

RIVM rapport 607604004 / 2002

**Bodemleven, bodemkwaliteit en duurzaam
bodembebruik**

Verslag van de workshop 3 oktober 2002

M. Rutgers¹, J. Bloem² en K. Groeneveld¹ (eds.)

¹ Laboratorium voor Ecotoxicologie, RIVM, Bilthoven

² Afdeling Water en Milieu, Alterra, WUR,
Wageningen

W A G E N I N G E N U R

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Directoraat-Generaal Milieubeheer, afdeling Bodem, Water en Landelijk gebied, in het kader van project 607604, Bodemecosystemen, monitoring, databeheer en integratie. De bijdrage van Alterra werd geleverd in het kader van het LNV programma Agrobiodiversiteit (352).

RIVM, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven, telefoon: 030 - 274 91 11; fax: 030 - 274 29 71

Abstract

3 October 2002 a workshop was held entitled 'Life in the soil, soil quality, and sustainable land-use' (in Dutch: Bodemleven, bodemkwaliteit en duurzaam bodemgebruik). The workshop was organised by Wageningen University and Research Center, and the National Institute for Public Health and the Environment, under the authority of the Dutch ministries of Agriculture, Nature Management and Fisheries, and Public Housing, Spatial Planning and the Environment. The aim of the workshop was to discuss developments in sustainable land-use and soil ecosystems with policymakers and scientists, in order to adjust current research projects.

During almost 5 years, the so-called Biological Indicator for Soil Quality (BiSQ) is used for making an inventory of the soil ecosystem in the Netherlands, for example in the Dutch Soil Quality Network (DSQN). The first results indicate explicit relationships between intensity and type of land-use and changes in the soil ecosystem in agricultural areas (e.g. loss of biodiversity of soil organisms). This information is important for policy-making and land-management (for example farmers). The soil ecological data can be used to solve the questions from land management and soil policy. Current needs can lead to adjustments in the BiSQ and the monitoring program, possibly in the following directions:

1. Extension of the set of locations in the DSQN in order to include more combinations of land-use and soil-type.
2. Restructuring of the BiSQ in order to develop an instrument which can be used for site-specific measurements e.g. for farmers, and for local and regional authorities.
3. Attention is needed for indicators to quantify the potency for land-use change and relationship with sustainable land-use.

Voorwoord

Dit rapport bevat de weergave van de workshop van 3 oktober 2002 met de titel 'Bodemleven, bodemkwaliteit en duurzaam bodemgebruik'. De bijdragen van de sprekers in de vorm van hun sheets en dia's zijn integraal in dit rapport opgenomen (hoofdstuk 10). Wij danken hen hierbij voor hun actieve inbreng in de workshop en de toestemming om hun sheets en dia's af te drukken in dit rapport. Tevens zijn samenvattingen opgenomen van elke bijdrage, van de algemene discussie en van interviews met potentiële gebruikers. Nadere informatie over de diverse presentaties kan worden verkregen bij de auteurs:

Prof. Dr. L. Brussaard, WUR	e-mail: lijbert.brussaard@wur.nl
Prof. Dr. P.C. de Ruiter, UU	e-mail: p.deruiter@frw.ruu.nl
Dr. M. Rutgers, RIVM	e-mail: michiel.rutgers@rivm.nl
Drs. A.J. Schouten, RIVM	e-mail: aj.schouten@rivm.nl
Dr. J. Bloem, WUR	e-mail: j.bloem@alterra.wag-ur.nl
Dr. A.M. Breure, RIVM	e-mail: ton.breure@rivm.nl
Drs. J.M. Brand, LNV	e-mail: j.m.brand@dl.agro.nl
Drs. N.H.S.M. de Wit, VROM	e-mail: niek.dewit@minvrom.nl
Ir. N. van Eekeren, Louis Bolk Instituut	e-mail: n.van.eekeren@louisbolk.nl

Inhoud

Abstract	2
Voorwoord	3
Samenvatting	6
1. Inleiding	7
2. Programma	9
3. Samenvatting van de workshop	11
3.1 <i>Opening - Prof. Dr. Lijbert Brussaard (WUR)</i>	11
3.2 <i>Biodiversiteit en duurzaamheid in bodemecosystemen - Prof. Dr. Peter de Ruiter (UU)</i>	11
3.3 <i>Initiatieven en ontwikkelingen in de bodembiologische indicator - Drs. Ton Schouten (RIVM)</i>	11
3.4 <i>Organismen, nutriëntenkringlopen en bodemkwaliteit - Dr. Jaap Bloem (Alterra)</i>	12
3.5 <i>Van data naar indicatoren: bodemleven vertalen naar beleidsinstrumenten - Dr. Ton Breure (RIVM)</i>	12
3.6 <i>Agrobiodiversiteit en visies van LNV - Drs. Hans Brand (LNV)</i>	13
3.7 <i>Ecologie i.r.t. duurzaam bodemgebruik en visies van VROM - Drs. Niek de Wit (VROM)</i>	13
3.8 <i>Visie vanuit de biologische landbouw - Ir. Nick van Eekeren (Louis Bolk Instituut)</i>	14
4. Discussie	15
5. Aanbevelingen	17
6. Kort literatuuroverzicht en perspectieven	19
7. Nagesprekken	21
7.1 <i>Drs. Niek de Wit (VROM)</i>	21
7.2 <i>Drs. Hans Brand (LNV)</i>	21
7.3 <i>Drs. Arthur Eijs (VROM)</i>	21
7.4 <i>Dr. Annemarie van Wezel (RIVM)</i>	22
7.5 <i>Ir. Nick van Eekeren (Louis Bolk Instituut)</i>	22
Referenties	23
Bijlage 1. Publicaties over BoBI	25

Bijlage 2. Sheets en dia's bij de presentaties	29
<i>Bijlage 2.1. Opening – Prof. Dr. Lijbert Brussaard (WUR)</i>	29
<i>Bijlage 2.2. Biodiversiteit en duurzaamheid in bodemecosystemen - Prof. Dr. Peter De Ruiter (UU)</i>	34
<i>Bijlage 2.3. Initiatieven en ontwikkelingen in de bodembiologische indicator - Drs. Ton Schouten</i>	47
<i>Bijlage 2.4. Organismen, nutriëntenkringlopen en bodemkwaliteit - Dr. Jaap Bloem</i>	56
<i>Bijlage 2.5. Van data naar indicatoren: bodemleven vertalen naar beleidsinstrumenten - Dr. Ton Breure</i>	68
<i>Bijlage 2.6. Agrobiodiversiteit en visies van LNV - Drs. Hans Brand</i>	81
<i>Bijlage 2.7. Ecologie i.r.t. duurzaam bodemgebruik en visies van VROM - Drs. Niek de Wit</i>	86
<i>Bijlage 2.8. Visie vanuit de biologische landbouw - Ir. Nick van Eekeren</i>	92
<i>Bijlage 2.9. Hoe verder?</i>	101
Bijlage 3. Verzendlijst	105

Samenvatting

Op 3 oktober 2002 werd een workshop gehouden met de titel ‘Bodemleven, bodemkwaliteit en duurzaam bodemgebruik’ georganiseerd door Wageningen Universiteit en Researchcentrum (WUR) en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), in opdracht van de Ministeries LNV en VROM. Het doel van de workshop was de ontwikkelingen op het gebied van duurzaam bodembeheer en bodemecosystemen te bespreken en de onderzoeksactiviteiten van WUR en RIVM af te stemmen op de wensen van de gebruikers en opdrachtgevers.

Gedurende bijna 5 jaar wordt op een gestandaardiseerde wijze de bodemecologie in Nederland geïnventariseerd via de zogenaamde Bodembiologische Indicator (BoBI), onder andere in het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB). De eerste resultaten laten zien dat er relaties gelegd kunnen worden tussen (intensiteit van) het bodemgebruik en veranderingen in het bodemecosysteem bij landbouwkundig grondgebruik. Deze informatie is van belang voor het beleid op het gebied van duurzaam bodembeheer en voor de lokale bodembeheerder (bijvoorbeeld de boer). De gegevens uit de inventarisatie zijn bruikbaar om de vragen die bij het bodembeheer en bodembeleid leven, te beantwoorden. Tevens is de verwachting dat de actuele vragen zullen leiden tot aanpassingen in de technische uitvoering van BoBI binnen het meetprogramma, in drie richtingen:

1. Buiten de locaties van het LMB zijn metingen noodzakelijk om tot landsdekkende beelden te komen voor wat betreft aanvullende combinaties van bodem en landgebruik,
2. Aanpassing van BoBI zodat de indicator geschikt wordt voor locatiespecifiek gebruik door bodembeheerders (boeren, bevoegd gezag, t.b.v. gebiedsgericht beleid),
3. Bij de potentiële gebruikers is de wens naar voren gekomen om de veranderbaarheid van het bodemgebruik in beeld te (kunnen) brengen.

1. Inleiding

Op 3 oktober 2002 werd een workshop gehouden met de titel ‘Bodemleven, bodemkwaliteit en duurzaam bodemgebruik’ georganiseerd door WUR en RIVM, in opdracht van de ministeries LNV en VROM. Ongeveer 35 genodigden waren aanwezig om de stand van zaken op het gebied van bodemecologie en duurzaam (landbouwkundig) bodemgebruik te vernemen en mee te discussiëren over gewenste ontwikkelingen en toekomstige onderzoek ten behoeve van het bodembeleid en bodembeheer.

Dit rapport presenteert achtereenvolgens het programma, een samenvatting van de workshop, een samenvatting van gesprekken die met VROM en LNV na de workshop gehouden zijn, de sheets en dia's van de presentaties, de lijst van deelnemers en andere betrokkenen (zie verzendlijst) en een lijst met publicaties van BoBI.

2. Programma


ALTERRA

RESEARCH INSTITUUT VOOR DE GROENE RUIMTE

WAGENINGEN UR

workshop

Bodemleven, bodemkwaliteit, duurzaam bodemgebruik

Georganiseerd door Wageningen UR en RIVM

Datum: 3 oktober 2002

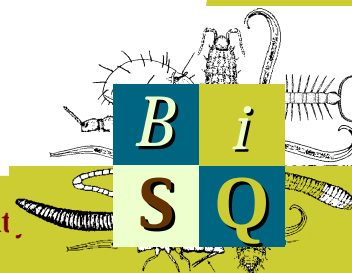
Plaats: Hoog Brabant. Radboudwartier 23 (in Hoog Catherijne), Utrecht

De afgelopen 5 jaar heeft een team van Alterra, Wageningen Universiteit en RIVM op ongeveer 300 locaties in Nederland de bodembioïlogie gekarakteriseerd (Schouten et al. 2001, RIVM rapport 607604002). Het protocol voor een bodembioïlogische indicator (BoBI) werd ongeveer 5 jaar geleden voorgesteld door een groep deskundigen (Schouten et al. 1997, RIVM rapport 712910005). Het doel van het onderzoek is ondersteuning te bieden aan het natuur- en milieubeleid op het gebied van de agrobiodiversiteit en duurzaam bodemgebruik, bijvoorbeeld bij het ontwikkelen van kwaliteitsdoelstellingen of het vaststellen van trends. Eind 2003 zal de eerste meetronde voltooid worden; een goed moment om stil te staan bij de behaalde resultaten en ons te bezinnen op het vervolg – biodiversiteit in het beleid en BoBI na 2003!

- | | |
|---------------|---|
| 9.30 – 10.00 | Ontvangst met koffie |
| 10.00 – 10.05 | Welkom door dagvoorzitter
<i>Prof. Dr. Lijbert Brussaard, Bodemkwaliteit, Wageningen UR</i> |
| 10.05 – 10.30 | Biodiversiteit en duurzaamheid in bodemecosystemen
<i>Prof. Dr. Peter de Ruiter, Milieukunde, Universiteit Utrecht</i> |
| 10.30 – 11.00 | Initiatieven en ontwikkelingen in de bodembioïlogische indicator
<i>Drs. Ton Schouten, RIVM, Bilthoven</i> |
| 11.00 – 11.15 | Pauze |
| 11.15 – 11.45 | Organismen, nutriëntenkringlopen en bodemkwaliteit
<i>Dr. Jaap Bloem, Alterra, Wageningen UR</i> |
| 11.45 – 12.15 | Van data naar indicatoren: bodemleven vertalen naar beleidsinstrumenten
<i>Dr. Ton Breure, RIVM, Bilthoven</i> |
| Lunch | |
| 13.15 – 13.45 | Agrobiodiversiteit en visies van LNV
<i>Ir. Jaap Verhulst, LNV Drs. Hans Brand, LNV
En anderen</i> |
| 13.45 – 14.15 | Ecologie i.r.t. duurzaam bodemgebruik en visies van VROM
<i>Drs. Niek de Wit, VROM
Drs. Arthur Eijs, VROM
Dr. Ir. Sandra Boekhold, VROM
En anderen</i> |
| 14.15 – 14.45 | Visie vanuit de biologische landbouw
<i>Ir. Nick van Eekeren, Louis Bolk Instituut, Driebergen
En anderen</i> |
| 14.45 – 15.00 | Pauze |
| 15.00 – 15.45 | Hoe verder? Discussie op hoofdlijnen met varianten
Afsluiting met borrel |

 Opgave: e-mail j.bloem@alterra.wag-ur.nl of michiel.rutgers@rivm.nl
rivm

 National Institute
for Public Health and
the Environment

Biological Indicator for Soil Quality


3. Samenvatting van de workshop

3.1 Opening - Prof. Dr. Lijbert Brussaard (WUR)

Lijbert Brussaard was de dagvoorzitter. Hij vertelde wat de doelstelling van deze dag was en hoe die bereikt moest worden. De workshop ging over duurzaamheid van het bodemgebruik, waarbij functionaliteit (van processen in de bodem), veerkracht (tegen ongewenste invloeden) en veranderbaarheid (naar nieuwe gebruiksdoelen) een rol spelen.

In de Wet Bodembescherming staat dat de functionaliteit van de bodem voor mens, plant en dier niet achteruit mag gaan. Het onderzoek ten behoeve van de ontwikkeling van de Bodembio-
logische Indicator (BoBI) biedt ondersteuning aan het natuur- en milieubeleid op het gebied van agrobiodiversiteit en duurzaam bodemgebruik d.m.v. het vaststellen van trends en het ontwikkelen van bodemkwaliteitsdoelstellingen. Het landelijk meetnet bodemkwaliteit (LMB) werd benut voor de eerste bodembio-
logische monitoringsronde. In feite geldt: hoe langer de meet serie, des te waardevoller hij wordt. Maar het is de vraag of de juiste set indicatoren wordt gemeten of dat andere indicatoren iets toevoegen of makkelijker te gebruiken zijn.

Worden voldoende combinaties van bodemtype en landgebruik gemeten? Wat zijn goede referenties?

Hoe moet de kennis van het bodemecosysteem gekoppeld worden aan de eisen die het gebruik aan de bodem stelt? Dit zijn de vragen die uiteindelijk beantwoord moeten worden. De workshop zal de aanzet tot deze discussie moeten geven.

3.2 Biodiversiteit en duurzaamheid in bodemecosystemen - Prof. Dr. Peter de Ruiter (UU)

Peter de Ruiter maakt van de gelegenheid gebruik om de maatschappelijke relevantie van bodemecologie te accentueren. Hij put uit de zogenaamde Quicksan Bodem & Ecologie, een studie uitgevoerd in opdracht van VROM over hetzelfde onderwerp. De bodem doet veel voor de maatschappij, diverse beleidsnotities gaan impliciet over bodem en bodemkwaliteit, zonder dat deze expliciet genoemd staat. De bodem is complex, er zijn meer dan 150.000 soorten organismen (bodembacteriën niet eens meegeteld). Dat betekent dat een voedselwebbenadering op zijn plaats is om de complexiteit te reduceren tot hanteerbare begrippen. De bedreigingen zijn legio, zoals intensieve akkerbouw, het zogenaamde 'scheuren' van graslanden en de 'reizende bollenkramen'. Deze activiteiten hebben een grote impact op de bodemkwaliteit (uitputting organisch koolstof). Ook de bodemstructuur verslechtert door intensieve grondbewerking, mestinjectie en 'berijding'. Hier liggen kansen voor benutting van de bodemecologie. Het is bijv. mogelijk om via 'ecosystem engineering' de omvorming van landbouw naar natuur te vergemakkelijken.

In de discussie werd opgemerkt dat er veel ervaringskennis is over bodemkwaliteit en de geschiktheid voor het gebruik. Het is bijvoorbeeld een boerenwijsheid dat je bij hoge zandgronden de bodemkwaliteit er in moet ploegen (lees: organische stof). Bij andere bodemtypen moet je het rustiger aan doen, daar is beheer het devies.

3.3 Initiatieven en ontwikkelingen in de bodembio- logische indicator - Drs. Ton Schouten (RIVM)

Ton Schouten vertelt over de ontstaansgeschiedenis van het Bodembio-
logische Indicatorsysteem, de opzet en de huidige voortgang. Het biodiversiteitsverdrag van Rio de Janeiro in 1992 vormde de directe aanleiding om bodemecologie als onderzoeksthema op te nemen. In het Strategisch Plan van Aanpak (1994) werd dit verder geconcretiseerd door biodiversiteit buiten de Ecologische Hoofdstructuur te benoemen als aandachtspunt. Door een aantal bodemecologen werd het concept

van het bodemvoedselweb uitgewerkt in een indicatorsysteem, door de functies te identificeren en vervolgens de keuze voor indicatoren daarop af te stemmen (Schouten et al., 1997). Selectiecriteria waren betaal- en meetbaarheid, inpasbaarheid in meetnetstructuur, onderscheidend vermogen en stuurbaarheid voor beleid. Het te ontwikkelen instrumentarium dient gebruikt te kunnen worden voor diagnose (amoebendiagrammen, bodemkwaliteitsindex) en prognose (via habitat-responsmodellen). In 1997 werd een eerste experimentele test met het indicatorsysteem uitgevoerd. Na enige aanpassingen werd in 1999 gestart met een complete ronde van 5 jaar in het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB), door elk jaar een set van 40 locaties en enkele aanvullende locaties te bemonsteren. Momenteel zijn de analyses nog in volle gang en tekenen de eerste resultaten zich af. De eerste ronde zal worden beëindigd in 2003, mits de achterstand als gevolg van de MKZ crisis wordt ingelopen.

In de zaal werd opgemerkt dat de keuze voor referenties en de doelstellingen van cruciaal belang is. Misschien is het mogelijk om ook bijvoorbeeld productiedoelstellingen mee te nemen bij het ontwerp van een referentie en doelstellingen voor een bepaalde gebruikscategorie.

3.4 Organismen, nutriëntenkringlopen en bodemkwaliteit - Dr. Jaap Bloem (Alterra)

Jaap Bloem geeft een overzicht van de schat aan gegevens die het meten aan bodemecosystemen heeft opgeleverd, in het algemeen en bij het landelijke meetnet bodemkwaliteit in het bijzonder. Er zijn grote verschillen tussen verschillende categorieën van bodemtype en landgebruik en significante effecten van bedrijfsvoering op de meeste groepen organismen. Het grootste deel van de gemeten biomassa bestaat uit bacteriën. Deze biomassa is hoog in grasland, lager in akkers en erg laag in tuinbouw. De diversiteit van de nematoden verandert en de activiteit van bacteriën neemt toe met de gebruiksintensiteit (grootvee eenheden per hectare).

Biologische en extensieve bedrijven vertonen een tendens naar een hogere biomassa, activiteit en diversiteit van bodemleven en hebben een significant hogere bodemvruchtbaarheid (50% hogere potentiële N mineralisatie). Dit kan echter niet worden verklaard door de gemeten aantallen bacteriën en microbivoren. Mogelijk spelen schimmels hierbij een grotere rol dan verwacht. Schimmels zitten niet in het meetnet, maar nemen mogelijk sterk toe bij extensivering. Het is mogelijk dat na evaluatie zal blijken dat de keuze van 1997 voor het ontwerp van het indicatorsysteem niet meer up-to-date is en dat bijvoorbeeld er meer aandacht dient te komen voor schimmels.

In de discussie wordt Baas Bekking geciteerd: ‘alles is overal, maar het milieu selecteert’. Er worden vele abiotische parameters gemeten, maar de redox-toestand van de bodem bijvoorbeeld niet omdat dit moeilijk uitvoerbaar is binnen de opzet van het meetnet. In het huidige indicatorsysteem zullen onvolkomenheden zitten. De discussie hierover zal nog gevoerd worden. Uit de gegevens valt veel af te leiden maar verdergaande analyse vergt meer tijd en menskracht.

3.5 Van data naar indicatoren: bodemleven vertalen naar beleidsinstrumenten - Dr. Ton Breure (RIVM)

Voor het ontwerpen van beleids- en beheersinstrumenten is de kennisladder van toepassing. Dat houdt in dat tijdens de route van ruwe meetgegevens omhoog naar beleidsinstrumenten subjectiviteit en integratieniveau toenemen. Vice versa geldt het omgekeerde; om de trap naar beneden te volgen van beleidsvraag naar onderzoeksvraag en uit te voeren metingen is een toenemende objectiviteit essentieel. Om de kennisladder efficiënt te benutten is de samenwerking tussen beleidsmakers en deskundigen cruciaal. Uit het bodembioologische gegevensbestand zijn reeds eenvoudige beelden en trends geëxtraheerd. Een uitgebreid beleidsinstrumentarium kan

alleen ingericht worden als de maatlat, het vertrekpunt en het beleidsdoel worden gedefinieerd. Ook hiervoor zijn subjectieve keuzes noodzakelijk waarbij de kennisladder een belangrijke rol speelt. Deze keuzes moeten gemaakt worden door het beleid, na overleg met de onderzoekers. Het is ook mogelijk een instrumentarium voor andere gebruikers (provincies, grondbeheerders, boeren) te ontwikkelen, maar ook daar geldt, dat de indicator pas kan worden ingericht, na intensief overleg met de gebruiker ervan.

In de discussie werd ingegaan op de keuze voor biologische bedrijven als referentie. Een referentie moet in dit geval gezien worden als een ijkpunt van de indicator. Een beleidsdoel kan best op een ander punt op de indicator 'lijn' liggen dan een referentie. Het zou kunnen zijn dat het type bodemgebruik op biologische bedrijven niet als algemeen beleidsdoel gebruikt kan worden, ook omdat hier de duurzaamheidsvraag nog niet afdoende beantwoord kan worden. De keuze voor deze bedrijven voor het bodembio-logische onderzoek is ingegeven door het feit dat op deze bedrijven al meer onderzoek plaats vindt.

3.6 Agrobiodiversiteit en visies van LNV - Drs. Hans Brand (LNV)

De visie van LNV over agrobiodiversiteit is nog volop in ontwikkeling. Het beleid is tot nu toe vooral gericht op het voorkomen van negatieve effecten; via normering en vooral stofgericht. Aan de andere kant wordt bij de uitvoering van beleid vooral rekening gehouden met sanering en nog relatief weinig met het voorkomen van effecten. Verwacht mag worden dat in de landbouw er voorlopig nog een blijvend relatief hoog gebruik van hulpstoffen (mest, bestrijdingsmiddelen) zal zijn. Zowel het beleid als de praktijk (ondernemers) hebben behoefte aan eenduidige en eenvoudige indicatoren voor bodemkwaliteit. Ook de EU zal in de toekomst een grote betekenis krijgen bij de praktijk van de beleidsuitvoering. Ook in het kader van voedselkwaliteit en -veiligheid kunnen belangrijke impulsen verwacht worden. Het bodemleven heeft een rol bij o.a. de natuurlijke nutriëntenlevering, de natuurlijke ziekten- en plaagregulatie en een gezonde en levende bodem. Om een en ander in de toekomst nog in de goede banen te kunnen houden is dus een nieuwe 'vermaatschappelijking' gewenst. De richtingen waarin gedacht wordt zijn om de diversiteit binnen systemen te stimuleren (geen 'blauwdrukken', maar variatie in beeld brengen), niet normerend te zijn maar te sturen op scenario's voor duurzaam gebruik, en uit te gaan van benuttingskansen i.p.v. alleen het behoud van de biodiversiteit.

In zijn samenvatting benadrukte Hans Brand dat de het bodemecosysteem nog veel weg heeft van een black box en dat onderzoek voorlopig een belangrijke activiteit zal blijven.

3.7 Ecologie i.r.t. duurzaam bodemgebruik en visies van VROM - Drs. Niek de Wit (VROM)

Niek de Wit is ingegaan op de ontwikkelingen bij het bodembeleid. Belangrijke verschuivingen zijn gaande, zoals de gang van thematisch naar een integraal bodembeleid, waarbij er meer dan alleen naar verontreiniging gekeken wordt. Het uitgangspunt is dat de bodem momenteel niet duurzaam wordt gebruikt, er zijn signalen genoeg die dit ondersteunen (zie ook voordracht Peter de Ruiter).

Voor de ondersteuning van het bodembeleid is nodig:

- inzicht in de relatie tussen gebruik en bodemkwaliteit;
- indicatoren daarvoor, en normstelling;
- landsdekkende beelden en ontwikkelingsscenario's;
- interventiestrategieën;
- maatschappelijke processen om duurzaam gebruik te realiseren.

Er komt een nota bodembeheer in 2003, met een hoofdstuk over bodem en ecologie.

In de discussie werd ingegaan op het verwarrende begrip ‘functies’ van het bodemecosysteem. Er ligt een voorstel om voortaan over nutsfuncties en regulatie functies te spreken. Nutsfuncties zijn die functies die direct aan het bodemgebruik koppelen zoals waterdoorlatendheid, productieondersteuning, afvalverwerking, onderlegger voor natuurontwikkeling, veranderbaarheid van bodemgebruik etc. Regulatie functies zijn die functies die bij het bodemecosysteem behoren zoals de stofkringlopen, zaad- en genenbank, bodemstructuurvorming, veerkracht etc. Een ander verwarrend begrip is diversiteit. Bij elke vraag dient het begrip welomschreven te worden, om duidelijk te maken wat wel en niet bedoeld wordt.

3.8 Visie vanuit de biologische landbouw - Ir. Nick van Eekeren (Louis Bolk Instituut)

De link tussen formele kennis en praktijkervaring is momenteel nog erg zwak. Dit staat het handelen van de boer in de weg. Met een aantal aspecten zou rekening gehouden moeten worden, zoals preventief management, flexibiliteit, herstellend vermogen, stabiliteit, zelfregulatie, het spanningsveld tussen stabiliteit en productie. Het indicatorsysteem is tot nu toe erg gefocused op de grote trends, maar met de bodembiologische gegevens is het nu reeds mogelijk om per bedrijf inzicht te krijgen in de bodembiologie. Het resultaat is een geaggregeerde, maar overzichtelijke, toestandsbeschrijving van het bodemecosysteem per bedrijf. Deze informatie kan in potentie gebruikt worden bij de bedrijfsvoering. Het idee is gebaseerd op een ‘ranking’ systeem en lijkt aardige resultaten op te leveren. Verder ontwikkeling naar een gebruiksklaar instrumentarium voor bodembeheer is nodig. Kwaliteitsbeelden, praktische tips over beïnvloeding van het bodemleven, oplossingen voor het spanningsveld productie versus stabiliteit zijn essentiële onderdelen van het instrumentarium. BoBI zou zich de komende jaren meer moeten richten op de lokale toepassing van de indicator, bijvoorbeeld door meer bedrijfsgegevens bij de analyse te betrekken en aan te sluiten bij praktijkproeven.

4. Discussie

Biodiversiteit houdt een hoge prioriteit in het beleid en de vraag naar indicatoren en monitoring lijkt eerder toe dan af te nemen, b.v. in gebiedsgericht beleid. VROM en LNV vinden de Bodembioologische Indicator een goede eerste stap, maar niet meer dan dat. Men wil meer dan er nu is, bijvoorbeeld prognoses. Dat is mogelijk als er voldoende data zijn verzameld.

Voor de nematoden zijn eerder al voldoende gegevens verzameld om verbanden tussen omgevingsfactoren (b.v. veebezetting) en aantallen en diversiteit te voorspellen (presentatie Jaap Bloem). Men wil niet alleen informatie over verschillen tussen categorieën van bodemtype en landgebruik, maar ook over verschillen (diversiteit) binnen een categorie zoals binnen de biologische melkveehouderij (Nick van Eekeren) en binnen de intensieve melkveebedrijven (Hans Brand). Hoe kunnen intensieve bedrijven duurzamer worden? Dergelijke vragen vereisen meer replicaties per bedrijf (nu wordt maar 1 mengmonster genomen) en zo mogelijk verschillende typen bedrijfsvoering binnen een categorie. Bijvoorbeeld drijfmest versus vaste mest, permanent grasland versus scheuren en gewasrotaties. In feite vereist dit uitbreiding, of verandering van het onderzoek van landelijk niveau naar bedrijfs- en perceelsniveau.

Dergelijk onderzoek wordt deels uitgevoerd o.a. in het kader van Bioveem, het project van de boerenmilieucoöperaties VEL en VANLA en in de DWK-programma's Agrobiodiversiteit (352) en Bodemkwaliteit (396).

Hierbij wordt samengewerkt door WUR, RIVM en het Louis Bolk Instituut. Er zijn plannen om meer beheers- en bemestingsexperimenten te volgen met de Bodembioologische Indicator.

Naast onderzoek naar duurzame landbouw, is ook onderzoek (monitoring) gewenst bij natuurontwikkelingsprojecten. Meer fundamenteel onderzoek naar bodembioologische processen bij natuurontwikkeling vindt plaats bij de Universiteit van Utrecht (Milieukunde) en het NIOO (te Heteren). De huidige focus op het landelijk meetnet is onder meer afkomstig van VROM, die inzicht nodig heeft in landelijk geldende beelden over de bodembioologie. In de toekomst zal ook informatie voor internationale instellingen zoals de EU en de OECD belangrijker worden. Het nut van het huidige meetnet is in feite tweeledig: 1) het is een bodembioologische gegevensbank en vervult een referentiefunctie, en 2) het kan gebruikt worden voor het beantwoorden van vragen uit de praktijk van het bodembeheer, lokaal, regionaal en landelijk. Het tweede punt is dynamisch van aard, steeds zullen er weer andere vragen opgelost moeten worden. Het gegevensbestand biedt daar nu, of na additionele inspanning, mogelijkheden voor. Er moet continu gewerkt worden aan de toepassing van de statische dataset voor het beantwoorden van dynamische vragen.

Frans Aarts (PRI) ziet weinig nut van het landelijk meetnet voor de praktijk. Het zou beter zijn een paar bedrijven in de diepte te volgen. Niek de Wit en Arthur Eijs (beiden VROM) zijn het hier niet mee eens. Volgens Jep Karres (LNV) zijn beide benaderingen (meetnet en lokale informatie) onlosmakelijk met elkaar verbonden. Wel is samenwerking met beheerders en gebruikers nodig om te zorgen zij informatie krijgen waar ze iets mee kunnen.

LNV en het Louis Bolk Instituut hebben behoefte aan eenvoudige indicatoren voor bodemkwaliteit die lokaal bruikbaar zijn voor agrarische ondernemers en terreinbeheerders.

De Bodembioologische Indicator is gebaseerd op het concept van het bodemvoedselweb en met name gericht op die functionele groepen die een belangrijke rol spelen in de mineralisatie van organische stof. Analyse van de stabiliteit van het bodemvoedselweb op bedrijfsniveau biedt interessante mogelijkheden voor een meer holistische aanpak (Frans Smeding, Louis Bolk Instituut). Het Louis Bolk Instituut is vanuit de praktijk van biologische bedrijfsvoering minder geïnteresseerd in N mineralisatie, maar meer in bodemstructuur, de rol van schimmels bij lagere beschikbaarheid van nutriënten, en effecten van scheuren van grasland. Uitputting van organische stof, (goed af te lezen aan het bodemleven, bijvoorbeeld de erg lage biomassa in tuinbouwgrond) is een belangrijk probleem in de landbouw.

Compensatie door toediening van veel organische stof, o.a. compost, wordt tegengehouden door een wettelijk verbod om meer dan een bepaald maximum toe te dienen, uit vrees voor ophoping van zware metalen (Van Iersel, Van Iersel Compost). Dit maximum is slecht onderbouwd (Sandra Boekhold, VROM). Bezinning op de huidige regelgeving is gewenst.

Bij de analyse van bodembioologische gegevens zou, meer dan voorheen het geval was, rekening gehouden moeten worden met het totale handelen van de boer. Dit maakt het ook mogelijk om directe praktijktoepassing zichtbaar te krijgen. Daarvoor is meer en beter toegankelijke informatie van het LEI nodig. Wat zijn de relaties tussen de kansen voor ecologische bodemkwaliteit en de kansen voor een economisch levensonderhoud? Benoem bij toepassing van bodembioologie voor bodembeheer ook economische factoren (in kwantificeerbare eenheden). Dit is volgens sommige aanwezigen goed mogelijk. Bijvoorbeeld, de huizenprijzen in de buurt van natuurgebieden liggen significant hoger dan die ver weg van natuurgebieden.

Een nog weinig onderzocht aspect van de invloed van menselijk handelen op het bodemecosysteem is de introductie van genetisch gemodificeerde organismen (GGO's).

Het is niet bekend welke effecten introductie van GGO's hebben op de regulatiefuncties of de life support functies en op de duurzaamheid van het bodemgebruik.

5. Aanbevelingen

Het bestand met biologische en abiotische bodemgegevens uit BoBI vormt een solide basis voor het beantwoorden van vragen die van belang zijn voor de ontwikkeling van het nationale beleid op het gebied van duurzaam bodembeheer, gebiedsgericht bodembeleid en voor lokale toepassingen (bijvoorbeeld door boeren). De specifieke wensen van gebruikers en opdrachtgevers zijn van belang voor de invulling van het onderzoek en aanpassingen aan BoBI voor de komende jaren. Hieronder volgt een opsomming van alle wensen:

- meting van een tweede ronde LMB om de trends in de tijd te volgen;
- metingen buiten het LMB in natuurgebieden;
- metingen buiten het LMB op potentiële referentielocaties en locaties waar een sterke milieudruk aanwezig is (gebruiksintensiteit, verontreiniging, andere V-thema's);
- opnemen van andere soortgroepen in de indicator, zoals schimmels;
- aanpassen van de indicator voor specifiek gebruik, bijvoorbeeld versimpelen voor grootschalige monitoring, verbeteren door adoptie van de voedselwebbenadering bij diepgaand onderzoek;
- onderzoek naar de invloed van bedrijfsvoering van landbouwbedrijven op de bodemecologie;
- opnemen van een indicator voor ziekteverendheid in de Bodembiologische Indicator;
- onderzoek naar de snelheid van veranderingen in de bodemecologie bij veranderend beheer (extensivering van de bedrijfsvoering, conversie van landbouw naar natuur);
- onderzoek naar het effect dat de bedrijfsvoering van FIR boeren heeft op de bodemecologie en de productiviteit van de grond;
- onderzoek naar de toepassing van bodemecologie binnen een Life Cycle Assessment aanpak om de bedrijfsvoering op boerenbedrijven te evalueren (Goede Landbouw Praktijk);
- afleiding van ecologische kwaliteitsdoelstellingen en bodemdoeltypen (cf. natuurdoeltypen) van de bodem in relatie tot bodemgebruik;
- verdere ontwikkeling van modellen om de relatie tussen structurele en functionele biodiversiteit in beeld te brengen.

6. Kort literatuuroverzicht en perspectieven

Het bodemleven voert een groot aantal regulatiefuncties in de bodem uit zoals:

- afbraak van organische stof;
- mineralisatie van nutriënten: bodemvruchtbaarheid;
- buffer van nutriënten: 'nutrient retention' in biomassa;
- beschikbaar maken van nutriënten in extensieve systemen: mycorrhiza-schimmels, stikstofbinding door bacteriën;
- humusvorming;
- behoud/verbetering van bodemstructuur: vorming en stabilisatie van aggregaten door het aan elkaar kitten van bodemdeeltjes, minder erosie, betere vochthuishouding;
- ziektevermindering: hoge microbiële activiteit geeft ziekteverwekkers minder kans;
- afbraak organische verontreinigingen: zelfreinigend vermogen;
- stabiliteit bodemecosysteem: tegen verstoringen, stress op stress;
- genenbank.

(Schouten et al., 1997; De Ruiter et al., 2002). Daarom wordt gestreefd naar behoud en duurzaam beheer van het bodemleven.

Het beleid wil meer inzicht in de veerkracht en het herstelvermogen van bodemecosystemen. Dit kan niet eenvoudig uit de huidige bodembiologische indicator worden afgeleid, en vereist meer fundamenteel onderzoek. Reeds gepubliceerde resultaten wijzen er op dat sommige bodemecosystemen stabiel zijn dan andere (De Ruiter et al., 1995; Griffiths et al., 2000, 2001). Vaak wordt de vraag gesteld hoeveel biodiversiteit minimaal noodzakelijk is voordat het ecosysteem 'instort' en de regulatiefuncties verloren gaan. Dit lijkt niet snel te gebeuren vanwege de grote redundantie, met name van micro-organismen in de bodem. Als een groep uitvalt, worden de functies meestal door andere groepen overgenomen. De microbiële biomassa, activiteit en diversiteit nemen wel sterk af bij toenemende bodemverontreiniging, maar er is eerder sprake van een geleidelijke afname dan van een plotselinge instorting. Zelfs in zwaar verontreinigde grond blijkt het bodemleven en de vegetatie redelijk hersteld te kunnen worden (Bouwman et al., 2001; Bloem en Breure, 2002). In de praktijk hebben we maar zelden te maken met het verdwijnen van bodemleven, maar eerder met verandering van het bodemleven. Als in de landbouw minder bestrijdingsmiddelen worden gebruikt, als kunstmest wordt vervangen door organische mest, als mest minder stikstof en fosfaat gaat bevatten, en als de hoeveelheid mest aanzienlijk wordt gereduceerd dan gaat het bodemleven een grotere rol spelen in nutriëntenkringlopen en ziektevermindering. Nutriënten komen dan voornamelijk beschikbaar voor het gewas door mineralisatieprocessen en door symbiose van planten met schimmels en stikstof fixerende micro-organismen. Daarom gaat veranderende landbouw gepaard met veranderend bodemleven.

De vraag is hoe de bodemlevengemeenschap verandert en wat de gevolgen zijn voor de nutriëntenkringloop en de bodemgezondheid.

Bij een vergelijking van gangbare en geïntegreerde akkerbouw op de Lovinkhoeve bleek dat een reductie van de kunstmestgift met 35% goed kon worden gecompenseerd met organische stikstof in de vorm van compost en (verwerkte) dierlijke mest. Dit leidde tot een 30% hogere mineralisatie door de bodemorganismen en een gewasopbrengst van 90% van die op het gangbare bedrijfssysteem. Voor een volledige rotatie (1988-1991) bedroeg het berekende maximale N verlies 289 kg N ha⁻¹ bij het gangbare systeem, tegen 181 kg N ha⁻¹ bij het geïntegreerde systeem (Bloem et al., 1994, 1997). In een 20 jaar durende studie in centraal Europa werd een gemiddeld 20% lagere gewasopbrengst gemeten in organische landbouwsystemen, hoewel de input van kunstmest en energie met 34 tot 53% was gereduceerd en pesticiden met 97%.

De verminderde afhankelijkheid van externe inputs lijkt samen te hangen met een verhoogde bodemvruchtbaarheid en biodiversiteit. De organische systemen hadden 40% meer mycorrhizaschimmels en tot 300% meer regenwormen (Mäder et al., 2002). Volgens Hansen et al. (2001) gaat organische landbouw meestal gepaard met een actiever bodemleven, een lager nutriëntenoverschot en minder uitspoeling. Dit betekent niet dat organische landbouw alleen maar voordelen heeft (Trewavas, 2001). Sommige praktijken kunnen ook in de organische landbouw tot een grote uitspoeling van nutriënten leiden, bijvoorbeeld het ploegen of scheuren van gras en vlinderbloemigen in de verkeerde tijd van het jaar zonder opvolgend vanggewas om de gemineraliseerde stikstof op te nemen (Hansen et al., 2001).

Het bodemleven weerspiegelt de som van alle fysische, chemische en biologische factoren die de nutriëntenkringlopen en bodemgezondheid reguleren (Elliot, 1997; Stenberg, 1999). Er zijn b.v. aanwijzingen dat een lage beschikbaarheid van nutriënten leidt tot een groter aandeel van schimmels in het bodemvoedselweb. In o.a. Zweden en Duitsland werd het aandeel van schimmels in de totale biomassa geschat op circa 80% (Anderson en Domsch 1975; Schnürer et al., 1986, Zelles et al., 1995). In Nederlandse landbouwgronden werd jarenlang een opmerkelijk grote dominantie van bacteriën gevonden. Vaak bestond meer dan 80% van de biomassa in de grond uit bacteriën, terwijl schimmels minder dan 10% bijdroegen (Hassink et al., 1993; Bloem et al., 1994). Hierdoor werd er vrijwel geen onderzoek gedaan naar de rol van schimmels in landbouwgronden, terwijl het belang hiervan bij extensivering waarschijnlijk zal toenemen. Onlangs werden op enkele biologische en extensieve bedrijven veel meer (tot 80%) schimmels gevonden. Een aanzienlijk deel van de schimmeldraden bestaat waarschijnlijk uit mycorrhiza's die de gewasopname van fosfaat en mogelijk ook stikstof bevorderen. Proefvakken die niet of onvolledig werden bemest bevatten tweemaal zoveel schimmels als vakken waar NPK kunstmest werd toegepast (presentatie Jaap Bloem). Indien de hoeveelheid schimmels sterk toeneemt bij een lagere beschikbaarheid van nutriënten, dan kan de schimmel/bacterie verhouding mogelijk worden gebruikt als een relatief eenvoudige indicator voor duurzaamheid (Bardgett en McAlister, 1999). Daarnaast kunnen in de toekomst ook uitgebreidere indicatoren een belangrijke rol gaan spelen bij het monitoren van biodiversiteit. De ontwikkeling van nieuwe moleculaire detectiemethoden, zoals microarrays of DNA chips kunnen het mogelijk maken de hoeveelheid en activiteit van grote aantallen soorten en genen in kaart te brengen. Dit kan een veel gedetailleerder inzicht geven in de levensgemeenschappen van duurzame bodems. Naast een hoge biomassa en activiteit is waarschijnlijk ook een hoge diversiteit van groot belang voor het onderdrukken van ziekten en plagen in de bodem. Hierbij gaat het niet alleen om de totale biodiversiteit maar ook om de aanwezigheid van specifieke ziekteonderdrukkers (Van Elsas et al., 2002).

7. Nagesprekken

In aanvulling op de workshop is afzonderlijk gesproken met Niek de Wit (VROM, directie Bodem, Water, Landelijk Gebied), Hans Brand (LNV, directie Landbouw), Arthur Eijs (VROM directie Bodem, Water, Landelijk Gebied), Annemarie van Wezel (RIVM, Milieu- en Natuurplanbureau) en Nick van Eekeren (Louis Bolk Instituut). Het doel was om de gewenste onderzoeksrichtingen scherper geformuleerd te krijgen. Hieronder volgende de samenvattingen.

7.1 Drs. Niek de Wit (VROM)

Uit het gesprek met Niek de Wit, welke plaats vond op 31 oktober 2002, kwam naar voren, dat er behoefte is aan input voor de Beleidsnota 'duurzaam bodembeheer' voor de Tweede Kamer eind 2003 en aan de invulling van landsdekkende beelden van de bodemkwaliteit en de duurzaamheid van het gebruik van de bodem. Voor dit laatste moet ook worden samengewerkt met het projectteam van het project 'Integraal Bodembeheer' binnen het Milieu en Natuur Planbureau. Tevens ziet de Niek de Wit graag een spin-off naar het 'gebiedsgericht beleid'. Hij stelde voor om daarvoor contact op te nemen met Lieneke van Brederode (VROM). Verder dient te worden nagegaan in hoeverre het meetprogramma moet worden aangepast om vragen met betrekking tot landsdekkendheid en meer gebiedsgebonden toepassingen, te kunnen beantwoorden.

7.2 Drs. Hans Brand (LNV)

Uit het gesprek met Hans Brand, welke plaats vond op 31 oktober 2002, kwam naar voren, dat men zeer geïnteresseerd is naar de mogelijkheden van indicatoren gebaseerd op de bodemecologie, die toepasbaar zijn voor boeren. Hieraan kan worden tegemoet gekomen door verdere ontwikkeling van de Bodembiologische Indicator, en door het inzetten van de Bodembiologische Indicator in onderzoekprojecten en in gebiedsgerichte ervaringsprojecten b.v. van de LTO. Tevens is interesse in een uitbreiding van het arsenaal van metingen op zodanige wijze, dat een inschatting gemaakt kan worden van de ziektewerendheid van de bodem.

Andere punten die in de toekomst aandacht behoeven zijn:

- de beschikbaarheid van LEI gegevens van de bemonsterde bedrijven;
- deelname aan onderzoeksprojecten van LTO, PPI, LNV, WUR met betrekking tot ontwikkeling van bodemecologie en bedrijfsvoering;
- invloed van bedrijfsvoering volgens het FIR systeem op bodemecologie;
- mogelijkheden om op reguliere bedrijven op een duurzame wijze om te gaan met bodemecologie;
- toepassing van de LCA (Life Cycle Assessment) techniek op agrarische bedrijven. Deze kan behulpzaam bij de voorgenomen 'farm audits' zodat de duurzaamheid van het bodemgebruik een rol gaat spelen. Duurzaam grondgebruik zal een voorwaarde worden in het toekomstige landbouwbeleid van de EU.

7.3 Drs. Arthur Eijs (VROM)

Een gesprek met Arthur Eijs heeft plaats gevonden op 7 november 2002:

De directie Bodem, Water, Landelijk Gebied van VROM is een belangrijke opdrachtgever voor het project met de BoBI. In de grote beleidsvoornemens, zoals het Nationaal Milieubeleidsplan 4 (NMP4) en de Vijfde Nota Ruimtelijke ordening (VIJNO) worden verschillende aspecten van het thema Bodem & Ecologie gebruikt om het begrip duurzaam bodembeheer in te vullen. Het werk aan de BoBI dient mede om deze invulling te ondersteunen. De primaire vragen zijn dus gericht op het verkrijgen van inzicht in de relaties tussen bodemgebruik en duurzaamheid. Hiervoor zijn

indicatoren nodig à la BoBI, maar ook de afleiding van integrale kwaliteitsdoelstellingen op het gebied van de bodembiodiversiteit. Elementen die hiervoor gebruikt kunnen worden zijn bijvoorbeeld het benoemen van een ecologische basiskwaliteit van de bodem en, afhankelijk van het bodemgebruik, een set van aanvullende voorwaarden. De huidige gegevens vormen een goede basis, maar niet meer dan dat. Er zal een evaluatie moeten komen naar de huidige opzet van de BoBI (moet de indicatorset worden aangepast) en naar type locaties (uitbreiding tot buiten het LMB). Het streven moet gericht zijn op een set basisgegevens die gebruikt kan worden voor de beantwoording van vragen op verschillend schaalniveau (nationaal, regionaal en lokaal). Tevens is het van belang om op het internationale front actief te zijn, omdat de verwachting is dat regelgeving, ook op het gebied van duurzaam bodembeheer, in toenemende mate door de Europese Commissie bepaald wordt.

7.4 Dr. Annemarie van Wezel (RIVM)

Een gesprek met Annemarie van Wezel heeft plaats gevonden op 7 november 2002: Het Milieu- en Natuurplanbureau is een afnemer van Bodembioologische gegevens voor de diverse balansen (milieu, natuur, en duurzaamheid) en verkenningen (milieu en natuur). Deze geven ruimtelijk inzicht hoe het met de verdeling van de bodemkwaliteit in Nederland is gesteld. Bij de huidige gegevens is het aantal combinaties van bodemgebruik en bodemtype beperkt. Uitbreiding in de richting van natuur-, recreatie-, en groengebieden en meer bodemtypen, is zeer gewenst. Tevens zijn de mogelijkheden voor trendanalyse (in de tijd) nu nog beperkt, mede omdat de meetserie relatief kort is. Van belang is dat er gegevens komen die gebruikt kunnen worden om de 'veranderbaarheid' van het bodemgebruik te kwantificeren.

7.5 Ir. Nick van Eekeren (Louis Bolk Instituut)

Een gesprek met Nick van Eekeren heeft plaats gevonden op 8 november 2002: Het Louis Bolk Instituut is heel geïnteresseerd in de rol van bodemecologie en zou het bodembioologisch werk graag uitgebreid zien. Hier is in Bioveem-2 een weg ingeslagen door meer biologische melkveebedrijven in het landelijk meetnet op te nemen. Op grond van de resultaten lijkt het toch belangrijk om op bedrijfsniveau meer onderscheid te maken tussen grasland en bouwland of zelf op perceelsniveau te werken. Dit is voor het boerenbedrijf zeer van belang. Naast het bemonsteren op praktijkbedrijven liggen een aantal langjarige proefprojecten waarop we zouden kunnen monstern om een duidelijke relatie te kunnen leggen tussen management en bodemecologie. Een voorbeeld is Melle 66.1 in Gent (wordt in stand gehouden met Nederlands geld), waar sinds 35 jaar naast elkaar ligt; permanent grasland, een wisseling van gras en maïs en permanent maïs. Dit project wordt waarschijnlijk over twee jaar opgeheven en nu is nog de kans om daar data te verzamelen. Andere mogelijkheden zijn uitgebreide bemestingsproeven van het Louis Bolk Instituut op grasland in Averheino en op bouwland in Lelystad. Verder zou men graag de voedselwebtoepassing om boeren voor te lichten over de ecologische toestand van de bodem verder willen (laten) ontwikkelen. Daarnaast zou het Louis Bolk Instituut graag participeren in het onderzoek.

Referenties

- Anderson, J. P. E. and K.H. Domsch (1975) Measurement of bacterial and fungal contributions to respiration of selected agricultural and forest soils. *Can. J. Microbiol.* 21, 314-322.
- Bardgett, R. D. and E. McAlister (1999) The measurement of soil fungal: bacterial biomass ratios as an indicator of ecosystem self-regulation in temperate meadow grasslands. *Biol. Fert. Soils* 29, 282-290.
- Bloem, J., G. Lebbink, K.B. Zwart, L.A. Bouwman, S.L.G.E. Burgers, J.A. de Vos and P.C. de Ruiter (1994) Dynamics of microorganisms, microbivores and nitrogen mineralisation in winter wheat fields under conventional and integrated management. *Agric. Ecosys. Environ.* 51, 129-143.
- Bloem, J., P.C. de Ruiter and L.A. Bouwman (1997) Food webs and nutrient cycling in agro-ecosystems. In 'Modern Soil Microbiology' (J.D. van Elsas, J.T. Trevors and E. Wellington, editors), pp. 245-278. Marcel Dekker Inc. New York.
- Bloem, J. and A.M. Breure (2002) Microbial indicators. In 'Bioindicators/Biomonitors – Principles, Assessment, Concepts' (B.A. Markert, A.M. Breure and H.G. Zechmeister, eds.), Elsevier, Amsterdam. In press.
- Bouwman, L.A., J. Bloem, P.F.A.M. Römken, G.T. Boon and J. Vangronsveld (2001) Beneficial effects of the growth of metal tolerant grass on biological and chemical parameters in copper- and zinc contaminated sandy soils. *Minerva Biotec* 13, 19-26.
- De Ruiter, P., L. Brussaard, O. Oenema, A. van Bruggen, H. van Veen, N. van Breemen, J. Roelofs, H. Verhoef, P. van Helsdingen, N. van der Gaast, and J. Notenboom (2002) Ecologische bodemkwaliteit in ruimtelijke ordening en milieubeheer. Verslag van de Quick Scan Bodem & Ecologie. Een project uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM), projectnummer 20787.
- De Ruiter, P.C., A.M. Neutel, and J.C. Moore (1995) Energetics, patterns of interaction strengths, and stability in real ecosystems. *Science* 269, 1257-1260.
- Elliot, E.T. (1997) Rationale for developing bioindicators of soil health. In: *Biological Indicators of Soil Health* (C.E. Pankhurst, B.M. Doube, V.V.S.R. Gupta, eds.), CAB International, Walingford, pp. 49-78.
- Griffiths, B.S., K. Ritz, R.D. Bardgett, R. Cook, S. Christensen, F. Ekelund, S. Sørensen, E. Bååth, J. Bloem, P. de Ruiter, J. Dolfing, and B. Nicolardot (2000) Ecosystem response of pasture soil communities to fumigation-induced microbial diversity reductions: an examination of the biodiversity-ecosystem function relationship. *Oikos* 90, 279-294.
- Griffiths, B. S., M. Bonkowski, J. Roy and K. Ritz (2001) Functional stability, substrate utilisation and biological indicators of soils following environmental impacts. *Appl. Soil Ecol.* 16, 49-61.
- Hansen, B., H.F. Alroe and E.S. Kristensen (2001) Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark.' *Agric. Ecosys. Environ.* 83, 11-26.
- Hassink, J., L.A. Bouwman, K.B. Zwart, J. Bloem and L. Brussaard (1993) Relationships between soil texture, physical protection of organic matter, soil biota, and C and N mineralization in grassland soils. *Geoderma* 57, 105-128.
- Mäder, P., A. Fliessbach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried and U. Niggli (2002) Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296, 1694-1697.
- OECD (2002) Report on the OECD expert meeting on agri-biodiversity indicators. November 2001: summary and recommendations. [Www1.oecd.org/agr/biodiversity/index](http://www1.oecd.org/agr/biodiversity/index)
- Schnürer J., M. Clarholm and T. Rosswall (1986) Fungi, bacteria and protozoa in soil from four arable cropping systems. *Biol. Fert. Soils* 2, 119-126.

- Schouten A.J., L. Brussaard, H. Siepel, P.C. de Ruiter and N.M. van Straalen (1997) Biologische indicatoren voor biodiversiteit en life-support functies in bodemecosystemen. RIVM-rapport 712910005.
- Stenberg, B. (1999) Monitoring soil quality of arable land: microbiological indicators. Acta Agric. Cand., Sect B, Soil and Plant Sci. 49, 1-24.
- Trewavas, A. (2001) Urban myths of organic farming. Nature 410, 409-410.
- Van Elsas, J.D., P. Garbeva and J. Salles (2002) Effects of agronomical measures on the microbial diversity of soils as related to the suppression of soil-borne plant pathogens. Biodegradation 13: 29-40.
- Zelles L., R. Rackwitz, Q.Y. Bai, T. Beck and F. Beese (1995) Discrimination of microbial diversity by fatty acid profiles of phospholipids and lipopolysaccharides in differently cultivated soils. Plant Soil 170, 115-122.

Bijlage 1. Publicaties over BoBI

1997:

- Breure, A.M., Wind, B.S., Crum, S.J.H., Rutgers, M., 1997. Naar een indicator voor functionele diversiteit van microbiële gemeenschappen. RIVM rapport 607601001
- Schouten, A.J., Brussaard, L., Ruiter, P.C. de, Siepel, H., Straalen, N.M. van, 1997. Een indicatorsysteem voor life support functies van de bodem in relatie tot biodiversiteit. RIVM rapport 712910005
- Schouten, A.J., Brussaard, L., Ruiter, P.C. de, Siepel, H., Straalen, N.M. van, Breure, A.M., 1997. Indicatorsysteem voor life support functies in de bodem. Bodembreed, 10-11 november, Lunteren pp. 85-86, The Netherlands Integrated Soil Research Programme, Wageningen, The Netherlands

1998:

- Breure, A.M., 1998. Ecologische instrumenten voor het biodiversiteitbeleid. In: Ecologische instrumenten voor de beoordeling van de milieukwaliteit. Symposium van NvT-MT, KNCV-MC en NEVECOL, 15 december 1998, De Reehorst Ede
- Breure, A.M., Ruiter, P.C. de, Didden, W.A.M., Siepel, H., Schouten, A.J., 1998. De Bodembiologische Indicator. Resultaten van het eerste pilotonderzoek. In: M.J. Lexmond (ed.) Bodem Breed '98 30 november -1 december 1998, De Blije Werelt Lunteren, p. 132-133, Programmabureau Bodemonderzoek, Wageningen
- Breure, A.M., Rutgers, M., 1998. The application of Biolog plates to characterise microbial communities. In Cost Action 831, joint Wgs Meeting Biotechnology of Soil: Monitoring, Conservation and Remediation, Book of Abstracts, Roma, 10-11 december 1998, p. 21
- Breure, A.M., Wind, B., Bogte, J.J., Rutgers, M., 1998. Development of an indicator for the functional diversity of microbial populations. In: Interfaces in environmental chemistry and toxicology, 8th annual meeting of SETAC-Europe, 14-18 April 1998, Bordeaux, France p. 199
- Breure, A.M., Wind, B., Rutgers, M., 1998. An indicator for the functional diversity of microbial populations. In: Eight International Symposium on Microbial Ecology (ISME-8), 9-14 August 1998, pp. 111, Halifax, Canada
- Rutgers, M., Bloem, J., Breure, A.M., 1998. Bodembiologische karakterisering van microbiële gemeenschappen met behulp van Biologplaten. In: M.J. Lexmond (ed.) Bodem Breed '98 30 november -1 december 1998, De Blije Werelt Lunteren, p 54-55, Programmabureau Bodemonderzoek, Wageningen

1999:

- Breure, A.M., Bloem, J., Didden, W.A.M., Rutgers, M., Siepel, H., Schouten, A.J. (1999) The biological indicator for soil quality: results of the first pilot project. 9th annual meeting of SETAC Europe, 25-29 may 1999, Leipzig, Germany, p. 138
- Rutgers, M., Breure, A.M., 1999. Risk assessment, microbial communities, and pollution induced community tolerance. Human and Ecological Risk Assessment 5, 661-670
- Rutgers, M., Mulder, H., Bogte, J.J., Breure, A.M., 1999. The functional diversity of microbial populations as indicator for environmental stress. 9th annual meeting of SETAC Europe, 25-29 may 1999, Leipzig, Germany, p. 26
- Schouten, A.J., Breure, A.M., Bloem, J., Didden, W.A.M., Ruiter, P.C. de, Siepel, H., 1999. Life support functies van de bodem: operationalisering t.b.v. het biodiversiteitsbeleid. RIVM rapport 607601 003

2000:

- Breure, A.M., Bogte, J.J., Wouterse, M., Rutgers, M., 2000. Ecological indicators for environmental quality based on analysis of microbial communities using Biolog plates. In: Ecology: Achievement & Challenge, BES and ESA meeting April 10-13 Orlando, Florida, USA, p. 19
- Breure, A.M., Rutgers, M., 2000. The application of Biolog plates to characterise microbial communities. In: Benedetti, A., Tittarelli, F., de Bertoldi, S., Pinzari, F. (eds.) Biotechnology of soil: Monitoring, conservation and bioremediation. Proceedings of the COST Action 831 joint working group meeting 10 – 11 December 1998, Rome, Italy. (EUR 19548), p. 179-185
- Rutgers, M., Wouterse, M.J., Bogte, J.J., Breure, A.M., 2000. Two ecological indicators for soil quality based on the analysis of microbial communities using Biolog plates. In: Violante, A., Gianfreda, L. (eds) 3rd symposium 'Soil mineral-organic matter-microorganism interactions and ecosystem health' (ISMOM 2000) 22-26 May 2000, IUSS, Naples-Capri Italy p. 154
- Schouten, A.J., Breure, A.M., Bloem, J., Didden, W.A.M., Rutgers, M., Siepel, H., 2000. A biological indicator system for soil quality: results of application in a monitoring network. 10th annual meeting of SETAC Europe, 21-25 May 2000, Brighton, UK, p. 235
- Schouten, A.J., Bloem, J., Didden, W.A.M., Rutgers, M., Siepel, H., Posthuma, L., Breure, A.M., 2000. Development of a Biological Indicator for Soil Quality. SETAC Globe 1, (4), 30-32
- Schouten, A.J., Bloem, J., Breure, A.M., Didden, W.A.M., Esbroek, M. van, Ruiters, P.C. de, Rutgers, M., Siepel, H., Velvis, H., 2000. Pilotproject Bodembioologische Indicator voor Life Support Functies van de bodem. RIVM rapport 607604001

2001:

- Bogte, J., Schouten, A.J., De Zwart, D., Breure, A.M., 2001. The use of cryptobiota as indicator organisms for ecological soil quality. 11th annual meeting of SETAC Europe, 6-10 May 2001, Madrid, Spain, p. 240
- Didden, W.A.M., 2001. Earthworm communities in grasslands and horticultural soils. *Biology and Fertility of Soils* 33, 111-117
- Schouten, A.J., Breure, A.M., 2001. Ontwikkeling van de Bodembioologische Indicator: met van ecologische kwaliteit van Bodem. *Bodem* 8 (3) 96-98
- Schouten, A.J., Bogte J., de Zwart D., Mulder C., Breure A.M. The use of soil organisms as indicator for ecological soil quality. Poster Bodembreed symposium Lunteren, november 2001
- Schouten, A.J., Rutgers M., Bloem J., Didden W.A.M., Jagers op Akkerhuis G., Keidel H. Ecologische Bodemkwaliteit is te meten. Poster Bodembreed symposium Lunteren, november 2001
- Schouten, A.J., Rutgers, M., Breure, A.M. (2001) BoBI op weg. Tussentijdse evaluatie van het project Bodembioologische Indicator. RIVM rapport 607604002

2002:

- Bloem, J., Breure, A.M. (2002) Microbial Indicators. In: Markert, B.A., Breure, A.M., Zechmeister, H.G. (eds) *Bioindicators and Biomonitors*. Elsevier in press
- Breure, A.M., Bloem, J., Didden, W.A.M., Rutgers, M., Siepel, H., Schouten, A.J. (2002) The biological indicator for soil quality: results of the first pilot project. In: Cost Action 831: Monitoring, Conservation and Remediation, Report of activities 1999 (EUR 20098) pp. 117
- Breure, A.M., Schouten, A.J., and Rutgers, M. (2002) Het bodemleven als indicator voor duurzame bodemkwaliteit. *Bodem* 12(4): 149-151.

- De Goede, R.G.M., Brussaard, L. Van Veen, J.A., Van Elsas, J.D., Bloem, J., Faber, J.H., Breure, A.M. (2002) The significance of biological diversity in agricultural soil for disease suppressiveness and nutrient retention. Poster NWO biodiversity conference 28 March 2002.
- Mulder C., Breure A.M., Joosten J.H.J. (2002) Fungal functional diversity inferred from Ellenberg's abiotic factors: Palynological evidence from different soil microbiota. Accepted by Grana (April 2002)
- Mulder, C., van Wijnen, H.J., Breure, A.M., de Zwart, D., Rutgers M.(2002), Interrelationship of microclimate and pollution on soil mesofauna. SETAC-Europe (Wenen), Sessie 4D: The food web approach in ecotoxicology
- Rutgers, M., Bogte, J.J., Schouten, A.J., Didden, W.A.M., Siepel, H., Bloem, J., Breure, A.M., Mulder, Ch., de Zwart D., (2002), Management and integration of food web data for soil quality assessment. SETAC-Europe (Wenen), Sessie 4D: The food web approach in ecotoxicology.
- Schouten, A.J., Breure, A.M., Mulder, C., Rutgers, M. (2003) Nematode diversity in Dutch soils, from Rio to a Biological Indicator for Soil Quality. Nematology, in press
- Schouten, A.J., Rutgers, M., Breure, A.M., Bogte, J.J., Mulder, C., de Zwart D. (2002), A food web-based monitoring system for soil quality. SETAC-Europe (Wenen), Sessie 4D: The food web approach in ecotoxicology.
- Van Wijnen, H.J., Mulder, C., Bakker J. (2002), Predicting long-term effects of eutrofication and desiccation in undisturbed ecosystems. SETAC-Europe (Wenen), Sessie 4D: The food web approach in ecotoxicology.

Bijlage 2. Sheets en dia's bij de presentaties

Bijlage 2.1. Opening – Prof. Dr. Lijbert Brussaard (WUR)

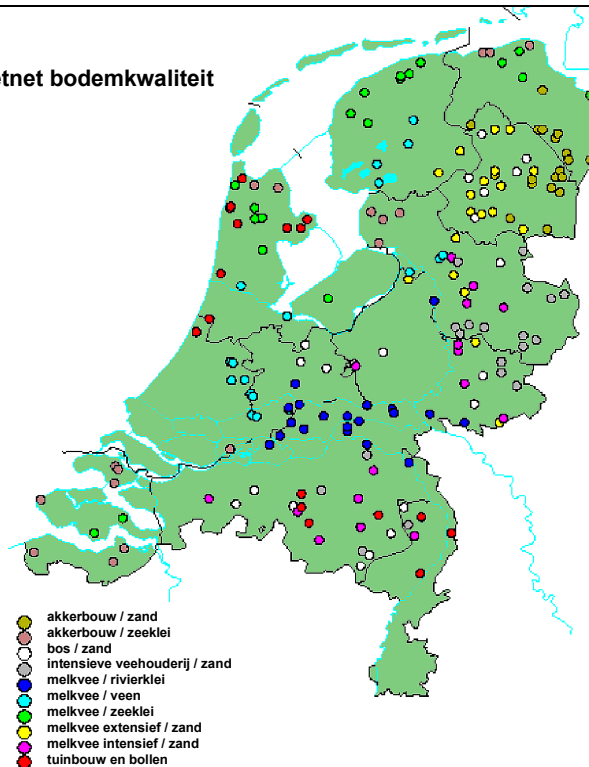
Slide 1

Workshop bodemleven, bodemkwaliteit, duurzaam bodemgebruik (m.b.a.v. bodembioologische indicatoren)

- Duurzaamheid (van het bodemgebruik)
- Functionaliteit (van processen in de bodem)
- Veerkracht (tegen ongewenste invloeden)
- Veranderbaarheid (naar nieuwe gebruiksdoelen)

Slide 2

Landelijk meetnet bodemkwaliteit



Slide 3

Doel bodembioologische indicatoren

- Ondersteuning bieden aan het natuur- en milieubeleid op het gebied van
 - agrobiodiversiteit
 - duurzaam bodemgebruik d.m.v.:
- Vaststellen van trends
- Ontwikkelen van bodemkwaliteitsdoelstellingen

Slide 4

Soil Quality is the **continued capacity of a **specific** kind of soil**

- to function within climate, landscape, ecosystem and management boundaries
- to sustain biological productivity
- maintain environmental quality
- and promote **plant**, **animal** and **human** health

Slide 5

Wet Bodembescherming:
Functionaliteit van de bodem
mag niet achteruitgaan voor
mens, plant en dier

Slide 6

Wetenschap ontwikkelt zich

- Hoe langer de meetserie, des te waardevoller hij wordt, maar:
- Meten we de juiste set indicatoren: voegen andere indicatoren iets toe of zijn ze gemakkelijker te meten of goedkoper?
- Meten we voldoende combinaties van bodemtype en landgebruik?
- Wat zijn goede referenties?

Slide 7

Beleid ontwikkelt zich

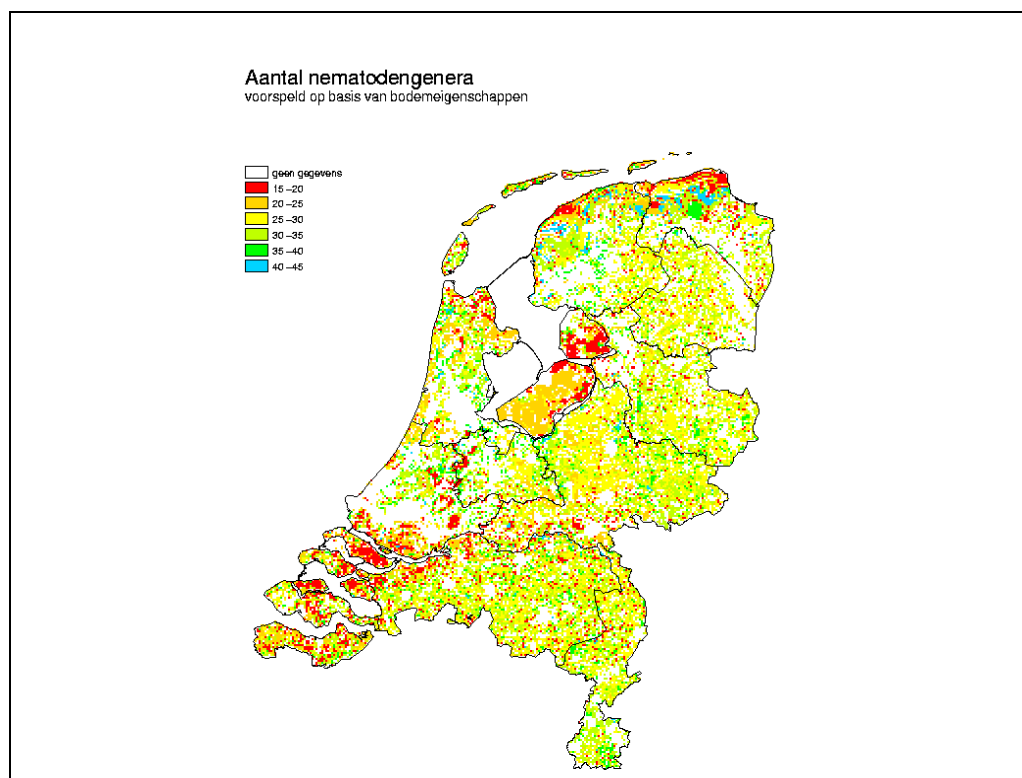
- Van ver-thema's naar integrale benadering
- Van behoud ecologische functie naar functiegericht beheer
- Van nationaal naar gebiedsgericht beleid
- Van wetenschap-gestuurd naar maatschappelijke sturing

Slide 8

Workshop

- Wetenschap aan beleid: wat, waar en hoe frequent moet ik meten om beleidsvragen te beantwoorden?
- Beleid aan wetenschap: aan welke knoppen kan ik draaien om (bij) te sturen?

Slide 9



Bijlage 2.2. Biodiversiteit en duurzaamheid in bodemecosystemen - Prof. Dr. Peter De Ruiter (UU)

Slide 1

Biodiversiteit en duurzaamheid in bodemecosystemen



Workshop Bodemleven, bodemkwaliteit
en duurzaam bodemgebruik

Utrecht 3 oktober 2002

Slide 2

Biodiversiteit en duurzaamheid in bodemecosystemen



- Bodemleven
- Bodemkwaliteit
- Duurzaam bodemgebruik

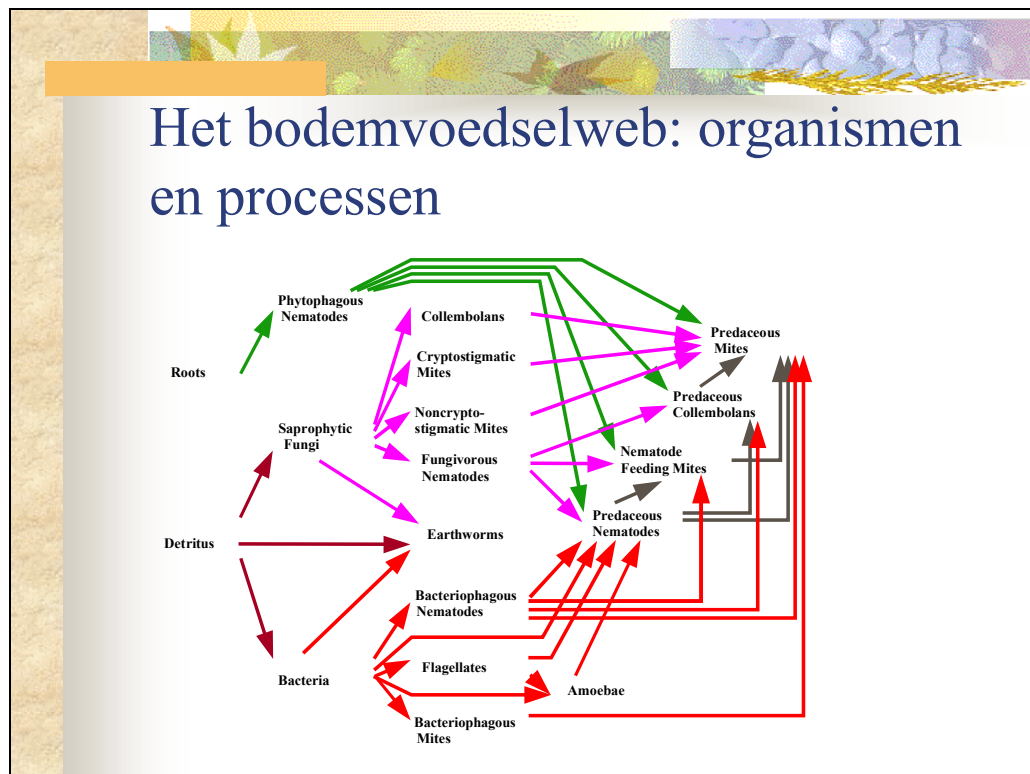
Slide 3

Bodemleven



- 150.000 soorten
- De meerderheid van 's werelds biodiversiteit (?)

Slide 4



Slide 5

Bodemorganismen en bodemprocessen



- Productie van CO₂: **20 Mt jr⁻¹ (NL)**
- Organische-stofafbraak: **50.000 kg.ha⁻¹jr⁻¹**

Slide 6

Bodemorganismen en bodemprocessen (1)

- **Organische-stofdynamiek**; micro-organismen, bodemfauna, "litter transformers": verkleinen het organisch materiaal en dragen bij aan de humificatie;
- **CO₂-emissie**: alle bodemorganismen, vooral micro-organismen;
- **CH₄-emissie**: methanogene bacteriën;
- **Stikstof (N-)kringloop**;
 - **N-mineralisatie**: alle bodemorganismen;
 - **Nitrificatie**: nitrificerende bacteriën;
 - **Denitrificatie/productie van N₂O**: denitrificerende bacteriën.

Slide 7



Bodemorganismen en bodemprocessen (2)

- **Bodemstructuurvorming**: ‘ecosystem-engineers’: regenwormen; en insecten;
- **Natuurlijke ziektevering**: antagonisten, doorgaans micro-organismen die plaagontwikkeling van ziekteverwekkende organismen tegengaan;
- **Afbraak van verontreinigende stoffen** waaronder bestrijdingsmiddelen en organisch afval (bioremediëring, natuurlijke afbraak): bacteriën, schimmels;
- **Stimulering soortenrijkdom in vegetaties** door beïnvloeding van concurrentieverhoudingen tussen planten; bodemfauna.

Slide 8

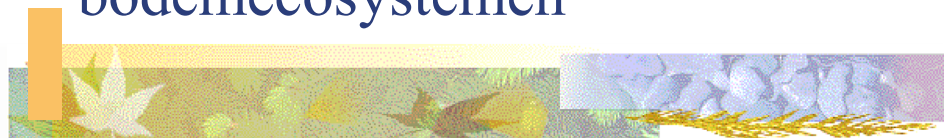


Biodiversiteit en duurzaamheid in bodemecosystemen

- Bodemleven
- **Bodemkwaliteit**
- Duurzaam bodemgebruik

Slide 9

Biodiversiteit en duurzaamheid in bodemecosystemen



- Bodemleven
- **Bodemkwaliteit** in relatie tot **Duurzaam bodemgebruik**

Slide 10

Beleidskader duurzaam bodemgebruik

Een wereld en een wil – werken aan duurzaamheid. Nationaal Milieubeleidsplan 4 (VROM)

Natuur voor mensen – mensen voor natuur (LNV),

Ruimte maken, ruimte delen; 5e Nota over de Ruimtelijke Ordening (VROM)

Samen werken aan groen Nederland; Structuurschema Groene Ruimte 2 (LNV)

Slide 11

Transities in Groen NL



The pocket guide to the Zuyder Zee project

Slide 12

Beleidskader duurzaam bodemgebruik

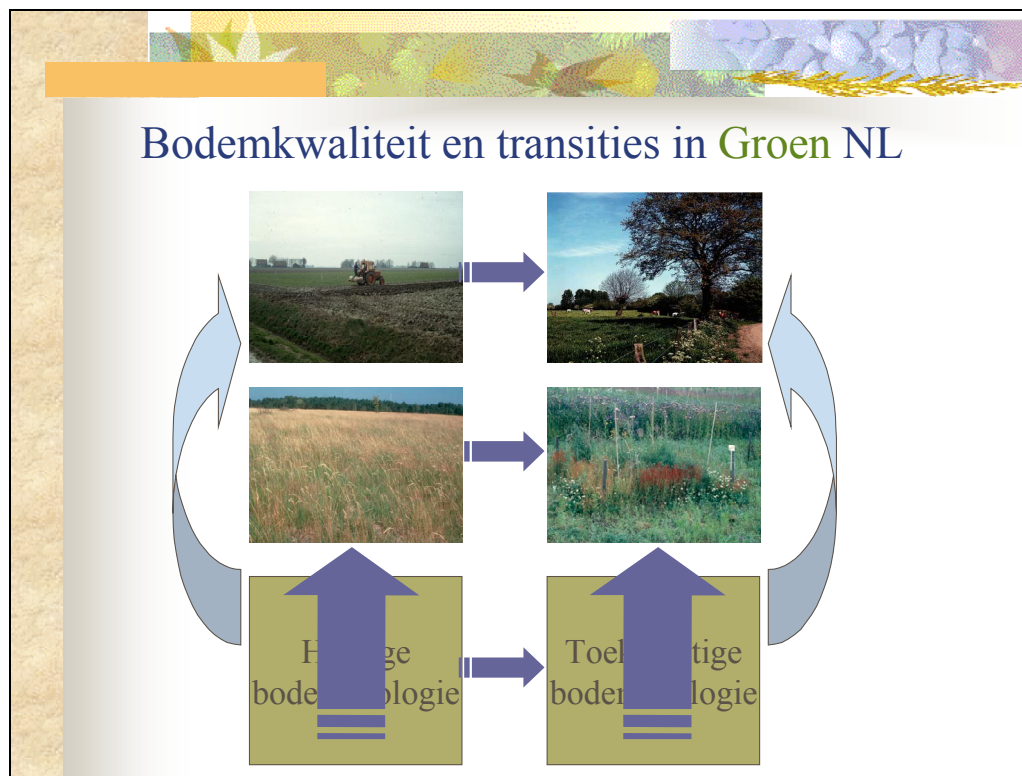
Het overgrote deel van de Nederlandse ruimte houdt een groene functie (landbouw, natuur, recreatie). Het landbouwareaal neemt af; het natuurlijke areaal neemt toe. Landbouw, natuur en wonen moeten ruimtelijk verweven kunnen worden.

- Welke betekenis heeft de bodemecologische kwaliteit bij functiewijziging en is sturing van deze bodemkwaliteit mogelijk?

De landbouw dient zich te ontwikkelen in een duurzame richting.

- Welke rol speelt de ecologische bodemkwaliteit hierbij en hoe is deze te sturen in de gewenste richting?

Slide 13



Slide 14



Slide 15

Landbouw: bedreigingen

- Organische stofuitputting (**micro-organismen**):
 - intensieve akkerbouw met krappe rotaties;
 - scheuren graslanden;
 - “reizende bollenkramen”.
- Bodemstructuur (**wormen, mijten/insecten**):
 - intensieve grondbewerking;
 - mestinjectie;
 - berijding.
- Bodemverontreiniging (**effecten op bodemvoedselweb**):
 - zware metalen in meststoffen (Zn, Cd, Cu);
 - bestrijdingsmiddelen.



Slide 16

Landbouw: kansen en maatregelen

Tegengaan van te snelle veranderingen door het instellen van landbouwmonumenten; verbod op het frequent scheuren van graslanden; verbod op verplaatsende bollenteelt

Gebruik van niet-verontreinigde meststoffen

Gebruik van vezelrijker veevoer

Vermindering bestrijdingsmiddelen via ruimere rotaties en de introductie van **antagonisten**


Bevordering bodemstructuur door ‘**ecosystem-engineers**’

Immobilisatie en bioremediëring (**micro-organismen**).



Slide 17

Natuur



The slide features a decorative header with the word 'Natuur' in a blue serif font. Below the header is a horizontal bar with a yellow-to-purple gradient and a floral pattern. The main content consists of three photographs of a field in different stages of natural succession, connected by blue arrows. The first photo shows a field of tall, golden-brown grasses. The second photo shows a field with a mix of green grasses and various wildflowers. The third photo shows a dense field of green grasses with many small, colorful flowers.

Slide 18

Natuur: bedreigingen



- Hoge concentraties nutriënten:
 - interne eutrofiëring (**micro-organismen**)
 - externe eutrofiëring
- Afwezigheid of geringe aanwezigheid bodemorganismen
 - **schimmels**: afbraak recalcitrant materiaal
 - **mycorrhizavormende schimmels**: successie vegetatie
 - **selectieve herbivoren**: successie vegetatie
- Verontreiniging (**effecten op bodemvoedselweb**):
 - zware metalen
 - (residuen van) bestrijdingsmiddelen

The slide features a decorative header with the word 'Natuur: bedreigingen' in a blue serif font. Below the header is a horizontal bar with a yellow-to-purple gradient and a floral pattern. The main content is a list of threats to nature, with a photograph of a field of tall, golden-brown grasses on the right side.

Slide 19

Natuur: maatregelen en kansen

Afvoer organische stofrijke lagen

Gebiedsgericht (grond)waterbeheer gericht op het voorkomen van interne eutrofiëring (**micro-organismen**) en externe eutrofiëring

Afbraak, verwijdering en immobilisatie van verontreinigingen (**micro-organismen**)

Geschikheidsanalyse natuurontwikkeling kijkend naar potentiële interne eutrofiëring (**micro-organismen**) en de samenstelling bodemvoedselweb (**schimmels, fauna**)

Stimulering vegetatie-successie (**schimmels, fauna**)



Slide 20

Biodiversiteit en duurzaamheid in bodemecosystemen

- Monitoring
- Kennisvragen
- Aanbevelingen

Slide 21

Monitoring bodemkwaliteit

- Bodembiologisch
 - Indicatief zijn voor **biodiversiteit**
 - Indicatief voor **processen en –functies**:
 - nitrificerende bacteriën
 - ecosystem-engineers: bodemstructuurvorming
 - antagonisten: wering van ziekten en plagen
 - bodemfauna: natuurlijke successie van vegetaties
 - schimmels: organische stof dynamiek
- Bodemfysisch/chemische/ecologische processen:
 - organische stof opbouw, afbraak en dynamiek
 - kwantiteit en kwaliteit van het aanvoerende water
 - stikstofmineralisatie
 - productie van broeikasgassen (N_2O , CO_2 , CH_4)

Slide 22

Kennisvragen

- analyse en modellering van de organische stofdynamiek
- ontwerp van systeemgerichte (grond-)waterbeheersystemen
- analyse effecten mestinjectie op de bodemecologie
- ontwerpen van succesvolle strategieën ter introductie van
 - ‘ecosystem-engineering’ organismen (bodemstructuur)
 - antagonisten (ziektewerend vermogen van de bodem)
- ‘groene’ sanering (bioremediëring)
- rol ondergrondse biodiversiteit in vegetatie-successies



Slide 23

Aanbevelingen (1)

- De bodembiodiversiteit is groot en vormt de motor van processen die kwantitatief belangrijke schakels zijn in de mondiale kringlopen van stoffen, energie en nutriënten. Mede vanwege de belangrijke functionaliteit van de bodembiodiversiteit zou deze dienen te worden beschermd.
- Behoud van ecologische bodemkwaliteit zal gericht moeten zijn op het instandhouden en onderhouden van ecologische kringlopen op adequate, van het gebruik afhankelijke, niveaus. Dit ter voorkoming van uitputting, ophoping, hoge verliezen en emissies (verzuring, verrijking en klimaatsverandering).

Slide 24

Aanbevelingen (2)

- Verduurzaming van de Nederlandse landbouw vereist gebruik van natuurlijke, door de bodemecologie aangedreven, processen:
 - nutriëntenvoorziening (mineralisatie, nitrificatie)
 - natuurlijke ziektevering van plagen
 - natuurlijke bodemstructuurvorming
- Natuurbescherming en –ontwikkeling vraagt om een bodemecologisch beheer gericht op het tegengaan van bodemecologische (interne) eutrofiëring, bijvoorbeeld via waterbeheer of afplaggen.

Slide 25

Aanbevelingen (3)

- Succesvolle ontwikkeling van nieuwe natuur vereist *a priori analyses* ter beoordeling van de ecologische geschiktheid van de bodem
 - organische stof concentraties
 - nutriëntenstatus
 - aanwezigheid (of de mogelijkheid de bevordering) van bodemorganismen, die een rol spelen in natuurlijke successie.
- Meet- en monitoringprogramma's om na te gaan of het beleid effectief is dienen zich met name te richten op biologische/fysisch-chemische parameters die indicatief taxonomische en functionele biodiversiteit (LMB).

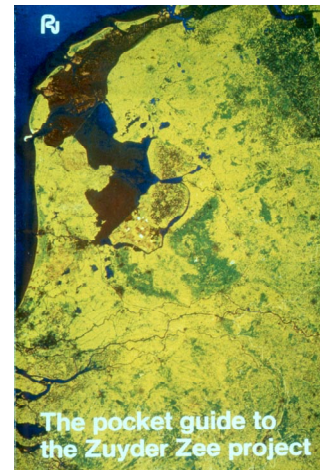
Slide 26

Aanbevelingen (slot)

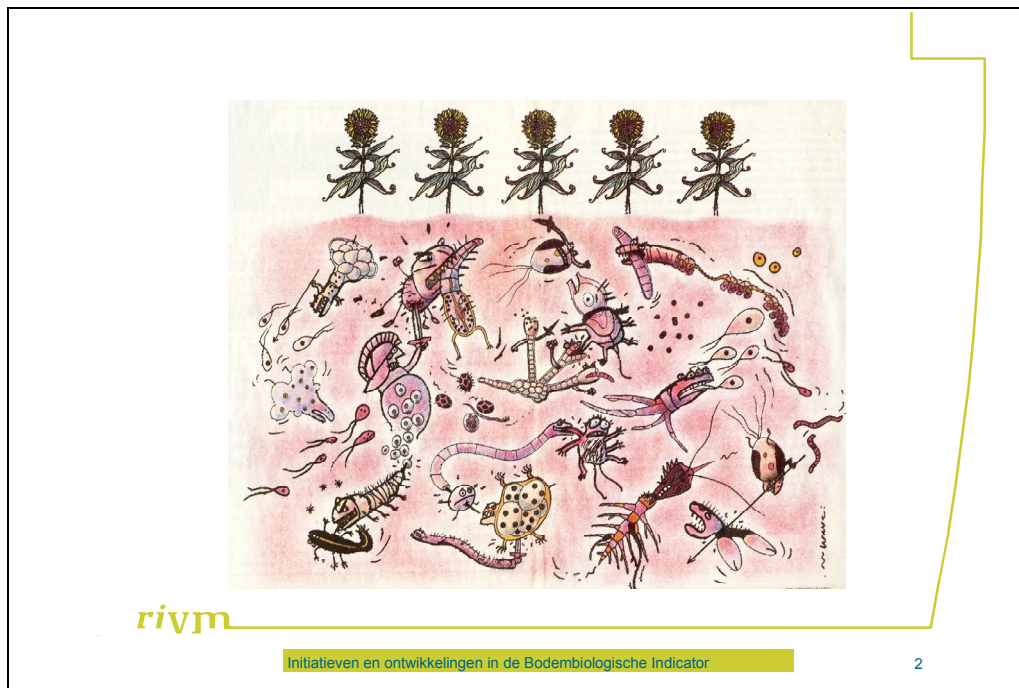
Nederland is nog steeds een **groen land** met het overgrote deel van de oppervlakte in gebruik voor landbouw en natuur.

Er zijn belangrijke maatschappelijk ontwikkelingen richting de ontwikkeling van een **duurzame en economisch vitale landbouw** en voldoende ruimte voor (nieuwe) **natuur**.

Ecologisch bodemkwaliteit is daarmee een belangrijke voorwaardenscheppende factor in de **inrichting en het beheer van de 'groene ruimte'**.



Bijlage 2.3. Initiatieven en ontwikkelingen in de bodembioologische indicator - Drs. Ton Schouten



Bodemecosystemen

Tom Poes, verzijn een list

- Biodiversiteit
- Functies
- Ecologische bodemkwaliteit

rivm

Initiatieven en ontwikkelingen in de Bodembiologische Indicator 3

Wat is Bodemkwaliteit (gezondheid ecosystemen) ?

- = Bodemvruchtbaarheid
- = Geschikt voor teelt
- = Bodemsamenstelling (pH, Org. Stof, lutum)
- = Mate van erosie
- = Microbiologische processen
- = Ziekten of sommige plaagorganismen
- Nauwelijks ecologische invulling
- Analogie met aquatische systemen te gebruiken?

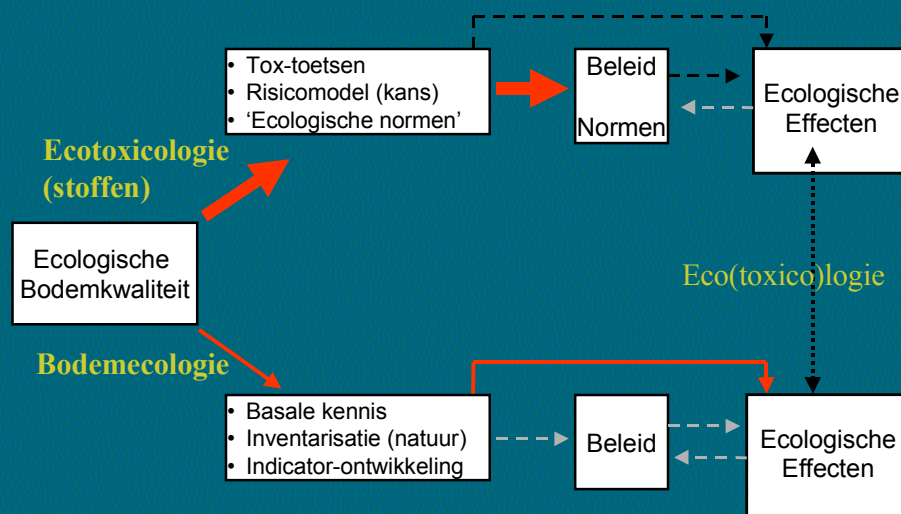
rivm

Initiatieven en ontwikkelingen in de Bodembiologische Indicator 4

Korte historie

- Begin 80er jaren: Bodemverontreinigingsproblematiek (stoffen)
- Bodembeschermingsbeleid: normen voor stoffen (humaan, toxicologisch), maar wat zijn de ecologische effecten?
- Ecologie: geen afdoend antwoord
- 90er jaren: Ecotoxicologische benadering: risicoschattingmodel ('methode Van Straalen - Denneman')
- Ecologische Bodemkwaliteit = extrapolatie-methodiek ?

Ontwikkelingen in het Bodembeschermingsbeleid



Aanleiding BoBI:

- **Biodiversiteitsverdrag Rio de Janeiro 1992:**
Biodiversiteit= alle organismen, diversiteit genetische materiaal tot ecosystemen, behoud en duurzaam gebruik.
- **SPA 1994:**
Milieubeleid vraagt: "Biodiversiteitsdoelstellingen buiten EHS met aandacht voor regulatiefuncties (LSF) en cryptobiota"
- **Verkennde studies:**
CML: Life Support Functies
VISTA: formulering biodiversiteitsdoelstellingen
RIVM, WUR, Alterra, VU: concept Bodembioologisch Indicator-systeem
- **Oplossing voor LSF van de Bodem (de list):**
Relatie tussen diversiteit en functies kwantificeren m.b.v. een *voedselweb-model*

rivm

Initiatieven en ontwikkelingen in de Bodembioologische Indicator

7

Van concept naar monitoring-systeem

Stapsgewijze aanpak ('uitpellen LSF-bodem'):

- Identificatie van Functies
- keuze van processen binnen functies
- keuze indicatorgroepen
- keuze indicatoren

Vele selectie-criteria voor indicatoren:

- Betaalbaar meetbaar
- Inpasbaar in meetnetstructuur
- Onderscheidend vermogen
- Stuurbaar voor beleid

rivm

Initiatieven en ontwikkelingen in de Bodembioologische Indicator

8

Bodembiologisch Indicatorsysteem			
Indicatorsysteem voor Biodiversiteit van de bodem in relatie tot LSF. DivS/FG= aantal soorten per functionele groep, DivF= diversiteit in functies, MI= maturity index, PPI= plant parasite index.			
Life support functies	Processen	Indicatie variabele (soortengroep)	Deelindicator
Afbraak van organisch materiaal	Fragmentatie	1. Wormen + potwormen 2. Mijten	DivS/FG, DivF, massa, aantal DivS/FG, DivF
	Organische substraat omzetting	3. Bacteriële afbraakroutes 4. Paddenstoelen 5. Genetische, div. microflora	DivF (biologtoets) DivS/FG, DivF Bacterieel DNA-polymorfie
Recycling voedingsstoffen	Stikstof-mineralisatie	6. Trofische interacties = 1 + 2 + 7 + 8 + 9 + 10 (in aantal en biomassa)	Stikstofproductie (kg N/ha/j) uit voedselweb (modelmatig)
	Deelprocessen:		
	Microbiële activiteit	7. Microorganismen (bacteriën + schimmels)	Aantal, massa, activiteit (thymidine-inbouw),
	Begrazing microflora (bacteriën + schimmels)	8. Protozoën 9. Nematoden 10. Springstaarten 2. Mijten	Actieve/inactieve cysten, DivS/FG, DivF, MI DivS/FG, DivF DivS/FG, DivF
	Wortelvraat	9. Nematoden (+ 2 + 10)	DivS/FG, DivF, PPI
Predatie	2. Mijten (+ 9 + 10)	DivS/FG, DivF	
Beschikbaarheid voedingsstoffen voor planten	N-, P- en H ₂ O-opname	4. Mycorrhiza paddenstoelen	DivS/FG, DivF
	Nitrificatie	11. Nitrificerende bacteriën	Nitraatvorming uit ammonium
Bodemstructuurvorming	Bioturbatie + aggregaatvorming	1. Wormen + potwormen	DivS/FG, DivF, massa, aantal
Stabiliteit Bodem-ecosysteem	Trofische interacties	12. Opbouw levensgemeenschap = 1 + 2 + 7 + 8 + 9 + 10 (in aantal en biomassa)	Structuur voedselweb (modelmatig)

Van concept naar monitoring-systeem

Stapsgewijze aanpak ('uitpellen LSF-bodem'):

- Identificatie van Functies
- keuze van processen binnen functies
- keuze indicatorgroepen
- keuze indicatoren

Vele selectie-criteria voor indicatoren:

- Betaalbaar meetbaar
- Inpasbaar in meetnetstructuur
- Onderscheidend vermogen
- Stuurbaar voor beleid

Ontwikkeling maatlat en referentiebeelden

Geïntegreerde Bodemkwaliteitsindicator:

- diagnose (Amoebe, Bodemkwaliteits-index) en
- prognose (habitat-responsmodellen)

Ontwikkelingen Bodembioologische indicator (1):

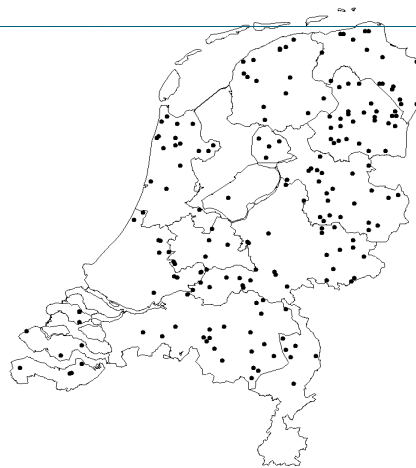
- Pilot (1997): Resultaten positief
- Grootschalige voedselwebanalyses moeilijk haalbaar
- Vanaf 1999 BoBI meetprogramma, in combinatie met Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit 1999-2003
- Structuur LMB:
 - 200 locaties
 - 10 categorieën landgebruik / bodemsoort
 - 20 herhalingen (locaties) per categorie
 - jaarlijks 40 locaties
 - locatie = agrarisch bedrijf

rivm

Initiatieven en ontwikkelingen in de Bodembioologische Indicator

11

Bemonsteringslocaties LMB



rivm

Initiatieven en ontwikkelingen in de Bodembioologische Indicator

12

Landgebruik-grondsoort combinaties:

- Landgebruikstypen LMB:

- 3x graslanden op zandgrond (ext., int., int+)
- graslanden op rivierklei
- graslanden op zeeklei
- graslanden op veengrond
- akkerbouw op zandgrond
- akkerbouw op kleigrond
- tuinbouw en bollenteelt
- bossen

- BoBI referenties: biologische bedrijven (10 per categorie)

Indicatorgroepen in BoBI:

- 1) **Microorganismen**

*aantal, biomassa, activiteit (eiwit en DNA-synthese),
genetische diversiteit, diversiteit afbraakroutes (Biolog)*

- 2) **Nematoden**

aantal, diversiteit functionele groepen

- 3) **Potwormen**

aantal, biomassa, diversiteit functionele groepen

- 4) **Regenwormen**

aantal, biomassa, diversiteit functionele groepen

- 5) **Mijten en springstaarten**

aantal, diversiteit functionele groepen

- 6) **Processen**

C- en N-mineralisatie capaciteit

Kosten BoBI per locatie:

1) Microorganismen*:	1425,-
2) Nematoden*:	175,-
3) Potwormen:	505,-
4) Regenwormen:	520,-
5) Mijten en springstaarten:	1180,-
6) Processen*:	685,-
7) Chemische analyse*:	285,-
8) Monsternamen en transport:	<u>715,-</u>
	5490,-

*= mengmonster per locatie

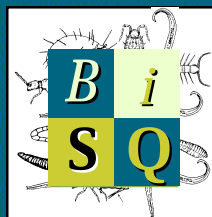
rivm

Initiatieven en ontwikkelingen in de Bodembioologische Indicator

15

Stand van zaken 2002:

- 1999: Graslanden op zand + referenties (biologisch)
- 2000: Graslanden op zand + Bossen + K&K, VEL/VANLA, FIR
- 2001: Akkerbouw op zand + MKZ + Ossekampen-veldexperiment
- 2002: Akkerbouw op klei + Graslanden rivierklei + referenties + BIOVEEM2
-



rivm

Initiatieven en ontwikkelingen in de Bodembioologische Indicator

16

Ontwikkelingen in de toekomst:

- 2003: Graslanden op zeelei + Tuinbouw
- 2004 e.v.:
 - Inhalen uitvallers MKZ-crisis
 - Uitbreiding maatlat en referenties (natuurgebieden)
 - Habitat-respons relaties, DSS Duurzaam Bodemgebruik
 - Uitbreiding naar indicatoren Bodemweerbaarheid
 - Specifieke relaties met bedrijfsvoering (bijv. bemesting, gewassen, grondbewerking)
 - Methodische aspecten monstername, ruimtelijke variatie etc.
 - Fundamentele onderbouwing relatie diversiteit - functies (samenwerking Universiteiten)

rivm

Initiatieven en ontwikkelingen in de Bodembioologische Indicator

17



ri

33

Bijlage 2.4. Organismen, nutriëntenkringlopen en bodemkwaliteit - Dr. Jaap Bloem

Slide 1

Organismen, nutriëntenkringlopen en bodemkwaliteit

Jaap Bloem¹, Ton Schouten², Wim Didden³, Gerard Jagers op Akkerhuis¹, Harm Keidel⁴, Michiel Rutgers², Ton Breure²

¹ Alterra, Wageningen UR

² RIVM, Bilthoven

³ Sectie Bodemkwaliteit, Omgevingswetenschappen, Wageningen UR

⁴ Bedrijfslaboratorium voor Grond en Gewasonderzoek, Oosterbeek

WAGENINGEN UR

Slide 2

Inleiding

- Doel: behoud en duurzaam gebruik van biodiversiteit en functies in de bodem
- Vraag: wat is de huidige staat van biodiversiteit en functies in de bodem?
- Meting van biologische variabelen die relevant zijn voor belangrijke functies, zoals afbraak van organische stof en nutriëntenkringlopen
- Lange termijn onderzoek op proefbedrijven: proefvakken binnen 1 bedrijf
- Categoriën van bedrijven uit het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: 20 bedrijven per categorie

Slide 3

Duurzame landbouw

Mäder et al., 2002. *Science* 296:1694-1697

- goede gewasopbrengst met minimale effecten op het milieu
- behoud of verbetering van bodemvruchtbaarheid
- levering van essentiële nutriënten voor plantengroei
- een divers en actief bodemleven
- een goede bodemstructuur
- een ongestoorde afbraak van organische stof

Slide 4

**Verandering van beheer van intensief naar
geïntegreerd, organisch, biologisch, extensief,....**

Hansen et al. 2001. *Agriculture Ecosystems and Environment* 83:11-26

- Beperkte veebezetting
- Vermijding van synthetische pesticiden
- Vermijding van minerale kunstmest, gebruik van organische mest

- Toenemende rol van bodemorganismen: mineralisatie van organische stof, stikstof fixatie, mycorrhiza schimmels...

Slide 5

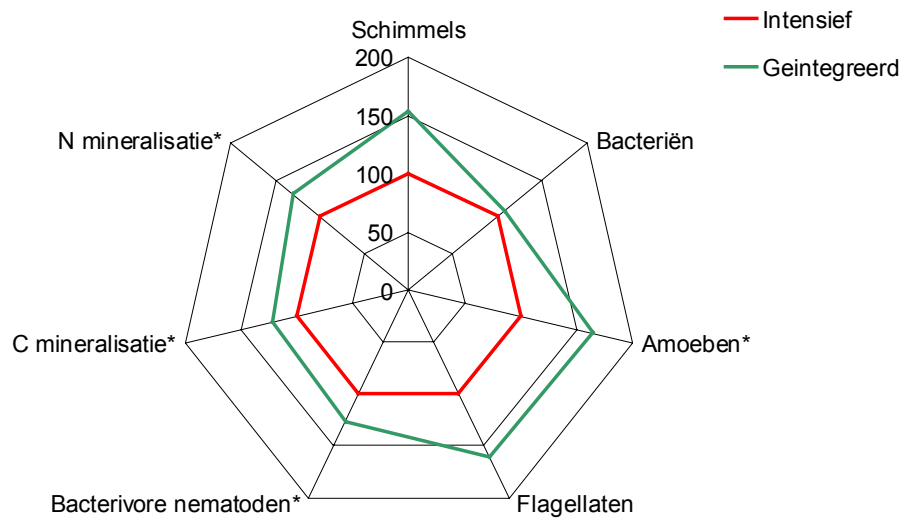
Geïntegreerde versus intensieve akkerbouw

Proefbedrijf de Lovinkhoeve (Bloem et al. 1994, Agric Ecosys Environ 51:129-143)

	Integrated	Conventional	Ratio	Significance
Organic matter (%)	2.8	2.2	1.3	
Mineral fertiliser (kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹)	144	237	0.6	
Organic manure (kg ha ⁻¹ yr ⁻¹)	3000			
Fungi (kg C ha ⁻¹)	3.3	2.1	1.5	n.s.
Bacteria (kg C ha ⁻¹)	245	228	1.1	n.s.
Amoebae (kg C ha ⁻¹)	19	12	1.6	***
Flagellates (kg C ha ⁻¹)	0.63	0.53	1.2	n.s.
Bacterivorous nematodes (kg C ha ⁻¹)	0.38	0.30	1.2	**
Respiration (kg O ₂ ha ⁻¹ wk ⁻¹)	275	225	1.2	*
N mineralisation (kg N ha ⁻¹ wk ⁻¹)	1.95	1.50	1.3	*

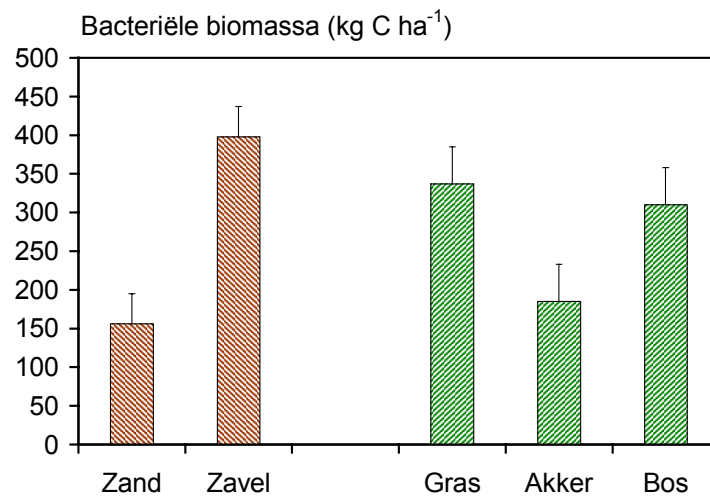
Slide 6

Bodembioologische variabelen bij geïntegreerde en intensieve akkerbouw (proefbedrijf de Lovinkhoeve). Intensief is gesteld op 100%.



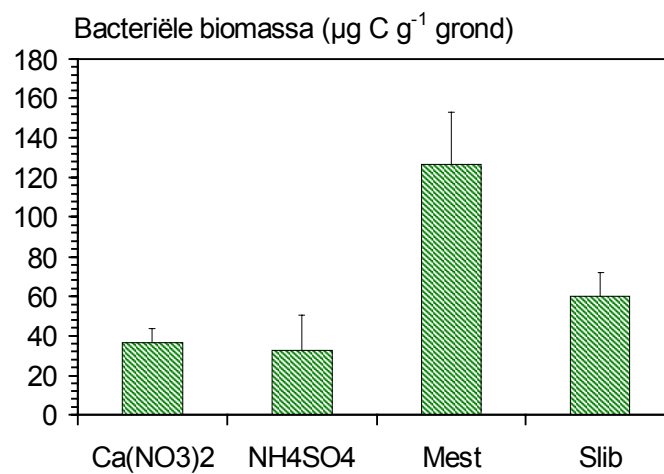
Slide 7

Effect van bodemtype en landgebruik
op de bacteriële biomassa (90% van totale biomassa, gemeten dmv microscopie)
6 lokaties, foutenbalken geven LSD (n=4)



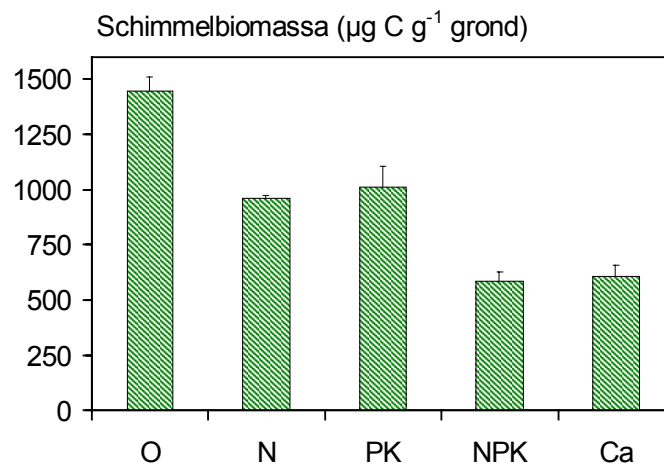
Slide 8

Effect van bemesting op bacteriën
Bemestingsproef Ultuna, sinds 1956. Akkerbouw. Foutenbalken geven SE, n=3



Slide 9

Effect van bemesting op schimmelhyfen
niet in meetnet, maar hier 50-80% van totale biomassa.
Bemestingsproef Ossekampen, sinds 1950, grasland. Foutenbalken geven SE, n=2.

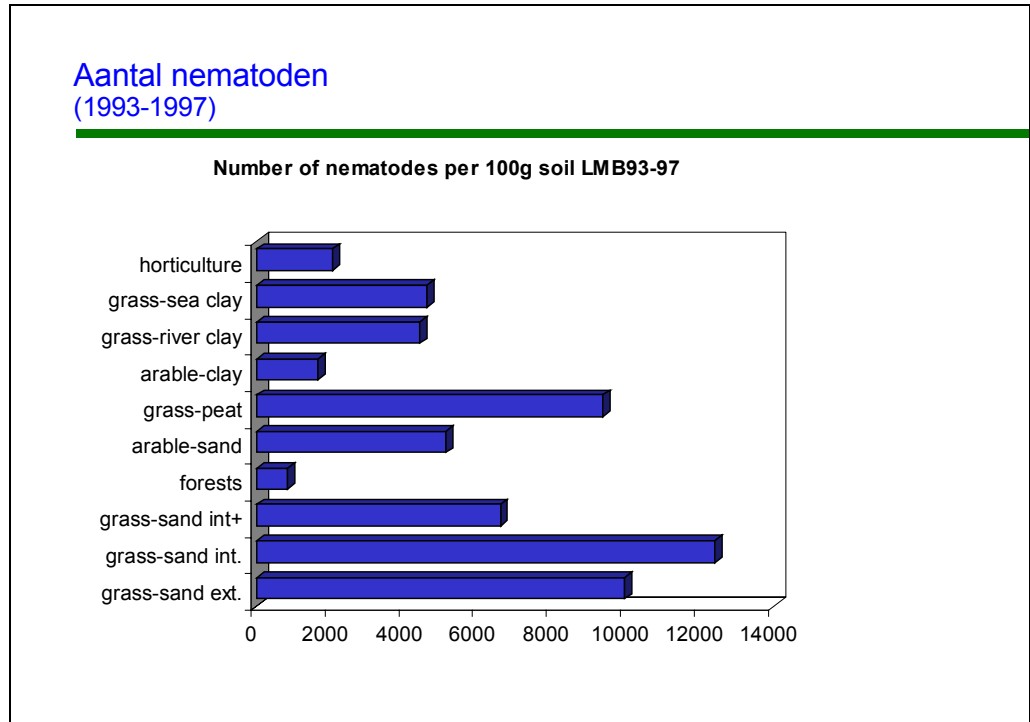


Slide 10

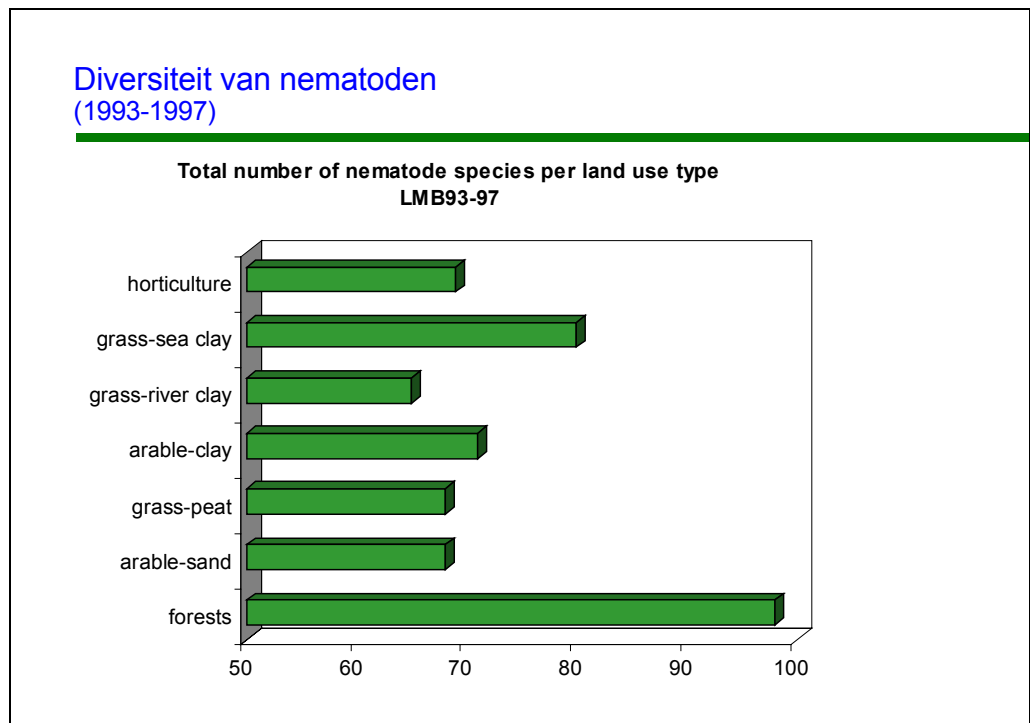
Biologische metingen in Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit

- 10 combinaties van bodemtype en landgebruik
- 20 replicaties per categorie, voornamelijk intensieve agrarische bedrijven
- 1993-1997: alleen nematoden

Slide 11

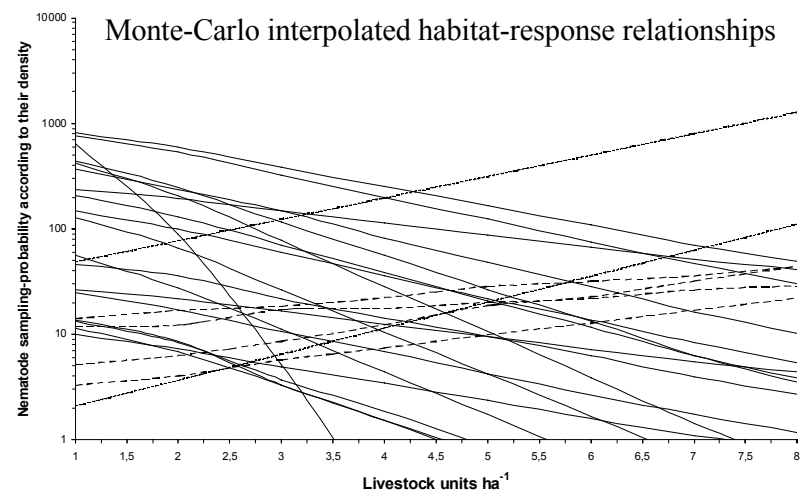


Slide 12



Slide 13

Model: voorkomen van nematodensoorten bij toenemende veebezetting
1 lijn geeft de waarschijnlijke dichtheid van 1 soort



Mulder *et al.*, subm. to *Ecotoxicology*

Slide 14

Biologische metingen in Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit
1997-2001

- 10 combinaties van bodemtype en landgebruik
- 20 replicaties per categorie, voornamelijk intensieve agrarische bedrijven
- plus referenties, b.v. 10 biologische bedrijven

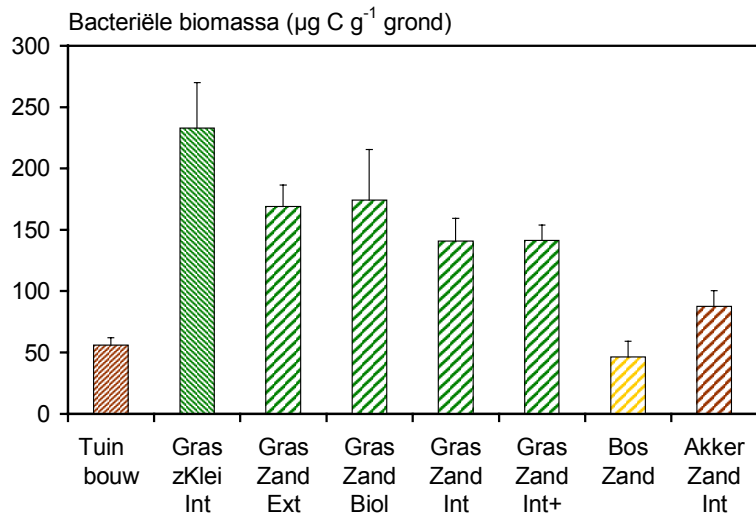
- 1997: pilot uitgebreide biologische indicator, gras op zeelei en tuinbouw

- 1999: gras op zand, extensief, biologisch en intensief (Ext, Biol, Int)
- 2000: gras op zand, “Intensief plus” (Int+) bedrijven met varkens; en bossen op zand
- 2001: akker op zand, intensief (Int);

Slide 15

Bacteriële biomassa

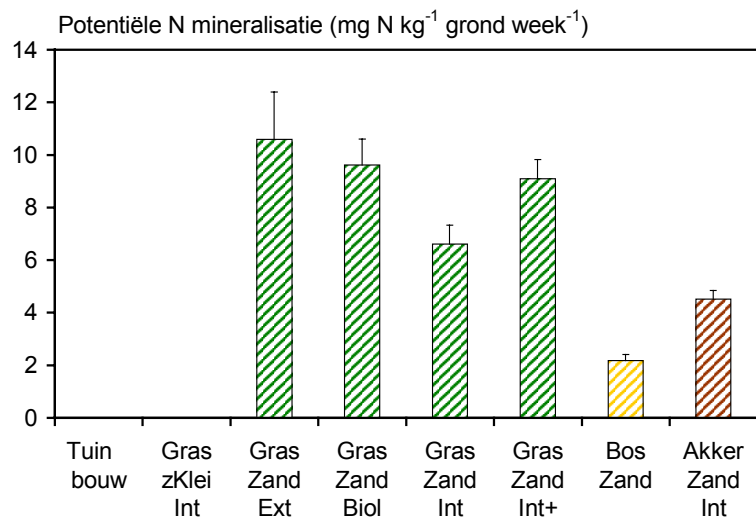
Foutenbalken geven SE, n=20 (10 voor biologische bedrijven).



Slide 16

Potentiële N mineralisatie

Foutenbalken geven SE, n=20 (10 voor biologische bedrijven).



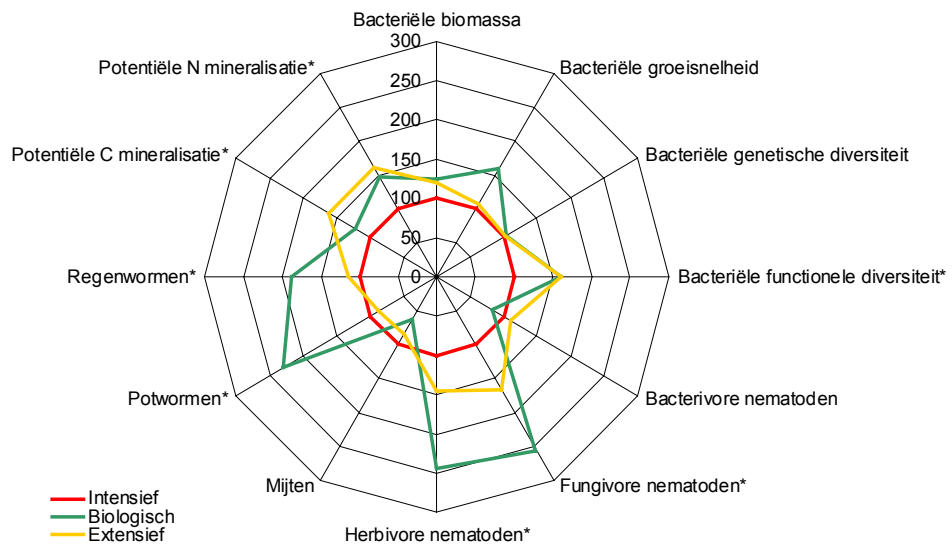
Slide 17

Bodembiologische variabelen in biologische, extensieve en intensieve graslandbedrijven op zand

	Biologisch n=10	Extensief n=20	Intensief n=20	Statistische significantie
Organische stof (%)	7.8	8.6	5.1	**
Bacteriële biomassa ($\mu\text{g C g}^{-1}$ grond)	170	170	140	n.s.
Bacteriële groeisnelheid ($\text{pmol thymidine g}^{-1} \text{uur}^{-1}$)	24.0	16.0	15.0	n.s.
Genetische diversiteit (aantal DNA banden)	49.0	49.0	48.0	n.s.
Functionele diversiteit (μg grond met 50% afbraak)	360	360	600	*
Nematoden (aantal per 100 g grond)	6000	5500	4500	*
Bacterivore nematoden (%)	37	55	60	***
Fungivore nematoden (%)	3.6	2.6	1.9	*
Herbivores nematoden (%)	52	32	29	***
Mijten (aantal m^{-2})	30000	40000	47000	ns
Potwormen (g m^{-2})	5.4	2.1	2.4	*
Regenwormen (aantal m^{-2})	246	148	130	*
Potentiële C mineralisatie ($\text{mg C kg}^{-1} \text{week}^{-1}$)	66	87	54	**
Potentiële N mineralisatie ($\text{mg N kg}^{-1} \text{week}^{-1}$)	9.6	10.6	6.6	*

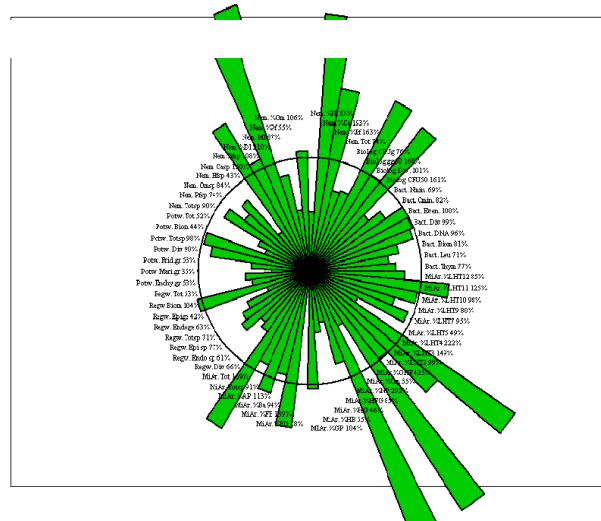
Slide 18

Bodembiologische variabelen in intensieve, extensieve en biologische graslandbedrijven op zand. Intensief is gesteld op 100%



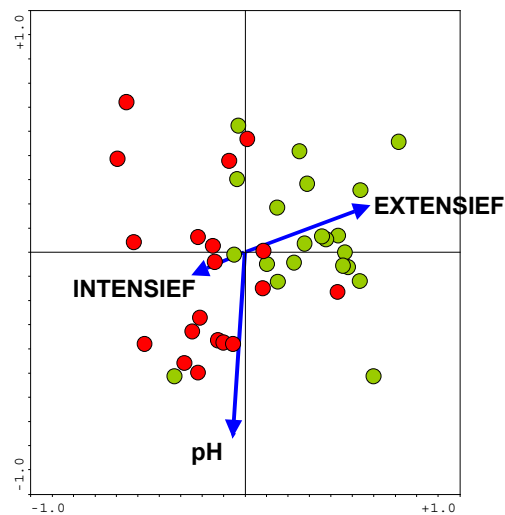
Slide 19

Vergelijking van alle gemeten biologische variabelen op intensieve en biologische bedrijven (biologisch is gesteld op 100%)



Slide 20

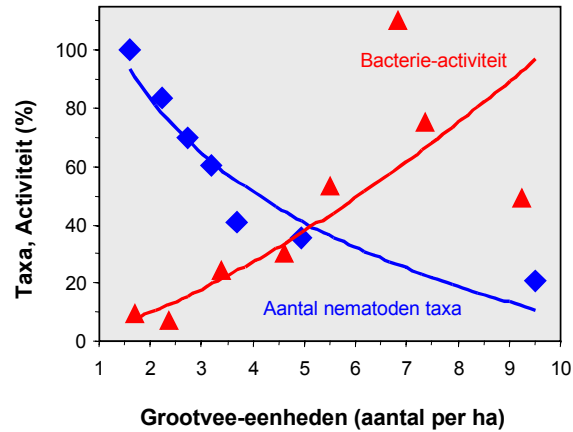
Multivariate analyse (PCA) van Biolog fingerprints (substraat afbraak profielen) van microbiële gemeenschappen



Slide 21

Relaties tussen diversiteit van nematoden, bacteriële groeisnelheid en intensiteit van landgebruik (gras op zand)

Nematoden biodiversiteit en bacterie-activiteit

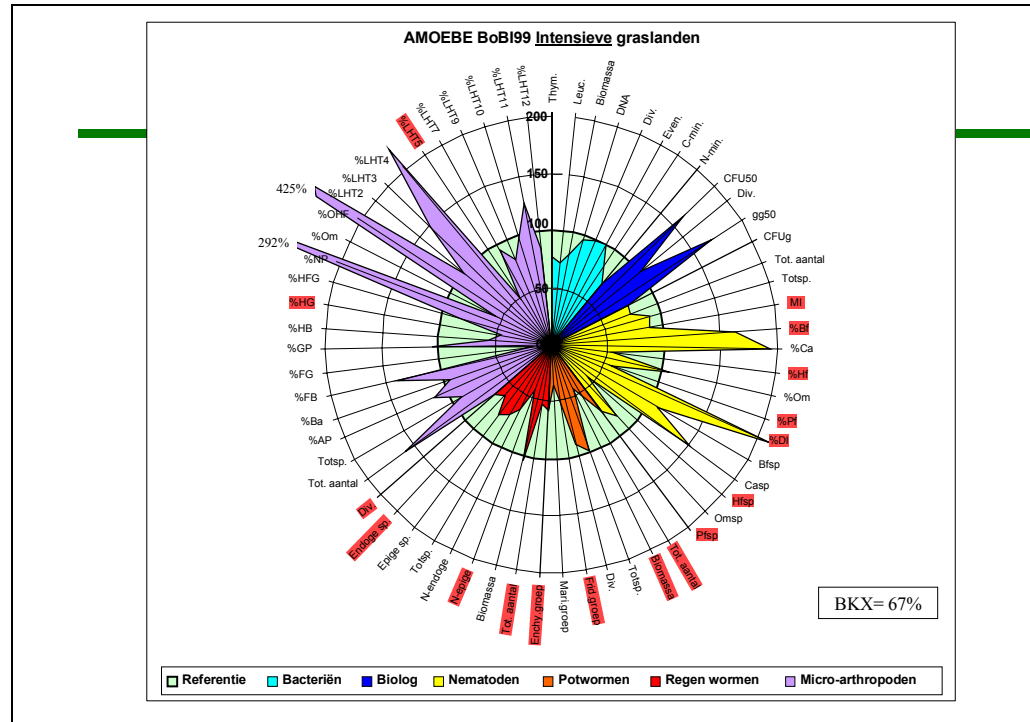


Slide 22

Conclusies bodemleven

- Grote verschillen tussen categorieën van bodemtype en landgebruik
- Significante effecten van bedrijfsvoering op de meeste groepen organismen
 - biomassa van bacteriën hoog in grasland, lager in akkers, erg laag in tuinbouw
 - diversiteit van nematoden verandert, en activiteit van bacteriën neemt toe met gebruiksintensiteit (grootvee eenheden per hectare)
- Biologische en extensieve bedrijven:
 - tendens naar hogere biomassa, activiteit en diversiteit van bodemleven
 - 50% hogere potentiële N mineralisatie (hogere bodemvruchtbaarheid)
 - niet verklaard door meer bacteriën en microbivoren
- Schimmels en protozoën niet in meetnet, wel belangrijk voor mineralisatie en opname van nutriënten door gewas
- Extensivering leidt mogelijk tot dominantie van schimmels

Slide 23



Slide 24

Reduced biological activity and biomass in contaminated soil
 (Bloem and Breure, in press. In Markert, Breure, Zechmeister eds. Bioindicators/Biomonitor. Elsevier, Amsterdam)

Parameter	Reduction in metal polluted soil (% of control)		
	Cu 200 mg/kg	Ni/Cr 2800/430 mg/kg	Zn 10000 mg/kg
Bacteria:			
growth rate	76 *	82 *	89 *
biomass	4	66 *	95 *
Fungal hyphae	34	N.D.	81 *
Protozoa	9	N.D.	98 *
Nematodes	19	92 *	99 *
Respiration	33	N.D.	99 *
N-mineralization	10	N.D.	N.D.

* significant difference (P<0.05)

Bijlage 2.5. Van data naar indicatoren: bodemleven vertalen naar beleidsinstrumenten - Dr. Ton Breure

Slide 1

**Van data naar indicatoren:
bodemleven vertalen naar
beleidsinstrumenten**

rivm
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

Onderzoek in dienst van mens en milieu

Slide 2

Alles kan niet overal

vel **Massale boomsterfte in Leidsche Rijn**

Van een onzer verslaggevers **Utrecht**

Van de 250 bomen die vorig jaar tijdens de Nationale Boomfeestdag in Leidsche Rijn werden geplant, zijn er zeker 210 doodgegaan. De gemeente Utrecht wijt de extreme sterfte aan de slechte bodem, die onvoldoende waterdoorlatend was.

De grond was relatief kort voor de plantdag aangebracht. „Dit is met zware machines gebeurd, waardoor de grond is gaan dichtzitten. Daarna volgde een natte periode waardoor de grond nog verder is gaan inklinken,” vertelt woordvoerder J. Korssen van de gemeente.

De volwassen bomen zijn in de loop der maanden min of meer verzopen. Gewoonlijk bedraagt de sterfte bij de aanplant van bomen zo'n 15 procent, zo meldt de gemeente Utrecht. Opnieuw aanplanten gaat zo'n 4,5 ton kosten. De bomen, voornamelijk kastanjes, werden vorig jaar maart geplant tijdens de Nationale Boomfeest-

dag in het Groot Archeologiepark. Hierbij waren tal van hoogwaardigheidsbekleders aanwezig; koningin Beatrix, staatssecretaris G. Faber van Landbouw, ambassadeurs, burgemeesters en wethouders.

Het Groot Archeologiepark is aangelegd op een archeologische vindplaats, waar niet gegraven mag worden. Om te voorkomen dat boomwortels schade aanbrengen aan oude resten, werd de grond enkele meters opgehoogd. Door het natte voorjaar was het park op de plantdag een grote modderpoel. De bomen werden geplant door zo'n 500 leerlingen van het basisonderwijs. Doel van de boomfeestdag is kinderen de waarde bijbrengen van de natuur.

De gemeente Utrecht gaat dit najaar nieuwe bomen planten. Om herhaling van de sterfte te voorkomen is de grond geploegd, maar dit kan niet te diep vanwege de archeologische resten. Daarom heeft de gemeente in het voorjaar mosterdzaad gestrooid. De wortels van dit plantje moeten de grond nog meer 'open' maken.

rechtszaak vertrap

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

2

Slide 3

Wet bodembescherming, artikel 1

bodem:
het vaste deel van de aarde met de zich daarin bevindende vloeibare en gasvormige bestanddelen en organismen;

belang van de bescherming van de bodem:
het belang van het voorkomen, beperken of ongedaan maken van veranderingen van hoedanigheden van de bodem, die een vermindering of bedreiging betekenen van de functionele eigenschappen die de bodem voor mens, plant of dier heeft;

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

3

Slide 4

Functionele eigenschappen van de bodem

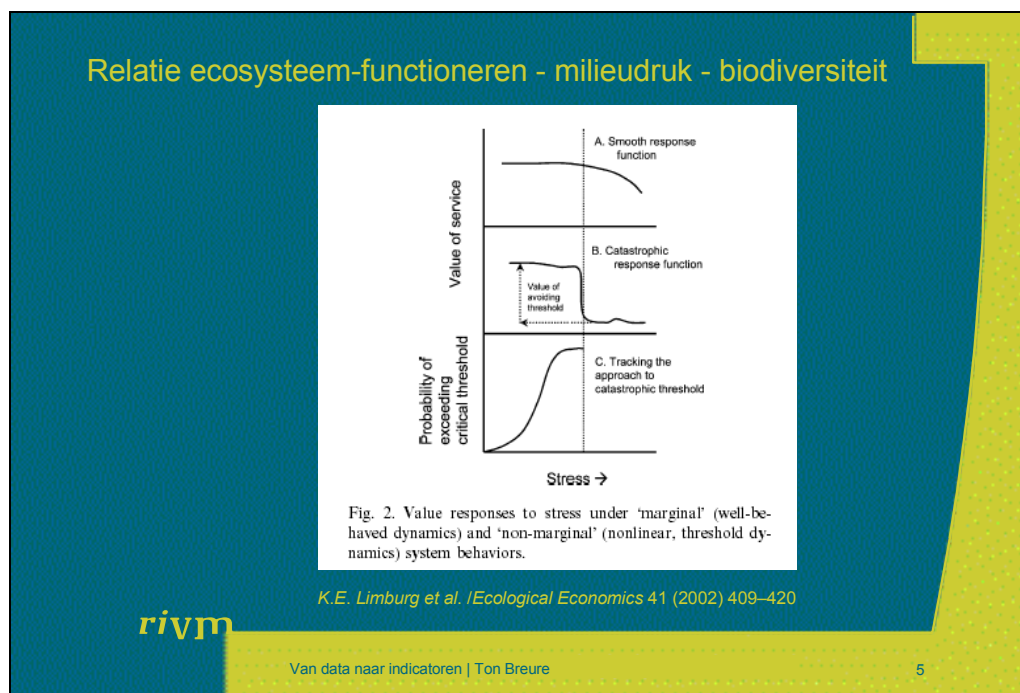
- afbraak organische stof
- nutriëntkringlopen
- ziekten- en plaagwering
- structuurvorming van de bodem
- reinigend vermogen
- waterhuishouding
-
-

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

4

Slide 5



Slide 6



Slide 7

Aard van de data:

- voorkomen van soorten
- dichtheden van soorten
- activiteiten / processnelheden
- abiotische omstandigheden
- type landgebruik

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

7

Slide 8

Voor wie is de bodemecologische informatie:

VROM	integrale informatie duurzaamheid landgebruik
LNV	agrobiodiversiteit
EU	beheer ecosysteem duurzaamheid
OECD	productieondersteunende biodiversiteit
FAO	biodiversiteit / bodemvruchtbaarheid
UN	gebruik ecosystemen / eerlijk delen
Boeren / Beheerders	lokale informatie

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

8

Slide 9

Beleidsvraag:

- duurzaamheid
- veerkracht
- functionaliteit
- 'veranderbaarheid van gebruik'
- effectiviteit van beleid en beheer

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

9

Slide 10

Duurzaamheid

```
graph TD; ecologie <--> economie; ecologie <--> maatschappij; economie <--> maatschappij;
```

- zwakke duurzaamheid
- strenge duurzaamheid

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

10

Slide 11



Wat voor type informatie

- beschrijvend (omvang ecologisch kapitaal)
- trends
- waarderend
- voorspellend
- GIS

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

11

Slide 12



Eisen voor indicator (set):

- aanwezigheid en beschikbaarheid van kennis en data
- indicatieve waarde / representativiteit
- aansprekendheid voor politiek en maatschappij
- stuurbaarheid
- meetbaarheid en kosten van meten
- stabiliteit / bruikbaarheid over een langere periode
- relatie met menselijk handelen

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

12

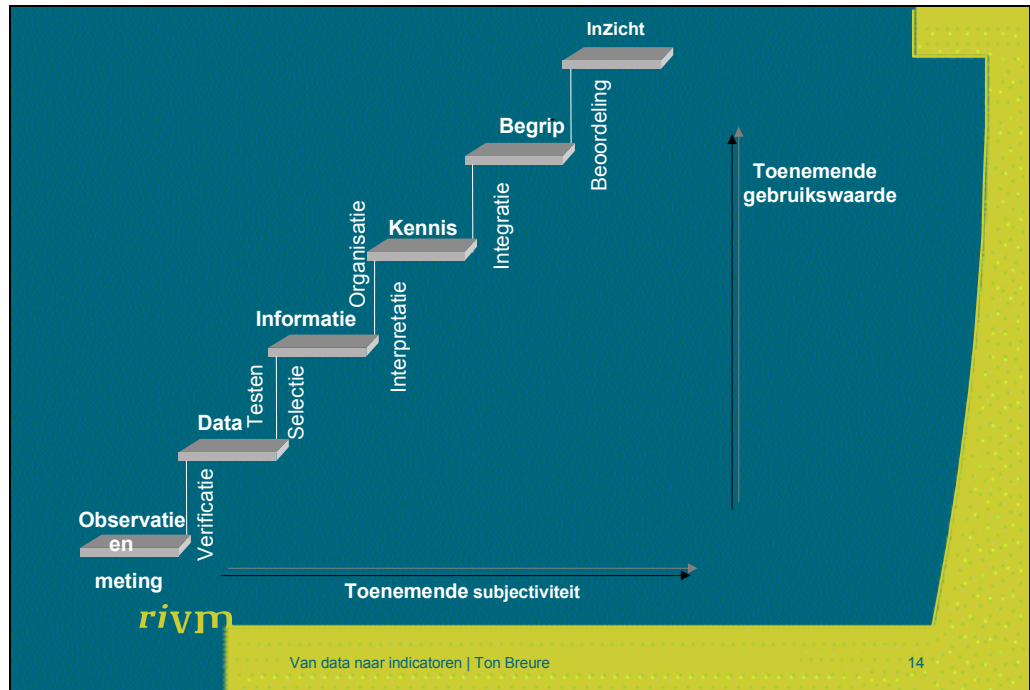
Slide 13

Beschrijvende informatie

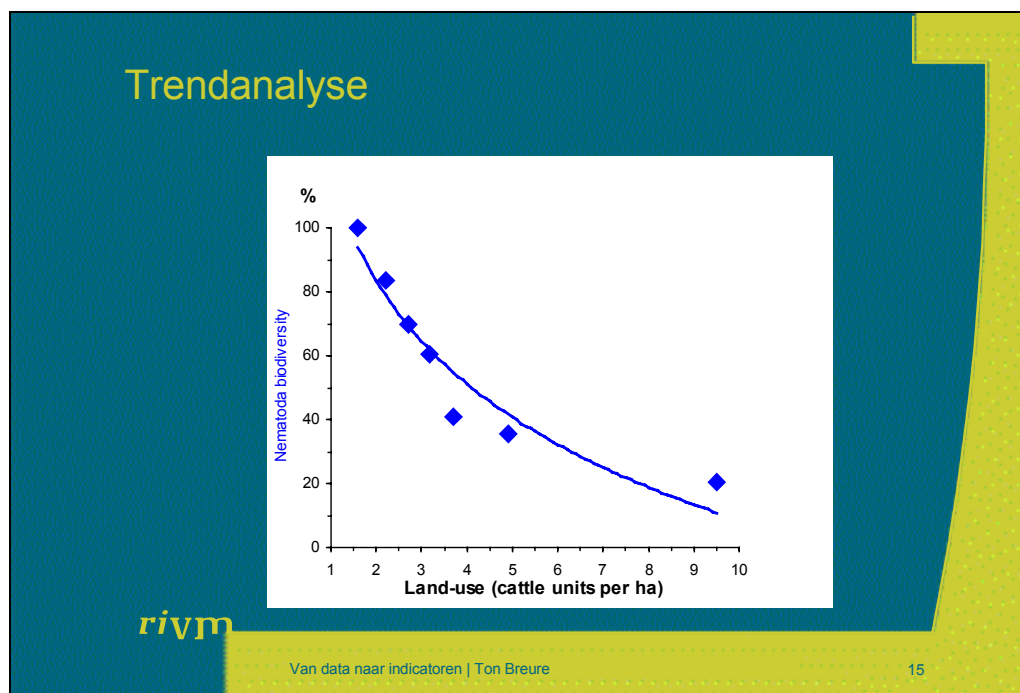
Soil biota	Indicators	Grassland on marine-clay (n=20)	Horticulture (n=17)	statistical difference GrL - Hort.
Bacteria	Thymidine assimil. (pmol/g/h)	179.7	108.3	***
	Leucine assimil. (pmol/g/h)	847.9	392.8	***
	Bacterial biomass (µg C/g)	232.4	56.4	***
	CFU (10 ⁷ CFU/g)	17.1	2.6	***
	Potential nitrification (mg NO ₃ -N /kg/week)	93.6	74.0	***
Biolog	LogCFU-50 (activity 50%)	3.73	2.87	***
	H-coefficient (evenness)	0.39	0.6	***
	gg50 (µg soil with 50% funct.)	95	44	*
Nematodes	Abundance (num./100 g)	4629	2069	***
	Number of taxa	26.1	21.8	*
	Maturity Index	1.77	1.47	***
	Trophic diversity index	2.12	1.51	***
	Num. spec. bacterial feeding	11.4	13.3	*
	Num. spec. carnivores	0.4	0.6	n.s
	Num. spec. hyphal feeding	2.1	2.1	n.s
	Num. spec. omnivores	1	1.2	n.s
	Num. spec. plant feeding	11.4	4.5	***
	Num. functional groups	3.9	4.3	n.s
Enchytraeidae	Abundance (num/m ²)	24908	16096	**
	Number of taxa	8.2	5.5	***
	Biomass (g/m ²)	5.6	1.10	***
	Number of <i>Friderica</i> (m ²)	8654	1300	***
Earthworms	Abundance (num./m ²)	317.9	40.2	***
	Biomass (g/m ²)	70.1	3.8	***
	Endoge-species	2.1	0.82	***
	Epige-species	1.2	0.06	***
Mites		(n=1)	(n=1)	
	Abundance (num./m ²)	37900	18100	
	Number of species	23	20	
	Number of functional groups	8	10	
Food web (model-calculations)	N-mineralization (kg N/ha/y)	335	115	
	C-mineralisation (kg C/ha/y)	6150	1750	
	Stability	0.47	0.61	

13

Slide 14



Slide 15



Slide 16

Distance to target indicator

- kiezen van targets (beleidsdoelen) op basis van:

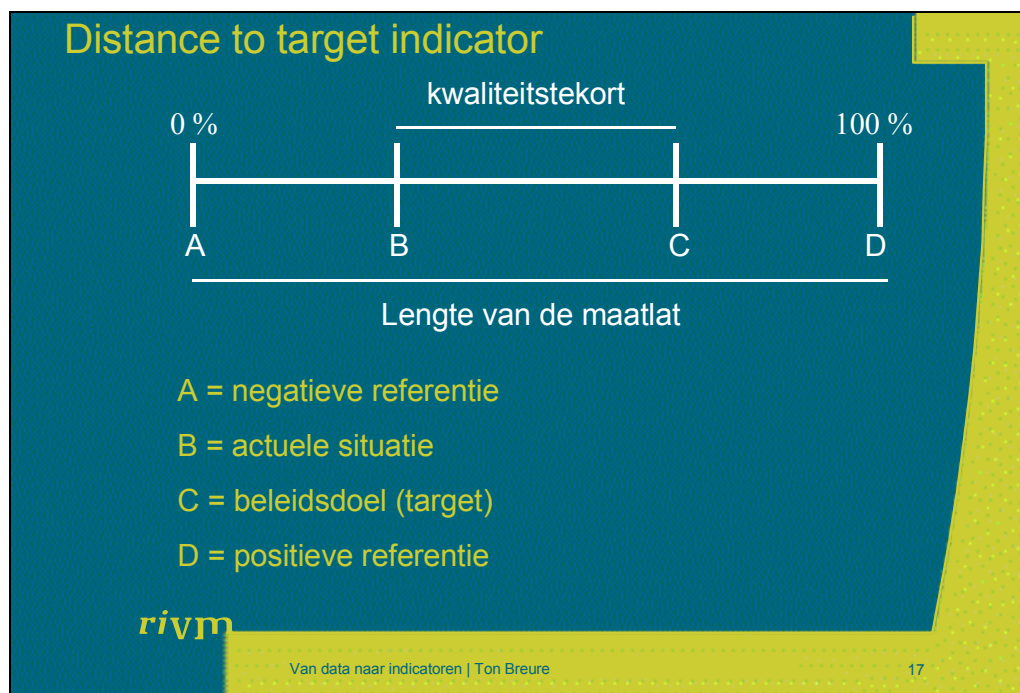
- geografische referenties
- historische referenties
- gewenst functioneren

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

16

Slide 17



Slide 18

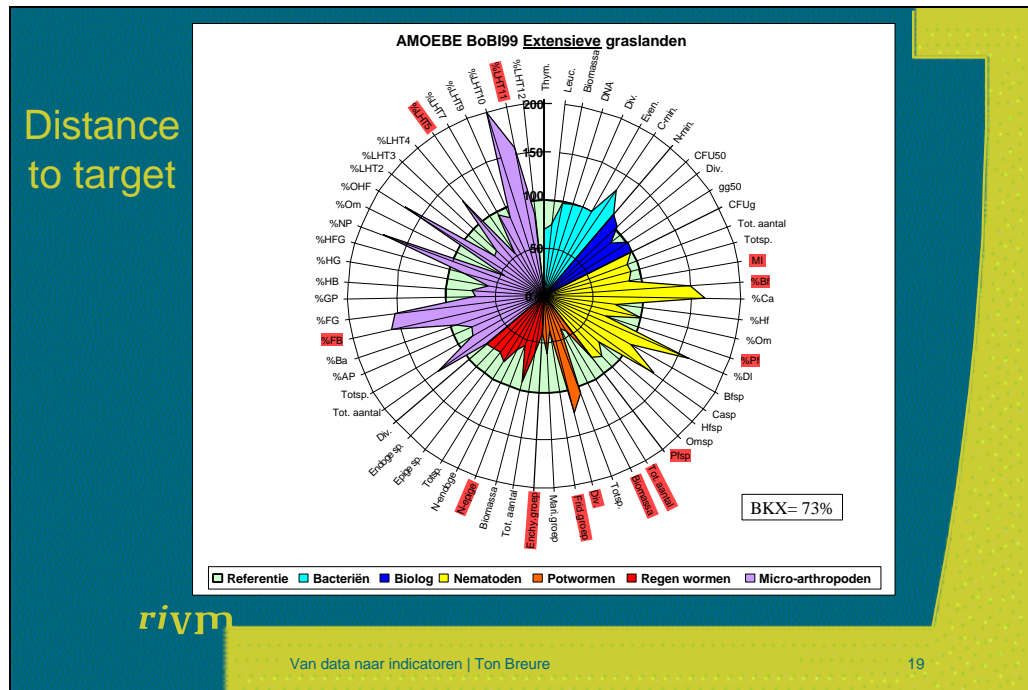
Formulering beleidsdoel

landgebruik
grondsoort

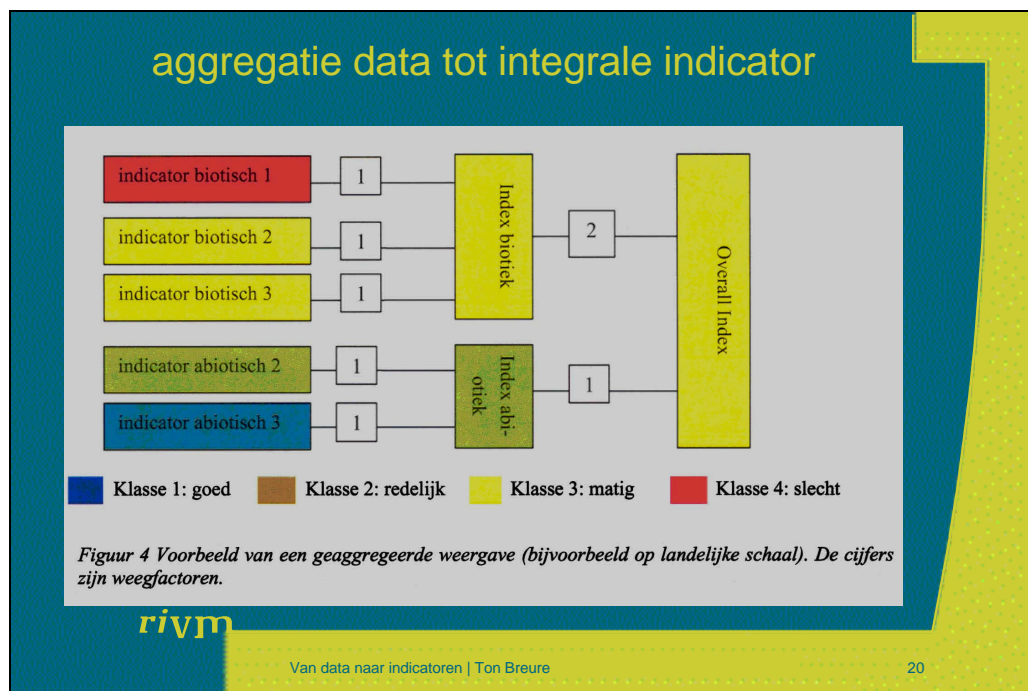
- abiotische omstandigheden
- diversiteit specifieke organismen
- abundantie organismen
- proces-snelheden

rivm
Van data naar indicatoren | Ton Breure 18

Slide 19



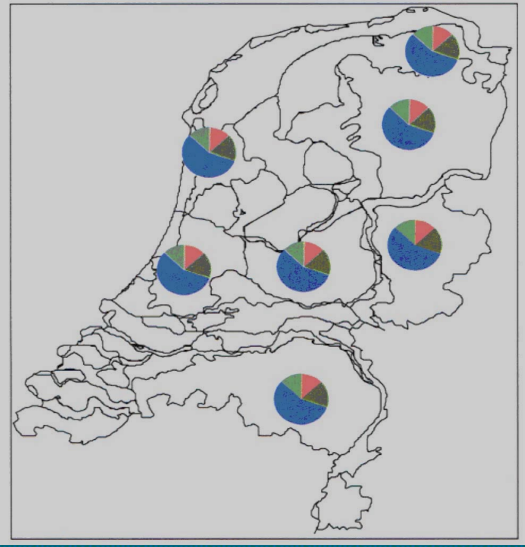
Slide 20



Slide 21

geografische weergave informatie

(distance to target)



rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

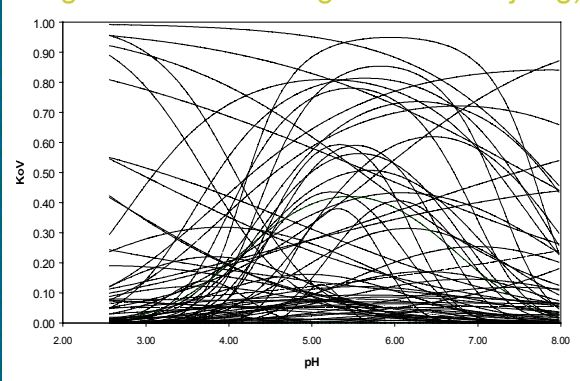
21

Slide 22

Voorspellen van aanwezigheid soorten

$KoV = f(pH) + f(P) + f(OS) + f(GVG) + f(kleigehalte) + \dots$

(logistische regressie = out-ecologische beschrijving)

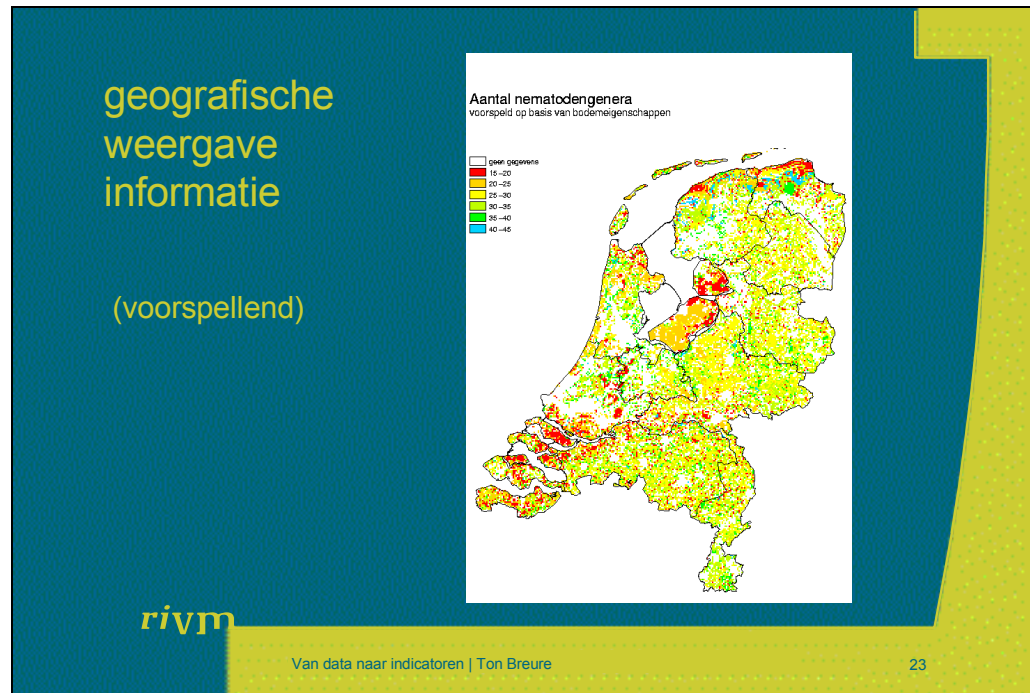


rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

22

Slide 23



Slide 24

Lacunes

- beperkte dataset
- locaties
- locatietypen
- organismen
- onduidelijke beleidsdoelen
- relatie biodiversiteit - functioneren van bodemecosysteem

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure

24

Slide 25

Toekomstige activiteiten

- monitoring
- trendanalyses
- voorstellen voor referenties / beleidsdoelen
- indicatoren landelijk / regionaal / lokaal
- koppelen gebruik aan beheer en ecologie

rivm

Van data naar indicatoren | Ton Breure 25

Bijlage 2.6. Agrobiodiversiteit en visies van LNV - Drs. Hans Brand

Slide 1



landbouw, natuurbeheer
en visserij

(LNV) Visie op bodem en (agro)biodiversiteit

Presentatie t.b.v. workshop
“Bodemleven, bodemkwaliteit en duurzaam
bodembebruik”
RIVM en WUR op 3 oktober 2002


Slide 2



Huidige beleidsstrategie

- **Interventiestrategie:**
 - voorkomen van (teveel) negatieve externe effecten van bodembebruik (saneren en preventie)
- **Uitingsvorm:**
 - Fysisch-chemisch (draagkracht, structuur)
 - Stofgericht (N, P, zware metalen, bestrijdingsmiddelen)
 - Normerend van aard
 - Volksgezondheid als norm (o.a. LAC signaalwaarden, Landbouwkaliteitswet)
- **Beleid en onderzoek bevestigen elkaar**

Slide 3



Emissies uit de landbouw

- **Stikstof: tussen 1980 en 2000 gedaald met 28%**
- **Fosfaat: idem maar met 39%**
- **Zware metalen: in de meeste landbouwgebieden beneden de streefwaarde (m.u.v. enkele probleemgebieden)**
- **Hergebruik afval: tussen 1990 en 2000 gestegen met 46%**

Slide 4



Zijn we er dan?

- **Nee, er blijven 'problemen' voortkomend uit huidige vorm van grondgebruik**
 - Uitputting van organische stof in bodems (o.a. intensieve akkerbouw, veenweidegebieden, reizende bollenkraam)
 - Aantasting bodemstructuur (gebruik machines, grondbewerking, erosie)
 - Blijvend hoog gebruik van externe hulpstoffen

Slide 5



Nieuwe interventiestrategie

- **Omslagen:**
 - Van kwantiteit naar kwaliteit
 - Van gebruik naar (voorraad)beheer
 - Van middel- naar doelsturing
- **Nieuwe vermaatschappelijking van de landbouw, ofwel transitie**
 - Voedselkwaliteit en –veiligheid
 - Agrobiodiversiteit (van bestrijden naar benutten)
 - Beheersrol in het landelijk gebied / veranderend landgebruik
- **EU-regelgeving (Bodemstrategie)**

Slide 6



Bodem is nog black box!

- **Ontbrekende kennis:**
 - Bodemleven nog beperkt in kaart
 - Integratie:
 - Processen, kringlopen
 - Interacties, samenhang met en invloed van gebruik
 - Kwaliteitsindicatoren op systeemniveau
 - Eenduidig
 - Eenvoudig
 - Nieuwe problemen: humane hormonen?

Slide 7



Bodemkwaliteit en landbouw

- **Behoefte in de praktijk**
 - Hoe?
 - Denken vanuit de invloed van de ondernemer
 - Bodem is meer dan een vat mineralen en water
 - Waarnaar op zoek?
 - Nieuwe handelingsperspectieven
 - Heel hard nodig:
 - Vertaling van wetenschap naar praktijk
 - Benutten praktijkkennis elders
 - Ontwikkelen eenvoudige indicator(en)

Slide 8



Bodemkwaliteit en landbouw

- **Behoefte vanuit beleid**
 - Hoe?
 - Niet 'zorg hebben om', maar 'zorgen voor'
 - Niet 'ongestoord', maar 'duurzaam gebruik'
 - Waarnaar op zoek?
 - Natuurlijke nutriëntenlevering
 - Natuurlijke ziekten- en plaagregulatie
 - Gezond en sterk bodemleven
 - Heel hard nodig:
 - Functiegerichte kwaliteitscriteria (doel i.p.v. middelgericht)
 - Maatwerk versus generieke regels

Slide 9



Betekenis voor het onderzoek

- **Veel potentie, veel fundamentele kennisvragen**
 - Impliciete veronderstellingen
 - Statisch versus dynamisch
- **Maar ook:**
 - Hoe praktijkgericht is de bestaande kennis?
 - Hoe brengen we duurzaam gebruik tot 'leven'?
 - Hoe kunnen we de bodembioologische indicatoren gebruiken voor een kwaliteitsbeoordeling van bodems?

Slide 10



Stellingen

- **Om beleidsrelevant te zijn moet een bodemkwaliteitsindicator ook iets zeggen over de diversiteit binnen systemen.**
- **Hewt beleid is meer gebaat bij scenario's voor bewust duurzaam gebruik dan bij vaste normen of blauwdrukken.**
- **Biodiversiteit in de landbouw is meer gebaat bij benuttingskansen dan bij conservatisme**

Bijlage 2.7. Ecologie i.r.t. duurzaam bodemgebruik en visies van VROM - Drs. Niek de Wit

Slide 1



Naar een duurzaam gebruik van
de bodem

De échte bodemgebruikert kén niet
zonder bodemecologie

Niek de Wit
Ministerie van VROM

VROM

Slide 2



Overzicht

- Ontwikkeling van het milieubeleid
- Wat is duurzaam gebruik van de bodem?
- Wordt de bodem duurzaam gebruikt?
- Wat is bodembeheer eigenlijk?
- Wat hebben we dan nodig?
- Wat betekent dat voor bodem en ecologie?

VROM

Slide 3

Ontwikkeling van het milieubeleid


- Van sectoraal naar integraal
- Van generiek naar specifiek
- Drijvende kracht achter en doel van integratie
- Vertaling naar missie van VROM en van DGM/BWL

VROM 

Slide 4

Wat is duurzaam gebruik van de bodem?

- Afwenteling op het bodem- en watersysteem voorkomen – ‘hier en nu, daar en elders’
- Brede blik: systeemgericht en niet (alleen) stofgericht
- Gebruikersperspectief staat centraal
- Beoordeling in het licht van het functioneren van het systeem

VROM 

Slide 5



Wordt de bodem duurzaam gebruikt?

Neen!!!

- ‘Signalen uit het veld’: voorbeelden
- Ontwikkelingen in de omgeving
- Dat moet dus anders

VROM

Slide 6



Wat is bodembeheer?

- Het bevorderen dat het bodem- en watersysteem als drager van en verbindende schakel tussen functies en als leverancier van diensten en grondstoffen duurzaam wordt gebruikt
- Bevorderen door sturen op benutten kansen, voorkomen bedreigingen en afwenteling

VROM

Slide 7

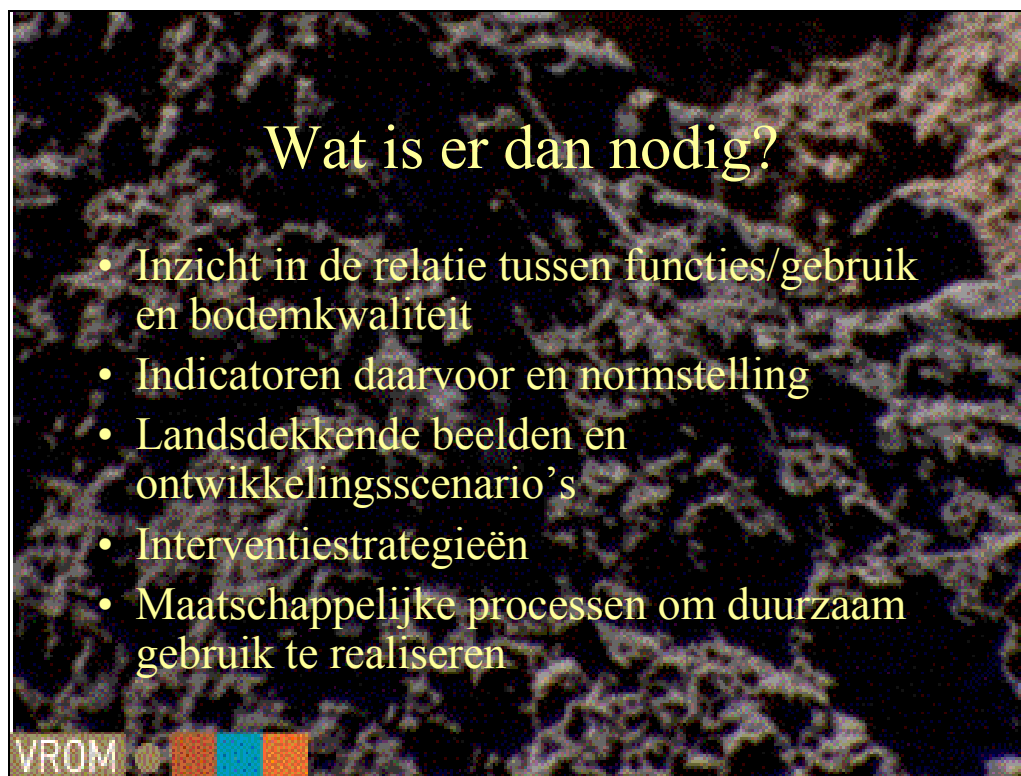


Wat is Bodembeheer?

- Het ontwikkelen van een effectieve mix van beleidsinstrumenten gericht op doelgroepen, thema's, gebieden en het compartiment:
 - Kaders stellen aan handelingen
 - Kwaliteitseisen formuleren
 - Monitoren kwaliteit en veerkracht
 - Bodemkwaliteit in afwegingsprocessen
 - Kennis en technologie ontwikkelen
 - Rollen, taken en bevoegdheden toedelen

VROM

Slide 8



Wat is er dan nodig?

- Inzicht in de relatie tussen functies/gebruik en bodemkwaliteit
- Indicatoren daarvoor en normstelling
- Landsdekkende beelden en ontwikkelingsscenario's
- Interventiestrategieën
- Maatschappelijke processen om duurzaam gebruik te realiseren

VROM

Slide 9



Er komt een nota Bodembeheer

- In 2003
- Met een hoofdstuk Bodem en ecologie
- Staatssecretaris van Geel: “Ook in het bodembeleid zullen we de komende tijd meer rekening moeten houden met biodiversiteit”

VROM

Slide 10

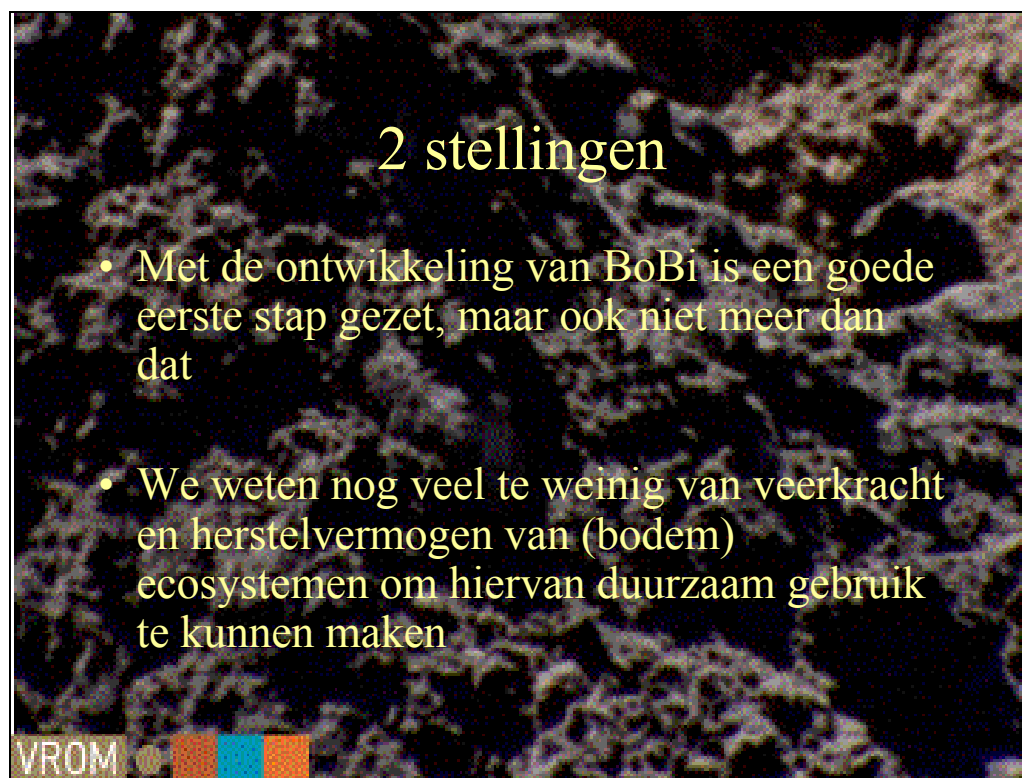


Wat moet bodem en ecologie opleveren?

- Inzicht in veerkracht en herstelveermogen van bodemecosystemen
- Daaruit afgeleid een genest systeem van bodembioologische parameters/indicatoren die functierelevant zijn en schaalgebonden

VROM

Slide 11



2 stellingen

- Met de ontwikkeling van BoBi is een goede eerste stap gezet, maar ook niet meer dan dat
- We weten nog veel te weinig van veerkracht en herstelveeomogen van (bodem) ecosystemen om hiervan duurzaam gebruik te kunnen maken

VROM

Bijlage 2.8. Visie vanuit de biologische landbouw - Ir. Nick van Eekeren

Slide 1




Bodemleven: Visie van de biologische landbouw

Nick van Eekeren, Ellen Heeres en Frans Smeding




LOUIS BOLK INSTITUUT
natuurwetenschappelijk onderzoek

Slide 2



IFOAM-standards 2002

- Maintains and improves soil fertility through a **'living soil'**.
- Establishes links between soil, plant and animal to constitute **a whole system** with a dynamic that is yet to be understood.
- Stimulates **self-regulatory processes** through **system, habitat and species diversity**.



LOUIS BOLK INSTITUUT
natuurwetenschappelijk onderzoek

Slide 3

Intenties zijn goed

maar

Wat gebeurt er in de praktijk?



LOUIS BOLK INSTITUUT
natuurwetenschappelijk onderzoek

Slide 4

Bewustzijn bij boeren is er

Handelen is er



Link tussen formele kennis en praktijkervaring is zwak



LOUIS BOLK INSTITUUT
natuurwetenschappelijk onderzoek

Slide 5

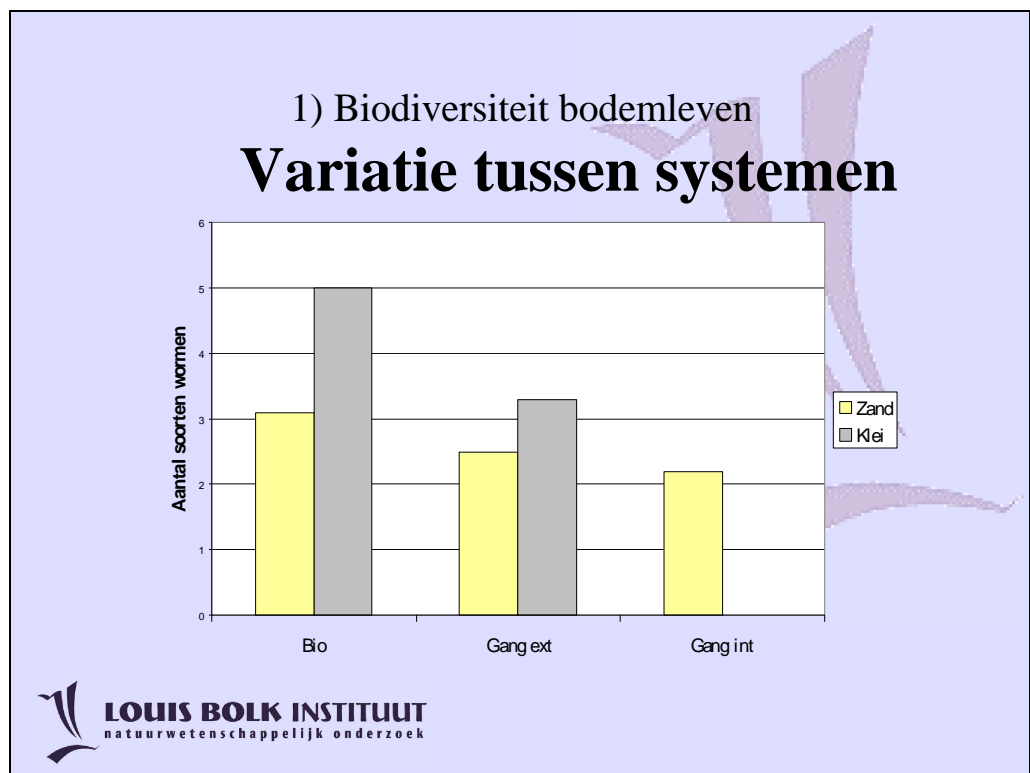
De antwoorden en vragen uit/voor BoBi voor/uit de praktijk

- Biodiversiteit bodemleven
- Functioneren bodemvoedselweb als geheel
- Specifieke functies bodemleven

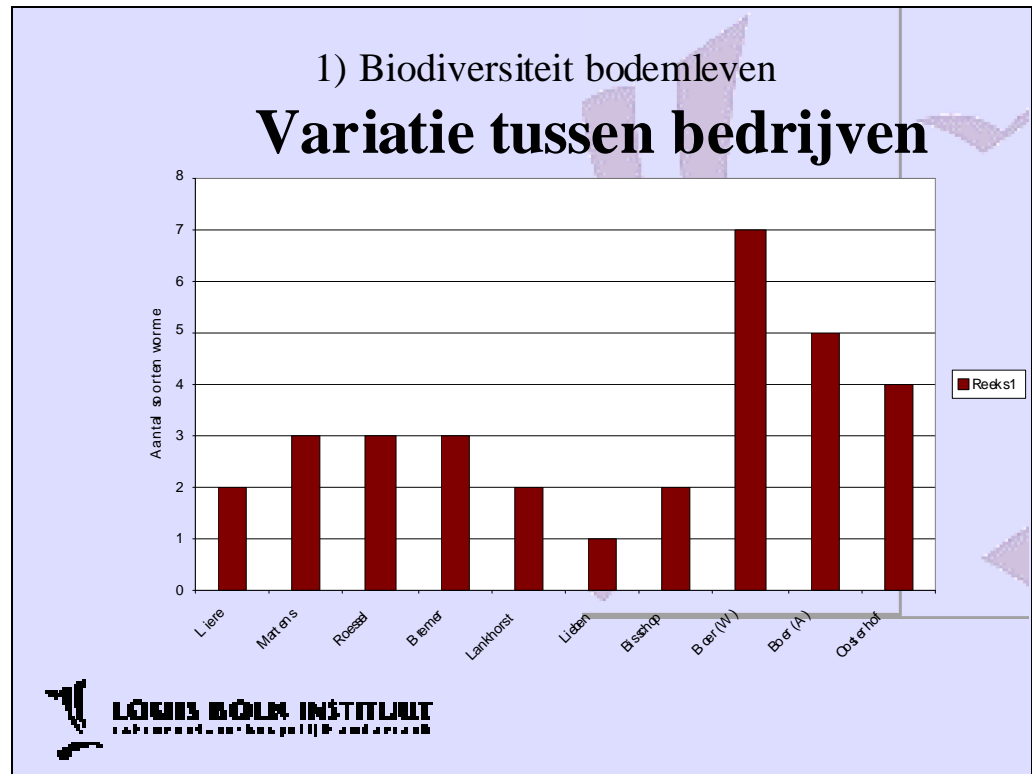


LOUIS BOLK INSTITUUT
natuurwetenschappelijk onderzoek

Slide 6



Slide 7



Slide 8

1) Biodiversiteit bodemleven

Referentie grond en systeem

	2 BIO noord	VEL/VANL	4 BIO zuid	K&K
GVE	1,5		2,0	
Org.stof	11,5	7,9	5,2	4,9
P-Al	33	32	55	60
Lutum	6	4	2	4
Thymidine	11	11	19	51
Bacterie biomassa	386	334	122	82
Pot. N mineralisatie	14	11	7	7
Aantal wormen	406	287	256	201
Soorten	4,5	4	2,5	2,4
% BF	24	43	38	52
% HF	3	2	3	3
% PF	58	41	32	34

LOUIS BOLK INSTITUUT
Laboratorium voor bodembiologie en bodemchemie

Slide 9

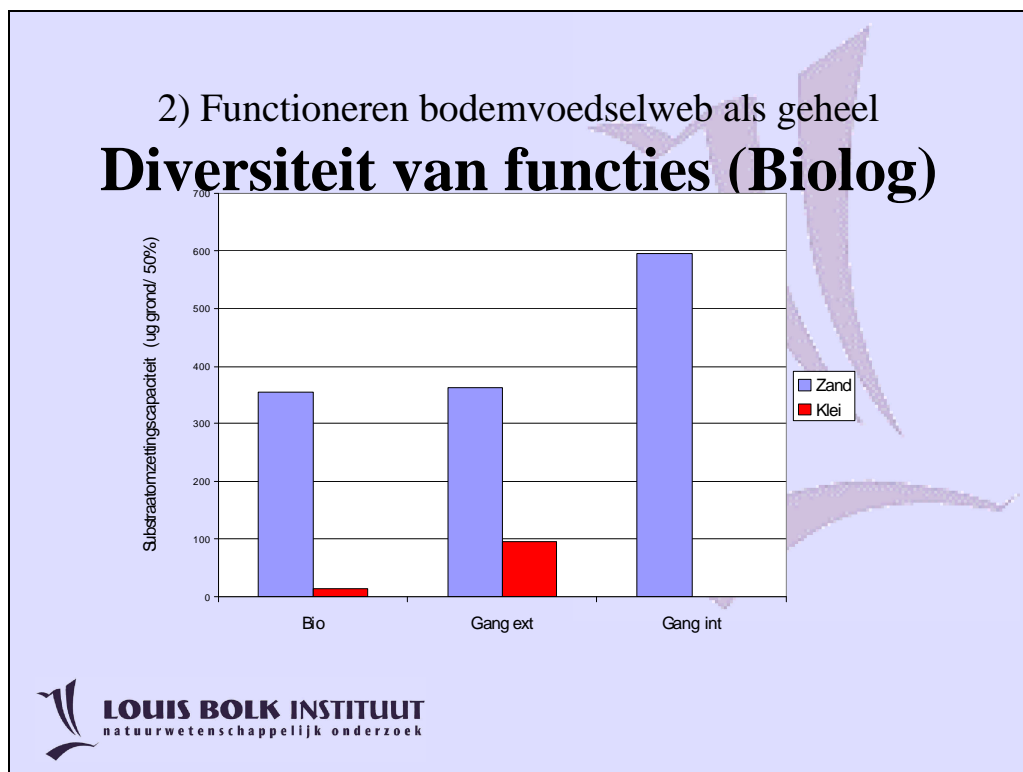
2) Functioneren bodemvoedselweb als geheel

Enkele kreten:

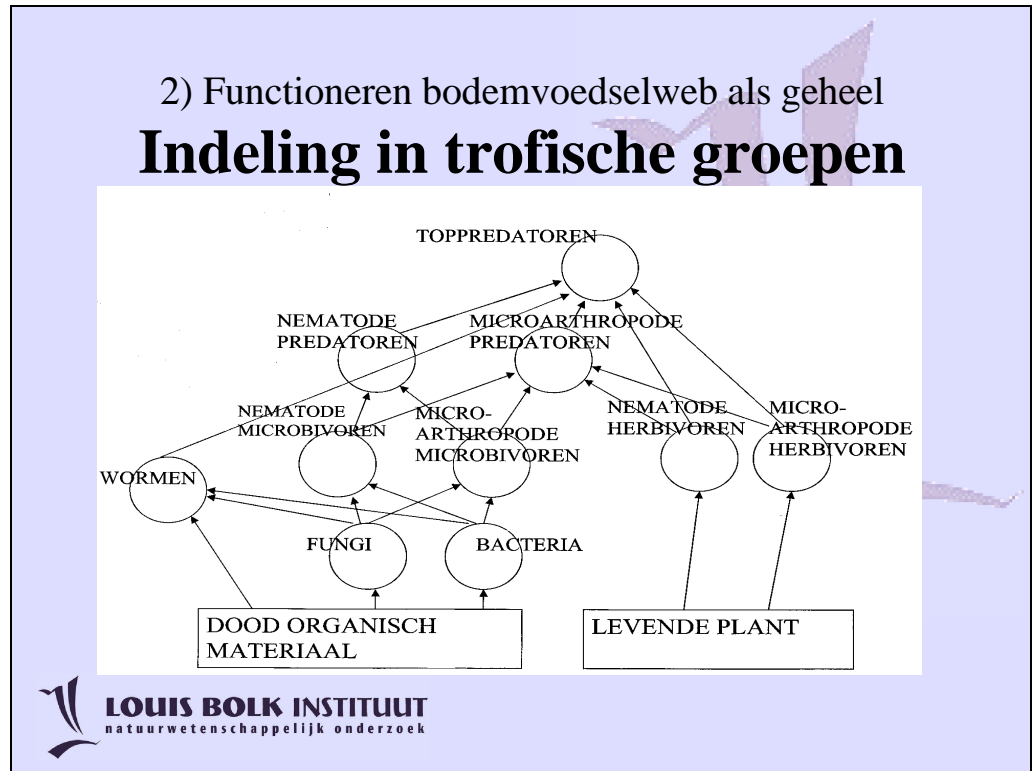
- Preventief management
- Zelfregulatie
- Herstelend vermogen
- Flexibiliteit
- Risicobeheersing
- Stabiliteit van systeem en productie
- Spanningsveld tussen stabiliteit en productie

 **LOUIS BOLK INSTITUUT**
natuurwetenschappelijk onderzoek

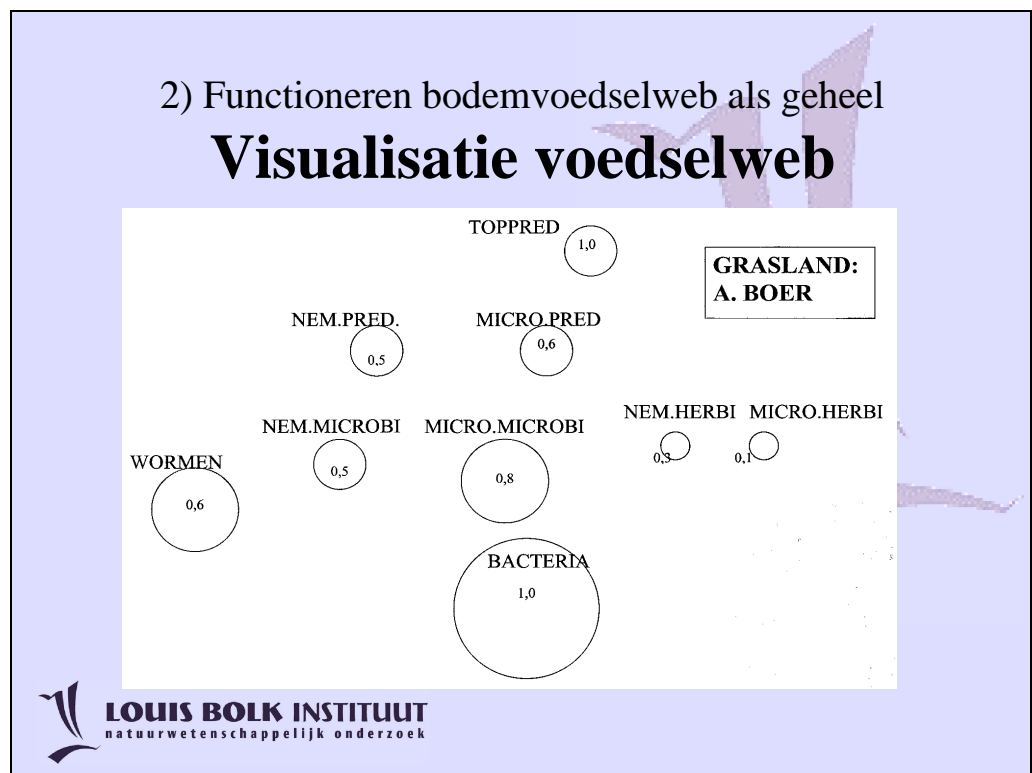
Slide 10



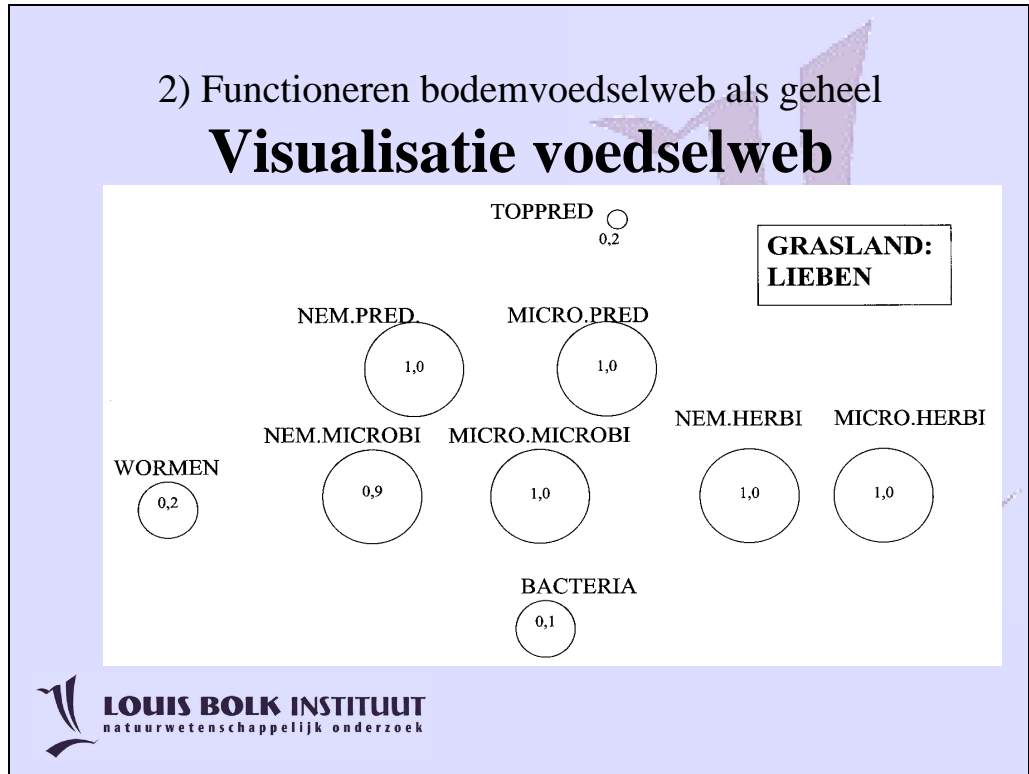
Slide 11



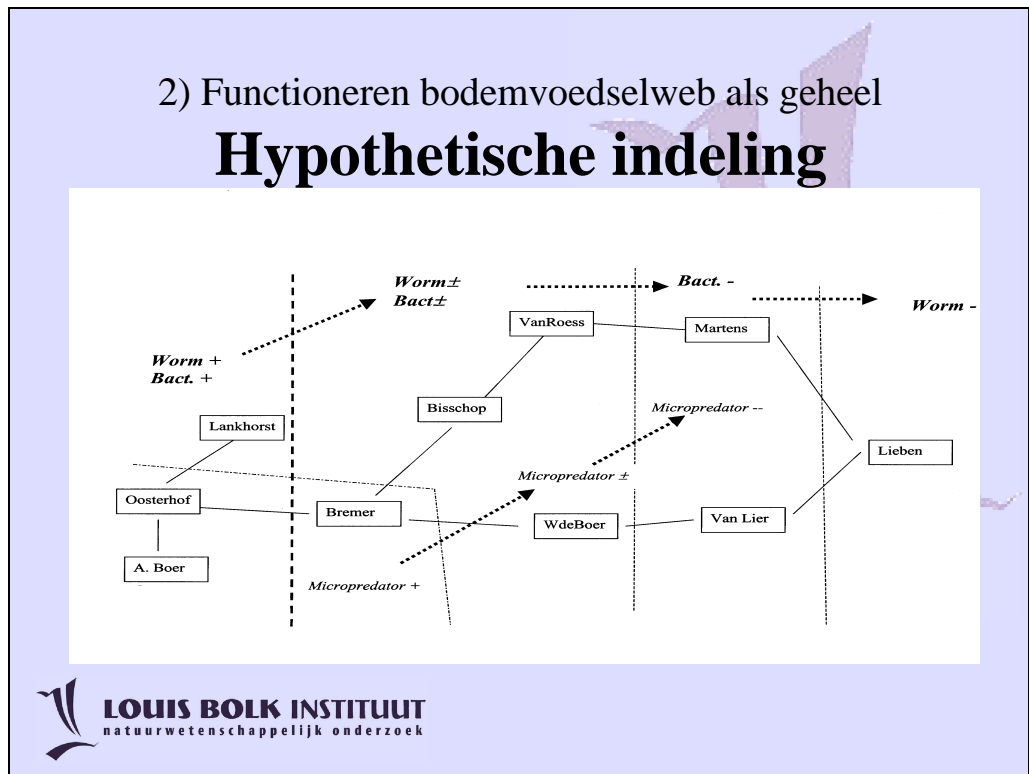
Slide 12



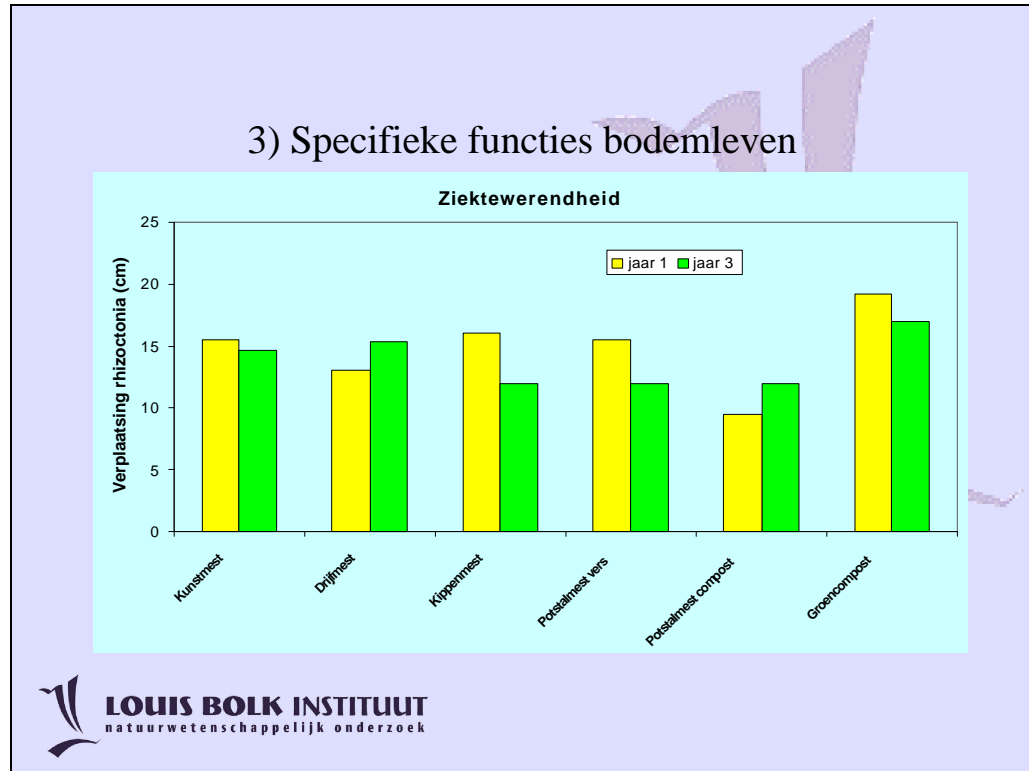
Slide 13



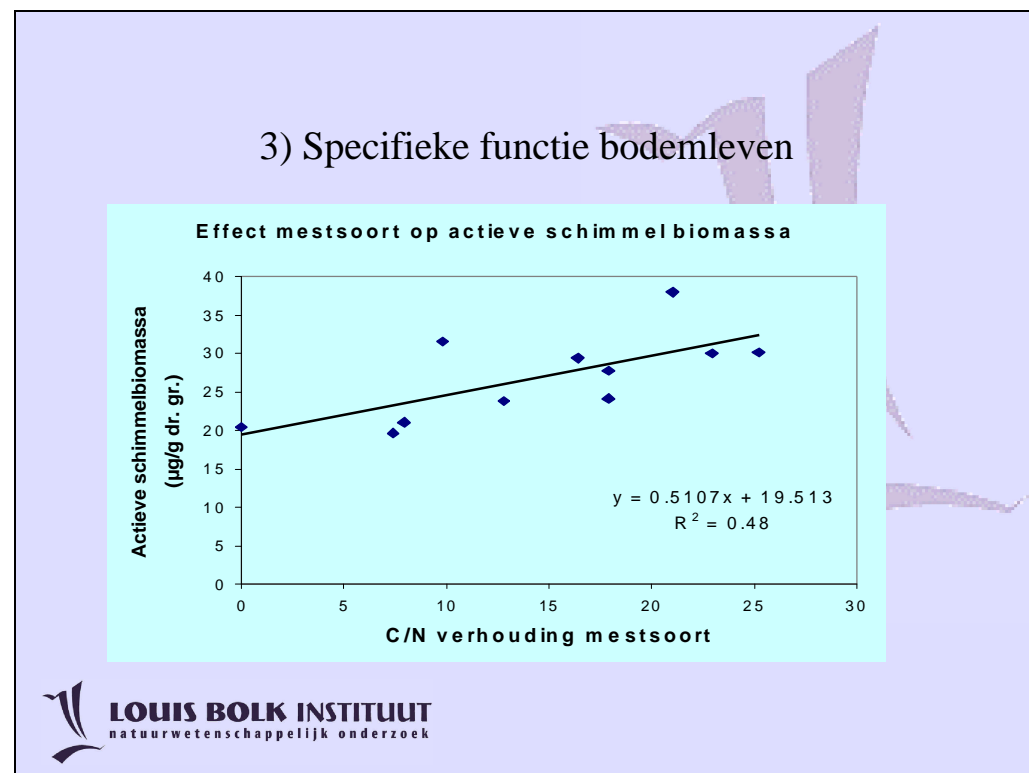
Slide 14



Slide 15



Slide 16



Slide 17

Visie of toekomstbeeld

Bewustzijn en handelen van “bio”-boeren rond het thema van bodemleven wordt ondersteunt door:

- 1 Streefwaarde per grondsoort en bedrijfssysteem
- 2 Praktische kennis over invloed management op functioneren bodemvoedselweb
- 3 Praktische kennis over spanningsveld stabiliteit en productie
- 4 Kennis over mogelijkheden om specifieke functies in bodemvoedselweb te beïnvloeden

Slide 18

Mogelijke aanknopingspunten

- Bemonstering koppelen aan meer bedrijfsgegevens
- Bemonsteren van langlopende proeven
- Aansluiten bij praktijkinitiatieven

Bijlage 2.9. Hoe verder?

Slide 1

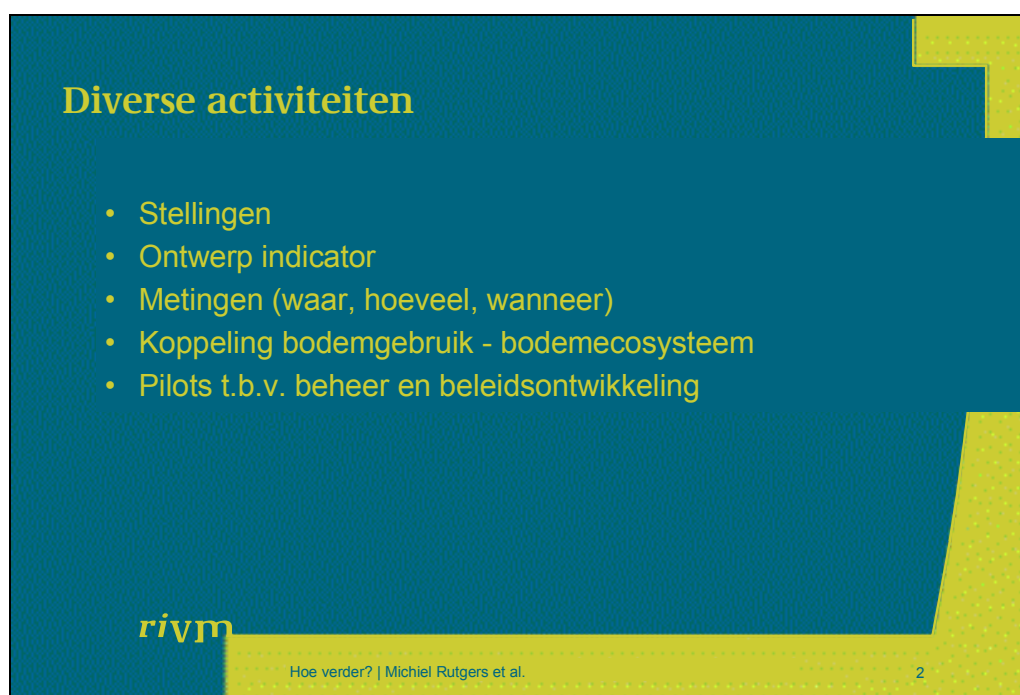


Hoe verder?
Discussie met varianten

rivm
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

Onderzoek in dienst van mens en milieu

Slide 2



Diverse activiteiten

- Stellingen
- Ontwerp indicator
- Metingen (waar, hoeveel, wanneer)
- Koppeling bodemgebruik - bodemecosysteem
- Pilots t.b.v. beheer en beleidsontwikkeling

rivm

Hoe verder? | Michiel Rutgers et al.

2

Slide 3



Stellingen

- LNV
- VROM
- beheerders, boeren,

rivm

Hoe verder? | Michiel Rutgers et al. 3

Slide 4



Ontwerp indicator

- Evaluatie bestaande set voor nationaal gebruik
- Vergelijking BoBI internationaal
- Definitie nieuwe sets voor:
 - lokaal gebruik vs nationaal vs internationaal
 - kwalitatief (eenvoudig) versus kwantitatief (geavanceerd)

Wie

- Deskundigen van “het eerste uur”
- Huidige onderzoekers
- “gebruikers” met kennis van zaken

rivm

Hoe verder? | Michiel Rutgers et al. 4

Slide 5

Metingen (waar, hoeveel, wanneer)

- LMB (40 locaties per jaar; cyclus 5 jaar)?
- Referentielocaties (aantal en type)?
- Locaties geschikt voor factoriële analyse (variatie in 1 factor)?
- Andere typen bodemgebruik?
- Wat is de volgorde van belangrijkheid?

Wie

- ??

rivm

Hoe verder? | Michiel Rutgers et al. 5

Slide 6

Koppeling bodemgebruik - bodemecosysteem

- “maatschappelijk debat” over de wijze waarop bodemgebruik gekoppeld moet worden aan bodemecosysteem
- internationale aspecten

Wie

- Beheerders (IPO, VNG, DLG, SBB, etc.)
- Beleidsmakers (VROM, LNV, EZ, etc.)
- Onderzoekers (RIZA, WUR, RIVM, etc.)

rivm

Hoe verder? | Michiel Rutgers et al. 6

Slide 7

Pilots t.b.v. beheer en beleidsontwikkeling

- Pilot t.b.v. Gebiedsbericht beleid (bestuursovereenkomst Provinciën vs Rijk)
- Pilot kwaliteitsdoelstellingen (lokaal regionaal nationaal)
-

Wie

- IPO - VROM - RIVM
- anderen (SBB
-

rivm

Hoe verder? | Michiel Rutgers et al. 7

Bijlage 3. Verzendlijst

1. Drs. H.G. van Meijenfeldt, VROM/DGM/BWL, Den Haag
2. Drs. A.W.M. Eijs, VROM/DGM/BWL, Den Haag
3. Dr. Ir. S. Boekhold, VROM/DGM/BWL, Den Haag
4. Dr. T. Crommentuijn, VROM/DGM/BWL, Den Haag
5. Drs. N.H.S.M. de Wit, VROM/DGM/BWL, Den Haag
6. Dr. J.M. Roels, VROM/DGM/BWL, Den Haag
7. Drs. L.E. van Brederode VROM/DGM/BWL, Den Haag
8. Drs. J.M. Brand, LNV, Directie Landbouw, Den Haag
9. Dr. J. Karres, ministerie LNV, Directie Natuur, Den Haag
10. Ing. J.Verhulst, LNV, Directie Groene Ruimte, Den Haag
11. Dr. J. van Baalen, ministerie LNV, DWK, Den Haag
12. Dr. T. Breimer, ministerie LNV, DWK, Den Haag
13. Ir. C.M.M. van Winden, ministerie LNV, DL, Den Haag
14. Dr. J.J. Vegter, TCB, Den Haag
15. Dr. J. van Wensum, TCB, Den Haag
16. Prof. Dr. H.J.P. Eijsackers, Alterra, Wageningen UR
17. Prof. Dr. Ir. O. Oenema, Alterra, Wageningen UR
18. Drs. C.J. Ritsema, Alterra, Wageningen UR
19. Dr. J. Bloem, Alterra, Wageningen UR
20. A. Vos, Alterra, Wageningen UR
21. Dr. J.H. Faber, Alterra, Wageningen UR
22. Dr. H. Siepel, Alterra, Wageningen UR
23. Dr. K. Zwart, Alterra, Wageningen UR
24. Dr. G. Jagers op Akkerhuis, Alterra, Wageningen UR
25. Dr. J. Dolfing, Alterra, Wageningen UR
26. W. Dimmers, Alterra, Wageningen UR
27. Dr. P. Römkens, Alterra, Wageningen UR
28. Dr. Ir. W. de Vries, Alterra, Wageningen UR
29. Prof. Dr. L. Brussaard, Bodembioogie en Biologische Bodemkwaliteit, Wageningen UR
30. Dr. W.A.M. Didden, Bodembioogie en Biologische Bodemkwaliteit, Wageningen UR
31. Dr. R.G.M. de Goede, Bodembioogie en Biologische Bodemkwaliteit, Wageningen UR
32. Dr. Ir. Visser, Plant Research International, Wageningen UR
33. Dr. B. Vosman, Plant Research International, Wageningen UR
34. Dr. D. van de Elsas, Plant Research International, Wageningen UR
35. Ir. H.F.M. Aarts, Plant Research International, Wageningen UR
36. Ir. H. Keidel, Blgg b.v., Oosterbeek
37. C. Siepman, Blgg b.v., Oosterbeek
38. Ing. N. van Eekeren, Louis Bolk Instituut, Driebergen
39. Drs. F.W. Smeding, Louis Bolk Instituut, Driebergen
40. Ir. E. Heeres, Louis Bolk Instituut, Driebergen

41. Ir. Lammerts van Bueren, Louis Bolk Instituut, Driebergen
42. Dr. P. Doelman, Doelman advies, Wageningen
43. Prof. Dr. W. van de Putten, NIOO, Heteren
44. Dr. H.A. Verhoef, VU Amsterdam
45. Prof. Dr. N. van Straalen, VU Amsterdam
46. Drs. L. Elving, St. Genenbank Landbouwhuisdieren, Utrecht
47. F. Schroën, EC-LNV, Ede
48. Ir. C. Maas Geesteranus, EC-LNV, Ede
49. Drs. S.M. ten Houte de Lange, EC-LNV, Wageningen
50. P.J.M. Diederik, LEI, Den Haag
51. Dr. Ir. J.A. Guldmond, CLM, Utrecht
52. Drs. J.W. Straatsma, LTO Nederland, Den Haag
53. Ir. A.M. van den Hurk, Plantum NL, Gouda
54. Ing. S. Smits, Van Iersel Compost, Biezenmortel
55. Ing. M. van Iersel, Van Iersel Compost, Biezenmortel
56. M.E. Roothaan, Advanta Seeds b.v., Rilland
57. Ir. S.J. Hiemstra, ID DLO Lelystad
58. Prof. Dr. P.C. de Ruiter
59. Drs. A.A.H. Smit, UU
60. M. van Amstel, UU
61. Drs. C. Roghair, DLG, Utrecht
62. Dr. M. van de Leemkule, WEB Natuurontwikkeling, Utrecht
63. Ir. A.A. Pronk, Plant Research, International, Wageningen UR
64. Dr. M. Berg, VU-Amsterdam
65. Dr. T. Bongers, Laboratorium voor Nematologie, Wageningen UR
66. Drs. N.G. van der Gaast, Avenza, Utrecht
67. Dr. J. van der Waarde, Bioclear Groningen
68. Dr. Ir. G. de Mik, RIVM/SB4
69. Ir. R. van den Berg, RIVM/LBG
70. Dr. Ir. J.J.B. Bronswijk, RIVM/LBG
71. Drs. Ing. J.J. Bogte, RIVM/ECO
72. Drs. J.H. Canton, RIVM/ECO
73. Ing. M.S.M. Groot, RIVM/LBG
74. A.G.G. van der Weijden, RIVM/LBG
75. Ing. N.J. Masselink, RIVM/LBG
76. Dr. C. Mulder, RIVM/ECO
77. Dr. A. van Wezel, RIVM/LBG
78. Dr. L. Posthuma, RIVM/ECO
79. Dr. Ir. F. Swartjes, RIVM/ECO
80. Drs. T.P. Traas, RIVM/CSR
81. Dr. H. van Wijnen, RIVM/LBG
82. Drs. D. de Zwart, RIVM/ECO
83. Dr. A.M. Breure, RIVM/ECO

84. Depot Nederlandse Publicaties en Nederlandse Bibliografie, Den Haag
85. Directie van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
86. SBD/Voorlichting & Public Relations
87. Bureau Rapporten Registratie
88. Bibliotheek RIVM
89. Auteur
90. Auteur
91. Auteur
- 91-100 Bibliotheek Alterra
- 101-110 Reserve exemplaren ten behoeve van Alterra (p.a. J. Bloem)
- 111-120 Reserve exemplaren ten behoeve Bureau Rapporten Beheer
- 121-125 Reserve exemplaren ECO