

---

# Monitoring van functionele agrobiodiversiteit in de melkveehouderij: ontwikkeling van KPI's

J. Zijlstra<sup>1</sup>, P. W. Blokland<sup>2</sup>, N. van Eekeren<sup>3</sup>, G. Migchels<sup>1</sup>, N. Polman<sup>2</sup> en M. Bestman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Wageningen Livestock Research

<sup>2</sup>Wageningen Economic Research

<sup>3</sup>Louis Bolk Instituut

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van de Topsectorenregeling

Wageningen Livestock Research

Wageningen, november 2016

---

Rapport 984

### **Samenvatting NL**

De Duurzame Zuivel Keten (DZK) werkt aan doelen op het gebied van biodiversiteit op melkveebedrijven. Zij heeft opdracht gegeven om Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) te selecteren die inzicht kunnen geven in de status van functionele agrobiodiversiteit op een melkveebedrijf. Binnen dit onderzoek zijn uit bestaande databases 10 KPI's geselecteerd die daarvoor in aanmerking komen. De inhoud van de databases is met name gericht op structuurkenmerken en de economische en duurzaamheidsprestaties van bedrijven. Op dit moment is er weinig informatie over de ecologie op bedrijven voorhanden. Zes van de tien geselecteerde indicatoren zouden reeds binnen 1 à 2 jaar gebruikt kunnen worden. Het betreft vooral kengetallen die een indruk geven van (1) bodemkwaliteit op basis van het gehalte aan organische stof en (2) de beïnvloeding van biodiversiteit door de uitstoot van emissies.

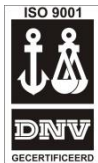
### **Summary UK**

The Sustainable Dairy Chain works on targets for biodiversity on dairy farms. They granted the search for Key Performance Indicators (KPIs) that can provide insight into the status of functional agrobiodiversity on a dairy farm. The project delivered 10 KPIs present already in existing databases that are considered to be eligible. The content of the database consists of structural farm features and economic and sustainability performances of farms. At this moment limited information about ecology features is available. Six out of ten selected KPI's could already be implemented within 1 to 2 years. The list comprises KPIs that give an impression of (1) soil quality by means of changes in soil organic matter content and (2) impact on biodiversity by means of the emissions.

© 2016 Wageningen Livestock Research  
Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl),  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research). Wageningen Livestock Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

---

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doelgroep rapport	9
1.3 Leeswijzer	9
<b>2 Werkwijze</b>	<b>10</b>
<b>3 Resultaten</b>	<b>13</b>
3.1 Stap 1: selectie van kentallen uit bestaande databases	13
3.2 Stap 2: met factoranalyse van 98 kengetallen naar 22 factoren	13
3.3 Stap 3: met systeemanalyse van 22 factoren naar 11 KPI's	18
3.3.1 Criteria bij vertaling van 22 factoren naar 11 KPI's	18
3.3.2 Hoofdstructuur en hiërarchie tussen indicatoren	19
3.3.3 Onderlinge relaties tussen de 11 KPI's	19
3.3.4 Relatie van de 11 KPI's met drukfactoren	21
3.3.5 Systeemanalyse: relaties tussen de 11 KPI's en functionele agrobiodiversiteit in de context van een melkveebedrijf	21
3.4 Stap 4: toetsing van de 11 KPI's aan criteria voor gebruik in de praktijk	25
<b>4 Discussie</b>	<b>29</b>
<b>5 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>31</b>
5.1 Geselecteerde KPI's	31
5.2 Aanbevelingen voor het verder uitwerken van monitoringssystematiek	32
<b>Literatuur</b>	<b>33</b>
<b>Bijlage 1. Groslijst met kengetallen</b>	<b>35</b>
<b>Bijlage 2. Argumenten waarom kengetallen niet zijn meegenomen als KPI</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage 3. Correlatiematrix per grondsoort</b>	<b>40</b>



---

# Samenvatting

## Inleiding

De Duurzame Zuivelketen (DZK) heeft als doel om in 2017 te starten met een methode voor het monitoren van biodiversiteit op melkveebedrijven. Om dat te realiseren heeft het DZK-programmateam Biodiversiteit en Milieu aan het consortium van Wageningen Research en Louis Bolk Instituut gevraagd om een advies te geven welke Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) voor functionele agrobiodiversiteit geschikt zijn om te worden opgenomen in een biodiversiteitsmonitor. Voor biodiversiteit op het niveau van landschap en natuur gebeurt dit binnen een ander project.

## Doel

Het doel van dit project was om op basis van een beperkt aantal KPI's inzicht te geven in hoe een melkveebedrijf ervoor staat op het gebied van functionele agrobiodiversiteit. Onder functionele agrobiodiversiteit verstaan we de kringloop op het bedrijf: bodem, gewas, koe en bedrijf. De aanpak bestond uit het selecteren van mogelijke indicatoren in een aantal stappen (trechterbenadering).

## Werkwijze en resultaten

De eerste stap was de selectie van kengetallen die beschikbaar zijn in bestaande databases<sup>1</sup> door alle daarin voorkomende kengetallen te beoordelen op hun veronderstelde impact op functionele agrobiodiversiteit. Dit resulteerde in een lijst met 98 kengetallen. De inhoud van de databases bestaat met name uit structuurkenmerken en economische en de duurzaamheidsprestaties van bedrijven. Op dit moment is er weinig informatie over de ecologie op bedrijven voorhanden. Voor de tweede stap is een database samengesteld met deze 98 mogelijke indicatoren voor circa 250 bedrijven per jaar over de periode 2012 tot en met 2014. M.b.v. een statistische analyse (factoranalyse) werd gekeken of en hoe de 98 kengetallen gegroepeerd konden worden en of per groep kengetallen één representatieve omschrijving gemaakt kon worden. De factoranalyse leidde tot 22 factoren. De derde stap was een systeemanalyse waarbij de 22 factoren op basis van verschillende criteria werden omgezet in 11 KPI's. In de vierde stap werden deze 11 KPI's getoetst aan de volgende criteria:

- Beschikbaarheid basisgegevens in bestaande administraties.
- De noodzaak van aanvullende berekeningen.
- Externe borging van gegevens.
- De beschikbaarheid van een nulmeting.

Na deze toetsing bleven er 10 over. In een later stadium zal nog een meer definitieve toetsing plaats moeten vinden in nauwe samenwerking met de bezitters van de databronnen die worden gebruikt om de KPI's vast te stellen.

## Geselecteerde KPI's

De vierde stap leverde de voor inpasbaarheid op de korte termijn de volgende KPI's op voor het monitoren van biodiversiteit op melkveebedrijven:

1. % grasland
2. % blijvend grasland
3. % toepassing groenbemester na teelt voedergewas
4. N-bodemoverschot per ha
5. NH<sub>3</sub>-emissie per ha
6. % voereiwit van eigen bedrijf

Op middellange termijn is de verwachting dat ook de volgende KPI voldoende geborgd kan worden om die ook mee te nemen in de monitoring:

7. Organische stofbalans bouwland/voedergewassen

---

<sup>1</sup> Bedrijven Informatie Netwerk van Wageningen Economic Research (BIN bedrijven), Landelijk Meetnet Mest en Mineralen, Kringloopwijzer en Regelingsdata (o.a. regeling agrarisch natuurbeheer).

---

Verder wordt aanbevolen om voor de langere termijn ook de volgende indicatoren te ontwikkelen:

8. Indicator voor grondbewerking bouwland/voedergewassen
9. Milieubelastingspunten per ha (impact van gewasbescherming op milieu)
10. Indicator voor gebruik van ontwormings- en vliegenbestrijdingsmiddelen

Voor deze laatste groep is het nodig extra gegevens te verzamelen, vast te leggen en te borgen die nog niet in de huidige beschikbare databases voorkomen.

### **Aanbevelingen voor de verdere ontwikkeling van de monitoringssystematiek**

De hier gepresenteerde resultaten vormen bouwstenen voor een biodiversiteitsmonitor voor melkveebedrijven. Voor de verdere ontwikkeling van het werken aan biodiversiteit op melkveebedrijven, worden de volgende vervolgstappen aanbevolen:

1. Zorg voor inbedding van de indicatoren in een stimulerende aanpak.
2. Zorg voor borging van de geadviseerde KPI's.
3. Zorg voor meer inzicht in relatie tussen KPI's en directe indicatoren voor biodiversiteit.
4. Speel in op de snelle ontwikkeling rond het werken aan biodiversiteit op melkveebedrijven.
5. Zorg voor concrete zichtbaarheid van biodiversiteit.
6. Voeg indicatoren op het gebied van waterbeheer en watergebruik toe.

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De Duurzame Zuivelketen (DZK) heeft als ambitie om de biodiversiteit op alle melkveebedrijven in Nederland in kaart te brengen. In 2017 wil ze daarvoor een monitoringssystematiek operationeel hebben en concrete doelen vaststellen (DZK, 2016). Om dat te realiseren heeft het DZK-programmateam Biodiversiteit en Milieu aan het consortium van Wageningen Research en Louis Bolk Instituut gevraagd om een advies te geven welke Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) voor functionele agrobiodiversiteit geschikt zijn om te worden opgenomen in de te ontwikkelen biodiversiteitsmonitor. Daarbij was het de ambitie om met een zeer beperkt aantal meetbare essentiële KPI's inzicht te geven in de mate waarin een bedrijf bijdraagt aan het versterken van de functionele agrobiodiversiteit (zie verderop voor de definitie hiervan). Verder gold als voorwaarde dat de KPI's gerelateerd zouden zijn aan bij voorkeur meerdere drukfactoren<sup>2</sup> zoals omschreven door De Bie (2013). Daarbij is het uitgangspunt dat individuele melkveebedrijven integraal<sup>3</sup> kunnen worden gemonitord op hun impact op de biodiversiteit in de omgeving. Bij de keuzes voor KPI's moet nadrukkelijk ook rekening worden gehouden met: onderlinge relaties tussen indicatoren, veronderstelde relaties met functionele agrobiodiversiteit, relevantie binnen bestaand beleid, praktische haalbaarheid (beschikbaarheid kengetallen en borging) en de mogelijkheden voor melkveebedrijven om de indicatoren gunstig te beïnvloeden.

Op basis van het bovengeschetste kader is binnen het project "Biodiversiteit DZK" een verkenning uitgevoerd die heeft geleid tot een aantal KPI's voor functionele agrobiodiversiteit op melkveebedrijven. Dit eindresultaat heeft het karakter van een advies aan DZK. Dit advies en de werkwijze die is gehanteerd om tot dit advies te komen, zijn beschreven in dit rapport.

Dit rapport borduurt voort op het conceptueel kader zoals dat is omschreven in Erisman et al. (2014) en Van Eekeren, et al (2015). Daarin worden vier pijlers van biodiversiteit onderscheiden die onderling samenhangen:

1. **Functionele agrobiodiversiteit:** de kringloop op het bedrijf (bodem, gewas, koe en bedrijf) als basis voor onder- en bovengrondse biodiversiteit, watermanagement, koolstofvastlegging, nutriëntengebruik, etc. De intensiteit van een bedrijf en de grondgebondenheid bepalen in belangrijke mate of kringlopen gesloten worden op het bedrijf;
2. **Landschappelijke diversiteit** op het bedrijf: invloed van de fysieke omgeving (heggen, hagen, slootkanten, akkerranden, bosschages, waterpeil, etc.);
3. **Specifieke soorten:** beheer en management (maaaien, bemestingssoort, techniek en tijdstip, etc.) voor behoud van specifieke soorten (o.a. weidevogels, grauwe kiekendief, korenwolf);
4. **Brongebieden en verbindingzones** (landschap): afstemming in een gebied (EHS, beheer, uitwisseling natte en droge gebieden, focus op regionale biodiversiteit, etc.).

Dit rapport is uitsluitend gericht op de selectie van KPI's voor pijler 1 in bovenstaande opsomming, de functionele agrobiodiversiteit. Friesland Campina, Wereldnatuurfonds en Rabobank werken binnen een ander project - dat momenteel (in 2016) ook in uitvoering is - aan de selectie van KPI's voor de pijlers 2 tot en met 4. Deze afbakening houdt in dat het integrale beeld op basis van KPI's binnen dit rapport uitsluitend betrekking heeft op pijler 1 hierboven. Er wordt geen aandacht wordt geschonken aan mogelijke KPI's voor bijvoorbeeld soorten en vormen van natuurbeheer.

Figuur 1.1 is een schematische weergave van de relaties tussen functionele agrobiodiversiteit en drukfactoren, zowel op het melkveebedrijf als in de omgeving van dat bedrijf. Door de toepassing van

---

<sup>2</sup> De Bie (2013) onderscheidt negen drukfactoren: energie (incl. CO<sub>2</sub>-emissie), landgebruik, emissies naar lucht en water, landschap, bodemgebruik, watergebruik, middelengebruik en licht & geluid. Deze thema's vertonen veel overlap met de thema's zoals die worden gebruikt door het Planbureau voor de Leefomgeving in de beschrijvingen van de milieudruk vanuit de landbouw (Van Grinsven et al., 2014).

<sup>3</sup> Onder integraal wordt hier verstaan: het streven naar een groep KPI's die zo veel mogelijk bekende aspecten van functionele agrobiodiversiteit en drukfactoren in beeld brengt en er tevens voor zorgt dat het werken met de combinatie van de geselecteerde groep KPI's niet leidt tot ongewenste afwentelingen.

---

maatregelen op het gebied van het verbeteren van de functionele agrobiodiversiteit ontstaat er minder impact van drukfactoren waardoor er meer kansen komen voor de natuurlijke ontwikkeling van biodiversiteit binnen en buiten het bedrijf. Zo leiden een lagere bemesting en minder grondbewerkingen bijvoorbeeld tot een actiever bodemleven. Dat zorgt voor een actievere rol bij opname en afgifte van nutriënten waardoor er minder emissies zullen zijn naar bodem, water en lucht. Dat schept mogelijkheden voor een meer natuurlijke biodiverse ontwikkeling binnen en buiten het bedrijf.





**Figuur 1.1.** Relaties tussen functionele agrobiodiversiteit, drukfactoren en biodiversiteit (vrij naar Van Eekeren et al., 2015)

## 1.2 Doelgroep rapport

De doelgroepen zijn stakeholders zoals zuivelondernemingen, overheden, waterschappen en NGO's en gebruikers, de melkveehouders. Er is een balans gezocht tussen wetenschappelijke verantwoording en de leesbaarheid voor de verschillende doelgroepen.

## 1.3 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft de resultaten van vier stappen die in het project zijn doorlopen om te komen tot een selecte groep van KPI's waarmee de functionele agrobiodiversiteit op melkveebedrijven gemonitord kan worden. Deze stappen worden toegelicht in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 2 worden ook de criteria benoemd die binnen het project zijn gebruikt voor het voor selecteren van KPI's. Hoofdstuk 3 presenteert de resultaten van de doorlopen stappen. Hoofdstuk 4 bevat een reflectie op de resultaten. Het rapport wordt afgesloten in hoofdstuk 5 met een aantal aanbevolen KPI's.

De termen KPI, indicatoren en kengetallen worden gebruikt voor ogenschijnlijk dezelfde zaken. KPI gebruiken we voor het (beoogde) eindresultaat: geselecteerde kritische prestatie-indicatoren waarmee die gebruikt zullen worden voor de monitoring. Kengetallen zijn de getallen uit de in het rapport genoemde databases. Indicatoren is de meer algemene term voor een getal dat zowel kengetal als KPI zou kunnen zijn. We hebben zoveel mogelijk geprobeerd om de juiste term consequent en op de juiste plek te gebruiken.

---

## 2 Werkwijze

In dit hoofdstuk is het proces weergegeven dat door het projectteam is gevolgd om te komen tot een select aantal KPI's voor het monitoren van functionele agrobiodiversiteit op melkveebedrijven. Het Programmateam Biodiversiteit en Milieu van DZK heeft bij de start van het project de wens geuit dat de groep KPI's die integraal de functionele agrobiodiversiteit zo goed mogelijk beschrijft bij voorkeur zo klein mogelijk moet zijn.

In het project is in vier stappen gewerkt aan de selectie van de integrale set van KPI's. Het projectteam is begonnen met een uitgebreide lijst te maken die vervolgens in een aantal stappen is ingekort, waarbij samenhang en overlap tussen variabelen, aansluiting bij de doelstellingen van de duurzame zuivelketen en de toepasbaarheid op bedrijfsniveau werden meegenomen.

De aanpak van dit onderzoek is schematisch weergegeven in figuur 2.1.

### **Afbakening van biodiversiteit binnen dit onderzoek**

Zoals beschreven in hoofdstuk 1 hebben we ons beperkt tot een deel van de biodiversiteit, nl. de functionele agrobiodiversiteit op melkveebedrijven.

### **Stap 1: Inventariseren welke kengetallen uit beschikbare databases een relatie kunnen hebben met functionele agrobiodiversiteit**

Binnen deze stap zijn breed kengetallen geïnventariseerd die als indicator zouden kunnen dienen voor functionele agrobiodiversiteit of deelaspecten daarvan. Als startpunt voor deze inventarisatie zijn beschikbare kengetallen van gespecialiseerde melkveebedrijven uit databases van Wageningen Economic Research gebruikt om meer inzicht te krijgen in beschikbare indicatoren op bedrijfsniveau en de onderlinge samenhang tussen indicatoren. In het bijzonder is er gekeken naar de volgende databases:

- Bedrijveninformatienet (BIN) van Wageningen Economic Research
- Landelijk Meetnet Mest en Mineralen (LMM), onderdeel van het bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research
- Kringloopwijzer (KLW): gegevens ontleend aan Kringloopwijzer zoals die voorkomen in het bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research
- Regelingsdata, waarin o.a. deelname aan en gegevens over regeling agrarisch natuurbeheer (nummer regeling en areaal) zijn vastgelegd

Deze databases bevatten met name structuurkenmerken, financieel-economische gegevens en duurzaamheidskengetallen van bedrijven. Op dit moment is er weinig informatie over de ecologie op bedrijven voorhanden. Binnen het onderzoek zijn uit deze databases kengetallen geselecteerd, waarvan verwacht wordt dat ze toegevoegde waarde hebben bij het kenschetsen van functionele agrobiodiversiteit op een bedrijf. Voor de selectie van kengetallen is ook gebruik gemaakt van de geadviseerde kengetallen uit Van Eekeren et al. (2015) en Zijlstra et al. (2015). Voor wat betreft kengetallen m.b.t. grondoppervlak, bodem, gewassen, milieu, natuurbeheer en economie is ook gebruik gemaakt van Polman et al. (2015) en Sanders en Westerink (2015). Tenslotte zijn beschikbare kengetallen m.b.t. drukfactoren (Zijlstra et al., 2015; van Eekeren et al. (2015) en intensiteit van grondgebruik opgenomen in de lijst. Via deze aanpak werden in totaal 98 kengetallen geselecteerd (zie bijlage 1).

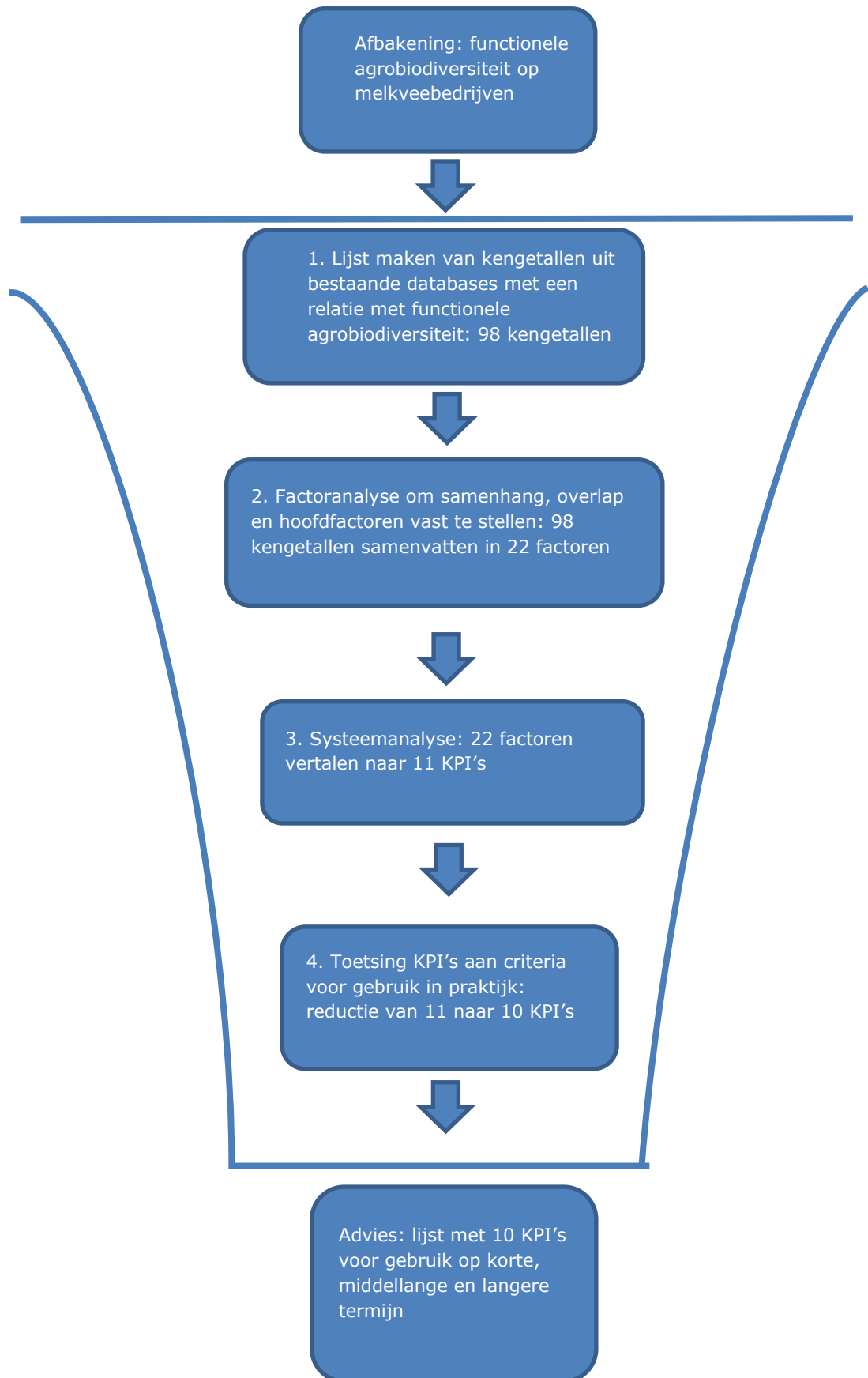
### **Stap 2: Factoranalyse voor meer inzicht in hoofdfactoren en samenhang**

Factoranalyse is een multivariate statistische techniek waarmee een lange lijst met kengetallen kan worden gereduceerd tot een kleiner aantal achterliggende variabelen (Jongeneel et al., 2008). Deze niet geobserveerde, achterliggende variabelen worden factoren genoemd. Hieraan wordt een term gegeven die een samenhangende groep van factoren samenvat. Ook zijn correlaties tussen een groot aantal kengetallen berekend voor het verantwoord reduceren van het aantal kengetallen. De factoranalyse reduceerde de lijst van 98 kengetallen die in stap 1 is ontstaan naar 22 factoren.

### **Stap 3: Systemanalyse 'melkveehouderij en functionele agrobiodiversiteit'**

Op basis van de resultaten van de factoranalyse is in deze stap gewerkt aan het vertalen van de 22 factoren uit stap 2 naar een beperkt aantal representatieve KPI's. De factoren werden beoordeeld op

hun onderlinge samenhang en representativiteit voor het weergegeven van de functionele agrobiodiversiteit op een melkveebedrijf. Het resultaat van deze stap was een overzicht van 11 KPI's die relatief onafhankelijk waren van elkaar. Per indicator wordt een kwalitatieve onderbouwing gegeven van de onderscheidende meerwaarde van de betreffende indicator voor functionele agrobiodiversiteit.



**Figuur 2.1** Schematische weergave van de aanpak van het onderzoek.

---

#### **Stap 4: Toetsing van KPI's aan criteria voor gebruik in praktijk**

Tijdens deze stap zijn criteria voor bruikbaarheid benoemd waaraan de KPI's moesten voldoen. De criteria zijn gedeeltelijk afgeleid uit Van Eekeren et al. (2015) en daarnaast aangepast met het doel om een toetsing op bruikbaarheid uit te voeren. Dit leverde de volgende vier criteria op:

1. Zijn de basisgegevens voor het berekenen van de KPI beschikbaar in bestaande administraties? Hierbij is gekeken of deze data momenteel reeds ergens in de keten digitaal worden vastgelegd. Dit kan zijn op het melkveebedrijf of in een externe database waarin gegevens van melkveebedrijven worden opgeslagen.
2. Zijn aanvullende berekeningen noodzakelijk? Hierbij is het de vraag of er vanuit beschikbare basisgegevens extra berekeningen gemaakt moeten worden om de betreffende KPI te berekenen.
3. Zijn de verzamelde gegevens geborgd via een onafhankelijke externe borging? Hierbij is het de vraag of de beschikbare basisgegevens voor een KPI momenteel reeds extern geborgd zijn. Dat wil zeggen dat de gegevens worden vastgelegd via een proces dat objectieve, juiste en geborgde data oplevert. De borging gebeurt door een organisatie die er op toe ziet dat de gegevens aansluiten bij de werkelijke situatie op het bedrijf. Borging is een belangrijk onderdeel van het proces omdat een eventueel monitoringssysteem o.a. ook bruikbaar zou moeten zijn voor uitbetaling op basis van hoe bedrijven scores op de KPI's. Mogelijk zullen ook andere partijen (overheden, banken, collectieven van agrarische natuurorganisaties, enz.) gebruik willen maken van de KPI's en ook dan is borging essentieel.
4. Is er een nulmeting beschikbaar? Hierbij is het de vraag of er op basis van gegevens over de betreffende KPI in bestaande databases een nulmeting beschikbaar is. De nulmeting levert informatie op over het niveau van de KPI op het moment waarop de monitoring start.

#### **Advieslijst met KPI's aanbevelen**

Het rapport eindigt met een advies voor DZK in de vorm van een beperkte groep KPI's die een integraal beeld schetsen van de functionele agrobiodiversiteit. De KPI's worden ingedeeld in drie groepen:

- a. Beschikbaar op korte termijn: binnen 2 jaar bruikbaar op basis van beschikbare gegevens
- b. Beschikbaar op middellange termijn: binnen 4 jaar bruikbaar na verbetering van de borging van de betreffende indicatoren
- c. Beschikbaar op langere termijn: uitsluitend beschikbaar wanneer aanvullende gegevens worden verzameld en geborgd. Er wordt van uit gegaan dat het enkele jaren zal vergen om deze indicatoren te registreren via een geborgd proces.

## 3 Resultaten

### 3.1 Stap 1: selectie van kentallen uit bestaande databases

In stap 1 zijn alle kengetallen uit de bestaande databases (168 kengetallen in alleen al de BIN-database) beoordeeld op hun mogelijke verband met functionele agrobiodiversiteit op melkveebedrijven. Dit leverde een lijst op van 98 kengetallen. Deze lijst is opgenomen in bijlage 1 van dit rapport. In tabel 3.1 zijn enkele kenmerken weergegeven van de gespecialiseerde melkveebedrijven vanuit het Bedrijveninformatienetwerk (BIN), één van de vier gebruikte databases. Dit betreft gegevens van bedrijven uit drie jaargangen die samengevoegd zijn in één dataset. Voor het grootste deel betreft het ieder jaar de zelfde bedrijven. Jaarlijks zijn er namelijk slechts een beperkt aantal wisselingen in de bedrijven die meedraaien in BIN. De inhoud van de databases is met name gericht op structuurkenmerken, de financieel/economische en duurzaamheidsprestaties van bedrijven. Op dit moment is er weinig informatie over de ecologie op bedrijven voorhanden.

**Tabel 3.1.** Gegevens van bedrijven uit BIN die zijn betrokken in het onderzoek

Jaar	Kengetal	Aantal bedrijven	Gemiddelde	Standaardafwijking <sup>4</sup>
2012	Gemiddeld aantal melkkoeien	250	106.70	70.97
	Oppervlakte cultuurgrond ha	250	60.50	36.15
	Meetmelk per ha	250	14.941	5303
2013	Gemiddeld aantal melkkoeien	255	114.09	72.93
	Oppervlakte cultuurgrond ha	255	63.21	36.94
	Meetmelk per ha	255	15.515	6055
2014	Gemiddeld aantal melkkoeien	253	118.59	76.78
	Oppervlakte cultuurgrond ha	253	64.67	39.80
	Meetmelk per ha	253	15.996	6265

Bron: Bedrijven informatie netwerk (BIN) van Wageningen Economic Research

### 3.2 Stap 2: met factoranalyse van 98 kengetallen naar 22 factoren

Factoranalyse is een multivariate statistische techniek die voor een groot aantal geobserveerde variabelen een kleiner aantal achterliggende variabelen identificeert (Jongeneel et al. 2008). Deze niet geobserveerde, achterliggende variabelen worden factoren genoemd. Wanneer de gevonden factoren bijna evenveel van de variatie verklaren als de oorspronkelijk groepen van geobserveerde variabelen, zijn ze bruikbaar om – in plaats van de groepen te verwoorden welke factoren de variatie binnen de dataset verklaren. Factoranalyse wordt op deze manier gebruikt voor datareductie: de focus wordt verlegd van de vele variabelen naar een beperkter aantal factoren.

Bij een goede factoroplossing bepaalt een relatief klein aantal factoren samen een groot deel van de variantie in de oorspronkelijke variabelen. De factor die als eerste uit de analyse komt, verklaart het grootste deel van die variantie. De factor die er als tweede uitkomt, vertoont een minimale correlatie met de eerste en neemt het op één na grootste deel van de totale variantie voor zijn rekening. Voor

<sup>4</sup> De standaardafwijking is een maat voor de spreiding binnen de groep van bedrijven die in het onderzoek betrokken was. Daarbij geldt in het algemeen dat 66% van de bedrijven zich bevindt zich tussen gemiddelde minus de standaardafwijking en het gemiddelde plus de standaardafwijking

---

de erop volgende factoren geldt het zelfde, maar naarmate er meer factoren worden benoemd, geldt over het algemeen dat de correlatie met de factoren met een hogere rangorde meestal (iets) toeneemt, terwijl het extra verklaarde deel van de totale variantie afneemt. Bij de presentatie van de resultaten van de factoranalyse in tabel 3.2 zijn voor elke selectie alleen de eerste 8 factoren weergegeven, totaal 22 verschillende factoren. Aan alle factoren is door de onderzoekers een term toegekend, die het cluster met kengetallen dat onder die factor is weergegeven binnen de uitslag van het statistisch pakket, beschrijft. Standaard heeft de factor geen naam, maar de (enigszins arbitraire) naamgeving biedt betere mogelijkheden om een beeld te vormen van de factor. In de tabel zijn identieke factoren vervolgens ook nog voorzien van een kleur, zodat duidelijk is dat de zelfde factor in meerdere datasets naar voren komt. Dat geeft aan dat die factor sterk bepalend is bij meerdere datasets. In tabel 3.2 staan de resultaten van de factoranalyse voor alle bedrijven samen en voor vier verschillende selecties van de dataset:

1. Alle bedrijven in het onderzoek
2. Alle intensieve bedrijven
3. Alle extensieve bedrijven
4. Alle bedrijven met natuurbeheer
5. Alle bedrijven zonder natuurbeheer

Naast een analyse op basis van alle bedrijven zijn de groepen 2 tot en met 5 apart geanalyseerd om na te gaan of binnen die groepen mogelijk andere factoren zouden worden gevonden. Daarbij was de achterliggende veronderstelling dat binnen de groepen 3 en 4 de gemiddelde biodiversiteit mogelijk hoger zou zijn dan binnen de groepen 2 en 5. Hierbij moet worden opgemerkt dat de werkelijke biodiversiteit op de bedrijven niet gemeten is en dus ook niet als variabele in de datasets voorkomt. Of de veronderstelde verschillen tussen groepen ook werkelijk aanwezig zijn, kon op basis van de beschikbare kengetallen niet beoordeeld worden.

In de laatste drie kolommen van tabel 3.2 zijn statistische parameters weergegeven die een beeld geven van de mate waarin de variatie binnen de aangegeven acht factoren gedekt wordt door die binnen de 98 kengetallen uit stap 3 (de KMO-test) en van de betrouwbaarheid waarmee dat beeld geschetst kan worden. De vrij hoge waarde van de KMO-test en de lage kans in de kolom significantie geven aan dat de resultaten van de factoranalyse betrouwbaar zijn. Dit wil zeggen dat binnen alle vijf de datasets de aangegeven acht factoren een groot deel van de totale variantie in de betreffende dataset verklaren.

Bij de analyse van de variabelen is de bedrijfsgrootte de belangrijkste factor. Binnen de onderzoeksgroep is ingeschat dat de factor grootte uitsluitend in tabel 3.2 voorkomt omdat kengetallen die zijn uitgedrukt in absolute eenheden, sterk worden beïnvloed door de bedrijfsgrootte. Echter, biodiversiteit hoeft niet te worden beïnvloed door bedrijfsgrootte. In het vervolg van het onderzoek zijn kengetallen van bedrijfsgrootte daarom niet meer meegenomen in de selectieprocedure voor KPI's.

Na bedrijfsgrootte is percentage eigen voer bij alle factoranalyses een belangrijke factor. Percentage snijmaïs komt bij de verschillende analyses eveneens terug. Deze factor is niet steeds samengesteld uit exact de zelfde onderliggende factoren. Daardoor komen er verschillende omschrijvingen rond snijmaïs voor: snijmaïs, % snijmaïs, snijmaïsteelt en snijmaïsopbrengst. Dit alles bevestigt de prominente rol die snijmaïs inneemt als factor die veel invloed heeft op de verzamelde kengetallen. Ook de factoren intensiteit, grondsoort veen, maïsteelt en milieubelastingspunten/gewasbescherming komen relatief vaak voor.

De resultaten geven aan dat wanneer de 98 geselecteerde kengetallen werkelijk indicatoren zouden zijn voor biodiversiteit en wanneer de wens is om het aantal kengetallen sterk te reduceren, er dan bij voorkeur kengetallen geselecteerd moeten worden die representatief zijn voor de factoren die vaak in tabel 3.2 worden genoemd. Bijvoorbeeld kengetallen voor percentage eigen voer, percentage snijmaïs, milieubelastingspunten/gewasbescherming en intensiteit.

De verschillen in uitkomsten tussen de verschillende datasets zijn vrij gering. Intensiteit blijkt een sterk verklarende factor voor verschillen in kengetallen binnen de datasets alle bedrijven, bedrijven

---

zonder natuurbeheer en extensieve bedrijven. De grondsoort speelt geen rol bij de groep intensieve bedrijven. Een aantal factorbenamingen komt maar één keer voor en dat betreft dan dus factoren die minder bepalend zijn voor de variatie binnen de totale set van alle kengetallen.

**Tabel 3.2.** Overzicht van de resultaten van de factoranalyse voor 98 variabelen voor vijf verschillende indelingen van de dataset. Factoren die in meerdere sets voorkomen zijn benadrukt door ze een kleur te geven.

	Factor										
	1	2	3	4	5	6	7	8	Aantal waarnemingen <sup>1</sup>	KMO test <sup>2</sup>	Significantie <sup>3</sup>
Alle bedrijven	Grootte	Intensiteit	eigen voer	berekening	gangbaar/biologisch	grondsoort veen	maïsteelt GBM <sup>4</sup>	natuurbeheer	406	0.739	0.000
Intensief	Grootte	maai-percentage	berekening	eigen voer	% snijmaïs	scheuren	Ruw Eiwit	deelname KLW	164	0.652	0.000
Extensief	Grootte	maai-percentage	eigen voer	% snijmaïs	GBM	gangbaar/veen	intensiteit	snijmaïs opbrengst	251	0.702	0.000
Met natuurbeheer	Grootte	grondsoort veen	eigen voer	gangbaar/biologisch	graslandopbrengst eigen voer	snijmaïs opbrengst	maïsteelt GBM	water	200	0.673	0.000
Zonder natuurbeheer	Grootte	Opstallen	intensiteit	eigen voer	grondsoort veen	% snijmaïs	GBM	snijmaïs-teelt	222	0.673	0.000

<sup>1</sup> Dit aantal waarnemingen betreft het aantal gespecialiseerde melkveebedrijven met een gemiddeld jaarresultaat (over drie jaren) dat in de analyse is meegenomen.

<sup>2</sup> De Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Test is een maatstaf voor de geschiktheid van de data om een factoranalyse uit te voeren. De test meet de geschiktheid van elke variabele in het model en ook die voor het complete model. Het resultaat is een maat voor de verhouding van de variantie tussen variabelen die mogelijk een gezamenlijke variantie hebben. Een minimum waarde van 0.5 wordt vaak gehanteerd om aan te geven dat de data geschikt zijn voor factor analyse.

<sup>3</sup> Bij de Bartlett's test op significantie wordt de nulhypothese "dat er geen correlatie is tussen de variabelen" getoetst. De lage waarden geven aan dat de data geschikt zijn voor factoranalyse.

<sup>4</sup> GBM= gewasbescherming, ook wel uitgedrukt in milieubelastingspunten.



---

Binnen de dataset zitten geen kengetallen die een directe maatstaf zijn voor de biodiversiteit op een bedrijf. Dergelijke kengetallen kwamen niet voor in de gebruikte databases. Een directe maatstaf zou bijvoorbeeld het aantal soorten kruiden in weilanden op het bedrijf kunnen zijn. De geselecteerde en in het onderzoek gebruikte 98 kengetallen zijn uitsluitend indicatoren die indirect iets kunnen zeggen over biodiversiteit. Het ontbreken van een directe indicator maakt het onmogelijk om statistische verbanden te onderzoeken tussen biodiversiteit enerzijds en de 98 kengetallen anderzijds. Het is dus niet mogelijk om op basis van de gedane statistische analyses met zekerheid uitspraken te doen over welke van de 98 kengetallen de beste indicatoren zijn voor biodiversiteit.

Overigens is het ontbreken van het inzicht in de directe relatie tussen bedrijfskengetallen en biodiversiteit er de reden voor dat bij het werken aan biodiversiteit is gekozen voor het werken met indicatoren waarvan verondersteld wordt dat ze impact hebben op de biodiversiteit op bedrijf en in de omgeving. Dat type variabelen is o.a. ook geselecteerd in stap 1.

Op basis van de resultaten van de factoranalyse en de bespreking van de resultaten ervan concluderen we:

1. Het % eigen voer komt in alle vijf datasets naar voren met een hoge factorscore. Dit kengetal is ook sterk gecorreleerd met intensiteit.
2. Andere dominante factoren zijn: % snijmaïs, intensiteit, grondsoort veen en milieubelastingspunten als gevolg van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.
3. De factor % snijmaïs vertoont veel overeenkomst met het watergebruik (via berekening), het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en met het scheuren van grasland. Dit zijn allemaal factoren die verbonden zijn aan bedrijven met maïs in het bouwplan.
4. Alleen binnen de dataset met daarin alle 250 bedrijven komt een factor naar voren die duidelijk gerelateerd kan worden aan de aanwezigheid van de tak natuurbeheer op melkveebedrijven. Waarschijnlijk ontbreekt deze factor binnen de andere datasets omdat de bedrijven met en zonder natuurbeheer daarin meer gescheiden zijn: bedrijven met natuurbeheer zitten waarschijnlijk vooral in de datasets 'Extensief' en 'Met natuurbeheer' en 'bedrijven zonder natuurbeheer' komen waarschijnlijk vooral voor in de beide andere subsets.
5. Grondsoort veen komt in twee sets ook naar voren als aparte factor. Dit kan waarschijnlijk verklaard worden uit het feit dat de geselecteerde 98 kengetallen op bedrijven met veen sterker afwijken van het gemiddelde dan op de bedrijven met zand en klei. De veronderstelling is dat dit vooral te maken heeft met de afwijkende rol van de bodem (o.a. op punten als mineralisatie en N<sub>2</sub>O-emissie), de lagere intensiteit en een laag aandeel snijmaïs in het bouwplan op melkveebedrijven op veengrond.
6. Of een bedrijf gangbaar of biologisch is, heeft ook invloed op bepaalde variabelen. Onderscheidend zijn bijvoorbeeld het percentage drijfmest, benutting van de mest, kunstmestgebruik, bodemoverschot, weidegang en grondsoort.

Alle punten die hierboven zijn genoemd, worden gewoonlijk gezien als cruciale elementen om het bedrijfssysteem op een melkveebedrijf te omschrijven: intensiteit (gekoppeld aan % eigen voer, maaipercantage), grondsoort, wel of geen snijmaïs (gekoppeld aan gewasbescherming, berekening en scheuren van grasland), wel of geen natuurbeheer, gangbaar of biologisch. De conclusie uit de resultaten van de factoranalyse is: wanneer de gekozen 98 kengetallen worden gezien als relevant om de (impact op) biodiversiteit op een melkveebedrijf te kenschetsen, dan kan op basis van de samenhang tussen al deze kengetallen met een beperkt aantal (22) kengetallen worden gewerkt om de relevante bedrijfskenmerken te typeren.

### 3.3 Stap 3: met systeemanalyse van 22 factoren naar 11 KPI's

In dit hoofdstuk worden de KPI's beschreven die m.b.v. een "systeemanalyse melkveehouderij en functionele agrobiodiversiteit" zijn geselecteerd als KPI voor de mate waarin een bedrijf bijdraagt aan het versterken van de functionele agrobiodiversiteit. In deze systeemanalyse hebben we de groepen van kengetallen die overbleven uit de factoranalyse, vanuit verschillende invalshoeken bekeken met als doel om het aantal kengetallen te verminderen en de meest representatieve over te houden.

#### 3.3.1 Criteria bij vertaling van 22 factoren naar 11 KPI's

Voorafgaand aan de selectie van indicatoren zijn criteria benoemd om 22 factoren te vertalen naar een kleiner aantal KPI's. Deze criteria zijn (in volgorde van belangrijkheid):

1. Relatie met functionele agrobiodiversiteit  
De hoeveelheid organische stof in de bodem en het bodemleven zijn de sleutelfactoren voor functionele agrobiodiversiteit. Deze combinatie zorgt voor de natuurlijke activiteit in de bodem die gericht is op het leveren van gewasopbrengsten. Bij de keuze van indicatoren moeten de relatie met de opbouw en de instandhouding van organische stof en de actieve rol die het bodemleven daarbij kan spelen duidelijk in beeld komen.
2. Relatie met drukfactoren  
De te kiezen KPI's moeten een relatie hebben met emissies van melkveebedrijven naar hun directe omgeving. Daarbij gaat het met name om N, P, NH<sub>3</sub>, broeikasgassen, gewasbeschermingsmiddelen en ontwormings- en vliegenbestrijdingsmiddelen als de belangrijkste emissiefactoren.
3. Beperkt houden van het aantal indicatoren door rekening te houden met onderlinge relaties  
Eén van de wensen van de opdrachtgever was dat het aantal KPI's beperkt zou moeten blijven tot ca. vijf. Dit kan door rekening te houden met verbanden tussen diverse potentiële KPI's. Wanneer ze onderling sterk gecorreleerd zijn, kan één van de betreffende indicatoren worden gekozen als KPI die ook representatief is voor één of meer andere –gecorrleerde – indicatoren.
4. Relatie met de hoofdfactoren uit factoranalyse  
De uitgevoerde factoranalyse biedt een beeld van de belangrijkste thema's of hoofdfactoren die uit de dataset naar voren komen. Met name de hoofdthema's % eigen voer, snijmaïs, intensiteit en milieubelastingspunten werden door de onderzoekers gezien als relevant om rekening mee te houden. De te kiezen indicatoren zouden bij voorkeur ook een beeld van deze thema's moet kunnen schetsen.

In tabel 3.3 staan de 11 indicatoren die het resultaat zijn van de systeemanalyse van 22 factoren.

**Tabel 3.3.** Geselecteerde KPI's

KPI's	Toelichting (zie begeleidende tekst voor meer toelichting)
a. % grasland (t.o.v. totaal bedrijfsoppervlak)	Belangrijke indicator voor de opbouw en het behoud van organische stof.
b. % blijvend grasland	Belangrijke indicator voor de hoeveelheid organische stof in de bodem: hoger onder blijvend dan onder tijdelijk grasland.
c. Grondbewerking bouwland/voedergewassen	Grondbewerkingen leiden tot een afbraak van organische stof.
d. Organische stofbalans bouwland voedergewassen (verschil tussen aan- en afvoer van organische stof)	Geeft inzicht in de verandering van hoeveelheid organische stof in bodem; goede indicator voor impact van bedrijfsvoering op hoeveelheid organische stof.
e. % organische stof in bodem	Directe indicator voor organische stof. Organische stof is een levensvoorwaarde voor bodemorganismen en daarmee een zeer belangrijke indicator voor de diversiteit aan levensvormen in de bodem.
f. % toepassing groenbemester na teelt voedergewas	Zorgt voor behoud van nutriënten in de bodem en draagt bij aan opbouw van organische stof in bodem.
g. N-bodemoverschot per ha	Indicator voor emissies van stikstof naar oppervlaktewater en lucht. Emissies leiden tot eutrofiëring van oppervlaktewater en neerslag van stikstof in natuurgebieden.

h. NH <sub>3</sub> -emissie per ha	Maatstaf voor de impact van landbouw op de verzuring van bodems in natuurgebieden.
i. Milieubelastingspunten <sup>5</sup> per ha (gewasbescherming)	Geven aan hoeveel negatieve impact gewasbeschermingsmiddelen hebben op water, bodem en lucht.
j. % voerewit van eigen bedrijf	Bedoeld als overall-indicator voor de impact van een bedrijf op biodiversiteit; is indirect is opgebouwd uit vele van de andere indicatoren uit deze lijst.
k. Gebruik van ontwormings- en vliegenbestrijdingsmiddelen	Hebben een negatieve impact op bodemorganismen en vliegen en daarmee op biodiversiteit.

In de rest van deze paragraaf 3.3 worden de afwegingen die gemaakt zijn bij het selecteren van de indicatoren in tabel 3.3. nader toegelicht.

### 3.3.2 Hoofdstructuur en hiërarchie tussen indicatoren

De twee centrale factoren achter de indicatoren a tot en met f zijn het organische stofgehalte en het bodemleven. Het streven naar biodiversiteit in de bodem loopt via de bevordering van zowel een actief bodemleven als het organische stofgehalte van de bodem.. Grasland en met name blijvend grasland, minimale grondbewerkingen en groenbemesters zorgen er voor dat bestaande bodemprocessen ongestoord kunnen verlopen en dus maximaal kunnen bijdragen aan de opbouw van bodemleven dat gericht is op het bevorderen van gewasopbrengst. Er is bewust voor gekozen om naast het organische stofgehalte van de bodem (zie e in tabel 3.3) ook de andere indicatoren op te nemen omdat veranderingen in het organische stofgehalte op korte en middellange termijn moeilijk betrouwbaar zijn te meten (zie ook 3.4 voor toetsing KPI's aan criteria voor gebruik in de praktijk). De andere indicatoren (a tot en met d en f) zijn eenvoudiger meetbaar en bezitten ook een duidelijke relatie met maatregelen om bij te sturen.

Er is geen indicator voor bodemleven toegevoegd omdat deze niet breed beschikbaar is in de praktijk.

De centrale factoren achter de indicatoren g tot en met i en k zijn het beperken van emissies en opnieuw het voorkomen van de verstoring van bodemprocessen. De totale N-emissies zijn gesplitst in g en h om zowel de impact op oppervlaktewater als die op natuurgebieden weer te geven.

De i De indicator j is bedoeld als overall indicator voor de impact op biodiversiteit.

Bij de selectie van de indicatoren uit tabel 3.3. is gestreefd naar een groep die aansluit bij de integrale benadering zoals die in hoofdstuk 1 als randvoorwaarde is genoemd.

De hierboven genoemde argumenten worden in de resterende delen van deze paragraaf nader aangevuld en onderbouwd.

### 3.3.3 Onderlinge relaties tussen de 11 KPI's

Het aantal KPI's kon beperkt worden tot 11 door gebruik te maken van de verbanden tussen diverse indicatoren. In bijlage 3 staat een overzicht van combinaties van kengetallen uit de lijst van 98 met de bijbehorende correlaties. In tabel 3.5 staan de combinaties met de sterkste correlaties. Een deel van de kengetallen uit de rechterkolom is afgefallen vanwege de sterke overlap met de KPI's. Dit geldt voor de indicatoren kg meetmelk per ha, P-bodemoverschot per ha, N<sub>2</sub>O per ha, CO<sub>2</sub>-equivalenten per ha (= broeikasgassen totaal) en CO<sub>2</sub> en methaanemissie. Voor de 11 KPI's waarvoor geen data beschikbaar waren in de database, konden geen correlaties vermeld worden. Dit betreft o.m. de indicatoren grondbewerking bouwland/voedergewassen en gebruik van ontwormings- en vliegenbestrijdingsmiddelen.

Een aantal kengetallen blijkt sterk beïnvloed te worden door de intensiteit van het bedrijf en is daardoor onderling vrij sterk verbonden. Dit geldt voor de N- en P-bodemoverschotten en alle gasvormige emissies (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> en N<sub>2</sub>O). Bij CO<sub>2</sub> geldt het zowel voor de zuivere CO<sub>2</sub>-emissie als voor de emissie van de

<sup>5</sup> Milieubelastingspunten zijn gebaseerd op een systematiek voor het meten van de milieubelasting bij het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Deze methodiek is ontwikkeld door het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) in het kader van het opstellen van een Milieumeetlat (<http://www.milieumeetlat.nl/>)

broeikasgassen CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O, zoals die wordt uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten. Vanwege de sterke onderlinge correlaties is besloten om de kengetallen CO<sub>2</sub>-emissie, N<sub>2</sub>O-emissie en P-bodemoverschot niet op te nemen in de tabel. De invloed die deze kengetallen hebben op biodiversiteit, wordt reeds voldoende getoond door de KPI's N-bodemoverschot per ha, NH<sub>3</sub>-emissie per ha en % voereiwit van eigen bedrijf (zie verbanden in tabel 3.5).

**Tabel 3.5.** Relaties tussen de 11 KPI's en kengetallen uit de databases (correlatie < -0.3 en > 0.3)

KPI's	Sterk gecorreleerd met kengetal
a. % grasland v.h. totaal bedrijfsoppervlak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kg meetmelk per ha /intensiteit (zand en veen)</li> <li>• % blijvend grasland (zand en veen)</li> <li>• % organische stof grasland (klei en veen)</li> <li>• CO<sub>2</sub>-eq emissie (veen)</li> <li>• CO<sub>2</sub>-emissie (veen)</li> <li>• Methaanemissie (veen)</li> </ul>
b. % blijvend grasland v.h. totaal bedrijfsoppervlak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % grasland</li> <li>• Kg meetmelk per ha /intensiteit (zand en veen)</li> <li>• Methaanemissie per ha (zand en veen)</li> <li>• % organische stof bouwland (veen)</li> </ul>
c. Indicator voor grondbewerking bouwland/voedergewassen	Geen relaties bekend. Kengetal niet beschikbaar in databases
d. Organische stofbalans bouwland/voedergewassen (verschil tussen aan- en afvoer van organische stof)	Geen relaties bekend. Kengetal niet beschikbaar in databases
e. % organische stof grasland  % organische stof bouwland	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % organische stof in bodem bouwland</li> <li>• % grasland</li> <li>• N-bodemoverschot (klei en veen)</li> <li>• Kg meetmelk per ha /intensiteit (veen)</li> <li>• % blijvend grasland</li> <li>• Ammoniakemissie per ha (veen)</li> </ul>
f. % toepassing groenbemester na teelt voedergewas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % voereiwit van eigen bedrijf (veen)</li> <li>• Lachgasemissie (klei)</li> </ul>
g. N-bodemoverschot per ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % voereiwit van eigen bedrijf</li> <li>• Kg meetmelk per ha /intensiteit</li> <li>• P-bodemoverschot per ha</li> <li>• Ammoniakemissie per ha (klei en veen)</li> <li>• CO<sub>2</sub>-eq emissie per ha</li> <li>• CO<sub>2</sub>-emissie per ha (zand en klei)</li> <li>• Lachgasemissie per ha</li> <li>• Methaanemissie per ha</li> <li>• % organische stof grasland (klei en veen)</li> </ul>
h. NH <sub>3</sub> -emissie per ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kg meetmelk per ha /intensiteit</li> <li>• N-bodemoverschot (klei)</li> <li>• % organische stof grasland (veen)</li> <li>• % organische stof bouwland (veen)</li> <li>• CO<sub>2</sub>-eq emissie per ha (klei en veen)</li> <li>• CO<sub>2</sub>-emissie per ha (klei)</li> <li>• Methaanemissie per ha (klei en veen)</li> </ul>
i. Milieubelastingspunten per ha (gewasbescherming)	Geen relaties aangetoond
j. % voereiwit van eigen bedrijf	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kg meetmelk per ha /intensiteit (zand en klei)</li> <li>• N-bodemoverschot per ha</li> <li>• % groenbemesting (veen)</li> <li>• Ammoniakemissie per ha (zand)</li> <li>• CO<sub>2</sub>-eq emissie per ha (zand en klei)</li> <li>• CO<sub>2</sub>-emissie per ha (zand en klei)</li> <li>• Methaanemissie per ha (zand en klei)</li> </ul>
k. Gebruik van ontwormings- en vliegenbestrijdingsmiddelen	Geen relaties bekend. Kengetal niet beschikbaar in databases

De emissies naar water, bodem en lucht zijn in tabel 3.5 uitgedrukt per ha. Dit omdat biodiversiteit een begrip is dat gebonden is aan grond: hoe hoger de milieudruk per ha, des te nadeliger is dat voor de

ontwikkeling van een biodivers ecosysteem (zie o.a. Erisman, 2014).

Bij het streven naar een efficiënte melkproductie is het gebruikelijk om emissies uit te drukken per kg melk. Sturen op die kengetallen leidt meestal tot intensivering van de productie per ha en als gevolg daarvan neemt de druk op biodiversiteit over het algemeen toe.

### 3.3.4 Relatie van de 11 KPI's met drukfactoren

De opgenomen KPI's hebben een directe of indirecte relatie (via sterk gecorreleerde effecten) met acht van de negen drukfactoren die zijn genoemd door De Bie (2013). In tabel 3.4 is met kruisjes aangegeven hoe de 11 KPI's zijn verbonden met deze 9 drukfactoren. Alleen voor de drukfactoren watergebruik en licht & geluid zijn geen relaties met de KPI's. De onderbouwing van de aangegeven kruisjes is beschreven in de volgende paragraaf (3.3.5).

**Tabel 3.4.** Relaties tussen geselecteerde indicatoren en drukfactoren

KPI's	Energie	Landgebruik	Emissies naar lucht	Emissies naar water	Landschap en natuur	Bodemgebruik	Watergebruik	Middelengebruik	Licht & geluid
a. % grasland v.h. totaal bedrijfsoppervlak		X		X		X		X	
b. % blijvend grasland v.h. totaal bedrijfsoppervlak		X		X	X	X		X	
c. Indicator voor grondbewerking bouwland/voedergewassen						X			
d. Organische stofbalans bouwland/voedergewassen (verschil tussen aan- en afvoer van organische stof)						X			
e. % organische stof grasland % organische stof bouwland						X			
f. % toepassing groenbemester na teelt voedergewas		X	X	X		X			
g. N-bodemoverschot per ha			X	X	X				
h. NH3-emissie per ha			X		X				
i. Milieubelastingspunten per ha (gewasbescherming)				X				X	
j. % voereiwit van eigen bedrijf	X	X	X	X	X	X			
k. Gebruik van ontwormings- en vliegen-bestrijdingsmiddelen				X				X	

### 3.3.5 Systemanalyse: relaties tussen de 11 KPI's en functionele agrobiodiversiteit in de context van een melkveebedrijf

Onderstaande beschrijvingen voor de 11 geselecteerde KPI's zijn - met uitzondering van organische stof in de bodem en NH3-emissie per hectare - overgenomen uit Van Eekeren et al. (2015). Ze worden opgesomd in de zelfde volgorde als in de tabellen hiervoor.

#### a. % grasland

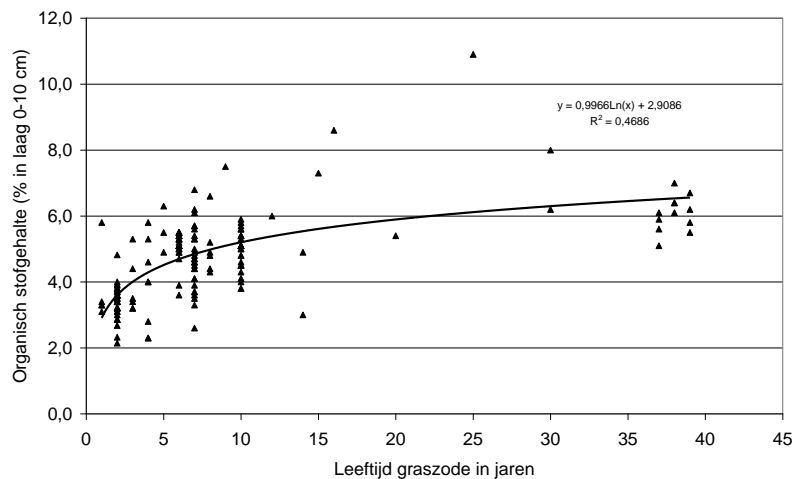
Veel melkveebedrijven hebben grasland en bouwland (vaak snijmais). Bedrijven die aan de derogatie voldoen hebben minimaal 80% grasland en maximaal 20 % bouwland. Grasland scoort beter voor biodiversiteit en haar functies dan bouwland. Volgens Reidsma et al. (2006) ligt de ecosysteemkwaliteit van extensief beheerd grasland op 40%, en van intensief beheerd grasland nog

altijd op 20%, tussen extensief (25%) en intensief beheerd bouwland (10%) in. Intensiever landgebruik zoals bouwland leidt tot bodemvoedselwebsystemen die minder sterk zijn wat betreft het aantal taxonomische groepen, maar ook tot een kleinere diversiteit in functionele groepen (Tsiafouli et al., 2015) en tot minder verbindingen tussen organismen (Creamer et al., 2015) en een lagere abundantie (De Vries et al., 2013). Hoe meer grasland in het bedrijfssysteem, hoe beter voor de organische stof en bodembiodiversiteit, en uiteindelijk voor functies als grasproductie (o.a. N-leverend vermogen), milieufuncties (o.a. waterregulatie) en biodiversiteit (o.a. weidevogels) (Van Eekeren et al., 2008; van Eekeren et al., 2010). Het aandeel grasland is daarmee een indirecte indicator en een maatregelenindicator voor meer functionele biodiversiteit op het bedrijf. Het heeft effect op de drukfactoren landgebruik, emissies naar water, bodemgebruik en middelengebruik (het gebruik van herbiciden is over het algemeen lager op grasland dan bouwland).

#### b. % blijvend grasland

Naast het aandeel grasland, speelt ook de leeftijd van het grasland een belangrijke rol. Hoe ouder het grasland, hoe minder bodembewerking is toegepast, hoe meer het ecosysteem intact blijft, hoe meer kans voor diversiteit boven en onder de grond. Doordat er geen grondbewerking wordt uitgevoerd ontstaat er ondergronds een stabiel milieu met voldoende voeding, en neemt de bodembiodiversiteit toe. Onderzoek van Van Eekeren et al. (2008) laat zien dat de bodemdiversiteit van regenwormen (aantal soorten regenwormen) nematoden (Maturity Index) en microbiologie (helling van CLPP) hoger is onder oud grasland (36 jaar) dan tijdelijk grasland (3 jaar). In ouder grasland loopt ook het organische stofgehalte op (figuur 3.1) en dit is gekoppeld aan de stijging van bodembiodiversiteit en functionele biodiversiteit (Faber et al., 2009) en aan de drukfactor netto CO<sub>2</sub>-emissies. De bovengrondse botanische samenstelling hangt ook gedeeltelijk met de leeftijd van het grasland samen, maar wordt in belangrijke mate bepaald door het management (o.a. gebruikte grassoorten bij inzaai, gebruik herbiciden en bemesting) en de grondsoort. In het project Goud van Oud, met grasland op zeeklei, varieerde het aantal soorten graslandplanten in twintig graslandpercelen tussen de 3 en de 16. De tien oudere graslandpercelen (ouder dan 20 jaar) in dit onderzoek hadden met gemiddeld 7,9 soorten geen significant hoger aantal dan de jongere graslandpercelen (jonger dan 10 jaar) met 7,5 graslandsoorten. (Iepema et al., ongepubliceerde data). Leeftijd van grasland is een proxy en een maatregelindicator voor biodiversiteit, die een relatie heeft met de drukfactoren landgebruik, emissies naar water, bodemgebruik en middelengebruik. Omdat leeftijd van grasland niet wordt geregistreerd, hebben we gekozen voor de 'second best', nl. % blijvend grasland.

**Figuur 3.1.** Relatie leeftijd grasland en organisch stofgehalte (van Eekeren en Bokhorst, 2009)



#### c. Grondbewerking bouwland/voedergewassen

Normaliter wordt bouwland geploegd, een zogenaamde kerende grondbewerking. Een dergelijke intensieve grondbewerking op bouwland stimuleert de afbraak van organische stof. Met een niet-kerende grondbewerking of minimale grondbewerking wordt organische stof behouden, en blijven gewasresten in de bovengrond (Holland, 2004). De effecten van grondbewerking op biodiversiteit zijn echter niet eenduidig, en hangen af van organismen en van bodemtypes. Een recente review van Duits onderzoek naar het effect van grondbewerkingsintensiteit, laat zien dat de abundantie en diversiteit van regenwormen toeneemt bij afnemende grondbewerking (van Capelle et al., 2012). Met name regenwormen zijn 'ecosystem engineers'. Zij dragen bij aan het vergroten van het

---

poriënvolume in de grond, het verstevigen van de draagkracht door de vorming van aggregaten, en ook aan de vergroting van de waterinfiltratie en het waterbergend vermogen. Hiermee vervullen ze een aantal belangrijke functies voor het landbouwsysteem. De conclusie van de Duitse review is echter dat de beslissing om een bepaald grondbewerkingssysteem te kiezen, individueel per bedrijf en per grondsoort genomen moet worden. Op melkveebedrijven speelt ook de omzetting van grasland naar bouwland. Met name in het jaar bouwland na grasland kan een minimale grondbewerking het verlies aan bodembiodiversiteit reduceren (Deru et al., ongepubliceerde gegevens). Het is dan ook de vraag in hoeverre hier een generieke KPI uit te creëren is. Aangezien voor biodiversiteit op een melkveebedrijf grasland de voorkeur heeft boven bouwland (Reidsma et al., 2006), valt deze KPI wat betreft rangorde onder het aandeel grasland van het totale areaal. Grondbewerking bouwland is een maatregelenindicator die door een lagere afbraak van organische stof ook bijdraagt aan de KPI organische stofbalans bouwland. Deze KPI heeft betrekking op de drukfactor bodemgebruik.

d. Organische stofbalans bouwlandvoedergewassen (verschil tussen aan- en afvoer van organische stof)

De organische stofbalans van een perceel is de balans tussen de aanvoer van effectieve organische stof (organische stof die binnen één jaar nog niet is afgebroken) en de afbraak van bodem-organische stof. De organische stofbalans zou een maatregelenindicator kunnen zijn voor bouwland. Wat betreft functionele agrobiodiversiteit op een melkveebedrijf heeft grasland in principe de voorkeur boven bouwland (Reidsma et al., 2006). Grasland bouwt onder andere organische stof op. Bouwland heeft over het algemeen een dalend of licht stabiliserend effect op het organische stofgehalte. De organische stofbalans op bouwland zou daarmee een KPI zijn die die pas relevant is na de KPI aandeel grasland van het totale areaal of te wel met een hoog aandeel grasland is de KPI organische stofbalans minder relevant. Het organische stofgehalte in de bodem heeft effect op de bodembiodiversiteit en functionele biodiversiteit (Faber et al., 2009). Wanneer een bedrijf bouwland heeft, is het belangrijk dat het organische stofgehalte op peil blijft. Via een organische stofbalans op bouwland kan dit worden gemonitord. De organische stofbalans op bouwland is een proxy voor biodiversiteit. KPI's als de grondbewerking op bouwland en het aandeel bouwland in de winter begroeid hebben onder andere effect op deze KPI. Wat betreft drukfactoren heeft de organische stof balans betrekking op bodemgebruik.

e. % organische stof in bodem

Het organische stofgehalte in de bodem heeft effect op de bodemkwaliteit breed waaronder nutriëntenlevering en binding, maar juist ook bodembiodiversiteit en functionele biodiversiteit (Faber et al., 2009). Het % organische stofgehalte in bodem wordt vaak bepaald via het gloeiverlies en is een resultante van management waaronder het grondgebruik (grasland/bouwland, leeftijd grasland), grondbewerking en bemesting. In die zin zou het een hele interessante KPI zijn, omdat het werkelijk aangeeft hoe het met organische stofgehalte in de bodem gesteld is. Doordat een meetbare verandering van het organische stofgehalte in de bodem vaak tijd nodig heeft en de variatie op perceelsniveau hoog is, is het moeilijk om verandering op korte en midden termijn in het organische stofgehalte betrouwbaar meetbaar te maken. Het is een proxy voor biodiversiteit die betrekking heeft op de drukfactoren bodemgebruik en emissies naar water.

f. % toepassing groenbemester na teelt voedergewas

Na de oogst van snijmaïs is het belangrijk dat bouwland begroeid de winter in gaat. Dit kan via een vanggewas/groenbemester of invulling via het bouwplan (bijvoorbeeld inzaai van wintergraan of herinzaai van grasland). In dit gewas kan residuele stikstof in de bodem worden vastgelegd en de beworteling is positief voor de bodemstructuur en bodembioïologie. Voor specifieke soorten zoals zaad etende vogels is vooral een stoppelgewas interessant. Onbegroeid bouwland biedt weinig voedselbronnen voor vogels in de winter, omdat de gewasresten ondergewerkt zijn (Holland, 2004). Let wel: grasland heeft de voorkeur boven bouwland voor functionele biodiversiteit op een melkveebedrijf (Reidsma et al., 2006), dus deze KPI valt in rangorde onder de KPI aandeel grasland van het totale areaal. In beperkte mate draagt een vanggewas of groenbemester ook bij aan de organische stof aanvoer (van Schooten et al., 2006) en daarmee aan de KPI van de organische stofbalans op bouwland. Daarnaast is het gebruik van groenbemesters cruciaal bij het toepassen van een minimale grondbewerking op bouwland (Muijtjens et al., 2012) dus KPI grondbewerking op bouwland. Het is een maatregelenindicator die betrekking heeft op de drukfactoren bodemgebruik en emissies naar water.

g. N-bodemoverschot per ha

---

Het totale stikstofbedrijfsoverschot is een rekensom van alle aangevoerde stikstof op het bedrijf minus alle afgevoerde stikstof. Het stikstofbodemoverschot wordt in de kringloopwijzer bepaald door de verliezen naar de lucht (NH<sub>3</sub> en N<sub>2</sub>O) van het N-bedrijfsoverschot af te trekken. Hoe lager de stikstofverliezen naar de bodem, hoe minder risico op uit- en afspoeling naar de bodem en het grond- en oppervlaktewater. Het stikstofbodemoverschot is daarmee een indicatie voor de belasting van het bodem- en watersysteem. Het is een indicator die veel directe en indirecte relaties met biodiversiteit kent (de Bie, 2013; Erisman et al., 2014; Erisman et al., 2015) en is daarmee een proxy voor biodiversiteit op een melkveebedrijf. Het stikstof bodemoverschot heeft een directe relatie met de drukfactor emissies naar water.

h. NH<sub>3</sub>-emissie per ha

NH<sub>3</sub>-emissie heeft veel directe relaties met biodiversiteit (de Bie, 2013; Erisman et al., 2014; Erisman et al., 2015) en is daarmee een proxy voor biodiversiteit op een melkveebedrijf. NH<sub>3</sub>-emissie per ha heeft een directe relatie met de drukfactor emissies naar lucht.

i. Milieubelastingspunten per ha (gewasbescherming)

In de veehouderij beperkt het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen zich vaak tot herbiciden. Het gebruik van herbiciden op grasland ter beheersing van (on)kruiden leidt tot een verarming van de botanische samenstelling van grasland, wat resulteert in een lagere ondergrondse en bovengrondse biodiversiteit. De drift van herbiciden naar aangrenzende habitats zorgt daar ook voor veranderingen in biodiversiteit (Pellissier et al., 2014). Als herbiciden echter gebruikt worden als onderhoudsmaatregel om graslandvernieuwing door middel van herinzaai te voorkomen, dan zijn ze te prefereren boven het scheuren van grasland. In de maïsteelt concentreert zich het herbicidegebruik op het eventuele doodspuiten van de groenbemester met glyfosaat, en één of twee onkruidbespuitingen (als maatregel om minder werkzame stof te gebruiken). Vanuit het effect op waterkwaliteit en mogelijk ook diergezondheid is het aan te bevelen het middelengebruik zoveel mogelijk te reduceren. Onderzoek in Denemarken heeft aangetoond dat mensen en dieren glyfosaat en afbraakproducten binnen krijgen via de consumptie van producten waarop glyfosaat is gebruikt (Krúger et al., 2014). Daarnaast heeft glyfosaat een effect op de diversiteit van de microbiologie in het maagdarmkanaal van de koe (Ackermann et al., 2015), en zijn er aanwijzingen dat dit uiteindelijk het immuun stelsel aantast (Schrödl et al., 2014). De KPI gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is een maatregelenindicator die betrekking heeft op de drukfactor middelengebruik.

j. % voereiwit van eigen bedrijf

Eiwit is belangrijk voor het rantsoen van melkkoeien. Eiwit is voor een groot deel afkomstig uit gras en krachtvoerachtige gewassen, waaronder soja. Het percentage eiwit van eigen land hangt samen met biodiversiteit op het eigen melkveebedrijf en biodiversiteit in de regio's waar krachtvoerachtige gewassen zoals soja worden geproduceerd:

- Het percentage eiwit van eigen land geeft een mate van zelfvoorziening aan in voerproductie en heeft een relatie met de intensiteit van melkveebedrijven uitgedrukt in melkproductie per ha. Allan et al. (2014) laten zien dat bij hogere bemestingsniveaus, minder weidegang en een hoger mairegime (een intensiever bedrijf) de biodiversiteit afneemt;
- Het percentage eiwit van eigen land zegt iets over het aandeel grasland van een melkveebedrijf. Om meer eiwit van eigen land te produceren is meer grasland nodig. Grasland scoort beter voor biodiversiteit en haar functies dan bouwland (Reidsma et al., 2006);
- Het percentage eiwit van eigen land geeft ook aan hoe groot de voetafdruk van een bedrijf is en hoeveel krachtvoer en specifiek, hoogwaardige grondstoffen, zoals soja, van extern moeten worden aangevoerd. Dit heeft effect op de biodiversiteit in andere regio's van de wereld;
- Het percentage eiwit van eigen land zegt verder iets over de efficiëntie waarmee melk wordt geproduceerd en heeft dus ook een relatie met verliezen naar de lucht, bodem en water (waaronder stikstof en broeikasgassen die zorgen voor aantasting biodiversiteit elders).

Percentage eiwit van eigen land is een proxy voor biodiversiteit en een interessante sleutel-KPI om te sturen op meer functionele agro-biodiversiteit. Deze KPI heeft relaties met de drukfactoren energie, landgebruik, emissies naar lucht en water, landschap en bodemgebruik.

k. Gebruik van ontwormings- en vliegen-bestrijdingsmiddelen

Via de mest werken antibiotica, ontwormings- en Pour-On-vliegenbestrijdingsmiddelen door in het milieu. Dit leidt uiteindelijk tot het doorgeven van antibioticaresistentie in het milieu, maar ook tot



---

sterfte van insecten en andere fauna in mest en bodem (o.a. Wardhaugh et al., 1998; Lumaret & Faiek, 2002; Vale et al., 2004 ). Dit laatste heeft uiteindelijk weer effect op functionele agrobiodiversiteit als mestafbraak maar ook op fauna hoger in de voedselketen (o.a. minder voedsel voor vogels). Reductie van antibiotica, ontwormingsmiddelen en vliegenbestrijdingsmiddelen is enerzijds een maatregelenindicator, maar reductie van antibiotica zou ook een effectindicator kunnen zijn van weerbaarder vee. Een reductie van vliegenbestrijdingsmiddelen zou ook een effectindicator kunnen zijn van meer functionele agrobiodiversiteit op het erf (bijvoorbeeld zwaluwen). Deze KPI zou onderdeel uit kunnen maken van de drukfactor middelengebruik.

De bovenstaande validatie bevestigt de gekozen indicatoren. Aanvullend onderzoek is noodzakelijk om tot een verdere verdieping te komen en om biodiversiteit direct te meten in aanvulling op de bestaande dataset.

### 3.4 Stap 4: toetsing van de 11 KPI's aan criteria voor gebruik in de praktijk

De resultaten van de toetsing aan criteria staan in tabel 3.6. In een later stadium moet nog verder getoetst worden in nauwe samenwerking met de organisaties die in dit hoofdstuk worden genoemd als bezitter van databronnen. In de kolommen die te maken hebben met beschikbaarheid van data is zo mogelijk de databron vermeld waarin de betreffende KPI is opgeslagen. Onder borging is de borgingsinstantie vermeld. Wanneer er een nulmeting beschikbaar is, is aangegeven welke organisatie hierover beschikt.

**Tabel 3.6.** Toetsing van KPI's aan criteria voor bruikbaarheid voor monitoring op Nederlandse melkveebedrijven

KPI	1. Basisgegevens beschikbaar in bestaande administraties?	2. Aanvullende berekeningen noodzakelijk?	3. Geborgd via externe borging?	4. Nulmeting beschikbaar?
a. % grasland	KLW	KLW	KLW	KLW
b. % blijvend grasland	KLW	KLW	KLW	KLW
c. Indicator voor grondbewerking bouwland/voedergewassen	Nee	Ja	Nee	nee
d. Organische stofbalans bouwland/voedergewassen	Nee	Ja	Nee	nee
e. % organische stof in bodem	GR	GR	LG	LG
f. % toepassing groenbemester na teelt voedergewas	KLW	KLW	KLW	KLW
g. N-bodemoverschot per ha	KLW	KLW	KLW	KLW
h. NH <sub>3</sub> -emissie per ha	KLW	KLW	KLW	KLW
i. Milieubelastingspunten per ha (gewasbescherming)	Nee/GO*	CLM/LEI	nee	Nee
j. % voereiwit van eigen bedrijf	KLW	KLW	KLW	KLW
k. Indicator voor gebruik van ontwormings- en vliegenbestrijdingsmiddelen	nee	nee	nee	Nee

CBS = Centraal Bureau voor de Statistiek, GO = gecombineerde opgave aan RVO, GR = grondonderzoek, KLW= kringloopwijzer, LG = laboratorium grond- en gewasonderzoek, SCAN = Uitkeringsinstantie.

\* Zie nadere toelichting in de tekst voor kanttekeningen rond externe borging en nulmeting

---

Hieronder wordt de toetsing van de 11 KPI's aan de criteria voor bruikbaarheid nader toegelicht en worden suggesties gedaan voor vervolgonderzoek.

- a. % grasland  
Dit kengetal komt beschikbaar vanuit de Kringloopwijzer. Het beoordelen van de Kringloopwijzer als afrekeninstrument (o.a. door nutriëntenstromen te valideren) is een lopend onderzoek van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) dat volgens plan in 2016 zal worden afgesloten. In 2013 is door Holster et al. (2013) reeds een verkennend onderzoek uitgevoerd naar de haalbaarheid van borging van de Kringloopwijzer als verantwoordingsinstrument voor bedrijfsspecifieke milieuprestaties. Voor een nadere borging zouden eventueel de mogelijkheden van het gebruik van satellietbeelden nader onderzocht kunnen worden.
- b. % blijvend grasland  
Ook dit kengetal komt voor in de Kringloopwijzer. Hier gelden dezelfde opmerkingen als onder a.
- c. Indicator voor grondbewerking bouwland/voedergewassen  
Momenteel worden geen gegevens over grondbewerkingen op bouwland vastgelegd. Om deze indicator te kunnen gebruiken, zal dus eerst een registratiesysteem moeten worden ontworpen.
- d. Organische stofbalans bouwland/voedergewassen  
Binnen de Kringloopwijzer komt het kengetal aanvoer effectieve organische stof voor dat wordt berekend uit gegevens die binnen de Kringloopwijzer beschikbaar zijn in combinatie met aanvullende uitgangspunten. Hiermee komt informatie beschikbaar over de aanvoer van organische stof. De informatie m.b.t. de afbraak van organische stof is echter nog niet beschikbaar in bestaande systemen. Mogelijk kan onderzocht worden of die binnen Kringloopwijzer ook geschat kan worden uit beschikbare gegevens. Mogelijk zijn hiervoor extra metingen en/of extra data nodig.
- e. % organische stof in bodem  
Dit is beschikbaar via grond- en gewasonderzoek.
- f. % toepassing groenbemester na teelt voedergewas  
Ook dit kengetal komt voor in de Kringloopwijzer. Hier gelden verder de zelfde opmerkingen als onder a. Ook hier geldt dat het nuttig is om te verkennen of satellietbeelden toegevoegde waarde hebben voor de borging. Deze beelden kunnen mogelijk ook hoeveelheid geteelde biomassa aantonen en daarmee een indicatie geven van de bijdrage aan organische stoftoename.
- g. N-bodemoverschot per ha  
Ook dit kengetal komt voor in de Kringloopwijzer. Hier gelden dezelfde opmerkingen als onder a.
- h. NH<sub>3</sub>-emissie per ha  
Hier gelden dezelfde punten als onder g (N-bodemoverschot per ha).
- i. Milieubelastingspunten per ha (gewasbescherming)  
De systematiek van milieubelastingspunten is ontwikkeld door CLM in het kader van het opstellen van een Milieumeetlat. Deze wordt ook toegepast binnen LEI-BIN. Voor zover bekend wordt deze niet binnen andere administratieve systemen toegepast en worden er dus geen data over vastgelegd. Voor de Gecombineerde Opgave van 2016 is aan bedrijven gevraagd om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen op te geven. Het is nog te vroeg om de bruikbaarheid van deze gegevens te beoordelen.
- j. % voereiwit van eigen bedrijf  
Dit kengetal is te berekenen vanuit de Kringloopwijzer waarin het aandeel eigen N in totale voeraanbod voor het vee wordt weergegeven. Eventueel kan in plaats van "% voereiwit" ook uitgegaan worden van het direct beschikbare "% voer-N van eigen bedrijf". Zie verder de opmerkingen over borging onder a.
- k. Indicator voor gebruik van ontwormings- en vliegen-bestrijdingsmiddelen  
Momenteel worden geen gegevens over het gebruik van deze middelen vastgelegd. Om deze indicator te kunnen gebruiken, is nader onderzoek noodzakelijk.

Binnen het project nog een aantal extra criteria in overweging genomen die uiteindelijk niet in tabel 3.6 zijn opgenomen omdat het meer kwalitatieve toetsingen zijn geweest of omdat de toetsing eraan bij nader inzien niet relevant bleek te zijn. Het gaat om de vier onderstaande criteria:

1. **Beïnvloedbaarheid door ondernemer op korte termijn (< 5jaar)**

Wanneer gerichte maatregelen worden ingezet om een indicator te verbeteren en wanneer deze maatregelen (nog) niet op korte termijn leiden tot een positieve ontwikkeling van de indicator, is een dergelijke indicator minder geschikt. Bij de doorlichting van de KPI's voor dit criterium bleek dat alleen de KPI "% organische stof in bodem" ongunstig scoort op dit criterium. Het organische stof gehalte van een bodem is een belangrijk gegeven voor biodiversiteit. Probleem is echter, dat het heel lastig is om een representatief monster te nemen. Verder geldt dat veranderingen in organische stofgehalte traag verlopen. Dit veroorzaakt dat het op korte en middellange termijn (minder dan vijf jaar) moeilijk is om een verandering in het organische stofgehalte betrouwbaar

---

te meten. Voor de korte termijn is het daarom niet geschikt als KPI. Het kan wel gebruikt worden om effecten op de langere termijn te meten.

Alle andere KPI's uit tabel 3.6 kunnen binnen 1 à 2 jaar het resultaat tonen van maatregelen die worden genomen om de KPI's in de gewenste richting te sturen.

2. **Bruikbaarheid voor het management van het bedrijf**

Bij de toetsing aan dit criterium gaat het er vooral om of de voorgestelde KPI ondernemers uitdaagt om te werken aan verbeteringen van zowel biodiversiteit als bijv. ook economische of technische resultaten. Bij het beoordelen van de KPI's voor dit criterium bleek dat het lastig was om daarbij een helder afgebakend referentiekader te maken. Daarnaast speelde mee dat op het moment dat de bewuste KPI ingezet zou worden KPI en het verbeteren van deze KPI gekoppeld zou zijn aan bijv. melkprijs of imago van bedrijf, dat het dan sowieso een kengetal is dat waardevol is voor het bedrijfsmanagement. Om deze redenen is dit criterium verder niet meegenomen in de tabel.

3. **Beoordeling op basis van bijdrage aan het streven naar integrale duurzaamheid**

Om twee redenen is dit criterium in de tabel niet opgenomen. Allereerst is bij de selectie van de KPI's hier reeds rekening mee gehouden. Ten tweede bepaalt vooral ook de uiteindelijk gekozen combinatie van een aantal KPI's of met de keus van het gehele pakket KPI's voor biodiversiteit wordt voldaan aan dit criterium. Toetsing aan dit criterium kan dus het beste gebeuren aan het eind van proces om te komen tot een afgewogen set KPI's voor biodiversiteit.

4. **Administratieve lasten van verzameling en borging van de KPI's**

De beoordeling hiervoor gebeurt reeds door de combinatie van de criteria 1 tot en met 4 in het overzicht met criteria. Voor een aantal KPI's zijn nog aanvullende berekeningen/acties noodzakelijk om de data te kunnen verzamelen/borgen:

- a. Indicator voor grondbewerking bouwland/voedergewassen
- b. Organische stofbalans bouwland/voedergewassen
- c. Milieubelastingspunten per ha (gewasbescherming)

Dit betekent dat deze KPI's pas op langere termijn beschikbaar kunnen komen voor monitoring. Bovendien moeten de hieruit volgende administratieve lasten en borging nog verder worden geanalyseerd.

---

## 4 Discussie

### **Verdere reductie van het aantal KPI's**

Het was de ambitie van de opdrachtgever om met een zeer beperkt aantal indicatoren een beeld te schetsen van het onderdeel functionele agrobiodiversiteit op een melkveebedrijf. In het geval men behoefte heeft aan een kortere lijst, verdient het aanbeveling op één of meer van de volgende wijzen de lijst verder in te perken:

- Op basis van de correlaties tussen indicatoren (zie tabel 3.4 en bijlage 3) kan ervoor gekozen worden om indicatoren te schrappen die relatief sterk zijn gecorreleerd met een andere indicator. Op basis hiervan zou percentage grasland of percentage blijvend grasland kunnen vervallen. Het percentage voerwit van eigen bedrijf is relatief sterk gecorreleerd met het N-bodemoverschot en eventueel zou één van die beide dus ook kunnen vervallen.
- Op basis van systeemanalyse kunnen indicatoren die grotendeels overlappen in hun functie binnen het systeem elkaar vervangen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de indicator voor grondbewerking bouwland/voedergewassen en organische stofbalans bouwland/voedergewassen. De eerste is sterker gericht op het middel; de tweede meer op het doel en zou om die reden voorkeur verdienen.
- Uiteraard is het ook mogelijk biodiversiteitsdoelen aan te scherpen of te prioriteren en op die manier indicatoren die verbonden zijn aan minder prioritaire biodiversiteitsdoelen buiten de lijst te houden.
- Meten van echte biodiversiteit en correlaties tussen KPI's en echte biodiversiteit leidt wellicht nog tot inzichten voor het weglaten van een KPI of behoefte aan een nu buiten beschouwing gelaten KPI.

### **Beperkingen door bestaande databases en pijler 1 als uitgangspunt te nemen**

In dit rapport waren algemeen beschikbare kengetallen het uitgangspunt voor het beschreven onderzoek naar indicatoren voor het kenschetsen van de functionele agrobiodiversiteit en de impact van drukfactoren op biodiversiteit. Op dit moment zijn in Nederland geen algemeen gehanteerde kengetallen over biodiversiteit (smaatstaven) of ecologische kenmerken van bedrijven beschikbaar. Wanneer uit het lopende onderzoek dat gericht is op het monitoren van biodiversiteit voor de pijlers 2 tot en met 4 (zie paragraaf 1.1) aanvullende indicatoren voor biodiversiteit op en rond het melkveebedrijf komen, ligt het voor de hand opnieuw na te gaan welke combinatie van KPI's een zo goed mogelijk integraal beeld kan schetsen van de bijdrage van een melkveebedrijf aan biodiversiteit. Ook nieuwe ontwikkelingen rond graslandmanagement (bijvoorbeeld de praktijk om naast grassen ook kruiden in te zaaien in grasland) kunnen mogelijkheden bieden voor KPI's die beter aansluiten bij biodiversiteitsdoelen. Aanbevolen wordt verder om in de toekomst nader onderzoek te doen naar meer directe indicatoren die de (functionele agro-)biodiversiteit op een bedrijf kunnen beschrijven. Dit zou kunnen door bovengrondse soorten te meten (bijv. het voorkomen van kruiden) of soorten bodemleven beter in kaart te brengen. Mogelijk kunnen satellietbeelden hier ook een rol bij vervullen.

### **Meer aandacht voor water**

In een tweetal interviews met representanten van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en LTO Nederland is nagegaan hoe zij aankijken tegen het werken aan functionele agrobiodiversiteit op melkveebedrijven en wat dat zou kunnen betekenen voor de keuze van KPI's. Uit deze gesprekken is waterbeheer op bedrijven als belangrijkste nog ontbrekende aandachtspunt naar voren gekomen. Binnen waterbeheer is peilbeheer als eerste sub-thema genoemd in verband met de gevolgen van de agrarische bedrijfsvoering voor het proces van veeninklinking. Het tweede sub-thema is verdroging rond natuurgebieden. De bijdrage aan beide thema's zou met aanvullende indicatoren in beeld gebracht kunnen worden. Hiervoor zouden in de toekomst extra indicatoren ontwikkelen kunnen worden.

Binnen waterbeheer verdient ook het verbruik van water op het bedrijf meer aandacht. Belangrijke onderdelen van dat waterverbruik zijn de hoeveelheden water die worden gebruikt voor drinkwater vee, reinigen van melkmachineapparatuur, gebouwen en werktuigen en water gebruikt voor de voerproductie waarbij met name de beregening van gewassen op sommige bedrijven zorgt voor het verbruik van veel water.

---

### **Percentage voereiwit van eigen bedrijf als KPI**

De KPI % voereiwit van eigen bedrijf is een indicator die vele aspecten in zich herbergt. De indicator is sterk gecorreleerd met intensiteit. Bij een laag % voereiwit van eigen bedrijf zal veel eiwit (voer) aangekocht worden dat elders is geproduceerd. Vervolgens roept dat de vraag op hoe schadelijk die productie elders is voor de (mondiale) biodiversiteit. Elders kan zijn in de directe omgeving, het kan ook elders in Nederland of Europa zijn en het kan ook gaan om eiwit dat bijvoorbeeld in Brazilië wordt geproduceerd. Deze KPI kan dus ook worden gezien als indicator voor de mondiale voetafdruk van het Nederlandse melkveebedrijf waarvoor die wordt berekend. Het wel of niet opnemen van deze KPI in tabel 4.1 heeft veel discussie opgeleverd binnen het projectteam dat aan de opdracht heeft gewerkt. Dat komt o.a. doordat het een zeer samengestelde KPI is die veel aspecten in zich herbergt. Dat maakt hem geschikt als snelle indicator, maar tegelijkertijd ook lastig om te interpreteren hoe deze bijdraagt aan het realiseren van welke doelen. De overige KPI's uit de serie aanbevolen KPI's zijn veel gericht: ze dragen of bij aan verhoging organische stof, of aan vermindering eutrofiëring of aan vermindering zure neerslag, enz. Verder roept deze KPI de vraag op: is aanvoer van eiwit van buiten het bedrijf schadelijk voor biodiversiteit? Het antwoord op deze vraag hangt sterk af van de wijze waarop dat ruwvoer buiten het bedrijf wordt geproduceerd: houdt de producent ervan rekening met biodiversiteitsdoelen? Dat zou eventueel ook een eis kunnen zijn van de koper kunnen zijn. Het is ook mogelijk dat de producent meer kan bijdragen aan biodiversiteit (of het voorkomen van biodiversiteitsverlies) dan de koper zou doen bij productie van extra voereiwit op het eigen bedrijf. De indicator roept ook de vraag op of intensiteit een criterium moet zijn voor de beoordeling op biodiversiteit of dat het werken aan en beoordelen van biodiversiteit centraal moet staan, los van intensiteit. Intensieve bedrijven kunnen in principe ook bijdragen aan verbetering van biodiversiteit door een scala van maatregelen.

Tijdens de discussies over deze KPI is ook voorgesteld om de definitie "van eigen bedrijf" eventueel uit te breiden tot "uit eigen regio" waarbij dan vervolgens een afstandscriterium nodig is om de eigen regio te begrenzen. De discussie over het afstandscriterium roept opnieuw de vraag op of dit kengetal en het afstandscriterium wel daadwerkelijk een bijdrage leveren aan het verbeteren van de biodiversiteit op de grond waar het aangekochte voer wordt geproduceerd. In plaats van dit kengetal zou ook te overwegen zijn om de biodiversiteit te beoordelen op bedrijven die dit ruwvoer produceren voor de melkveehouder, bijvoorbeeld op basis van dezelfde indicatoren die binnen de hier voorgestelde methodiek worden gebruikt. De focus komt dan meer te liggen op bijdrage aan biodiversiteit en minder op het wel of niet zelf telen van ruwvoer.

Uiteindelijk is besloten om deze KPI wel op te nemen, met name omdat deze wordt beschouwd als een indicator die een samenvatting is van alle overige indicatoren en daardoor een functie kan hebben als snelle en eenvoudige indicator voor biodiversiteit op een melkveebedrijf. Aanbevolen wordt om in volgende fasen waarin het gebruik van de indicatoren in de praktijk nader wordt onderzocht, nogmaals na te gaan of deze indicator inderdaad deze rol heeft en dan ook nader vast te stellen wat de meerwaarde is van deze indicator ten opzichte van de overige.

---

# 5 Conclusies en aanbevelingen

## 5.1 Geselecteerde KPI's

Er is onderscheid gemaakt tussen de mogelijkheden voor implementatie op de korte, middellange en lange termijn. De KPI's voor middellange en lange termijn vereisen meer onderzoek om ze te ontwikkelen en te borgen. Het is mogelijk dat KPI's voor middellange en lange termijn naar voren kunnen worden gehaald door de meer prioriteit te geven aan de verdere ontwikkeling ervan. Op basis van de doorlopen stappen komen we tot de onderstaande KPI's.

### **Implementeerbaar op korte termijn (binnen 1 à 2 jaar)**

Op basis van de toetsing in dit rapport zijn de volgende KPI's als integrale set op korte termijn bruikbaar voor de monitoring van biodiversiteit op melkveebedrijven:

1. % grasland
2. % blijvend grasland
3. % toepassing groenbemester na teelt voedergewas
4. N-bodemoverschot per ha
5. NH<sub>3</sub>-emissie per ha
6. % voereiwit van eigen bedrijf

De bovenstaande indicatoren zijn beschikbaar via de Kringloopwijzer en daarmee relatief eenvoudig implementeerbaar.

### **Implementeerbaar op middellange termijn (2 à 3 jaar)**

Op basis van de toetsing in dit rapport zijn de volgende KPI's op middellange termijn bruikbaar voor de monitoring van biodiversiteit op melkveebedrijven:

7. Organische stofbalans bouwland/voedergewassen

Voor deze KPI moet nader onderzocht worden of via de informatiestromen van de Kringloopwijzer inschattingen gemaakt kunnen worden van de afbraak van organische stof. Binnen Kringloopwijzer is reeds informatie bekend over de aanvoer van organische stof.

### **Implementeerbaar op lange termijn (meer dan 3 jaar)**

Op basis van de toetsing in dit rapport zijn de volgende KPI's pas op langere termijn bruikbaar voor de monitoring van biodiversiteit op melkveebedrijven:

8. Indicator voor grondbewerking bouwland/voedergewassen
9. Milieubelastingspunten per ha (gewasbescherming)
10. Indicator voor gebruik van ontwormings- en vliegenbestrijdingsmiddelen

Voor deze KPI's zullen aanvullende gegevens verzameld, vastgelegd en geborgd moeten worden.

---

## 5.2 Aanbevelingen voor het verder uitwerken van monitoringssystematiek

Voor de verdere uitwerking van de systematiek voor werken aan en monitoren van biodiversiteit op melkveebedrijven doe we de volgende aanbevelingen:

1. Zorg voor inbedding indicatoren in een stimulerende aanpak  
De indicatoren zijn een eerste bouwsteen op weg naar een monitoringssystematiek en aanpak voor biodiversiteit op melkveebedrijven. Belangrijke stappen die daar nog aan toegevoegd moeten worden om te komen tot een bedrijfsgerichte benadering, zijn: beoordelingskader voor de indicatoren, overzicht van maatregelen waarmee indicatoren beïnvloed kunnen worden en een pakket van stimulansen om te gaan werken aan het verbeteren van de biodiversiteit.
2. Zorg voor de borging van de geadviseerde KPI's  
In hoofdstuk 5 zijn diverse aanbevelingen gegeven die er voor kunnen zorgen dat de aanbevolen KPI's geborgd beschikbaar komen. Het verder borgen van Kringloopwijzer en het gebruik van satellietbeelden zijn de belangrijkste.
3. Zorg voor meer inzicht in relatie tussen KPI's en directe indicatoren voor biodiversiteit  
Binnen de dataset kwamen geen kengetallen voor die een directe indicator voor biodiversiteit waren. Uit de bestaande administratiesystemen waren uitsluitend indicatoren beschikbaar die indirect iets zeggen over biodiversiteit. Het ontbreken van een directe indicator voor biodiversiteit maakt het onmogelijk om verbanden te valideren tussen (functionele agro-)biodiversiteit enerzijds en anderzijds de 98 bedrijfskengetallen waarvan op basis van literatuur en expertkennis verondersteld wordt dat ze mogelijk een relatie hebben met biodiversiteit. Een belangrijke vervolgstap is om deze KPI's te valideren met directe parameters van (agro)biodiversiteit op melkveebedrijven.
4. Speel in op de snelle ontwikkeling rond het werken aan biodiversiteit op melkveebedrijven  
De grote belangstelling voor het bijdragen aan biodiversiteit door landbouwbedrijven leidt tot een scala van maatregelen om hier aan te werken en tot nieuwe methoden om het effect daarvan te monitoren. In internationaal verband wordt o.a. door International Dairy Federation (IDF), Food and Agricultural Organization (FAO) en Natural Capital Coalition gewerkt aan richtlijnen voor het werken aan biodiversiteit. Vele organisaties binnen en rond melkveesectoren zullen hier de komende jaren mee aan de slag gaan. Het is van belang deze ontwikkelingen te volgen en nieuwe benaderingen ook te screenen op meerwaarde voor toepassing in Nederland. Binnen Nederland is er een toenemende belangstelling voor beter bodembeheer dat een grote bijdrage kan leveren aan de toename van biodiversiteit. Daarnaast biedt de betrokkenheid van collectieven bij regionaal natuurbeheer nieuwe kansen om nadrukkelijker op individuele bedrijven te werken aan collectieve regionale doelen op het gebied van landschaps- en natuurbeheer.
5. Zorg voor concrete zichtbaarheid van biodiversiteit  
Dit rapport is gericht op indicatoren voor agrobiodiversiteit. Deze indicatoren zijn relevant om de impact op, en status van biodiversiteit op melkveebedrijven weer te geven. Daarnaast is het ook van belang te werken aan het tonen en meten van de biodiversiteit in het veld en in de omgeving van het bedrijf. Dit is nodig om het verband tussen impact-indicatoren en daadwerkelijke biodiversiteit meer inzichtelijk te kunnen maken.
6. Voeg KPI's op het gebied van waterbeheer en watergebruik toe  
Om meer inzicht te krijgen in de impact van melkveebedrijven op het tegengaan van bodemdaling op veengrond en op het verminderen van de verdrogingsproblematiek rond natuurgebieden zou het nuttig zijn indicatoren op te nemen die hierover informatie verschaffen. Dit is mogelijk ook te combineren met het formuleren van KPI's voor pijler 4. Verder zou het nuttig zijn om te onderzoeken welke mogelijkheden er op melkveebedrijven zijn om het waterverbruik te verminderen.



---

# Literatuur

- Ackermann, W., M. Coenen, W. Schrödl, A.A. Shehata, M. Krüger, 2015. The influence of glyphosate on the microbiota and production of botulinum neurotoxin during ruminal fermentation. *Curr Microbiol.* 70(3):374-82
- Allan, E., O. Bossdorf, C.F. Dormann, D. Pratia, M.M. Gossner, T. Tschardtke, N. Blüthgen, M. Bellach, K. Birkhofer, S. Boch, S. Böhm, C. Börschig, A. Chatzinotas, S. Christ, R. Daniel, T. Diekötter, C. Fischer, T. Friedl, K. Glaser, C. Hallmann, L. Hodac, N. Hölzel, K. Jung, A.M. Klein, V.H. Klaus, T. Kleinebecker, J. Krauss, M. Lange, E.K. Morris, J. Müller, H. Nacke, E. Pašalić, M.C. Rillig, C. Rothenwöhner, P. Schall, C. Scherber, W. Schulze, S.A. Socher, J. Steckel, I. Steffan-Dewenter, M. Türke, C.N. Weiner, M. Werner, C. Westphal, V. Wolters, T. Wubet, S. Gockel, M. Gorke, A. Hemp, S.C. Renner, I. Schöning, S. Pfeiffer, B. König-Ries, F. Buscot, K.E. Linsenmair, E.D. Schulze, W.W. Weisser, M. Fischer (2014). Interannual variation in land-use intensity enhances grassland multidiversity. *PNAS* 111(1), p.308-313
- Bie, S. de, 2013. Getting to No net Loss - Exploring options for No Net Loss of biodiversity in Royal Friesland Campina, Klarenbeek, Conservation Consultancy Steven de Bie.
- Van Capelle, C. S. Schrader, J. Brunotte. (2012) Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota – A review with a focus on German data. *European Journal of Soil Biology* 50: 165-181.
- Creamer, R.E., S.E. Hannula, J.P. van Leeuwen, D. Stone, M. Rutgers, R.M. Schmelz, P.C. de Ruiter, N. Bohse Hendriksen, T. Bolger, M.L. Bouffaud, M. Buee, F. Carvalho, D. Costa, T. Dirilgen, R. Francisco, B.S. Griffiths, R. Griffiths, F. Martin, P. Martins da Silva, S. Mendes, P.V. Morais, C. Pereira, L. Philippot, P. Plassart, D. Redecker, J. Römbke, J.P. Sousa, M. Wouterse, P. Lemanceau (2015) Ecological network analysis reveals the inter-connection between soil biodiversity and ecosystem function as affected by land use across Europe. *Applied Soil Ecology* (article in press).
- De Vries, F.T., E. Thébault, M. Liiri, 2013. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110, p.14296–14301
- DZK, 2016. Zie: <http://www.duurzamezuivelketen.nl/files/gedetailleerde-doelen-duurzame-zuivelketen.pdf>, voor beschrijving doelen biodiversiteit
- Eekeren, N. van, F. Verhoeven en J.W. Erisman, 2015. Verkenning Kritische Prestatie Indicatoren voor stimulering van een biodiverse melkveehouderij. Driebergen, Louis Bolk Instituut
- Eekeren, N. van, H. de Boer, M.C. Hanegraaf, J.G. Bokhorst, D. Nierop, J. Bloem, T. Schouten, R.G.M. de Goede, L. Brussaard (2010) Ecosystem services in grassland associated with biotic and abiotic soil parameters. *Soil Biology & Biochemistry*. 42(9):1491-1504
- Eekeren, N. van, L. Bommelé, J. Bloem, M. Rutgers, R.G.M. de Goede, D. Reheul, L. Brussaard (2008) Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. *Applied Soil Ecology*. 40: 432-446.
- Erisman, J.W., J.N. Galloway, N.B. Dise, M.A. Sutton, A. Bleeker, B. Grizzetti, A.M. Leach, W. de Vries, 2015. Nitrogen: Too much of a vital resource. WWF Netherlands, Zeist, the Netherlands. 27 p.
- Erisman, J.W., N. van Eekeren, W. Cuijpers en J. de Wit, 2014. Biodiversiteit in de melkveehouderij – Investeren in veerkracht en reduceren van risico's. Driebergen, Louis Bolk Instituut
- Faber, J.H., Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., Bloem, J., Lahr, J., Diemont, W.H., Braat, L.C., 2009, Ecosysteemdiensten en bodembeheer: maatregelen ter verbetering van biologische bodemkwaliteit. Wageningen, Alterra-rapport 1813. 150 p.
- Grinsven, H. van, M. van Eerd en H. Westhoek, 2014. Landbouw en Voedsel – Balans van de leefomgeving 2014 – Deel 4. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving
- Holland, J.M., 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103, p.1-25
- Holster, H., M. de Haan, M. Plomp, M. Timmerman en M. Vrolijk, 2013. KringloopWijzer, goed geborgd!? Rapport 676 Wageningen Livestock Research, Lelystad
- Jongeneel, R.A., N.B.P. Polman en L.H.G. Slangen, 2008. Why are Dutch farmers going multifunctional? *Land Use Policy* 25: 81-94.

- 
- Krüger, M., P. Schledorn, W. Schrödl, H.W. Hoppe, W. Lutz, A. A. Shehata, 2014. Detection of Glyphosate Residues in Animals and Humans. *J Environ Anal Toxicol* 2014, 4:210.
- Lumaret, J.P., E. Faiek, 2002. Use of anthelmintics in herbivores and evaluation of risks for the non-target fauna of pastures. *Veterinary Research* 33.5: 547-562.
- Muijtjens, S., 2012. Brochure Aan de slag met niet-kerende grondbewerking. België, Leuven.
- Pellissier, L., M.S. Wisz, B. Strandberg, C. Damgaard, 2014. Herbicide and fertilizers promote analogous phylogenetic responses but opposite functional responses in plant communities. *Environmental Research Letters*, 9, p.1-9
- Polman, N., M. Dijkshoorn, B. Doorneweert, P. Rijk, T. Vogelzang en S. Reinhardt, 2015. Verdienmodellen natuurinclusieve landbouw. Den Haag, LEI Wageningen UR
- Reidsma, P., T. Tekelenburg, M. van den Berg, R. Alkemade, 2006. Impacts of land-use change on biodiversity: an assessment of agricultural biodiversity in the European union. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114, p. 86-102
- Sanders, M. en J. Westerink, 2015. Op weg naar een natuurinclusieve duurzame landbouw. Wageningen, Alterra Wageningen UR
- Schooten, H.A. van, N. van Eekeren, M.C. Hanegraaf, G.J.H.M. van der Burgt, M. de Visser (2006) Effect meerjarige toepassing groenbemester en organische mest op bodemkwaliteit bij continueelt mais: 2e rapport project Zorg voor Zand. Rapport 01. Animal Science Group, Wageningen. 40 p.
- Schrödl, W., S. Krüger, T. Konstantinova-Müller, A.A. Shehata, R. Rulff, M. Krüger M., 2014. Possible effects of glyphosate on Mucorales abundance in the rumen of dairy cows in Germany. *Curr Microbiol.* 69(6):817-23.
- Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D'Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters, K. Hedlund (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21: 973-985.
- Vale, G.A., I.F. Grant (2004) Biological and chemical assays of pyrethroids in cattle dung. *Bulletin of entomological research* 94.03: 273-282.
- Wardhaugh, K.G., B.C. Longstaff, M.J. Lacey (1998) Effects of residues of deltamethrin in cattle faeces on the development and survival of three species of dung-breeding insect. *Australian Veterinary Journal.* 1998 76(4):273-80.
- Zijlstra, J., J.J. Poelarends, G. Migchels en F.A.N. van Alebeek, 2015. Routekaart Biodiversiteit – Aanbevelingen voor de aanpak van biodiversiteit binnen de zuivelketen. Wageningen, Wageningen UR Livestock Research

# Bijlage 1. Groslijst met kengetallen

In onderstaande lijst staan de 98 kengetallen waarvoor de betrokken auteurs verondersteld hebben dat ze een relatie hebben met functionele agrobiodiversiteit. Om die reden zijn ze betrokken in het onderzoek. Ze zijn afkomstig uit de volgende databases:

- Bedrijveninformatienet (BIN) van Wageningen Economic Research
- Landelijk Meetnet Mest en Mineralen (LMM), onderdeel van het bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research
- Kringloopwijzer (KLW): gegevens ontleend aan Kringloopwijzer zoals die voorkomen in het bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research
- Regelingsdata, waarin o.a. deelname aan en gegevens over regeling agrarisch natuurbeheer (nummer regeling en areaal) zijn vastgelegd

De inhoud van de databases is met name gericht op structuurkenmerken, de financieel/economische en duurzaamheidsprestaties van bedrijven. Op dit moment is er weinig informatie over de ecologie op bedrijven voorhanden.

In deze tabel staan alleen de variabelen die direct uit één van de genoemde databases komen. De variabelen die berekend zijn op basis van één of meer variabelen in onderstaande tabel staan er niet bij. Dit zijn bijvoorbeeld de KPI's % grasland, % blijvend grasland, % blijvend grasland, % toepassing groenbemester na teelt voedergewas en milieubelastingspunten per ha.

De kleuren in onderstaande tabel zijn aangebracht om groepen kengetallen te kunnen onderscheiden. De kengetallen in de witte velden zijn direct of indirect (in de vorm van een verwant kengetal) opgenomen in de lijst met KPI's in tabel 3.3. Voor de kengetallen in de velden met overige kleuren is in bijlage 2 aangegeven waarom ze niet zijn opgenomen in tabel 3.3.

[Voor het vaststellen van correlaties tussen (potentiële) KPI's zijn aanvullende berekeningen gemaakt met enkele extra variabelen die in onderstaande tabel niet voorkomen. Tot deze groep extra variabelen behoorden o.a. totaal broeikasgassen (in CO<sub>2</sub>-equivalenten) per ha, ammoniakemissie (NH<sub>3</sub>) per ha en P-bodemoverschot per ha.]

Nr.	Omschrijving kengetal	Eenheid	Opmerking
1.	Bedrijf neemt deel aan de Bedrijfseigen ammoniak emissie	j\n	
2.	Bedrijf neemt deel aan de Bedrijfsspecifieke excretie	j\n	
3.	Biologisch	j/n	
4.	gebruik Kringloopwijzer	j/n	
5.	Dierdagdosering melkkoeien	ddd	
6.	Overige beweiding	j/n	
7.	Weidegang (120 dagen, 6 uur)	j/n	
8.	Gemiddeld aantal melkkoeien	#	
9.	Gemiddelde leeftijd afgevoerde melkkoeien	jaar	
10.	Percentage kalversterfte	%	
11.	Dieserverbruik	MJ	
12.	Aardgasverbruik	MJ	
13.	Elektriciteitsverbruik	kWh	
14.	<b>Milieubelastingspunten gewasbescherming bodem</b>	#	Vanuit deze kengetallen wordt totaal aantal milieubelastingspunten berekend
15.	<b>Milieubelastingspunten gewasbescherming grondwater</b>	#	
16.	<b>Milieubelastingspunten gewasbescherming water</b>	#	
17.	Aantal verkochte melkkoeien	#	
18.	Botanisch beheer percelen	j/n	

Nr.	Omschrijving kengetal	Eenheid	Opmerking
19.	Botanisch beheer randen	j/n	
20.	Lid van agrarische natuurvereniging	j/n	
21.	Onderhoud van landschapselementen	j/n	
22.	Arbeidsjaareenheden	#	
23.	Oppervlakte grasland	ha	
24.	Oppervlakte voedergewassen	ha	
25.	Oppervlakte cultuurgrond	ha	
<b>26.</b>	<b>Oppervlakte groenbemesting</b>	<b>ha</b>	% toepassing groenbemester na teelt voedergewas wordt hieruit berekend
27.	Oppervlakte natuurpacht	ha	
28.	Oppervlakte beregend	ha	
29.	Oppervlakte Nx beregend per jaar	ha	sommige percelen worden meerdere malen beregend
30.	Watergebruik	m3	
31.	watergebruik bij berekening	m3	
32.	Kunstmest gebruik	kg/ha	
33.	Totaal arbeidsuren	uur	
34.	totaal arbeidsuren ondernemer	uur	
35.	Oppervlakte bos	ha	
36.	Oppervlakte blijvend bos	ha	
<b>37.</b>	<b>Oppervlakte blijvend grasland</b>	<b>ha</b>	% blijvend grasland wordt hieruit berekend
<b>38.</b>	<b>Oppervlakte tijdelijk grasland</b>	<b>ha</b>	% grasland wordt berekend uit de som van blijvend en tijdelijk grasland
<b>39.</b>	<b>Bodemoverschot stikstof</b>	<b>kg/ha</b>	
40.	Stikstof benutting veestapel	%	
41.	Stikstof benutting mest	%	
42.	Stikstof benutting bodem	%	
43.	Stikstof benutting gewassen	%	
<b>44.</b>	<b>Gasvormige verliezen stikstof</b>	<b>kg</b>	
45.	Gemiddeld ruw eiwit gehalte in het rantsoen	g/ kg ds	
46.	Gemiddeld VEM gehalte in het rantsoen	vem/ kg ds	
47.	Percentage stikstof (eiwit) van eigen bedrijf	%	% voereiwit van eigen bedrijf wordt hieruit berekend
<b>48.</b>	<b>Percentage VEM van eigen bedrijf</b>	<b>%</b>	
49.	Stikstof aanvoer per ton melk in voer	kg	
50.	Grasopbrengst drogestof	kg/ha	
51.	Grasopbrengst KVEM	kg/ha	
52.	Grasopbrengst Stikstof	kg/ha	
53.	Snijmaïsoopbrengst drogestof	kg/ha	
54.	Snijmaïsoopbrengst KVEM	kg/ha	
55.	Snijmaïsoopbrengst Stikstof	kg/ha	
56.	Aandeel drijfmest melkkoeien	%	
57.	Aandeel drijfmest kalveren	%	
58.	Aandeel drijfmest pinken	%	
<b>59.</b>	<b>Percentage grasland</b>	<b>%</b>	
60.	Percentage snijmaïso	%	

Nr.	Omschrijving kengetal	Eenheid	Opmerking
61.	Percentage overige gewassen	%	
62.	Fosfaat GVE per ha alle graasdieren	GVE/ha	
63.	Meetmelk productie totaal	kg	
64.	Meetmelk productie per ha voedergewassen	kg/ha	
65.	Meetmelk productie per melkkoe	kg	
66.	Maaipercentage	%	
67.	Percentage weide uren mei t/m juni melkkoeien	%	
68.	Percentage weide uren juli t/m augustus melkkoeien	%	
69.	Percentage weide uren september t/m oktober melkkoeien	%	
70.	Percentage weide uren september t/m oktober kalveren	%	
71.	Percentage weide uren september t/m oktober pinken	%	
72.	Broeikasgasemissie CH4 in CO2 equivalenten	CO2-eq	
73.	Broeikasgasemissie N2O in CO2 equivalenten	CO2-eq	
74.	Broeikasgasemissie CO2 (incl. CH4 en N2O) in CO2 equivalenten	CO2-eq	
75.	leeftijd voor scheuren grasland	jaar	
76.	aandeel grasland gescheurd	%	
77.	Gras na scheuren	j/n	
78.	Maïs na scheuren	j/n	
79.	Geen vervolggewas na scheuren	j/n	
80.	Aandeel grasland doorgezaaid	%	
81.	Stikstof behoeftige gewassen na scheuren	j/n	
82.	Gewasbescherming werkzame stof per 100 kg melk	kg\100 kg melk	
83.	arbeidsuren per 100 kg melk	uur/kg	
84.	Diesel verbruik per 100 kg melk	MJ/kg	
85.	Aardgas verbruik per 100 kg melk	MJ/kg	
86.	Elektriciteitsverbruik per 100 kg melk	kWh/kg	
87.	Waterverbruik per 100 kg melk	m3/kg	
88.	Methaan emissie in CO2-eq per 100 kg melk	kg CO2-eq\100 kg melk	
89.	Lachgas emissie in CO2-eq per 100 kg melk	kg CO2-eq\100 kg melk	
90.	Totaal CO2 emissie (incl. CH4 en N2O) per 100 kg melk	kg CO2-eq\100 kg melk	
91.	Oppervlakte natuurgrond	ha	
92.	Betalingen natuurgrond	euro	
93.	Deelname aan natuurbeheer	j\n	
94.	Percentage van het oppervlak klei	%	
95.	Percentage van het oppervlak veen	%	
96.	Percentage van het oppervlak zand	%	
97.	Diergezondheidskosten per koe	euro	
98.	Gewaskosten per hectare	euro	

## Bijlage 2. Argumenten waarom kengetallen niet zijn meegenomen als KPI

In onderstaande tabel is voor groepen kengetallen uit bijlage 1 aangegeven wat de redenen zijn voor het niet opnemen van de kengetallen in de selecte groep met KPI's die in tabel 3.3. is weergegeven. De kleuren in onderstaande tabel komen overeen met de arceringen van de bijbehorende kengetallen in bijlage 1.

Thema	Toelichting op argumenten waarom kengetallen niet zijn opgenomen
<b>Agrarisch natuur- en landschapsbeheer en bosbeheer</b>	Dit rapport gaat over pijler 1 uit het conceptueel kader van Erisman e.a. (2014): functionele agrobiodiversiteit. Deze kengetallen passen bij de overige pijlers uit het conceptueel kader.
<b>CO2 / N2O / energieverbruik / Fosfaat</b>	Uit de correlatiematrix blijkt dat deze kengetallen sterk gerelateerd zijn aan NH3 emissie per ha, N overschot per ha en % eiwit van eigen land. Bij de wens om een zo beperkt aantal KPI's te gebruiken is het niet nodig deze kengetallen ook te gebruiken als KPI.
<b>Efficiency arbeid, bedrijfsomvang</b>	Van bedrijfsgrootte en arbeidsefficiency wordt geen directe relatie verwacht met agrobiodiversiteit. Daarom zijn ze niet als KPI meegenomen.
<b>Diergezond(heidskosten)</b>	Van diergezondheid(skosten) wordt geen directe relatie verwacht met functionele agrobiodiversiteit. Daarom zijn ze niet als KPI meegenomen. Indirect zijn er wel interacties denkbaar. Om de relatie directer te maken, is gekozen om de KPI 'Gebruik van ontwormings- en vliegenbestrijdingsmiddelen' toe te voegen. Gebruik van deze middelen heeft een negatief effect op het bodemleven.
<b>Watergebruik &amp; Mais</b>	Watergebruik/beregenen en teelt mais blijken sterk aan elkaar verbonden. Via % (blijvend) grasland is indirect het aandeel mais ook duidelijk, want overige teelten van voedergrassen komt relatief weinig voor. Hiermee is aantal KPI's beperkt.
<b>Beweiding</b>	Kengetallen rond beweiding zijn niet opgenomen als KPI. Er zijn wel aanwijzingen dat weidegang een positief effect heeft op biodiversiteit (Van Eekeren et al., 2015). In de factoranalyse kwam weidegang niet naar voren als hoofdfactor en in de systeemanalyse is er vanuit gegaan dat eventuele weidegangsindicatoren overlap zullen vertonen met % grasland, % blijvend grasland, N-bodemoverschot en % voereiwit van eigen bedrijf.
<b>Stikstofbenutting / bemesting</b>	De mix van deze kengetallen, die gerelateerd zijn aan stikstofbenutting en -bemesting, leiden uiteindelijk tot twee belangrijke KPI's die een maat zijn van de stikstofverliezen via de bodem en water (N-overschot / ha) en lucht (NH3 emissie/ha).
<b>Bedrijfskenmerken</b>	Gaat om bedrijfskenmerken als grondsoort en al dan niet biologisch. Grondsoort is een gegeven waar de ondernemer niets aan kan veranderen. Wel / niet biologisch is een keuze die invloed heeft op bepaalde kengetallen. Onderscheidend is bijvoorbeeld het percentage drijfmest, benutting van de mest, kunstmestgebruik, bodemoverschot en weidegang. Echter, zowel biologische als gangbare melkveehouders kunnen bijdragen aan functionele agrobiodiversiteit. Het onderscheid is daarom niet meegenomen in het lijstje KPI's. Daarnaast vallen hieronder ook een 'restcategorie' van gebruik kringloopwijzer, BEA/BEX.
<b>Grondgebruik</b>	Deze bedrijfskenmerken zijn gerelateerd aan grondgebruik en die zijn direct / indirect gerelateerd aan de geselecteerde KPI's. Er is

	<p>gekozen voor een drietal KPI's die het grondgebruik kenmerken: % grasland, % blijvend grasland, indicator grondbewerking bouwland/voedergewassen en % groenbemester na teelt voedergewas. Daarnaast zijn er nog de geselecteerde KPI's die ingaan op de samenstelling van de bodem, namelijk organische stofbalans bouwland/voedergewassen en % organische stof grasland/bouwland.</p>
<b>Gewasbeschermingsmiddelen</b>	<p>Dit bedrijfskenmerk is via de KPI milieubelastingspunten per ha afgedekt.</p>
<b>Percentage VEM van eigen bedrijf</b>	<p>Het percentage VEM van eigen bedrijf is met name op bedrijven met grotendeels grasland sterk gerelateerd aan het % voereiwit van eigen bedrijf en op die manier meegenomen in de KPI's. Op bedrijven met snijmaïs wordt er geen of een minder directe relatie met functionele agrobiodiversiteit verwacht.</p>

## Bijlage 3. Correlatiematrix per grondsoort

Correlaties voor grondsoort zand															
	Totale ammoniak emissie per hectare	Percentage grasland van totaal areaal cultuurgrond	Meetmelk productie per hectare	Percentage stikstof (eiwit) van eigen bedrijf	Aandeel organische stof bouwland	Aandeel organische stof grasland	Percentage blijvend grasland van graslandareaal	Percentage groenbemesting	Milieubelastingspunten gewasbescherming per hectare	leeftijd voor scheuren grasland	Betalingen natuurgrond	Bodemoverschot stikstof	Totaal CO2 emissie (incl. CH4 en N2O) per hectare	Kooldioxide emissie per hectare	Lachgas emissie in CO2-eq per hectare
Percentage grasland van totaal areaal cultuurgrond	0.078														
Meetmelkproductie per hectare	.600**	-.319**													
Percentage stikstof (eiwit) van eigen bedrijf	-.326**	.169**	-.640**												
Aandeel organische stof bouwland	-0.068	.135*	-.181**	.267**											
Aandeel organische stof grasland	-.207**	0.117	-.228**	.276**	.597**										
Percentage blijvend grasland van graslandareaal	-0.110	.338**	-.331**	.291**	0.083	0.069									
Percentage groenbemesting	-0.031	0.006	0.067	-0.034	-0.051	-0.003	0.076								
Milieubelastingspunten gewasbescherming per hectare	-0.011	-.195**	.106*	-0.007	0.017	0.018	-.235**	0.095							
leeftijd voor scheuren grasland	-0.015	0.029	-0.007	0.061	0.050	0.018	0.061	0.060	0.041						
Betalingen natuurgrond	-0.082	.129*	-.143**	.168**	0.009	0.028	0.017	0.025	-0.054	0.023					
Bodemoverschot stikstof	.289**	-.157**	.364**	-.675**	-0.073	-0.064	-0.083	.193**	0.026	0.022	-.181**				
Totaal CO2 emissie (incl. CH4 en N2O) per hectare	.609**	-.291**	.926**	-.648**	-.129*	-.186**	-.283**	0.050	0.008	-0.034	-.182**	.437**			
Kooldioxide emissie per hectare	.573**	-.278**	.833**	-.626**	-.129*	-.190**	-.215**	0.061	-0.003	-0.032	-.163**	.471**	.953**		
Lachgas emissie in CO2-eq per hectare	.172**	-0.059	.293**	-.137*	.213**	.223**	0.079	.108*	-0.073	0.043	-.107*	.461**	.445**	.389**	
Methaan emissie in CO2-eq per hectare	.609**	-.292**	.951**	-.643**	-.155*	-.211**	-.342**	0.027	0.025	-0.041	-.183**	.347**	.971**	.862**	.353**

\*\* Correlatie is significant p < 0.01 level (2-zijdig).  
 \* Correlatie is significant p < 0.05 level (2-zijdig).



### Correlaties voor grondsoort klei

	Totale ammoniak emissie per hectare	Percentage grasland van totaal areaal cultuurgrond	Meetmelk productie per hectare	Percentage stikstof (eiwit) van eigen bedrijf	Aandeel organische stof bouwland	Aandeel organische stof grasland	Percentage blijvend grasland van graslandareaal	Percentage groenbemesting	Milieubelastingspunten gewasbescherming per hectare	leeftijd voor scheuren grasland	Betalingen natuurgrond	Bodemoverschot stikstof	Totaal CO2 emissie (incl. CH4 en N2O) per hectare	Kooldioxide emissie per hectare	Lachgas emissie in CO2-eq per hectare
Percentage grasland van totaal areaal cultuurgrond	0.047														
Meetmelkproductie per hectare	.433**	-.296**													
Percentage stikstof (eiwit) van eigen bedrijf	-.275**	.213**	-.604**												
Aandeel organische stof bouwland	-0.008	0.168	0.018	0.190											
Aandeel organische stof grasland	-0.146	.387**	-0.177	.242*	.395**										
Percentage blijvend grasland van graslandareaal	0.054	.439**	-.170**	0.076	.272**	.245*									
Percentage groenbemesting	0.031	-.192*	0.104	-.214*	-0.083	-0.214	-0.142								
Milieubelastingspunten gewasbescherming per hectare	-0.027	-.207**	.146*	-0.045	-0.047	-0.140	-.210**	-0.043							
leeftijd voor scheuren grasland	.176*	0.087	-0.002	-0.006	-0.173	-0.086	0.069	0.010	-0.035						
Betalingen natuurgrond	0.003	0.056	-0.060	.162*	0.031	0.090	0.023	0.061	-0.032	0.097					
Bodemoverschot stikstof	.331**	-.192*	.491**	-.711**	-0.216	-.344**	0.006	-0.019	0.094	0.076	-0.079				
Totaal CO2 emissie (incl. CH4 en N2O) per hectare	.472**	-.182**	.887**	-.600**	-0.060	-0.151	-0.079	-0.082	0.104	0.010	-0.039	.540**			
Kooldioxide emissie per hectare	.427**	-.208**	.851**	-.579**	-0.017	-.197*	-0.055	-0.067	0.113	0.039	-0.069	.509**	.957**		
Lachgas emissie in CO2-eq per hectare	.232**	0.021	.459**	-.238**	0.069	0.071	0.019	-.305**	0.091	-0.036	0.025	.548**	.672**	.570**	
Methaan emissie in CO2-eq per hectare	.482**	-.170**	.882**	-.588**	-0.108	-0.119	-0.105	-0.051	0.086	-0.009	-0.019	.489**	.972**	.870**	.631**

\*\* Correlatie is significant p < 0.01 level (2-zijdig).

\* Correlatie is significant p < 0.05 level (2-zijdig).

Correlaties voor grondsoort veen															
	Totale ammoniak emissie per hectare	Percentage grasland van totaal areaal cultuurgrond	Meetmelk productie per hectare	Percentage stikstof (eiwit) van eigen bedrijf	Aandeel organische stof bouwland	Aandeel organische stof grasland	Percentage blijvend grasland van graslandareaal	Percentage groenbemesting	Milieubelastingspunten gewasbescherming per hectare	leeftijd voor scheuren grasland	Betalingen natuurgrond	Bodemoverschot stikstof	Totaal CO2 emissie (incl. CH4 en N2O) per hectare	Kooldioxide emissie per hectare	Lachgas emissie in CO2-eq per hectare
Percentage grasland van totaal areaal cultuurgrond	0.025														
Meetmelkproductie per hectare	.430**	-.502**													
Percentage stikstof (eiwit) van eigen bedrijf	0.113	0.100	-.273**												
Aandeel organische stof bouwland	.489*	0.099	.427*	0.106											
Aandeel organische stof grasland	.326*	-0.187	0.264	0.246	.668**										
Percentage blijvend grasland van graslandareaal	-0.184	.518**	-.432**	-0.001	-.420*	-.291*									
Percentage groenbemesting	-0.196	-0.238	0.043	-.362*	-0.406	-0.320	-0.121								
Milieubelastingspunten gewasbescherming per hectare	-0.109	-.290**	.199*	-0.087	-0.095	0.230	-0.117	-0.065							
leeftijd voor scheuren grasland	0.192	0.038	0.133	0.017	0.192	0.013	0.103	-0.117	-0.111						
Betalingen natuurgrond	0.094	0.143	0.041	0.105	0.035	0.264	0.047	-0.015	-0.097	-0.057					
Bodemoverschot stikstof	0.078	0.051	.217*	-.536**	0.057	-.306*	0.083	0.282	0.114	.240*	-0.075				
Totaal CO2 emissie (incl. CH4 en N2O) per hectare	.319**	-.351**	.856**	-.275**	0.301	0.222	-.284**	-0.004	.192*	.217*	-0.027	.365**			
Kooldioxide emissie per hectare	.257*	-.362**	.804**	-.288**	0.175	0.242	-.276**	-0.045	0.144	0.151	-0.023	.249*	.925**		
Lachgas emissie in CO2-eq per hectare	0.108	0.126	.285**	-0.054	0.039	-0.055	0.109	-0.043	0.186	.322**	-0.042	.572**	.586**	.355**	
Methaan emissie in CO2-eq per hectare	.378**	-.472**	.902**	-.281**	0.306	0.194	-.402**	0.057	0.172	0.143	-0.012	.231*	.928**	.817**	.371**
** Correlatie is significant p < 0.01 level (2-zijdig).															
* Correlatie is significant p < 0.05 level (2-zijdig).															



---

Wageningen Livestock Research  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 48 39 53  
info.livestockresearch@wur.nl  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

Wageningen Livestock Research  
Rapport 984

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

