40 p.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. <http://www.millenniumassessment.org/en/Reports.aspx>
- Noordijk J., A.J. van loon, R.M.J.C. Kleukers en E.J. van Nieukerken (eds.) (2010). De Nederlandse Biodiversiteit. Nederlandse Fauna 10. Nederlands Centrum voor Biodiversiteit, Naturalis & EIS.
- Opdam, P.F.M., C.J. Grashof - Bokdam en W.K.R.E. van Wingerden (2000). Groene dooradering: een ruimtelijk concept voor functiecombinaties in het agrarisch landschap. *Landschap* 17: 45 – 51.
- Osborne J.L., A.P. Martin, C.R. Shortall., A.D. Todd, D. Goulson, M.E. Knight, R.J. Hale and R.A. Sanderson (2008). Quantifying and comparing bumblebee nest densities in gardens and countryside habitats. *Journal of Applied Ecology* 45: 784-792.
- Pellissier, L., M.S. Wisz, B. Strandberg and C. Damgaard (2014). Herbicide and fertilizers promote analogous phylogenetic responses but opposite functional responses in plant communities. *Environmental Research Letters* 9: 1-9.
- Poll, J.T.K. en C.G.M. Geven (1996). Effecten van bodembedekking op de opbrengst en kwaliteit van groentegewassen. Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, Verslag nr. 212, 93 p.
- Radford, J.Q., A.F. Bennett and G.J. Cheers (2005). Landscape-level thresholds of habitat cover for woodland-dependent birds. *Biological conservation* 124: 317-337.
- Rutgers, M., G.A.J.M. Jagers op Akkerhuis, J. Bloem, A.J. Schouten en A.M. Breure (2009). Prioritaire gebieden in de Kaderrichtlijn Bodem: Belang van bodembiodiversiteit en ecosysteemdiensten. RIVM-rapport 607370001/2009, 64 p.
- Sanders, M. en J. Westerink (2015). Op weg naar een natuurinclusieve duurzame landbouw. Wageningen UR (Alterra), Wageningen.
- Schrödl, W., S. Krüger, T. Konstantinova-Müller, A.A. Shehata, R. Rulff and M. Krüger (2014). Possible effects of glyphosate on Mucorales abundance in the rumen of dairy cows in Germany. *Curr Microbiol.* 69(6): 817-23.
- Sheppard, L.J., I.D. Leith, T. Mizunuma, J.N. Cape, A. Crossley, S. Leeson, M.A. Sutton, D. Fowler and N. Dijk (2011). Dry deposition of ammonia gas drives species change faster than wet deposition of ammonium ions: evidence from a long-term field manipulation. *Global Change Biology* 17 (12): 3589-3607
- Shepherd G., (2000). Visual soil assessment. Volume 1. Fields guide for cropping and pastoral grazing on flat to rolling country. Horizons.mw & Landcare Research, Palmerston North. 84 p.
- Snoo G.R. de (1999). Unsprayed field margins: effects on environment, biodiversity and agricultural practice. *Landscape and Urban Planning* 46: 151-160.
- Snoo, G.R. de, Th.C.P. Melman, F.M. Brouwer, W.J. van der Weijden, H.A. Udo de Haes (2016). Agrarisch natuurbeheer in Nederland – Principes, resultaten en perspectieven. Wageningen Academic Publishers.
- Sorg M., H. Schwan, W. Stenmans and A. Müller (2013). Investigation of the Biomass of flying insects in the Orbroich Bruch Nature Reserve using Malaise Traps in the years 1989 and 2013. Report of the Proceedings of the Krefeld Entomological Society, Vol., 1 (2013), p. 1-5.
- Steingrover, E.G., W. Geertsema, W.K.R.E. van Wingerden (2010). Designing agricultural landscapes for natural pest control. *Landscape Ecology* 25: 825 - 838.
- TCB A110(2016). Advies Toestand en dynamiek van organische stof in Nederlandse landbouwbodems. Den Haag.
- Terwan, P., J. van Miltenburg, A. Guldmond, A. van Doorn (2017). Vergroening, agrarisch natuurbeheer en collectieven: praktijkideeën voor een groenere landbouw. Boeren natuur, Utrecht, 60 p.
- Thorup-Kristensen, K., Magid, J., Jensen, L.S. 2003. Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. *Adv. Agron.* 79: 227-302.
- Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D’Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters, K. Hedlund (2015). Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21: 973-985.
- Van Dam, A. M. (1996). Understanding the reduction of nitrogen leaching by catch crops. Proefschrift Wageningen University, 1996, 171 p.

- Van den Noort P.C., (1987). Land consolidation in the Netherlands. *Land Use Policy*, 4, 1:11-13.
- Van der Wal, A., N. van Eekeren en M. Rutgers (2008). Een verkennende literatuurstudie over het effect van bodembeheer op ecosysteemdiensten. RIVM Briefrapport 607604010/2008, 42 p.
- Van Dijk, W., J. Spruijt, W. Runia en W. van Geel (2012). Verruiming vruchtwisseling in relatie tot de mineralenbenutting, bodemkwaliteit en bedrijfseconomie op akkerbouwbedrijven. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. PPO rapport 527. 77 p.
- Van Eekeren, N., F. Verhoeven en J.W. Erisman (2015). Verkenning Kritische Prestatie Indicatoren voor stimulering van een biodiverse melkveehouderij. Louis Bolk Instituut, rapport nr. LbD 2015-046, Driebergen, 64 p.
- Van Laarhoven, G., J. Nijboer, N. Oerlemans, R. Piechocki en J. Pluimers (2017). Op weg naar en biodiverse melkveehouderij. FrieslandCampina, Rabobank, Wereld Natuur Fonds, 27 p.
- Van Schooten, H.A. van, N. van Eekeren, M.C. Hanegraaf, G.J.H.M. van der Burgt en M. de Visser (2006). Effect meerjarige toepassing groenbemester en organische mest op bodemkwaliteit bij continueelt maïs: 2e rapport project Zorg voor Zand. Rapport 01. Animal Science Group, Wageningen. 40 p.
- VNC (2014). Levend Buitenland van Rhooen: Zorg voor natuurlijk en idyllisch landschap voor Stadsregio Rotterdam. Vereniging Nederlands Cultuurlandschap, Beek-Ubbergen, 63 p.
- Vogel, G. (2017). Where have all the insects gone? *Science Online*, doi:10.1126/science.aal1160
- Wereld Natuur Fonds (2015). Living Planet Report. Natuur in Nederland. WNF, Zeist.
- Westphal C., I. Steffan-Dewenter and T. Tschardt (2009). Mass flowering oilseed rape improves early colony growth but not sexual reproduction of bumblebees. *Journal of Applied Ecology* 46: 187-193.
- Wit, J. de, U. Prins, F.W. Smeding, M. Boekhoff, A.J.G. Dekking en G. Iepema (2006). Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw: Uitdagingen in de praktijk. Louis Bolk Instituut, Driebergen. 30 p.
- www.agriamate.nl
- www.bestuivers.nl/bedreiging/oorzaken
- www.milieumeetlat.nl
- www.scan-collectieven.nl/documenten met o.a. overzicht Beheerpakketten Agrarisch Natuur- & Landschapsbeheer 2016, versie 1.5d. 1 december 2015.
- Zanen, M. (2017). Ontwikkeling van KPI's voor landschappelijke diversiteit en specifiek soorten als onderdeel van de Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij. Louis Bolk Instituut, rapport nr. LbP 2017-005, Driebergen, 32 p.
- Zanen, M., P. Belder, W. Cuijpers en M. Bos (2011). Duurzaam bodembeheer & Functionele agrobiodiversiteit in de bodem. Bodembreed Interreg, 83 p.
- Zijlstra, J., P.W. Blokland, N. van Eekeren, G. Michels, N. Polman en M. Bestman (2016). Monitoring van functionele agrobiodiversiteit in de melkveehouderij: ontwikkeling van KPI's. Wageningen Livestock Research, Rapport 984.
- Zwart, K., A. Kikker, A. Wolfs, A. Termorshuizen en G.J. van der Burgt (2013). Tien vragen en antwoorden over organische stof. HLB, rapport, Wijster, 8 p.

Bijlage 1 Groslijst aan potentiële KPI's

Aandeel rooivruchten (%)
Percentage rustgewassen in rotatie (%)
Frequentie aardappelteelt in bouwplan
Diversiteit gewassen (aantal, oppervlak)
Inzet groenbemesters (% en/of duur)
Organische stofaanvoer (kg EOS per ha)
Organische stof (%)
Organische stofbalans (kg EOS per ha)
CO₂-equivalenten
Grondbewerking (score)
Bodembedekking (% van gehele jaar)
Bodemconditie (score)
Milieubelasting punten (MBP per ha)
Inzet FAB (score)
Inzet gewasbescherming (score)
N input-output balans (kg N per ha)
N-bodemoverschot (kg N per ha)
Stikstofbedrijfsoverschot (kg N per ha)
P₂O₅ input-output balans
P-bodemoverschot (kg P per ha)
P-bedrijfsoverschot (kg P per ha)
Pakketten landschapselementen (%)
Beheerde akkerranden (%)
Beheerde lijnelementen (%)
EFA's (%)
Niet-productief land (%)
Extensief beheerd land (%)
Onverhard erf (%)
Pakketten agrarisch natuurbeheer (%)
Stoppelland in winter (% oppervlak)
Extensief beheerde groene gewassen (%)
Mozaïek en strokenbeheer (ha)
Soort specifieke beheerpakketten (score)
Beheerd natuurgebied passend bij regio (ha)
Waterbeheer/Oppervlakte waterkwaliteit
Beheerde watergangen passend bij regio (ha)
Beheerde hectares natuurgebieden en watergangen passend bij regio (ha)
Mest uit de regio (%)
Organische inputs uit de regio (%)