

## SAMENVATTING

### EERSTE FASE SENSORISCH LANDSCHAP AFGEROND

De eerste fase van het project Sensorisch Landschap is afgerond. De uitkomsten geven een vernieuwende kijk op de vitaliteit van het bodemleven in Nederland. Tot nu werd er vooral naar de bodemchemie gekeken, waardoor de rol van bodemleven onderbelicht bleef. Deze blijkt een veel belangrijkere rol te spelen dan voor lange tijd werd gedacht. Chemie en industriële bodembewerking hebben agrarische bodems zwaar belast ten koste van het bodemleven. In dit project is een nieuwe methode ontwikkeld die de bodembioologie in beeld brengt en deze weer een plaats geeft in een duurzaam productieproces.

140 graslanden van zo'n 75 boeren verspreid over Overijssel, Gelderland en Brabant zijn onderzocht met eDNA-bemonstering op bodemvitaliteit en 7 percelen zijn voorzien van bodemvochtsensoren (cheaptech IoT). eDNA betekent *environmental* DNA, een inventarisatie van de DNA-sporen van het bodemleven, van bacteriën en schimmels tot regenwormen. Op basis van deze data zijn prototype indicatoren ontwikkeld die de (verandering van) de vitaliteit van de bodem kunnen meten. Op percelen met de grootste biodiversiteit konden meer dan 3500 soorten (groepen) geïdentificeerd worden. Als men weet hoe vitaal de bodem is, kan daar het beheer op worden afgestemd. Een goede bodem zet organische stof effectiever om naar voedingsstoffen voor het gewas. De vochtcondities van de bodem zijn hierbij essentieel.

### VOCHTLEVERING EN VERDICHTING

Met de ontwikkelde sensoren is de vochtlevering, het vochttransport en het watervasthoudend vermogen van de bodem vast te stellen. Dit zijn indicatoren die van belang zijn om te sturen op gewasopbrengst, droogteresistentie, maar ook op het effectief opnemen van water in perioden van verhevigde neerslag of bij (piek)berging.

Het onderzoek in fase 1 toont aan dat de methodes, bodemvochtsensoren en eDNA metingen in staat zijn om verschillen tussen percelen aan te tonen én dat deze verschillen kwalitatief en kwantitatief te relateren zijn aan ecosystemendiensten, bodemfuncties en beheer. Dit onderzoek biedt een beproefde methode om die relaties meetbaar te maken. De gevolgen van verdichting, een groot probleem in de landbouw, kunnen nu bijvoorbeeld veel nauwkeuriger in kaart worden gebracht. Verdichting door zware machines vermindert de hoeveelheid en de diversiteit van bodemleven en zorgt voor uitstoot van het zware broeikasgas lachgas, N<sub>2</sub>O. Soortgelijke effecten gelden ook voor te zware bemesting. Het is een belangrijke constatering dat er percelen zijn waar door goed beheer een goede gewasopbrengst en biodiversiteit samen kunnen gaan.

### STIKSTOFDEPOSITIE

Een zeer relevante ontdekking is dat ammonium-oxiderende bacteriën en andere organismen sterk reageren op het aanbod van stikstof. Daarmee kunnen deze organismen potentieel goede indicatoren zijn voor de mate waarin stikstofdepositie het bodemleven en daarmee het functioneren van de

bodem, beïnvloedt. Dit zou een belangrijke aanvulling kunnen zijn op de systematiek van de Kritische Depositie Waarden (KDW).

## **VOLGENDE FASE**

De ontwikkelde vocht- en eDNA-indicatoren moeten in de volgende fase vertaald worden naar streefwaarden, zodat er effectief en betaalbaar gestuurd kan gaan worden op een beter bodembeheer en daarmee op versterking van de bodemvitaliteit. Voor komende regelingen om klimaatmitigerende- en biodiversiteitsmaatregelen te financieren, is dat een belangrijke uitkomst. Eén van de beheermaatregelen die opvallende uitkomsten gaf is vernatting van percelen, door bijvoorbeeld bevoeiing. Deze blijkt het bodemleven te stimuleren en de bodem meer 'open' te maken, waardoor bodemvocht langer behouden blijft. Daardoor is het mogelijk langer droge periodes door te komen en de productiviteit van het gras hoog te houden. Tegelijkertijd kunnen dit soort bodems in tijden van hevige neerslag meer water opnemen en vasthouden.

Het projectteam werkt nu op naar fase 2 waarin deze resultaten naar streefwaarden worden vertaald en Sensorisch landschap als instrument kan worden toegevoegd aan de Open Bodem Index. In overleg met de deelnemende boeren wordt concreet gezocht naar optimale beheermaatregelen, zodat er effectief kan worden gestuurd op een ideaaltypisch 'bodembeeld' dat past bij het perceel en meetbaar kan worden gemaakt welke bijdrage dit levert aan klimaat- en biodiversiteitsopgaven.

---

## **PRAKTISCHE VERTALING SENSORISCH LANDSCHAP: BODEMBEELDEN**

1. Er zijn prototype indicatoren ontwikkeld op basis van eDNA en sensordata. Met deze indicatoren kan vastgesteld worden wat de vitaliteit van de bodem is en of een verandering in bodembeheer inderdaad leidt tot herstel van de vitaliteit. Ook kunnen de indicatoren verder uitgewerkt worden om als basis te dienen voor de beloningssystematiek.
2. Het bodemleven vertoont grote verschillen tussen extensief beheerde natuurgraslanden en agrarische graslanden. De hoeveelheid en diversiteit aan bodemleven is het hoogst in oude ongestoorde graslanden. Tussen regulier grasland en biologisch grasland zijn geen directe markante verschillen waarneembaar, want een biologische boer kan ook intensief boeren. Niettemin blijkt duurzaam, extensief beheer (regulier of biologisch) bepalend voor de mate van verscheidenheid van levensgemeenschappen in de bodem. Spaarzame bemesting en terughoudende bodembewerking geven aanmerkelijke verschillen te zien.
3. Organische stof en een goed ontwikkeld bodemleven gaan hand in hand. Een lager organisch stofgehalte betekent minder bodemleven en andersom. Allerlei organismen die nuttige processen in werking stellen in de bodem, zoals het vastleggen van stikstof komen in lagere aantallen voor als het organische stofgehalte laag is. Bodembeheer dat organisch stofgehalte verhoogt, in combinatie met extensiever beheer, verbetert daardoor het functioneren van de bodem.
4. Verdichting blijkt een cruciale factor die de biodiversiteit en het functioneren van de bodem negatief beïnvloedt. Verschillende soorten bodemleven komen in lagere aantallen voor in verdichte bodems.

Zowel biologische als gangbare boeren kunnen de bodem te intensief bewerken of overbemesten. Om een vitale bodem te creëren is het daarom essentieel om te voorkomen dat er met zware machines gewerkt wordt, zeker onder natte omstandigheden. In fase 2 kan worden gezocht naar mogelijkheden om reeds bestaande bodemverdichting op te heffen zonder daarbij het bodemleven te schaden.

5. Jarenlange (intensieve) bemesting leidt tot een hoge bodemvoorraad fosfor en een afname van bodemleven. Percelen met een P-AL groter dan 45 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / 100g kennen zelden een grote hoeveelheid bodemleven. Daarom komt het functioneren van de bodem in het gedrang als er te intensief bemest is. Om het bodemleven te herstellen is het noodzakelijk om de bodemvoorraad fosfor te verkleinen. Dit kan door middel van uitmijnen of afgraven. Het is echter essentieel om ervoor te zorgen dat de organische stof en de CEC niet te ver dalen omdat dit nadelige effecten heeft op het bodemleven. Dat kan door te bemesten met fosforarme organische mest. De eDNA indicatoren vormen een belangrijk instrumentarium om de balans te vinden tussen het uitmijnen van fosfaat en het verhogen van organisch stofgehalte.

6. Een hogere bovengrondse biodiversiteit en specifieke kruidenrijkheid gaan samen met de aanwezigheid en afwezigheid van specifieke groepen organismen in de bodem. Een groot deel daarvan heeft een rol in de stikstofcyclus. Op percelen die volledig bemest worden met drijfmest, is het aandeel ammonium-consumerende organismen groter. Deze organismen zetten ammonium om in nitraat, dat vervolgens makkelijk kan uitspoelen naar het grondwater of omgezet kan worden in het broeikasgas lachgas, N<sub>2</sub>O. Op bodems met een groot aandeel ammonium-consumerende organismen is de kruidenrijkheid lager. Bij een hogere kruidenrijkheid worden er juist meer stikstofbindende bacteriën aangetroffen. Een evenwichtige stikstofbemesting kan de biodiversiteit verbeteren en houdt rekening met wat de bodem aan kan en maakt gebruik van wat het bodemleven zelf kan leveren. Precisiebemesting kan een rol spelen in het vergroten van de gewasopbrengst en tegelijkertijd het stikstofverlies te beperken. Tenslotte kan het aandeel ammonium-consumerende organismen potentieel gebruikt worden als indicator voor stikstofdepositie in natuurgebieden en de verandering van het bodemleven die deze depositie teweegbrengt.

7. Koolstof die door het gewas en bemesting wordt toegevoegd aan de bodem wordt door het bodemleven weer deels of volledig uitgestoten als CO<sub>2</sub>. Een divers bodemleven lijkt de koolstof efficiënter te kunnen benutten: per eenheid organisch koolstof vindt minder uitstoot plaats. Echter over de linie geldt dat hoe meer organische koolstof er al in de bodem zit, hoe groter de maximale uitstoot. Om toegevoegde koolstof vast te kunnen houden, is het dus cruciaal om de condities van maximale uitstoot te voorkomen. In de praktijk betekent dit het nemen van maatregelen die het bodemvocht in (droge) zomers verhoogt, zoals omgekeerde drainage op veenpercelen en bevoeien op zandpercelen.

8. De potentiële methaanuitstoot was op 25% van de percelen positief. Dit betekent dat op de meeste percelen methaan netto geconsumeerd wordt door het bodemleven. Met eDNA metingen zijn methaanoxiderende bacteriën gemeten, maar er is nog geen duidelijke relatie gevonden met de mate van methaanconsumptie. Op die percelen waar wel methaan werd uitgestoten was dit (in CO<sub>2</sub>-eq) aanzienlijk lager dan de CO<sub>2</sub> uitstoot. Gemiddeld lijken graslanden een positieve bijdrage te leveren aan het verlagen van de concentratie methaan in de atmosfeer.

9. De waterregulatie op een perceel is cruciaal voor de bodemvitaliteit en heeft een complexe wisselwerking met het bodemleven. Vochtgehalten bepalen welk bodemleven er mogelijk is. Zo is er op percelen met een zeer hoge grondwaterstand een lagere diversiteit in het bodemleven en zijn er veel minder schimmels. Tegelijkertijd zorgt bodemleven voor een hoger watervasthoudend vermogen en dragen regenwormen bij aan de infiltratie. Aanhoudende droogte, zoals in 2022, kan veel schade opleveren voor biodiversiteit, broeikasgasuitstoot en bodemleven. Maatregelen om meer water vast te houden of aan te voeren kunnen daarmee positief bijdragen aan verschillende klimaat- en biodiversiteitsopgaven en tegelijkertijd ook economisch voordeel opleveren door opbrengstverliezen te verminderen. Zo is in bevoeid grasland een groot volume water opgeslagen, waarmee de productiviteit van het gewas tot ver in de zomer van 2022 is gehandhaafd.

Auteurs:

Paul Brouwer DeBaai,

Kees van Bochove Datura Molecular Solutions,

Yuki Fujita, NMI-Agro

12 december 2023,

projectteam Sensorisch Landschap

Datura: Kees van Bochove, Maria Meijer, Erwin Roze

DeBaai: Paul Brouwer

NMI Agro: Yuki Fujita, Brent Riechelman, Gerard Ros

Overijssels Particulier Grondbezit: Eric Brinckmann, Joukje Bosch

