

Hulpmiddel voor duurzaam bodem- en waterbeheer?

Agrarisch bodembeheer en nutriëntenmanagement beïnvloeden het milieu. Het Nutriënten Management Instituut heeft recent een instrument ontwikkeld die deze milieubelasting inzichtelijk maakt: de Bodemverkenner. Agrariërs kunnen daarmee actief sturen om negatieve effecten van bemesting, gewasrotatie en bodemvruchtbaarheid op het milieu te verminderen. Beleidsmakers en waterbeheerders kunnen effecten van maatregelen op lucht- en waterkwaliteit verkennen.

Door: Gerard Ros, Theo Witjes en Tonnis van Dijk

Over de auteurs:

Dr. Ir. G.H. Ros, projectmanager bij Nutriënten Management Instituut NMI
Ing. T.A. van Dijk, projectmanager bij Nutriënten Management Instituut NMI
Ir. Th.G.J. Witjes, PMC Leider Watermanagement bij Witteveen+Bos

ACHTERGROND

De Nederlandse landbouw zoekt al jaren naar creatieve oplossingen om een hoge landbouwproductie te combineren met het behoud van bodemvruchtbaarheid en schoon water. Een duurzame landbouw staat of valt met het nutriëntenmanagement van individuele agrariërs. Het is dan ook gewenst om op bedrijfsniveau inzicht te geven in de milieukundige en economi-

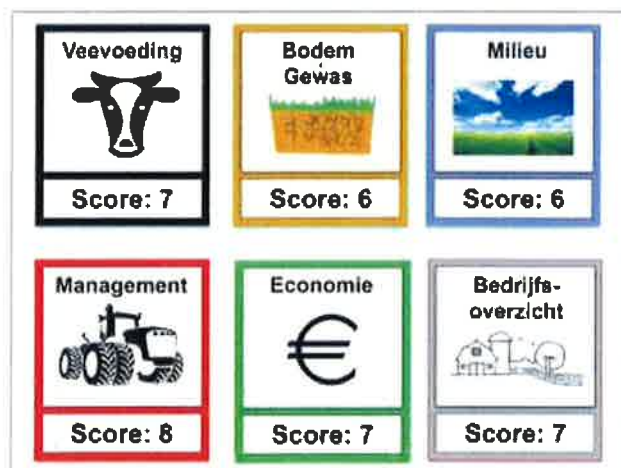
Waterkwaliteit en duurzaam boeren gaan hand in hand

sche effecten van het gevoerde nutriëntenmanagement. Om op deze behoefte in te spelen, heeft NMI een instrument ontwikkeld dat adviezen geeft voor duurzaam bodembeheer en nutriëntenmanagement op perceels- en bedrijfsniveau: de Bodemverkenner. Voor deze adviezen maakt het gebruik van bedrijfsspecifieke gegevens qua landgebruik, bodemeigenschappen en bemesting. Om agrariërs en waterbeheerders ook op gebieds-

niveau inzicht te geven in zowel de natuurlijke en landbouwkundige emissie van nutriënten als de milieukundige effectiviteit van maatregelen, is er ook een koppeling gemaakt met het hydrologische model SOBEK.

DE BODEMVERKENNER

Kerngedachte achter de Bodemverkenner is de ontwikkeling van een *bedrijfsspecifiek* advies op basis van eenvoudige reken-



FIGUUR 1: THEMA'S BINNEN DE BODEMVERKENNER WAARBIJ STURING VAN NUTRIËNTENMANAGEMENT MOGELIJK IS. DE SCORE GEEFT AAN IN HOEVERRE OP ELK ONDERDEEL NOG WINST IS TE BEHALEN.

regels, daarbij gebruik makend van informatie die grotendeels bij agrariërs zelf aanwezig is. In discussies met betrokken agrariërs bleek deze benadering te worden gewaardeerd, juist vanwege de directe koppeling met bedrijfseigen gegevens én de onderliggende kringloopgedachte. De belangrijkste toepassing ligt in het optimaliseren van het agrarisch nutriëntenmanagement en bodembeheer. Door een koppeling van de boven- en ondergrondse nutriëntenkringloop is het namelijk mogelijk om milieukundige, landbouwkundige en economische gevolgen van het management in beeld te brengen. De Bodemverkenner geeft een agrariër daarmee de mogelijkheid om actief te sturen op de milieukundige effecten van zijn management.

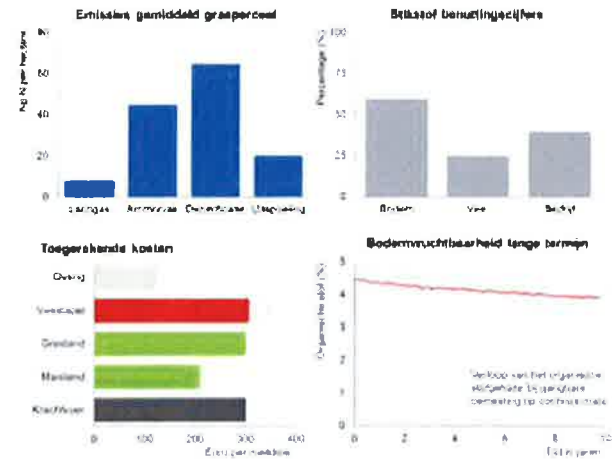
Een agrarisch bedrijf wordt in de Bodemverkenner benaderd via de kringloopgedachte, een benadering die het mogelijk maakt om milieuproblemen vanuit verschillende invalshoeken te beïnvloeden. Optimalisatie kan plaatsvinden via veevoeding, bodem en gewasproductie, milieu, management en bedrijfseconomie (Figuur 1). Onder elk onderdeel van de kringloop wordt de effectiviteit van het bedrijf weergegeven in een samenvattende score. Daaruit wordt duidelijk hoe goed het bedrijf scoort op 'duurzaam boer blijven' en hoeveel winst er binnen het desbetreffende onderdeel nog te behalen valt. Vanuit elke invalshoek kan de gebruiker vervolgens inzoomen op een specifiek kringlooponderdeel en het aanpassen aan zijn eigen wensen. Zo kan de gebruiker zelf kiezen of hij gebruik wil maken van gebiedsgemiddelde of bedrijfsspecifieke gegevens.

Een duurzame landbouw start bij de bodem

De onderliggende rekenregels zijn gebaseerd op wetenschappelijk, beleidsondersteunend en agrarisch praktijkonderzoek dat in de afgelopen 20 jaar is uitgevoerd.¹⁻⁸ Op perceels- dan wel bedrijfsniveau wordt een nutriëntenbalans opgesteld door gebruik te maken van regulier bodemonderzoek, het weer, de gewasrotatie én het bemestingsplan van de agrariër. Het gedrag van stikstof en fosfaat in de bodem is gebaseerd op eenvoudige procesmodellen. Het gebruikte waterbalansmodel is gebaseerd op het *tipping bucket* - principe en maakt gebruik van een exponentiële drainage-functie, de *Curve Number Method* voor oppervlakkige afstroming en de Makkink methode voor gewasverdamping. Gasvormige verliezen die optreden in de stal, de bodem en tijdens toediening van meststoffen zijn afgeleid van nationale richtlijnen. De toepassingsmogelijkheden van de Bodemverkenner wordt hierna geïllustreerd aan de hand van vier recent uitgevoerde projecten.

ILLUSTRATIE 1. DUURZAAM BOER BLIJVEN IN DRENTH

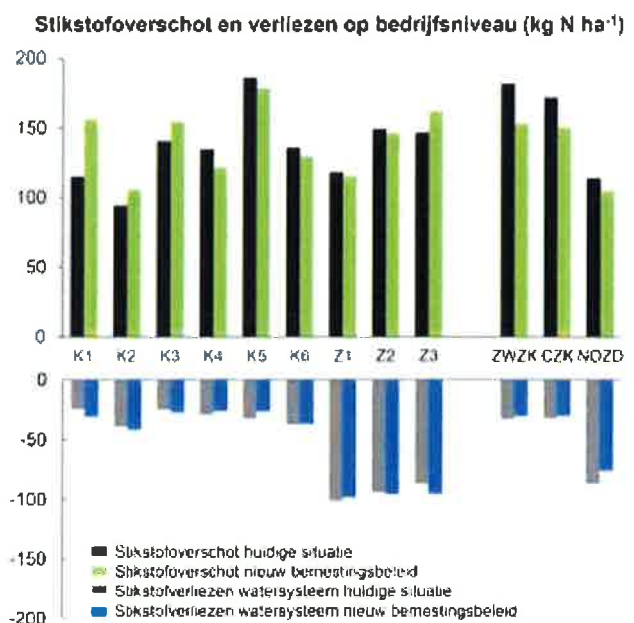
Binnen het project 'Duurzaam Boer Blijven in Drenthe' is de Bodemverkenner ingezet om de duurzaamheid van de melkveehouderijsector te verhogen via de kringloopbenadering.⁹ Door een koppeling te leggen tussen de boven- en ondergrondse nutriëntenkringloop en de bedrijfseconomische gevolgen van het gevoerde management werd duidelijk dat een hogere nutriëntenefficiëntie bijdraagt aan een verbeterde waterkwaliteit. Voor een specifiek bedrijf in Drenthe worden in Figuur 2 enkele resultaten gevisualiseerd. De stikstofbenutting op bedrijfsniveau is 40%, wat aangeeft dat meer dan de helft van de toegediende stikstof achterblijft in de bodem dan wel verloren gaat. Denitrificatie en ammoniakvervluchtiging



FIGUUR 2: STIKSTOFVERLIEZEN, BENUTTINGSCIJFERS, TOEGEREKENDE KOSTEN EN DE BODEMVRUCHTBAARHEID OP LANGE TERMIJN VOOR EEN SPECIFIEK MELKVEEHOUDERIJBEDRIJF IN DRENTH.

zijn de belangrijkste verliesroutes. Het netto bedrijfsresultaat van dit bedrijf was positief waarbij de kosten voor krachtvoer vergelijkbaar zijn met die van de eigen ruwvoerproductie. De natuurlijke bodemvruchtbaarheid is stabiel, met uitzondering van een lichte afname op de percelen waarop continu mais wordt geteeld.

De bodemkwaliteit op 176 participerende bedrijven bleek een sturende factor voor de duurzaamheid: bedrijven met een hoog organische stofgehalte hadden bijvoorbeeld een hogere fosfaatbenutting. Door te sturen op eigen ruwvoerproductie en kringloopefficiëntie werd een hogere nutriëntenbenutting gerealiseerd, zonder nadelige effecten voor gewas- en mestkwaliteit. Nitraat-gehalten in het bovenste grondwater lagen op de deelnemende bedrijven zelfs 10 tot 20% lager dan het gemiddelde van de metingen in het provinciale meetnet. Deze resultaten laten zien dat het mogelijk is om een win-win situatie te creëren voor zowel de agrariër als de waterbeheerder.



FIGUUR 3: STIKSTOFOVERSCHOT EN -VERLIEZEN NAAR HET WATERSYSTEEM OP PRAKTIJKBEDRIJVEN OP KLEI (K1 TOT K6) EN ZAND (Z1 TOT Z3), EN EEN STANDAARD BEDRIJF IN DRIE REGIO'S (ZUIDWESTELIJKE ZEEKLEI: ZWZK, CENTRALE ZEEKLEI: CZK EN NOORDOOSTELIJKE ZAND- EN DALGROND: NOZD) BIJ HET HUIDIGE EN NIEUWE BEMESTINGSBELEID.

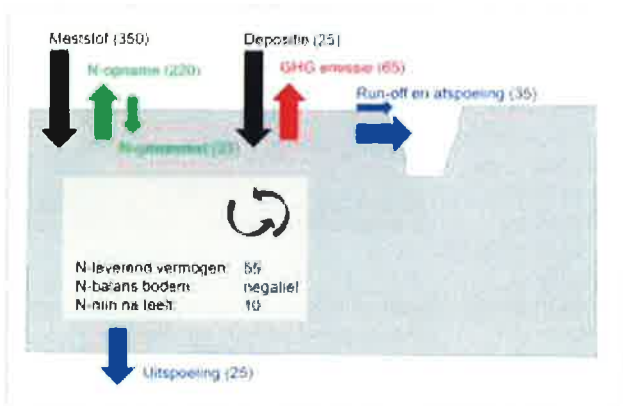
ILLUSTRATIE 2. VERKENNING PILOT AKKERBOUW

Het ministerie van IenM heeft in 2013 een studie laten uitvoeren om de mogelijke gevolgen van een nieuw bemestingsbeleid te verkennen.¹⁰ In dat nieuwe beleid krijgt de eigen verantwoordelijkheid van de agrariër een grotere rol; agrariërs mogen zelf bepalen hoeveel werkzame stikstof er gegeven gaat worden. Randvoorwaarde is wel dat het gebruik van onverwerkte dierlijke mest wordt verminderd. In samenwerking met akkerbouwers en hun adviseurs zijn de haalbaarheid en praktische consequenties van dit nieuwe beleid geëvalueerd. De Bodemverkenner is ingezet om de milieukundige effecten van het nieuwe bemestingsbeleid door te rekenen voor verschillende akkerbouwregio's. Deelnemende akkerbouwers hebben daartoe een bemestingsplan opgesteld voor zowel een 'standaard' bedrijf als hun eigen bedrijf voor het huidige en vernieuwde bemestingsbeleid.

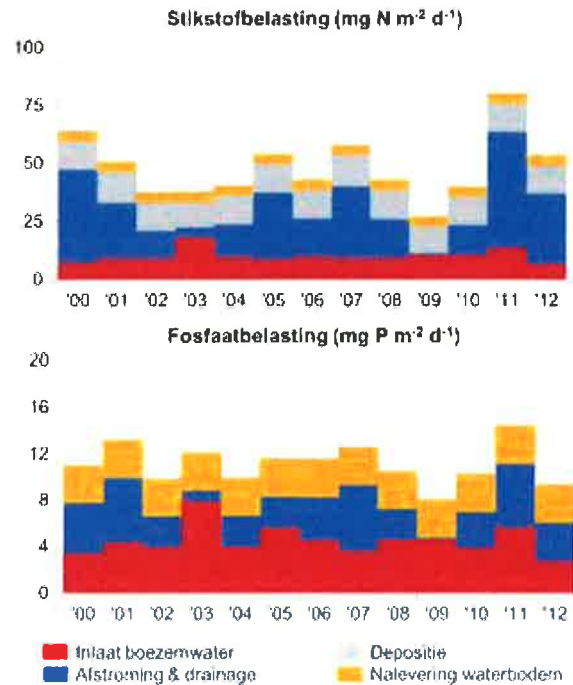
De belasting van het grond- en oppervlaktewater blijkt slechts minimaal te wijzigen door de flexibilisering van de stikstofgebruiksnorm. Een verandering van het mestbeleid leidt bijvoorbeeld tot een verhoging van de werkzame stikstofgift met 14% op de Zuidwestelijke zeekleigronden: de gift neemt toe van 243 tot 278 kg N ha⁻¹. De agrariërs verwachten door de extra stikstof een fors hogere gewasproductie voor met name graangewassen en groenbemesters. Door het verminderen van de gift aan onbewerkte dierlijke mest en een hogere efficiëntie is het stikstofoverschot lager (Figuur 3) en komt er minder stikstof in het watersysteem. Het loslaten van de vaste gebruiksnorm voor werkzame stikstof is daarmee positief voor het rendement van de boer én het milieu. In de praktijk blijken er echter grote verschillen te bestaan tussen akkerbouwbedrijven. Wanneer de norm voor werkzame stikstof wordt losgelaten, zou op zes van de negen bedrijven 25 tot 50 kg N ha⁻¹ extra worden aangevoerd. Deze extra bemesting gaat naar hoog salderende gewassen én groenbemesters. Het stikstofoverschot dat verloren gaat richting lucht- en watersysteem varieert tussen de 95 en 185 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹, terwijl de extra verliezen naar het watersysteem kunnen oplopen tot 10 kg N ha⁻¹. De grote verschillen tussen individuele bedrijven laten zien dat een goed certificeringssysteem noodzakelijk is om de waterkwaliteit bij veranderend bemestingsbeleid te garanderen.

ILLUSTRATIE 3. VAN PAPIER NAAR PRAKTIJK

Als onderdeel van het Masterplan Mineralenmanagement is de Bodemverkenner ingezet om agrarische ondernemers te laten zien dat duurzaam bodem- en mineralenmanagement bijdraagt aan het economisch rendement en de milieubelasting van een bedrijf. Voor vijf praktijkbedrijven zijn de milieukundige effecten van het gevoerde bemestingsbeleid in beeld gebracht voor verschillende percelen, inclusief opties om het management verder te optimaliseren. De meest succesvolle maatregelen zijn vervolgens besproken met telers en adviseurs,



FIGUUR 4: EEN STIKSTOFBALANS OP PERCELSNIVEAU.



FIGUUR 5: EXTERNE EN INTERNE NUTRIËNTENBELASTING WATERSYSTEEM 'KROMME, GEER EN ZIJDE'.

zodat bredere implementatie daarvan kon plaatsvinden. In Figuur 4 wordt een voorbeeld gegeven van een vereenvoudigde stikstofbalans op perceelsniveau waardoor duidelijk wordt hoeveel van de toegediende meststof ook daadwerkelijk opgenomen wordt door het gewas en hoeveel er verdwijnt richting het watersysteem. De dynamiek gedurende het seizoen werd in beeld gebracht, zodat het ook mogelijk was om bij te sturen gedurende de teelt. Dat een goed mineralenmanagement belangrijk is wordt onderbouwd door het feit dat er in veel gevallen nog meer dan 75 kg N ha⁻¹ aanwezig was in de bodem na de teelt. Om uitspoeling te reduceren moest daarom een volgorde van gewassen worden ingezet. Duidelijk werd ook dat een betere afstemming van de bemesting op de natuurlijke stikstoflevering van de bodem de stikstofefficiëntie met 10% zou kunnen verhogen. Het optimaliseren van het bemestingsplan op basis van de Bodemverkenner heeft daarmee potentie om de milieudruk vanuit de sector te verlagen met positieve effecten op het financiële bedrijfsresultaat.

ILLUSTRATIE 4. CASESTUDIE KRIMPENERWAARD

Als onderdeel van een systeemanalyse van de polder 'Kromme, Geer en Zijde' in de Krimpenerwaard is de Bodemverkenner toegepast om inzicht te krijgen in de (variatie in) natuurlijke en landbouwkundige belasting van het grond- en oppervlaktewater met stikstof en fosfaat.¹¹ Bij de berekening van de nutriëntenvruchten is rekening gehouden met bedrijfstype, graslandmanagement, bemesting en natuurlijke bodemprocessen. Er bleek aanzienlijke variatie aanwezig te zijn in gemeten chemische en biologische bodemeigenschappen: de totale hoeveelheid stikstof in de bodem varieerde van 2 tot 25 g N kg⁻¹, terwijl de hoeveelheid fosfaat varieerde van 44 tot 650 mg P kg⁻¹. Voor een betrouwbare schatting van de natuurlijke achtergrondbelasting is het gebruik van locatie-specifieke kenmerken daarom cruciaal. In Figuur 5 wordt samenvattend weergegeven hoeveel stikstof en fosfaat er verloren gaat naar het oppervlaktewatersysteem. Omdat meerdere bronnen en factoren de waterkwaliteit bepalen, zijn in deze studie ook schattingen gemaakt van de nutriëntenbelasting uit inlaatwater, over-

storten en kwel. Circa 40% van de stikstofvrucht en 30% van de fosforvrucht naar het watersysteem hangt samen met het agrarisch landgebruik. Aanpassing van de mestgift en het mesttijdstip op basis van bodemkenmerken en het weer zijn daarmee reële mogelijkheden om de ecologische waterkwaliteit te verhogen.

CONCLUSIE

De inzet van de Bodemverkenner maakt het mogelijk om wetenschappelijke expertise toe te passen in praktische rekenregels en adviezen, waarmee een agrariër zijn bedrijfsmanagement kan optimaliseren. De toepassingsmogelijkheden zijn breed vanwege de grote mate aan flexibiliteit. De hier gepresenteerde resultaten laten via enkele snapshots zien dat het inderdaad mogelijk is om effecten van landbouwkundig handelen in beeld te brengen en het nutriëntenmanagement zo te optimaliseren dat zowel agrariërs als bodem- en waterbeheerders hun doelen kunnen realiseren. Een duurzame landbouw start bij de bodem!

LITERATUUR

1. Ros GH (2011) Predicting soil nitrogen supply; relevance of extractable soil organic matter fractions. PhD thesis Wageningen University, 248 pp.
2. Ros GH (2013) De Bodemverkenner 1,7. Een bedrijfsspecifiek nutriëntenma-

- nagement model. Benut de bodem in de kringlooflandbouw! Duurzaam Boer Blijven Drenthe rapport 7, 65 pp.
3. Raes D (1982) A summary simulation model of the water budget of a cropped soil. *Dissertationes de Agricultura* 122, K.U. Leuven University, Leuven, Belgium, 110 pp.
 4. Heinen M (2003) A simple denitrification model? Literature review, sensitivity analysis, and application. *Alterra rapport 690*, 132 pp.
 5. Coleman K & Jenkinson DS (1999) RothC26,3 A model for the turnover of carbon in soil. *Model description and windows user guide*. IACR Rothamsted, Harpenden, Herts AL5 2JQ, 43 pp.
 6. Velthof GL & Mosquera J (2011) Calculation of nitrous oxide emission from agriculture in the Netherlands. Update of emission factors and leaching fraction. *Alterra rapport 2151*, 70 pp.
 7. Van Rotterdam-Los AMD (2010) The potential of soils to supply phosphorus and potassium, processes and predictions. PhD thesis Wageningen University, 144 pp.
 8. Steenhuis TS, Winchell M, Rossing J, Zollweg JA & Walter MF (1995) SCS Runoff equation revisited for variable-source runoff areas. *Journal of Irrigation and Drainage Eng.* 121, 234-238.
 9. Van Dijk TA (2013) Tussenfase Pilot Akkerbouw AP 5, NMI rapport 1503.N.12., 104 pp.
 10. Ros GH & Hanegraaf MC (2012) Trendanalyses in Duurzaam Boer Blijven in Drenthe. Resultaten voor organische stof, N, P en K, Duurzaam Boer Blijven Drenthe rapport 5, 39 pp.
 11. Witteveen en Bos (2013) Toetsing, verbetering en ontsluiting ecologisch model PCDitch aan de hand van casestudie Krimpenerwaard, Rapportage STOWA project STO170-1-12.

NIEUWS

De bodem en ondergrond in beeld

Kansen voor de bodem en ondergrond zijn nu zichtbaar als animaties op de website www.bodemambities.nl! Er zijn voor vier vormen van bodemgebruik animaties gemaakt; stad en industrie, wonen, recreatie en natuur en landbouw. De animaties van de activiteiten zijn ontwikkeld door het RIVM in opdracht van het Uitvoeringsprogramma Bodemconvenant van Rijkswaterstaat.

De informatie van de website is nu verwerkt in animaties van activiteiten in de bodem en ondergrond. Deze animaties tonen bijvoorbeeld hoe een daktuin op een flat bijdraagt aan de waterberging in een woonwijk of hoe het toepassen van randen langs akkers zorgt voor minder gebruik van ge-

wasbeschermingsmiddelen. Iedere animatie is voorzien van een korte toelichting en een verwijzing naar de achterliggende informatie op de website bodemambities.nl.

De ondergrond wordt steeds intensiever benut en de bodem heeft een belangrijke functie bij het opvangen van gevolgen van de klimaatverandering. Vanuit het project Ondergrond waarin de verschillende convenantpartners vertegenwoordigd zijn, kwam de wens om de website Bodemambities.nl voor een breder publiek toegankelijk te maken. Gekozen is toen om een nieuwe openingspagina te ontwerpen waarbij het belang van de ondergrond zichtbaar is. Daarnaast is de website aangevuld met praktijkvoorbeelden.

Het afstemmen van activiteiten in de bodem en ondergrond is een uitdaging voor



overheden. Deze animaties vormen een aantrekkelijk startpunt voor een discussie over de invulling van een Nota Bodembeheer of een Structuurvisie Ondergrond. Maar ze kunnen ook worden gebruikt om bestaande initiatieven van overheden visueel toe te lichten.