



QuickScan bodemtools en - datasystemen

Een analyse van tools om bodemkwaliteit integraal te beoordelen

Brent Riechelman, Kees van den Dool

Leendert Molendijk, Janjo de Haan

Gerard H. Ros

Referaat

Riechelman WH; van den Dool KCH, Molendijk LPG, de Haan JJ & GH Ros (2021) QuickScan bodem-instrumenten en datasystemen: Een analyse van tools om bodemkwaliteit integraal te beoordelen, Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1819.N.20, pp 39.

Rapport in het kort

Duurzaam bodembeheer vereist integrale aandacht voor de fysische, chemische en biologische bodemkwaliteit. Om dit gericht te kunnen doen, is inzicht nodig in de huidige situatie middels een meting en een interpretatie van de meting, duidelijkheid over de gewenste staat en inzicht met welke maatregelen de kwaliteit gehandhaafd of verbeterd kan worden. Er zijn diverse tools beschikbaar en in ontwikkeling die metingen van bodemeigenschappen interpreteren en al dan niet advies geven over hoe tot een gewenste situatie te komen. Deze QuickScan is uitgevoerd als onderdeel van de PPS Beter Bodembeheer, werkpakket Meten van bodemkwaliteit met als doel om een overzicht te creëren van de beschikbare en bruikbare bodeminstrumenten en datasystemen, en een inhoudelijke analyse uit te voeren van het huidige dan wel gewenste aanbod. Ook wordt een voorstel gedaan hoe kennisinstellingen een gezamenlijke kennisbasis en rekenregels kunnen ontwikkelen om de bodemadvisering in te praktijk te faciliteren en te innoveren.



Beter Bodembeheer

© 2021 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Verspreiding

Partners PPS Beter Bodembeheer

digitaal

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Inleiding	4
2 De QuickScan van instrumenten	8
2.1 Beschikbare instrumenten	8
2.2 Management en advies	12
2.3 In ontwikkeling	22
3 QuickScan van Datasystemen	26
4 Synthese	29
4.1 Ontwikkelrichtingen	30
4.2 Evaluatie van ontwikkelrichtingen	33
4.3 Pleidooi voor slimme samenwerking	35
4.4 Aandachtspunten	36
5 Literatuur	37

Lijst met afkortingen

Afkorting	Betekenis
API	Application Programming interface
BBWP	BedrijfsBodemWaterPlan
BCS	BodemConditieScore
BO Akkerbouw	Brancheorganisatie Akkerbouw
CFT	Cool Farm Tool
CLM	Stichting centrum landbouw en milieu
DSG	Duurzaam Schoon Grondwater
GHG	Gemiddelde Laagste Grondwaterstand
GLG	Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand
KLW	KringloopWijzer Water
KPI	Kritische Prestatie Indicator
KRW	Kaderrichtlijn Water
KIWK	Kennisimpuls Waterkwaliteit
LBI	Louis Bolk Instituut
LLTB	Limburgse Land- en Tuinbouwbond
LTO	Land- en Tuinbouworganisatie
NGO	Non-Gouvernementele Organisatie
NIRS	Near Infra Red Spectroscopy
NMI	Nutriënten Management Instituut
NZO	Nederlandse Zuivel Organisatie
OBI	Open Bodemindex
OS	Organische Stof
PPO-AGV	Praktijkonderzoek Plant en Omgeving voor de Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondgroenteteelt
PPS	Publiek Private Samenwerking
SMK	Stichting Milieukeur
TKI	Topconsortium voor Kennis en Innovatie
WEnR	Wageningen Environmental Research
WNF	Wereld Natuur Fonds
ZLTO	Zuidelijke Land- en Tuinbouworganisatie

Samenvatting en conclusies

Er zijn zorgen over verandering in de kwaliteit van Nederlandse (landbouw)bodems. Om bodemfuncties en gewasproductie in de toekomst te kunnen waarborgen en de natuurlijke omgeving niet te belasten, is het van belang om de bodem duurzaam te beheren. Duurzaam bodembeheer vereist integrale aandacht voor de fysische, chemische en biologisch bodemkwaliteit. Om dit gericht te kunnen doen, is inzicht nodig in de huidige situatie middels een meting en een interpretatie van de meting, duidelijkheid over de gewenste staat en inzicht met welke maatregelen deze bereikt kan worden.

Er zijn diverse instrumenten beschikbaar en in ontwikkeling die metingen van bodemeigenschappen interpreteren en al dan niet advies geven over hoe tot een gewenste situatie te komen. Daarom is deze QuickScan uitgevoerd als onderdeel van de PPS 'Meten en beoordelen integrale bodemkwaliteit'. Het doel van dit rapport is om een overzicht te creëren van de beschikbare en bruikbare bodeminstrumenten en datasystemen, en een inhoudelijke analyse uit te voeren van het huidige dan wel gewenste aanbod. Ook wordt een voorstel gedaan hoe kennisinstellingen een gezamenlijke kennisbasis en rekenregels kunnen ontwikkelen om de bodemadvisering in de praktijk te faciliteren.

Deze QuickScan heeft geresulteerd in een lijst van 24 bodeminstrumenten en tien datasystemen die op het moment beschikbaar zijn of op korte termijn beschikbaar komen en bijdragen aan de gezamenlijke kennisbasis rondom duurzaam bodembeheer. Ook worden er tien instrumenten genoemd die nog in ontwikkeling zijn.

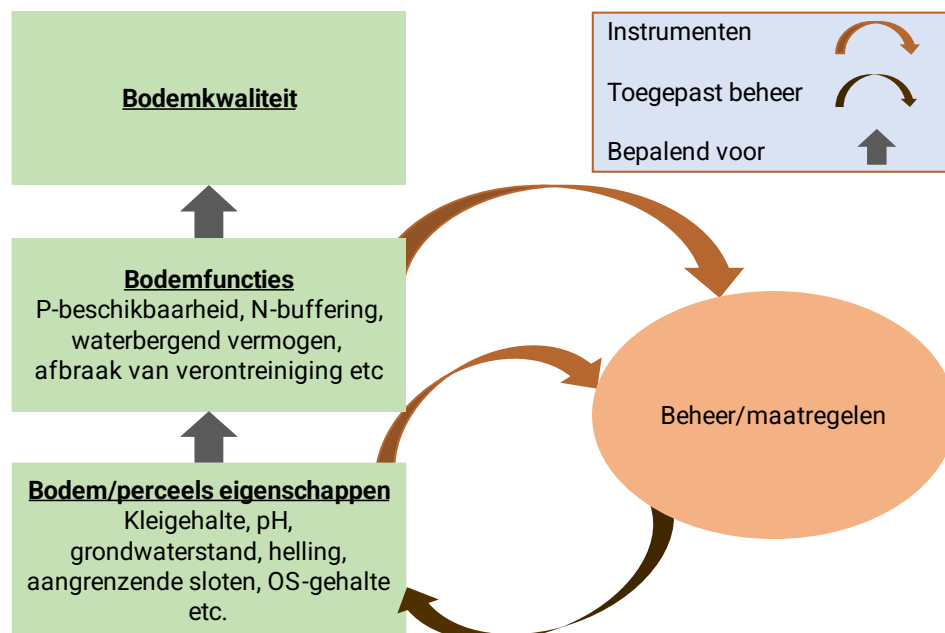
Verder zijn er enkele punten die aandacht vereisen om de instrumenten, datasystemen en API's (Application Programming Interfaces) ook in de toekomst relevant te laten zijn. In de eerste plaats zal er na moeten worden gedacht over hoe bruikbaar de datasystemen en instrumenten in de toekomst zullen zijn en wat de mogelijkheden zijn om ze up-to-date te houden. Ten tweede zal de benodigde informatie makkelijk toegankelijk moeten zijn of worden gemaakt. Tot slot is het wenselijk dat er in de toekomst meer regie komt bij de ontwikkeling van nieuwe instrumenten en dat er oog is voor de behoefte uit de praktijk.

1 Inleiding

Aanleiding

Er zijn zorgen over verandering in de kwaliteit van Nederlandse (landbouw)bodems (Raad voor de leefomgeving en infrastructuur, 2020). Tal van bodemfuncties zoals de opslag en zuivering van water, het vormen van een habitat voor bodemleven en planten en koolstofopslag zijn essentieel voor het functioneren van natuurlijke en landbouwecosystemen. In landbouwsystemen is het van belang om de bodem duurzaam te beheren om de bodemfuncties en gewasproductie in de toekomst te kunnen waarborgen en de natuurlijke omgeving niet te belasten.

Duurzaam bodembeheer vereist integrale aandacht voor de fysische, chemische en biologisch bodemkwaliteit (de Haan e.a., 2019). Om dit gericht te kunnen doen, is inzicht nodig in de huidige situatie middels een meting en een interpretatie van de meting, duidelijkheid over de gewenste staat en inzicht met welke maatregelen een goede bodemkwaliteit bereikt kan worden. Er zijn anno 2020 diverse instrumenten beschikbaar (en in ontwikkeling) die metingen van bodemeigenschappen interpreteren en al dan niet advies geven over hoe tot een gewenste situatie te komen.



Figuur 1-1 Schematische weergave van de manier waarop instrumenten bij kunnen dragen aan het verbeteren van bodemkwaliteit.

Figuur 1.1 illustreert hoe instrumenten kunnen bijdragen aan duurzaam bodembeheer middels interpretatie van gemeten eigenschappen of functies. Zo kan gestuurd worden op het verbeteren van bodemeigenschappen met als doel het verbeteren van de algehele bodemkwaliteit. Van de beschikbare instrumenten die boeren en adviseurs ondersteunen is in 2017 een overzicht gemaakt (Molendijk e.a.,

2018). In 2020 is een vergelijkende studie uitgevoerd voor instrumenten die zich richten op duurzaam bodem- en waterbeheer (Ros, e.a., 2020a) binnen de context van de doelen van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer. De voorliggende studie bouwt hierop voort.

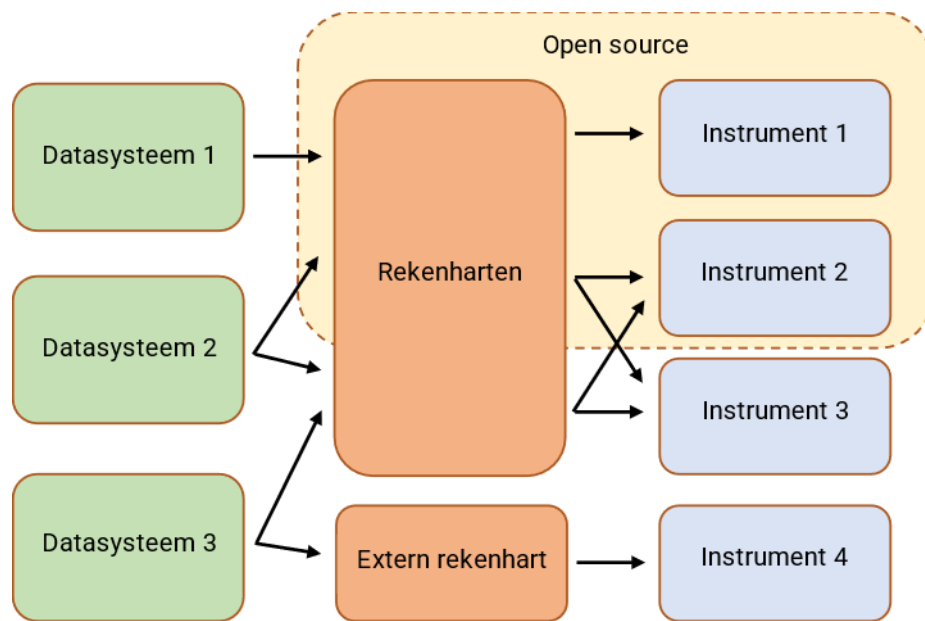
Molendijk e.a. (2018) merkten op dat ondanks een groot aanbod aan instrumenten, er in de praktijk beperkt gebruik van werd gemaakt bij het beheren van de bodem. Daar kwam bij dat de onderliggende rekenregels en gebruikte gegevens niet bij alle instrumenten voldoende inzichtelijk of concreet onderbouwd waren. Ook werd vastgesteld dat veel van de instrumenten zich op één of twee aspecten van duurzaam bodembeheer richten, terwijl juist een integrale benadering van bodemstructuur, bodembioïologie en bodemchemie het meest wenselijk is, zeker wanneer de instrumenten toepasbaar moeten zijn op het boerenbedrijf. Ook ontbrak het aan een platform om instrumenten te integreren, zodat instrumenten gericht op verschillende aspecten gemakkelijk naast elkaar gebruikt kunnen worden. Vier jaar later ontbreekt het nog steeds aan een geïntegreerde toepassing (dan wel overzicht) waarmee bepaald kan worden welk effect maatregelen hebben op de verschillende aspecten van bodemkwaliteit.

Dit rapport is onderdeel van de PPS Beter Bodembeheer, werkpakket 'Meten van bodemkwaliteit'. Het doel van dit rapport is om een overzicht te geven van reeds in Nederland bestaande bodem-datasystemen en instrumenten die gebruikt (kunnen) worden voor integraal en duurzaam bodembeheer. Daarnaast is onderzocht welke data gebruikt worden, hoe die verkregen worden en of de rekenregels voor de instrumenten inzichtelijk zijn. Deze inventarisatie is daarmee een opzet om te komen tot een integraal Bodemkwaliteitsplan, dat gebruik kan maken van de rekenregels en kennis zoals deze in bestaande instrumenten aanwezig is. Als er cruciale kennis of rekenregels ontbreken, dan worden deze ontwikkeld en beschikbaar gesteld voor gebruik.

Uitgangspunt is dat het op termijn gewenst is om noodzakelijke databases met generieke bodemdata en de onderliggende algoritmes van beslissingsondersteunende tools toegankelijk te maken voor gebruikers en adviseurs. Vanuit de PPS wordt deze ontwikkeling gefaciliteerd door het ontwikkelen van ontbrekende algoritmes (met een focus op integraliteit) en het beschikbaar maken van diverse "rekenmodules" via een zogenoemde Application Programming Interface (API). Een API is een software interface die verbinding tussen computers of programma's mogelijk maakt. Met behulp van de API's kunnen instrumenten in de toekomst meerdere typen data en rekenregels met elkaar combineren om zo een meer integraal beeld te geven van het effect van bodembeheer.

De gewenste toekomstige situatie wordt in Figuur 1-2 geïllustreerd. Hierin leveren de datasystemen de benodigde input (middels API's) aan de verschillende rekenmodules die er zijn. Vervolgens kunnen de instrumenten de informatie die zij nodig hebben verkrijgen door te communiceren met de rekenmodules; ook dit gebeurt via API's. Omdat verschillende rekenmodules met diverse invalshoeken bevroegd kunnen worden, kan elk bodeminstrument (beheerd en ontwikkeld door adviesbedrijven of kennisinstellingen) eenvoudig verschillende aspecten van het bodembeheer belichten.

Er zijn rekenharten en instrumenten die open source zijn en waaraan iedereen kan bijdragen. Er zijn ook rekenharten die niet open source zijn, maar die voor zowel open source als niet open source instrumenten gebruik kunnen maken. Andersom kunnen open source instrumenten ook gebruik maken van rekenharten die wel of niet open source zijn. Tot slot zullen er rekenregels zijn die niet inzichtelijk zullen worden gemaakt en alleen gebruikt kunnen worden door de eigenaar.



Figuur 1-2 Schematische weergave van de gewenste situatie. Communicatie tussen datasystemen, rekenharten en instrumenten gebeurt via API's.

Selectiecriteria

In deze studie zijn een groot aantal bodemtools opgenomen. Om op te worden genomen in deze QuickScan moeten de instrumenten aan een drietal criteria voldoen.

1. Het instrument levert door verwerking van gegevens inzicht of advies over de bodemkwaliteit in relatie tot het gebruik van de landbouwbodem, of het geeft inzicht in de effecten van bodembeheer op de bodemkwaliteit.
2. Het instrument moet toepasbaar zijn in (een deel van) Nederland en beschikbaar zijn voor gebruikers in de akkerbouw en/of veehouderij, met een focus op het agrarisch bedrijf.
3. Het instrument moet op het moment van schrijven (het jaar 2021) beschikbaar zijn voor gebruik dan wel zover ontwikkeld zijn dat het binnen een jaar in gebruik kan worden genomen.

Bemesting-adviesprogramma's en onderzoeksinstrumenten zijn buiten beschouwing gelaten evenals instrumenten die meer een werkwijze of een handboek vormen zonder een IT-interface. Naast instrumenten wordt er ook expliciet gekeken naar de achterliggende datasystemen en IT-infrastructuur waarlangs een gebruiker toegang kan krijgen tot het instrument. Voor de instrumenten en datasystemen die aan deze criteria voldoen, is informatie verzameld over de precieze toepassing, de eigenaar, de beoogde gebruiker, het niveau waarop het werkt en de regio waar ze voor bedoeld zijn, de beschikbaarheid van rekenregels, en of er een (wetenschappelijke) onderbouwing beschikbaar is.

In totaal zijn er tien datasystemen en 24 instrumenten gevonden die voldoen aan de hierboven genoemde criteria. Deze selectie is met zorgvuldigheid tot stand gekomen. Toch valt niet uit te sluiten dat er instrumenten ontbreken.

Leeswijzer

Na deze inleiding worden de geselecteerde instrumenten kort beschreven in hoofdstuk 2. Tevens worden voor de volledigheid en continuïteit, aan het einde van dat hoofdstuk, instrumenten benoemd die aanwezig waren in een eerdere inventarisatie maar die buiten de hier gebruikte selectiecriteria vallen. In hoofdstuk 3 worden de beschikbare datasystemen besproken die gegevens zouden kunnen leveren voor bodembeheerinstrumenten. Tot slot wordt in hoofdstuk 4 gereflecteerd op het gemaakte overzicht

van instrumenten en datasystemen, worden kennisleemtes en benodigde stappen voor integratie besproken. Ook wordt in dit hoofdstuk vooruitgekeken naar de toekomst hoe de verschillende instrumenten kunnen bijdragen aan de ontwikkeling van een integraal Bodemkwaliteitsplan, welke leemtes er nog zijn en hoe de samenwerking tussen kennisinstellingen, IT-ontwikkelaars en gebruikers vorm kan krijgen om zo de ontwikkelde kennis maximaal beschikbaar te maken voor toepassing op het boerenbedrijf.

2 De QuickScan van instrumenten

2.1 Beschikbare instrumenten

Er zijn 24 instrumenten beoordeeld in welke mate zij inzicht geven in de functies die een bodem kan leveren (ecosysteemdiensten) en hoe de bodem beheerd kan worden om de kwaliteit ervan te verbeteren (Tabellen 2-1 en 2-2). Onderstaand overzicht betekent niet noodzakelijkerwijs dat een instrument het functioneren van een ecosysteemdienst exact in kaart brengt, slechts dat het instrument inzicht of advies geeft over een bodemfunctie, eigenschap of beheermaatregel die één of meerdere aspecten van de desbetreffende ecosysteemdienst ondersteunt. Ter illustratie: de bandenspanningsrekenmachine, een vrij eenvoudig hulpmiddel om de juiste bandenspanning te kiezen, en dat kan schade aan de bodemstructuur voorkomen. Een goede bodemstructuur draagt vervolgens bij aan de productie van planten en waterberging. Omdat de bandenspanningsrekenmachine geen inzicht geeft in nutriënten-levering en -beschikbaarheid, is dit instrument niet geschikt om inzicht te geven hoe het management invloed uitoefent op de gewasproductie.

De volgende groepen van bodemfuncties worden in deze studie gehanteerd:

- **Biomassa productie:** bodemfuncties die bijdragen aan, of nodig zijn voor de ontwikkeling en groei van gewassen zoals de levering van nutriënten, beschikbaarheid van water, of als medium voor verankering.
- **Nutriëntenbenutting en -recycling:** bodemfuncties die bijdragen aan het vasthouden en recyclen van nutriënten, waardoor de externe aanvoer kan worden verlaagd en de emissie naar het milieu kan worden verlaagd.
- **Waterkwaliteit en -kwantiteit:** bodemfuncties die bijdragen aan een goede kwaliteit van grond- en oppervlaktewater, zoals de buffering van nutriënten en verontreinigingen en berging van water bij neerslag en levering van water bij droogte.
- **Ziekte- en plaagonderdrukking:** bodemfuncties die bijdragen aan het onderdrukken of bestrijden van ongewenste organismen en virussen in of nabij de bodem zoals plant pathogene microben en aaltjes.
- **Biodiversiteit:** bodemfuncties die ondersteunend zijn aan een veerkrachtig en divers bodembioom, zoals het leveren van een habitat en vrij zijn van schadelijke stoffen.
- **Koolstofopslag en klimaatregulatie:** bodemfuncties die bijdragen aan het verhogen van de C-aanvoer naar de bodem dan wel het beperken van de organische stof afbraak of uitstoot van methaan en/of lachgas, ten behoeve van de klimaatopgave.

Opvallend is dat een heel groot deel van deze instrumenten gefocust is op een goede gewasopbrengst én waterkwaliteit. Er is relatief weinig aandacht voor bodemziektes en maatregelen om de natuurlijke weerbaarheid van bodems te verhogen. Door de recente aandacht voor koolstof en organische stof als integrator van bodemkwaliteit zijn er diverse instrumenten ontwikkeld die gericht advies geven over het beheer van organische stof.

Tabel 2-1. Matrix van welk operationeel bodeminstrument bij kan dragen aan het bevorderen van welke bodemfunctie. De kolomtitels zijn afkortingen voor de bodemfuncties die via bodembeheer beïnvloedt kunnen worden en waar de tools sturing aan (willen) geven te weten: biomassa-productie, nutriëntenbenutting en -recycling, waterkwaliteit en -kwantiteit, ziekte en plaagonderdrukking, biodiversiteit, en koolstofopslag en klimaatregulatie.

	Productie	Benutting	Water	Ziekte	Biodiversiteit	Klimaat
Aaltjesschema				X	X	
Bandenspanning rekenmachine	X		X			
BedrijfsBodemWaterPlan	X	X	X			
BedrijfsWaterWijzer + KLW	X	X	X		X	
Beregeningssignaal	X	X	X			
BodemConditieScore	X		X			
Bodemherbicide	X	X		X	X	
Bodemschimmelschema (Best4Soil)				X	X	
CLM milieumaatlaat			X			
Cool Farm Tool (incl. modules)			X		X	X
Demetertool	X	X				X
DSG-nitraatuitspoeling		X	X			
KringloopWijzer	X	X	X			X
Label Duurzaam Bodembeheer	X	X	X		X	X
Landmark Soil Navigator	X		X		X	X
Maatregelen op de Kaart			X			
NDICEA	X	X	X			X
NemaDecide				X		
Open Bodemindex	X		X	X		X
OS Balans	X					X
RE-Gras	X	X				
SQAPP	X		X	X	X	X
Terranimo	X		X			
Tipstar	X	X	X			X

Tabel 2-2. Matrix van welk bodeminstrument bij kan dragen aan het bevorderen van welke bodemfunctie. De kolomtitels zijn afkortingen voor de bodemfuncties die via bodembeheer beïnvloedt kunnen worden en waar de tools sturing aan (willen) geven te weten: biomassa-productie, nutriëntenbenutting en -recycling, waterkwaliteit en -kwantiteit, ziekte en plaagonderdrukking, biodiversiteit, en koolstofopslag en klimaatregulatie. Dit zijn instrumenten die nog in ontwikkeling zijn.

	Productie	Benutting	Water	Ziekte	Biodiversiteit	Klimaat
Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw					X	
Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij		X			X	
Carboncastr						X
Gezondgewastool	X			X		
GrasSignaal	X	X	X			X
Grow with the flow			X			
HYDROMETRA		X	X			
KPI-overzicht	X	X	X		X	X
KringloopWijzer bodem	X	X	X			
NDICEA-GEO	X	X	X			X
Nutriëntenbalans Akkerbouw	X	X				
Praktijktool voor bodem-C						X
Trijntje	X		X			

Daarnaast is geïnventariseerd binnen welke IT-omgeving de instrumenten beschikbaar zijn (Tabellen 2-3 en 2-4) als ook welke onderdelen open source beschikbaar zijn voor gebruik en doorontwikkeling. Een groot deel van de tools wordt ontwikkeld door Wageningen University & Research, CLM, LBI en het NMI.

Tabel 2-3. Overzicht van de ondersteunende IT-architectuur voor operationele instrumenten.

	Onderdeel van de volgende platforms	Open source	Ontwikkelaar
Aaltjesschema	Website	-	WUR
Bandenspanning Rekenmachine	Smartphone app	-	Firestone
BedrijfsBodemWaterPlan	HLB-platform	Rekenhart	NMI
BedrijfsWaterWijzer + KLW	ZuivelNL-platform	-	WUR
Berekeningssignaal	FarmMaps		WUR, ASG
BodemConditieScore	Website	-	WUR
Bodemherbicide	FarmMaps	-	WUR, PSG
Bodemschimmelschema	Website	-	WUR
CLM milieumaatlaat	Website	-	CLM
Cool Farm Tool	Website + Akkerweb	-	Cool Farm Alliance
Demetertool	Website	-	VLM & NMI
DSG-nitraatuitspoeling	-	-	DSG, LLTB & NMI
KringloopWijzer	ZuivelNL-platform	-	ZuivelNL
Label Duurzaam Bodembeheer	-	Rekenhart	CLM, WUR, NMI, e.a.
Landmark Soil Navigator	Website	-	WU
Maatregelen op de Kaart	Website	Data	WUR, NMI, Deltares, e.a.
NDICEA	Stand-alone	-	LBI
NemaDecide	Akkerweb/FarmMaps	-	WUR, PSG FarmMaps
Open Bodemindex	Website	Rekenhart	WUR & NMI & Farmhack
OS Balans	Website	-	SMK & NMI
RE-Gras	Website + smartphone app	-	NMI
SQAPP	Smartphone app	-	WUR & ISRIC
Terranimo	Website	-	Aarhus University
Tipstar	FarmMaps		WUR, PSG

Tabel 2-4. Overzicht van de ondersteunende IT-architectuur voor instrumenten in ontwikkeling.

	Onderdeel van de volgende platforms	Open source	Ontwikkelaar
Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw	-	-	LBI, WUR
Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij	-	-	FrieslandCampina, Rabobank, WNF
GrasSignaal	FarmMaps	-	WUR, ASG
Grow with the flow	-	-	Deltares e.a.
HYDROMETRA	-	-	WEnR
KPI-overzicht	FarmMaps / VAA	-	WUR, PSG / VAA
KringloopWijzer Bodem	-	-	LTO Noord & NMI
NDICEA GEO	FarmMaps	-	WUR, PSG
Praktijktool voor bodem-C	FarmMaps	-	WUR, WEnR
Trijntje	FarmMaps	-	provincie Groningen, waterschap Noorderzijlvest

2.2 Management en advies

In deze sectie worden de verschillende instrumenten achtereenvolgens kort besproken in relatie tot de manier waarop bodemkwaliteit een rol speelt binnen de applicatie en hoe adviezen vorm krijgen om sturing te geven aan het bodembeheer. De instrumenten worden in alfabetische volgorde besproken.

Aaltjesschema

Het Aaltjesschema is een eenvoudig beslissingsondersteunend instrument dat inzicht geeft in de vermeerdering en schadelijkheid van plant parasitaire nematoden bij teelt van specifieke gewassen. Via dit inzicht kan de gebruiker gericht sturen op een duurzame gewasopvolging waarbij de ziektedruk onder controle blijft. Met aaltjesschema kan een tabel worden gemaakt voor de door de gebruiker gekozen plant parasitaire nematoden en akkerbouw- en vollegrondsgroenten gewassen. Hierin staat informatie over de schadelijkheid en vermeerdering van de aaltjes in de gekozen gewassen en wordt achtergrondinformatie gegeven in de vorm van wiki's. Het Aaltjesschema brengt kennis bij elkaar en laat de impact zien van gewasvolgorde op schadelijkheid en vermeerdering van aaltjes. Daarnaast wordt er soms verwezen naar aanvullende informatie over bijvoorbeeld het beheersen van aaltjespopulaties.

Tabel 2-5. Overzicht Aaltjesschema.

Aaltjesschema	
Eigenaar	WUR Open Teelten
Sector	akkerbouw, bollen, bomenteelt, vaste planten en groenbemesters
Beoogde gebruiker	boeren, adviseurs
Benodigde input	gewasrotatie
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	classificatie opbrengtschade door aaltjes

Bandenspanning Rekenmachine

De bandenspanning rekenmachine van Firestone helpt bij het bepalen van de juiste bandenspanning afhankelijk van de bandsoort en belasting, naast lager brandstofgebruik en hogere bandlevensduur kan

het gebruiken van de juiste spanning ook helpen om bodemverdichting te voorkomen. Het instrument put uit technische databoeken van bandenfabrikanten om de optimale bandenspanning voor de ingevoerde banden en gewenste snelheid. De bandenspanning rekenmachine is beschikbaar als app voor smartphones met een Android of iOS besturingssysteem.

Tabel 2-6. Overzicht Bandenspanning Rekenmachine.

Bandenspanning Rekenmachine	
Eigenaar	Firestone
Sector	akkerbouw, veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	band type en belasting
Gebruiksniveau	bedrijf
Wetenschappelijk	nee
Bodemfuncties	indirect, bescherming bodemstructuur

BedrijfsBodemWaterPlan

Het BedrijfsBodemWaterPlan (BBWP) maakt het mogelijk om per perceel en bedrijf maatwerk te leveren om bij te dragen aan regionale doelen voor schoon grond- en oppervlaktewater, voldoende watervasthoudend en bufferend vermogen en een hoge benutting van nutriënten. Het faciliteert daarmee het gesprek tussen agrariër en adviseur en het realiseren van de doelen van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer. Het BBWP is ontwikkeld door het NMI en het Louis Bolk Instituut in samenwerking met ZLTO, de provincie Noord-Brabant en de waterschappen Aa en Maas, De Dommel, Brabantse Delta en Rivierenland (Ros, e.a., 2020b) en volgt daarmee het strategisch advies dat kennisinstellingen en betrokkenen uit het werkveld in 2020 hebben ontwikkeld (Ros, e.a., 2020a). Onderliggende database is voor een groot deel ontwikkeld binnen het traject Maatregel-Op-De-Kaart met inbreng van kennis van Wageningen Environmental Research, RIVM, Deltares, KWR, Boerenverstand, en het NMI.

Tabel 2-7. Overzicht BedrijfsBodemWaterPlan.

BedrijfsBodemWaterPlan	
Eigenaar	NMI
Sector	landbouw
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	bodemgegevens, management
Gebruiksniveau	bedrijf en perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	waterbergend vermogen, nutriëntenbenutting, verliezen naar grond en oppervlaktewater (voor N en P)

BedrijfsWaterWijzer

De BedrijfsWaterWijzer (BWW) maakt het mogelijk voor melkveehouders om een bedrijfswaterplan op te stellen ten behoeve van de waterkwaliteit, droogte en wateroverlast. Dit moet helpen bij het maken van afwegingen met betrekking tot het voldoen aan regelgeving en de behoeften van het bedrijf. Het BWW heeft zeven modules die elk een aspect van water(beheer) op een melkveebedrijf vormen: erfwater, regulering waterbehoefte, beperking wateroverlast, uitspoeling naar grondwater, uitspoeling naar oppervlaktewater, drinkwater voor vee en ecologisch (sloot)beheer. Voor de percelen van het bedrijf brengt het de risico's voor het watersysteem in kaart, en biedt het concreet inzicht in mogelijke maatregelen om bij te dragen aan schoon en voldoende grond- en oppervlaktewater. Het BWW is binnen het project Koeien en Kansen ontwikkeld in samenwerking met waterschappen (Verloop e.a., 2018).

Tabel 2-8. Overzicht BedrijfsWaterWijzer.

BedrijfsWaterWijzer	
Eigenaar	WUR
Sector	veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	waterbeheer
Gebruiksniveau	bedrijf
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	indirect: waterbergend vermogen, nutriëntenbenutting, verliezen naar grond en oppervlaktewater (voor N en P)

Beregeningssignaal

Beregeningssignaal voorspelt voor gras en een aantal belangrijke akkerbouw- en vollegrondsgroente gewassen de bodemvochttoestand van de wortelzone voor een weersverwachtingstermijn van vijf dagen. Het geeft per perceel een beregeningsadvies op het moment dat vocht beperkend wordt en adviseert daarbij de grootte van de gewenste beregeningsgift in mm. Daarmee wordt voorkomen dat te veel beregend wordt of dat een vochttekort optreedt.

Tabel 2-9. Overzicht Beregeningssignaal.

Beregeningssignaal	
Eigenaar	WUR
Sector	akkerbouw, veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren, adviseurs
Benodigde input	beregeningsgegevens
Gebruiksniveau	perceel, bedrijf
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	inzicht in watertoestand van de bodem plus een advies of, en zo ja wanneer en hoeveel te beregenen.

Beregeningssignaal haalt invoerdata automatisch op aan de hand van ingevoerde percelen op FarmMaps voor bodemfysica, hydrologie en het weer om een bodemvochtbalans te kunnen berekenen. Sloten, drainbuizen en greppels zorgen voor de afvoer van water uit de bodem op het moment dat de grondwaterstand hoger is dan de diepte van deze drainagemiddelen. Ze werken echter ook infiltrerend wanneer deze watervoerend zijn en de grondwaterstand is lager dan de diepte van deze drainagemiddelen. De GHG en GLG worden in het model gebruikt als referentie voor het grondwaterstandsverloop gedurende het jaar. Daarbij wordt de GLG gebruikt als initiële waarde in het vroege voorjaar. Niet alleen de bodem maar ook het gewas is een belangrijke factor in het berekenen van een bodemvochtbalans. Gewassen verschillen in zaai- of pootdatum, worteldiepte, gewasontwikkeling, mate van gewasverdamping en gewenst beregeningsmoment.

BodemConditieScore

De BodemConditieScore (BCS) is een methode die een boer inzicht geeft in de bodemkwaliteit in relatie tot opbrengst en biodiversiteit. Dit wordt gedaan aan de hand van een aantal eenvoudige visuele waarnemingen zoals bodembedekking, organische stof, indicaties voor bodemverdichting en het aantal regenwormen. De toepasbaarheid van de BCS op klei en moerige klei in de Beemster en Schermer polders is wetenschappelijk beschreven, maar ontbreekt voor andere grondsoorten (Sonneveld e.a., 2014). De scores uit de BCS kunnen gebruikt worden als input voor de Open Bodemindex. De BCS is mede ontwikkeld door Soilpedia, Louis Bolk Instituut, WUR, boerenverstand en Aequator. De ontwikkeling is gefinancierd door CONO Kaasmakers, Stichting J. Mesdag-fonds en SKB-duurzame ontwikkeling ondergrond (Sonneveld e.a., 2014). De BCS is beschikbaar via een website, als applicatie, een R-package en als pdf-invulformulier.

Tabel 2-10. Overzicht BodemConditieScore.

BodemConditieScore	
Eigenaar	WUR
Sector	veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	gebruikers beoordeling
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	inzicht in bodemkwaliteit in relatie tot bodemstructuur, verdichting, natschade en beworteling

Bodemherbicide

Met de Bodemherbicide app op FarmMaps kan een taakkaarten gemaakt worden voor het variabel doseren van gewasbeschermingsmiddelen in diverse gewassen. De app maakt het mogelijk om informatie over de ruimtelijke variatie in bodemeigenschappen (zoals ruimtelijke variatie in organische stof of klei-gehalte) door te vertalen in plaats-specifieke minimum-effectieve doseringen. De minimum effectieve dosering van bodemherbiciden hangt o.a. af van het gehalte organische stof en klei in de bodem. Bodemkaarten kunnen verkregen worden via servicebedrijven die met EC-, NIR- of gammastraling sensoren het perceel scannen en in kaart brengen op genoemde bodemeigenschappen. Er kunnen ook bodemkaarten worden gemaakt o.b.v. eigen inzicht over verloop van de genoemde eigenschappen via bijv. de Zonerings-app van FarmMaps. De beslisregels (doseeralgoritmen) die toegepast worden in de Bodemherbicide app zijn afgeleid uit potproeven aangevuld waar nodig met expert beoordeling.

Tabel 2-11. Overzicht Bodemherbicide.

Bodemherbicide	
Eigenaar	WUR
Sector	akkerbouw
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	bodemkaart van het perceel
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	Op basis van een bodemkaart van het perceel en het te verbouwen gewas wordt de minimaal effectieve dosering van bodemherbicide bepaald.

Bodemschimmelschema

Het Bodemschimmelschema is vergelijkbaar met het Aaltjesschema, maar dan voor bodemschimmels. Bodemschimmelschema maakt voor verschillende gewassen inzichtelijk wat het risico is op ziekte in het huidige gewas en in volggewassen. Ook de invloed van bodemtype is hierin meegenomen. Op deze manier wordt het mogelijk om de potentiële schade en de vermeerdering van een bodemschimmel in een gewas vast te stellen. Het schema geeft een teler inzicht in de ecologische en biologische aspecten van bodemschimmels en helpt ze op een doelgerichte manier te beheersen en bestrijden.

CLM Milieumeetlat

De Milieumaatlat is een tool waarmee een gebruiker inzicht krijgt in de milieubelasting van zijn/haar toepassing van een gewasbeschermingsmiddelen. De meetlat vergelijkt gewasbeschermingsmiddelen aan de hand van risico's voor organismen in oppervlaktewater, bodemleven, uitspoeling naar grondwater, bestuivers en natuurlijke vijanden, de gebruiker (boer). De meetlat houdt ook rekening met de toepassingsmethode van de gewasbescherming bij het berekenen van de belasting (Leendertse e.a., 2019). Iedereen kan gratis de milieubelasting van drie middelen vergelijken; tegen betaling kunnen

onbeperkt middelen worden vergeleken. Commercieel gebruik is niet toegestaan behalve voor eigen teelt.

Tabel 2-13. Overzicht CLM Milieumaatlat.

CLM Milieumeetlat	
Eigenaar	CLM
Sector	akkerbouw, veehouderij, glastuinbouw
Beoogde gebruiker	boeren, adviseurs
Benodigde input	OS gehalte, gewasbeschermingsmiddel
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	inzicht in milieuschade als gevolg van gebruik gewasbeschermingsmiddelen

Cool Farm Tool

De Cool Farm Tool (CFT) kwantificeert broeikasgasemissies en koolstofvastlegging op bedrijfsniveau en is wereldwijd toepasbaar (Haverkort en Hillier, 2011). Daarnaast kan het ook een beoordeling geven van de mate waarin het beheer van een bedrijf biodiversiteit ondersteunt en is er een module om watergebruik en behoefte te beoordelen (Kayatz e.a., 2019). De CFT wordt breed ondersteund door bedrijven uit de levensmiddelenindustrie en agrochemie, kennisinstellingen en NGO's.

Tabel 2-14. Overzicht Cool Farm Tool.

Cool Farm Tool	
Eigenaar	Cool Farm Alliance
Sector	akkerbouw, veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren, ketenpartijen
Benodigde input	detail info over onder andere: opbrengst, oppervlaktes, pesticide gebruik, bemesting, energieverbruik, transport, mest management, kudde grootte en veevoer
Gebruiksniveau	bedrijf
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	nog in ontwikkeling

Demetertool

Met de Demetertool kan per perceel een duurzame bemesting berekend worden om te zorgen voor handhaven dan wel verbeteren van het organische stofgehalte van de bodem. Hierbij geeft de Demetertool inzicht in de fosfor en stikstof balansen en het verloop van het organische stofgehalte over 30 jaar bij een gegeven rotatie. Dit instrument is binnen een Europees project ontwikkeld door de Vlaamse landmaatschappij, het NMI en de universiteit Gent en gericht op akkerbouw en groenteteelt in Nederland en Vlaanderen. Rotaties met alleen gras en of mais zijn ook mogelijk, waardoor het ook voor melkveehouders bruikbaar zou moeten zijn (Verlinden e.a., 2013).

Tabel 2-15. Overzicht Demetertool.

Demetertool	
Eigenaar	Vlaamse land maatschappij
Sector	akkerbouw, groenteteelt
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	gewasrotatie, verwachte opbrengst, grondsoort, mestgegevens, bodemdata
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	vastlegging organische stof en mineralenbalansen (voor N en P)

DSG nitraatuitspoeling

Het Duurzaam Schoon Grondwater (DSG) nitraatuitspoelingsmodel is een empirisch model voor lössgronden. Het model kan helpen bij het sturen op een optimale bemesting met zo min mogelijk uitspoeling en is ontwikkeld binnen de projecten “Duurzaam Schoon Grondwater” en “Slim bemesten”. Het oorspronkelijke model uit 2017 voorspelde nitraatgehalten in het bodemvocht aan de hand van bemesting en landgebruik. In 2017 en 2018 is het model nader getoetst en uitgebreid zodat ook mest toediening in het najaar en gewasopvolging meegenomen wordt in de berekening (Ros e.a., 2018; Ros, 2020).

Tabel 2-16. Overzicht DSG nitraatuitspoeling.

DSG nitraatuitspoeling	
Eigenaar	LLTB, NMI
Sector	akkerbouw, veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	bouwplan, bemesting, weergegevens
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	retentie of uitspoeling van nitraat

KringloopWijzer

De KringloopWijzer is een managementinstrument dat de mineralenefficiëntie op een bedrijf in beeld brengt. Door meer inzicht te krijgen in de mineralenkringloop van dier, voer, bodem en mest kan er beter gestuurd worden op de benutting van mineralen. De rekenregels om kengetallen over nutriënten efficiëntie en broeikasgasemissies te berekenen zijn duidelijk beschreven (van Dijk e.a., 2020).

Tabel 2-17. Overzicht KringloopWijzer.

KringloopWijzer	
Eigenaar	NZO, LTO
Sector	veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	bedrijf specifieke gegevens qua management, bodem
Gebruiksniveau	bedrijf
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	inzicht in gedrag van koolstof, stikstof en fosfaat in de bodem

Label Duurzaam Bodembeheer

Het Label Duurzaam Bodembeheer is ontwikkeld als methode om duurzaam bodembeheer te waarderen en stimuleren. Er wordt per grondsoort en bedrijfstype getoetst aan welke voorwaarden (bodembeheermaatregelen) het bedrijf voldoet. Voor het uitvoeren van bepaalde bodembeheermaatregelen worden punten verkregen. Het totaal aantal punten bepaald in welk label een bedrijf wordt ingedeeld, variërend van A tot en met D (van Der Wal e.a., 2016). Dit zou een stimulans moeten zijn voor boeren om hun bodems duurzaam(er) te beheren. Het label lijkt momenteel niet grootschalig of structureel te worden toegepast. Wel is het geïntegreerd binnen de Open Bodemindex en zijn er diverse pilots uitgevoerd.

Tabel 2-18. Overzicht Label duurzaam bodembeheer.

Label duurzaam bodembeheer	
Eigenaar	CLM
Sector	landbouw
Beoogde gebruiker	boer, grondbezitter
Benodigde input	beheer maatregelen, grondsoort, bouwplan
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	indirect, op basis van expertkennis i.r.t. management

Landmark Soil Navigator

De Soil Navigator is een beslissingsondersteunend systeem dat landgebruik en bodembeheer beoordeeld in relatie tot vijf ecosysteemdiensten: primaire productie, water reiniging en regulatie, biodiversiteit, nutriëntenlevering en klimaatregulatie. Behalve de huidige status van de ecosysteemdiensten te kwantificeren, biedt dit systeem ook advies over bodembeheermaatregelen om de levering van ecosysteemdiensten te verbeteren (Debeljak e.a., 2019). De Soil Navigator is ontwikkeld in het Horizon 2020 project 'Landmark'. Het instrument is beschikbaar voor verschillende Europese landen, waaronder Nederland, maar is op het moment van schrijven nog beperkt in Nederland gevalideerd.

Tabel 2-19. Overzicht Landmark Soil Navigator.

Landmark Soil Navigator	
Eigenaar	WUR
Sector	akkerbouw, veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren, adviseurs
Benodigde input	gewassen of vee, bodemgegevens, bemesting, beheer
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	Bijdragen aan verschillende ecosysteemdiensten op basis van hun relatie met vijf bodemfuncties, afgeleid van expertkennis.

Maatregelen op de Kaart

Maatregelen op de Kaart is primair een kaart (GIS bestand) waarbij voor ieder perceel na te gaan is welke maatregelen kansrijk zijn om de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater te verbeteren (STOWA, 2021). De kaart is een gezamenlijk kennisproduct dat gebruikt maakt van openbare gegevens. Het is eenvoudig te raadplegen via een webapplicatie van het NMI. Maatregelen op de Kaart is ontwikkeld door Wageningen Environmental Research, Deltares, RIVM, KWR, NMI en Boerenverstand in opdracht van de Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK) (Groenendijk e.a., 2021).

Tabel 2-20. Overzicht Maatregelen op de kaart.

Maatregelen op de kaart	
Eigenaar	Samenwerkende kennisinstellingen *
Sector	akkerbouw, veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	geen, maakt gebruik van openbare data qua opgaves, bodemkenmerken
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	Inzicht in de opgaves per perceel voor waterkwaliteit van grond- en oppervlaktewater.

* De applicatie is gemaakt door NMI; het kennishart is gedeeld eigendom van de ontwikkelaars.

NDICEA

NDICEA is een model dat de afbraak van organische stof kwantificeert en ook inzicht geeft in het vrijkomen en opname van stikstof (van der Burgt e.a., 2006). Hiertoe wordt de stikstofbehoefte van een gewas vergeleken met de te verwachten beschikbare stikstof uit (kunst)mest, gewasresten, groenbemesters en mineralisatie van bodemorganische stof. De afbraak van organische stof is gebaseerd op het MINIP-model en maakt gebruik van gegevens over grondsoort, temperatuur, en neerslag. NDICEA is ontwikkeld door het Louis Bolk Instituut en is gefinancierd door het Hoofdproductschap akkerbouw, de EU, en het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

Tabel 2-21. Overzicht NDICEA.

NDICEA	
Eigenaar	LBI
Sector	akkerbouw, veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren, adviseurs
Benodigde input	gewassen, bemesting
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	vrijkomen van stikstof, afbraak van organische stof, gewasgroei

NemaDecide

NemaDecide maakt de resultaten van een aaltjes analyses ruimtelijk inzichtelijk en ondersteunt bij het maken van beheersmaatregelen in aardappelteelt. Er kunnen adviezen gegeven worden voor het beheersen van besmettingen met aardappelcystenaaltjes (*Globodera*), maiswortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne chitwoodi*) en wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) (Anoniem, z.d. a). Er is een gratis versie beschikbaar alsmede een uitgebreide versie tegen betaling.

Tabel 2-22. Overzicht NemaDecide.

NemaDecide	
Eigenaar	Akkerweb
Sector	aardappelteelt
Beoogde gebruiker	boeren, adviseurs
Benodigde input	aaltjesanalyse met geo-data
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	schadedrempels voor gewasgroei, impact van maatregelen

Open Bodemindex

De Open Bodemindex (OBI) is een operationeel bodemwaarderingsinstrument. Het geeft een integrale beoordeling van de bodemkwaliteit beoordeeld aan de hand van chemische, fysische, biologische, milieukundige en management indicatoren. Er wordt gebruik gemaakt van minimaal 21 bodemfuncties, waarbij voor elke functie streefwaarden zijn opgesteld. De OBI is ontwikkeld door een consortium van NMI, WUR en FarmHack (mede ondersteund door andere kennisinstellingen, adviseurs en een praktijkgroep met boeren) en is een initiatief van Rabobank, a.s.r. en Vitens. Het beheer en verdere ontwikkeling van de OBI ligt bij de OBI-stichting die door de initiatiefnemers is opgericht om de onafhankelijkheid van de OBI te waarborgen. De stichting wordt bijgestaan door een raad van deskundigen. De OBI is volledig open source waardoor de rekenregels voor iedereen inzichtelijk en te controleren zijn. Ook kan door het open karakter iedereen een bijdrage leveren aan het verbeteren van de OBI. De OBI integreert daarnaast de inzichten en methoden van de BodemConditieScore (optioneel)

en het Label Duurzaam Bodembeheer. De OBI maakt gebruik van bodemanalyses van agrarische percelen en openbare databronnen van o.a. grondsoort, drainage, en HELP-tabellen zodat het gebruik eenvoudig, betaalbaar en toegankelijk is. Een gebruiker kan met per perceel inzicht krijgen waar knelpunten zitten voor duurzame gewasproductie.

Tabel 2-23. Overzicht Open Bodemindex.

OBI	
Eigenaar	OBI-stichting
Sector	land- en tuinbouw
Beoogde gebruiker	boeren, adviseurs
Benodigde input	bouwplan, perceelgegevens, gebruikersbeoordeling, beheer
Gebruiksniveau	perceel (en bedrijf, in ontwikkeling)
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	21 functies voor bodemchemie, biologie en fysica, aangevuld met een beoordeling van het bodembeheer, twee functies voor nutriënten retentie, en vier functies voor bescherming van grond- en oppervlaktewater

OS Balans

De OS-balans is een rekentool die helpt bij het opstellen van een organisch stof balans op perceel- en bedrijfsniveau (Zwart e.a., 2013; NMI, z.d. b). Dit wordt gedaan aan de hand van een berekening met de aanvoer van organische stof (via gewasresten en organische meststoffen) en afbraak van bodem organische stof. De OS-balans is verplicht voor het keurmerk "On the Way to PlanetProof". De systematiek wordt breed toegepast in de agrarische praktijk, en is vast onderdeel van routinematige bodemanalyses bij agrarische laboratoria.

Tabel 2-24. Overzicht OS balans.

OS balans	
Eigenaar	NMI, SMK
Sector	landbouw
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	bouwplan, (organische) mestgift, OS gehalte
Gebruiksniveau	perceel, bedrijf
Wetenschappelijk	ja
Bodemfunctie	netto koolstofaanvoer per jaar

RE-gras

RE-gras kan een melkveehouder helpen bij het optimaal aanwenden van kunstmest voor het verkrijgen van het gewenste ruw eiwitgehalte per snede. Het instrument wordt al sinds de jaren 90 gebruikt in Nederland voor optimalisatie van kunstmestbemesting.

Tabel 2-25. Overzicht RE-gras.

RE-gras	
Eigenaar	NMI
Sector	veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren, adviseurs
Benodigde input	bemesting, weergegevens, bodemkenmerken
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfunctie	leveren van stikstof via mineralisatie, stikstofbenutting en grasgroei

Sinds 2020 gebruikt RE-gras een machine-learning model die op basis van bodemkenmerken, bemesting en weergegevens voorspellingen kan doen voor de droge stofproductie van gras en het bijbehorende ruw eiwitgehalte. In 2021 is RE-gras beschikbaar gemaakt in samenwerking met Yara Benelux als app en via grassn.com (NMI, z.d. c).

SQAPP

De soil quality app (SQAPP) is een app die inzicht geeft in fysische, chemische en biologische aspecten van bodemkwaliteit. Aan de hand van indicatoren waaronder pH, klei-, zand- en leemfractie, totaal stikstof en dichtheid, wordt de bodemkwaliteit beoordeeld en worden risico's in kaart gebracht. Dit instrument haalt data uit wereldwijde en regionale kaarten, maar het is ook mogelijk om zelf gegevens in te voeren. SQAPP is het hoofdproduct van het iSQAPER onderzoeksprogramma en is beschikbaar als app. De app is nog in ontwikkeling, in de Nederlandse versie is in ieder geval nog niet alle informatie beschikbaar/vertaald.

Tabel 2-26. Overzicht SQAPP.

SQAPP	
Eigenaar	WUR & ISRIC
Sector	akkerbouw, veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	locatie, bodemdata, management
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	Inzicht in eigenschappen perceel (chemisch, biologisch, fysisch) in relatie tot vergelijkbare percelen per bodem-klimaatzone. Risico's voor bodemschade en verschillende opgaven worden in kaart gebracht op basis van openbare datasets. Gericht bodemadvies voor knelpunten.

Terranimo

Terranimo is een model dat een risico-inschatting maakt voor het ontstaan van bodemverdichting voor een specifieke bodem en belasting. Er wordt geen berekening gedaan van het effect van verdichting op gewasgroei of opbrengst. Terranimo is ontwikkeld door een internationaal team en heeft naast een internationale versie ook versies specifiek voor Denemarken, Finland, Frankrijk, Nederland, Noorwegen, het Verenigd Koninkrijk en Vlaanderen. Iedere versie is te gebruiken in acht talen waaronder Nederlands (Bakema en van den Akker, 2021; Anoniem, 2020c). Terranimo is beperkt bruikbaar voor Nederlandse veengronden. De Nederlandse versie wordt nog verder ontwikkeld.

Tabel 2-27. Overzicht Terranimo.

Terranimo	
Eigenaar	Aarhus University
Sector	akkerbouw, veehouderij
Beoogde gebruiker	boeren
Benodigde input	machine gebruik, bodemtextuur, bodemvocht
Gebruiksniveau	perceel
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	risico's op bodemverdichting in relatie tot landgebruik

Tipstar

Tipstar is een groeimodel voor aardappelen dat behalve groei en de yieldgap ook de water- en stikstofbehoefte van dit gewas optimaliseert. Tipstar berekent zowel de stikstof- als waterbehoefte van het gewas door het groeiseizoen heen. Via een lagere startgift en stikstofbijbemesting kan de totale stikstofgift voor het gewas omlaag terwijl toch een hoge opbrengst wordt gerealiseerd. Uitspoeling en denitrificatie worden berekend en kunnen worden geminimaliseerd. Een samenvatting geeft aan wat de efficiëntie is geweest van elke kilo stikstof en liter water. Er kan dus worden gebenchmarked. De teler wordt van tevoren gewaarschuwd wanneer er in de nabije toekomst een tekort optreedt. Het model is door de WUR ontwikkeld gedurende meer dan 20 jaar en is uitvoerig getest.

Tabel 2-23. Overzicht Tipstar.

Tipstar	
Eigenaar	WUR
Sector	akkerbouw
Beoogde gebruiker	boeren, adviseurs en bedrijven
Benodigde input	Irrigatie, stikstofgiften, aardappelras, bewortelingsdiepte
Gebruiksniveau	perceel, bedrijf
Wetenschappelijk	ja
Bodemfuncties	optimalisatie van opbrengst, stikstof- en watergebruik

2.3 In ontwikkeling

Tijdens de inventarisatie kwamen een aantal tools naar voren die op dit moment nog niet beschikbaar zijn, maar wel aan de gestelde criteria voldoen en mogelijk op korte termijn beschikbaar komen.

Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw

Er wordt een biodiversiteitsmonitor voor akkerbouw ontwikkeld waarmee verdienmodellen gericht op het versterken van biodiversiteit gefaciliteerd kunnen worden. Deze monitor wordt ontwikkeld op initiatief van BO Akkerbouw, Rabobank, provincie Groningen en het WNF en ontwikkeld door LBI en WUR. Voor de relatie met de bodemkwaliteit wordt samengewerkt met de Open Bodemindex. Het is nog onduidelijk hoe de relatie tussen bodemkwaliteit en biodiversiteit vorm krijgt.

Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij

De Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij is ontwikkeld ten behoeve van biodiversiteitsherstel in de melkveehouderij. Deze biodiversiteitsmonitor werkt aan de hand van een set van zeven Kritieke Prestatie Indicatoren (KPI). Deze monitor wordt ontwikkeld door FrieslandCampina, Rabobank en WNF (Van Laarhoven e.a., 2018). In 2021 werd een deel van de indicatoren uit deze monitor gebruikt voor een bredere agrarische duurzaamheidspilot in Brabant (Landbouw en Voedsel Brabant, z.d.). De gebruikte indicatoren zijn sterk gerelateerd aan het landgebruik, bemesting en beheer. De relatie met de bodemkwaliteit is in deze tool nog onderbelicht.

Carboncastr

Omdat vrijwel alle meerjarige koolstofmodellen heel veel invoergegevens vereisen, waardoor de gebruikersvriendelijkheid in de knel komt, hebben ZLTO en het NMI een eenvoudig beslissingsondersteund model opgesteld dat voortbouwt op de rekenmodellen MINIP, RothC, INITIATOR en de OS-balans. De rekenregels komen open source beschikbaar, en worden ingebed als module binnen het BedrijfsBodemWaterPlan. Op basis van perceelspecifieke bodemdata, en gebruikersinformatie rondom landgebruik en bodembeheer wordt in beeld gebracht hoe de koolstofvoorraad in bodems zich ontwikkelt. Binnen de applicatie ligt een sterke koppeling met de carbon-credit protocol dat in 2021 is

ontwikkeld voor de Rabobank om betrouwbaar en goedkoop inzicht te geven in veranderingen in de koolstofvoorraad (Fujita e.a., 2021). Dit gebeurt via een slimme combinatie van open data, satellietgegevens en het gebruik van mobiele NIRS-sensoren.

Gezondgewastool

Met deze Gezondgewastool kunnen akkerbouwers en adviseurs een overzichtelijk schema maken met bodemmaatregelen. Het schema geeft aan welke maatregelen effectief zijn om de gekozen bodempathogenen te beheersen. De nadruk ligt op de gewassen aardappelen, cichorei, granen, kool- en raapzaad, peen, peulvruchten, suikerbiet en ui. De tool komt het eerste kwartaal van 2022 beschikbaar. Alle kennis komt uit het rapport "Beheersing van bodempathogenen via bodemgezondheidsmaatregelen" (Termorshuizen e.a., 2019). De Brancheorganisatie Akkerbouw heeft ervoor gezorgd dat deze kennis in de vorm van een beslissingsondersteunend systeem beschikbaar komt.

GrasSignaal

GrasSignaal is een applicatie die op basis van de bodemeigenschappen, het weer en het management van een perceel een voorspelling van de grasgroei (droge stof en de voederwaarde). Met deze tool worden melkveehouders ondersteund in het bepalen van het juiste oogst- en inschaarmoment van graspercelen. Op het juiste moment oogsten of in te scharen draagt bij aan een betere mestbenutting, en daarmee een betere nutriënten benutting.

Grow with the flow

Grow with the flow vertaalt beschikbare kennis van waterbeschikbaarheid op regionaal niveau naar perceelniveau om boeren te helpen maatregelen te treffen bij te veel of te weinig water. In het groeiseizoen van 2021 liep een pilot op zes landbouwbedrijven. *Grow with the flow* wordt ontwikkeld op initiatief van Deltares, WUR, de waterschappen Vallei en Veluwe en Aa en Maas, Capgemini, Achmea en Lamb Weston/Meijer. Het project ontvangt subsidie van TKI Agri&Food en TKI Deltatechnologie (Snippen, 2021).

HYDROMETRA

HYDROMETRA is een kennissysteem dat inzicht geeft op het effect van brongerichte en hydrologisch maatregelen op de uitspoeling van N en P naar het oppervlaktewater. Zo kan inzicht worden verkregen in de meest geschikte maatregelen om KRW-doelen te halen. HYDROMETRA wordt momenteel nog ontwikkeld door WUR in samenwerking met waterbeheerders en landbouwadviseurs (Anoniem, z.d. b).

KPI overzicht

Eind 2021 zijn er diverse sets kritische prestatie indicatoren (KPI) in ontwikkeling (o.a. van Doorn, Schütt, e.a., 2021; van Doorn, Reijs, e.a., 2021; Landbouw en Voedsel Brabant, z.d.). Er is een initiatief om de bestaande KPI-systematieken te bundelen waardoor een systeem ontstaat waarmee integraal gestuurd kan worden op duurzame landbouw (van Doorn, Reijs, e.a., 2021). In de loop van 2022 zullen enkele KPI's met betrekking tot stikstofoverschot, fosfaatoverschot, effectieve organische stof aanvoer, gewasbeschermingsmiddelengebruik, gewasdiversiteit en het aandeel rustgewassen worden getoetst en opgenomen in FarmMaps.

KringloopWijzer bodem

De KringloopWijzer Bodem is ontwikkeld om bruikbare adviezen voor duurzaam bodembeheer te geven aan melkveehouders op basis van de gegevens in de KringloopWijzer, aangevuld met openbare data. Er worden adviezen gegeven rondom bodemkwaliteit, opbrengst en bemesting, en duurzaamheid. Uitgangspunt voor de KringloopWijzer Bodem zijn de bedrijfseigen data zoals die in de centrale database van de KringloopWijzer beschikbaar zijn (de Pater e.a., 2019).

NDICEA-GEO

Een variant van NDICEA met geografische interface welke beschikbaar zal worden gemaakt via FarmMaps. Door koppeling met enkele gegevens bronnen (RVO, Agrovision, Dacom) hoeven minder gegevens door de gebruiker zelf ingevoerd te worden.

Nutriëntenbalans Akkerbouw

Er is een rekeninstrument ontwikkeld om overschotten en tekorten van stikstof, fosfaat, organische stof en hieraan gerelateerde emissies in te schatten op akkerbouwpercelen. Dit wordt gedaan onder andere met bedrijfsgegevens als het bouwplan en (kunst)mestgiften. Eind 2021 zijn er gesprekken gaande over verdere implementatie van dit rekeninstrument.

Praktijktool bodem C

Er is behoefte aan een praktijkmodel voor het monitoren van koolstofvastlegging in Nederlandse landbouwbodems. Een praktijkmodel moet de totale hoeveelheid koolstof kunnen kwantificeren, veranderingen kunnen voorspellen en het effect van maatregelen kunnen duiden. Lesschen e.a. (2020) hebben beschikbare koolstofmodellen beoordeeld op hun geschiktheid als praktijkmodel. De ontwikkeling van deze praktijktool is nog in een vroeg stadium, bovengenoemde studie noemt drie kandidaat modellen die nog verder getest dienen te worden met lange termijn datasets en/of fictieve proefvelden om hun geschiktheid te toetsen. De tool wordt in januari 2022 geïmplementeerd binnen FarmMaps.

Trijntje

Trijntje is een app die inzichtelijk maakt wat de invloed van een bedrijfsplan is op de bodem, de opbrengst en het watersysteem. De ontwikkeling loopt t/m 2021; momenteel zijn er nog geen resultaten beschikbaar. De app wordt ontwikkeld binnen het project 'Gouden gronden' en richt zich in eerste instantie op bodems in de provincie Groningen (Anoniem, 2020b). Met de opgegeven locatie, grondsoort en gewassen kan Trijntje op perceelsniveau inzicht geven in het effect van maatregelen gericht op organische stof, infiltratie en afwatering en ondergrondverdichting (Sportel, 2021). De tool wordt begin 2022 geïmplementeerd binnen FarmMaps.

Onbehandelde instrumenten

Een aantal instrumenten genoemd door Molendijk e.a. (2018) zijn om uiteenlopende redenen niet meegenomen in de huidige inventarisatie. Voor deze instrumenten geldt dat ze niet voldoen aan de huidige selectiecriteria. De meest voorkomende reden om ze nu niet meer te behandelen is dat instrumenten niet meer beschikbaar zijn. In de lijst komen ook bemestingsadvies instrumenten voor, deze worden mogelijk nog wel (intern) gebruikt maar zijn beperkt tot niet toegankelijk voor ondernemers.

Tabel 2-28. Duurzaam bodembeheer instrumenten voorkomen in Molendijk e.a. (2018) maar afwezig in huidige rapport met reden voor ommissie.

Instrument	Reden voor ommissie
Bemestingswijzer en TerraDecide	Valt buiten huidige selectiecriteria
Bodembioologische Indicatoren (Bobi)	Is een meetnet en geen tool voor boeren. Is beëindigd
Bodempaspoort	Project is afgelopen, dienst is niet meer beschikbaar.
BodemQ	Voorloper van de Open Bodemindex. Ontwikkeling is stopgezet.
Bodemverkenner	Niet in praktijk gebracht
Delphy bemestingsplan	Wordt niet op internet geadverteerd/ is niet goed te vinden
Delphy Bodemschat	Wordt niet op internet geadverteerd/ is niet goed te vinden
Delphy bodemspiegel	Laatste berichten hierover dateren uit 2016
DLV mijnNperceel.nl	Lijkt niet beschikbaar te zijn onder deze naam
Duurzaamheidsplan Veldleeuwerik	Stichting veldleeuwerik is opgeheven
Mest en Mineraal	Lijkt niet beschikbaar te zijn onder deze naam
Milieukeur maatregelen	Valt buiten huidige selectiecriteria
Mineralisatietool KennisAkker	Lijkt niet beschikbaar te zijn onder deze naam
Provincie Noord Holland: duurzaamheidscertificering voor pachtgronden	Valt buiten huidige selectiecriteria
Sluiten mineralenkringlopen (NMI)	Momenteel niet beschikbaar, mogelijk in 2022
Verisscan	Valt buiten huidige selectiecriteria
Wel en Wee app	Lijkt niet beschikbaar te zijn onder deze naam

3 QuickScan van Datasystemen

Veel bodemtools maken gebruik van vergelijkbare brongegevens uit open databronnen zoals de bodemkaart (voor grondsoort en grondwatertrap), het bouwplan (afgeleid van de Basis Registratie Percelen), de AHN (voor het maaiveld), het weer, en satelliet-gebaseerde indexen zoals de NDVI. Wanneer meer maatwerk nodig is, worden gegevens uit agrarische meetnetten gebruikt of bodem-analyses zoals deze door de boeren zelf worden verzameld. Onduidelijk is in welke mate elke bodemtool dezelfde informatie gebruikt, omdat de brongegevens over de tijd ook geüpdatet worden. De openbare databases zijn op meerdere plekken bereikbaar, meestal via de open database van de overheid.

Van het merendeel van de tools is het onderliggende rekenmodel niet openbaar beschikbaar. Vaak wordt de rekensystematiek wel beschreven in een rapport. De meest gebruikte manier om code te delen is het gebruik van GitHub of GitLab, twee platforms waarbij op een gestructureerde manier samengewerkt kan worden aan de ontwikkeling van softwareproducten.

Binnen Nederland zijn er diverse datasystemen en platformen beschikbaar die gebruikt worden om applicaties aan te bieden aan boeren en hun adviseurs. Veel van deze platformen en systemen zijn sterk in ontwikkeling. Het hieronder gegeven overzicht gaat in op de meest bekende systemen anno 2021 die een focus hebben op het bieden van kennis, advies en tools aan boeren. We beginnen met de verschillende databases die het mogelijk maken om bodem- en bedrijfsgegevens te verzamelen. Daarna worden de verschillende platforms besproken die gegevens omzetten in tools en instrumenten om boeren te adviseren over het beheer van de bodem.

AgroDataCube

AgroDataCube is een product van WUR en levert open data en afgeleide data voor Nederlandse agri-food toepassingen. AgroDataCube is gepubliceerd onder de Creative Commons BY-NC-SA license en gebruikt data van PDOK, KNMI en WUR. Gegevens kunnen op perceelsniveau worden geleverd. De dataset bevat onder andere: maaiveldhoogte (uit AHN), weer (van KNMI-weerstations), bodem (BOFEK2012 en Nederlandse bodemkaart 1:50.000 (versie 2014)), vegetatie (NDVI), geometrische gegevens (bijv. postcodes). AgroDataCube onderschrijft de BOA gedragscode (Janssen e.a., 2018).

Mijn Eurofins Agro portaal

Portaal van Eurofins Agro waarin gebruikers hun analyses kunnen inzien en kunnen beheren welke derde partijen toegang hebben tot welke gegevens (Anoniem, 2020a). Het portaal is ooit ontworpen om ook dynamische adviesdiensten te koppelen aan de gemeten bodemkwaliteit (onder de naam TerraDecide), maar interne ontwikkelingen bij Eurofins lijken deze ontwikkeling te hebben vertraagd.

JoinData

JoinData is een initiatief vanuit de agrarische sector om boeren weer controle te geven over het gebruik van hun gegevens via een slim machtigingssysteem. Het is daarmee een dataplatform waar zelf geen data wordt opgeslagen, maar waarbij boeren derden kunnen machtigen voor het gebruik van data. Daarnaast kunnen alle gegevens van een ondernemer op één plek bij elkaar gebracht worden.

NMI API

Via de NMI API kunnen bodemgegevens worden verkregen van agrarische percelen welke afkomstig zijn uit openbare bronnen of intelligente schattingen gemaakt door het NMI, afgeleid van duizenden bodemanalyses die via hen zijn uitgevoerd in de afgelopen 80 jaar (NMI, z.d. a). Daarnaast geeft deze API-toegang tot diverse kennisproducten ontwikkeld door het NMI zoals de Open Bodemindex Calculator, het BedrijfsBodemWaterPlan, Maatregelen op de Kaart en bemestingsadviezen op maat.

Akkerweb / Agrifirm opvolger van Akkerweb / FarmMaps

Akkerweb is een stichting met een gelijknamig platform waar perceelinformatie kan worden opgeslagen en beheerd. Daarnaast zijn er binnen de omgeving van Akkerweb diverse applicaties beschikbaar die helpen om de data te interpreteren en beheermaatregelen te kiezen. Applicaties van Agrifirm zijn momenteel beschikbaar via Akkerweb, Agrifirm heeft echter laten weten zich terug te trekken uit Akkerweb en een eigen platform te gaan bouwen; deze is anno 2021 nog beperkt operationeel.

De stichting Akkerweb heeft ondertussen besloten de opvolger van het Akkerweg platform onder de naam FarmMaps te ontwikkelen. FarmMaps is een open web-based data-service platform voor onderzoek, onderwijs en valorisatie ter bevordering van precisielandbouw toepassingen en kringloop optimalisatie op de boerderij. FarmMaps is open source en is te vinden op Git. FarmMaps draait ook direct op alle mobile apparaten. De modellen van de WUR die beschikbaar zijn via FarmMaps zijn ook via API's beschikbaar voor derden. Daarnaast wordt er een starter pack van FarmMaps ontwikkeld, een lokale ontwikkelomgeving van FarmMaps zodat derden zelf applicaties kunnen ontwikkelen, die op FarmMaps kunnen draaien. De lokale ontwikkelomgeving geeft toegang tot de services, API's en interface componenten van FarmMaps. De starter pack is in februari 2022 beschikbaar. De stichting Akkerweb onderschrijft de BOA gedragscode.

Open Bodemindex Database

Onderliggend aan de applicatie van de Open Bodemindex ligt een database die gericht is op de kwaliteit van de landbouwbodem, ondersteunend aan het geven van inzicht in de kwaliteit van de bodem en het maken van een goed bodemadvies. Deze wordt beheerd door de OBI-stichting. Het bevat gegevens afkomstig vanuit de AgroDataQube, de NMI-API en Eurofins (van deelnemende boeren), gegevens die gebruikt worden om de OBI-score van een perceel uit te rekenen. Private gegevens afkomstig van agrarische ondernemers worden niet met externen gedeeld.

Database KringloopWijzer

Een groot deel van de data die nodig zijn voor de KringloopWijzer worden via machtigingen automatisch gedeeld door de leveranciers van de veehouders. Dit is de database waarin alle data worden opgeslagen en beheerd. In de afgelopen jaren was er de wens om een applicatie-platform op te richten ondersteunend aan het reilen en zeilen op een melkveehouderijbedrijf. Om allerlei redenen is dit platform vertraagd, en het is onduidelijk of hier in de toekomst veel ontwikkelcapaciteit wordt ingezet.

Boer&Bunder

Geeft informatie over percelen. In de gratis versie worden de gewassen van de afgelopen 3 jaar getoond, de PRO versie kijkt 12 jaar terug. In de PRO versie zijn ook meer hoogtekarten en satellietbeelden beschikbaar. Boer en Bunder verzamelt gewas, perceel en weerdata voor een boer om het management te ondersteunen (bijvoorbeeld bij het maken van taakkaarten). Boer&Bunder heeft vooralsnog geen ambities om inhoudelijke beslissingsondersteunende tools rond bodemkwaliteit en bodembeheer op te nemen binnen hun dataplatform.

Dacom Cloudfarm

Verzameld (ruimtelijke) gegevens van percelen en machines op één plaats en maakt deze toegankelijk via een Android of iOS app. Aan het gebruik zijn abonnementskosten verbonden.

HLB-platform

De HLB-groep heeft een platform opgezet waarin meetgegevens over bodemkwaliteit samenkomen om boeren / adviseurs te faciliteren met kennis en adviezen. Omdat de HLB-groep eigenaar is van de bedrijven NMI (focus op kennis van bodembeheer en bemesting), AgroCares (focus op meten met sensoren) en het Hillebrands-laboratorium (focus op meten bodembioïologie en advisering) komen hier verschillende aspecten van bodemkwaliteit bij elkaar. De ambitie is om kennis en data te integreren in eenvoudige beslissingsondersteunende tools, zoals het BBWP, de OS-balans, een gebruikskalender, een dynamisch N-advies en de OBI.

4 Synthese

Dit rapport is opgesteld om een overzicht te creëren van de bodemtools en -datasystemen die op het moment zijn of (op korte termijn beschikbaar komen). Het resultaat is een lijst van 24 instrumenten en tien datasystemen. De toepassing varieert van monitoring van nutriëntenuitspoeling tot methodes om de bodemkwaliteit te beoordelen. Dit is een breed scala aan instrumenten die agrariërs kunnen helpen om hun bodembeheer te beoordelen, monitoren en verbeteren. Deze inventarisatie biedt daarmee een goed uitgangspunt om verder te onderzoeken hoe deze instrumenten slim gecombineerd kunnen worden binnen een aanpak als “het integrale BodemKwaliteitsPlan”. We constateren namelijk dat de wildgroei aan tools en instrumenten, de grote variatie in onderliggende rekenmodules, de projectmatige inbedding van tools de ontwikkeling van uniforme maatwerkadviezen belemmerd.

Voor vrijwel alle instrumenten die een focus hebben op het bedrijf- en perceelsniveau is er overlap in gebruik van data en van de beoogde doelgroep. De instrumenten die gericht zijn op adviezen ten aanzien van maatregelen gericht op zijn gebaat bij uniformering van de invoergegevens. Dit geldt over alle schaalniveaus. Ter illustratie, om het effect van maatregelen op het organische stofgehalte, het leveren van nutriënten of het risico op uitspoeling voor een specifiek bedrijf meetbaar te maken, is het belangrijk om te weten wat de eigenschappen zijn van de aanwezige percelen binnen het bedrijf. Als er verouderde informatie wordt gebruikt, kan dit leiden tot structurele onderschatting of overschatting van de bodemkwaliteit, en dat heeft dan ook implicaties voor de geadviseerde maatregelpakketten of adviezen. Verdere afstemming en samenwerking hierbinnen is gewenst. Dit zorgt ervoor dat de instrumenten vergelijkbare resultaten geven en voorkomt onnodige ruis en discussie rondom de gegeven adviezen. Tegelijk hebben de diverse instrumenten ook hun eigen databehoefte afhankelijk van het type adviezen. Wanneer deze aanvullend zijn, is uniformering niet noodzakelijk. Met in achtneming van uitzonderingen kunnen we aannemen dat recentere databronnen accurater zijn dan historische databronnen en dat voor het doel van bedrijfsadviezen informatie op een hoge resolutie te prefereren is boven informatie op een lage resolutie. Zeker in de zoektocht naar maatwerkadviezen op perceel- en bedrijfsniveau.

Voor zover we de huidige bodemtools (en de ontwikkelaars en gebruikers ervan) overzien, concluderen we dat samenwerking tussen kennishouders (en mogelijk ook tussen de instrumenten) een voordeel heeft boven continuering van de huidige praktijk. Samenwerking kan plaatsvinden op het niveau van data, van rekenregels (wat wordt er berekend en hoe wordt dat berekend) en op het niveau van een gebruikersinterface. De belangrijkste voor- en nadelen worden hieronder samengevat. De analyse leunt hierbij sterk op de gezamenlijke analyse van DAW-tools die in 2020 is uitgevoerd door betrokken kennisinstellingen, adviseurs en beleidsmakers (Ros, van Gerven, e.a., 2020).

De voordelen voor versterking van afstemming en (gedeeltelijke dan wel volledige) integratie zijn:

- Consistentie in kennis en inzicht in de hoofden en op de bureaus van beleidsmakers, gebiedsbeheerders, adviseurs en agrariërs. Dit gaat verder dan alleen feitelijke kennis. De gewenste situatie is dat agrariërs betrokken zijn op de kwaliteit van de bodem, zich ook mede-eigenaars voelen van de verschillende opgaves waaraan de bodem bijdraagt (ook de opgaves naast voedselproductie), en dat beleidsmakers inzicht hebben in de kwaliteit van de

landbouwbodem (qua knelpunten en kansen) als ook de praktische omstandigheden en de inpasbaarheid van maatregelen.

- Herkenbaarheid instrument voor gebruikers: de instrumenten hebben dezelfde maatregelen op basis van dezelfde indicatoren en rekenregels en benoemen de voor- en nadelen altijd op dezelfde manier.
- Herkenbaarheid instrument voor keten/stakeholders: als er een daadwerkelijk verdienmodel wordt gekoppeld aan zogenoemde kritische prestatie indicatoren of milieubelasting punten of iets dergelijks, dan kan dat alleen als de onderbouwing uniform en transparant is, en dat de inzet van elke ondernemer op een vergelijkbare manier wordt beoordeeld. De overmaat aan tools die nu bijvoorbeeld inzicht geven in het effect van maatregelen op het organische stofgehalte levert gegarandeerd een grote variatie in daadwerkelijke veranderingen op.
- Onderbouwing en verdedigbaarheid van gebruikte rekenregels: door samenwerking worden de beste (en breed gedeelde) inzichten verwerkt en hoeft niet elk instrument te werken aan de verantwoording ervan.
- Koppelen van softwareonderdelen is eenvoudiger als niet voor elk inhoudelijk domein een koppeling moet worden gemaakt met een grote variatie aan instrumenten.
- Backoffice en langdurig onderhoud (levend houden) is beter te realiseren met een beperkt aantal instrumenten, waardoor de benodigde middelen efficiënter worden ingezet.
- De denkkraft zoals deze aanwezig is bij kennishouders als ook de expertise vanuit partijen die werken aan IT-producten voor gebruik op het boerenbedrijf worden hierdoor efficiënter ingezet.

De nadelen die samenhangen met een versterking van afstemming en integratie van instrumenten zijn:

- De huidige erfbetreders als ook de regionale overheden hebben in de praktijk graag een voorkeur voor iets waar “een eigen stempel” opgedrukt kan worden en vinden “afgedwongen winkelnering” niet prettig. Een vergelijkbare houding kan ontstaan bij instrumenten die sterk sectorafhankelijk zijn.
- Er is een risico van logheid en traagheid bij systemen die integraal inzetbaar moeten zijn op bedrijven in relatie tot de kwaliteit van de landbouwbodem en de ecosysteemdiensten waarvoor de bodem een bijdrage kan leveren. Het leidt mogelijk ook tot starheid bij eventuele aanpassingen. Dit is een risico op zowel technisch als organisatorisch vlak.

4.1 Ontwikkelrichtingen

Hoe kan samenwerking vorm krijgen waarbij de instrumenten en kennishouders elkaar gaan versterken om zo de impact van bodemtools en kennisprogramma's te vergroten? Kortweg zijn hiervoor drie richtingen denkbaar, die hieronder samengevat worden weergegeven als “selectie”, “integratie” en “samenwerking”.

Onafhankelijk van één van de drie onderstaande ontwikkelrichtingen is het van belang dat a priori de huidige bodemkwaliteit als ook de aanwezige gebiedsopgaves geconcretiseerd worden voor de daar aanwezige landbouwbedrijven. In een gebied kunnen verschillende opgaven aan de orde zijn, bijv. voor nitraat in het grondwater, voor koolstofopslag binnen de context van het Nationaal Programma Landbouwbodems en de klimaatopgave, voor biodiversiteit én voor de kwaliteit van oppervlaktewater. Echter, als het agrarisch bedrijf geen percelen heeft die het oppervlaktewater belasten is slechts een deel van de totale opgave op het bedrijf van toepassing. Bij het inzichtelijk maken van de opgave voor een bedrijf zullen de tools hiermee rekening moeten houden. Het heeft ook gevolgen voor de selectie van tools zodra deze zich focussen op één of enkele opgaves.

Ontwikkelrichting 1. Selectie aan de hand van de opgave

De instrumenten die in deze studie zijn geëvalueerd, zijn allen ontstaan vanuit een specifieke behoefte van de opdrachtgever, gekoppeld aan een drive van de ontwikkelaars. Vanuit dat oogpunt hebben alle instrumenten bestaansrecht en door hun inhoud dragen ze bij aan het meetbaar maken van bodemkwaliteit en het bieden van handelingsperspectief voor de gebruiker. In deze ontwikkelrichting ligt de focus op het continueren van de bestaande instrumenten, waarbij de ontwikkeling van de instrumenten afhangt van de vraag van de specifieke gebruiker (sector, regionale overheden of landelijke overheid). Er ligt hierbij *geen* expliciete wens tot het delen van data of rekenregels, maar wordt elk instrument verder ontwikkeld al naar gelang er vraag naar is. De ontwikkeling als ook het gebruik van de instrumenten wordt daarmee gestuurd door de vragende partij. Dit betekent concreet dat een opdrachtgever het best passende instrument kiest dat in diens ogen bijdraagt aan de realisatie van de gewenste gebiedsopgave (die voor nu als bekend wordt verondersteld). Voor deze selectie kan hij/zij gebruik maken van de analyse uit deze rapportage waarbij elk instrument wordt besproken en waarin de witte vlekken worden weergegeven. We geven hieronder een aantal voorbeelden van deze ontwikkelrichting.

Als maatwerk gewenst is op bedrijfsniveau op melkveehouderijbedrijven in een regio, dan is het aan te bevelen gebruik te maken van de KringloopWijzer, mogelijk aangevuld met het BedrijfsBodemWaterPlan, een van de aanwezige koolstofmodules en de Open Bodemindex (na integratie met BLN2.0). In regio's waarin sprake is van verdergaande bodemverdichting, is het raadzaam om gebruik te maken van tools zoals Terramino of de Bandenspanning rekenmachine. Voor inzicht in de bijdrage aan bovengrondse en terrestrische biodiversiteit is een koppeling te maken met de Biodiversiteitsmonitor. Als het gewenst is om boeren te stimuleren met maatregelen die ook beloond worden, dan is het zinvol gebruik te maken van het BBWP (extra beleidsruimte) dan wel de OBI (meer financieringsruimte en andere pachtvoorwaarden). Als het gewenst is om te beoordelen of met een bepaalde set aan maatregelen op gebiedsniveau de doelen voor grond- en oppervlaktewater kan worden gerealiseerd, dan is het aan te bevelen gebruik te maken van een tool zoals Hydrometra.

Op akkerbouwbedrijven in Noord-Nederland kan op basis van de daar aanwezige problematiek gebruik worden gemaakt van het Aaltjesschema, Trijntje, en de Open Bodemindex. Problemen met de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater zijn er vrijwel niet, terwijl er zorgen zijn over de continuering van de bodemkwaliteit bij het gegeven landgebruik en bemesting. Een BodemConditieScore kan worden ingezet om lokaal kennis te verzamelen en boeren te stimuleren om daadwerkelijk te sturen op een goed bodembeheer, terwijl de CLM milieumaatlat ondersteunend kan zijn bij de keuze van een gewasbeschermingsmiddel. Afhankelijk van de problematiek en de opgaves, kan elke ondernemer zo zijn "eigen tool" selecteren.

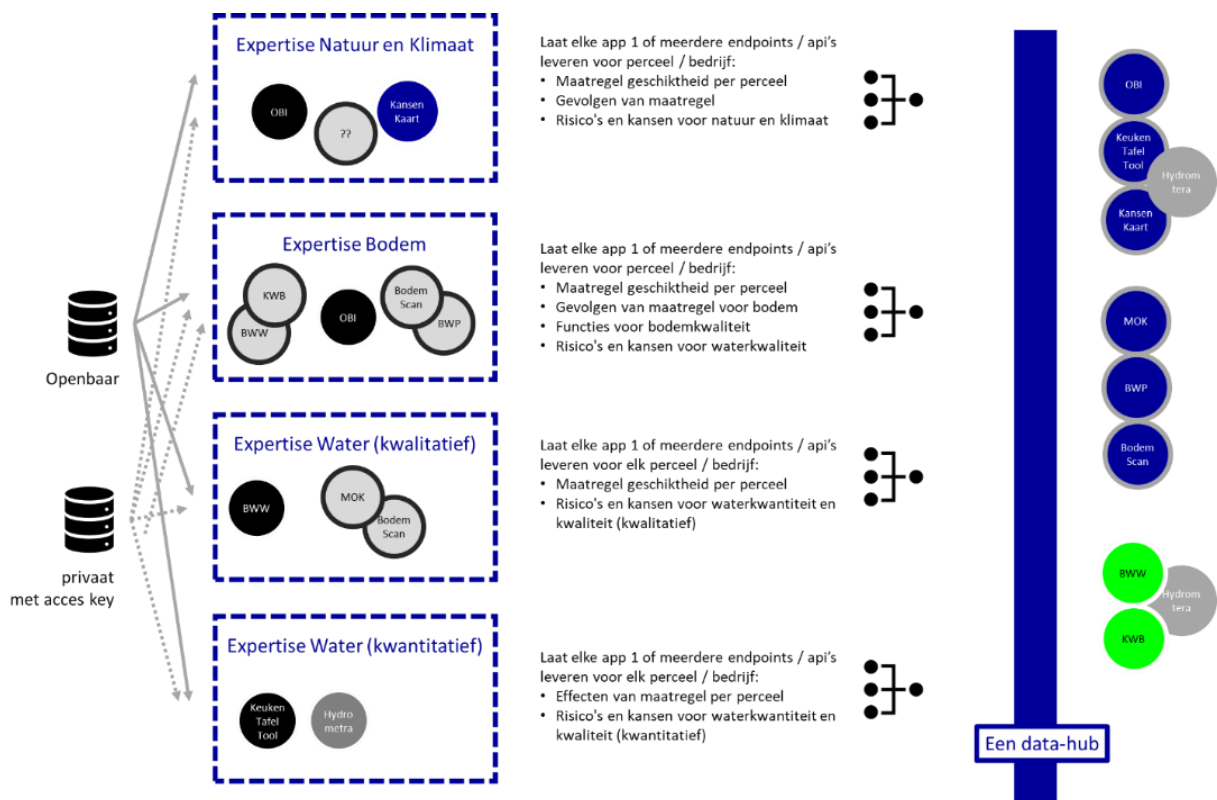
Ontwikkelrichting 2. Integratie van tools

Omdat de niet-landbouwkundige opgaves (versterking van biodiversiteit, vermindering emissies naar het watersysteem en vastlegging van koolstof) sterk gestuurd worden door regionale overheden, kan er ook sturing plaatsvinden op integratie van instrumenten. Dit wordt extra versterkt door de huidige situatie dat het aantal kennishouders dat verantwoordelijk is voor de ontwikkeling van de instrumenten relatief beperkt is. Een centrale regie over de ontwikkeling van model(len) biedt eenvoudige mogelijkheden om centraal data en algoritmes te delen als ook te werken aan een uniforme gebruikersinterface. De gebruikte kennis is consistent, goed van kwaliteit en via samenwerking met de sector kan gericht gewerkt worden aan de ontwikkeling van een goede gebruikersinterface. Dit vereist wel dat de huidige concurrerende werkwijze van kennisinstellingen wordt omgebogen naar een werkwijze van samenwerking, als ook een gekoppelde financiering vanuit verschillende overheidsorganen, landelijk en regionaal.

Ter illustratie, heel concreet zou de ontwikkeling van een instrument dat inzetbaar is op bedrijfsniveau vorm kunnen krijgen door het rekenhart van de Open Bodemindex, de maatwerk aanpak van het BedrijfsBodemWaterPlan, de rekenmodules van Aaltjesschema, organische koolstofmodellen en de milieumaatlat te integreren binnen het genoemde 'integrale Bodemkwaliteitsplan'.

Ontwikkelrichting 3. Samenwerking tussen tools

Een derde ontwikkeloptie bestaat uit een combinatie van de eerste twee, waarbij een sterke focus ligt op het faciliteren en delen van kennis (data en kennisregels) tussen de verschillende kennishouders (en de instrumenten die zijn voor hun gebruikers ontwikkelen). Hierbij is onderscheid te maken tussen data, algoritmes en de gebruikersinterfaces. Het ideale plaatje wordt hieronder conceptueel weergegeven en gevisualiseerd (Figuur 5-1). Het beoogt het delen van data te vereenvoudigen, het gezamenlijk leren te stimuleren (via open source delen van algoritmes), en tegelijk de vaardigheden en netwerk van marktpartijen te benutten. Marktpartijen zijn hierbij organisaties en bedrijven die IT-producten ontwikkelen voor toepassing op het boerenbedrijf, en als zodanig ondersteunend zijn aan de agrariër of de erfbetreder / adviseur. Het is hierbij niet de bedoeling om het rekenhart van alle instrumenten opnieuw te programmeren; bestaande applicaties kunnen hun gegevens 'eenvoudig' beschikbaar maken via een platform en zo anderen de mogelijkheid geven om hierop verder te bouwen. De gegevens beschikbaar maken via API's biedt anderen de mogelijkheid hiervoor (en vereist geen grote investering).



Figuur 4-1. Een technische insteek om binnen het kennisdomein data en kennis slim te delen om de samenwerking tussen instrumenten te bevorderen en daarmee bij te dragen aan de concrete uitrol van adviesinstrumenten. Ontwikkeling van kennis en delen van data gebeurt in het publieke domein; de uitrol naar de "markt" gebeurt in samenwerking met IT-partijen die ondersteunende applicaties maken voor boeren en hun erfbetreders. Naar (Ros, van Gerven, e.a., 2020).

Wat betekent dit concreet? Allereerst is het belangrijk om een overzicht te krijgen van het datagebruik (welke input is er nodig) en inzicht te krijgen in de onderliggende algoritmes (hoe wordt de input vertaald naar een advies). Deze kennis kan gedeeld worden via een van de bestaande platformen.

- **Datagebruik.** Om maatwerk mogelijk te maken wordt er door de huidige instrumenten gebruik gemaakt van gegevens qua landgebruik, bodemtype en geohydrologische gegevens. Via de AgroDataQube van de WUR of een ander platform kan deze data openbaar worden gemaakt, waardoor ontwikkelaars altijd gebruik kunnen maken van de meest actuele en betrouwbare data. Een vergelijkbare aanpak vindt plaats bij de NMI-API. Een deel van de gewenste gegevens is beschikbaar in private meetnetten. Deze kan met instemming van de betrokken data-eigenaar (bijvoorbeeld via JoinData) worden gedeeld.
- **Algoritmes:** Het zou waardevol zijn dat het rekenhart van instrumenten openbaar worden gedeeld via een gezamenlijk (bestaand) platform. Daarbovenop is het aan te bevelen dat deze zo worden vormgegeven dat ook derden er gebruik van kunnen maken zonder de hele code opnieuw te moeten programmeren. Dit vereist wel een bepaalde vorm van standaardisering en uniformering, als ook de intentie van betrokken instituten en bedrijven om het rekenhart openbaar te maken voor derden. Een eenvoudiger variant is het openbaar delen van beschrijvende rapportages.
- **Applicaties en gebruikersinterface:** Het is waardevol om bij de implementatie van kennisregels in de praktijk aan te sluiten bij bestaande applicaties die door boeren gebruikt worden dan wel door IT-partners of erfbetreders worden ontwikkeld en gebruikt. Door het delen van kennis en algoritmes kunnen deze partijen de nieuwe kennis inbedden binnen hun eigen (of nieuw te ontwikkelen applicaties). Hierbij wordt slim gebruik gemaakt van bestaande netwerken en IT-vaardigheden die normaliter niet binnen het bereik liggen van kennisinstellingen. Tegelijkertijd stimuleert dit ook private partijen om te concurreren op gebruikersvriendelijkheid.

4.2 Evaluatie van ontwikkelrichtingen

De beschreven ontwikkelrichtingen kunnen worden beoordeeld op basis van de volgende criteria:

- Draagt het bij aan de samenwerking tussen “ontwikkelaar” en “gebruiker” als ook tussen kennishouders die de kennis leveren voor de instrumenten?
- Zorgt het ervoor dat de kennis van bodemkwaliteit verbeterd als ook de knelpunten en opgaves scherper in beeld komen voor elk bedrijf?
- Vergroot de ontwikkeling het gebruik van een adviesinstrumentarium?
- Draagt het bij aan vermindering van kosten voor kennisontwikkeling en -verspreiding?
- Vraagt de ontwikkelrichting om extra regie vanuit overheden of kennishouders?
- Vergroot de ontwikkeling de consistentie in adviezen en afstemming met beleidsondersteunende studies?
- Vergroot de ontwikkeling het inzicht van gebruikers hoe zij op hun bedrijf bij kunnen dragen aan de verschillende opgaves waar de landbouw voor staat?

Hieronder wordt in Tabel 4-1 een voorlopige invulling gegeven van de evaluatie van de drie ontwikkelrichtingen. De uitwerking van de drie ontwikkelrichtingen in deze studie zijn wat uitvergroet om zo de discussie te stimuleren.

Tabel 4-1. Voorlopige evaluatie van de drie ontwikkelrichtingen conform de gegeven criteria (voor samenwerking rondom instrumenten).

Criteria	Ontwikkelrichting		
	Selectie o.b.v. opgave	Integratie	Samenwerking
Vergroot samenwerking kennishouders	beperkt	groot	groot
Vergroot samenwerking met gebruikers	hoog	gemiddeld	hoog
Problematiek scherper in beeld	risico versnippering	positief	positief
Vergroot gebruik	gemiddeld	beperkt	groot
Verhoogt kostenefficiëntie	beperkt	gemiddeld	groot
Benodigde investeringen	privaat - publiek	publiek	privaat - publiek
Waar ligt inhoudelijke regie	kennishouder	kennishouder	kennishouder
Waar ligt regie interface	kennishouder = markt	kennishouder > markt	markt > kennishouder
Vergroot consistentie in beleid	beperkt	groot	groot
Vergroot uniformering in adviezen	beperkt	groot	groot
Vergroot inpasbaarheid in bedrijf	gemiddeld	gemiddeld	groot
Vergroot flexibiliteit instrumenten	hoog	gemiddeld	hoog
Vergroot integraliteit instrumenten	beperkt	hoog	hoog
Vergroot wetenschappelijke borging	beperkt	hoog	hoog
Opent mogelijkheden verdienmodellen	gemiddeld	groot	groot

De eerste ontwikkelrichting (selectie voor opgave) biedt een grote mate aan flexibiliteit per regio. Het continueert in zekere zin de huidige situatie waar de grote diversiteit aan tools die gericht focussen op een specifieke opgave voor een specifieke sector of regio. De huidige praktijk laat zien dat de markt aan tools sterk aanbod gestuurd is. De verschillende tools zijn inzetbaar al naar gelang de vraag in een specifieke regio (en deze vraag kan in de tijd wijzigen) en biedt daarmee de mogelijkheid een positieve bijdrage te leveren aan het realiseren van een gezonde bodem die bijdraagt aan de verschillende opgaves waar de landbouw voor staat. De grootste uitdaging voor deze ontwikkelingsrichting is het zorgen voor consistentie in adviezen (in vergelijkbare omstandigheden een vergelijkbaar advies), de uniformering van de onderliggende kennisbasis (gebruik maken van vergelijkbare en onderbouwde rekenregels, kwalitatief of kwantitatief, om maatwerk te leveren in adviezen) en het efficiënt inzet van middelen voor continuering. De bijdrage aan landelijke monitoring van het realiseren van een duurzaam beheerde landbouwbodem in 2030 (in de context van beleidsverantwoording) is vooralsnog beperkt, en er is inherent een groot risico op versnippering van de implementatie van beleidsopgaves. Deze versnippering kan vanuit lokaal perspectief overigens ook worden gewaardeerd: de variatie binnen bedrijven en percelen is dermate groot dat generieke oplossingen niet aansluiten bij het daadwerkelijke handelingsperspectief. Dit geldt overigens niet voor de onderliggende methodiek: deze is bij voorkeur wetenschappelijk geborgd en uniform.

De tweede ontwikkelrichting (integratie) lost een deel van de genoemde problemen in het eerste spoor op door slimme combinaties voor te stellen van tools in het licht van de aanwezige opgaves. De huidige tools bestrijken in potentie een groot deel het hele werkveld om gericht te sturen op een duurzaam bodembeheer. Wel zijn er grote kennisleemtes over de rol die het bodemleven (het bodemvoedselweb) speelt in de kwaliteit van de landbouwbodem en hoe deze kennis inzetbaar is om bij te dragen aan een gezonde bodem en een gezonde leefomgeving.

Dit omvat

1. het in beeld brengen van de opgave (via bijv. de OBI, de KLW, het BBWP),
2. het kwantificeren van risico's van percelen of bedrijven (via BLN2.0, OBI, BBWP, Aaltjesschema, Milieumaatlat, SQAPP),
3. het in beeld brengen van toepasbaarheid en geschiktheid van maatregelen (via BKP, BBWP, Label Duurzaam Bodembeheer, Maatregel-op-de-Kaart, Terranimo),
4. het kwantificeren van de impact en effectiviteit van maatregelen (NDICEA, DSG nitraatuitspoeling, Cool Farm Tool, BBWP, OS-balans, NemaDecide),
5. de opschaling van percelen en bedrijven naar de doelen op gebiedsniveau (niet belegd),
6. het borgen en monitoren van maatregelen voor beleidsevaluatie en monitoring (niet belegd, mogelijk via OBI of BBWP of KLW).

Integratie van dan wel afstemming tussen tools kan plaatsvinden binnen één van de zes hierboven genoemde aspecten. Dit zorgt voor de gewenste uniformering en consistentie. Voor succesvolle inbedding in de praktijk is juist de afstemming en integratie over de aspecten relevant. Dit vereist wel regie omdat lokale overheden als ook tool-ontwikkelaars tenderen naar continuering van eigen tools.

De derde ontwikkelrichting continueert het ingezette spoor van de tweede ontwikkelrichting door sterk te focussen op het delen van brondata en de kennisbasis onder de tools te uniformeren. De regie ligt hierbij op inhoudelijke sturing, waarbij de daadwerkelijke implementatie in tools op het boerenerf vorm krijgt met private partijen die capabel zijn om het gesprek tussen de agrariër en adviseur te faciliteren. Door de consistentie in kennis en adviezen faciliteren kennishouders en toolontwikkelaars zo een breed scala aan adviesinstrumenten. Hiermee wordt de afstemming tussen de hier boven genoemde aspecten gegarandeerd.

4.3 Pleidooi voor slimme samenwerking

Gezien de grote opgaves waar de landbouw de komende jaren mee te maken krijgt, is het gewenst om met elkaar een stap voorwaarts te zetten om de beschikbare kennis en competentie (bij kennisinstellingen, adviseurs, IT-bedrijven, en boeren) slim in te zetten in tools die agrarische ondernemers echt ondersteunen bij het nemen van maatregelen op hun bedrijf. Om dit te bereiken zijn een aantal dingen noodzakelijk:

- Partijen moeten meer gaan **samenwerken** vanuit hun eigen rol. Veel tools worden ontwikkeld door slechts een beperkt aantal partijen, en dat veelal binnen projectverband. Projecttools worden vaak afgesloten op het moment dat de financiering stopt, en worden veelal opgesteld met minimale inbreng van de daadwerkelijke gebruiker. Daarnaast is helderheid over rollen belangrijk; in veel situaties zien we dat onderzoekers bezig zijn met databasebeheer of het ontwerp van user interfaces terwijl IT-bedrijven zich met mooie applicaties op de markt bewegen terwijl de onderliggende inhoud bediscussieerbaar is. Door slim samen te werken is het mogelijk de kracht van technisch-inhoudelijke vernieuwingen te combineren met kennis van IT en gebruikerservaringen.
- **Inhoudelijke regie** is gewenst. Gegeven de grote opgaves waar agrarische ondernemers aan moeten werken is het van cruciaal belang dat de inhoudelijke kennisbasis onder de tools, als ook de gebruikte data van een goede kwaliteit is. Daarnaast moeten ook de adviezen consistent zijn. Zolang dit niet het geval is, wordt de implementatie als ook de valorisatie van duurzaam bodembeheer beperkt. Het is aan te bevelen om een Community of Practice op te zetten die actief gaat sturen op een gezamenlijke (pre-competitieve) ontwikkeling van rekenmodules om bodemkwaliteit meetbaar en interpreteerbaar te maken. Daarnaast kan de benodigde open data op een slimme manier bij elkaar worden gezet en beschikbaar worden gemaakt voor gebruik

(zoals bijvoorbeeld de NMI-API doet voor alle open data rondom bodemkwaliteit). Gekoppeld hieraan is het ook aan te bevelen dat initiatieven voor toolontwikkeling vanuit landelijke en regionale overheden worden afgestemd.

- Het gebruik van **open source** programma's en platforms faciliteert het samenwerken en de uniformering en standaardisering van goede rekenregels om bodemkwaliteit meetbaar te maken, te beoordelen en bodembeheeradviezen te ontwikkelen. De urgentie hiervan wordt nog eens versterkt door de huidige situatie waarin veel tools sterk zijn in slechts één aspect van bodemkwaliteit, en daardoor (bewust of onbewust) alle andere aspecten van bodemkwaliteit laten liggen. Door de broncode (vaak ontwikkeld door kennisontwikkelaars met publiek geld) open te delen, biedt dit mogelijkheden voor derden om applicaties te ontwikkelen waarin alle aspecten van bodemkwaliteit samenkomen voor een goed advies.

4.4 Aandachtspunten

De inventarisatie in dit rapport, geeft een duidelijk overzicht van de instrumenten voor duurzaam bodembeheer die op het moment beschikbaar zijn. Er zijn echter nog wel enkele zaken waar rekening mee moet worden gehouden. In de eerste plaats moeten de instrumenten ook in de toekomst bruikbaar blijven. Zoals ook al werd opgemerkt door Molendijk et al. (2018), is een deel van de instrumenten onderdeel of het product van een project. Het gevolg is dat de instrumenten na afloop van een project niet meer ondersteund/doorontwikkeld worden waardoor ze op termijn niet meer of lastiger te gebruiken zijn. Zo hebben Molendijk et al. instrumenten aangedragen als Bodempaspoort en de Wel en Wee app, maar zijn die inmiddels niet meer in gebruik. Een aantal tools is om die reden ook niet opgenomen in ons overzicht. Er zal daarom na moeten worden gedacht over hoe toekomstbestendig de datasystemen en instrumenten zijn en wat de mogelijkheden zijn om ze up-to-date te houden.

Daarnaast is het vaak niet eenvoudig om alle benodigde informatie voor de instrumenten te verkrijgen of in te voeren. De benodigde informatie voor het gebruiken van een instrument loopt erg uiteen en varieert van visuele beoordelingen of vragen naar het bodembeheer tot gedetailleerde informatie over de chemische samenstelling van meststoffen of bodemprofielen. Instrumenten als Landmark Soil Navigator, Demetertool en NDICEA verschaffen waardevolle inzichten, maar vereisen bij gebruik kennis en relatief veel tijd. Er is ook een aantal instrumenten die informatie nodig heeft uit bodemkaarten of grondwaterstanden en hoewel deze gegevens vaak openbaar zijn, zijn ze niet makkelijk toegankelijk. De AgroDataCube en de NMI-API pogen deze gegevens toegankelijk te maken maar vereisen in hun gebruik nog veel technische expertise van gebruikers. JoinData is een uitstekend initiatief om delen van data te vergemakkelijken, maar helaas werkt het grootste agrarische laboratorium met een eigen (minder gebruikersvriendelijk) machtigingssysteem om data te delen. Omdat elke partij erkent dat de boer als eigenaar beslist over zijn eigen data, is het aan te bevelen dat betrokken partijen rondom de boer het delen van data vergemakkelijken om zo ook de kennis- en toolontwikkeling maximaal te faciliteren.

Tot slot is er ruimte voor de ontwikkeling van instrumenten die andere aspecten van duurzaam bodembeheer kunnen belichten. Alhoewel deze inventarisatie een breed scala aan instrumenten heeft opgeleverd, zijn er nog steeds een aantal aspecten gerelateerd aan duurzaam bodembeheer waar geen instrumenten voor beschikbaar zijn. Op basis van vragen uit de praktijk en ontwikkelingen in beleid, is er extra aandacht nodig voor de volgende aspecten: (i) biodiversiteit en bodemleven, (ii) koolstofvastlegging, (iii) bodemgebonden ziektes zoals schimmels en nematoden, (iv) selectie van groenbemesters en vanggewassen en (v) inzicht in knelpunten en oplossingsrichtingen voor problemen met bodemstructuur.

5 Literatuur

- Anoniem** z.d. a *Eindrapport ND2*. [http://www.nemadecide.com/Portals/38/downloads/Eindrapport NemaDecide 2 bijlagen.pdf](http://www.nemadecide.com/Portals/38/downloads/Eindrapport%20NemaDecide%20bijlagen.pdf).
- z.d. b *HYDROMETRA, hét instrument voor de onderbouwing van agrarische bedrijfswaterplannen*. Geraadpleegd 11 oktober 2021. <https://www.wur.nl/nl/project/HYDROMETRA-het-instrument-voor-de-onderbouwing-van-agrarische-bedrijfswaterplannen.htm>.
- (2020a). *Mijn Eurofins Agro portaal is live*. 2020. <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/mijn-eurofins-agro-portaal-is-live>.
- (2020b). *Programma Gouden Gronden*. 2020. <https://www.noorderzijvest.nl/programma-gouden-gronden>.
- (2020c). *Terranimo* ®. <https://www.terranimo.dk/>.
- Bakema G, en JJH van den Akker** (2021). *Terranimo - risicotool bodemverdichting, versie Nederland*. Rapport 3063. Handleiding en achtergronden. Wageningen. <https://edepot.wur.nl/542087>.
- de Haan J, Rombout S, Moldendijk L, Thoden T, Hoek H, de Wolf P en W Sukkel** (2019). *Meten is Weten anno 2015 Ontwikkeling van de WUR Minimale Data Set tot 2015 voor het meten van bodemkwaliteit in de open teelten als basis voor verdere ontwikkeling*. Rapport WPR-821. Lelystad.
- de Pater J, Bussink DW, Ros GH, Bassa B en D Koorn** (2019). *KringloopWijzer Bodem*. Rapport 1658.N.18. Wageningen.
- Debeljak M, Trajanov A, Kuzmanovski V, Schröder J, Sandén T, Spiegel H, Wall DP, Van de Broek M, Rutgers M, e.a.** (2019). *A Field-Scale Decision Support System for Assessment and Management of Soil Functions*. *Frontiers in Environmental Science*.
- Fujita Y, Verweij SE en GH Ros** (2021). *Development Carbon Monitoring Protocol A testcase for three farms in the Netherlands*. Rapport 1831.N.21. Wageningen.
- Groenendijk P, van Gerven L, Schipper P, Jansen S, Buijs S, van Loon A, Lukacs S, Verhoeven F, Housmans B, e.a.** (2021). *Maatregel op de Kaart (Fase 2). Identificeren van kansrijke perceelsmaatregelen voor schonere grond- en oppervlaktewater*. STOWA-rapportnummer 2021-26.
- Haverkort AJ, en JG Hillier** (2011). *Cool farm tool-potato: model description and performance of four production systems*. *Potato Research* 54 (4): 355–69.
- Janssen H, Janssen SJC, Knapen MJR, Meijninger WML, van Randen Y, la Riviere IJ en GJ Roering** (2018). *AgroDataCube: A Big Open Data collection for Agri-Food Applications*. Wageningen.
- Kayatz B, Baroni G, Hillier J, Lütke S, Heathcote R, Malin D, van Tonder C, Kuster B, Freese D, e.a.** (2019). *Cool Farm Tool Water: A global on-line tool to assess water use in crop production*. *Journal of Cleaner Production* 207: 1163–79.
- Landbouw en Voedsel Brabant** z.d. *Brabantse Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij*. Geraadpleegd 29 oktober 2021. <https://landbouwenvoedselbrabant.nl/landbouw+en+natuur/biodiversiteitsmonitor/default.aspx>.
- Leendertse PC, Hoftijser E en L Lageschaar** (2019). *Milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen in de open teelten* *Achtergrondnotitie*. publicatienummer 1007. Culemborg.
- Lesschen JP, Hendriks C, Linden A van der, Timmermans B, Keuskamp J, Keuper D, Hanegraaf M, Conijn S en T Slier** (2020). *Ontwikkeling praktijktool voor bodem C*. Rapport 2990. Wageningen.
- Molendijk LPG, de Wolf PL en M Wesselink** (2018). *Instrumenten voor Duurzaam Bodembeheer Een overzicht*. Rapport WPR-740.
- NMI** z.d. a *NMI API: toegang tot kennis over bodem en landbouw*. Geraadpleegd 22 september 2021. <https://www.nmi-agro.nl/works/nmi-api-toegang-tot-kennis-over-bodem-en-landbouw/>.
- z.d. b *OS balans*. Geraadpleegd 25 augustus 2021. <https://www.os-balans.nl/>.
- z.d. c *RE-gras voor een optimaal ruweiwitgehalte en een hoge N-benutting*. Geraadpleegd 11 oktober 2021. <https://www.nmi-agro.nl/works/re-gras-online/>.

- Raad voor de leefomgeving en infrastructuur** (2020). *De bodem bereikt?!*
- Ros GH.** (2020). *Duurzaam schoon grondwater Limburg*. 2020.
- Ros GH, de Pater J, Kusters E, Crijns S en F Vaessen** (2018). *Update nitraatuitspoelingsmodel Zuid-Limburg*. Rapport 1731.N.18. Wageningen.
- Ros GH, van Gerven L, Groenendijk P, Damen S, de Haan M en K Verloop** (2020). *Strategisch plan voor ontwikkeling van DAW-tools voor bewustwording en advies aan agrariërs om de waterkwaliteit te verbeteren*. Rapport 1589.N.20. Wageningen.
- Ros GH, Verweij S, Quist N en N van Eekeren** (2020). *BedrijfsBodemWaterPlan*.
- Snippen E** (2021). *Telers krijgen inzicht in eigen waterhuishouding. Voorspellen waterbeschikbaarheid met Grow with the Flow*. 2021. Geraadpleegd 10 juni 2021. <https://www.deltares.nl/nl/nieuws/telers-krijgen-inzicht-in-eigen-waterhuishouding-voorspellen-waterbeschikbaarheid-met-grow-with-the-flow/>.
- Sonneveld MPW, Heuvelink GBM en SW Moolenaar** (2014). *Application of a visual soil examination and evaluation technique at site and farm level*. Soil use and management 30 (2): 263–71.
- Sportel M** (2021). *Trijntje uitleg juni '21 !* youtube.com. 2021. <https://youtu.be/K7so8xaUn84>.
- STOWA** (2021). *Nieuwe versie "Maatregel op de kaart"*. 11-06. 2021. <https://www.stowa.nl/nieuws/nieuwe-versie-maatregel-op-de-kaart>.
- Termorshuizen AJ, Molendijk LPG en J Postma** (2019). *Beheersing van bodempathogenen via bodemgezondheidsmaatregelen; Een overzicht van de beschikbare kennis voor een selectie van akkerbouwgewassen met hun bijbehorende bodemziekten*. Rapport WPR-955.
- van der Burgt GJHM, Oomen GJM, Habets ASJ en WAH Rossing** (2006). *The NDICEA model, a tool to improve nitrogen use efficiency in cropping systems*. Nutrient Cycling in Agroecosystems 74 (3): 275–94.
- van Der Wal A, de Lijster E en W Dijkman** (2016). *Ontwerp Label Duurzaam Bodembeheer*. CLM-Publicatienummer 910. Culemborg.
- van Dijk W, de Boer JA, de Haan MHA, Mostert P, Oenema J en J Verloop** (2020). *Rekenregels van de KringloopWijzer 2020; Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 2019-versie*. Rapport WPR-1023.
- van Doorn A, Reijs J, Erisman JW, Verhoeven F, Verstand D, de Jong W, Andeweg K, van Eekeren N, Hoes AC, e.a.** (2021). *Integraal sturen op doelen voor duurzame landbouw via KPI 's aarom een KPI-systematiek*. 3092. Wageningen.
- van Doorn A, Schütt J, Visser T, Waenink R, Baayen R, Maria-Franca D, Seliin Noren I, Sukkel W, Heupink D, e.a.** (2021). *BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw; Wetenschappelijke onderbouwing en toepassing in de praktijk*. Rapport 3121. Wageningen.
- Van Laarhoven G, Nijboer J, Oerlemans N, Piechocki R en J Plumiers** (2018). *Biodiversiteitsmonitor Melkveehouderij*.
- Verlinden G, De Neve S, Postma R, Germeys D, Sleutel S, Hanegraaf M, Verstegen P, De Waele J, Ros G, e.a.** (2013). *DEMETER: sustainable and integrated soil management to reduce environmental effects*. In NUTRIHORT: nutrient management, innovative techniques and nutrient legislation in intensive horticulture for an improved water quality, bewerkt door Karoline D'Haene, Bart Vandecasteele, Raf De Vis, Sara Crappé, Danny Callens, Els Mechant, Georges Hofman, en Stefaan De Neve, 307–313. Institute of Agricultural and Fisheries Research (ILVO).
- Verloop K, Noij G-J, Hoving I en M de Haan** (2018). *BedrijfsWaterWijzer Versie 2018.01*. Rapportnummer 80. Wageningen.
- Zwart K, Kikkert A, Wolfs A, Termorshuizen A en GJ van der Burgt** (2013). *De organische stof balans met de te verwachten stikstoflevering per teeltrotatie: opzet en gebruikswijze van een rekenmodule*. Projectnummer 12059. Publicatie Materplan MineralenManagement. Wijster.



Nutriënten Management Instituut BV
Nieuwe Kanaal 7c
6709 PA Wageningen

tel: (06) 29 03 71 03

e-mail: nmi@nmi-agro.nl

website: nmi-agro.nl