



Prestatie-indicatoren voor landbouwbodems

Sturen op de kwaliteit van landbouwbodems met kritische prestatie-indicatoren

Uitspraken over goede bodemkwaliteit zijn alleen relevant als die kwaliteit gekoppeld wordt aan de functies van en doelen voor de betreffende bodem. Helaas blijken doelen in de praktijk niet altijd verenigbaar met elkaar en is bodemkwaliteit moeilijk (kosteneffectief) te meten. Een systematiek gebaseerd op kritische prestatie-indicatoren (KPI's) kan uitkomst bieden. Het helpt om doelen te formuleren, deze integraal te monitoren en een duurzaam bodembeheer te stimuleren waardoor de bodemkwaliteit verbetert.

De Nederlandse landbouw wordt gezien als een groot succes. Ons land is wereldwijd de tweede exporteur van landbouwproducten na de Verenigde Staten, een land dat 230 maal groter is dan Nederland. De agroketen is heel goed georganiseerd qua logistiek, samenwerking en afzet en er is een goede kennisinfrastructuur. Daarentegen is er een groeiend besef dat we te veel gericht zijn geweest op productieverhoging en de economie en minder op de bijkomende effecten op het milieu, het klimaat, de natuur, het landschap en de biodiversiteit. De biodiversiteit in onze landbouwgebieden is de afgelopen jaren harder achteruitgegaan dan die in de natuurgebieden. Populaties van diersoorten die karakteristiek zijn voor het agrarisch gebied namen sinds 1990 met gemiddeld bijna 50% af (WNF, 2020). Daarnaast worden in veel gebieden de ecologische doelstellingen voor het watersysteem nog niet gehaald (CLO, 2020).

Nederland heeft ongeveer 1,85 miljoen hectare landbouwgrond (ruim 50% van de totale oppervlakte grond in Nederland) die intensief gebruikt wordt voor een hoogwaardige agrarische productie. Behoud en verbetering van de bodemkwaliteit zijn van groot belang om dit hoge niveau ook op de lange termijn te kunnen behouden en tegelijkertijd doelen en ecosysteemdiensten te realiseren, zoals een goede waterkwaliteit en vastleg-

ging van CO₂ voor het klimaat en de biodiversiteit (zie o.a. Rutgers *et al.*, 2014). Agrarische ondernemers onderschrijven het belang van behoud en verbetering van de bodemkwaliteit omdat de bodem één van hun belangrijkste productiefactoren is.

De bodembeheerders en de maatschappij hebben soms verschillende doelen die in de praktijk sturend zijn op de bodemkwaliteit. De agrarisch ondernemer heeft een economisch belang om voldoende productie van het land te halen. Het onderhouden van de bodemkwaliteit op de lange termijn is hier onderdeel van, maar komt soms in de knel. De regering heeft daarnaast doelen gesteld t.a.v. bijvoorbeeld de reductie van broeikasgassen en de vastlegging van koolstof, maar ook ten aanzien van uit- en afspoeling van nutriënten. Er zijn diverse wettelijke verplichtingen over bijvoorbeeld het gebruik van meststoffen en vanggewassen. Goed bodembeheer staat dus altijd in relatie tot de opgaven van klimaat, waterkwaliteit en kwantiteit, biodiversiteit, bodemvruchtbaarheid en landbouwkundige productie (figuur 1). Er lijkt consensus over dat de bodemkwaliteit onder druk staat en dat dit (op termijn) kan zorgen voor achteruitgang van de primaire productie en de overige productieopgaven of doelen, zowel in kwantiteit als in kwaliteit (Rli, 2020). De effecten zijn niet gelijk over Nederland verdeeld en hangen samen met het bodemtype, het wa-

bodemkwaliteit
landbouw
kritische prestatie-
indicatoren
duurzaam bodembeheer

J.W. (Jan Willem) Erisman
Centrum voor
Milieuwetenschappen,
Universiteit Leiden, Postbus
9500, 2300 RA Leiden
j.w.erisman@cml.leidenuniv.nl

C.J. (Chris) Koopmans
Louis Bolk Instituut

M. (Marleen) Zanen
Louis Bolk Instituut

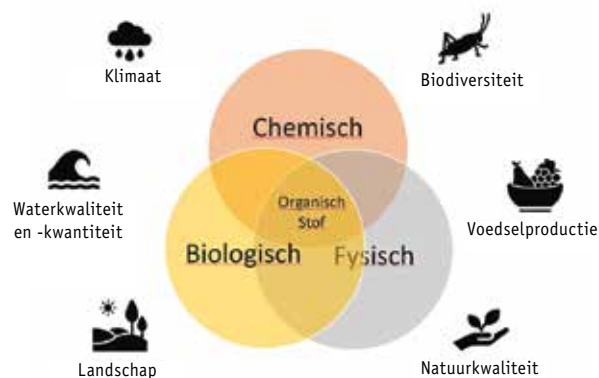
N. (Nick) van Eekeren
Louis Bolk Instituut

J.P. (Jan-Paul) Wagenaar
Louis Bolk Instituut

Foto **Jan Ubels**. Natte akker
in Drenthe.

Figuur 1 Duurzaam bodembeheer wordt gekenmerkt door het samenspel van chemische, fysische en biologische processen in de bodem die via het beheer beïnvloed worden door verschillende doelen.

Figure 1 Sustainable soil management is characterized by the interaction of chemical, physical and biological processes in the soil that are influenced by different goals through management.



terbeheer en het landgebruik. Er is sprake van diffuse verontreinigingen. Daarbij zorgt klimaatverandering mogelijk voor een snellere afname van het organisch stofgehalte van de bodem (zie o.a. Rli, 2020; Koopmans & Van Opheusden, 2019).

Er is momenteel geen eenduidig beeld van wat, integraal gezien, een duurzaam beheerde bodem inhoudt. Door het ontbreken van die stip op de horizon en het gebrek aan kennis over financiële risico's zijn veel ondernemers terughoudend met het investeren in concrete bodemverbeterende maatregelen. In dit artikel wordt nader ingegaan op goede landbouwbodemkwaliteit in relatie tot bodemdoelen en -functies (ecosysteemdiensten). Diverse mogelijkheden om bodemkwaliteit te bepalen, te waarderen en te beïnvloeden worden besproken. Tot slot zal een systematiek van KPI's worden voorgesteld om de bodemkwaliteit te helpen verbeteren. Geschetst wordt hoe dat in de praktijk zou kunnen werken.

Bodemkwaliteit

De bodemkwaliteit geeft de capaciteit van een bodem aan om onder wisselende omstandigheden de gewenste bodemfuncties in voldoende mate beschikbaar te

hebben voor doelen zoals voedselproductie, efficiënte nutriëntenkringlopen en het behoud van biodiversiteit. Een bodem van goede kwaliteit vormt een gezond onderdeel van een ecosysteem dat verschillende diensten aan mensen kan leveren (nl.wikipedia.org/wiki/Bodemkwaliteit). Deze definitie van bodemkwaliteit gaat uit van menselijk gebruik. Voor natuurlijke ecosystemen en natuurgebieden is de bodemkwaliteit meer een resultante van de klimaat- en weersinvloeden en de ontwikkeling van ecosystemen. Echter, op het moment dat de mens ingrijpt is er sprake van beheer en beïnvloeding van de bodemkwaliteit.

De bodemkwaliteit wordt bepaald door het klimaat, het moedermateriaal (de ondergrond), de topografie en het landschap, de flora en fauna in het verleden en het beheer van de bodem en het omliggende watersysteem. Bodems, en zeker de Nederlandse, zijn daardoor heel divers. De kwaliteit van de bodem kan beschreven worden aan de hand van diverse fysische, chemische en biologische eigenschappen in relatie tot de functies van de bodem. Goed biologisch functioneren van de bodem leidt tot zowel een algemene als specifieke ziektevermindering en daarmee tot een goede productie en levering van andere ecosystemendiensten. Bij het beoordelen van de bodemkwaliteit op basis van doelstellingen wordt bij voorkeur ook rekening gehouden met de potentie en het beheer van de bodem vanuit de bovengenoemde fysieke omstandigheden.

Er is al langere tijd discussie of de bodemkwaliteit achteruitgaat. In het buitenland zijn daar sterke aanwijzingen voor, door grootschalige veranderende landbouwpraktijken met landdegradatie tot gevolg (o.a. Johnson, Alexander & Dudley, 2017; Ten Berge *et al.*, 2017). Koopmans & Van Opheusden (2019) laten in een review van Nederlandse studies zien dat er onder Nederlandse condities geen sprake lijkt te zijn van een sterke achteruitgang in bodemorganische stof, een be-

langrijke indicator voor bodemkwaliteit. Dit wordt bevestigd door recente metingen aan koolstofopslag in organische stof binnen het programma Slim landgebruik (Tol-Leenders *et al.*, 2020). Wel is er sprake van achteruitgang in organische stof op veen- en moerige gronden door verdergaande afbraak van veenresten. Ook op bedrijfs- en regionaal niveau kan sprake zijn van een afname, zoals gevonden voor maisteelt en suikerbietenperceelen (Koopmans & Van Opheusden, 2019). Naast afname van organische stof is er risico op bodemverdichting. In meer dan de helft van de bodems lijkt ondergrondverdichting op te treden (Van den Akker & Hendriks, 2015), wat de fysische bodemkwaliteit onder druk zet en van invloed is op diverse bodemprocessen. Intensivering van het landgebruik, bijvoorbeeld door omschakeling van permanent grasland naar akkerbouw, kan ook leiden tot achteruitgang in bodemleven, zoals de afname van regenwormen en mycorrhiza's (Van Eekeren *et al.*, 2008; Treseder, 2004; Tsiafouli *et al.*, 2015).

Bodemkwaliteit in relatie tot doelen

De minister van landbouw heeft in 2018 de Bodemstrategie gelanceerd, waarin het doel is geformuleerd om in 2030 alle landbouwbodems duurzaam te beheren (LNV, 2018). Dit duurzame beheer moet leiden tot behoud en/of verbetering van de bodemkwaliteit, zodat ook op lange termijn de bodemfuncties vervuld kunnen worden. Om dit te realiseren is het belangrijk om de kwaliteit van landbouwbodems inzichtelijk en meetbaar te maken. Dit kan helpen bij de waardering van behoud en verbetering van bodemkwaliteit. Er zijn momenteel diverse initiatieven in opstart en voorbereiding om vanuit de markt doelen te stellen aan bodembeheer, waar een waardering tegenover kan komen te staan. Ook bestaan er vanuit het verleden wettelijke verplichtingen over bijvoorbeeld het gebruik van meststoffen en vanggewassen.

De ondernemer wil graag inzicht in hoe zijn beheer deze doelen bedient en of de bodemkwaliteit verslechtert of verbetert. Een optimale bodemkwaliteitsbeoordeling moet daarom primair inzicht geven in de 'distance to target' van de bodemkwaliteit van een specifiek perceel voor de verschillende doelen/functies. Er is geen eenduidig meetinstrument beschikbaar dat op ieder willekeurig moment de kwaliteit van de bodem met een eenvoudige representatieve en betaalbare methode inzichtelijk kan maken.

Sturen op bodemkwaliteit met metingen

Er zijn diverse systemen ontwikkeld waarmee op basis van metingen een uitspraak over de bodemkwaliteit kan worden gedaan. Zo is een nationaal systeem ontwikkeld voor metingen aan bodemkwaliteit in relatie tot ecosysteemdiensten (Rutgers *et al.*, 2014). Met de Bodembioologische indicator (Bobi) werden ecosysteemdiensten op een paar honderd plaatsen in Nederland gemeten. Hiervoor werden tien aspecten van de levende bodem in een taartdiagram vergeleken met de optimale waarden voor de betreffende bodem, waarbij die optimale waarden werden afgeleid van door ecologische experts geselecteerde percelen met een hoge bodemkwaliteit.

Voor de praktijk is, naast de standaard bodemanalyse zoals die door laboratoria wordt geleverd, een integrale beoordeling aan de hand van een kuil ontwikkeld: de Bodem Conditie Score en de Bodem Check (Koopmans *et al.*, 2005; Koopmans *et al.*, 2007; Van Eekeren *et al.*, 2019, Ter Berg, 2019). Hierbij staat centraal: wat kan ik aflezen aan de bodem in een perceel, wat betekent dat voor de processen die zich afspelen in de grond en wat kun je daar als beheerder voor maatregelen aan koppelen?

De BLN-indicatorset (Bodemindicatoren voor Landbougrond in Nederland; Hanegraaf *et al.*, 2019) is

een recent ontwikkelde meetset van 17 bodemparameters waarmee de variatie in bodemkwaliteit kwantitatief in kaart gebracht kan worden. Momenteel wordt gekeken in hoeverre die bodemparameters ook beïnvloedbaar zijn met praktijkmaatregelen rond duurzaam bodembeheer in het programma Slim Landgebruik (Koopmans *et al.*, 2020). Hierbij worden regio-typische waarden van honderden praktijkpercelen in kaart gebracht (Janmaat & Koopmans, 2020).

De Open Bodem-index (OBI) gebruikt beschikbare bodemanalyses in combinatie met het landgebruik, het bodembeheer en perceelseigenschappen om de bodemkwaliteit meetbaar en interpreteerbaar te maken, gegeven het doel van een duurzame landbouwproductie (Ros, 2020). De index geeft een indicatie van de nog mogelijke verbetering van de bodemkwaliteit. Voor circa 20 bodemfuncties zijn op basis van metingen indicatoren afgeleid die de kwaliteit van de bodem in beeld brengen ten opzichte van de gewenste situatie. Binnen dit geïntegreerde concept wordt op basis van bodembeheer, bodemanalyses, vrij beschikbare data en de ervaringen vanuit vijftig jaar empirisch agronomisch veldonderzoek een uitspraak gedaan over de functies die een bodem levert en kan leveren bij goed beheer. In de OBI – als ook in vergelijkbare waarderingsconcepten zoals de Soil Navigator (Debeljak *et al.*, 2019) – wordt de complexiteit van bodemkwaliteit vervolgens ook geaggregeerd op het niveau van de bodemfuncties voor chemie (nutriëntenlevering), fysica (structuur en waterbeschikbaarheid), biologie (ziektewerendheid en biodiversiteit) en het bodembeheer.

Sturen op KPI's vanuit beheer

Om prestaties van de ondernemer te kunnen belonen en monitoren, kan in plaats van het direct bepalen van de bodemkwaliteit ook gewerkt worden met kritische prestatie-indicatoren (KPI) die integraal sturen op

duurzaam bodembeheer (Erisman & Verhoeven, 2020). KPI's zijn integrale resultaatgerichte indicatoren waaraan doelen gekoppeld kunnen worden voor de verschillende functies (figuur 1). Hiermee is de KPI-systematiek geschikt voor doelsturing, maar ook voor monitoring en als basis voor beloning.

Een voorbeeld van de toepassing van KPI's is de Biodiversiteitsmonitor in de melkveehouderij of de akkerbouw, die stuurt op integrale verbetering van het bedrijf richting biodiversiteit - en daarmee op bodemkwaliteit als onderdeel daarvan (zie o.a. Erisman *et al.*, 2016; Koopmans *et al.*, 2017; Van Laarhoven *et al.*, 2018; Erisman & Verhoeven, 2020). In de Biodiversiteitsmonitor zijn de KPI's zodanig gekozen dat ze integraal sturen op bodemkwaliteit en omgevingskwaliteit. Met KPI's kan de inzet van de agrariër voor bodem, natuur en landschap op een uniforme manier gemonitord worden. Voorbeelden van KPI's met een directe relatie tot bodemkwaliteit zijn het percentage rustgewassen in een bouwplan, de organischestofbalans of het percentage blijvend grasland op een melkveebedrijf.

De KPI's geven een goed beeld van wat de boer doet aan het versterken van bodemkwaliteit. Daar hoort bij dat in de praktijk regelmatig met metingen getoetst moet worden of er inderdaad sprake is van vooruitgang van de bodemkwaliteit. Ook is het nodig om de effectiviteit van het handelingsperspectief, de individuele maatregelen, te toetsen met metingen.

KPI's vormen een integrale set die gezamenlijk de prestaties op bodemkwaliteit weergeven. KPI's moeten voldoen aan bepaalde voorwaarden:

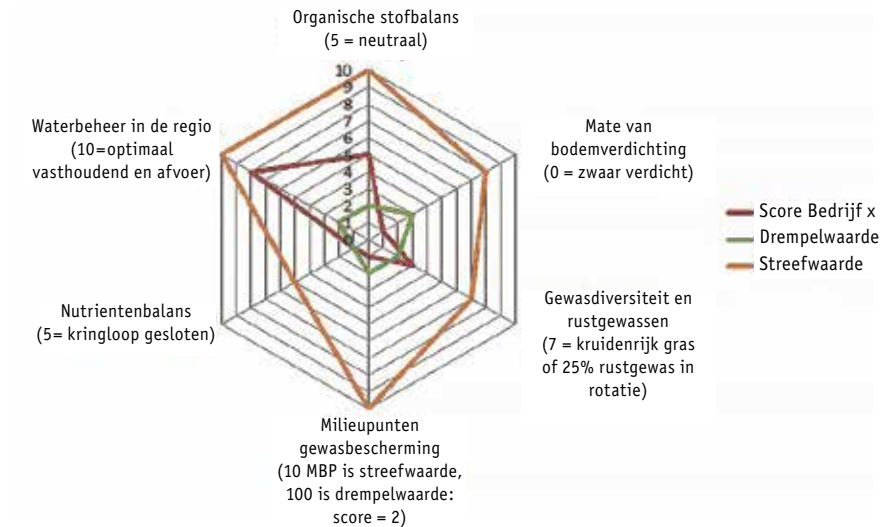
- De KPI's moeten gezamenlijk een duidelijke en aantoonbare relatie met bodemkwaliteit hebben en moeten vergelijkbare informatie geven voor verschillende percelen en bedrijven.

- De set van KPI's moet integraal zijn: de set richt zich namelijk niet op één aspect van bodemkwaliteit. Het gaat erom dat het ene niet ten koste gaat van het andere, maar dat door alle aspecten in samenhang te nemen de bodemkwaliteit versterkt wordt.
- Aan de KPI's kan een streefwaarde verbonden worden en op ieder bedrijf is een nulmeting mogelijk. De streefwaarde is gekoppeld aan een of meerdere bodemkwaliteitsdoelen.
- KPI's moeten beïnvloedbaar zijn door het nemen van maatregelen.
- KPI's moeten snel, goedkoop en betrouwbaar te meten zijn en/of snel en betrouwbaar uit bestaande registratie- en monitorsystemen onttrokken kunnen worden met minimale administratieve lasten.
- De set van KPI's moet beperkt blijven in omvang, maar wel een zo breed mogelijk spectrum van sturingsmogelijkheden omvatten.

Essentieel voor de uiteindelijke toepassing van de KPI-systematiek is om streefwaarden te formuleren: wat is het uiteindelijke doel voor de verschillende KPI's per perceel, en hun onderlinge koppeling, om de bodemkwaliteit te verbeteren en in stand te houden? In principe staat dit los van het instrument zelf en van de doelen uit figuur 1. De streefwaarden zijn sturend op het beheer en gebruik van de bodem, met als resultante een veranderende bodemkwaliteit. Een ondernemer heeft de vrijheid om maatregelen te kiezen waarmee de streefwaarden gehaald kunnen worden.

Voorstel voor KPI's

Sturing op beheer vergt KPI's die bewezen beheermaatregelen uit de praktijk koppelen aan bodemkwaliteit. Dit kan steekproefsgewijs vastgesteld worden door monitoring van de voorgestelde KPI's in de praktijk. Hier worden de volgende zes samenhangende KPI's voorgesteld:



1. Verbeteren van de organischestofbalans;
2. Beperken van bodemverdichting en grondbewerking;
3. Verhogen van het percentage gewasdiversiteit en/of percentage rustgewassen;
4. Verlagen van de score van gewasbeschermingsinzet door maatregelen gericht op Integrated Pest Management (IPM), te volgen met milieupunten;
5. Verbeteren van de nutriëntenbalans;
6. Verbeteren van regionaal waterbeheer.

De voorgestelde kwantitatieve maat voor de individuele KPI's is gegeven in figuur 2. Vanwege de samenhang zullen alle zes KPI's integraal geadresseerd moeten worden om de bodemkwaliteit te verbeteren. De KPI's dienen nog nader uitgewerkt en gekwantificeerd te worden waarbij de relatieve maat leidend moet zijn, zodat ze voor alle bodems toepasbaar zijn. Er zal daarbij ook gekeken moeten worden of de KPI's voor bijvoorbeeld verschillende bodemtypes verschillend geformuleerd moe-

Figuur 2 Voorbeeld van een score op KPI bodemkwaliteit. Voor de uitleg Milieupuntensysteem zie: www.milieumeetat.nl/nl/hoewerkt-het-open-teelt.

Figure 2 Example of a score on KPI soil quality at farm level.

ten worden. In principe zijn ze generiek, al kunnen de doelen voor de KPI's verschillen per regio of bodemtype. De 'distance to target' voor de KPI's voor beheermaatregelen is weliswaar een indirecte maar wel met (lange-termijn)metingen gevalideerde maat voor de kwaliteits-toestand van de bodem. Gesommeerd geeft dat inzicht in de bodemkwaliteit op regionaal en landelijk niveau. KPI's worden beïnvloed door maatregelen. Als bijvoorbeeld grasland kruidenrijker wordt verbeterd dat de organischestofbalans, de gewasdiversiteit en mogelijk ook het waterbeheer en de bodemverdichting. De productie hoeft daarbij niet negatief beïnvloed te worden. Een ander voorbeeld is de introductie van strokenteelt. Deze maatregel draagt bij aan de reductie van gewasbeschermingsmiddelen en aan de gewasdiversiteit. Meer rustgewassen zoals granen, luzerne of andere maai-gewassen in het bouwplan geven een positief effect op bijna alle KPI's, maar leiden wel tot lagere opbrengsten ten opzichte van een intensief bouwplan.

Figuur 2 geeft de score weer van een virtueel bedrijf voor de zes KPI's, afgezet tegen een drempelwaarde en streefwaarde. Een drempelwaarde kan gebruikt worden wanneer aan de KPI's een beloning gekoppeld wordt, waarbij kan worden ingestapt als alle KPI's boven de drempelwaarde scoren. Het betreffende bedrijf scoort goed op waterbeheer en organischestofbalans en kan zich ontwikkelen door de nutriëntenbalans beter te sluiten en beter te scoren op milieupunten, gewasbescherming en bodemverdichting.

De methodiek kan worden geverifieerd door de KPI-systematiek toe te passen op percelen die regelmatig (eenmaal per vijf jaar) worden bemeten en daarbij te bepalen of sturing op KPI's ook aan verandering kan bijdragen. Voor inzicht in de gewenste bodemtoestand moeten nog streefwaarden worden ontwikkeld. De meting op de percelen kan hiervoor worden gebruikt.

Er is behoefte aan een nulmeting over de toestand en potentie van de landbouwbodems in Nederland. Een bodem past in een bepaald landschap, met een bepaalde hydrologische situatie en bodem heeft van nature een bepaalde potentie voor landbouw. Die potentie zou in kaart gebracht moeten worden om inzicht te geven in de huidige opgave ten aanzien van de verschillende doelen.

KPI's in de praktijk

Veranderingen in de bodem als gevolg van maatregelen door de boer laten zich vaak pas op lange termijn in resultaten zien. Bodemmetingen geven de boer inzicht in de kwaliteit van de bodem, maar zijn niet geschikt om kortetermijnveranderingen vast te stellen. De KPI's geven wel direct inzicht omdat deze indicatief zijn voor toekomstige veranderingen in de bodemkwaliteit. Mits goed getoetst wordt of dit uiteindelijk tot verbetering van de bodemkwaliteit leidt, is de KPI-systematiek daarmee een goede methode voor zowel de boer als de beleidsmaker om inzicht te krijgen in en structureel en integraal te werken aan bodemkwaliteit. Aangezien de KPI's gekoppeld zijn aan meerdere doelen (naast bodemkwaliteit) en optelbaar zijn, geven ze ook inzicht in de mate van doelrealisatie per perceel, bedrijf, regio en op nationale schaal.

De KPI-systematiek vormt daarmee de basis voor een instrument dat inzicht geeft en, wanneer goed uitgevoerd, ook tot daadwerkelijke bodemkwaliteitverbetering in de praktijk leidt.

Veel maatregelen brengen kosten met zich mee die zich niet zomaar vanuit de markt laten vergoeden. Bij het uitvoeren van maatregelen is dus sprake van een financieel risico en soms is het een langetermijninvestering. Zo is meer graan in het bouwplan goed voor de bodem, maar kan het vaak niet uit omdat het te weinig oplevert in vergelijking met meer salderende gewassen. Als de

marktprijs voor de producten niet dekkend is voor de verduurzamingsmaatregelen zijn er twee mogelijkheden: of de overheid doet aan marktprijsregulering of de boer krijgt vergoedingen voor de werkzaamheden of prestaties op het gebied van ecosysteemdiensten. Van marktprijsregulering zal voorlopig geen sprake zijn. Bij de tweede optie kan de KPI-systematiek behulpzaam zijn. Het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid kijkt naar meer prestatiegerichte beloning en hierbij kunnen de KPI's worden ingezet. Als alle partijen dezelfde systematiek gebruiken kan ook gewerkt worden aan gestapelde beloning: de bank die een minder risicovol bedrijf financiert kan rentekorting geven, het waterschap is gebaat bij beter waterbergend vermogen en heeft daardoor zelf minder kosten en marktpartijen kunnen zich met de duurzaamheidsprestaties onderscheiden. Dat dit in de praktijk succesvol mogelijk is laat de Biodiversiteitsmonitor voor de melkveehouderij zien, zoals bijvoorbeeld in Drenthe waar de Rabobank, FrieslandCampina en de provincie de beloning voor goede prestaties stapelen.

De ontwikkeling van een stimuleringsstelsel op basis

van een in de praktijk bewezen KPI- en puntensysteem kan doelen dichterbij brengen. Met dit systeem kunnen agrariërs ook daadwerkelijk gestimuleerd worden om de bodemtoestand verder richting de streefwaarde van KPI's te ontwikkelen. De systematiek moet aansprekend zijn voor de boer en stimulerend om ermee aan de slag te gaan. De stimulering en de praktische implementatie kunnen bevorderd worden door het organiseren van regiobijeenkomsten waar ervaringen en ook de regio-specifieke omstandigheden en verbeteringen gedeeld worden. Het gebruiken van een waarderingssysteem voor alle ecosysteemdiensten waaraan de bodem kan bijdragen kan hierbij helpen, maar dit is vooralsnog een langetermijnperspectief.

Dit artikel is mede voortgekomen uit discussies binnen de werkgroep bodemwaarderinginstrument van het Nationaal Bodem Programma. Onze dank gaat uit naar: Claude van Dongen, Bregje van Erve, Janjo de Haan, Gerrie Haenen, Gerard Ros, Harry Smit, Albert de Vries, Jaap van Wenum en Randy Wilbrink

Summary

A method to improve soil quality of agricultural soils
Jan Willem Erisman, Chris Koopmans, Marleen Zanen, Nick van Eekeren & Jan-Paul Wagenaar
soil quality, agriculture, key performance indicators, sustainable soil management

It has always been difficult to measure soil quality cost effectively and use these measurements to follow short term changes in soil quality. The changes in soils are slow and it might take years before e.g. a significant increase in soil organic matter can be demonstrated. Soil

quality is coupled to the functions and targets for that soil. Unfortunately, in practice, these goals are not always compatible and therefore soil quality cannot consistently be improved. A system based on key performance indicators (KPIs) can offer a solution because it helps to formulate goals, monitor them integrally and thereby stimulate sustainable soil management that helps improve soil quality without directly measuring soil quality. Furthermore, KPI's can be used as a basis for a financial rewarding system for farmers that consistently work towards improvement of soil quality and other ecosystem services.

Literatuur

- Akker J.J.H. van den & R.F.A. Hendriks, 2015.** Hoe erg is ondergrondverdichting in de landbouw? *Bodem3*: 42-44.
- Berge, H.F.M. ten, J.J. Schroder, J.E. Olesen *et al.*, 2017.** Research for AGRI Committee – Preserving agricultural soils in the EU. Brussels. European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies.
- CLO, 2020.** Compendium voor de Leefomgeving. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1438-kwaliteit-oppervlaktewater-krw>
- Debeljak M., A. Trajanov, V. Kuzmanovski *et al.*, 2019.** A Field-Scale Decision Support System for Assessment and Management of Soil Functions. *Frontiers in Environmental Science* 7: 115, doi: 10.3389/fenvs.2019.00115.
- Erisman, J.W., N. van Eekeren, C. Koopmans *et al.*, 2016.** Agriculture and biodiversity: a better balance benefits both. *AIMS Agriculture and Food* 1(2): 157-174, doi: 10.3934/agrf-ood.2016.2.157.
- Erisman, J.W. en F. Verhoeven, 2020.** Integraal op weg naar kringlooplandbouw 2030 - Een voorstel voor kritische prestatie indicatoren systematiek. Bunnik. Louis Bolk Instituut, publicatienummer 2020-010 LbP.
- Hanegraaf, M.C. H.G.M. van den Elsende, J.J. Haan *et al.*, 2019.** Bodemkwaliteitsbeoordeling van landbouwgronden in Nederland – Indicatorset en systematiek, versie 1.0. Stichting Wageningen Research, rapport WPR-795, doi: 10.18174/498307.
- Janmaat, L. & C.J. Koopmans, 2020.** Bodem & Klimaat Netwerk - akkerbouw. Voortgangsrapportage 2020. Louis Bolk Instituut en Stichting Wageningen Research.
- Johnson, I., S. Alexander & N. Dudley, 2017.** Global Land Outlook, first edition. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). Bonn, Germany, 308 pp.
- Koopmans, C.J., M. Zanen & C. ter Berg, 2005.** De kuil: Bodembeoordeling aan de hand van een kuil. Bunnik. Louis Bolk Instituut, publicatienummer LB12.
- Koopmans, C.J., J. Bokhorst, C. ter Berg *et al.*, 2007.** Bodesignalen. Praktijkgids voor een vruchtbare bodem. Zutphen. Roodbont. 96 pp.
- Koopmans, C.J., J.W. Erisman, J.W., Zanen *et al.*, 2017.** Biodiverse akkerbouw. Verkenning van indicatoren voor agrobiodiversiteit in de akkerbouw. Bunnik. Louis Bolk Instituut, publicatienummer 2017-0.23 LbP.
- Koopmans, C.J. & M. van Opheusden, 2019.** Organische stof in de Nederlandse bodem. Feiten en discussie in perspectief. Bunnik. Louis Bolk Instituut, publicatienummer 2019-023 LbP.
- Koopmans, C.J., B. Timmermans, J.J. de Haan *et al.*, 2020.** Evaluatie van maatregelen voor het vastleggen van koolstof in minerale gronden 2019-2023. Voortgangsrapportage april 2020. Louis Bolk Instituut en Wageningen University & Research.
- LNV, 2018.** Brief Bodemstrategie Tweede Kamer. DGAN-PAV / 18081747
- RLI, 2020.** De bodem bereikt? Den Haag. Raad voor de Leefomgeving.
- Ros, G.H., 2020.** De Open Bodemindex (OBI) 0.2. Achtergronddocumentatie. 183 pp.
- Rutgers, M, T. Schouten, J. Bloem *et al.*, 2014.** Een indicatorsysteem voor ecosysteemdiensten van de bodem: Life support functions revisited. Bilthoven. RIVM, rapportnummer 2014-0145.
- Ter Berg, C., 2019.** Handleiding bodemconditie. Suikerunie.
- Tol-Leenders, D. van, M. Knotters, W. de Groot *et al.*, 2020.** Koolstofvoorraad in de bodem van Nederland (1998-2018). Wageningen University & Research, rapportnummer 2974.
- Treseder, K.K., 2004.** A meta-analysis of mycorrhizal responses to nitrogen, phosphorus, and atmospheric CO₂ in field studies. *New Phytologist* 164: 347-355.
- Tsiafouli, M.A. E. Thebault, S.P. Sgardelis *et al.*, 2015.** Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21: 973-985
- Van Eekeren, N., L. Bommelé, J. Bloem *et al.*, 2008.** Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. *Applied Soil Ecology* 40: 432-446.
- Van Eekeren, N, B. Philipsen, J.G. Bokhorst *et al.*, 2019.** Bodesignalen grasland: Praktijkgids voor optimaal bodemmanagement op melkveebedrijven. Zutphen. Roodbont. 120 pp.
- Van Laarhoven, G., J. Nijboer, N. Oerlemans *et al.*, 2018.** Biodiversiteitsmonitor melkveehouderij. Een nieuw instrument dat biodiversiteitsversterkende prestaties in de melkveehouderij eenduidig meetbaar maakt.
- Wereld Natuur Fonds, 2020.** Living Planet Report Nederland. Natuur en landbouw verbonden. Zeist. WNF.