

LANDMARK's beoordelingsinstrument om vijf bodemfuncties optimaal te beheren

Soil Navigator

Een vitale bodem is de onderlegger van ons aardse bestaan. De bodem is nodig voor landbouwproductie, schoon water en waterregulatie, klimaatregulatie, stofkringlopen en biodiversiteit. De boer is de beheerder van deze vijf functies in het agrarisch gebied, maar door de eenzijdige aandacht vanuit de keten voor de landbouwproductie zijn de andere vier functies onbedoeld onder druk komen te staan. De Soil Navigator is een beslissingsondersteunend instrument om de vijf functies wel in samenhang te beschouwen, en indien gewenst te optimaliseren met maatregelen in het kader van duurzaam bodembeheer.

Door: Michiel Rutgers, Giulia Sardano en Rogier Schulte

Over de auteurs:

Dr. M. Rutgers is deskundige bodemsystemen en bodembeleid bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
G. Sardano is MSc student bij de Universiteit van Amsterdam.
Prof. Dr. Ir. R.P.O. Schulte is hoogleraar Farming Systems Ecology bij de Wageningen Universiteit.
✉ Michiel.rutgers@rivm.nl

INLEIDING

De landbouwsector staat volop in de schijnwerpers in verband met diverse milieuproblemen die aan de sector worden toegeschreven, zoals de verzuring van voedselarme natuurgebieden, verontreiniging van grond- en oppervlaktewater met nutriënten - stikstof en fosfaat -, klimaatverandering door uitstoot van broeikasgassen (CO₂, CH₄, N₂O), en ziekte last als gevolg van bestrijdingsmiddelen, antibioticagebruik, geurhinder en fijn stof. Aan de andere kant biedt de landbouw in Nederland ook veel goeds en dat wordt door de consument gewaardeerd: een goede kwaliteit voedsel tegen een lage prijs.

Langzaam maar dringt het besef in alle lagen van de maatschappij door dat de huidige gangbare landbouwpraktijk in Nederland niet volhoudbaar is. Het moet anders: niet meer altijd en overal een focus op maximale landbouwproductie, maar soms ook het beheer van de bodem afstemmen op de maatschappelijke vraag naar andere functies. Op de ene plek intensivering van de landbouwproductie, terwijl op de andere plek ruim baan wordt gemaakt voor een goed functionerende en vooral multifunctionele bodem.

In het H2020 EU LANDMARK-project hebben 45 onderzoekers afkomstig van universiteiten, kennisinstituten, landbouworganisaties en overheid uit 14 Europese landen met financiering van de Europese Unie onder andere gewerkt aan een 'Soil Navigator' voor boeren en adviseurs. We schreven er eerder over in 2016.¹

De Soil Navigator gaat over de belangrijkste maatschappelijke functies van de agrarische bodem op een perceel of een bedrijf, hoe je ze meet, en hoe ze beter kunnen worden vervuld. De Soil Navigator helpt boeren en adviseurs de andere functies van de bodem te leren kennen en geeft instructies hoe ze geoptimaliseerd kunnen worden via specifieke beheersmaatregelen. De eerste on-line versie van de Soil Navigator is onlangs beschikbaar gekomen in een beta versie, zodat boeren, adviseurs en beleidsmakers ervaring met het instrument kunnen opdoen.²

De Soil Navigator heeft een invul scherm waarin gevraagd wordt om kenmerken van het bedrijf of perceel in te voeren. Deze parameters worden attributen genoemd, de basisbestanddelen van het rekenmodel voor de bodemfuncties. Er zijn:

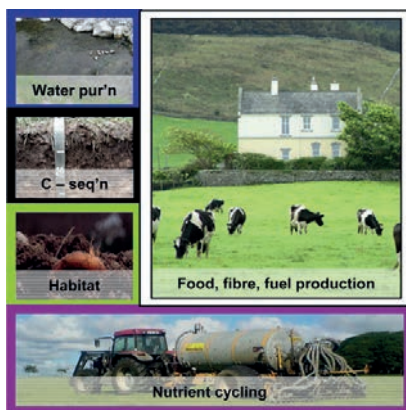
- Bodemattributen, bijvoorbeeld de bodem pH, organische stofgehalte, aantal regenwormen en bulkdichtheid,
- Omgevingsattributen, bijvoorbeeld klimaat, jaarlijkse neerslag, grondwaterniveau en temperatuur, en
- Managementattributen, bijvoorbeeld bodembewerking, rotatie, drainage en bemesting.

Er zijn in totaal 75 attributen gedefinieerd om alle vijf bodemfuncties te kwantificeren.³ Als niet alle informatie van alle attributen beschikbaar is, dan is dat niet direct een probleem, want het model gebruikt bij ontbrekende gegevens een probabilistische of fuzzy verdeling van attribuutwaarden gebaseerd op waarnemingen en ervaring op andere locaties³, of een schatting op een andere ruimtelijke schaal. Het is wel zo dat met meer, meer-specifieke of herhaalde waarnemingen de modelberekening, en het advies, betrouwbaarder worden.

TECHNIEK ACHTER DE SOIL NAVIGATOR

De volgende vijf bodemfuncties werden uitgewerkt en beschouwd als voldoende representatief om in maatschappelijke behoeften te voorzien (figuur 1)¹:

1. Primaire productie: de bodem als onderlegger voor de pro-



FIGUUR 1: HET BEELDMERK VAN HET EU H2020 PROJECT LANDMARK (LAND MANAGEMENT ASSESSMENT RESEARCH KNOWLEDGE BASE) TOONT DE VIJF OVERKOEPELENDE BODEMFUNCTIES.

DEFINITIE EN MODELONTWIKKELING

De biodiversiteitsfunctie is als volgt gedefinieerd: de veelheid aan bodemorganismen en bodemprocessen die in een ecosysteem interacteren en die de maatschappij voorzien van een biodiversiteit-spool en een habitat voor bovengrondse organismen. Vanuit de definitie is een conceptueel informatiemodel opgebouwd bestaande uit 4 zogenoemde geïntegreerde attributen (figuur 2), nl. nutriënten, biologie, structuur en hydrologie. Dit was nodig om

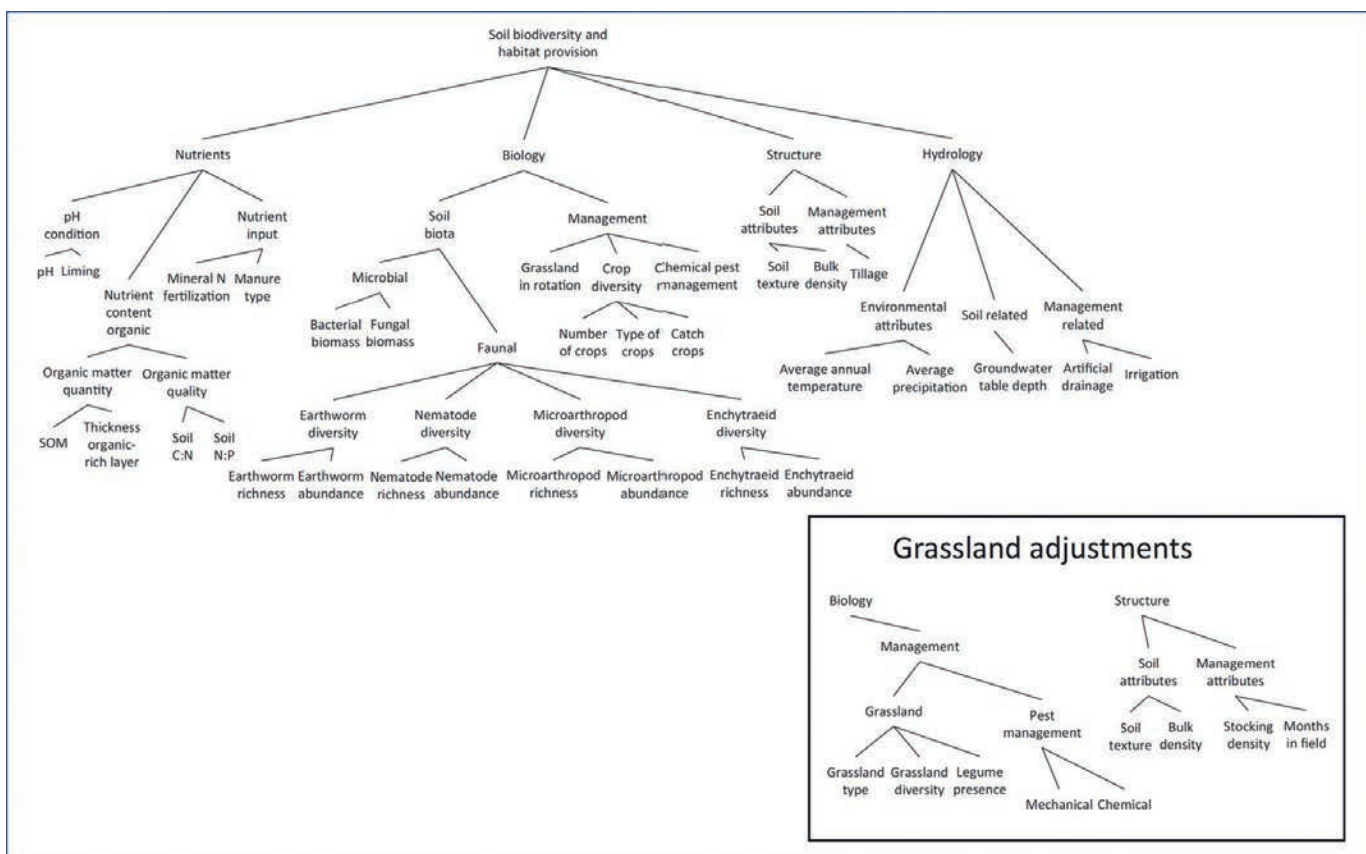
De Soil Navigator: vijf bodemfuncties in één instrument

- ductie van gezonde gewassen voor voedsel, vezels en voer.
- 2. Water: de bodem reguleert overschotten en tekorten aan water, en reinigt het water.
- 3. Klimaatregulatie: de bodem reguleert de uitstoot van broeikasgassen en legt koolstof vast
- 4. Biodiversiteit: de bodem levert bodembiodiversiteit en verschaft de habitat voor bovengrondse biodiversiteit.
- 5. Nutriëntenkringlopen: de bodem is in staat om nutriënten te ontvangen, vast te houden en door te geven aan planten.

alle onderliggende attributen voor de kwantificering van de bodembiodiversiteit efficiënt en overzichtelijk te kunnen samenvoegen. Het criterium voor een betekenisvol attribuut was als volgt: bij afwezigheid van elke andere informatie, levert dit attribuut informatie die bruikbaar is voor de kwantificering van de bodembiodiversiteitsfunctie! Alle attributen samen, 32 voor het graslandmodel en 31 voor het akkermodel vormen een model voor de bodembiodiversiteits-functie.

Voor elke bodemfunctie werd een beslismodel ontwikkeld, met een vergelijkbare structuur, bestaande uit attributen als basiselementen en geaggregeerde attributen als intermediaire componenten in een hiërarchische structuur (figuur 3)³ In dit artikel wordt de biodiversiteitsfunctie gepresenteerd voor optimale aansluiting bij het accent van deze aflevering van BODEM. Alle vijf modellen zijn beschreven in de literatuur.^{4,5,6,7,8}

De Soil Navigator is voor iedereen beschikbaar via internet.² Bij toepassing van het model wordt via het scherm gevraagd om de kenmerken van een perceel of bedrijf in te vullen. Wanneer alle gegevens ingevoerd zijn rekent de Soil Navigator uit hoe het gesteld is met de vijf bodemfuncties op drie niveaus (laag, gemiddeld of hoog; figuur 3). Vervolgens kan de gebruiker aangeven welke doelen worden nagestreefd, op welk niveau en dan bere-



FIGUUR 2: HET CONCEPTUELE 'INFORMATIE'-MODEL VOOR DE FUNCTIE BODEMBIODIVERSITEIT EN HABITAT VOOR AKKERBOUW EN VOOR GRASLAND (ZIE INSERT). ZOWEL HET MODEL IS OPGEBOUWD VANUIT VIER GEÏNTEGREERDE ATTRIBUTEN: NUTRIËNTEN, BIOLOGIE, STRUCTUUR EN HYDROLOGIE.

kent de Soil Navigator via welke bodembeheersmaatregelen deze doelen op termijn gehaald zouden kunnen worden.

Hierbij past wel de kanttekening dat het model is samengesteld voor toepassing op heel verschillende plaatsen in Europa, en ondanks dat in het model rekening gehouden wordt met de klimaatzone kunnen andere lokale factoren onvoldoende in beeld zijn gebracht, waardoor de betrouwbaarheid van de berekening en vooral van het advies in dat geval beperkt is. Met name over de primaire productiefunctie van zijn of haar landbouwbodem weet de boer of boerin vaak veel meer dan Soil Navigator kan vertellen. De vigerende en plaatselijke regelgeving (bijvoorbeeld bodembewerking of meststoffengebruik zitten op een lokaal toe-

Integrale
bodemkwaliteitsbeoordeling
binnen handbereik voor
milieubeleid en bodembeheer

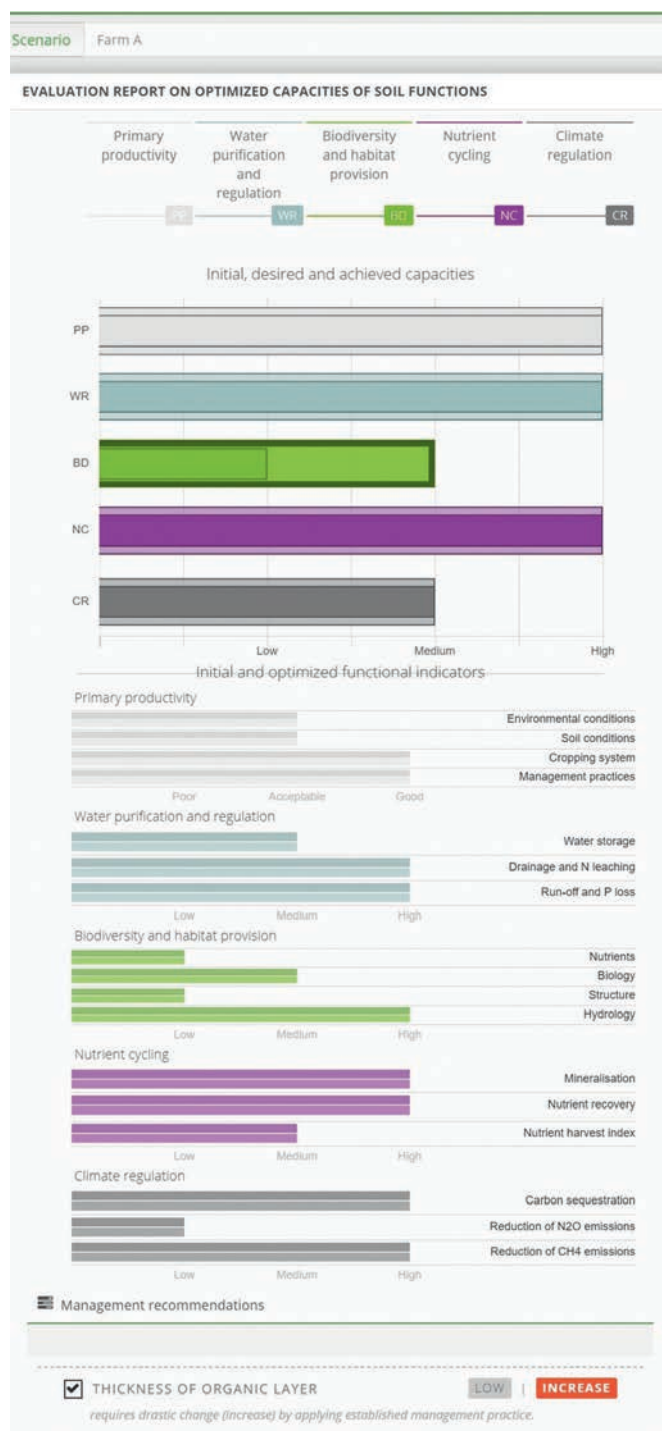
gestaan maximum) het advies van de Soil Navigator in de weg staan. De toegevoegde waarde van de Soil Navigator is dat de boer integraal geïnformeerd wordt hoe de primaire productie zich verhoudt tot de prestaties van de vier functies waar hij doorgaans minder zicht op heeft: waterregulatie en -kwaliteit, klimaatregulatie, biodiversiteit en nutriëntenkringlopen. De Soil Navigator houdt rekening met het bodemgebruik via aparte modellen voor grasland of een akker, maar een onderscheid naar grondsoort is er niet, op attributen voor de textuur na. De Soil Navigator is relatief eenvoudig aanpasbaar om beter rekening te houden grondsoort specifieke waarden. Voor organische bodems (veen) is nog expertise nodig om de Soil Navigator geschikt te maken.

EERSTE RESULTATEN MET DE SOIL NAVIGATOR IN NEDERLAND

De Hoeksche Waard, een hoog productief akkerbouwgebied op zeekelei ten zuiden van de Rijnmond, werd geselecteerd om de Soil Navigator in Nederland te testen, vanwege de beschikbaarheid van een unieke set gegevens.⁹ Vier aangrenzende bedrijven zijn in 2006 en 2007 gemonsterd voor een analyse van de functies van de bodem: twee gangbare bedrijven, een intensief bedrijf en een biologisch bedrijf. De oude gegevens werden aangevuld met gegevens van ontbrekende basisattributen en het geheel werd gebruikt voor de eerste test van de Soil Navigator. Figuur 3 toont een screenshot van de eerste run met het biologische akkerbouwbedrijf. De overall prestaties van de vijf bodemfuncties is afgebeeld in de bovenste vijf staven. Daaronder is per functie de prestaties van de onderliggende geïntegreerde attributen afgebeeld, om inzicht in de onderliggende verklarende factoren te vinden. Tabel 1 vat alle resultaten van de vier bedrijven samen.

FUNCTIES IN PLAATS VAN DREIGINGEN, SYNERGIËN EN CONFLICTEN

De boer zorgt er van oudsher voor dat de bodem de primaire productiefunctie, oftewel de gewasopbrengst, goed vervult. Soms staan andere bodemfuncties onbedoeld onder druk, de conflicten. Het is ook mogelijk dat een functie juist profiteert van de aandacht voor de primaire productie, de synergiën. Het geheel aan conflicten en synergiën bepaalt of de bodem duurzaam wordt benut. De Soil Navigator is het eerste praktische instrument waarmee deze synergiën en conflicten tussen bodemfuncties snel



FIGUUR 3: RESULTAAT VAN DE EERSTE RUN VAN DE SOIL NAVIGATOR MET GEGEVENS VAN EEN BIOLOGISCH AKKERBOUWBEDRIJF IN DE HOEKSCHEN WAARD. DE BOVENSTE STAVEN GEVEN DE PRESTATIES WEER VOOR DE VIJF OVERKOEPLENDE BODEMFUNCTIES. DE ONDERSTE STAAFDIAGRAMMEN GEVEN DE PRESTATIES WEER VAN DE GEÏNTEGREERDE ATTRIBUTEN PER BODEMFUNCTIE. DATA VAN RUTGERS ET AL. (2012)⁹

in beeld gebracht kunnen worden. De informatie kan vervolgens gebruikt worden om het bodembeheer zo in te richten dat er een rationele afweging wordt gemaakt tussen de synergiën en de conflicten, duurzaam bodembeheer komt dan binnen handbereik.

Als de benadering om multifunctionaliteit van de bodem te benadrukken en in beeld te brengen goed werkt, dan kan dat op termijn een serieus alternatief zijn voor het beleid gebaseerd op milieustressfactoren, met mono-thematische beoordelingskaders en restrictieve normen. Dit beleid is uitsluitend gericht op het voorkomen van conflicten en roept weerstand op. Soms is het contraproductief, omdat alleen de bezwaren tellen en niet de po-

	Gangbaar 1	Gangbaar 2	Intensief	Biologisch
Primaire productie	hoog	hoog	hoog	hoog
Waterregulatie en -reiniging	hoog	hoog	hoog	hoog
Klimaatregulatie	medium	medium	medium	hoog
Bodembiodiversiteit	laag	laag	laag	medium
Nutriëntenkringlopen	hoog	hoog	hoog	hoog

TABEL 1: PRESTATIES VAN VIJF BODEMFUNCTIES BIJ VIER AANGRENZENDE AKKERBOUWBEDRIJVEN IN DE HOEKSCHÉ WAARD. HET BIOLOGISCHE BEDRIJF SCORDE VOOR DE BIODIVERSITEITSFUNCTIE 'GEMIDDELD', TERWIJL DE ANDERE BEDRIJVEN 'LAAG' SCOORDEN.

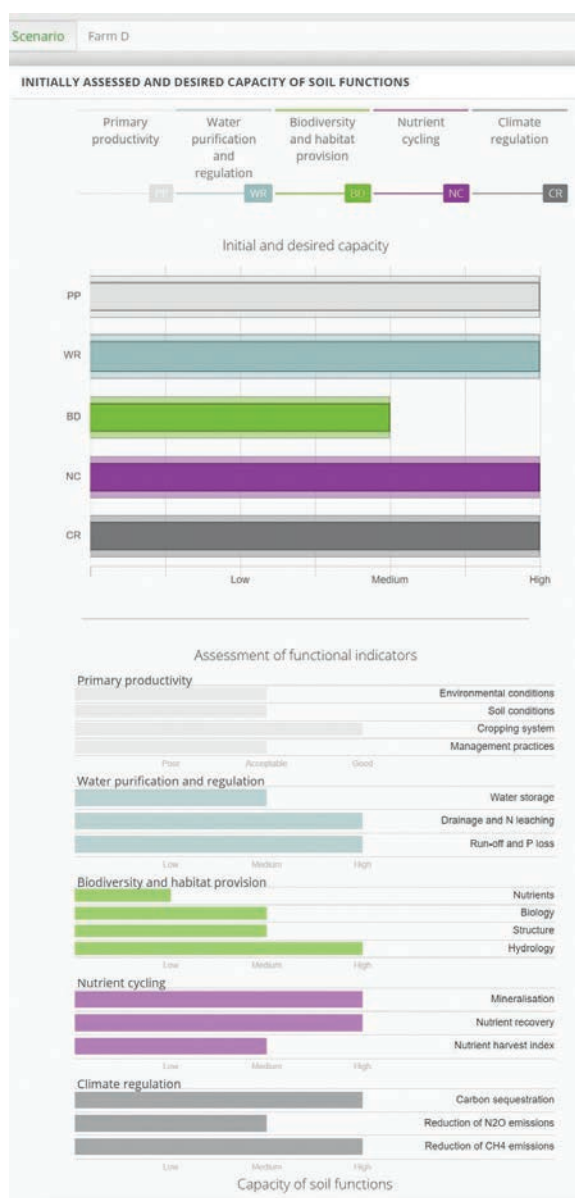
satieve kenmerken. Een voorbeeld is de toepassing van kunstmest in plaats van organische meststoffen, om exact binnen de normen voor fosfaat te blijven (opvullen van de norm). Een ander voorbeeld is de suboptimale verdeling van meststoffen over alle percelen van het bedrijf, omdat de nutriëntenhuishouding slechts op bedrijfsniveau wordt gereguleerd.

De beta versie van de Soil Navigator is een van de tastbare resultaten van het LANDMARK project. Deze versie is momenteel

voor iedereen beschikbaar en kan desgewenst verder worden ontwikkeld, door meer locatiespecifieke kennis en kenmerken toe te voegen. Bijvoorbeeld, de criteria voor laag, midden en hoog zijn momenteel gedifferentieerd per klimaatzone (zes in totaal voor een groot deel van Europa) en dus vrij grof, maar die kunnen naar behoefte lokaal gedifferentieerd worden. We zijn op dit moment de meerwaarde van deze locatiespecifieke drempelwaarden voor de Hoeksche Waard aan het testen.

VERANTWOORDING

Het LANDMARK project is met steun van de EU uitgevoerd onder grant nr. 635201. We bedanken de LANDMARK consortiumleden voor hun bijdragen aan de ontwikkeling en het testen van



FIGUUR 4. RESULTATEN VAN DE TWEEDE RUN MET GEGEVENS VAN EEN GANGBAAR AKKERBOUWBEDRIJF IN DE HOEKSCHÉ WAARD MET ALS DOEL OM DE BIODIVERSITEITSFUNCTIE TE VERBETEREN (GROENE STAAF). DE VOLGENDE AANBEVELINGEN WERDEN DOOR DE SOIL NAVIGATOR NAAR VOREN GEBRACHT: VERHOOG DE N/P RATIO DOOR VLINDERBLOEMIGEN IN DE ROTATIE OP TE NEMEN EN PAS HET ORGANISCHE STOFMANAGEMENT AAN ZODAT ER EEN DIKKERE LAAG TEELTAARDE ONTSTAAT.

Het verdienmodel van de boer uitbreiden met andere bodemfuncties

de Soil Navigator. We bedanken Rachel Creamer, Jeroen van Leeuwen, Isabelle Trinsoutrot-Gattin, Fabio Gatti, Peter de Ruiter en Martina Paulin voor het ontwerpen, de ontwikkeling en toepassing van het model voor de biodiversiteitsfunctie, met steun uit het RIVM-project NC-ESure S/121007.

REFERENTIES

- Rutgers, M., et al. (2016) Een LANDMARK voor de bodem: afwegingskaders voor vijf essentiële bodemfuncties in EU project. *Bodem* 26(4): 16-17.
- www.landmark.eu.
- Debeljak, M., et al. (2019) A Field-Scale Decision Support System for Assessment and Management of Soil Functions. *Front. Environ. Sci.* 7:115. doi: 10.3389/fenvs.2019.00115.
- Van Leeuwen, J.P., et al. (2019) Modeling of Soil Functions for Assessing Soil Quality: Soil Biodiversity and Habitat Provisioning. *Front. Environ. Sci.* 7: 113. DOI=10.3389/fenvs.2019.00113.
- Sandén, T., et al. (2019) Development of an agricultural primary productivity decision support model: A case study in France. *Front. Environ. Sci.* 7: 58. DOI: 10.3389/fmars.2019.00058.
- Schröder, J.J., (2016) The elusive role of soil quality in nutrient cycling: A review. *Soil Use Manag.* 32: 476-486. DOI: 10.1111/sum.12288.
- Van de Broek, M., et al. (2019) Assessing the Climate Regulation Potential of Agricultural Soils Using a Decision Support Tool Adapted to Stakeholders' Needs and Possibilities. *Front. Environ. Sci.* 7: 131. DOI: 10.3389/fenvs.2019.00131.
- Wall, D., et al. (2019 submitted) A decision support model for assessing the water regulation and purification potential of Agricultural soils across Europe.
- Rutgers, M., et al. (2012) A method to assess ecosystem services developed from soil attributes with stakeholders and data of four arable farms. *Sci. Tot. Environ.* 415: 39-48.