

Antwoord: als onderdeel van bodemkwaliteit is ziekteverendheid een belangrijk aspect. Dit wordt echter pas erg belangrijk als alle andere condities binnen het optimale traject liggen. Hierbij moet bijvoorbeeld gedacht worden aan de fysische aspecten van de bodem.

Vraag: hoe moet organische stof eruit zien wil het een goede ziekteverende werking hebben?

Antwoord: het materiaal mag niet vlak voor het planten toegediend worden. Ook hier wordt een tegenstrijdigheid geconstateerd, omdat vanuit nutriëntefficiëntie de periode tussen toediening van de organische component en zaaien/planten zo kort mogelijk dient te zijn.

Opmerking: er wordt nogal de nadruk gelegd op ziekteverend vermogen van de bodem. Het gaat ook om het herstelvermogen van de bodem nadat er een 'calamiteit' opgetreden is. Dit kan zijn in de vorm van een ziekte, bodempathogeen, maar ook door bijvoorbeeld een grondbewerking onder te natte omstandigheden. Het herstelvermogen van de grond is een belangrijk onderdeel van bodemkwaliteit.

## 2.4 Bodemkwaliteit en het bedrijfssystemenonderzoek

*Janjo de Haan, PPO-AGV, Postbus 430, 8200 AK, Lelystad*

### Het bedrijfssystemenonderzoek in een notendop

In het bedrijfssystemenonderzoek wordt gewerkt aan het ontwikkelen van duurzame bedrijfssystemen, zowel geïntegreerd als biologisch. Duurzaam zowel:

- ecologisch, met geen of beperkte schade aan de het milieu;
- sociaal-economisch, met goed financieel resultaat en een gezonde werkomgeving, als
- agronomisch met goede opbrengsten.

Het onderzoekstechnische doel van het bedrijfssystemenonderzoek is het combineren en integreren van kennis uit diverse vakgebieden tot een compleet systeem met betere prestaties. Manco van deze methode is dat het vaak moeilijk is om effecten te kwantificeren van afzonderlijke maatregelen.

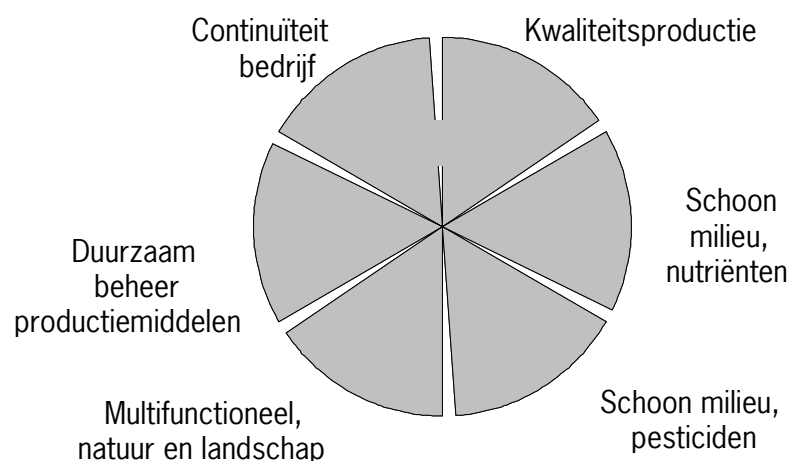
Het bedrijfssystemenonderzoek is regionaal van opzet, voorbeelden worden per regio ontwikkeld die homogeen zijn voor grondsoort en bedrijfstype. Vergelijkingen over regio's heen worden daarom slechts beperkt gemaakt.

Het bedrijfssystemenonderzoek is een proces van analyse, ontwerp, testen en verbeteren en verspreiding.

- In de analysefase worden de sterke en zwakke punten en kansen en bedreigingen op een rij gezet
- De analyse vormt de basis voor het ontwerp waarin doelen worden geformuleerd, bedrijfsmethoden worden (her)ontworpen en geïntegreerd tot een theoretisch prototype. De belangrijkste bedrijfsmethoden zijn *vruchtwisseling*, *nutriëntenbeheer*, *gewasbescherming*, *grondbewerking* en *natuurbeheer*.
- Testen en verbeteren houdt in: een aantal jaren het ontwerp testen in de praktijk en meten in hoeverre de doelen gehaald worden. Waar doelen niet gehaald worden wordt het ontwerp bijgesteld.
- Verspreiding is het uitdragen van de resultaten naar buiten door middel van o.a. demonstraties.

Bedrijfssystemen worden beoordeeld op een zestal thema's die zijn onderverdeeld in maatstaven (zie Figuur 1). Aan de maatstaven worden zware eisen gesteld. Een beperkte set maatstaven moet een compleet beeld van het bedrijfssysteem geven. Een maatstaf moet beïnvloedbaar zijn door de bedrijfsmethoden en moet eenvoudig meetbaar zijn. Daarnaast moet er een onderbouwde streefwaarde aan de maatstaf gekoppeld worden.

In de metingen en waarnemingen kan ook onderscheid gemaakt worden tussen de operationele en de tactische/strategische metingen en waarnemingen. De eerste worden gedaan om te bepalen of een handeling of bewerking nodig is. De tweede worden gedaan ter beoordeling van het systeem.



Figuur 1. Thema's in het bedrijfssystemenonderzoek.

### Rol van de bodem in een bedrijfssysteem

De bodem is één van de productiefactoren in een bedrijfssysteem. Eén van de belangrijkste en één die over het algemeen moeilijk te beïnvloeden is. De kwaliteit van de bodem wordt in het bedrijfssystemenonderzoek beoordeeld in het thema *duurzaam beheer productiemiddelen*. Dit thema omvat naast de bodem ook de productiemiddelen water en energie. In Tabel 1 staat een overzicht van de maatstaven en streefwaarden die tot nu toe gehanteerd worden voor de kwantificering van het begrip bodemkwaliteit.

Tabel 1. Maatstaven en streefwaarde binnen het thema *duurzaam beheer productiemiddelen*.

Maatstaf	Dimensie	Streefwaarde
Pw	Pw	20-30
K-getal	K-getal	18-29
Organische-stofbalans	-	>1

Uit Tabel 1 blijkt dat vooral de bodemchemische kant wordt beoordeeld met Pw, K-getal. Niveaus van overige nutriënten worden waar nodig wel gemeten (zwavel, magnesium, calcium, etc) maar zijn in het algemeen van onvoldoende belang om op te nemen als maatstaf.

De bodembioologische en bodemfysische kant worden slechts voor een klein deel beoordeeld met de organische-stofbalans. Dit is dan ook nog een riskante maatstaf gezien het feit dat onduidelijk is wat een gewenst organische-stofgehalte is van een bodem en wat de precieze afbraaksnelheid is van organische stof. Normaal wordt dan ook als doel uitgegaan van handhaving van het huidige niveau. Er worden geen directe relaties gekwantificeerd of geschat tussen organische-stofbalans/gehalte en andere zaken (mineralisatie, vochtbergend vermogen, etc).

Wat betreft de bodembioologie worden plantparasitaire aaltjesniveaus wel bepaald (met name op zandgronden) maar door het ontbreken van harde schaderelaties konden objectieve maatstaven niet ontwikkeld worden. Daarnaast is per locatie het belang van plantparasitaire aaltjes erg verschillend.

Schade door aaltjes uit zich wel in de kwaliteitsproductie en in het (her)ontwerp van het systeem wordt met een kwalitatieve benadering wel rekening gehouden met aaltjesniveaus. Overige bodemgebonden ziekten en plagen of onkruiddruk worden niet systematisch bepaald (soms wel voor het bepalen van de noodzaak van een bestrijding).

Wat betreft de bodemfysische kant wordt er weinig bepaald door gebrek aan operationele kwantitatieve meetmethoden gekoppeld aan strategieën om de bodemfysische eigenschappen zo te verbeteren dat dit een duurzamere productie oplevert.

In andere thema's zijn maatstaven opgenomen die deels beïnvloed worden door de bodem of anderzijds de bodem kunnen beïnvloeden:

- kwaliteit en kwantiteit van de productie in het thema *kwaliteitsproductie*,
- overschotten en uitspoeling in het thema *schoon milieu, nutriënten*,
- emissie naar de bodem (BRI<sup>1</sup>-bodem) en schade aan het bodemleven (MBP<sup>2</sup>-bodemleven) door pesticiden in het thema *schoon milieu, pesticiden*
- uren handwieden in het thema *continuïteit van het bedrijf*

### Beïnvloeding van de bodem door de bedrijfsmethoden

Bodemkwaliteit wordt met name beïnvloed door de bedrijfsmethoden *vruchtwisseling, nutriëntenbeheer* en *grondbewerking*. Daarnaast hebben de methoden *gewasbescherming* en *natuurbeheer* een zwakke relatie met bodemkwaliteit. Zie hiervoor Figuur 2.

#### *Vruchtwisseling*

Vruchtwisseling is de centrale methode in het ontwerp van bedrijfssystemen. Enerzijds bepaalt de bodem welke gewassen verbouwd kunnen worden, anderzijds bepaalt de vruchtwisseling met de keuze van gewassen, frequentie en plaats in de rotatie grotendeels de prestaties van een systeem en de ontwikkeling van de bodem. Voorbeelden zijn:

- Een afwisseling van rooivruchten en maaivruchten zorgt ervoor dat jaren met een grote aanslag op de bodemstructuur gevolgd worden door een rustjaar, een jaar waarin de structuur zich kan herstellen.
- Ook door diep wortelende gewassen en groenbemesters te telen wordt een goede bodemstructuur zoveel mogelijk gegarandeerd en worden nutriëntenverliezen beperkt.
- Door grenzen te stellen aan de frequentie waarin gewassen (ook groenbemesters) of verwante gewassen (families) geteeld worden, worden met name problemen met bodemgebonden ziekten en plagen te voorkomen.
- Onkruid kan onderdrukt worden door slecht concurrerende gewassen af te wisselen met snelle en goede bodembedekkers.

#### *Nutriëntenbeheer*

Een optimaal nutriëntenbeheer garandeert een goede chemische bodemvruchtbaarheid en beperkt nutriëntenverliezen. In eerste instantie wordt gekeken naar niet-bemestingsbronnen als depositie, fixatie en mineralisatie uit gewasresten/groenbemesters/bodem. Wanneer dit de nutriëntenbehoefte niet dekt, wordt het verschil aangevoerd met meststoffen. Oogstresten- en groenbemesterbeheer en mestkeuze hebben grote invloed op de organische-stofhuishouding. De bemesting (kunstmest en organische mest) dient de chemische bodemvruchtbaarheid op peil te houden.

---

<sup>1</sup> BRI = Blootstellings Risico Index

<sup>2</sup> MPB = Milieu Belastings Punten

*Grondbewerking*

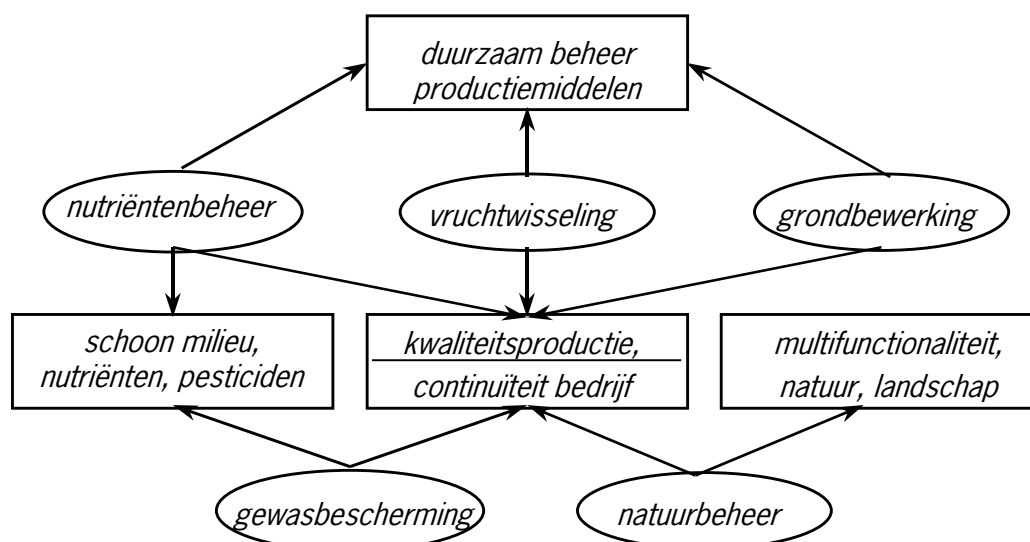
Door een goed afgewogen keuze van type en timing van de (hoofd)grondbewerking wordt met name een goede bodemstructuur gegarandeerd.

*Gewasbescherming*

De gewasbeschermingsstrategie bestaat uit preventie, vaststellen van de noodzaak van bestrijding en bestrijding. Preventie wordt met name ingevuld door de vruchtwisseling, vaststellen van de bestrijdingsnoodzaak houdt meten in (bijv. van aaltjes). In de bestrijding wordt de voorkeur gegeven aan niet chemische methodes zoals een jaar braak bij te hoge aaltjesniveaus. Wanneer chemisch ingegrepen moet worden speelt de emissie (naar de bodem; BRI-bodem) en schade (aan bodemleven; MBP-bodemleven) van de middelen een belangrijke rol. De middelen met de laagste emissie en schade worden gekozen.

*Natuurbeheer*

Door gericht te werken aan natuurbeheer wordt de biodiversiteit op het bedrijf verhoogd. De invloed van deze biodiversiteit aan de beheersing van (bodembebonden) ziekten en plagen is nog relatief onbekend.



Figuur 2. Thema's en hun relatie met de bedrijfsmethoden.

**Voorbeelden van systeemeffecten op bodemkwaliteit***Biologische bemesting*

Afstemmen van aanvoer van nutriënten op de nutriëntenbehoeften van biologische systemen is moeilijk: het reguleren van de N-behoefte met groenbemesters, fixatie, gewasrestenbeheer zijn tot op zekere hoogte afhankelijk van de locatie, de P-, K-behoefte moet grotendeels uit mest komen. Meestal zijn de verhoudingen van de behoefte niet afgestemd op de verhoudingen in de mest. Dit kan tot onevenwichtigheid in de bodemvruchtbaarheid leiden. Omdat de P-behoefte leidend is bij het opstellen van het bemestingsplan zal met name de kalivoorraad toenemen (Tabel 2).

Tabel 2. K-overschotten en K-getal.

	Grondsoort	K-overschot kg/ha	K-getal		
			begin	eind	aantal jaar
OBS BIO	Klei	63	15	25	9
Vredepeel BIO	Zand	146	8	13	7
Kooijenburg BIO	Zand	171	15	19	4
Streefwaarde	Klei	40	20	30	
	Zand	40	11	19	

#### Nutriëntenbeheer versus aaltjesbeheersing

Toch is het P-overschot op de zandlocaties ook boven de streefwaarde. Dit komt doordat via andere bronnen dan mest te weinig stikstof in het systeem gebracht kan worden. Groenbemesters, met name vlinderbloemigen, leidden in veel gevallen tot onaanvaardbare risico's voor aaltjesvermeerdering. Daarnaast blijken veel groenbemesters niet goed te slagen (onkruiddruk, vochttekort, ...).

Twee voorbeelden van afweging nutriëntenbeheer of aaltjesbeheersing van Vredepeel:

- BIO 2000-2001: Klaveronderzaai in triticale deels mislukt door onkruiddruk en ondergewerkt. Eén strook blijven staan. Volgende jaar duidelijk hogere aantallen *Pratylenchus penetrans* in strook met klaver, zoals te verwachten. In volggewas aardappel (kans op schade matig) geen schade door aaltjes zichtbaar, duidelijk hogere niveaus in bladsteeltjesopbrengst 3 ton hoger (48 ton/ha) maar met 12 punten lager onderwatergewicht (311).
- GI 2001-2002: Conservenerwt-tagetes i.p.v. Conservenerwt-stamslaboon ter verlaging van uitspoeling en ter bestrijding van *Pratylenchus Penetrans*. N-min november een stuk lager: 12 kg/ha tegenover 73 kg/ha, ook uitspoeling lager (geen cijfers beschikbaar). Dit jaar bleek een hoge aantasting met trichodoriden, welke zichtbare schade gaven in het volggewas aardappel, terwijl in de bemonstering van vorig jaar vrijwel niets aanwezig was. De aardappelen zijn nog niet geoogst.

#### Opname gras-klaver in biologische rotatie OBS<sup>3</sup> in plaats van graan

Op kleigronden is de opname van vlinderbloemigen in de rotatie geen probleem omdat aaltjes een beperkte rol spelen. In 1998 is besloten gras-klaver te gaan telen in het biologische systeem voor een geitenhouder in ruil voor mest. Opname van gras-klaver bleek een gouden greep op een aantal punten:

- Onkruidonderdrukkende werking met name voor wortelonkruiden. Levert een schone uitgangssituatie voor het moeilijke gewas zaaiuien: handwiedwerk in zaaiuien is gedaald sinds opname van gras-klaver van 250 uur/ha naar 80 uur/ha.
- Stijging van de uienopbrengst van ongeveer 41 ton/ha naar ongeveer 54 ton/ha door betere stikstoflevering, minder beschadigingen door onkruidbestrijding en vroegere zaaidatum
- Daling van het stikstof- en kalioverschot door vermindering van de mestbehoefte, stikstofoverschot gedaald van 98 naar 79 kg/ha, kalioverschot gedaald van 80 naar 63 kg/ha.

Een klein deel van de veranderde prestaties is toe te schrijven aan andere wijzigingen in de strategieën dan de opname van gras-klaver in de rotatie.

#### Vergelijking van de OBS biologisch (BIO) en geïntegreerd (GI)

Verskil in bodemkwaliteit tussen systemen door verschil in management betekent een verschil in prestaties. De vraag is: wat is beter en slechter.

- OBS BIO: alleen vaste mest, lage aanvoer van N uit mest, veel vlinderbloemigen en groenbemesters, relatief hoog organische-stofgehalte geeft relatief hoog overschot door lage N-

<sup>3</sup> Proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfs-Systemen (Nagelen)

werkzaamheid en relatief veel mineralisatie (schatting) en relatief hoge uitspoeling (minder beheersbare N-bemesting).

- OBS GI: drijfmest en kunstmest, hoge aanvoer van N uit mest, weinig groenbemesters, relatief laag organische-stofgehalte geeft relatief laag overschot door hoge afvoer en hoge werkzaamheid en relatief lage uitspoeling.

Cijfers verschillen van beeld in praktijk door optimaal management OBS in beide systemen.

Tabel 3. *Vergelijking van de stikstofbalans van de OBS biologisch (BIO) en geïntegreerd (GI).*

	Eenheid	BIO	GI
Aanvoer totaal	kg/ha	206	185
waarvan kunstmest	kg/ha	0	61
waarvan dierlijke mest	kg/ha	98	81
waarvan fixatie	kg/ha	66	0
Afvoer	kg/ha	127	143
Overschot	kg/ha	79	42
N-drainwater	ppm	42	28
Organische-stofgehalte	%	2,6	2,3

### Discussie naar aanleiding van de presentatie

Vraag: hoe wordt de chemische bodemvruchtbaarheid afgestemd op de wensen van het gewas?

Antwoord: de behoefte van het gewas aan stikstof en fosfaat is sturend voor de bemesting met dierlijke mest. Hierdoor hoopt zich kali op in de bodem en dit kan een negatief effect hebben op de emissies.

Vraag: is het systeem onlangs nog gemoderniseerd?

Antwoord: het systeem wordt zo veel mogelijk afgestemd op de omgeving. Voor de beheersing van onkruiden en het verhogen van de bodemvruchtbaarheid is recentelijk gras-klaver als kunstweide opgenomen.

Vraag: is er een inventarisatie uitgevoerd bij de bedrijven in de regio om deze te evalueren aan de hierboven genoemde aspecten van duurzaamheid? Zijn de bedrijven duurzaam?

Antwoord: ja, sommige bedrijven zijn duurzaam.

Vraag: moet een regio duurzaam zijn of gelden de streefwaarden voor ieder individueel bedrijf?

Antwoord: ieder bedrijf moet aan de streefwaarden voor duurzaamheid voldoen.

Vraag: is er een prioriteitlijst aan te geven die gehanteerd wordt als het gaat om de hier genoemde aspecten van bodemkwaliteit? Hoe ziet de 'top drie' eruit?

Antwoord: voor zandgrond is de top drie als volgt: 1. plantparasitaire aaltjes en bodemziekten: de vruchtwisseling wordt hieraan aangepast; 2. nutriëntenbehoefte en beperking van ongewenste emissies: hier wordt in de bemesting alswel in de rotatie en de inzet van groenbemesters een optimum gezocht; 3. onkruidbeheersing is een zeer belangrijk aspect van bodemkwaliteit, ook hier wordt zo mogelijk met de vruchtwisseling op geanticipeerd. Het streven is naar een win-win situatie omdat in bedrijfsystemenonderzoek er vaak conflicterende belangen liggen.