

Duurzaam bodembeheer en ecosysteemdiensten van de bodem: aan de slag

Duurzaam bodembeheer richt zich op de instandhouding van een gezonde en productieve bodem, hier en nu - straks en elders. De mens profiteert van een gezonde bodem via de ecosysteemdiensten, zoals het vermogen om groei van gewassen te ondersteunen, om natuurontwikkeling te ondersteunen, en om het klimaat en onze leefomgeving aangenaam te houden. De bodembeheerder speelt hierbij een cruciale rol via ingrepen die de kwaliteit en de gezondheid van de bodem beïnvloeden, in positieve of in negatieve zin. Onderzoek belicht de relaties tussen bodembeheer en de prestaties van de bodem.

Door Jack Faber en Michiel Rutgers

Over de auteurs:

dr. J. Faber is teamleider bij Alterra, Wageningen
dr. M. Rutgers is projectleider bij het RIVM, Bilthoven

Kwaliteit van de bodem heeft verschillende betekenissen, afhankelijk van de gebruiker. Een boer waardeert de bodem als de gewassen goed groeien en gezond zijn. Een drinkwaterbedrijf heeft belang bij een goede kwaliteit grondwater als resultaat van natuurlijke reiniging. De maatschappij als geheel stelt eisen aan klimaatregulerende functies van de bodem. Zo kunnen op verschillende schaalniveaus totaal verschillende kwaliteitseisen aan de lokale bodem worden gesteld. Op basis van het concept 'ecosysteemdiensten' kunnen deze verschillende aspecten benoemd en meetbaar gemaakt worden, en zodoende tegen elkaar worden afgewogen. Het is een concept dat een centrale, verbindende betekenis heeft voor activiteiten die een relatie hebben met de bodemkwaliteit (Van Wensem en Faber 2007, Rutgers et al. 2008, 2009).

Ecosysteemdiensten van de bodem leveren de maatschappij bestaansrecht en voordelen op; hoe beter een bodem functioneert, des te meer voordeel van deze diensten kan worden genoten (kader 1). 'Goed functioneren' moet gezien worden in termen van het (lokale) bodembeheer en de beoogde ecosysteemdiensten voor bodemgebruikers op meerdere ruimtelijke schaalniveaus.

Kernpunt is dat een goed functionerende bodem berust op een gezond bodemleven in een optimale bodem. Het (op duurzame wijze) benutten van ecosysteemdiensten houdt daarom verband met een vorm van bodembeheer die mede is gericht op het onderhouden en stimuleren van bodemleven. En wel precies *dat* bodemleven dat verantwoordelijk is voor de processen in de bodem waarop de gewenste bodemdiensten zijn gebaseerd. Onlangs is een eerste grote inventariserende studie afgerond naar de relatie tussen het bodembeheer en het presteren van

ecosysteemdiensten in de bodem, ook met aandacht voor die diensten die niet rechtstreeks het agrarische bodemgebruik ondersteunen (Faber et al. 2009). De studie werd in opdracht van het ministerie van VROM verricht om transities in het bodemgebruik te ondersteunen, namelijk naar een duurzame landbouw, naar natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond en naar een 'groene' stad. Vanuit herkenning van deze belemmeringen kunnen ecosysteemdiensten worden benoemd die beheerders de mogelijkheid bieden om transities te realiseren tegen minder ingrepen en kosten. De vraag is dan welke diensten een gebruiker van de bodem in zijn voordeel zou kunnen stimuleren en hoe deze diensten dan het beste kunnen worden beheerd, gegeven grondsoort en de vorm van bodemgebruik? Het resultaat is een duurzamer bodemgebruik.

Ecosysteemdiensten geven het een praktische betekenis

Duurzamer bodemgebruik houdt in dat er ook passende aandacht is voor doelen buiten het lokale schaalniveau, zoals bijdragen aan koolstofvastlegging en waterbeheer. Zowel het directe belang van betrokken partijen, als het principe om afwenteling van lasten naar elders en later te voorkomen, maken dat duurzaam bodembeheer te maken heeft met effecten op meerdere schaalniveaus. Ecosysteemdiensten van de bodem zijn dus ook van betekenis voor andere partijen dan lokale gebruikers en beheerders van een bodem.

Kader 1. Ecosysteemdiensten.

Het bodemsysteem is een dynamisch complex van planten, dieren, bodemorganismen en hun omgeving, die in onderlinge wisselwerking een functionele eenheid vormen. Via deze relaties levert het bodemsysteem 'ecosysteem-diensten', die door de bodemgebruikers en door de maatschappij (soms onbewust) benut en gewaardeerd worden.

Het gaat om de volgende ecosysteemdiensten:

1. Productieondersteunende diensten: Bij agrarisch bodemgebruik staat de bodem aan de basis voor de groei van productiegewassen en indirect ook van het vee. De bodem is ook een onderlegger voor natuurontwikkeling, want het is een sturende factor voor flora, vegetatie, landschap en de daarin levende fauna. Deelaspecten van productieondersteuning zijn:
 - a. leveren en vasthouden van voedingsstoffen.
 - b. een goede bodemstructuur voor beworteling van planten
 - c. het natuurlijke vermogen van de bodem om ziekten en plagen te onderdrukken.
2. Weerstand tegen stress, herstelvermogen en vermogen tot veranderen: De bodem wordt vaak eenzijdig gebruikt. Duurzaamheid stelt eisen aan diensten die de continuïteit en de flexibiliteit van de bodemfuncties garanderen.
 - a. continuïteit. Het vermogen om weerstand te bieden tegen bedreigingen, en het vermogen om te herstellen binnen een redelijke termijn na een stress door natuurlijke of menselijke oorzaken.
 - b. flexibiliteit. Het vermogen om ook op de lange termijn alle potentiële ecologische diensten te vervullen, en het aanpassingsvermogen aan een ander bodemgebruik.
3. Milieugerelateerde diensten (buffer- en reactorfunctie): De bodem is een belangrijke regulator van onze leefomgeving, waarin klimaat, lucht, oppervlaktewater, grondwater, depositie, transport in de bodem, etc. een rol spelen. In de bodem vinden processen plaats die hiermee gekoppeld

zijn, zoals de stofkringlopen. Voorbeelden van milieugerelateerde diensten zijn:

- a. fragmentatie van plantenresten, mineralisatie van organische stof en opbouw van een relatief stabiele fractie organische stof in de bodem.
 - b. het zelfreinigende vermogen van de bodem zodat verontreinigende stoffen afgebroken en gebonden worden. Een schone bodem en schoon grondwater zijn het resultaat.
 - c. het vermogen om water op te nemen, vast te houden en te transporteren. Dit is van belang voor zowel plantengroei, als voor de waterhuishouding.
 - d. het vermogen tot regulatie van het klimaat. Op kleine schaal zijn buffering van vocht en temperatuur en het filteren van lucht door vegetatie van belang. Op grote schaal speelt bijvoorbeeld de vastlegging van broeikasgassen een rol.
4. Habitatfunctie: De bodem biedt een gevarieerde leefruimte zodat structurele, genetische en functionele biodiversiteit behouden blijven. De habitatfunctie is geen 'ecosysteemdienst' in strikte zin, omdat ze niet direct gekoppeld is aan het gebruik van de bodem. Haar bestempeling als dienst vloeit voort uit de notie dat de maatschappij de intrinsieke waarden van de bodem dient te beschermen. Daarnaast herbergt de bodem nog veel eigenschappen die van nut zullen zijn voor onbenoemde ecosysteemdiensten en als toekomstige bron van biologisch en genetisch materiaal.

Deze set ecosysteemdiensten is noch compleet noch ingeperkt. Ze is voortgekomen uit een samenvatting van interviews met bodemgebruikers (Rutgers et al. 2005). Er zijn alternatieve combinaties (Faber et al. 2009, MA 2005). Ontbrekende ecosysteemdiensten kunnen nog worden toegevoegd. Het startpunt is dat alle ecosysteemdiensten belangrijk zijn. In een praktijk situatie kan vervolgens door bodemgebruikers op alle ruimtelijke schalen worden aangegeven welke ecosysteemdiensten de meeste aandacht moeten krijgen in het afwegingsproces naar een duurzamer bodembeheer.

MAATREGELEN TER VERBETERING VAN DE BIOLOGISCHE BODEMKWALITEIT

Als handreiking naar bodembeheerders heeft het ministerie van VROM referentiebeelden voor biologische bodemkwaliteit af laten leiden (RBB; Rutgers et al. 2007). Deze referentiebeelden kunnen gebruikt worden als oriëntatie hoe een goed bodemleven en de optimale bodem er uit kan zien, gegeven het bodemgebruik en de grondsoort. Het zijn als het ware richtingaanwijzers. De tien referentiebeelden zijn representatief voor de gangbare combinaties van grondsoort en bodemgebruik. Bij deze combinaties zijn nu ook bodembeheersmaatregelen geïnventariseerd die toegepast kunnen worden om meer profijt te hebben van de ecosysteemdiensten (Faber et al. 2009). Het bodemgebruik wordt dan minder afhankelijk van technologische ingrepen en een duurzamer bodembeheer komt daardoor dichterbij.

Tabel 1 toont een voorbeeld van een set maatregelen voor akkerbouw op zand. Elke ecosysteemdienst heeft zo zijn eigen pakket aan stimulerende maatregelen, maar velen komen ten goede aan meerdere diensten. Het toepassen van niet-kerende grondbewerking en het gebruik van licht materieel bijvoorbeeld zijn *no-regret* maatregelen die altijd goed uitpakken voor de bodemkwaliteit. Vruchtwisseling en toepassing van stikstofbindende groenbemesters werken goed voor natuurlijke bodemvruchtbaarheid en ziektevering. Soms kan ook sprake zijn van nadelige wisselwerking, bijvoorbeeld groenbemesters die bijdragen aan vastlegging van koolstof in de bodem, maar onder bepaalde omstandigheden de emissie van lachgas bevorderen, met een negatieve balans voor de uitstoot van CO₂-equivalenten (Faber et al. 2009). Voor een goede afweging vragen dergelijke *trade-offs* om verder onderzoek, maar dat laat onverlet dat het ruwe raamwerk er nu ligt en dat duurzaam bodembeheer in de praktijk kan worden uitgewerkt.

Voor het realiseren van transitie naar duurzaam bodembeheer zijn vaak specifieke ecosysteemdiensten van belang, al naar gelang het om bijvoorbeeld natuur, landbouw of de stedelijke omgeving gaat:

- de akkerbouw is wellicht meer dan andere gebruiksvormen gebaat bij een oriëntatie op de productieondersteuning. In de conventionele akkerbouw is de ont koppeling tussen het natuurlijke vermogen van de bodem om de productie te ondersteunen en het intensieve bodembeheer zeer groot. Dit uit zich bijvoorbeeld in lage gehalten organische stof in de bodem onder akkers (Rutgers et al. 2009).
- weerstand tegen stress en herstelvermogen zijn van belang voor agrarisch bodemgebruik, terwijl flexibiliteit van belang is voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond.
- de regulatie van organische stof (afbraak en opbouw) met daaraan gekoppeld bodemstructuurvorming en klimaatregulatie zijn belangrijke diensten:
 - voor de landbouw, vanwege intensieve bodembewerking, kunstmest-gebruik, en afvoer van plantaardig materiaal;
 - in de stad, vanwege de kunstmatige afvoer van dood organisch materiaal, bodemverdichting, en het grote oppervlak afgedekte bodem.

Het is uiteindelijk aan de bodemgebruiker zelf om te bepalen welke ecosysteemdiensten specifiek beheerd zouden moeten worden om er meer voordeel uit te kunnen halen, voor zichzelf en voor anderen.

VOLGENDE STAPPEN EN TOEKOMSTPERSPECTIEF

In de agrarische sector neemt de aandacht voor de bodem toe. Het stimuleringsprogramma agrobiodiversiteit en duurzaam bodembeheer (SPADE; Van Rijsingen 2009) is daar een voorbeeld van. Vooral is er sprake van toepassing van kennis

over ziekte- en plaagwering in demonstratieprojecten. De betekenis van agrobiodiversiteit voor regulatie van organische stof, nutriënten en water is nog betrekkelijk onbekend. Het zou goed zijn om met betrekking tot deze ecosysteemdiensten ook demonstratieprojecten te initiëren. Hier ligt een rol voor de overheden. Ecosysteemdiensten worden nog nauwelijks in concrete 'kosten en baten' uitgedrukt. De Nederlandse regering vindt het van groot belang dat ecosysteemdiensten zowel een maatschappelijke als een financiële waarde krijgen en dat bodemgebruikers in toenemende mate bereid zijn financieel bij te dragen aan de instandhouding van de (eigen) bronnen van bestaan. Daarom is in het Beleidsprogramma Biodiversiteit (Kamerstuk 26407, nr. 28, 14 maart 2008) 'betalen voor biodiversiteit' als één van de vier prioriteiten opgenomen om aan dit principe uitwerking te geven. Tijdens de internationale milieuconferentie CBD-COP9 (mei 2008) werd gesproken over het ontwikkelen van concrete instrumenten om maatschappelijke investeringen te doen in behoud en duurzaam gebruik van biodiversiteit en de daarmee samenhangende ecosysteemdiensten.

De stimulering van duurzaam bodembeheer staat nog aan het begin van de beleidscyclus: aan de orde is agendering en beleidsvoorbereiding op basis van kennisontwikkeling en het ontwikkelen van potentiële beleidsinstrumenten. In de praktijk is er nog weinig aandacht voor het benutten van ecosysteemdiensten, en projecten worden nog nauwelijks (mede)gefinancierd door

(indirect) belanghebbende partijen. Uit internationale ervaring blijkt dat projecten een betere kans maken op financiering wanneer ze worden gestoeld op het concept van ecosysteemdiensten, dan wanneer ze alleen gericht zijn op het nastreven van biodiversiteitsdoelen (Goldman et al. 2008).

LITERATUUR

- Faber, J.H., Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., Bloem, J., Lahr, J., Diemont, W.H., Braat, L.C. (2009) Ecosysteemdiensten en transitie in bodemgebruik; Maatregelen ter verbetering van biologische bodemkwaliteit; Rapport 1813, Alterra WUR, Wageningen, 150 pp.
- Goldman, R.L., Tallis, H., Kareiva, P., Daily, G.C. (2008) Field evidence that ecosystem service projects support biodiversity and diversify options. PNAS 105: 9445-9448.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and human well-being. Summary for decision makers. Washington.
- Rutgers, M., Mulder, C., Schouten, A.J., Bloem, J., Bogte, J.J., Breure, A.M., Brussaard, L., De Goede, R.G.M., Faber, J.H., Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., Keidel, H., Korthals, G., Smeding, F.W., Ter Berg, C., Van Eekeren, N. (2007) Typeringen van bodemecosysteem in Nederland met tien referenties voor biologische bodemkwaliteit. Rapport 607604008, RIVM, Bilthoven.
- Rutgers, M., Mulder, C., Bloem, J., Schouten, A.J., Brussaard, L. (2008) Biodiversiteit van de bodem in beeld – 10 jaar meten aan biologische bodemkwaliteit. Bodem 18(4): 20-23.
- Rutgers, M., Schouten, A.J., Bloem, J., Van Eekeren, N., De Goede, R.G.M., Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., Van der Wal, A., Mulder, C., Brussaard, L., Breure, A.M. (2009) Biological measurements in a nationwide soil monitoring network. European Journal of Soil Science 60: 820-832.
- Van Rijsingen, P. (2009) Kennis van de koude grond. Bodem 19(3): 27-28.
- Van Wensem, J., Faber J.H. (2007). Ecosysteembenadering als innovatief concept voor bevordering van duurzame bodemkwaliteit. Bodem 17(4): 153-156.

Ecosysteemdienst	Maatregel (geclusterd)	Effect op bodemkwaliteit
1. Nutriëntenretentie en -levering	Mesttype / organische mest	Met organische mest meer nutriëntenlevering (N mineralisatie), meer bacteriën, meer regenwormen
	Bemestingsniveau	Met minder mest meer schimmels, meer schimmelende mijten, betere nutriëntenretentie
	Mest bovengronds / ondergronds	Onderwerken van mest geeft minder vervluchtiging van ammoniak (N retentie)
2. Bodemstructuur	Vruchtwisseling (incl. gras, vlindebloemigen en vanggewassen)	Betere nutriëntenretentie, behoud van organische stof en bodemleven
	Gereduceerde/geen kerende grondbewerking	Meer en stabielere microaggregaten; constant porievolume in de tijd; minder verslemping; betere berijdbaarheid; meer bioporiën op 40 cm –mv.
	Verdichting voorkomen	Betere doorluchting, afwatering en wortelgroei
3. Ziekte en plaagwering	Mesttype / org mest (vaste mest, compost, groenbemester)	Vooraf vaste mest en compost geven betere bodemstructuur (meer aggregaten), rijker bodemleven en hoger % organische stof.
	Toevoegen organische stof/compost	Compost of gerijpte organische stof toevoegen aan de bodem enkele maanden voor het inzaaien of poten. Compostkwaliteit en geschiktheid van tevoren vaststellen en/of laten testen. Compost werkt tegen schimmelziekten. Zure mest werkt waarschijnlijk tegen schurft. Groenbemesting biedt mogelijk kansen tegen aaltjes- en schimmelziekten, maar dit dient per situatie eerst getest te worden.
	Vruchtwisseling/gewastype	Ruime rotatie, bij voorkeur van 3 jaar. Gras of gras/klaver mengsel opnemen in rotatie is gunstig tegen bepaalde bodempathogenen (Rhizoctonia in suikerbiet en kool). In sommige gevallen kan continueelt echter het beste voor ziektevermindering zijn (bij Rhizoctonia in tarwe en bloemkool).
4. Weerstand tegen stress	Grondbewerking	Voor grondbewerking zijn op basis van de beschikbare literatuur geen eenduidige aanbevelingen te geven om de ziektevermindering te verhogen. Trips plagen kunnen bestreden worden door grondbewerking (vóór december).
	Organische mest, vruchtwisseling, geen bestrijdingsmiddelen	Weerstand neemt toe bij alle maatregelen die organische stof en biodiversiteit bevorderen
	5. Flexibiliteit	Vruchtwisseling, organische mest, gewas, rotatie
6. Opbouw en afbraak organische stof	Gereduceerde/geen grondbewerking	Meer organische stof in bovenste 10 cm bouwvoor; meer microbiële activiteit; meer regenwormen. Over de hele bouwvoor minder afbraak en beter behoud van organische stof, dus meer voedsel voor bodemleven
	Organische mest	Meer organische stof in bouwvoor; schimmels en fungivoren nemen toe bij niet te veel en vaste mest)
	Vruchtwisseling / groenbemester	Gunstig voor bodemleven en behoud organische stof
	Bekalken	Te veel kalk versnelt afbraak organische stof
7. Zelfreinigend vermogen	Organische mest, vruchtwisseling, geen bestrijdingsmiddelen	Zelfreinigend vermogen wordt bevorderd door alle maatregelen die organische stof en biodiversiteit bevorderen.
8. Waterregulatie	Verdichting voorkomen	Behoudt bodemleven en bodemstructuur, waardoor betere waterhuishouding.
	Minder / geen grondbewerking	Beter drainage; betere vochtvoorziening
	Mesttype / organische mest vruchtwisseling, groenbemester	Bevordert organische stof, bodemleven en bodemstructuur
9. Klimaatfuncties	Mesttype / organische mest vruchtwisseling, groenbemester, minder grondbewerking (niet kerend)	Betere vastlegging van C en N, minder broeikasgassen

TABEL 1. MAATREGELEN GERICHT OP HET BEVORDEREN VAN ECOSYSTEEMDIENSTEN DIE KUNNEN BIJDAGEN AAN EEN DUURZAME AKKERBOUW OP ZANDGROND. DEZE TABEL IS OVERGENOMEN UIT FABER ET AL. (2009).