



Drempel- en streefwaarden voor de KPI's van de BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw

Benchmarking ten opzichte van doelen voor biodiversiteit, bodem en water

Anne van Doorn, Rik Waenink, Isabella Selin Noren, Wijnand Sukkel, Dennis Heupink, Chris Koopmans, Jeroen Bruijnes, Lisa Deijl



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Drempel- en streefwaarden voor de KPI's van de BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw

Benchmarking ten opzichte van doelen voor biodiversiteit, bodem en water

Anne van Doorn¹, Rik Waenink¹, Isabella Selin Noren², Wijnand Sukkel², Dennis Heupink³, Chris Koopmans³, Jeroen Bruijnes¹, Lisa Deijl⁴

1 Wageningen Environmental Research

2 Wageningen Plant Research

3 Louis Bolk Instituut

4 BoerenNatuur

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research Louis Bolk Instituut en BoerenNatuur en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, BO-akkerbouw, Wereld Natuur Fonds, Rabobank en provincie Groningen in het kader van het Meerjarig Missiegedreven Innovatie Programma 'Biodiversiteit in de kringlooplandbouw' (projectnummer BO-58-001-003).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, november 2022

Gereviewd door:
Marlies Sanders, Senior onderzoeker

Akkoord voor publicatie:
Joke de Jong, teamleider van Biodiversiteit en Beleid

Rapport 3202
ISSN 1566-7197
ISBN 978-94-6447-117-5

Anne van Doorn, Rik Waenink, Isabella Selin Noren, Wijnand Sukkel, Dennis Heupink, Chris Koopmans, Jeroen Bruijnes, Lisa Deijl, 2022. *Drempel- en streefwaarden voor de KPI's van de BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw; Benchmarking ten opzichte van doelen voor biodiversiteit, bodem en water*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3202. 48 blz.; 4 fig.; 11 tab.; 47 ref.

De Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw (BMA) is een instrument dat door middel van Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) de prestaties voor biodiversiteit meet van een akkerbouwbedrijf. KPI's drukken condities uit die cruciaal zijn voor biodiversiteit op en om akkerbouwbedrijven en waarop boeren direct invloed kunnen uitoefenen met maatregelen. Dit rapport beschrijft voor elke KPI de drempel- en streefwaarden zodat scores van bedrijven geduid kunnen worden ten opzichte van doelen.

The biodiversity monitor arable farming is a tool that assess the contribution to biodiversity of arable farms by means of Key Performance Indicators (KPI's). KPI's express the suitable conditions that are crucial for biodiversity at and around arable farms and which are under the direct influence of farmers. This report describes the threshold and target values for each KPI, which can be used to benchmark against objectives.

Trefwoorden: akkerbouw, biodiversiteit, kritische prestatie indicatoren, benchmarken

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/564802> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2022 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

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



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem.

In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3202 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Shutterstock

Inhoud

Verantwoording	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	10
1.1 Een integrale set van Kritische Prestatie Indicatoren	10
1.2 Ecologische drempel- en streefwaarden	11
2 Werkwijze	12
2.1 Kader voor het stellen van drempel- en streefwaarden	12
2.2 Uitvoering	13
3 Resultaten	15
3.1 Drempel- en streefwaarden per KPI	15
3.1.1 KPI 1 Percentage rustgewassen in bouwplan	15
3.1.2 KPI 2 Percentage niet-kerende groundbewerking	18
3.1.3 KPI 3 Organischestofbalans	19
3.1.4 KPI 4a Gewasdiversiteit	22
3.1.5 KPI 4b Ruimtelijke gewasdiversiteit	23
3.1.6 KPI 5 Percentage bodembedekking	26
3.1.7 KPI 6 Percentage natuur- en landschapsbeheer	27
3.1.8 KPI 7 Stikstofbedrijfsoverschot	31
3.1.9 KPI 8 Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen	34
3.2 Overzicht van drempel- en streefwaarden en integraliteit	38
4 Conclusies en vervolg	40
4.1 Conclusies	40
4.2 Vervolg	41
Literatuur	43
Bijlage 1 Vragen voor de praktijkproef	46

Verantwoording

Rapport: 3202

Projectnummer: 5200045733

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

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: Senior onderzoeker

naam: Marlies Sanders

datum: 20-04-2022

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Joke de Jong

datum: 11-10-2022

Samenvatting

De Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw (BMA) is een instrument dat door middel van Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) op bedrijfsniveau de prestaties voor biodiversiteit meet van een akkerbouwer. KPI's drukken condities uit die cruciaal zijn voor biodiversiteit op en om akkerbouwbedrijven en waarop boeren direct invloed kunnen uitoefenen met maatregelen. Om voor de betrokken partijen, zoals akkerbouwers, ketenpartijen en overheden helder te krijgen waar de verduurzaming van de akkerbouw wat betreft herstel van biodiversiteit uiteindelijk toe moet leiden, is het belangrijk om de gewenste normwaarden van KPI's objectief vast te stellen. Hiervoor worden drempel- en streefwaarden gehanteerd.

- Bij een **streefwaarde** is er sprake van een ecologisch optimum voor biodiversiteit binnen het functioneren van de akkerbouw. De streefwaarden zijn de stip op de horizon: de ideale, optimale situatie.
- Bij een **drempelwaarde** gaat de huidige biodiversiteit niet verder achteruit. Bij waarden hoger dan de drempelwaarde is er sprake van een positief effect op biodiversiteit. Dit vormt de start voor biodiversiteitsherstel.

Drempel- en streefwaarden maken het mogelijk om scores op de KPI's van de BMA te kunnen benchmarken ten opzichte van biodiversiteitsdoelen. Zowel het 'ecologisch optimum' als het punt waarbij de biodiversiteit niet verder achteruitgaat, is niet eenvoudig te bepalen door de vele variabelen en complexe interacties. Er is dan ook voor gekozen om drempel- en streefwaarden te koppelen aan:

1. (Inter)nationale doelen en opgaven op het gebied van biodiversiteit, klimaat en milieu.
2. Indien 1) niet beschikbaar is: wetenschappelijk aangetoonde verbanden tussen KPI's en biodiversiteit.
3. Indien 2) niet beschikbaar is: verbetering ten opzichte van de huidige situatie.

De derde optie sluit niet strikt aan bij de definitie van de drempelwaarde. Maar met de kennis van nu is dit de enige optie die overblijft om te kunnen benchmarken, waarbij we ervan uitgaan dat met een incrementele verbetering van de huidige situatie de biodiversiteit niet verder achteruitgaat. Bij deze derde optie wordt de term 'referentiewaarden' gehanteerd en niet drempel- en streefwaarden.

In het voorliggende rapport wordt een eerste onderbouwde set voorgesteld van drempel- en streefwaarden voor de KPI's. De drempel- en streefwaarden zijn op basis van de huidige kennis zo veel mogelijk afgeleid van bestaand relevant beleid en wetenschappelijke literatuur.

Ten behoeve van de transparantie van de BMA wordt er nadrukkelijk onderscheid gemaakt tussen de *inhoud* en de *toepassing* van de BMA: in voorliggend rapport worden de drempel- en streefwaarden vanuit de inhoud objectief bepaald op basis van wetenschap en uitgaande van doelen voor biodiversiteit.

Bij het *toepassen* van de BMA zullen diverse stakeholders scores op KPI's koppelen aan beloning door middel van bijvoorbeeld een puntensysteem. De waarden waarbij stakeholders overgaan tot beloning worden bepaald door de betalende partij en kan dus ook per partij verschillen.

Bovenstaand onderscheid tussen inhoud en toepassing geldt ook voor regionale differentiatie van drempel- en streefwaarden: in dit rapport wordt vanuit de doelen voor biodiversiteit en ecologie beredeneerd of er regionaal gedifferentieerd moet worden in drempel- en streefwaarden. Indien regionale differentiatie ecologisch niet aan de orde is, wil dit niet zeggen dat er vanuit het perspectief van sturing of beloning geen differentiatie gewenst is. Als het bijvoorbeeld in de ene regio meer inspanning zal vergen om aan de drempelwaarden te voldoen dan in andere gebieden, kan het juist wel wenselijk zijn om bij beloningen rekening te houden met regio-specifieke waarden.

Het vertrekpunt voor het stellen van drempel- en streefwaarden zijn de integrale doelen voor biodiversiteit. Het gaat dan om het verminderen van de externe druk op natuur, milieu en klimaat, de toename van geschikt leefgebied voor soorten en het versterken van ecosysteemfuncties. De kern van de methode voor het stellen van drempel- en streefwaarden is dat er systematisch keuzes worden gemaakt om te komen tot

drempel- en streefwaarden. Vragen hierbij zijn onder andere: op basis van welke specifieke doelen en opgaven worden drempel- en streefwaarden verder uitgewerkt? Welke bestaande kaders binnen beleid of wetenschap worden hiervoor gebruikt? Hoe wordt teruggerekend naar drempel- en streefwaarden? Voor elke KPI zijn deze vragen doorlopen. Dit resulteerde in de drempel- en streefwaarden in Tabel 1.

Tabel 1 *Overzicht van drempel- en streefwaarden voor de KPI's op bedrijfsniveau.*

Nr.	KPI	Grondslag drempelwaarde (DW) en streefwaarde (SW)	Drempelwaarde (DW)	Streefwaarde (SW)																												
1	Percentage rustgewassen in rotatie	DW: Huidige gemiddelde, met regionale differentiatie. SW: agronomische vuistregel	39%* in kleiregio's: huidige gem. aandeel.	50%*																												
2	Percentage nkg	pm																														
3	Organische stofbalans	DW: kengetallen afbraak SW: Goede Landbouwpraktijk	Balans: 1.00 Aanvoer: 2000 kg/ha/jaar EOS	Balans: 1.25–1.50 Aanvoer: 2500-3000 kg/ha/jaar EOS																												
4a	Gewasdiversiteit	Wetenschap	4 gewassen (S = 1.39)	8 gewassen (S = 2.08)																												
4b	Ruimtelijke Gewasdiversiteit	Wetenschap	200 m rand/ha (= perceel van ca. 4 ha)	400 m rand/ha (= perceel van ca. 1 ha)																												
5	Percentage bodembedekking	pm																														
6	Percentage natuur- en landschapsbeheer	DW: wetenschap & GLB SW: wetenschap & biodiversiteitsstrategie E.C.	5%	10%																												
7	Stikstofbedrijfsoverschot	DW: Nitraatrichtlijn SW: Kaderrichtlijn Water	Afhankelijk van de grondsoort: <table><tr><th>GWT</th><th>Zand</th><th>Klei</th><th>Löss</th></tr><tr><td>III*</td><td>107</td><td>337</td><td>105</td></tr><tr><td>IV</td><td>78</td><td>248</td><td>77</td></tr><tr><td>V</td><td>71</td><td>182</td><td>69</td></tr><tr><td>V*</td><td>71</td><td>205</td><td>69</td></tr><tr><td>VI</td><td>48</td><td>157</td><td>47</td></tr><tr><td>VII</td><td>38</td><td>131</td><td>37</td></tr></table>	GWT	Zand	Klei	Löss	III*	107	337	105	IV	78	248	77	V	71	182	69	V*	71	205	69	VI	48	157	47	VII	38	131	37	Regionaal zeer verschillend afhankelijk van grondsoort & type oppervlakte water; schatting 10-50 kg N/ha,
GWT	Zand	Klei	Löss																													
III*	107	337	105																													
IV	78	248	77																													
V	71	182	69																													
V*	71	205	69																													
VI	48	157	47																													
VII	38	131	37																													
8	Milieubelasting Gewasbeschermings- middelen	DW: huidige gemiddelde SW: ecologisch optimum	0 toepassing boven 100 MBP** op bodem- en waterleven. 0 toepassingen met classificering B of C*** voor bestuivers	0 toepassingen boven 10 MBP op bodem- en waterleven 0 toepassingen met classificering B of C voor bestuivers																												

* drempel- en streefwaarden moeten beschouwd worden als referentiewaarden, vanwege ontbreken wetenschappelijke/beleidsmatige onderbouwing.

** MBP = MilieuBelastingsPunten volgens de Milieumeetlat.nl.

*** classificering B of C betekent dat middel niet of beperkt toepasbaar is in de geïntegreerde teelt.

Voor het functioneren van de biodiversiteitsmonitor is het nu essentieel dat er praktijkervaring wordt opgedaan met de KPI's. Akkerbouwers gaan dan aan de slag met de KPI's en werken aan verbetering op de scores. Door het volgen van de praktijkervaringen kunnen de in- en toepasbaarheid van de biodiversiteitsmonitor beter begrepen worden. Zo kan ook getest worden of er nog KPI's missen en of de voorgestelde methode voor het borgen van integraliteit functioneert (zie paragraaf 3.2), ook is het cruciaal dat er wordt gemonitord op de daadwerkelijke effecten op biodiversiteit, zodat de relatie tussen KPI's en biodiversiteit inzichtelijker wordt. Tot slot, wat uiteindelijk echt nodig is om de biodiversiteitsmonitor akkerbouw tot een succes te maken is dat het een goed verdienenmodel voor akkerbouwers faciliteert. Dit valt buiten de scope van dit rapport, maar het kan zijn dat hogere scores op de KPI's leiden tot productievermindering. Het is niet realistisch te verwachten dat dat voldoende gecompenseerd zal worden door de marktprijs. Om akkerbouwers in staat te stellen scores op de KPI's te verbeteren is het essentieel dat beloningsmechanismen op gang gaan komen zodat goede prestaties op de integrale set van KPI's ook beloond gaan worden. Elke betrokken partij maakt daarbij eigen keuzes, de ecologische drempel- en streefwaarden zijn richtinggevend daarin.

1 Inleiding

1.1 Een integrale set van Kritische Prestatie Indicatoren

Om prestaties voor biodiversiteit in de akkerbouw meetbaar te maken en deze te sturen en te belonen, is de Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw (BMA) ontwikkeld. Deze bestaat uit een set van Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) die gezamenlijk een integraal beeld geven van de prestaties op biodiversiteit (en tevens andere duurzaamheidsaspecten) op een akkerbouwbedrijf. KPI's drukken condities uit die cruciaal zijn voor biodiversiteit op en om akkerbouwbedrijven en waarop boeren direct invloed kunnen uitoefenen met maatregelen. Daarmee vormen KPI's een scharnierpunt tussen de landbouwpraktijk en biodiversiteit en komen zo tegemoet aan de (breed gevoelde) wens om niet met maatregelvoorschriften te werken, noch boeren af te rekenen op de al dan niet aanwezige biodiversiteit op het bedrijf.

De opgaven en kansen voor biodiversiteit in de akkerbouw en een advies voor zinvolle KPI's voor de Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw staan beschreven in Van Doorn et al. (2021): duurzaam bodembeheer, een divers akkerland, voldoende en onderling voldoende verbonden (semi)natuurlijke habitat, minimale emissies van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen en duurzaam waterbeheer zijn de belangrijkste opgaven. De KPI's die geadviseerd worden, staan in Tabel 1.1. Het advies is gedeeltelijk overgenomen door de initiatiefnemers BO Akkerbouw, Rabobank, WNF en Provincie Groningen in de zogenaamde 0.2-versie van de BMA. Deze bestaat momenteel uit de KPI's in Tabel 1.1, maar met uitzondering van KPI 2, 7 en 10 (grijs gearceerd). Deze KPI's werden wel als relevant gezien, maar behoeven nog verdere uitwerking. Daarentegen werd de KPI Carbon Footprint niet geadviseerd voor de BMA vanwege de indirecte relatie met biodiversiteit, maar deze is wel opgenomen in de 0.2-versie van de BMA vanwege de kansen voor beloning vanuit de markt. De uiteindelijke lijst bestaat dus uit 8 KPI's.

Tabel 1.1 KPI's voor de biodiversiteitsmonitor akkerbouw (Van Doorn et al. 2021). Grijs gearceerd staan de KPI's die (nog) niet in de 0.2-versie van de BMA zijn opgenomen. Voor de KPI's met een * worden in dit rapport geen drempel- en streefwaarden opgesteld, omdat deze niet opgenomen waren in de advieslijst (Carbon Footprint) of omdat deze eerst nog verder ontwikkeld moeten worden (groenblauwe dooradering en waterbalans).

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

Elke KPI stuurt op een bepaalde opgave voor biodiversiteit en alleen *gezamenlijk* sturen de KPI's op integraal biodiversiteitsherstel. Het is dan ook belangrijk om bij de toepassing van de BMA de *gehele* set van KPI's te gebruiken om te grote afwentelingseffecten te voorkomen, waarbij het verbeteren van de score op KPI A te veel ten koste gaat van de score op KPI B.

De monitor meet objectief de KPI's die de condities voor biodiversiteit op en buiten het bedrijf bepalen en kan daardoor ingezet worden om akkerbouwers te belonen via ketenpartijen en andere belanghebbenden bij het versterken van de biodiversiteit.

1.2 Ecologische drempel- en streefwaarden

Om voor de diverse betrokken partijen te concretiseren waar de verduurzaming van de akkerbouw uiteindelijk toe moet leiden, is benchmarken ten opzichte van de doelen essentieel. Zo kan in beeld gebracht worden wat de gewenste waarden van KPI's zijn die horen bij de condities die gunstig zijn voor biodiversiteit. Hiervoor worden drempel- en streefwaarden gehanteerd:

- Bij de **streefwaarde** is er sprake van een ecologisch optimum voor biodiversiteit binnen het functioneren van de akkerbouw. De streefwaarden zijn de stip op de horizon: de optimale situatie.
- Bij de **drempelwaarde** gaat de huidige biodiversiteit niet verder achteruit. Bij waarden hoger dan de drempelwaarde is er sprake van een positief effect op biodiversiteit. Dit vormt de start voor biodiversiteitsherstel.

Zowel het 'ecologisch optimum' als het punt waarbij de biodiversiteit niet verder achteruitgaat, is niet eenvoudig door de vele variabelen en complexe interacties. Er is dan ook voor gekozen om drempel- en streefwaarden te koppelen aan:

1. (Inter)nationale doelen en opgaven op het gebied van biodiversiteit, klimaat en milieu.
2. Indien 1) niet beschikbaar is: wetenschappelijk aangetoonde verbanden tussen KPI's en biodiversiteit.
3. Indien 2) niet beschikbaar is: verbetering ten opzichte van de huidige situatie.

De derde optie sluit niet strikt aan bij de definitie van de drempelwaarde. Maar met de kennis van nu is dit de enige optie die overblijft, waarbij we ervan uitgaan dat met een incrementele verbetering van de huidige situatie de biodiversiteit niet verder achteruitgaat. Deze waarden worden geen drempel- en streefwaarden genoemd, maar 'referentiewaarden'.

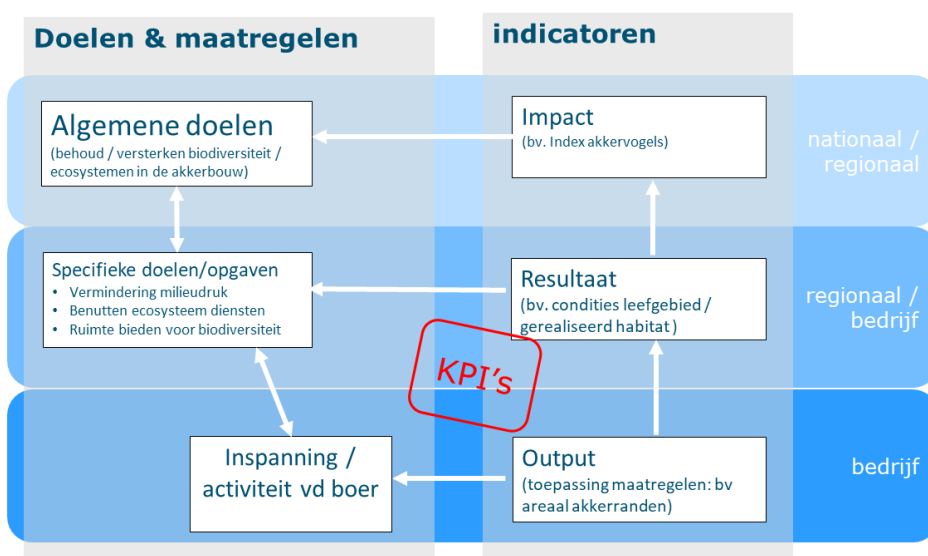
Het voorliggende rapport beschrijft per KPI welke koppeling is gemaakt en hoe de normering verder is uitgewerkt in drempel- en streefwaarden. Dit wordt gedaan voor de niet-grijs gearceerde KPI's in Tabel 1.1.

De drempel- en streefwaarden drukken dus *niet* uit wat haalbaar is, maar wat nodig is om deze doelen te bereiken. Het is daarom belangrijk om te benadrukken dat de ecologische drempel- en streefwaarden in principe losstaan van de manier waarop een partij de biodiversiteitsmonitor kan implementeren, bijvoorbeeld hoe een partij stapsgewijze verbetering vormgeeft door het nemen van maatregelen en het toekennen van een beloning. De ecologische drempel- en streefwaarden geven wel richting aan de integrale sturing van een bedrijf om de goede kant uit te bewegen. Ook kunnen drempel- en streefwaarden bij implementatie regionaal worden gedifferentieerd.

2 Werkwijze

2.1 Kader voor het stellen van drempel- en streefwaarden

Om drempel- en streefwaarden te stellen, is het belangrijk om een duidelijke koppeling te maken tussen KPI's, de doelen en opgaven waaraan bijgedragen moet worden en in hoeverre deze gekwantificeerd kunnen worden. Centraal in de methode voor het stellen van drempel- en streefwaarden staat dan ook de logische samenhang tussen doelen, maatregelen en indicatoren (interventie logica), zoals weergegeven in Figuur 2.1. Er wordt gestart vanuit het algemene doel van het behoud en herstel van biodiversiteit (linksboven). Dit doel wordt verder gespecificeerd in opgaven die gerealiseerd moeten worden en maatregelen die een akkerbouwer kan uitvoeren. In hoeverre maatregelen worden uitgevoerd en doelen worden bereikt, kan met verschillende typen indicatoren worden gemeten: zogenaamde output, resultaat en impact indicatoren (rechterkolom). Zoals eerder aangegeven drukken KPI's de condities uit die belangrijk zijn voor biodiversiteit en komen in die zin overeen met resultaat indicatoren.



Figuur 2.1 Schematische samenhang tussen doelen, maatregelen en indicatoren: het algemene doel versterken van biodiversiteit in de akkerbouw kan worden vertaald in verschillende specifieke doelen en opgaven waarvoor een boer vervolgens maatregelen neemt. De toepassing van maatregelen, de resultaten daarvan en de uiteindelijke impact op biodiversiteit worden vervolgens gemeten met verschillende indicatoren (output – resultaat – impact).

Welke doelen en opgaven van belang zijn voor de akkerbouw, is uitgewerkt in van Doorn et al. (2021) en staan in Tabel 2.1. Bij het stellen van drempel- en streefwaarden wordt er een koppeling gelegd met doelen in bestaand beleid of aangetoond wetenschappelijk verband en wordt er een stap gezet naar kwantificering van de KPI. Op die manier wordt inzicht verkregen welke waarde de KPI moet aannemen wil er sprake zijn van een significante bijdrage aan het doel, waardoor benchmarking ten opzichte van doelen mogelijk is. Voor een aantal opgaven genoemd in Tabel 2.1 zijn er al (inter)nationale doelen binnen bestaande beleid afgesproken, al dan niet kwantitatief.

Tabel 2.1 Overzicht van opgaven voor biodiversiteit in de akkerbouw en bestaande beleidskaders.

Specifieke doelen /Opgave	Beleidskader
Duurzaam bodembeheer, bodemkwaliteit/gezonde bodem	Nationaal programma landbouwbodems Klimaatakkoord Actieprogramma klimaatadaptatie landbouw
Divers akkerland (productief oppervlak)	GLB-ecoregeling
Voldoende en voldoende verbonden semi-natuurlijk habitat (niet-productief oppervlak)	EU Biodiversiteitsstrategie, GLB-milieurandvoorwaarden en ecoregelingen
Specifieke soortenbescherming	EU Biodiversiteitsstrategie, GLB-milieurandvoorwaarden en ecoregelingen, Vogel- en habitatrichtlijn (VHR)
Minimale nutriëntenemissies naar grond, water en lucht	Vogel- en habitatrichtlijn (VHR), 7 ^e AP Nitraat, Kaderichtlijn Water (KRW)
Minimale impact gewasbeschermingsmiddelen	7 ^e AP Nitraat, Kaderichtlijn Water (KRW) het "Pakket van Maatregelen emissiereductie gewasbeschermingsmiddelen open teelten" en de "Toekomstvisie gewasbescherming 2030" Gezonde Groei, Duurzame Oogst"
Duurzaam watergebruik	Kaderrichtlijn Water

Om te komen tot drempel- en streefwaarden wordt een aantal stappen genomen waarbij keuzes transparant en inzichtelijk worden gemaakt. De stappen die de methode onderscheidt, zijn:

1. **Koppeling van doelen en opgaven** m.b.t. biodiversiteit en duurzaamheid in de akkerbouw aan de KPI's. Zo veel mogelijk binnen bestaande kaders, bijvoorbeeld op basis van internationaal gemaakte afspraken. Hierbij wordt waar mogelijk aangesloten bij bestaande kaders in de wetenschap die als basis zijn gebruikt bij het vaststellen van beleidsdoelen.
2. **Identificeren van kwantitatieve uitwerking van de doelen en opgaven**: is het doel gekwantificeerd, dan kan dit gebruikt worden als drempel- of streefwaarde.
3. **Normeren van de KPI's**: het terugrekenen en vaststellen van een kwantitatieve streef- en drempelwaarde per KPI. Per KPI wordt uitgewerkt hoe drempel- en streefwaarden op bedrijfsniveau kunnen worden bepaald.

2.2 Uitvoering

Voor elke KPI is een vaste vragenlijst doorlopen:

1. Wat is de definitie en berekeningswijze van de KPI?
2. Wat zijn de achterliggend(e) doel(en) van de KPI in de biodiversiteitsmonitor? Hierbij worden de volgende uitgangspunten gebruikt:
 - a. (Inter)nationale doelen en opgaven op het gebied van biodiversiteit, klimaat en milieu.
 - b. Indien a) niet beschikbaar is, wetenschappelijk aangetoonde verbanden tussen KPI's en biodiversiteit.
 - c. Indien b) niet beschikbaar is: verbetering ten opzichte van de huidige situatie.

→ **Keuze aan welk doel de KPI wordt gerelateerd**
3. Zijn er binnen bestaande kaders en kennis (wetenschap en beleid) normen of indicatoren die als aanknopingspunt kunnen dienen voor het stellen van drempel- en streefwaarden?

→ **Keuze welk bestaand kader wordt gebruikt**
4. Hoe kan op basis van de antwoorden van de voorgaande vragen gekomen worden tot drempel- en streefwaarden voor de KPI?

→ **Bepaling op welke wijze teruggerekend moet worden vanuit bestaande kaders**
5. Moeten drempel- en streefwaarden gedifferentieerd worden (bijv. naar grondsoort, bedrijfstype, regio) en hoe gaan we daarmee om?

→ **Keuze voor regionale differentiatie**
6. Wat is dan de hoogte van de drempel- en streefwaarde?

→ **Bepalen van drempel- en streefwaarde**
7. **Welke vragen moeten nog beantwoord worden** over de KPI en de drempel- en streefwaarden?

De doelen met betrekking tot biodiversiteit en milieucondities in de landbouw zijn dus leidend voor de drempel- en streefwaarden. Dit geldt ook voor regionale differentiatie: alleen als het ecologisch zinvol is om te differentiëren, bijvoorbeeld bij stikstofbodemoverschot, wordt dit gedaan. Dat de huidige praktijk in sommige regio's sterk kan afwijken van de landelijke drempelwaarde, is in principe geen reden om te differentiëren. Sommige regio's/gebiedstypen zullen dus 'vanzelf' de drempel- of streefwaarde van een bepaalde KPI halen, terwijl in andere gebieden op dit vlak een hogere inspanning vereist is. Voor een andere KPI zal dit weer anders zijn, zodat het per regio en zelfs per akkerbouwer verschilt welke KPI de grootste inspanning zal vergen. Dit wil niet zeggen dat er vanuit het perspectief van sturing of beloning geen differentiatie gewenst is, dat kan in bepaalde situaties juist noodzakelijk zijn. Maar voor de transparantie van de BMA maken we nadrukkelijk onderscheid tussen de inhoud en de toepassing van de BMA, met andere woorden: tussen de op doelen voor biodiversiteit gebaseerde drempel- en streefwaarden (inhoud) en waarden, waarbij de verschillende stakeholders (ketenpartijen, overheden) de prestatie van een akkerbouwer koppelen aan beloning (toepassing).

Voor sommige KPI's is vanuit de wetenschap geen kwantitatieve relatie met biodiversiteit bekend en zijn geen beleidsdoelen geformuleerd. In dat geval is de drempelwaarde gebaseerd op de huidige gemiddelde waarde in Nederland, al dan niet gedifferentieerd per regio en wordt dan geen drempelwaarde genoemd, maar referentiewaarde. KPI Stikstofoverschot en KPI Percentage natuur- en landschapsbeheer zijn ook uitgewerkt voor de Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij. De berekeningswijze daarvan is daarom grotendeels als uitgangspunt genomen en is aangepast aan de situatie in de akkerbouw.

3 Resultaten

3.1 Drempel- en streefwaarden per KPI

3.1.1 KPI 1 Percentage rustgewassen in bouwplan

1. Definitie en berekening

Rustgewassen zijn diepwortelende gewassen, zoals granen en vlinderbloemigen, om de bodem te laten herstellen en zo veel mogelijk bedekt te houden. Rustgewassen verbeteren de bodemkwaliteit en de waterhuishouding via het organischestofgehalte en voorkomt nutriëntenverlies. Daarnaast is een bepaald oppervlak rustgewassen elk jaar van belang voor de bovengrondse biodiversiteit (door het bieden van habitat) en garandeert het in meer of mindere mate een ruimere vruchtwisseling van rooigewassen, omdat deze een kleiner aandeel in de rotatie in zullen nemen. Het percentage rustgewassen in rotatie is gedefinieerd als: het aandeel (hectares) rustgewassen als percentage van het totaal aantal hectares (in het bouwplan) van een bedrijf per kalenderjaar. Het totaalareaal in het bouwplan betreft zowel eigendom als pacht.

De KPI wordt als volgt berekend:

$$\% \text{ rustgewassen} = \frac{\text{areaal rustgewassen (ha)}}{\text{totale bouwplanareaal (ha)}} * 100\%$$

De definitie en berekening hebben betrekking op het hoofdgewas. De KPI heeft dus geen betrekking op de gewassen die in voorgaande jaren op de betreffende percelen van het bedrijf hebben gestaan. Hoewel de afwisseling met rustgewassen op een perceel over de jaren heen belangrijk is voor de bodemgezondheid, is dit niet altijd direct beïnvloedbaar door de boer (denk bijvoorbeeld aan net aangekochte of huurpercelen). Daarnaast is een bepaald oppervlak rustgewassen elk jaar van belang voor de bovengrondse biodiversiteit (door het bieden van habitat) en garandeert het in meer of mindere mate een ruimere vruchtwisseling van rooigewassen, omdat deze een kleiner aandeel in de rotatie in zullen nemen.

Tabel 3.1 Lijst met rustgewassen in het GLB (bron: LNV).

Gewascode	Gewasnaam	Gewascode	Gewasnaam
258	Luzerne	799	Rode klaver
266	Grasland, tijdelijk (met kruiden gras/klaver)	944	Hennepvezel
233	Winter tarwe	1022	Quinoa
234	Zomer tarwe	1036	Wortelpeterselie
235	Wintergerst	1037	Peterselie
236	Zomergerst	1921	Graszaad
237	Rogge	1922	Winter koolzaad
238	Haver	1923	Zomer koolzaad
246	Karwijzaad	2652	Overige granen
247	Blauwmaanzaad	3506	Engels raaigras
382	Spelt	3512	Italiaans raaigras
314	Triticale	3519	Sorghum
381	Teff	3523	Veldbeemdgras
516	Miscanthus	3524	Witte klaver
664	Raapzaad	3736	Vezelvlas
666	Lijnzaad	3807	Rietzwenkgras

Voor deze KPI is het belangrijk dat er een eenduidige lijst is van gewassen die worden aangemerkt als rustgewassen. Een lijst van gewassen die worden aangemerkt als rustgewas is vastgesteld in het kader van het nieuwe GLB, zie Tabel 3.1. Deze lijst van rustgewassen wordt ook geadviseerd door het CDM advies inzake het 7^e Actie Programma Nitraat. Echter, om voor biodiversiteit echt van waarde te zijn, is het belangrijk een ecologische weging per gewastype (botanische familie, nectaraanbod, mengteelten etc.) toe te kennen. Hierbij kan worden aangesloten bij een indeling die afhankelijk is van de bijdrage aan de biodiversiteit van een gewas (Koopmans et al., 2017; Belder et al., 2014). De berekening is dan als volgt:

$$\% \text{ rustgewassen, gewogen} = \sum_i^n \frac{\text{areaal rustgewas}_i \text{ (ha)} \cdot \text{weging rustgewas}_i}{\text{totale bouwplanareaal (ha)}} * 100\%$$

Naast de gewassen uit de GLB-lijst zouden vanuit ecologisch oogpunt ook mengteelten (d.w.z. wanneer op één perceel in één teeltseizoen tegelijkertijd twee of meer gewassen worden geteeld) in aanmerking moeten komen, evenals alle vlinderbloemige gewassen (eiwitgewassen).

Data voor deze berekeningen komen uit het bedrijfsmanagementsysteem en/of uit de RVO-registratie.

2. Achterliggend(e) doel(en)

De achterliggende drukfactor van deze KPI is de intensiteit van het grondgebruik en de opgave/kans rond "Duurzaam bodembeheer" en "Gezonde bodem/bodemkwaliteit". In een extensief bouwplan met meer rustgewassen is er minder grondbewerking nodig en is er dus relatief minder verstoring in de grond en wordt er meer organische stof aan de bodem toegevoegd (rustgewassen zoals granen, grassen, luzerne en klavers leggen organische stof vast). Ook past de KPI bij de opgave divers akkerland, minimale impact van gewasbeschermingsmiddelen en minimale nutriëntenemissies naar grond, water en lucht, omdat rustgewassen kunnen leiden tot meer verschillende soorten en rassen op de akkers en er minder intensief bemest en met chemische middelen behandeld wordt dan in een intensief bouwplan met veel rooigewassen.

Beleidsmatig sluit de KPI aan bij het doel van het Nationaal Programma Landbouwbodems (Kamerstuk 30015, nr. 54), namelijk om 1) alle landbouwbodems (1,8 miljoen ha) in 2030 duurzaam te beheren en 2) jaarlijks 0,5 Mton koolstof vast te leggen in landbouwbodems per 2030. Dit is overeenkomstig het Klimaatakkoord uit 2018. In het Actieprogramma klimaatadaptatie landbouw (Kamerstuk 35300-XIV-70) wordt de bodem gezien als cruciale factor voor verbetering van de bodemkwaliteit in brede zin (fysisch, chemisch en biologisch). Aanvullend uit recent beleid zijn ook 1) de visie rond kringlooplandbouw van LNV; 2) 6^e actieprogramma nitraat met herijking van het mestbeleid en 3) de Kaderrichtlijn Water. In het (ontwerp-) 7^e Actieprogramma Nitraat worden voorstellen gedaan om rustgewassen verplicht te stellen in bouwplannen op zand- en lössgronden. In de nieuwe invulling van het GLB binnen het Nationaal Strategisch Plan staan drie hoofddoelen en negen subdoelen vastgelegd. Twee van de subdoelen sluiten direct aan bij deze KPI: 1) Efficiënt beheer van natuurlijke hulpbronnen zoals water, bodem en lucht en 2) Bescherming van de biodiversiteit.

Het Actieplan Plantgezondheid van BO Akkerbouw en zijn leden heeft de ambitie koploper te zijn in aantoonbare duurzame teeltmethoden die afnemers erkennen en maatschappelijk waardering krijgen. Hierbij zijn speerpunten: 1) de omslag maken naar een weerbaar teeltsysteem waar gezonde robuuste gewassen en een vitale bodem het uitgangspunt vormen waardoor minder gewasbeschermingsmiddelen nodig zijn en 2) bij te dragen aan het vergroten van de biodiversiteit en actief medevormgever te zijn van een aantrekkelijk landschap.

3. Bestaande kaders en kennis (wetenschap en beleid), normen of indicatoren als aanknopingspunt voor het stellen van drempel- en streefwaarden

Er is beperkt sprake van vastgelegde normen, drempel- of streefwaarden geformuleerd in de huidige wet- en regelgeving. In de voorstellen voor het 7^e Actieprogramma Nitraat wordt een norm van 25% rustgewassen per 2023 en vanaf 2027 van 33% voorgesteld op zand- en lössgronden. Bestaande, op hygiëne en preventie gebaseerde wet- en regelgeving kan nu bijvoorbeeld de teelt van een specifiek gewas als aardappelen en andere gevoelige gewassen in de tijd beperken. Voor het Nationaal Strategisch Plan (GLB) is er een puntensysteem in de maak dat waarschijnlijk de inzet van (extra) rustgewassen moet stimuleren en belonen.

Uit vruchtwisselingsonderzoek kwam naar voren dat de bodemkwaliteit onder druk komt te staan bij meer dan 50% rooivruchten zoals aardappelen, suikerbieten, uien en bloembollen (Buurma et al., 2016). Door een gerichte afwisseling van rooigewassen en rustgewassen kan de bodemstructuur zich tussen twee rooigewassen herstellen. Gebeurt dat niet, dan nemen de risico's op achteruitgang van de bodemkwaliteit toe. In vruchtwisselingsproeven kwam deze achteruitgang tot uiting in lagere opbrengsten en meer aantasting door bodemziekten (Buurma et al., 2016).

4. Vertaling naar drempel- en streefwaarden

Om te komen tot een drempelwaarde kan gekeken worden naar het huidige areaal met rustgewassen. Tussen 2007 en 2017 is het totaalareaal aan rustgewassen afgenomen van 214.000 ha naar 174.000 ha, een daling van 40.000 ha ofwel bijna 20%. In 2017 lag het gemiddelde percentage rustgewassen op 39 van het bouwplan (Smit & Jager, 2018). In 2019 (laatst beschikbare meetjaar) is het gemiddelde aandeel rustgewassen in Nederland weer iets opgeklommen naar 43% (CBS).

Binnen het areaal rustgewassen zijn granen de belangrijkste teelt (64% in 2019), gevolgd door grasland (22%). Voor de drempelwaarde kan worden uitgegaan van een gemiddeld percentage rustgewassen van 39 in het bouwplan in 2017, zoals beschreven in Smit & Jager (2018). Dit is een iets lager aandeel dan in het laatst beschikbare meetjaar (2019), maar is onderbouwd vanuit de literatuur en in dit maatjaar is ook een gemiddeld percentage rustgewassen per regio bekend (Tabel 3.2). Met deze drempelwaarde wordt aangegeven dat het percentage rustgewassen niet verder achteruit mag gaan. Of de biodiversiteit daarmee op het huidige niveau wordt gehouden, is daarmee echter niet gegarandeerd. Er zijn echter geen ondersteunende data beschikbaar om hier meer duidelijkheid over te geven.

Als streefwaarde kan een aandeel rustgewassen van 50% en hoger worden aangehouden (Buurma et al., 2016). Het op peil houden van de bodemvruchtbaarheid bij een dergelijke waarde impliceert immers dat daarmee ook een optimale bodembiodiversiteit kan worden bereikt. Ook is er bij een dergelijke waarde sprake van afwisseling in het bouwplan en daarmee in tijd en ruimte, en geeft ruime mogelijkheid ook veevoedergewassen als luzerne en gras(klaver) in het bouwplan op te nemen. Deze afwisseling biedt goede leefomstandigheden voor veel bovengrondse biodiversiteit, zoals insecten en akkervogels.

5. Regionale differentiatie

Op elke grondsoort hebben rustgewassen een gunstige invloed op bodemgezondheid, dus vanuit dat oogpunt geredeneerd is het in principe niet nodig om regionaal (bijv. naar grondsoort) te differentiëren naar drempel- en streefwaarden. Wel is het zo dat er grote regionale verschillen zijn in het percentage rustgewassen, deels op bodem en deels op bedrijfstype gebaseerd (Smit & Jager, 2018) (Tabel 3.2). Voor boeren in de regio's met een laag aandeel rustgewassen in het bouwplan zal het meer inspanning vergen om aan de drempel- en streefwaarde te voldoen dan bijvoorbeeld het noordelijke kleigebied. In de gebieden waar het meer inspanning kost om de score op deze KPI te verbeteren, kan het juist wel wenselijk zijn om bij beloningen rekening te houden met regio-specifieke waarden. Dit kan door de regionale gemiddelden als drempelwaarde aan te houden.

Tabel 3.2 Het percentage rustgewassen in bouwplan naar regio (Smit & Jager, 2018).

Regio	% rustgewassen
Noordelijk kleigebied	51
IJsselmeerpolders en N-Holland	31
Zuidwestelijk kleigebied	44
Veenkoloniën	27
Noordelijke zand- en kleigrond	27
Oostelijke zandgebieden	38
Rivierkleigebied	47
Zuidelijke zand- en lössgebied	33
Overige regio's	48
Gemiddeld	39

6. Hoogte van de drempel- en streefwaarde

Drempelwaarde: 39%, volgens het landelijk gemiddelde areaal in 2017 (Smit & Jager, 2018).

Streefwaarde: >50%.

7. Openstaande vragen

1. Wat is een zinvolle weging per gewastype?
2. Welke gewasaspecten zijn van belang (bloei, beworteling, structuur, oogstmoment)?

3.1.2 KPI 2 Percentage niet-kerende grondbewerking

1. Definitie en berekeningswijze

Ploegen voorkomt onkruid en mengt organisch materiaal (plantenresten) door de bouwvoor, maar versnelt ook de afbraak van organische stof waarvan veel bodemleven afhankelijk is. Niet-kerende grondbewerking betekent dat de bodem zo minimaal mogelijk verstoord wordt. Alleen oppervlakkige maatregelen om de bodem in goede conditie te houden, zijn toegestaan. Niet-kerende grondbewerking (NKG) wordt in de BMA gebruikt als een KPI voor de intensiteit van het grondgebruik en is een vereenvoudiging van de gecompliceerde indicator gereduceerde grondbewerking, die breder is en daardoor meer informatie bevat. Op dit moment zijn de gegevens nodig voor het berekenen van gereduceerde grondbewerking niet beschikbaar, maar het verzamelen van deze gegevens is wel de gewenste ontwikkelrichting van de BMA. Hiervoor zou onder andere informatie nodig zijn over kenmerken van machines zoals gewicht, bandbreedte, registraties van alle handelingen op het veld en eventueel ook weersomstandigheden. Een eenvoudige indicator als representatieve afgeleide daarvan is NKG, die we nú kunnen gebruiken, wetende dat er met minder intensieve grondbewerking ook positieve effecten op biodiversiteit zijn. Daarom is het interessant om deze KPI te ontwikkelen richting een index voor gereduceerde grondbewerking.

De definitie van deze KPI is daarom voor nu het aandeel van het bedrijfsareaal met niet-kerende grondbewerking ten opzichte van het totaal aantal hectares in het bouwplan van een bedrijf per kalenderjaar.

Voorstel definitie niet-kerende grondbewerking: niet-kerende hoofdgrondbewerking met een diepte minder dan 15 cm.

Voorstel definitie intensieve grondbewerking: Bewerkingen dieper dan 15 cm die kerend of mappend zijn.

Berekening:

$$\% \text{ niet - kerende grondbewerking} = \frac{\text{areaal NKG (ha)}}{\text{totale bouwplanareaal (ha)}} * 100\%$$

Data voor deze berekening moeten uit een bedrijfsmanagementsysteem (BMS) gehaald worden.

2. Achterliggende doelen

Achterliggende drukfactor van deze KPI is de intensiteit van het grondgebruik en het verstoren van de bodem met de daarbij horende opgave duurzaam bodembeheer. De KPI linkt ook aan de opgave klimaatbestendig akkerbouw, omdat de bodemstructuur verbetert.

Het doel van het Nationaal Programma Landbouwbodems is om 1) alle landbouwbodems (1,8 miljoen ha) in 2030 duurzaam te beheren en 2) jaarlijks 0,5 Mton koolstof vast te leggen in landbouwbodems per 2030. Dit overeenkomstig het Klimaatakkoord uit 2018.

Het Actieplan Plantgezondheid van BO Akkerbouw heeft de ambitie koploper te zijn in aantoonbare duurzame teeltmethoden die afnemers erkennen en die maatschappelijk waardering krijgen. Hierbij zijn speerpunten: 1) de omslag maken naar een weerbaar teeltsysteem waar gezonde robuuste gewassen en een vitale bodem het uitgangspunt vormen waardoor minder gewasbeschermingsmiddelen nodig zijn en 2) bij te dragen aan het vergroten van de biodiversiteit en actief medevormgever te zijn van een aantrekkelijk landschap.

3. Bestaande kaders en kennis (wetenschap en beleid), normen of indicatoren als aanknopingspunt voor het stellen van drempel- en streefwaarden

Er zijn (nog) geen concrete doelen of normen binnen de wetgeving ten aanzien van grondbewerking. Ook zijn er nog geen bestaande kaders of indicatoren die direct gebruikt worden voor het stellen van drempel- en streefwaarden. In de wetenschap zijn er ook nog geen normen of indicatoren beschikbaar. Er wordt gewerkt aan grondbewerkingsindexen (impact per bewerking), maar dit onderzoek bevindt zich nog in de beginfase en zal nog vele jaren op zich laten wachten.

4. Vertaling naar drempel- en streefwaarden

Uit het literatuuronderzoek volgt dat voor de biodiversiteit in de akkerbouw, met name het bodemleven, zo veel mogelijk areaal met niet-kerende grondbewerking gewenst is (Van Doorn et al., 2021). De praktische toepasbaarheid voor niet-kerende grondbewerking is echter variabel, omdat die sterk afhankelijk is van het bodemtype en de gewassen die geteeld worden. Er zijn geen normen of indicatoren vanuit literatuur of beleid beschikbaar. Het huidige areaal met niet-kerende grondbewerking is niet bekend, omdat het niet geregistreerd wordt. Hierdoor is het niet mogelijk om tot drempel- en streefwaarden te komen en ook niet om referentiewaarden te bepalen.

5. Regionale differentiatie

Vanuit de bodemecologie van akkergronden geredeneerd is er geen differentiatie in drempel- en streefwaarden voor verschillende regio's of grondsoorten nodig. Niet-kerende grondbewerking is voor het bodemleven even waardevol op klei- als op zandgrond. Er zijn echter wel (grote) regionale verschillen in de toepasbaarheid van verschillende vormen van niet-kerende grondbewerking. Aspecten die spelen bij de toepasbaarheid zijn grondsoort, gewassen in het bouwplan en teeltsysteem (gangbaar of biologisch). Deze aspecten hebben met name een effect op het succes van fijnzadige gewassen en onkruidgevoelige gewassen bij niet-kerende grondbewerking. Ook kan op een erg zware grondsoort niet-kerende grondbewerking uitdagend zijn (Selin Norén et al., 2022). Ook hier geldt dat wanneer in bepaalde regio's het meer inspanning kost om de score op deze KPI te verbeteren, het wel wenselijk kan zijn om bij beloningen regiospecifieke waarden te hanteren.

6. Hoogte van de drempel- en streefwaarde

Een drempel- en streefwaarde kan nog niet worden vastgesteld. Om toch tot drempel- en streefwaarden te komen, kan het rekenen met een aantal modelbedrijven uitkomst bieden. Deze modelbedrijven zijn regiospecifiek, hebben verschillende bouwplannen en worden al gebruikt voor allerlei landbouwkundige berekeningen. Per modelbedrijf kan het percentage niet-kerende grondbewerking onder verschillende scenario's worden doorgerekend.

7. Openstaande vragen

1. Welk onderscheid tussen gereduceerde en intensieve grondbewerking is logisch voor verschillende bodemtypes?
2. Moet gedifferentieerd worden naar type teelt?
3. Hoe om te gaan met de timing van grondbewerking? Bijvoorbeeld natte condities kunnen leiden tot grote schade, terwijl onder droge condities nauwelijks schade zal optreden.
4. Oogstwerkzaamheden zullen ook leiden tot aanzienlijk bodemverstoring. Hoe verhoudt zich dat tot de grondbewerking?

3.1.3 KPI 3 Organischestofbalans

1. Definitie en berekeningswijze

Om het organischestofgehalte in de bodem te handhaven, moet er evenveel effectieve organische stof (EOS) worden aangevoerd als er wordt afgebroken van de organische stof (humus) in de bodem. Effectieve organische stof is de hoeveelheid organische stof die één jaar na toediening nog over is in de bodem en dan deel uitmaakt van de bodem-organische stof. Aanvoerbronnen zijn gewasresten die achterblijven, groenbemesters die worden ingewerkt en organische mest.

De afbraaksnelheid van bodemorganische stof varieert van ca. 1 tot 5% per jaar en hangt af van de aard van de organische stof, de grondsoort, het lutumgehalte, de C/N-verhouding, de ouderdom van de organische

stof, de ontwateringstoestand van het perceel en de pH van de grond (Handboek bodem en bemesting). De afbraaksnelheid is verder voor een belangrijk deel afhankelijk van het bestaande organischestofgehalte in de bodem. Hoe meer organische stof in de bodem, hoe meer er afbreekt. Dit betekent dat boeren met een hoog organischestofgehalte zich veel harder moeten inspannen om dit op peil te houden dan boeren met een laag organischestofgehalte.

De afbraakkant van de balans is dus afhankelijk van vele factoren en daardoor alleen modelmatig in te schatten. Verder liggen deze factoren deels buiten de invloedssfeer van de boer.

Een oplossing voor de grote databehoeft en verschillen in benodigde inspanning om een nulbalans te bereiken, is uitgaan van een standaardhoeveelheid afbraak van 2000 kg EOS per ha jaar (Handboek bodem en bemesting). Van deze standaardafbraak kunnen dan drempel- en streefwaarden voor de aanvoer worden afgeleid.

De berekening van de effectieve organische stofaanvoer is dan: EOS van gewasresten + EOS in organische meststoffen en bodemverbeteraars + EOS van groenbemester

De organischestofbalans kan uitgerekend worden door de berekende EOS-aanvoer te delen door de defaultwaarde van 2000 kg EOS/ha/jaar voor de afbraak van de organische stof.

De berekening van de effectieve organischestof-aanvoer is:

$$\text{Aanvoer EOS} = EOS_{\text{gewasresten}} + EOS_{\text{organische meststof/bodemverbeteraars}} + EOS_{\text{groenbemesters}}$$

De organischestofbalans kan uitgerekend worden door de berekende EOS-aanvoer te delen door de defaultwaarde van 2000 kg EOS/ha/jaar voor de afbraak van de organische stof:

$$\text{Organische stofbalans} = \frac{EOS_{\text{gewasresten}} + EOS_{\text{organische meststof/bodemverbeteraars}} + EOS_{\text{groenbemesters}}}{\text{defaultwaarde}}$$

De data voor deze berekeningen zijn uit het bedrijfsmanagementsysteem en/of uit de RVO-registratie (bouwplan, groenbemesters, mest/compost aanvoer) op te halen. Kengetallen (defaultwaarden) van EOS in gewasresten, meststoffen en groenbemesters zijn in het Handboek bodem en bemesting te vinden. De kengetallen kunnen desgewenst gecorrigeerd worden met actuele opbrengsten, actuele organischestofgehalten van organische input en actuele massa van de geteelde groenbemester.

Voor de berekening van de KPI kan de (in pilotfase bestaande) Kringloop/Nutriëntenwijzer akkerbouw gebruikt worden (Schroder & Rutgers, 2018). Een andere mogelijkheid is om aan te sluiten bij de systematiek die voor de koolstofvastlegging wordt uitgewerkt (www.slimlandgebruik.nl). Hierbij wordt met de Praktijktol Bodem C de koolstofbalans in kaart gebracht op individueel bedrijfsniveau. Op basis van bestaande data en bodemspecifieke informatie kan een ondernemer bedrijfsspecifieke veranderingen invoeren en testen wat het effect van deze veranderingen is op de koolstofopbouw.

2. Achterliggende doelen

Met deze KPI werken we aan het doel van 'Bodemkwaliteit/gezonde bodem' door het organischestofgehalte van de bodem op peil te houden. Deze KPI draagt ook bij aan het doel van 'Duurzaam bodembeheer' doordat er in de praktijk sterke overlap is voor deze twee doelen.

Er zijn geen concrete doelen afgesproken binnen de huidige wet- en regelgeving. Wel hebben de fosfaat- en nitraatregelgeving invloed op de hoeveelheid organische stof die via mest aangevoerd kan worden. Vanuit klimaatdoelen geredeneerd (koolstofopslag) is het logisch om uit te gaan van minimaal een balans van 1 (aanvoer = afvoer).

De KPI representeert direct de inspanning die gemaakt wordt en in welke mate het teeltsysteem ingericht is om het organischestofgehalte op peil te houden. De hoeveelheid en kwaliteit van de organische stof in de bodem heeft een vrij nauwe relatie met de kwantiteit en kwaliteit van het bodemleven. Bodemleven is een belangrijke basis voor de algemene biodiversiteit.

3. Bestaande kaders en kennis (wetenschap en beleid), normen of indicatoren als aanknopingspunt voor het stellen van drempel- en streefwaarden

Er zijn geen drempel- en streefwaarden bekend voor het effect van de aanvoer van organische stof op biodiversiteit. De uit de literatuur af te leiden drempel- en streefwaarden richten zich vooral op de agronomische effecten en niet zozeer op de meerwaarde voor bodembiodiversiteit.

Doordat de balans zo sterk afhankelijk is van een groot aantal factoren (en dus erg afhankelijk is van de specifieke situatie), zijn binnen de bestaande kaders geen eenduidige of algemene normen voor aanvoer of balans beschikbaar. Daarom wordt gebruikgemaakt van algemene richtlijnen, zoals het minimaal in stand houden van het organischestofgehalte of bij een al laag organischestofgehalte een verhoging. De in het Handboek bodem en bemesting gegeven defaultwaarde van 2000 kg EOS per ha per jaar afbraak houdt hiermee in feite in dat voor instandhouding van OS een aanvoer van effectieve organische stof van 2000 kg ha per jaar nodig is.

Verder zijn er referentiewaarden bekend: de gemiddelde aanvoer van effectieve organische stof (EOS) in Nederland in de akkerbouw is ca. 2000 kg EOS ha/jaar (Handboek bodem en bemesting).

Bedrijven met een Goede Landbouwpraktijk (Bedrijven Netwerk Bodemmetingen) voeren jaarlijks ca. 2650 kg EOS per ha jaar aan (Vervuurt et al., 2021).

4. Vertaling naar drempel- en streefwaarden

Het is mogelijk om te komen tot drempel- en streefwaarden:

Het uitgangspunt voor de drempelwaarde is de instandhouding van het organischestofgehalte. Bij een afbraak van gemiddeld 2000 kg EOS/ha/jaar betekent dit een balans van 1 en een EOS-aanvoer van 2000 kg/ha/jaar.

Voor een streefwaarde zou dan de goede landbouwpraktijk kunnen gelden (2500 kg EOS per ha per jaar) of een ambitieuze, maar redelijkerwijs jaarlijks wel haalbare inspanning (op basis van graanstro achterlaten, veel EOS uit groenbemesters + organische mest of compost aanvoer) van ca. 3000 kg EOS per ha per jaar. De EOS-balans komt in het laatste geval dan uit op $3000/2000 = 1,5$.

5. Regionale differentiatie

De afbraak en het totaal van OS in de bodem verschillen per grondsoort. Voor het organischestofgehalte per grondsoort worden referentiewaarden gegeven in de bodemkwaliteitsbeoordeling van landbouwgronden in Nederland (Hanegraaf et al., 2019). Maar gezien de complexe andere invloeden op de afbraak en een gelijkwaardige inspanningsverplichting voor boeren met een verschillende uitgangssituatie, lijkt het wenselijk om vooralsnog de drempel- en streefwaarden niet nader te differentiëren. Net als bij de vorige twee KPI's geldt ook hier dat wanneer in bepaalde regio's het meer inspanning kost om de score op deze KPI te verbeteren, het wel wenselijk kan zijn om bij beloningen regio-specifieke waarden te hanteren.

6. Hoogte van de drempel- en streefwaarde

Op basis van EOS-aanvoer:

Drempelwaarde: aanvoer van 2000 kg EOS/ha/jaar.

Streefwaarde optie 1: aanvoer van 2500 kg EOS/ha/jaar (uitgaande van Goede Landbouwpraktijk).

Streefwaarde optie 2: aanvoer van 3000 kg EOS/ha/jaar (uitgaande van maximale inspanning).

Op basis van EOS-balans (uitgaande van een standaardafbraak van 2000 kg EOS/ha/jaar):

Drempelwaarde: 1.00 (aanvoer = afbraak).

Streefwaarde optie 1: 1.25 (uitgaande van Goede Landbouwpraktijk).

Streefwaarde optie 2: 1.50 (uitgaande van maximale inspanning).

7. Openstaande vragen

De streefwaarden zijn gebaseerd op een praktisch haalbaar compromis of algemeen gemiddelde.

Differentiatie leidt naar verwachting tot te veel complicaties in berekening. Te beantwoorden vragen:

1. Is OS- balans of OS-aanvoer meer geschikt als KPI?
2. Kan voor de afbraak van OS een algemene defaultwaarde worden aangehouden?

3.1.4 KPI 4a Gewasdiversiteit

1. Definitie en berekeningswijze

Gewasdiversiteit is de diversiteit van productieve gewassen in ruimte en tijd op een bedrijf. Deze KPI gaat in op de diversiteit in de ruimte in een jaar. De KPI heeft dus geen betrekking op de diversiteit in de tijd (een rotatie- of vruchtwisselingsindex), want dit is niet altijd direct beïnvloedbaar door de boer (denk bijvoorbeeld aan net aangekochte of huurpercelen).

Voor gewasdiversiteit in de ruimte zijn twee aspecten belangrijk: de diversiteit in gewassoorten (KPI 4a) en de diversiteit in de ruimtelijke verdeling van deze gewassoorten (KPI 4b; zie paragraaf hieronder).

Voor de diversiteit in gewassoorten (KPI 4a) wordt de Shannon Index gebruikt.

Shannon Index:

$$S = - \sum_i^n p_i \ln p_i$$

P_i = fractie van gewas van totale beteelbare oppervlak (0-1)

Dit is een vaak gebruikte diversiteitsmaat voor wetenschappelijke studies op bedrijfs- en landschapsniveau. Alle geteelde gewassen worden meegenomen en worden gecorrigeerd voor hun oppervlak. Een groot aantal verschillende gewassoorten met een gelijke verdeling wat betreft oppervlakte geeft de hoogste score. De Shannon-index heeft geen eenheid, maar kan vertaald worden naar een aantal gewassen per bedrijf als men aanneemt dat het areaal van de verschillende gewassen gelijk is.

Of twee gewassen verschillend zijn en dus als twee verschillende gewassen gezien worden, kan voor deze KPI bepaald worden door de gewassenlijst van het GLB aan te houden.

De KPI wordt berekend met de hoofddeelten van één jaar. Alleen land opgenomen in een vruchtwisseling met akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen wordt meegeteld. In mengteelten worden alle soorten in het mengsel als aparte gewassen meegerekend.

De data worden gehaald uit de RVO-registratie of bedrijfsmanagementsystemen waar de gewassoorten en de totale bedrijfsoppervlaktes per gewas worden gegeven.

2. Achterliggende doelen

KPI Gewasdiversiteit heeft het achterliggende doel om een "Divers akkerland" te waarborgen. Hierbij ligt de focus alleen op het productieve oppervlak. Deze KPI geeft weer hoeveel verschillende habitats in de vorm van gewassen worden aangeboden op het bedrijf. Deze KPI kan direct de diversiteit van gewassen meten.

De KPI draagt ook enigszins bij aan de opgaven "Duurzaam bodembeheer", "Bodemkwaliteit" en "Minimale impact gewas gewasbeschermingsmiddelen". Door de indirecte relatie van deze KPI met een lange vruchtwisseling wordt de bodemkwaliteit beter in stand gehouden en worden bodemziekten onderdrukt. De variatie aan samenstellingen van organische stof die aangevoerd wordt bij een lange vruchtwisseling draagt bij aan de biodiversiteit van het bodemleven.

Gewasdiversiteit wordt niet expliciet benoemd in beleid of wet- en regelgeving. Een uitzondering hierop in het GLB is de verplichting voor de vergroening om een minimaal aantal verschillende gewassen te telen.

3. Bestaande kaders en kennis (wetenschap en beleid), normen of indicatoren als aanknopingspunt voor het stellen van drempel- en streefwaarden

Er zijn zowel binnen beleid als in de wetenschappelijke literatuur normen en indicatoren die gebruikt kunnen worden voor het opstellen van drempel- en streefwaarden:

- In het huidige GLB is het voor de vergroening verplicht om minstens twee (<30 ha bedrijfsgrootte) of drie (>30 ha bedrijfsgrootte) gewassen te telen per jaar. Dit kan vertaald worden naar iets meer dan 10 ha per gewas. Dit is ingesteld vanuit een weerbaarheidsperspectief, maar het is nog niet bewezen dat dit beleid

een positief effect heeft gehad op milieuaspecten of biodiversiteitsaspecten. Dit is een mogelijke drempelwaarde op basis van doelen uit het beleid.

- Het aantal gewassen in een landschap (gedefinieerd als 16 km²) in Europa (incl. Nederland) ligt tussen één en acht. Er lijkt een redelijke lineaire toename te zijn voor veel taxa (soortgroepen) tussen één en acht gewassen per landschap (Billeter et al., 2008). Aangezien er in deze range een toename is in biodiversiteit zouden acht of meer gewassen een geschikte streefwaarde kunnen zijn. Ergens boven acht gewassen per landschap zal het verband tussen aantal gewassen en de diversiteit weer afvlakken.
- Vanuit het perspectief van een gezonde vruchtwisseling worden vier gewassen per bedrijf vaak gezien als voldoende aantal gewassen in rotatie om bodemkwaliteit te waarborgen en bodemziekten te vermijden (Boller et al., 1997). Hierop zou een drempelwaarde gebaseerd kunnen worden.
- In de wetenschappelijke literatuur is voor de Shannon Index een "target value" op bedrijfsniveau van >1,25 en een "optimum value" van >2,2 gevonden. Dit komt overeen met respectievelijk vier en negen gewassen bij een gelijk areaal voor alle gewassen. Minder dan 1,25 wordt als "niet duurzaam" beoordeeld (Uthes et al., 2020). Tevens zijn vier (S=1,25) en negen (S=2,2) gewassen een mogelijke drempel- en streefwaarde.

4. Vertaling naar drempel- en streefwaarden

Het is mogelijk om aan de hand van de gegeven bronnen te komen tot een drempel- en streefwaarde. De voorgestelde drempelwaarde is een Shannon Index van 1,25, oftewel vier gewassen bij een gelijk areaal. De voorgestelde streefwaarde is een Shannon Index van 2,08, oftewel acht gewassen bij een gelijk areaal. Dit advies is gebaseerd op de onderbouwde relatie tussen gewasdiversiteit en biodiversiteit (Billeter et al., 2008; Palmu et al., 2014). Binnen het bereik van de drempel- en streefwaarde is de verwachting dat de biodiversiteit sterk toeneemt.

5. Regionale differentiatie

Voor de biodiversiteit is het niet nodig om de drempel- en streefwaarden te differentiëren. Het is niet bekend of (en hoe) de gewasdiversiteit de biodiversiteit anders beïnvloedt bij verschillende omstandigheden. Parallel aan de regelgeving binnen het GLB kan mogelijk wel een differentiatie gemaakt worden op basis van bedrijfsgrootte, omdat het makkelijker is voor grotere bedrijven om meer verschillende gewassen te telen in verband met perceelvariatie, investeringen en beschikbaarheid van machines. In de literatuur is een positieve correlatie tussen bedrijfsgrootte en de Shannon Index bekend (Uthes et al., 2020).

6. Hoogte van de drempel- en streefwaarde

Drempelwaarde: S=1.39 (ca. 4 gewassen met gelijk areaal per bedrijf).

Streefwaarde: S=2.08 (ca. 8 gewassen met gelijk areaal per bedrijf).

De S zijn berekend met gelijke verdeling van oppervlakte van het gegeven aantal gewassen.

7. Openstaande vragen

1. Welke berekening/aanduiding van de KPI geeft de begrijpelijkste informatie?
2. Is weging per gewastype nodig? Wat is dan zinvol?

3.1.5 KPI 4b Ruimtelijke gewasdiversiteit

1. Definitie en berekeningswijze

Gewasdiversiteit is de diversiteit van productieve gewassen in ruimte en tijd op een bedrijf. Twee aspecten zijn hierbij belangrijk: de diversiteit in gewassoorten binnen het bouwplan (KPI 4a; eerder beschreven) en de diversiteit in de ruimtelijke verdeling van de gewassoorten (KPI 4b). Voor de ruimtelijke diversiteit van gewassen wordt randdichtheid gebruikt. Een rand wordt gedefinieerd als een rand tussen twee gewassen of tussen een gewas en de omgeving (erfrand, weg, akkerrand, sloot, natuur etc.). Elk homogeen gewas (dus ook een mengteelt) wordt gezien als één perceel.

Edge density i.e. randdichtheid van gewassen:

$$ED = \frac{1}{n} \sum_i^n \frac{P_i}{A_i}$$

n = aantal percelen van bedrijf

P_i = omtrek van perceel i

A_i = oppervlak van perceel i

Deze KPI heeft m/ha als eenheid.

De data worden gehaald uit de perceelregistratie waar alle percelen als ruimtelijke bestanden beschikbaar zijn. Hieruit worden de perceeloppervlaktes gehaald en wordt de omtrek per perceel berekend. Het berekenen van een omtrek van een ruimtelijk bestand is eenvoudig met de geschikte software. Dubbel telling van randen van aangrenzende percelen met dezelfde gewassen en randen tussen twee gewassen die direct aan elkaar grenzen (zoals in strokenteelt), zou vermeden moeten worden.

2. Achterliggende doelen

KPI ruimtelijke gewasdiversiteit heeft als achterliggend doel om een "Divers akkerland" te waarborgen. Hierbij ligt de focus alleen op het productieve oppervlak. Deze KPI geeft weer op welke schaal de variatie in habitat in de vorm van verschillende gewassen plaatsvindt. Een kleinere schaal zorgt ervoor dat geschikte habitats makkelijker te bereiken zijn voor de soorten. Deze KPI meet direct de ruimtelijke diversiteit van de akkerbouwpercelen.

Deze KPI is lastig om direct te koppelen aan specifieke doelen in beleid of wet- en regelgeving. In de nieuwe invulling van het GLB binnen het Nationaal Strategisch Plan past de KPI bij het subdoel 2) Bescherming van de biodiversiteit. In het Actieplan Plantgezondheid van BO Akkerbouw past de KPI bij het speerpunt 2) Bijdragen aan het vergroten van de biodiversiteit en actief medevormgever zijn van een aantrekkelijk landschap.

De KPI ruimtelijke gewasdiversiteit is een KPI met relevantie voor biodiversiteit en een aantrekkelijk divers landschap en geeft daarmee invulling aan bovenstaande doelen.

3. Bestaande kaders en kennis (wetenschap en beleid), normen of indicatoren als aanknopingspunt voor het stellen van drempel- en streefwaarden

Er zijn geen kaders binnen beleid voor randdichtheid of verwante indicatoren. Uit de wetenschappelijke literatuur zijn er (minstens) twee ingangspunten om tot drempel- en streefwaarden te komen:

- In een Duitse studie wordt een optimumwaarde van >400 m/ha gegeven om de 'ecologische kwaliteit' van een bedrijf te waarborgen. Dit komt overeen met een vierkant perceel van 1 ha (Tabel 3.3). Ter referentie: een gemiddelde score bij Oost-Duitse bedrijven is ca. 300 m/ha (Uthes et al., 2020; Opperman et al., 2005). De relatie tussen biodiversiteit en randdichtheid of perceelgrootte wordt verder onderbouwd met een studie van Sirami et al. (2019) die aantoont dat een vermindering van de gemiddelde perceelgrootte van 6 ha naar 1 ha leidt tot een 6 keer hogere soortendiversiteit; een hele grote toename. Dit effect was consistent over een groot aantal verschillende landschappen. De onderbouwing van het effect van randdichtheid en perceelgrootte op de biodiversiteit wordt verder beschreven in Van Doorn et al. (2021).

Tabel 3.3 Berekening van randdichtheid bij vierkante percelen van verschillende groottes.

Oppervlak	1 ha	2 ha	4 ha	8 ha	12 ha
m rand/ha	400	300	200	150	133

- Drempel- en streefwaarden kunnen ook afgeleid worden uit vuistgetallen voor de actieradius van soorten. Voor vliegende arthropoden is de actieradius ca. 75 m (Hofmann et al., 2020). Als een gewas een geschikte habitat is van een soort, kunnen percelen van een breedte tot maximaal 150 m volledig benut worden als habitat. Voor bredere percelen kan niet het hele perceel gebruikt worden als habitat, wat ongewenst is. Dit geeft dus een streefwaarde van 150 m als maximale perceelbreedte op basis van vliegende arthropoden. Voor spinnen en loopkevers, die minder mobiel zijn, is de actieradius ca. 25 m, wat neerkomt op een maximale perceelbreedte van 50 m (Allema, 2014). Als we ervan uitgaan dat 1 ha van een perceel zo veel randen heeft dat een aaneengesloten stuk perceel nooit breder is dan 150 m respectievelijk 50 m, komen we uit op kolom 3 en 5 in Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Berekening van randdichtheid bij verschillende afstanden voor de actieradius, op een stuk perceel van 1 ha. Alleen randen in één richting worden meegeteld, zodat deze voorbeelden ook gezien kunnen worden als stukken van grotere percelen.

Actieradius	12,5 m	25 m	50 m	75 m
Maximale perceelbreedte (m)	25	50	100	150
Aantal randen per 1 ha	$100/25=4$	$100/50=2$	$100/100=1$	$100/150=0,67$
Aantal m rand per 1 ha	400	200	100	67

De uitwerking voor 12,5 m komt overeen met de streefwaarde van 400 m rand/ha. Belangrijk is dat de buitenranden in de ene richting van deze 1 ha hier niet meegeteld zijn en dat de daadwerkelijke randdichtheid hoger zou liggen dan in deze tabel als het perceel daadwerkelijk 1 ha groot is (in dit geval +200 m rand/ha).

4. Vertaling naar drempel- en streefwaarden

Het is mogelijk om aan de hand van de gegeven bronnen te komen tot een drempel- en streefwaarde. De voorgestelde drempelwaarde is 200 m/ha, wat overeenkomt met een perceelgrootte van 4 ha, uitgaande van een vierkant perceel (Tabel 3.4). De voorgestelde streefwaarde is 400 m/ha, wat overeenkomt met een perceelgrootte van 1 ha, uitgaande van een vierkant perceel. Dit advies is gebaseerd op de relatie tussen perceelgrootte en biodiversiteit, vuistgetallen voor de actieradius van soorten en streefwaarden voor randdichtheid gevonden in de literatuur.

De grootte van 4 ha en 1 ha gaan uit van vierkante percelen. Rechthoekige percelen hebben meer randen per hectare dan vierkante percelen (Tabel 3.5). Dit betekent dat met dezelfde perceelgrootte een hogere randdichtheid gehaald kan worden.

Tabel 3.5 Randdichtheid voor verschillende vormen percelen van 4 ha (links) of 1 ha (rechts). Rechthoekige percelen hebben meer randen per ha dan vierkante percelen.

Perceel met oppervlakte van 4 hectare			Perceel met oppervlakte van 1 hectare		
Lengte	Breedte	Meter/ha	Lengte	Breedte	Meter/ha
200	200	200	100	100	400
400	100	250	133	75	417
533	75	304	200	50	500
800	50	425	400	25	850

5. Regionale differentiatie

Voor de biodiversiteit is regionale differentiatie niet nodig. De praktische haalbaarheid verschilt echter wel per gebied. De randdichtheid kan erg verschillen per regio, omdat de perceelgroottes verschillen afhankelijk van het landschapstype. Waar er veel grote percelen zijn, kan de randdichtheid verhoogd worden door het perceel op te splitsen in kleinere stukken (van ca. 1-4 ha) of lange stroken. Dit is nog lastiger om uit te voeren als de percelen moeilijk te bereiken zijn/op afstand liggen, waardoor de werkefficiëntie van het bedrijf omlaaggaat. In de gebieden waar het meer inspanning kost om de score op deze KPI te verbeteren, kan het wel wenselijk zijn om bij beloningen regiospecifieke waarden te hanteren, waarbij de hier genoemde drempel- en streefwaarden als ijkpunt gebruikt kunnen worden.

6. Hoogte van de drempel- en streefwaarde

Drempelwaarde: 200 m/ha (perceelgrootte van ca. 4 ha).

Streefwaarde: 400 m/ha (perceelgrootte van ca. 1 ha).

7. Openstaande vragen

1. Welke berekening of aanduiding van de KPI geeft de best begrijpbare resultaten (meest intuïtief)?
2. Is wegening per gewastype nodig? Wat is dan zinvol?

3.1.6 KPI 5 Percentage bodembedekking

1. Definitie en berekeningswijze

Het aandeel van het bouwplan met bodembedekking, als percentage van het totaal aantal hectare in het bouwplan van een bedrijf per kalenderjaar. Bodembedekking wordt hierbij gedefinieerd als de afwezigheid van zwarte braak (kale grond zonder begroeiing). Bodembedekkers zijn naast gewassen uit de hoofdteelt ook groenbemesters en (graan)stoppelvelden. Voor het berekenen van de bodembedekking door een gewas of groenbemester zijn verschillende methoden mogelijk. Wanneer gebruik wordt gemaakt van de bedrijfsadministratie voor het berekenen van het percentage bodembedekking begint deze wanneer het gewas of de groenbemester wordt ingezaaid of gepoot, en eindigt het na oogst of vernietiging. Wanneer satellietdata worden gebruikt om de bodembedekking te bepalen, bijvoorbeeld met behulp van de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), dan begint en eindigt de bodembedekking bij een bepaalde waarde (NDVI < 0.2) (Groenmonitor: <https://www.groenmonitor.nl/groenindex>). Dit heeft een effect op de uiteindelijke score op de KPI, welke voor de satellietmethode meestal lager uitvalt dan bij de bedrijfsadministratiemethode. Hoewel gewasresten ook een positief effect op de biodiversiteit kunnen hebben, is dit te lastig om te registreren en kwantificeren. Gewasresten vallen daarom voor deze KPI niet onder bodembedekking.

$$\% \text{ bodembedekking} = 100 \times \sum_i B_i \times W_i$$

B_i = Fractie perceel van totale bedrijfsareaal (0-1).

W_i = Fractie weken per jaar met bedekking perceel, berekend door het aantal weken met bedekking te delen door het aantal weken in een jaar (0-1).

Het KPI-percentages bodembedekking kan worden berekend volgens bovenstaande formule. Hierbij wordt de fractie van het bouwplanareaal met bodembedekking vermenigvuldigd met het aantal weken van een jaar dat een perceel bodembedekking heeft. Aangezien momenteel geen systematische gegevens worden verzameld over bodembedekking buiten de hoofdteelt, kan de exacte berekeningswijze nog verschillen, afhankelijk van de meest geschikte manier van dataverzameling.

2. Achterliggende doelen

Wanneer de bodem van percelen het grootste deel van het jaar bedekt is, draagt dat bij aan voedsel en leefgebied voor insecten, vogels en zoogdieren, voornamelijk gedurende de wintermaanden.

Deze KPI kan, bijvoorbeeld door de teelt van groenbemesters, ook bijdragen aan verschillende doelen die de biodiversiteit indirect bevorderen, zoals een positieve organischestofbalans, het terugdringen van erosie en verstuiving, het reduceren van stikstofverlies naar het grond- en oppervlaktewater en onderdrukking van plantpathogenen, waardoor een hogere gewasopbrengst gerealiseerd kan worden.

Binnen het bestaande beleid zijn er voor zover bekend geen concrete aanknopingspunten om drempel- en streefwaarden voor deze KPI vast te kunnen stellen. Wat hieraan raakt, maar geen aanknopingspunten geeft:

- Het Nationaal Programma Landbouwbodems heeft als doel om alle Nederlandse landbouwbodems duurzaam te beheren in 2030. Er wordt hiervoor een instrument ontwikkeld voor het meten van bodemkwaliteit (BLN – 18 indicatoren) en er worden maatregelen vastgesteld.¹ Dit geeft geen informatie over bodembedekking.
- In het nieuwe GLB staat een verbod op kale grond in de gevoeligste periode (d.w.z. de winter) (GLMC 7 voor goede landbouw en milieucondities).² Lidstaten mogen zelf bepalen wanneer bodembedekking verplicht is en onder welke voorwaarden, rekening houdend met grondsoort en erosierisico. Wat Nederland gaat bepalen komt later in het Nationaal Strategisch Plan (NSP) te staan.
- Op zand en löss is het vanuit het zesde actieprogramma Nitraatrichtlijn vanaf 2021 verplicht om na de teelt van mais en aardappel een stikstofvanggewas te telen.
- Op hellingen in Zuid-Limburg is de inzaai van een groenbemester verplicht volgens de bestaande erosieverordening.

3. Bestaande kaders en kennis als aanknopingspunt voor het stellen van drempel- en streefwaarden

Binnen bestaand beleid zijn geen normen voor het percentage bodembedekking. Ook in de wetenschappelijke literatuur zijn geen normen voor het percentage bodembedekking. De wetenschappelijke studies vergelijken de biodiversiteit van percelen groenbemesters of stoppelvelden met zwarte braak. Een concreet percentage op bedrijfs- of landschapsniveau met bodembedekking wordt niet genoemd. Vanuit de kennis dat zwarte braak een lagere biodiversiteit herbergt, zou het percentage bodembedekking vanuit ecologisch oogpunt richting de 100% moeten gaan. Echter, praktische omstandigheden kunnen ervoor zorgen dat dit percentage niet gehaald wordt, bijvoorbeeld wanneer het na een late oogst en natte omstandigheden niet mogelijk is om nog een groenbemester in te zaaien.

4. Vertaling naar drempel- en streefwaarden

Het is vanuit bestaande informatie uit beleid en wetenschap niet mogelijk om gedegen drempel- en streefwaarden te bepalen. De gemiddelde jaarlijkse bodembedekking van alle akkerbouwbedrijven in Nederland is niet bekend, omdat er geen landelijke gegevens beschikbaar zijn over inzet van groenbemester en stoppel. Dit kan dus ook niet worden gebruikt als uitgangspunt.

5. Regionale differentiatie

Vanuit ecologisch oogpunt is het niet noodzakelijk de waarden per grondsoort of regio uit te splitsen, bodembedekking is voor soorten tenslotte even waardevol op klei- als op zandgrond. Op kleigrond is voorjaarsploegen echter lastiger dan op zandgrond vanwege te vochtige bodemcondities voor bodembewerking. Daardoor kan het op kleigrond lastiger zijn om een hoge score op deze KPI te krijgen dan op zandgrond. Dit kan een reden zijn om vanuit bedrijfseconomisch oogpunt wel regionaal te differentiëren in waarden van de KPI waarbij beloond gaat worden.

6. Hoogte drempel- en streefwaarde

Een drempel- en streefwaarde kan nog niet worden vastgesteld. Om toch tot drempel- en streefwaarden te komen, kan het rekenen met een aantal modelbedrijven uitkomst bieden. Deze modelbedrijven zijn regiospecifiek, hebben verschillende bouwplannen en worden al gebruikt voor allerlei landbouwkundige berekeningen. Per modelbedrijf kan het percentage bodembedekking onder verschillende scenario's worden doorgerekend. Mogelijke scenario's zijn bijvoorbeeld:

1. De gangbare praktijk.
2. De inzet van bodembedekking buiten de hoofdteelt bij 'vroegruimende' gewassen als granen.
3. Het maximaal haalbare scenario met de huidige hoofdgewassen, waarbij op klei bijvoorbeeld gebruik wordt gemaakt van voorjaarsploegen.

De percentages bij deze modelbedrijven geven richting aan de hoogtes van de drempel- en streefwaarde. Scenario 1 of 2 past bijvoorbeeld bij de drempelwaarde en scenario 3 bij de streefwaarde.

7. Openstaande vragen

1. De belangrijkste vraag: welke percentages bodembedekking komen er uit de berekeningen van de modelbedrijven en hoe volgen de drempel- en streefwaarden hieruit? Daar valt ook binnen hoe je differentieert per regio.
2. Hoe weeg je verschillende vormen van bodembedekking, zowel *tussen* 'groepen' (groenbemester, stoppel, wintergraan etc.) als *binnen* deze groepen (bijv. grasgroenbemester of groenbemestermengsel)?

3.1.7 KPI 6 Percentage natuur- en landschapsbeheer

1. Definitie en berekeningswijze

De definitie van deze KPI is het percentage oppervlak met natuur- en landschapsbeheer van het totale bedrijfsoppervlak.

Volgens de strikte definitie zoals aangehouden in wetenschappelijke studies bestaat natuur en landschap uit seminatuurlijk habitat zoals houtwallen, sloten, poelen, akkerranden, bermen, dijken en hagen. Dit zijn voor de landbouw niet-productieve elementen. Voor deze KPI gaat het alleen om elementen die op het bedrijfsareaal van de akkerbouwer liggen en waar hij dus rechtstreeks invloed op kan uitoefenen. Daarnaast tellen volveldse elementen, zoals een vogelakker of kruidenrijke akker, ook mee bij deze KPI. Voor deze KPI

zijn er in het kader van de biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij zogenaamde BeheerBiodiversiteit Monitor (BBM) pakketten gedefinieerd. Het is belangrijk dat zowel gesubsidieerd en dus geregistreerd beheer (ANLb) alsook ongesubsidieerd beheer dat niet geregistreerd is, wordt meegenomen. De pakketten die relevant zijn voor de akkerbouw staan in onderstaande tabel. Deze pakketten zouden voor toepassing binnen de BMA nog wel herzien moeten worden vanwege de overlap met andere KPI's. Het beheer moet ingetekend en gecontroleerd worden door de lokale agrarische natuurvereniging (ANV). Deze kan ook ondersteunen in het kiezen van het juiste beheerpakket op de juiste locatie. Data komen dus vanuit ANV en de basisregistratie percelen.

Akkerland	Landschapselementen	Ecologisch bodem- en waterbeheer
BBM 114 Stoppeland (na graan)	BBM 109 Poel en klein historisch water	BBM 110 Natuurvriendelijke oever
BBM 115 Wintervoedselakker	BBM 120 Hakhoutbeheer	BBM 111 Rietzoom en klein rietperceel
BBM 116 Vogelakker	BBM 121 Beheer van bomenrijen	BBM 112 Duurzaam slootbeheer: baggerspuiten
BBM 117 Biodivers inheems bouwland	BBM 122 Knip- en scheerheg	BBM 132 Duurzaam slootbeheer: ecologisch slootsch
BBM 118 Kruidenrijke akker	BBM 123 Struweelhaag	BBM 171 Bodemverbetering organische stof
BBM 119 Kruidenrijke akkerrand	BBM 124 Struweelrand	BBM 172 Kunstmestvrij
	BBM 126 Half- of hoogstamboomgaard	
BBM 107 Bodemverbetering met ruige mest	BBM 127 Hakhoutbosje	
	BBM 128 Griendje	
	BBM 129 Bosje	

Naast deze pakketten zijn er ook nog pakketten voor het erf.

De berekening van de KPI volgt die van de biodiversiteitsmonitor melkveehouderij:

$$B = \sum i (O_i \times C_i \times 100\%) / T$$

B = Bijdrage natuur en landschap (in percentage beheerd land)

O = Totaal oppervlak van natuur- en landschapselementen (voor type i)

C = Wegingsfactor * (voor type i)

T = Totaalareaal bedrijf **

* Wegingsfactor: Aangezien verschillende elementen op verschillende wijze bijdragen aan de biodiversiteit, wordt een wegingsfactor gebruikt voor het bepalen van het oppervlak aan natuur en landschapselementen, waarbij een onderscheid gemaakt wordt in natuurbeheer, landschapsbeheer en erfbeheer. Wegingsfactoren worden hoger naarmate het pakket (1) beter past bij de regiospecifieke omstandigheden, (2) meer bijdraagt aan biodiversiteit en (3) hogere kosten heeft voor aanleg en onderhoud.

** Totaalareaal bedrijf: Areaal grond dat een bedrijf gebruikt of beheert. Data areaal grond dat gebruikt of beheerd wordt, staat in de basisregistratie gewaspercelen (BRP).

2. Achterliggende doelen

In de brede review is een belangrijke opgave voor biodiversiteit in de akkerbouw om te zorgen voor voldoende seminatuurlijke habitat, dat gunstig gesitueerd is en waar nodig onderling verbonden. Deze KPI is geschikt om het doel 'voldoende seminatuurlijk habitat' te meten, maar ongeschikt om het doel 'voldoende verbonden seminatuurlijk habitat' te meten. Verbinding is namelijk niet meegenomen in de berekeningswijze.

Binnen het huidige beleid is de Vogel- en habitatrictlijn (VHR) het belangrijkste kader waarin staat dat een aantal soorten zoogdieren en vogels actief moeten worden beschermd. De maatregelen/pakketten voor

beschermde zoogdieren en akkervogels zijn ondergebracht in het agrarisch natuurbeheer (ANLb) en geconcentreerd in kerngebieden (21% van het totale areaal aan akkerbouw).

Daarnaast is er de Europese biodiversiteitsstrategie, die ten doel heeft het biodiversiteitsverlies in Europa te stoppen. Deze strategie voorziet een grote rol voor de landbouw, o.a. door het areaal seminatuurlijke habitat te vergroten.

3. Bestaande kaders en kennis (wetenschap en beleid), normen of indicatoren als aanknopingspunt voor het stellen van drempel- en streefwaarden

Vanuit het beleid zijn er ook meerdere normen of indicatoren te vinden met betrekking tot deze KPI:

- Oude GLB: 5% ecologische aandachtsgebieden (EFA). De 5% heeft echter (o.a. door de bredere invulling van de EFA's) nog geen duidelijke vooruitgang van de biodiversiteit laten zien (Van Doorn en Smidt, 2017).
- Het nieuwe GLB vervangt EFA met: goede landbouw en milieucondities GLMC, in GLMC 9 staat:
 - Minimaal aandeel landbouwareaal gewijd aan niet-productieve elementen (zoals vanggewassen) of oppervlakte (4%).
 - Behoud van landschapselementen.
 - Verbod op snoeien in de vogelbroedperiode.
 - Bepalen van het percentage van het minimumaandeel voor niet-productieve elementen en welk type door de lidstaten zelf gedaan moet worden.
- De Europese Commissie zegt in de biodiversiteitsstrategie dat het in 2030 ten minste 10% van het landbouwareaal wil hebben omgevormd tot landschappen met een hoge diversiteit: bufferstroken, roulerend of niet-roulerend braakland, hagen etc.
- De Vogel- en habitatrichtlijn heeft als doel alle nodige maatregelen te nemen om de populaties van alle soorten boerenlandvogels op een niveau te houden of te brengen dat met name beantwoordt aan de ecologische, wetenschappelijke en culturele eisen. Echter hieruit volgt geen concreet doel m.b.t. het aandeel groenblauwe dooradering, ook het ANLB of provinciale beleid kent daarvoor geen concrete doelen.

Vanuit de wetenschap is bekend dat er een sterk positief verband bestaat tussen het percentage landschapselementen en de biodiversiteit (o.a. Cormont et al., 2016; De Snoo et al., 2016; Garibaldi et al., 2021; MacArthur, 1965; Martinez, Ramil & Chuvieco, 2010; Shmida & Wilson, 1985; Sirami et al., 2019; Tscharrntke et al., 2021).

De studie van Cormont et al. (2016) is het geschiktst om drempel- en streefwaarden uit af te leiden. Het voordeel van deze studie is dat deze specifiek in Nederland is uitgevoerd, in tegenstelling tot andere studies die op internationaal niveau uitgevoerd zijn. De studie beschrijft op landelijk niveau de relatie tussen biodiversiteit/soortenrijkdom op km-hokniveau en het percentage natuur- en landschapselementen, voor verschillende soortgroepen (vaatplanten, vogels, vlinders, sprinkhanen, libellen en zweefvliegen). Het verloop van de hierin gepresenteerde curves biedt aanknopingspunten om drempel- en streefwaarden aan te koppelen.

4. Vertaling naar drempel- en streefwaarden

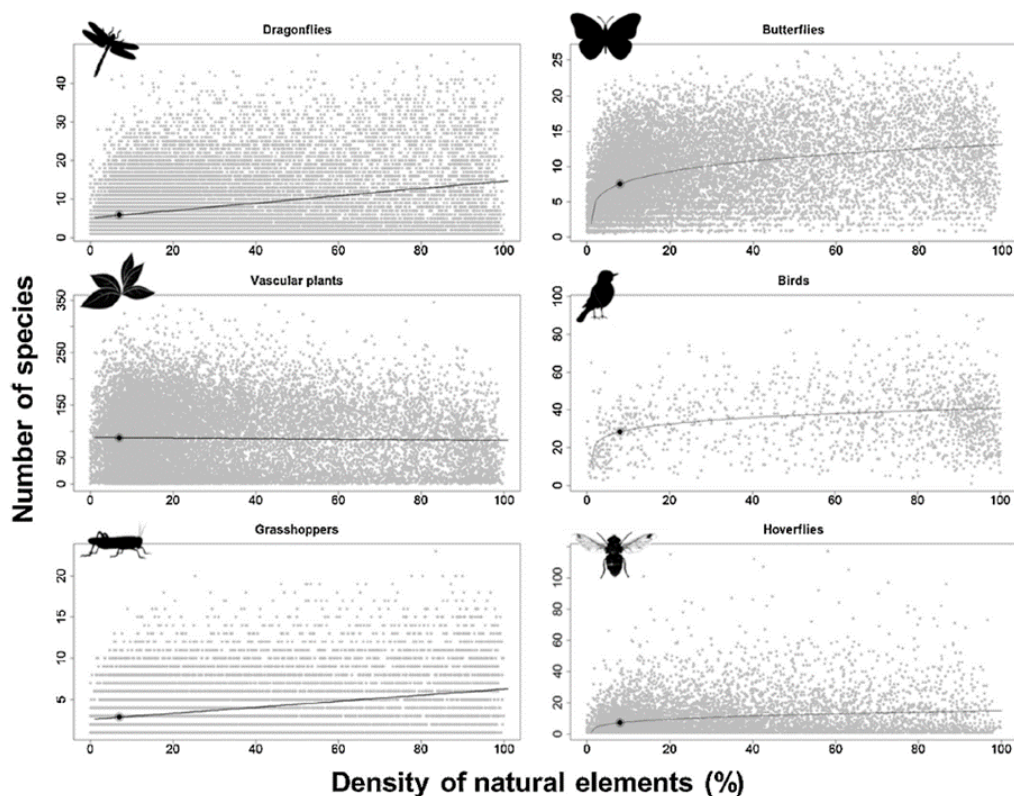
Afleiden drempel- en streefwaarde op basis van Cormont et al. (2016)

Op basis van de gevonden relaties tussen het aandeel landschapselementen en de aanwezige biodiversiteit die door Cormont et al. (2016) zijn gevonden, kunnen een drempel- en streefwaarde worden vastgesteld. Voor de uitgebreide afleiding van de drempel- en streefwaarde verwijzen we naar de uitwerking voor de Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij (pagina 30-33 en 70-72 uit Van Doorn et al., 2019). In het kort:

De drempelwaarde kan worden ontleend aan het punt waarbij de relatie tussen aantal soorten en aandeel landschapselementen net de grootste stijging heeft gehad, het 'kantelpunt' in de grafieken van Cormont et al. (2016). Het aandeel landschapselementen ligt hierbij op 7-10%.

De streefwaarde kan worden ontleend aan het verzadigingspunt in de relaties, waarbij een verhoging van het percentage landschapselementen samenhangt met slechts een minimale verhoging in biodiversiteit. Daarbij ligt het aandeel landschapselementen op 20-40%. Deze streefwaarde komt overeen met recente internationale studies, waarbij ook een streefwaarde van minimaal 20% seminatuurlijke habitat wordt

aangehouden voor het behoud van biodiversiteit in een agrarisch landschap (Garibaldi et al., 2021, Tscharnkte et al., 2021).



Aan deze methode kleefte echter een aantal nadelen (zie ook Van Doorn et al., 2019): de curve loopt voor de verschillende soortgroepen uiteen en de spreiding rond de curves is erg groot: de zekerheid dat bij een toenemend niet-productief areaal de biodiversiteit zal toenemen, is beperkt en van tal van andere factoren afhankelijk van het areaal niet-productieve landschapselementen. Denk hierbij aan de wijze waarop de landschapselementen worden beheerd, en de ruimtelijke spreiding en configuratie. Daarnaast zijn niet alle soortgroepen in het onderzoek van Cormont vertegenwoordigd (zo ontbreken bijvoorbeeld grotere zoogdieren).

Niettemin zijn de verzadigingscurves zoals Cormont et al. (2016) die hebben gevonden conceptueel wel aannemelijk. Dát er sterke een relatie is, staat namelijk vast. Uit de expertbijeenkomst voor de Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij kwam ook naar voren dat ondanks alle bezwaren de gevolgde benadering wel als 'de best mogelijke' werd gezien (Van Doorn et al., 2019).

Van landschapsniveau naar bedrijfsniveau

Om tot een bruikbare drempel- en streefwaarde voor de BMA te komen, moet nog een extra stap worden gezet. De studie van Cormont et al. (2016) rekent namelijk met alle landschapselementen, ongeacht de eigenaar. Vanuit ecologisch perspectief is dat logisch: voor een vogel of insect maakt het tenslotte niet uit of goed beheerde houtwal of watergang in bezit is van een akkerbouwer of bijvoorbeeld een provincie of waterschap. De BMA is in eerste instantie van toepassing op het bedrijfsareaal van de akkerbouw, waarbij landschapselementen die niet op grond van de akkerbouwer staan niet meetellen. Dat betekent dat de drempel- en streefwaarde verlaagd worden. Hier ligt de aanname onder dat in elke regio er altijd ander seminatuurlijke habitat aanwezig is dan in beheer bij de akkerbouwer. Daarom zoeken we aansluiting bij het beleid, waarbij wordt gewerkt met percentages op bedrijfsniveau. Daarbij kiezen we voor:

- Een drempelwaarde van 5%, die aansluit op de vergroeningsmaatregelen binnen het GLB.
- Een streefwaarde van 10%, die aansluit op de biodiversiteitstrategie van de Europese Commissie.

5. Regionale differentiatie

Het is vanuit de ecologie niet nodig om de drempel- en streefwaarde te differentiëren, omdat landschapselementen in elk gebied, op elke grondsoort meerwaarde hebben voor biodiversiteit. Het is wel wenselijk om de weging van verschillende beheerpakketten aan te passen per regio, zodat per regio alleen beheerpakketten gekozen worden die passen bij dat type landschap. Open akkerland regio's (Flevoland, Groningen, delen van Zeeland) krijgen bijvoorbeeld een hoge score op volveldse, lage elementen; gesloten akkerland regio's krijgen een hogere score op de opgaande elementen. Ook hier geldt dat wanneer in bepaalde regio's het meer inspanning kost om de score op deze KPI te verbeteren, het wel wenselijk kan zijn om bij beloningen regiospecifieke waarden te hanteren.

6. Hoogte van de drempel- en streefwaarde

Drempelwaarde: 5%.

Streefwaarde: 10%.

7. Openstaande vragen

1. Wat wordt gezien als '% natuur en landschap' en wat niet? M.a.w. welke beheerpakketten tellen mee voor deze KPI en welke niet en welke pakketten missen nog (bijv. op het gebied van ecologisch maaibeheer en slootschonen? Hoe zorg je ervoor dat er geen overlap is met andere KPI's? Bijv. beheerpakketten stoppeland, kruidenrijke akker, wintervoedselakker en vogelakker.
2. Waarop baseer je de weging per beheerpakket? Dit gaat vooral over het verschil tussen volveldse en niet-volveldse maatregelen.
3. Zegt % landschapselementen + wegingsfactor genoeg? Of moet er ook iets bijkomen over kwaliteit/beheer/onderhoud van het type landschapselement?

3.1.8 KPI 7 Stikstofbedrijfsoverschot

1. Definitie en berekeningswijze

Er zijn verschillende manieren om een stikstofoverschot in de akkerbouw te definiëren:

- Stikstofbodemoverschot = aanvoer van N via bemesting, zaai/-pootgoed, mineralisatie, atmosferische depositie en N-binding door vlinderbloemigen minus de afvoer van N via het geoogste product en de afvoer van N via vervluchtiging (in kg N per ha) (Agrimatie).
- Stikstofbedrijfsoverschot = aanvoer van N via bemesting en zaai/-pootgoed minus de afvoer van N via het geoogste product (in kg N per ha) gecorrigeerd voor voorraadmutaties (Agrimatie).

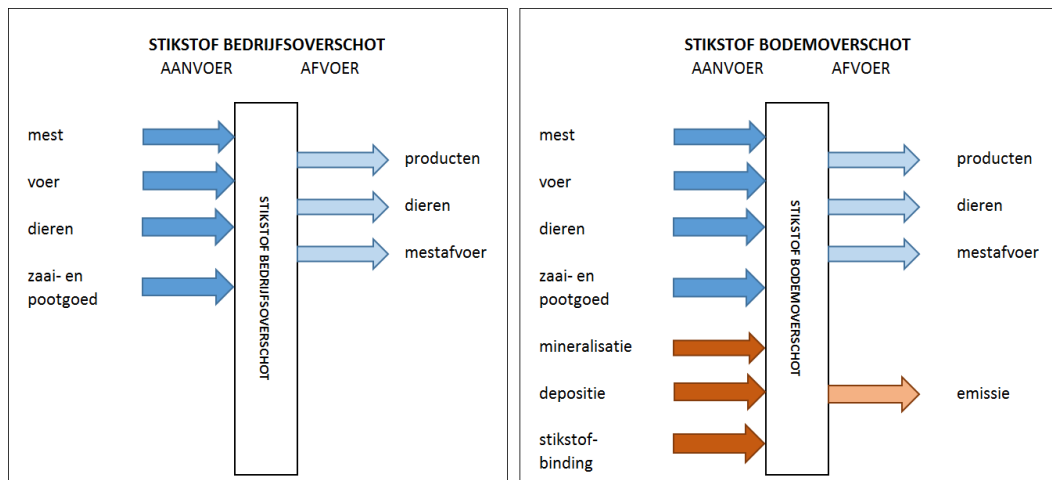
Het bedrijfsoverschot is gebaseerd op de nutriëntenstromen die een bedrijf via aan- en verkopen in- en uitgaan en op de voorraadmutaties. Het bedrijfsoverschot geeft daarmee een schatting van de hoeveelheid nutriënten die binnen een bedrijf in een gegeven jaar wel is verbruikt, maar niet is omgezet in een product. Het berekende overschot, uitgedrukt in kilogrammen stikstof per hectare, vormt een potentiële druk op het milieu.

In de indicator 'stikstofbodemoverschot' is naast het 'berekende bedrijfsoverschot' ook rekening gehouden met factoren die geen verband houden met de bedrijfsvoering, zoals aanvoeren via depositie, stikstofbinding uit de lucht door vlinderbloemigen, het vrijkomen van stikstof uit organische stof in de bodem (mineralisatie) en het afvoeren via emissies naar de lucht. Deze stromen worden niet per individueel bedrijf gemeten. Voor de grootte van deze stromen worden normatieve cijfers gebruikt, die zo goed mogelijk aansluiten bij de daadwerkelijke bedrijfssituatie.

Voor de akkerbouw ligt daarom het stikstofbedrijfsoverschot het meest voor de hand als KPI. 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.¹ De afvoer van stikstof bestaat uit de afvoer van gewassen en plantaardige producten, eventuele dierlijke producten, mest en overige organische meststoffen en overige producten. De gehalten in de afvoer van gewassen en plantaardige producten zijn gebaseerd op forfaits en

¹ Voorraadmutatie = de verandering (toe- of afname) van de omvang van de voorraden mest.

gemiddelden van waardebepalingen. Daarmee is de variatie in de afvoer van stikstof met gewassen en plantaardige producten uitsluitend afhankelijk van de hoeveelheid afvoer (Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM)). De data kunnen uit bestaande administratiesystemen gewonnen worden.



Figuur 3.1 Aan- en afvoerposten (inclusief voorraadmutaties) voor de berekening van het bedrijfs- en van het bodemoverschot per hectare van stikstof.

2. Achterliggende doelen

Een belangrijke opgave voor biodiversiteit is dat de stikstofdruk op bodem en water verminderd moet worden (opgave: Minimale nutriëntenemissies naar grond, water en lucht). Hoe hoger die druk, des te groter het verlies aan biodiversiteit. In de akkerbouw is met name uitspoeling van stikstof in de vorm van nitraat naar het grond- en oppervlaktewater relevant. De trend van het stikstofbodemoverschot op landbouwgronden is de drijvende kracht voor de trend van de nitraatuitspoeling (CLO, 2019).

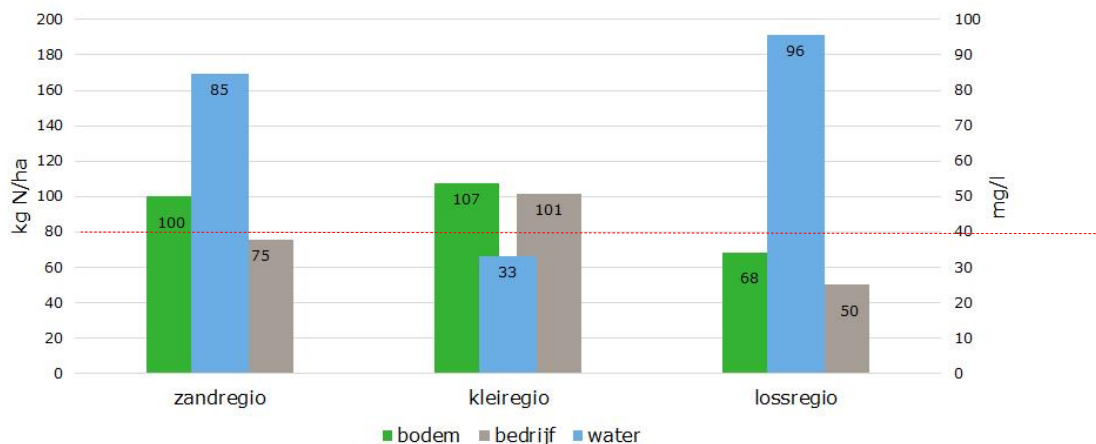
De KPI Stikstofoverschot (de hoeveelheid stikstof die niet door planten is opgenomen en potentieel kan uitspoelen) is de geschiktste indicator, waarbij de data uit bestaande administratiesystemen gewonnen kunnen worden. Andere indicatoren, zoals N-residu (geadviseerd door Noij & Ten Berge, 2019) zijn secuurder als het gaat om het meten van nitraatuitspoeling, maar de data voor deze indicator zijn niet uit bestaande systemen te halen. In hoeverre het stikstofoverschot als nitraat in het grondwater terechtkomt, hangt sterk af van de grondsoort. De zogeheten uitspoelingsfractie is op zandgrond bijvoorbeeld hoger dan op de andere grondsoorten: bij bouwland op droge zandgrond spoelt 90% van het stikstofoverschot uit. Bij natte zandgronden is dat percentage lager. Bij grasland op veengrond is spoelt slechts 5% van het stikstofoverschot uit. Ook de waterhuishouding speelt een belangrijke rol. Op gronden met een diepe grondwaterstand is de uitspoelingsfractie hoger dan op gronden met een hoge grondwaterstand. Daarnaast is het grondgebruik van belang. Bij een vergelijkbaar bodemoverschot is de nitraatuitspoeling op bouwland hoger dan op grasland. Vandaar dat de uitspoelingsfractie varieert van vrijwel nihil tot bijna 100%.

Binnen de Nitraatrichtlijn en de Kaderrichtlijn Water zijn er normen ontwikkeld voor stikstofverliezen naar bodem en grondwater ten behoeve van de bescherming van de waterkwaliteit; deze kunnen gebruikt worden voor het stellen van drempel- en streefwaarden.

3. Bestaande kaders en kennis (wetenschap en beleid), normen of indicatoren als aanknopingspunt voor het stellen van drempel- en streefwaarden

In de Nitraatrichtlijn is de graadmeter voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater vastgesteld op 50 mg NO₃/L (11.3 mg N/L). Deze waarde is leidend voor de mestregelgeving en wordt hier gebruikt om de drempelwaarde van deze KPI op te baseren. De kleiregio bereikte deze norm al in 2013-2015 (Figuur 3.2), met een gemiddeld N-bedrijfsoverschot van 101 kg/ha, maar op veel plaatsen wordt nog niet aan dit doel voor waterkwaliteit voldaan. Zowel de zand- en lössgebieden zitten hierboven: zandgebieden met 85 mg NO₃/L bij een N-bedrijfsoverschot van 100 kg/ha en lössgebieden met 96 mg NO₃/L bij een N-bedrijfsoverschot van 68 kg N/ha.

Binnen de Kaderrichtlijn Water zijn eisen voor de kwaliteit van oppervlaktewater strenger dan die vanuit de Nitraatrichtlijn. Het zijn ecologische eisen, die door waterschappen zijn vertaald in stikstof- en fosfornormen. Deze normen verschillen per regio in Nederland en variëren van 0,9-2,8 mg N per L. Deze kunnen als streefwaarden worden gehanteerd.



Figuur 3.2 Gemiddelde bodem- en het bedrijfsoverschotten (in kg stikstof per hectare) en de gemeten nitraatconcentratie in het grondwater (in mg nitraat per liter) voor de akkerbouw per grondsoortregio (gemiddelden voor jaren 2013 t/m 2015). De rode lijn geeft de drempelwaarde weer vanuit de Nitraatrichtlijn (Bron: waterkwaliteitsdata RIVM, <https://www.wur.nl/nl/artikel/verschil-stikstofbedrijfs-en-stikstofbodemoverschot-toegelicht-in-relatie-tot-waterkwaliteit.htm>).

4. Vertaling naar drempel- en streefwaarden

De drempelwaarde van 50 mg/l NO₃ in grondwater uit de Nitraatrichtlijn kan worden teruggerekend naar drempelwaarden voor bedrijfsoverschot. Dit moet regiospecifiek gebeuren vanwege de verschillen in relatie tussen stikstofoverschot en nitraatuitspoeling, wat tot uitdrukking komt in de uitspoelfractie. Voor elk gewas op elke grondsoort is door de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (WOG) een maximaal toelaatbaar stikstofoverschot vastgesteld. Hieruit zijn stikstofoverschot-normen te berekenen.

Voor de streefwaarde kunnen de ecologische eisen aan oppervlaktewater uit de Kaderrichtlijn Water als uitgangspunt gebruikt worden. Doordat deze per regio worden bepaald, moet ook de streefwaarde gebiedsspecifiek worden berekend. Ook hier zijn afspoelfracties per grondsoort voor bekend.

5. Regionale differentiatie

Omdat er voor elke grondsoort een andere uitspoelfractie is, en dus hoeveel van het stikstofoverschot in het grondwater komt, is het voor deze KPI belangrijk dat er onderscheid wordt gemaakt naar grondsoort en regio's. Idealiter wordt voor elke combinatie grondsoort/grondwatertrap een specifieke drempel- en streefwaarde berekend.

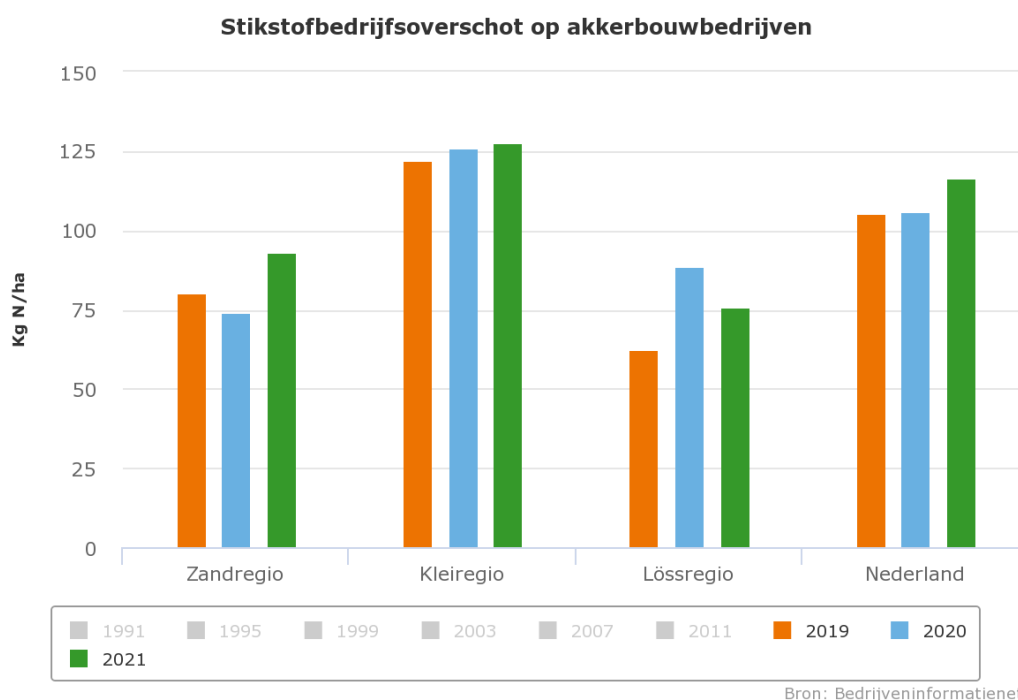
6. Hoogte van de drempel- en streefwaarde

Grond- en regiospecifieke drempel- en streefwaarden moeten per combinatie van grondsoort en grondwatertrap berekend worden (Noij en Ten Berge, 2019). Om een indruk te geven van gemiddelde drempelwaarde per grondsoort en per grondwatertrap, kan worden uitgegaan van de waarden in Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Gemiddelde drempelwaarde stikstofbedrijfsoverschot in kg N/ha per grondsoort en grondwatertrap.

Bedrijfsoverschot	III*	IV	V	V*	VI	VII
Zand	107	78	71	71	48	38
Klei	337	248	182	205	157	131
Löss	105	77	69	69	47	37

Streefwaarden moeten gebiedsspecifiek worden berekend. Figuur 3.3 laat de gemiddelde stikstofbedrijfsoverschotten zien per grondsoortregio (gemiddelden voor de jaren 2017 t/m 2019).



Figuur 3.3 Gemiddelde stikstofbedrijfsoverschotten (in kg stikstof per hectare) voor de akkerbouw per grondsoortregio (gemiddelden voor de jaren 2017 t/m 2019). (Bron: Bedrijveninformatienet).

7. Openstaande vragen

1. Er zijn diverse modellen en publicaties beschikbaar, maar er zijn nog enkele onzekere aannames mogelijk bij het terugrekenen naar bronnen. Dit moet verder onderzocht worden in praktijkpilots.
2. Een belangrijke vraag is wat de precieze relatie is tussen N- en P-overschot en biodiversiteit op het bedrijf en daarbuiten en of ook het P-overschot in de indicator moet worden meegenomen gezien de ecologische effecten, waarin zowel N als P van belang is.

3.1.9 KPI 8 Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen

1. Definitie en berekeningswijze

Deze KPI wordt vooralsnog gedefinieerd als:

- a. de som van het aantal overschrijdingen van de norm voor milieubelastingspunten (MBP) op water en bodemleven van de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen per gebruikt middel per bespoten oppervlakte.
- b. hierbij wordt opgeteld het aantal toepassingen dat in de milieumeetlat een B of C scoort op de effecten op bestuivers of natuurlijke vijanden. (Risico bestuivers en bestrijders: RBB)

Berekeningswijze: $\text{Overschrijdingen} = \sum_i (\text{MBPi} > 100) + \sum_i (\text{RBB} \neq \text{A of ?})$

MBPi = aantal milieubelastingspunten vanuit de Milieumeetlat van CLM op waterleven en bodemleven.

RBB = het Risico voor Bestuivers of Bestrijders is geclassificeerd in vier categorieën (Leendertse et al., 2019). Een bestrijdingsmiddel kan in de milieumeetlat voor bestrijders en bestuivers een van de volgende symbolen krijgen:

- A: bruikbaar in geïntegreerde teelt.
- B: beperkt bruikbaar (bijv. aan begin of einde, of pleksgewijs).
- C: niet bruikbaar in geïntegreerde teelt.
- ?: risico niet bekend.

2022

MILIEUBELASTINGSKAART

Consumptieaardappel

1,5-3% organische stof

0,5% drift

Middel			Dosering (kg/ha of l/ha)	Milieubelasting (MBP)			Bestui- vers	Bestrij- ders
				Water- leven	Bodem- leven	Grond- water		
Onkruidbestrijding								
Agil 100 EC			1,5	27	2	0	A	?
Arcade			4	65	136	56	B	?
clethodim 120 g/l (diverse middelen oa. Balistik, Centurion Plus)			2,5	1	63	28	B	?
Basagran (LDS-dosering na opkomst)			0,2	0	0	10	A	?
Boxer, Roxy			4	51	136	0	B	?
Buzzin			0,75	56	4	90	A	?
Challenge			1,5	135	29	0	A	?
CHANON 600			2	18	38	0	A	?
Citation			0,5	38	3	60	A	?
Centium 360 SC, Clomate, Sirtaki, WOPRO Clomazone 2			0,25	1	3	450	B	?
Cropguard/WOPRO Metribuzin 600 SC, Sencor SC			0,75	49	3	75	A	?
Fidox 800 EC			4	128	136	0	B	?

De berekening van MBP per middel en de classificering van het Risico op Bestuivers en Bestrijders staan beschreven in Leendertse et al. (2019). De akkerbouwer kan het zelf berekenen via <https://www.milieumeetlat.nl/nl/bereken-open-teelt/language/nl.html>.

De data die nodig zijn voor de berekening van de MBP- en de RBB-classificering zijn:

- Toegepast middel.
- Dosering van het middel.
- Oppervlakte waarop het middel is toegepast.
- Datum van toepassing.
- Driftbeperkende maatregelen (op basis hiervan wordt een drift percentage gekozen).
- Organische stof gehalte van de bodem.

Data voor het middelengebruik, de toepassingshoeveelheid, toepassingsdatum en het toegepaste oppervlakte worden (verplicht) geregistreerd op papier of in bedrijfsmanagementsystemen. Een handige manier om deze direct te koppelen aan de MBP-systematiek van CLM is beschikbaar.

Het organischestofgehalte van de bodem zal per teler per perceel moeten worden opgevraagd, afgelezen op bodemkaarten of gemeten.

Er kleeft een aantal belangrijke nadelen aan het gebruik van de huidige milieumeetlat voor gewasbeschermingsmiddelen als uitgangspunt voor een KPI voor gewasbeschermingsmiddelen:

1. De MBP's en RBB's gelden per individuele toepassing of toegepast middel. Het additieve effect van verschillende gewasbeschermingsmiddelen die gezamenlijk worden gebruikt, wordt niet meegenomen.
2. Het Risico op Bestuivers en Bestrijders (RBB) is gebaseerd op de beoordeling van het middel zelf en niet op toepassing van het middel, dus de dosering en andere factoren tijdens te toepassing zijn niet meegenomen in de beoordeling. Omgevingsfactoren, dosering en toepassingstechniek en toepassingsomstandigheden kunnen echter wel grote invloed hebben op de daadwerkelijke schade aan bestuivers en bestrijders. Echter, het RBB biedt de enige mogelijkheid om het risico op bovengrondse insecten mee te nemen, aangezien de MBP's op bodem en waterleven dit nauwelijks dekken. Uit de literatuur blijkt dat schade aan insecten het belastendst is voor de biodiversiteit, waardoor de RBB's dusdanig relevant zijn om toch opgenomen te worden ondanks de genoemde beperkingen.
3. Door zowel MBP's als RBB's te gebruiken voor deze KPI, worden in feite twee methoden gecombineerd: beoordeling van concentratie bij de toepassing (MBP) en beoordeling van het middel zelf (RBB).

Desondanks is de milieumeetlat met aanduiding van MBP's en RBB's het best bestaande instrument dat momenteel gebruikt kan worden voor de invulling van deze KPI. Een toekomstig alternatief voor de MBP is de MIG: de milieu indicator gewasbeschermingsmiddelen (<https://www.wur.nl/nl/project/Milieu-indicator-Gewasbescherming-1.htm>). Deze indicator wordt de komende jaren ontwikkeld in een PPS consortium met WUR-CLM. De MIG omvat belangrijke verbeteringen t.o.v. de MBP: ten eerste wordt de impact van het hele pakket toegepaste gewasbeschermingsmiddelen meegenomen en niet per middel. Ten tweede wordt ook de

impact op insecten, vogels en zoogdieren in beeld gebracht. Op het moment van schrijven van dit rapport is nog onvoldoende achtergrondinformatie van de MIG beschikbaar om een goede afweging te maken tussen de systematiek van de milieumeetlat gewasbeschermingsmiddelen en de MIG.

Het dilemma in deze KPI is dus de keuze tussen nu gebruikmaken van de suboptimale maar beschikbare systematiek van de milieumeetlat voor gewasbeschermingsmiddelen (MBP's + classificering RBB) of deze KPI uitstellen en pas in werking laten treden als de MIG – die mogelijk geschikter is voor deze KPI dan de systematiek uit de milieumeetlat – zijn ontwikkeld. We adviseren om de MBP's te gebruiken in de praktijktoets van de BMA en zodra de MIG beschikbaar is, deze te gebruiken.

De methode van de MIG komt in 2022 beschikbaar. Nadeel is dat op het moment van beschikbaar komen slechts van ongeveer de helft van alle in Nederland toegelaten middelen de informatie klaar is voor toepassing in de MIG. Het kan nog enkele jaren duren voordat voor alle middelen de MIG-score kan worden berekend.

2. Achterliggende doelen

Het doel waar deze KPI op aansluit, is het verminderen van zowel directe als indirecte toxiciteit voor flora en fauna door een "Minimale impact van gewasbeschermingsmiddelen". Daarnaast draagt de KPI indirect bij aan de opgaven "Bodemkwaliteit" (verminderde impact op bodemleven) en "Specifieke soortenbescherming" (meer vogelvoedsel (insecten, zaden) en minder sterfte door accumulatie middelen).

Doelen over gewasbeschermingsmiddelen zijn afkomstig uit de nota "Gezonde Groei, Duurzame Oogst" (Verschoor et al., 2019), de Kaderrichtlijn Water, het "Pakket van Maatregelen emissiereductie gewasbeschermingsmiddelen open teelten" en de "Toekomstvisie gewasbescherming 2030". Het algemene doel is het verminderen van de risico's van gewasbeschermingsmiddelen op milieu/biodiversiteit (waterleven, grondwater, bodemleven en bestrijders & bestuivers). In de EU biodiversiteitsstrategie staat als doel: EU biodiv. strategie 2030: Het risico en het gebruik van chemische pesticiden zijn met 50% gedaald en het gebruik van gevaarlijkere pesticiden is met 50% gedaald.

3. Bestaande kaders en kennis (wetenschap en beleid), normen of indicatoren als aanknopingspunt voor het stellen van drempel- en streefwaarden

De nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst heeft als doelstelling dat het aantal gemeten normoverschrijdingen in 2023 ten opzichte van 2013 met 90% verminderd moet zijn en dat alle telers volgens IPM werken. Dit doel is overgenomen in de toekomstvisie gewasbescherming 2030, en vult aan: "geen normoverschrijdingen in 2027 van de milieukwaliteitsnormen voor gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater".² Daarnaast staat nog in het uitvoeringsprogramma: 2023 t/m 2030: "er is een dalende trend te zien in de milieulast van gewasbeschermingsmiddelen als gevolg van de (door)ontwikkeling van weerbare teeltsystemen".

De milieubelastingspunten per middel komen vanuit de milieu-evaluaties van het College van Toelating van Bestrijdingsmiddelen. De MBP-systematiek is zo opgezet dat een score per bespuiting per milieucompartiment (water, bodem, grondwater) van 100 MBP of lager aanvaardbaar is vanuit milieuoogpunt (afgeleid van de milieu-evaluaties van het CTB).

De grens van 100 MBP is een factor 100 lager dan een schade van 50% acute sterfte (LC50) van het gevoeligste (geteste) waterorganisme (vissen watervlooien waterplanten) en een factor 10 lager dan de maximaal toelaatbare chronische blootstelling (NOEC: No Effect Concentration).

Voor MBP bodemleven ligt het iets anders, hierbij is MBP 100 een factor 10 lager dan de LC50 voor regenwormen.

Voor bestrijders en bestuivers bestaan alleen nog de klasse A, B, C en ? (onbekend).

De KPI op basis van MBP geeft een goed beeld van de potentiële schade op waterleven en bodemleven, maar niet van de impact op (alle vormen van) biodiversiteit zoals bovengrondse insecten, vogels en zoogdieren.

² <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0547-gewasbeschermingsmiddelen-in-oppervlaktewater>

Daarnaast worden effecten van cocktails (mixturen van middelen) en accumulatie in het milieu niet meegenomen in de systematiek.

4. Vertaling naar drempel- en streefwaarden

Voor het risico op waterleven is het MBP puntensysteem zodanig opgezet dat een score van 100 milieubelastingspunten per toepassing globaal de toelatingsnorm van het Ctgb weerspiegelt. Deze score van 100 geldt **per milieueffect en per bespuiting**.

Van elke actieve stof worden de acute en chronische toxiciteitswaarden vanuit de Ctgb toelatingsdossiers of de EFSA-besluiten verzameld. De gevoeligste toxiciteitswaarde wordt gebruikt om de MBP's te berekenen. De acute toxiciteit is de concentratie waarbij 50% van de waterorganismen sterven (de LC50) en bij de beoordeling wordt vermenigvuldigd met veiligheidsfactor van 0,01. Voor de chronische toxiciteit wordt de NOEC (No Effect Concentration) gehanteerd en hier geldt een veiligheidsfactor van 0,1.

Voor meer informatie over de methode van beoordelen verwijzen we naar Leendertse et al. (2019).

Gezien bovenstaande zou dan een norm van nul overschrijdingen van 100 MBP's een goede **drempelwaarde** voor bodemleven als waterleven kunnen zijn. Hier kan eventueel aan toegevoegd worden 0 toepassingen van middelen met een RBB classificatie van B of C. Een mogelijke consequentie van het hanteren van deze drempelwaarde is dat telers meerdere doseringen van net onder de 100 MBP gaan toepassen; dit lijkt echter onwaarschijnlijk vanuit het oogpunt van effectiviteit en kostenefficiëntie.

Voor een **streefwaarde** zou uitgegaan kunnen worden van 0 toepassingen met MBP's en 0 toepassingen met RBB classificatie B of C. De praktische consequentie hiervan is dat vrijwel geen gewasbeschermingsmiddelen meer kunnen worden toegepast. Daarom zou overwogen kunnen worden om een norm van 0 toepassingen boven de 10 MBP vast te stellen. Het risico op schade aan biodiversiteit (voor waterleven 1000 x kleiner dan de LC50 concentratie) lijkt hier dusdanig klein dat deze mogelijk verwaarloosbaar is. Bij de norm van 10 MBP is er nog een redelijk aantal middelen toepasbaar. Het geeft tegelijkertijd ruimte aan nieuwe toepassingstechnieken waarbij met een zeer lage dosering gespoten kan worden.

5. Regionale differentiatie

Differentiëren naar grondsoort is niet nodig, omdat het organischestofgehalte al wordt meegenomen in de bepaling van de MBP. Differentiëren per bedrijfstype of regio lijkt niet noodzakelijk. Omdat bouwplannen, met bijbehorende gewaskeuzes en inzet van gewasbeschermingsmiddelen, regiospecifiek zijn, zal het voor akkerbouwers in de ene regio makkelijker zijn om te voldoen aan de drempelwaarde dan voor akkerbouwers in de andere regio. Daarom kan het wel wenselijk zijn om bij beloningen regiospecifieke waarden te hanteren.

6. Hoogte van de drempel- en streefwaarde

Drempelwaarde: 0 toepassingen boven de grenswaarde van 100 MBP op waterleven en bodemleven en 0 toepassingen met classificering B of C voor het risico op bestuivers of bestrijders.

Streefwaarde: 0 toepassingen boven de grenswaarde van 0 MBP op waterleven en bodemleven en 0 toepassingen met classificering B of C voor het risico op bestuivers of bestrijders.

Praktisch alternatieve streefwaarde: 0 toepassingen boven de grenswaarde van 10 MBP op waterleven en bodemleven en 0 toepassingen met classificering B of C voor het risico op bestuivers of bestrijders.

7. Openstaande vragen

1. Bij voorlopige keuze van de systematiek uit de Milieumeetlat voor gewasbeschermingsmiddelen, wel of niet de classificatie voor bestuivers en bestrijders meenemen in de KPI?
2. Houden we voor de streefwaarde aan: 0 toepassingen > 10 MBP's of 0 toepassingen van >0 MBP's?

3.2 Overzicht van drempel- en streefwaarden en integraliteit

In de vorige paragraaf is voor elke KPI de methode voor het stellen van drempel- en streefwaarden doorlopen aan de hand van de vragenlijst. Voor zeven KPI's zijn er aanknopingspunten om drempel- en streefwaarden op te baseren. In Tabel 3.7 staat de voorlopige set van drempel- en streefwaarden, in de kolom 'grondslag' staat aangegeven of de onderbouwing vanuit de wetenschap, beleid of expert judgement komt. De tabel laat zien dat er voor een aantal KPI's nog wat methodische mitsen en maren zijn voor het stellen van drempel- en streefwaarden. In het voorgaande hoofdstuk zijn er per KPI ook vragen gesteld die aan de orde moeten komen in de praktijktoets.

Tabel 3.7 Overzicht van drempel- en streefwaarden voor de KPI's van de biodiversiteitsmonitor akkerbouw.

Nr.	KPI	Grondslag	Drempelwaarde	Streefwaarde																												
1	Percentage rustgewassen in rotatie	DW: Huidige gemiddelde. SW: wetenschap	39%*	50%*																												
2	Percentage nkg	pm																														
3	Organische stofbalans	DW: kengetallen afbraak SW: Goede Landbouwpraktijk	Balans: 1.00 Aanvoer: 2000 kg/ha/jaar EOS	Balans: 1.25–1.50 Aanvoer: 2500-3000 kg/ha/jaar EOS																												
4a	Gewasdiversiteit	Wetenschap	4 gewassen (S = 1.39)	8 gewassen (S = 2.08)																												
4b	Ruimtelijke Gewasdiversiteit	Wetenschap	200 m rand/ha (= perceel van ca. 4 ha)	400 m rand/ha (= perceel van ca. 1 ha)																												
5	Percentage bodembedekking	pm																														
6	Percentage natuur- en landschapsbeheer	DW: wetenschap & GLB SW: wetenschap & biodiversiteitsstrategie E.C.	5%	10%																												
7	Stikstofbedrijfsoverschot	DW: Nitraatrichtlijn SW: Kaderrichtlijn Water	Afhankelijk van de grondsoort: <table><tr><th>GWT</th><th>Zand</th><th>Klei</th><th>Löss</th></tr><tr><td>III*</td><td>107</td><td>337</td><td>105</td></tr><tr><td>IV</td><td>78</td><td>248</td><td>77</td></tr><tr><td>V</td><td>71</td><td>182</td><td>69</td></tr><tr><td>V*</td><td>71</td><td>205</td><td>69</td></tr><tr><td>VI</td><td>48</td><td>157</td><td>47</td></tr><tr><td>VII</td><td>38</td><td>131</td><td>37</td></tr></table>	GWT	Zand	Klei	Löss	III*	107	337	105	IV	78	248	77	V	71	182	69	V*	71	205	69	VI	48	157	47	VII	38	131	37	Regionaal zeer verschillend afhankelijk van grondsoort & type oppervlakte water; schatting 10-50 kg N/ha,
GWT	Zand	Klei	Löss																													
III*	107	337	105																													
IV	78	248	77																													
V	71	182	69																													
V*	71	205	69																													
VI	48	157	47																													
VII	38	131	37																													
8	Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen	DW: huidige gemiddelde SW: ecologisch optimum	0 toepassing boven100 MBP op bodem- en waterleven. 0 toepassingen met classificering B of C voor bestuivers	0 toepassingen boven 0-10 MBP op bodem- en waterleven 0 toepassingen met classificering B of C voor bestuivers																												

* drempel- en streefwaarden moeten beschouwd worden als referentie waarden, vanwege ontbreken wetenschappelijke/ beleidsmatige onderbouwing.

De drempel- en streefwaarden zijn nu per KPI gedefinieerd, terwijl de KPI's van de BMA integraal gebruikt moeten worden, dat wil zeggen altijd gezamenlijk als een set en ernaar te streven dat voor alle KPI's minimaal de drempelwaarde wordt behaald.

Een belangrijke vraag is wat het integrale gebruik van de KPI's betekent voor de drempel- en streefwaarden? Daarvoor is het belangrijk om naar de wisselwerking tussen KPI's te beschouwen. Hiervoor wordt een trade-off matrix gebruikt die aangeeft wat het potentiële effect van optimaliseren op 1 KPI betekent voor de score op een andere KPI. In Van Doorn et al. (2021) is een dergelijke matrix voor de BMA uitgewerkt. Een aangepaste en verkorte versie is weergegeven in Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Vereenvoudigde trade-off matrix van de KPI's waarvoor in dit rapport drempel- en streefwaarden zijn uitgerekend.

Effect score op KPI (onder) op score KPI (rechts)	1	2	3	4	5	6	8	9
1. Percentage rustgewassen in rotatie								
2. Percentage niet-kerende grondbewerking								
3. Organischestofbalans								
4. Gewasdiversiteit								
5. Percentage bodembedekking								
6. Percentage natuur- en landschapsbeheer								
8. Stikstofbedrijfsoverschot								
9. Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen								

In de matrix is te zien dat:

1. Sommige KPI's een **positief effect** hebben (groen gearceerd), waarbij een hogere score op KPI X (direct of indirect) leidt tot een hogere score op KPI Y.
2. Sommige KPI's **geen sterke of eenduidig effect** hebben (grijs gearceerd), waarbij een hogere score op KPI X niet leidt tot een hogere of lagere score op KPI Y.
3. Een aantal KPI's een **negatief effect** heeft (oranje gearceerd), waarbij een hogere score op KPI X kan leiden tot een lagere score op KPI Y.

Deze trade-off matrix gaat over het verband tussen scores op KPI's en niet over het effect op biodiversiteit. Twee KPI's kunnen qua scores niet samenhangen (= hogere score op KPI X leidt niet tot hogere score op KPI Y), maar wel qua effect op biodiversiteit.

Het meest in het oog springende voorbeeld hierbij is het verband tussen KPI Gewasdiversiteit en KPI Percentage natuur- en landschap. De scores op beide KPI's liften niet met elkaar mee: een hogere gewasdiversiteit zorgt niet automatisch voor een hoger percentage natuur- en landschap en vice versa. Het effect op biodiversiteit lift daarentegen wel mee. Uit Sirami et al. (2019) is namelijk bekend dat (onder bepaalde voorwaarden) in een landschap met een *hogere* gewasdiversiteit een *lager* percentage natuur- en landschap nodig is om dezelfde biodiversiteitswaarde te bereiken. Vertaald naar de BMA betekent dit dat bij een score (ver) boven de drempelwaarde op KPI Gewasdiversiteit de drempelwaarde bij KPI Percentage natuur- en landschapsbeheer verlaagd zou kunnen worden en vice versa. Voor beide KPI's speelt overigens dat de huidige situatie waarschijnlijk ver afdijt van de drempelwaarde. Het kan daarom voor een akkerbouwer wenselijker zijn om zich meer te richten op een van beide KPI's, zonder dat dit negatief uitpakt voor de biodiversiteit. Dit onder de voorwaarde dat aan de lagere drempelwaarde voor de andere KPI wordt voldaan. Het is in dit stadium van de BMA echter nog niet mogelijk om (voorwaarden voor) lagere drempel- en streefwaarden te beschrijven. Dit moet in de praktijktoets verder uitgezocht worden.

Het mogelijk verlagen van de drempelwaarde van KPI X als op KPI Y hoog gescoord wordt, is alleen zinvol als de score van beide KPI's niet samenhangt, maar het effect op biodiversiteit wel. Voor KPI's met een positieve wisselwerking op elkaars score (beschreven onder punt 1) is het daarom niet nodig om bepaalde drempel- en streefwaarden te verlagen als op één KPI erg hoog gescoord wordt: de scores liften tenslotte (direct of indirect) op elkaar mee. Een voorbeeld is KPI Percentage rustgewassen en KPI Organischestofbalans: een hoger aandeel rustgewassen zorgt in de regel voor meer bodemorganische stof en daardoor ook voor een hogere score op KPI Organische stofbalans.

Ook voor de KPI's met een negatief effect op elkaars score (beschreven onder punt 3), is het niet aan te bevelen om onder bepaalde voorwaarden de drempelwaarde te verlagen. Het halen van de drempelwaarde op beide KPI's is namelijk nodig om afwentelingseffecten te voorkomen. Zo kan een hoger percentage bodembedekking mogelijk leiden tot een hogere inzet van gewasbeschermingsmiddelen om groenbemesters en onkruiden weg te werken in het voorjaar. De hogere inzet van gewasbeschermingsmiddelen is hierbij ongewenst. Het is daarom noodzakelijk om op beide KPI's de drempelwaarde te halen om deze ongewenste afwentelingseffecten te voorkomen.

4 Conclusies en vervolg

4.1 Conclusies

De in dit rapport voorgestelde drempel- en streefwaarden zijn een eerste voorstel van waarden die uitgaan van wat (minimaal) nodig is om substantieel bij te dragen aan doelen voor biodiversiteit binnen de akkerbouw. De voorgestelde drempel- en streefwaarden kunnen gebruikt worden om scores van een bedrijf op de KPI's te benchmarken ten opzichte van die doelen.

Opgaven en doelen	Verwachte bijdrage KPI aan doel
Duurzaam bodembeheer, bodemkwaliteit/gezonde bodem	KPI 1 Percentage rustgewassen in rotatie
	KPI 2 Percentage niet-kerende grondbewerking
	KPI 3 Organische stofbalans
	KPI 4a Gewasdiversiteit
	KPI 5 Percentage bodembedekking
	KPI 8 Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen
Divers akkerland (productief oppervlak)	KPI 1 Percentage rustgewassen in rotatie
	KPI 4a Gewasdiversiteit
Voldoende en voldoende verbonden semi-natuurlijk habitat	KPI 6 Percentage natuur- en landschapsbeheer
	KPI 5 Percentage bodembedekking
Specifieke soortenbescherming	KPI 6 Percentage natuur- en landschapsbeheer
	KPI 8 Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen
Minimale nutriëntenemissies naar grond, water en lucht	KPI 1 Percentage rustgewassen in rotatie
	KPI 7 Stikstofbedrijfsoverschot
Minimale impact gewasbeschermingsmiddelen	KPI 1 Percentage rustgewassen in rotatie
	KPI 4a Gewasdiversiteit
	KPI 8 Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen
Duurzaam watergebruik	

Voor de meeste KPI's van de Biodiversiteitsmonitor akkerbouw is het mogelijk om drempel- en streefwaarden voor te stellen. Alleen voor percentage niet-kerende grondbewerking en percentage bodembedekking was dit niet mogelijk. Niet alleen vanuit de ecologie ontbrak het hierbij aan relevante kennis, ook de beschikbaarheid aan data zou een bovenmatige inspanning vergen om deze KPI's op korte termijn hanteerbaar te maken. Ook was het niet altijd mogelijk om de waarden wetenschappelijk te onderbouwen, in sommige gevallen is teruggegrepen op bestaand beleid, expert judgement of huidige gemiddelde scores. In de overzichtstabel 3.7 staat de grondslag voor onderbouwing per KPI aangegeven.

Richtinggevend voor de afleiding van de drempel- en streefwaarden is de ecologische onderbouwing: welke doelen met betrekking tot biodiversiteit en milieucondities zijn er al vastgelegd en wat is er bekend vanuit de wetenschap. Voor de normering van sommige KPI's kon worden aangesloten bij (inter)nationale doelen voor biodiversiteit en milieucondities, zoals de regelgeving rondom emissies, de Vogel- en Habitatrichtlijn en het Klimaatakkoord. Dit was echter minder het geval dan voor de biodiversiteitsmonitor melkveehouderij, waarvoor meer aanknopingspunten beschikbaar waren in huidig beleid. Voor KPI 6 Percentage natuur- en landschap en KPI 8 Stikstofoverschot zijn ook voor de Biodiversiteitsmonitor melkveehouderij drempel- en

streefwaarden gedefinieerd. Deze waarden verschillen iets van de in dit rapport gedefinieerde waarden: voor KPI 6, omdat de drempel- en streefwaarden meer betrekking hebben op het bedrijfsniveau in plaats van het landschapsniveau en meer aansluit bij de EU Biodiversiteitsstrategie. Voor KPI 8 geldt dat het in de Biodiversiteitsmonitor melkveehouderij het gaat om stikstofbodemoverschot, waarvoor een generieke drempelwaarde is gegeven. In de BMA zijn we nu uitgegaan van het stikstofbedrijfsoverschot en zijn drempelwaarden meer gedifferentieerd naar grondsoort.

In sommige gevallen is voor de drempelwaarde aangesloten bij de huidige bedrijfsgemiddelden (KPI 1 Percentage rustgewassen in rotatie en KPI 9 Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen). Dit vanuit het oogpunt dat met deze waarde de huidige KPI-score niet verder achteruitgaat. Mogelijk kan deze benadering ook worden gehanteerd bij de KPI 2 Percentage niet-kerende grondbewerking en KPI 5 Percentage bodembedekking.

Voor meerdere KPI's geldt dat omgevingsfactoren van het bedrijf van invloed zijn op de uiteindelijke biodiversiteit. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat in het geval van de KPI gewasdiversiteit het perceel van de buurman van grotere invloed is dan een eigen perceel een paar kilometer verderop. Daarom is het belangrijk dat er uiteindelijk op gebiedsniveau met KPI's gewerkt gaat worden. Zodat niet alleen akkerbouwers, maar meer grondgebruikers in een gebied werken aan KPI's en zo samen een sterkere impact kunnen genereren.

Alleen voor KPI 8 Stikstofoverschot wordt regionale differentiatie voorgesteld. Dit is vanuit ecologische oogpunt onderbouwd. Vanuit praktische haalbaarheid is het bij meerdere KPI's te overwegen bij de implementatie en vergoedingen rekening te houden met regionale differentiatie, omdat in sommige gebieden een goede score op een KPI een veel grotere inspanning vergt dan in andere gebieden. Het zal per regio en zelfs per bedrijf verschillen voor welke KPI's inspanning moet worden geleverd om de score te verbeteren.

Zoals in de inleiding aangegeven, zijn de drempel- en streefwaarden niet gekoppeld aan waarderingss- en beloningssystemen. Voor de transparantie en verdere ontwikkeling van de BMA is het belangrijk om goed onderscheid te blijven maken tussen de inhoud van het instrument en de toepassing daarvan. Daarom zijn de drempel- en streefwaarden in dit rapport afgeleid van doelen voor biodiversiteit. Het is vervolgens aan de verscheidene partijen zelf om te bepalen hoe hoog de beloning is bij welke waarden van de KPI's. Het kan dan juist heel nuttig of noodzakelijk zijn om regionaal te differentiëren in waarden waarbij beloond wordt. In de melkveehouderij wordt dit bijvoorbeeld door middel van een puntensysteem gedaan, waarbij per KPI scoring-ranges worden aangegeven met bijbehorende punten. Vervolgens wordt het totaalaantal punten gekoppeld aan een beloning. Een dergelijk systeem is ook voor de akkerbouw denkbaar en hier wordt al mee geëxperimenteerd in de Zuidwestelijke Delta.

De benadering om drempel- en streefwaarden vanuit bestaande beleidskaders af te leiden, werpt de vraag op of bijvoorbeeld een KPI voor stikstofoverschot wel nodig is, aangezien er vanuit wet- en regelgeving al op gestuurd wordt. De biodiversiteitsmonitor is immers niet bedoeld om gaten in het beleid op te vangen. Het is een meetinstrument voor resultaten op biodiversiteit waar de boer invloed op kan uitoefenen. Vanuit integraliteit zijn echter ook die KPI's waar al beleid voor is nodig om integraliteit te waarborgen en te voorkomen dat sterke afwenteling ontstaat. Het is echter wel van belang dat de drempel- en streefwaarden gebaseerd zijn op de ecologische onderbouwing van bestaand beleid en niet zelf beleidskeuzes zijn. Daarnaast is het belangrijk dat de drempelwaarden bovenwettelijk zijn, anders zou de monitor geen extra stimulans zijn.

4.2 Vervolg

Voor het verder ontwikkelen en operationaliseren van de BMA en de huidige KPI's voorzien we de volgende activiteiten:

1) De praktijktoets

Voor het functioneren van de biodiversiteitsmonitor is het nu essentieel dat er praktijkervaring wordt opgedaan met de KPI's. Akkerbouwers die de KPI's voor hun bedrijf in beeld willen brengen, zijn hierbij cruciaal. Zij gaan dan aan de slag met de KPI's en werken aan verbetering op de scores. Door het volgen van

de praktijkervaringen kunnen de in- en toepasbaarheid van de biodiversiteitsmonitor beter begrepen worden. Zo kan ook getest worden of er nog KPI's missen en of de voorgestelde methode voor het borgen van integraliteit functioneert. Evenals een eenduidig in te zetten instrumentarium. Het inwinnen van data is eveneens een belangrijk aandachtspunt, de gecombineerde opgave en een nutriëntenwijzer, zoals er een kringloopwijzer voor de melkveehouderij bestaat, lijken hierbij onontbeerlijk.

In andere projecten is hier al ervaring mee opgedaan en de praktijktoets moet dan ook aansluiten bij en samenwerken met deze projecten, zoals project Zuidwestelijke Delta, Buitenland van Rhon en het POP3-project Innovaties Biodiversiteit Veenkoloniën.

Vervolgens is het belangrijk om de BMA gebruiksvriendelijk voor akkerbouwers te maken, die moeten ermee kunnen werken. Feedback van akkerbouwers op wat wel en niet werkt, is daarbij onmisbaar. Uiteindelijk moet de praktijktoets huidige waarden van deelnemende bedrijven in beeld brengen, evenals het handelingsperspectief voor akkerbouwers om scores te verbeteren, de praktische ervaringen en de kosten die daar mee gemoeid zijn. Inzichtelijk kan ook zijn om het verschil tussen de huidige waarden in de praktijk (per akkerbouwregio) en de drempel- en streefwaarden in beeld te brengen.

Ook kan onderzocht worden of en onder welke voorwaarden het zinvol is om de drempelwaarde van de ene KPI te verlagen als op de andere KPI hoog wordt gescoord. Dit geldt in het geval waarbij de score van beide KPI's niet samenhangt (d.w.z. score op KPI X leidt niet tot positieve score op KPI Y), maar het effect op biodiversiteit wel, zoals bij KPI Gewasdiversiteit en KPI Percentage natuur- en landschapsbeheer (zie ook paragraaf 3.2).

Tot slot is het cruciaal dat er wordt gemonitord op de daadwerkelijke effecten op biodiversiteit, zodat de relatie tussen KPI's en biodiversiteit inzichtelijker wordt. Hierbij is het noodzakelijk dat er een analyse van grotere aantallen akkerbouwbedrijven binnen een bepaald gebied plaatsvindt, waarbij – naast de vaststelling van de KPI's – ook de impact op de reële biodiversiteit in kaart wordt gebracht.

2) Inhoudelijke ontwikkeling van de BMA

Parallel aan de praktijktoets is het inhoudelijk verder uitwerken van de KPI's belangrijk. In hoofdstuk 3 zijn per KPI vragen aan de orde geweest die antwoord behoeven, zie voor een overzicht Bijlage 1. Ook zal de praktijktoets allerlei vragen opwerpen omtrent de individuele KPI's en de integrale set. Voor sommige KPI's moeten de berekening, te hanteren instrumenten en voorwaarden verder worden uitgewerkt. Bijvoorbeeld of er een weging per gewas (KPI rustgewassen) in gesteld moet worden of een weging per beheerpakket.

Ten aanzien van KPI 8 Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen is de vraag welke drempel- en streefwaarden gehanteerd kunnen worden wanneer de MIG gebruikt gaat worden. En voor KPI 3 Organischestofbalans is het nog de vraag of aanvoer of balans van organische stof geschikter is als KPI.

Voor twee KPI's (niet-kerende grondbewerking en bodembedekking) is voorgesteld om eerst meer inzicht te krijgen in de huidige scores op bedrijven. Dit komt in de praktijktoets in het vervolg van de PPS aanbod.

Tot slot zijn in dit rapport de KPI's over Groenblauwe dooradering en Waterbalans niet aan de orde geweest, terwijl die in Van Doorn et al. (2021) wel voorgesteld zijn als relevant voor biodiversiteit. Vooralsnog moeten deze KPI's meer ontwikkeld worden voordat hiervoor drempel- en streefwaarden worden gesteld.

Tot slot, wat uiteindelijk echt nodig is om de Biodiversiteitsmonitor akkerbouw tot een succes te maken, is dat het een **goed verdienenmodel** voor akkerbouwers faciliteert. Dit valt buiten de scope van dit rapport, maar het kan zijn dat hogere scores op de KPI's leiden tot productievermindering. Het is niet realistisch te verwachten dat dat voldoende gecompenseerd zal worden door de marktprijs. Om akkerbouwers in staat te stellen scores op de KPI's te verbeteren, is het essentieel dat beloningsmechanismen op gang gaan komen, zodat goede prestaties op de integrale set van KPI's ook beloond gaan worden. Elke betrokken partij maakt daarbij eigen keuzes, de ecologische drempel- en streefwaarden zijn richtinggevend daarin.

Literatuur

- Allema, A. B. (2014). Quantifying and simulating movement of the predator carabid beetle *Pterostichus melanarius* in arable land.
- Andersson, G. K., Ekroos, J., Stjernman, M., Rundlöf, M., & Smith, H. G. (2014). Effects of farming intensity, crop rotation and landscape heterogeneity on field bean pollination. *Agriculture, ecosystems & environment*, 184, 145-148.
- Belder, E. den, H. Korevaar, R. Geerts en B. Schaap (2014). Evaluatie van gewassen als mogelijke equivalenten maatregelen voor ecologische aandachtsgebieden in het nieuwe GLB. *Plant Research International*, Wageningen, 71 p.
- Billeter, R., Liira, J., Bailey, D., Bugter, R., Arens, P., Augenstein, I., ... & Edwards, P. J. (2008). Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied ecology*, 45(1), 141-150.
- Boller, E. F., Malavolta, C., & Jörg, E., 1997. Guidelines for integrated production of arable crops in Europe. Technical guidelines III. *IOBC/WPRS Bulletin*, 20(5), 5-19.
- Bowles, T. M., Jackson, L. E., Loehrer, M., & Cavagnaro, T. R. (2017). Ecological intensification and arbuscular mycorrhizas: a meta-analysis of tillage and cover crop effects. *Journal of Applied Ecology*, 54(6), 1785-1793.
- Briones, M. J. I., & Schmidt, O. (2017). Conventional tillage decreases the abundance and biomass of earthworms and alters their community structure in a global meta-analysis. *Global Change Biology*, 23(10), 4396-4419.
- Buurma, J., K. Poop, H. silvis en M. Voskuilen (2016) Bodemkwaliteit in Nederland. Lei Wageningen-UR. 6 p.
- Clough, Y. et al. (2020) Field sizes and the future of farmland bio-diversity in European landscapes. *Conserv. Lett.* 13, e12752.
- Cooper, J et al, (2016). Shallow non-inversion tillage in organic farming maintains crop yields and increases soil C stocks: a meta-analysis *Agron. Sustain. Dev.* (2016) 36: 22 DOI 10.1007/s13593-016-0354-1.
- Cormont, A., Sipel, H., Clement, J., Melman, T. C., WallisDeVries, M. F., van Turnhout, C. A. M., ... & De Snoo, G. R. (2016). Landscape complexity and farmland biodiversity: evaluating the CAP target on natural elements. *Journal for nature conservation*, 30, 19-26.
- De Snoo, G. R., T. C. P. Melman, F. M. Brouwer, W. J. v. d. Weijden en H. A. Udo de Haes (2016). Synthese en perspectieven voor agrarisch natuurbeheer. *Agrarisch natuurbeheer in Nederland*, Wageningen Academic Publishers: 311-344.
- Garibaldi, L. A., Oddi, F. J., Miguez, F. E., Bartomeus, I., Orr, M. C., Jobbágy, E. G., ... & Zhu, C. D. (2021). Working landscapes need at least 20% native habitat. *Conservation Letters*, 14(2), e12773.
- Geerts, R. H. E. M., & Korevaar, H. (2016). Akkervogelvriendelijk bouwplan met zomergraan en overwinterende stoppels: Eerste tussenrapportage, teeltjaar 2015-2016 (No. 652). *Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO)*, *Plant Research International (PRI)*.
- Handboek Bodem en bemesting (n.d.) URL: <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/>.
- Hanegraaf, M., van den Elsen, E., de Haan, J., & Visser, S. (2019). Bodemkwaliteitsbeoordeling van landbouwgronden in Nederland-indicatorset en systematiek, versie 1.0 (No. 795). *Stichting Wageningen Research (WR)*.
- Hofmann, M. M., Fleischmann, A., & Renner, S. S. (2020). Foraging distances in six species of solitary bees with body lengths of 6 to 15 mm, inferred from individual tagging, suggest 150 m-rule-of-thumb for flower strip distances. *Journal of Hymenoptera Research*, 77, 105.
- Koopmans, C.J., B.G.H. Timmermans, J. de Haan, A.H.M. van Opheusden MSc, I. Selin Noren, T. Slier, J. Wagenaar. 2020. Evaluatie van maatregelen voor het vastleggen van koolstof in minerale gronden 2019-2023: Voortgangsrapportage april 2020. Louis Bolk Instituut en WUR, Bunnik en Wageningen.
- Koopmans, C.J., Erisman, J.W., Zanen, M. & Luske, B. (2017). Biodiverse akkerbouw: Verkenning van indicatoren voor agrobiodiversiteit in de akkerbouw. Louis Bolk Instituut, Publ. nr 2017 -023 LbP. 44 p.
- Kroon, T., Finke, P., Peereboom, I., & Beusen, A. H. W. (2001). Redesign STONE. De nieuwe schematisatie voor STONE. De ruimtelijke indeling en toekenning van de hydrologische en bodemchemische parameters. *RIZA rapport*, 100.

- Leendertse, P., Hoftijser E., Lageschaar, L. (2019). Milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen in de open teelten. Achtergrondnotitie. CLM Onderzoek en Advies. <https://edepot.wur.nl/526921>.
- Li, Y., Chang, S. X., Tian, L., & Zhang, Q. (2018). Conservation agriculture practices increase soil microbial biomass carbon and nitrogen in agricultural soils: A global meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 121, 50-58.
- MacArthur, R. H. (1965). Patterns of species diversity. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 40, 510.
- Martinez, S., Ramil, P., & Chuvieco, E. (2010). Monitoring loss of biodiversity in cultural landscapes. New methodology based on satellite data. *Landscape and Urban Planning*, 94, 127-140.
- McDaniel, M. D., Grandy, A. S., Tiemann, L. K., & Weintraub, M. N. (2014). Crop rotation complexity regulates the decomposition of high and low quality residues. *Soil Biology and Biochemistry*, 78, 243-254.
- Moos, J. H., Schrader, S., & Paulsen, H. M. (2017). Reduced tillage enhances earthworm abundance and biomass in organic farming: A meta-analysis. *Appl Agric For Res*, 67, 123-128.
- N'Dayegamiye, A., Nyiraneza, J., Grenier, M., Bipfubusa, M., & Drapeau, A. (2017). The benefits of crop rotation including cereals and green manures on potato yield and nitrogen nutrition and soil properties. *Advances in Crop Science and Technology*, 5(3), 279.
- Noij, G-J. & ten Berge, H., 2019, Wageningen: Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde. 141 p. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde; no. WPR-917).
- Oppermann, R., Braband, D., Sassendorf, B., & Haack, S. (2005). Nature indicators for agriculture. *Berichte Über Landwirtschaft*, 83(1), 76-102.
- Palmu, E., Ekroos, J., Hanson, H. I., Smith, H. G., & Hedlund, K. (2014). Landscape-scale crop diversity interacts with local management to determine ground beetle diversity. *Basic and Applied Ecology*, 15(3), 241-249.
- Rusch, A., Bommarco, R., Jonsson, M., Smith, H. G., & Ekbom, B. (2013). Flow and stability of natural pest control services depend on complexity and crop rotation at the landscape scale. *Journal of Applied Ecology*, 50(2), 345-354.
- Schröder, J. J., & Rutgers, B. (2018). Kringloopwijzer Akkerbouw: rekenmodel versie 'april 2018'. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde; No. WPR-797). Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde. <https://doi.org/10.18174/446740>.
- Selin Norén, I. Vervuurt, W. Bakker, N., Koopmans, C., Verstand, D., de Haan, J. 2021. Kwantitatieve effecten van bodemmaatregelen op bodemfuncties. Wageningen Research, Rapport WPR-OT 898.
- Shmida, A., & Wilson, M. V. (1985). Biological determinants of species-diversity. *Journal of Biogeography*, 12, 1-20.
- Sirami, C. et al. (2019) Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 116, 16442-16447.
- Sirami, C., Gross, N., Baillod, A. B., Bertrand, C., Carrié, R., Hass, A., ... & Fahrig, L. (2019). Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(33), 16442-16447.
- Smit, B., & Jager, J. (2018). Schets van de akkerbouw in Nederland: structuur-, landschaps- en milieukenmerken die een relatie hebben tot biodiversiteit (No. 2018-074). Wageningen Economic Research.
- Tscharntke, T., Grass, I., Wanger, T. C., Westphal, C., & Batáry, P. (2021). Beyond organic farming—harnessing biodiversity-friendly landscapes. *Trends in Ecology & Evolution*.
- Tsiafouli, Maria A., Elisa Thébault, Stefanos P. Sgardelis, Peter C. De Ruiter, Wim H. Van Der Putten, Klaus Birkhofer, Lia Hemerik et al. "Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe." *Global change biology* 21, no. 2 (2015): 973-985.
- Uthes, S., Kelly, E., & König, H. J. (2020). Farm-level indicators for crop and landscape diversity derived from agricultural beneficiaries data. *Ecological Indicators*, 108, 105725.
- Van Doorn, A, J. Schütt, T. Visser, R. Waenink, R. Baayen M.F. Dekkers, I. Selin Noren, W. Sukkel, D. Heupink, C. Koopmans, L. Deijl, C. Weebers, 2021. Biodiversiteitsmonitor akkerbouw; Wetenschappelijke onderbouwing en toepassing in de praktijk. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3121. 120 blz.; 17 fig.; 15 tab.; 207 ref.

-
- Van Doorn, J.W. Erisman, D. Melman, N. van Eekeren, J.P. Lesschen, T. Visser, H.Blanken, 2019. Drempel- en streefwaarden voor de KPI's van de Biodiversiteitsmonitor melkveehouderij; Normeren vanuit de ecologie. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport WENR 2968. 76 blz.; 7 fig.; 6 tab.; 76 ref.
- van Doorn, A. & Smidt, R., 2017, Wageningen: Wageningen Environmental Research. 19 p. (Wageningen Environmental Research rapport; no. 2795).
- Verbeek Peter, Udo Prins, Robert Ketelaar, Karl Eichorn, Emiel Brouwer 2021 Het Akkerboek. Ontwikkeling en beheer van kruidenrijke akkers. KNNV uitgeverij, Zeist.
- Verschoor, A., Zwartkruis, J., Hoogsteen, M., Scheepmaker, J., de Jong, F., van der Knaap, Y., ... & Tamis, W. (2019). Tussenevaluatie van de nota 'Gezonde Groei, Duurzame Oogst': Deelproject Milieu.
- Vervuurt, W., Hanegraaf, M., & Olijve, A. J. (2021). Trends in organische stof: resultaten van het Bedrijven Netwerk Bodemmetingen (No. WPR-881). Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten.
- Zuber, S. M., & Villamil, M. B. (2016). Meta-analysis approach to assess effect of tillage on microbial biomass and enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry*, 97, 176-187.

Bijlage 1 Vragen voor de praktijkproef

Rustgewassen

1. Wat zou het ecologische doel moeten zijn in een akkerbouwomgeving? Een ecologisch optimum ligt mogelijk bij 100% rustgewassen, maar dat is niet wenselijk vanuit het oogpunt van voedselvoorziening en economische overwegingen.
2. Wat is een zinvolle weging per gewastype?

Niet-kerende grondbewerking

1. Welk onderscheid tussen gereduceerde en intensieve grondbewerking is logisch voor verschillende bodemtypes?
2. Moet gedifferentieerd worden naar type teelt?
3. Hoe om te gaan met de timing van grondbewerking. Bijvoorbeeld natte condities kunnen leiden tot grote schade terwijl onder droge condities nauwelijks schade zal optreden.
4. Oogstwerkzaamheden zullen ook leiden tot aanzienlijk bodemverstoring. Hoe verhoudt zich dat tot de grondbewerking?
5. Is een eenvoudige index mogelijk, bijvoorbeeld dieselverbruik?

Organische stofbalans

1. Nemen we balans of aanvoer als KPI?
2. Moeten we één algemene defaultwaarde voor de afbraak aannemen?
3. Gaan we voor drempelwaarde uit van een balanswaarde van 1?
4. Gaan we voor de streefwaarde uit van Goede Landbouw Praktijk of van het redelijkerwijs maximaal haalbare?

Bodembedekking

1. De belangrijkste vraag: welke percentages bodembedekking komen er uit de berekeningen van de modelbedrijven en hoe volgen de drempel- en streefwaarden hieruit? Daar valt ook binnen hoe je differentieert per regio.
2. Hoe weeg je verschillende vormen van bodembedekking, zowel *tussen* 'groepen' (groenbemester, stoppel, wintergraan etc.) als *binnen* deze groepen (bijv. grasgroenbemester of groenbemestermengsel)?

Percentage natuur en landschap

1. Wat wordt gezien als '% natuur en landschap' en wat niet? M.a.w. welke beheerpakketten tellen mee voor deze KPI en welke niet? Hoe zorg je ervoor dat er geen overlap is met andere KPI's? Bijv. beheerpakketten stoppeland, kruidenrijke akker, wintervoedselakker en vogelakker.
2. Waar baseer je de weging op per beheerpakket? Dit gaat vooral op het verschil volveldse en niet-volveldse maatregelen.
3. Zegt % landschapselementen + wegingsfactor genoeg? Of moet er ook iets bijkomen over kwaliteit/beheer/onderhoud van het type landschapselement?

Stikstofbodemoverschot

1. Er zijn diverse modellen en publicaties beschikbaar, maar er zijn nog enkele onzekere aannames mogelijk bij de terugrekenen naar bronnen. Dit moet verder onderzocht worden in praktijkpilots.
2. Een belangrijke vraag is wat de precieze relatie is tussen N- en P-overschot en biodiversiteit op het bedrijf en daarbuiten en of ook P-overschot in de indicator moet worden meegenomen gezien de ecologische effecten, waarin zowel N als P van belang is.

Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen


1. Wat is de beste keuze: nu kiezen voor de suboptimale maar beschikbare MBP of deze KPI uitstellen en pas in werking laten treden als de MIP – die geschikter zijn voor deze KPI dan de MBP – zijn ontwikkeld?
2. Hoe zijn de drempel- en streefwaarde op basis van MBP op bespuitings- en milieucompartimentniveau om te rekenen naar totaal per ha per jaar (KPI-niveau)?
3. Hoe vertaal je MIP per plot of landelijk niveau naar bedrijfsniveau? Moet je landelijk of per plot (0,25 bij 0,25 km) of per bedrijf de MIP berekenen?
4. Een belangrijk probleem is dat sommige stoffen niet/moeilijk in het milieu kunnen worden gemeten, waardoor de toetsingsnorm hoger is dan de milieunorm. Ook is het toelatingscriterium voor gewasbeschermingsmiddelen in het algemeen soepeler dan de waterkwaliteitsnormen volgens de KRW (PBL, 2019). Hoe om te gaan met deze problemen?

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

Wageningen Environmental Research
Rapport 3202
ISSN 1566-7197



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



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

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

Rapport 3202
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

