

**NATIONALE RAAD**  
**voor LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK TNO**

adelheidstraat 84, 's-gravenhage  
postadres: juliana van stolberglaan 148  
postbus 297,  
2501 BD 's-GRAVENHAGE  
telefoon 070-471021

droevendaalsesteeg 1, wageningen  
postbus 407,  
6700 AK WAGENINGEN  
telefoon 08370-19066

uw brief :  
ons nummer : 85 NRLO 28  
bijlagen :  
onderwerp :

Aan: Geadresseerde

's-Gravenhage, 14 januari 1985

Namens het Bestuur van de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek en de Stichting voor Biologisch Onderzoek (BION) bieden wij U hierbij een exemplaar aan van het:

Eerste Onderzoeksplan Bodembioogie:  
Een bijdrage tot Bodembescherming

Dit Onderzoeksplan is op verzoek van beide Besturen opgesteld door de Coördinatiecommissie Bodembioogie NRLO/tevens Discussiegroep voor BION, waarin universitaire en niet-universitaire onderzoekinstellingen participeren.

Het plan beoogt een versterking van het bodembioogisch onderzoek te bereiken door betere samenwerking en een versterking van de onderzoekcapaciteit op basis van integrale planning. Zowel aan teeltsystemen als aan natuurlijke ecosystemen en milieubelastende stoffen zal aandacht worden gegeven.

Om de noodzakelijk geachte uitbreiding van het onderzoek mogelijk te maken hebben de Ministeries van Onderwijs en Wetenschappen, Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Landbouw en Visserij besloten voor de komende vier jaar additionele fondsen beschikbaar te stellen.

De onderzoekuitvoering zal worden gecoördineerd door de Coördinatiecommissie Bodembioogie/Discussiegroep BION.

Met vriendelijke groet,

BION

Dr. J.J.H. Storms

NRLO

Ir. G. Wansink



**EERSTE ONDERZOEKSPLAN BODEM BIOLOGIE**

**Een bijdrage tot bodembescherming**

Het Eerste Onderzoeksplan Bodembioogie kan worden besteld bij het  
secretariaat van de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek,  
Postbus 297, 2501 BD 's-Gravenhage, tel. 070 - 471021.  
Prijs: f 12,50.



INHOUD

	<u>pag.</u>
VOORWOORD	3
SAMENSTELLING VAN DE AD HOC WERKGROEP	4
SAMENVATTING	7
VERKLARINGEN VAN DE GEBRUIKTE AFKORTINGEN	11

DEEL I

1. ACHTERGRONDEN	13
2. ANTHROPOGENE INVLOEDEN OP HET BODEMOECOSYSTEEM	15
3. WERKTERRAIN	17
4. PRIORITEITEN EN TAKEN VOOR HET BODEM BIOLOGISCH ONDERZOEK	19
5. BODEM BIOLOGISCH ONDERZOEK NODIG VOOR HET UITVOEREN VAN DE GESTELDE TAKEN	21
6. LOPENDE ONDERZOEKSPROGRAMMA'S BIJ NEDERLANDSE ONDERZOEKSGROEPEN; BODEM BIOLOGISCH ONDERZOEK IN HET BUITENLAND	25
7. TOEKOMSTIG ONDERZOEK; SAMENWERKING TUSSEN DE INSTELLINGEN	27
8. ORGANISATIE VAN HET ONDERZOEK	31
9. ORGANISATORISCHE EN PERSONELE ASPECTEN BIJ DE PARTICIPERENDE INSTELLINGEN	33
10. OVERIGE AANBEVELINGEN	41

DEEL II

BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOEKTHEMA'S	43
- Thema A1: Interacties tussen bodemorganismen in teeltsystemen met aardappelen en granen	44
- Thema A2: Interacties tussen bodemorganismen in teeltsystemen met suikerbieten en granen	47
- Thema B1: Effecten van milieubelastende stoffen op structuur en functioneren van bodemoecosystemen	50
- Thema B2: De bijdrage van bodembioologische processen aan de transformatie en mineralisatie van milieuvreemde organische verbindingen (xenobiotica)	54
- Thema C1: Populatiebiologisch onderzoek aan symbiotische, stikstofbindende micro-organismen	57
- Thema C2: Vergelijkend onderzoek naar interacties tussen populaties van bodemorganismen in relatie tot de stofkringlopen in de bodem	61

**BIJLAGEN**

1. ONDERZOEKSPROJECTEN IN NEDERLAND
2. ASPECTEN VAN HET BODEM BIOLOGISCH ONDERZOEK DIE INTERNATIONAAL STERK IN DE BELANGSTELLING STAAN

## VOORWOORD

Het onderzoeksplan is opgesteld door een ad hoc werkgroep, ingesteld op 14 september 1983 door de Coördinatiecommissie Bodembioogie NRLLO, na overleg met de Dagelijkse Raad van de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek en het Bestuur van BION/ZWO.

De opdracht aan de werkgroep, verstrekt in een brief van de NRLLO van 11 november 1983, behelsde een plan voor het bodembioologisch onderzoek op te stellen, dat wordt gekenmerkt door een gemeenschappelijke aanpak door universitaire en niet-universitaire instellingen, gebaseerd op een doelmatige taakverdeling. Volgens de opdracht diende het plan de volgende elementen te bevatten:

- Hoofdpijnen van het onderzoekprogramma voor de komende vijf jaar, inclusief de onderverdeling in subprogramma's of onderzoekthema's. Uit dit programma moet tevens blijken welke delen, ten opzichte van het thans lopende programma, intensivering behoeven en voorts moet de argumentatie worden gegeven van de onderzoekthema's waaraan prioriteit wordt gegeven.
- Taakverdeling (zwaartepuntverdeling over de instellingen binnen en buiten het landbouwkundig onderzoek) en samenwerking (inclusief voorstellen voor de concrete vormgeving daarvan) bij de uitvoering van het onderzoekprogramma.
- Knelpunten die oplossing behoeven teneinde een efficiënte uitvoering van het programma mogelijk te maken en voorstellen voor de oplossing van de knelpunten.

Het onderzoeksplan wordt uitgebracht aan het Bestuur van de NRLLO en het Bestuur van BION, zodat deze de in het plan geconcretiseerde onderzoeksvoorstellen als uitgangspunt kunnen nemen voor hun beleid ten aanzien van het bodembioologisch onderzoek.

De totstandkoming van het plan is sterk gestimuleerd door verschillende beleidsnota's waarin bodembioologisch onderzoek wordt bepleit. Het plan geeft vanuit de optiek van de onderzoekswereld aan welk bodembioologisch onderzoek dient te worden aangevat en geïntensiveerd.

De leden van de ad hoc werkgroep vertegenwoordigen de belangrijkste onderzoeksgroepen, die zich thans in Nederland met bodembologisch onderzoek bezighouden. Van de bij deze groepen aanwezige expertise werd een dankbaar gebruik gemaakt. Het onderzoeksplan richt zich met name op een goede onderlinge afstemming van het onderzoek binnen de bij het overleg betrokken groepen.

Het ligt in de bedoeling in een volgend stadium ook andere instellingen die voornemens zijn zich met bodembologisch onderzoek bezig te houden of dit uit te breiden (waaronder RIVM, TNO en enkele universitaire groepen) bij het onderzoeksplan te betrekken en dit zonedig bij te stellen. Ook met ander onderzoek dat zich met het bodemmilieu bezighoudt, zoals dat op het gebied van de zure regen problematiek, de grond- en drinkwaterproblematiek en de submerse bodems, dient een goede coördinatie tot stand te komen.

#### SAMENSTELLING VAN DE AD HOC WERKGROEP

- Drs. G.J. Bollen, Vakgroep Fytopathologie, Landbouwhogeschool, Wageningen.
- Drs. L. Brussaard (secretaris), Vakgroep Bodemkunde en Geologie, Landbouwhogeschool Wageningen; secretaris Coördinatiecommissie Bodembiolegie, NRL0. Sinds 1-5-1984 Afdeling Bodembiolegie, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr.).
- Dr. H. van Dijk, Afdeling Bodembiolegie, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr.).
- Dr. H.J.P. Eijsackers, Afdeling Milieuverontreiniging, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem; vice-voorzitter Programmerings- en Studiegroep Water en Bodem RMNO.
- Prof.Dr. E.N.G. Joosse-van Damme, Vakgroep Oecologie en Oecotoxicologie, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Prof.Dr. B. Schippers, Fytopathologisch Laboratorium "Willie Commelin Scholten" (R.U. Utrecht, Universiteit van Amsterdam, Vrije Universiteit Amsterdam), Baarn.
- Dr. J.A. van Veen, Groep Bodembiolegie, Stichting ITAL, Wageningen.
- Prof.Dr.Ir. A.F. van der Wal, Vakgroep Nematologie, Landbouwhogeschool Wageningen.

- Dr.Ir. J.W. Woldendorp (voorzitter), Instituut voor Oecologisch Onderzoek (KNAW), Heteren; lid Dagelijks Bestuur BION.
- Prof.Dr. A.J.B. Zehnder, Vakgroep Microbiologie, Landbouwhogeschool Wageningen.



## SAMENVATTING

Het onderzoeksplan is opgesteld door een ad hoc werkgroep, ingesteld door de Coördinatiecommissie Bodembioïogie NRLO, na overleg met de Dagelijkse Raad van de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek en het Bestuur van BION/ZWO. De leden van de ad hoc werkgroep zijn afkomstig uit de belangrijkste groepen in het universitaire en landbouwkundige onderzoek, die zich met bodembioïologie bezighouden.

Het onderzoeksplan beoogt vanuit de optiek van de onderzoekswereld tegemoet te komen aan de toelichting op het Wetenschapsbudget 1984 van de Minister van Onderwijs en Wetenschappen, de toelichting op de begroting 1984 van de Minister van Landbouw en Visserij, de Meerjarenvisie Landbouwkundig Onderzoek 1982-1986 van de NRLO, het Meerjarenprogramma 1983 van de RMNO, het Wetsontwerp Bodembescherming, de Interimwet Bodemsanering, het Voorlopig Indicatief Meerjarenprogramma Bodem 1984-1988, het Onderzoeksprogramma Bodembescherming van het DGMH, het rapport van de Verkenningscommissie Biologie, de BION-beleidsbegroting 1984 en het Ontwikkelingsplan 1984-1988 van de LH Wageningen, waarin stimulering van het bodembioïologisch onderzoek in Nederland wordt aanbevolen. Deze stimulering wordt nodig geacht in verband met de toenemende antropogene invloeden op het bodemoecosysteem.

De beïnvloeding van het bodemoecosysteem door de mens is in de eerste plaats het gevolg van de rechtstreekse belasting met allerlei milieuvreemde stoffen, terwijl tevens belasting vanuit de lucht en via het grondwater plaatsvindt (bijvoorbeeld lood, zure regen). Daarnaast wordt het bodemoecosysteem vanuit de landbouw soms ongunstig beïnvloed door het gebruik van bestrijdingsmiddelen en belasting met afvalprodukten van de bio-industrie. Ook de huidige landbouwpraktijk (nauwe vruchtopvolgingsschema's, structuurbederf als gevolg van mechanisatie) heeft in een aantal opzichten een negatief effect op het bodemleven.

Het onderzoeksplan beoogt bouwstenen aan te dragen voor een verantwoord gebruik van de bodem. Hiervoor is in de eerste plaats kennis van het functioneren van het bodemoecosysteem vereist. Het onderzoeksplan richt zich zowel op landbouwkundige als op natuurlijke bodemoecosystemen. Het blijkt dat de taken voor het bodembioïologisch onderzoek vooral op de

volgende terreinen liggen:

1. Onderzoek naar de gevolgen van milieubelastende stoffen voor het bodem-oecosysteem, in het bijzonder voor belangrijke bodembioologische processen, teneinde criteria te kunnen opstellen waarop normstelling voor toelaatbare niveaus van belasting kan worden gebaseerd.
2. Onderzoek naar de biologische afbraak, respectievelijk bio-accumulatie van milieubelastende stoffen, met het doel methoden te ontwikkelen om deze stoffen te elimineren, respectievelijk biologisch onschadelijk te maken.
3. Onderzoek naar de biologische bestrijding van ziekten en plagen in de bodem teneinde methoden te ontwikkelen om het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen in de landbouw terug te dringen.
4. Onderzoek naar de bijdrage van bodemorganismen aan het optimaal functioneren van landbouwsystemen in ruime zin.

Voor de uitvoering van deze taken wordt een goede wisselwerking tussen het op toepassing gerichte onderzoek en het fundamentele onderzoek van wezenlijk belang geacht. Hierbij kunnen de antropogene invloeden op het bodem-oecosysteem op een aantal manieren worden bestudeerd. Gekozen wordt voor een multidisciplinaire aanpak via causaal onderzoek van populaties van bodemorganismen, waarbij vooral de interacties tussen deze populaties een belangrijke plaats in het onderzoek innemen. Een dergelijke aanpak heeft de voorkeur boven onderzoek, waarbij het oecosysteem als "black box" wordt beschouwd, al heeft ook deze benadering zijn waarde. Geconstateerd wordt dat de voortgang van het bodembioologisch onderzoek belemmerd wordt door allerlei technische beperkingen. Daarom wordt aanbevolen de nodige aandacht te geven aan de ontwikkeling van nieuwe bemonsterings-, waarnemings-, mathematische- en moleculair-genetische technieken.

Uit een overzicht van het thans in Nederland plaatsvindende bodembioologische onderzoek blijkt dat dit voor de uitvoering van de in het onderzoeksplan beschreven taken niet optimaal is toegerust. Met name het bodemzoölogisch onderzoek is te beperkt van omvang. De ad hoc werkgroep is van mening

- dat de nieuwe onderzoeksprogramma's bij voorkeur moeten voortbouwen op reeds aanwezige expertise;
- dat voor een multidisciplinaire aanpak van deze programma's samenwerking tussen de instellingen vereist is;



- dat voor een dergelijke aanpak slechts een beperkt aantal programma's geïnitieerd kan worden;
- dat het op toepassing gerichte onderzoek vanuit fundamenteel onderzoek ondersteuning dient te krijgen;
- dat het fundamentele onderzoek te beperkt van omvang is en stimulering behoeft;
- dat versnippering van het onderzoekspotentieel vermeden moet worden.

Uitgaande van bovengenoemde voorwaarden is een drietal onderzoeksprogramma's op het terrein van de landbouw, het milieu- en het natuurbeheer opgesteld, die ieder uit twee thema's bestaan.

#### Programma A: Bodembiologie in het landbouwkundig onderzoek

- Thema A 1 : Interacties tussen bodemorganismen in teeltsystemen met aardappelen en granen.
- Thema A 2 : Interacties tussen bodemorganismen in teeltsystemen met suikerbieten en granen.

#### Programma B: Bodembiologie in het milieu-onderzoek

- Thema B 1 : Effecten van milieubelastende stoffen op structuur en functioneren van bodemoecosystemen.
- Thema B 2 : De bijdrage van bodembiologische processen aan de transformatie en mineralisatie van milieuvreemde organische verbindingen (xenobiotica).

#### Programma C: Bodembiologie in het onderzoek van "natuurlijke" oecosystemen

- Thema C 1 : Populatiebiologisch onderzoek aan symbiotische, stikstofbindende micro-organismen.
- Thema C 2 : Vergelijkend onderzoek naar interacties tussen populaties van bodemorganismen in relatie tot de stofkringlopen in de bodem.

Deze programma's hebben gemeen dat populatiebiologisch onderzoek aan bodemorganismen centraal staat en dat daarbij de studie van de interactie tussen populaties onderling en tussen populaties en de vaste fase van de bodem een vooraanstaande plaats inneemt.

Van ieder van de zes thema's wordt een algemene beschrijving en een overzicht van de lopende en nieuw te starten onderzoeksprojecten gegeven. Tevens wordt vermeld bij welke groepen het onderzoek vooral zal plaatsvinden en bij welke overige groepen kennis aanwezig is die voor het thema van belang is. Het blijkt dat er een grote mate van samenhang tussen de thema's aanwezig is, met name met thema C 2, dat de overige thema's van fundamentele kennis voorziet.

Voor de uitvoering van de zes onderzoeksthema's is een goede overlegstructuur tussen de groepen uit het universitaire en landbouwkundige onderzoek noodzakelijk, waarin niet alleen organisatorische problemen maar ook het onderzoek zelf ter discussie wordt gesteld. Daarom is door de Besturen van BION en NRLO in principe besloten de Coördinatiecommissie Bodembioïogie NRLO tevens als BION-discussiegroep Bodembioïogie te laten fungeren. Dit biedt de mogelijkheid voor andere groepen zich bij deze discussiegroep aan te sluiten. Daarnaast behoeft de personele bezetting van de groepen aanvulling in de vorm van voor een bepaalde periode (bij voorkeur tien jaren) toegekende formatie- en doorstroomplaatsen voor wetenschappelijk personeel en analisten. Ook in de materiële sfeer wordt een financiële injectie noodzakelijk geacht. Een opsomming wordt gegeven van de personele bezetting die voor de uitvoering van de thema's nodig wordt geacht. Een globaal voorstel wordt gedaan voor het ter beschikking stellen van de gevraagde steun.

Het is gewenst de thema's integraal uit te voeren. Zonodig kan fasering in de uitvoering van de deelprojecten worden aangebracht. Bij de prioritering kan BION/ZWO worden betrokken.

Ten behoeve van de coördinatie en begeleiding van de verschillende onderdelen van het onderzoeksplan wordt aanbevolen een landelijk coördinator aan te stellen.

Tenslotte wordt een korte argumentatie gegeven waarom bepaalde onderdelen van het bodembioïologisch onderzoek naar de mening van de ad hoc werkgroep thans geen extra aandacht behoren te krijgen. Bij het rapport is een tweetal bijlagen gevoegd waarin overzichten worden gegeven van het in Nederland plaatsvindende bodembioïologisch onderzoek en van aspecten van het bodembioïologisch onderzoek, waaraan thans in het buitenland veel aandacht wordt geschonken.

VERKLARINGEN VAN DE GEBRUIKTE AFKORTINGEN

BION	= Stichting voor Biologisch Onderzoek in Nederland, Den Haag.
CABO	= Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, Wageningen.
CAD	= Consulentenschap in Algemene Dienst.
CNB	= Commissie Nevenwerking Bestrijdingsmiddelen TNO.
CBS	= Centraal Bureau voor Schimmelcultures, Baarn.
COOC	= Coördinatiecommissie.
DGMH	= Directoraat-generaal voor de Milieuhygiëne.
IB	= Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr.).
ICW	= Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, Wageningen.
IOB	= Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, Wageningen.
IOO	= Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Heteren/Oostvoorne.
IPO	= Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen.
IRS	= Instituut voor Rationele Suikerproductie, Bergen op Zoom.
ITAL	= Stichting ITAL; Instituut voor fundamenteel natuurwetenschappelijk onderzoek, Wageningen.
IUBS	= International Union of Biological Sciences.
IVM-VU	= Instituut voor Milieuvraagstukken, Vrije Universiteit, Amsterdam.
KIWA	= Keuringsinstituut voor Waterleidingsartikelen, Rijswijk.
KNAW	= Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Amsterdam.
LVB	= Laboratorium voor Bodemziekten, Assen.
LH-Wijster	= Biologisch Station van de Landbouwhogeschool te Wijster (Dr.).
MAB	= Programma "Man and the Biosphere".
MT-TNO	= Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO, Delft.
NRLO	= Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, Den Haag/ Wageningen.
PAGV	= Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Volle Grond, Lelystad.
PD	= Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen.
RID	= Rijksinstituut voor de Drinkwatervoorziening, Leidschendam.
RIN	= Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem/Leersum/Texel.
RIV	= Rijksinstituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
RIVM	= Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en de Milieuhygiëne (vervangt m.i.v. 1-1-1984 RID en RIV).
RMNO	= Raad voor het Milieu- en Natuur Onderzoek, Rijswijk.

- RUG = Rijksuniversiteit Groningen.  
RUL = Rijksuniversiteit Leiden.  
RUU = Rijksuniversiteit Utrecht.  
RIJP = Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders.  
Stiboka = Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.  
STW = Stichting voor de Technische Wetenschappen, Utrecht.  
TNO = Organisatie voor het Toegepast Natuurwetenschappelijk  
Onderzoek, Delft.  
UNESCO = United Nations Educational, Scientific and Cultural  
Organization.  
UVA = Universiteit van Amsterdam.  
VROM = Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en  
Milieubeheer, Leidschendam.  
VU = Vrije Universiteit, Amsterdam.  
WACO = Werkgroep Aardappel Cysteeltjes Onderzoek,  
WCS = Fytopathologisch Instituut "Willie Commelin Scholten"  
(RUU, UVA, VU), Baarn.  
ZWO = Organisatie ter bevordering van het Zuiver Wetenschappelijk  
Onderzoek, Den Haag.

EERSTE ONDERZOEKSPAN BODEM BIOLOGIE

DEEL I



## 1. ACHTERGRONDEN

De bodem, waarop vrijwel alle activiteiten van de mens zich afspelen, vormt een onmisbare schakel in het functioneren van de oecosystemen op het land. Met name de stofkringlopen voltrekken zich grotendeels in de bodem en stagnatie ervan zou het leven op aarde ernstig bedreigen.

De zorg voor een gezond bodemleven is dus een zaak die allen aangaat. De laatste tijd wordt de maatschappij ermee geconfronteerd dat de welvaart steeds dieper de bodem indringt en dat het bodemoecosysteem daardoor in toenemende mate wordt bedreigd. Een goed inzicht in de antropogene invloeden op het systeem is daarom van groot belang.

In dit licht bezien is het vanzelfsprekend dat de Minister van Onderwijs en Wetenschappen in de toelichting op het Wetenschapsbudget 1984 onderzoek dat zich met de vervuiling van onze bodem bezighoudt, wil stimuleren en prioriteit toekent aan bodemoecologisch onderzoek. De noodzaak van bodemoecologisch onderzoek blijkt tevens uit het Voorlopig Indicatief Meerjarenprogramma Bodem 1984-1988, waarin wordt gesteld dat de oecologische functie de belangrijkste en tevens meest kwetsbare functie van de bodem is. Ook uit de Memorie van Toelichting bij de begroting 1984 van de Minister van Landbouw en Visserij blijkt, dat de risico's van verontreinigende stoffen die via de bodem in ons voedsel terecht kunnen komen, worden onderkend, terwijl prioriteit wordt toegekend aan het ontwikkelen van biologische methoden voor de bestrijding van ziekten en plagen.

Tenslotte moet worden gememoreerd dat in de Meerjarenvisie Landbouwkundig Onderzoek 1982-1986 van de NRL0 en in het Meerjarenprogramma 1983 van de RMNO aan bodembologisch onderzoek hoge prioriteit wordt toegekend, terwijl het stimuleren van dergelijk onderzoek in het rapport van de Verkenningscommissie Biologie, in de BION-beleidsbegroting 1984 en in het Ontwikkelingsplan 1984-1988 van de LH Wageningen met kracht wordt bepleit. Er bestaat dus zowel bij het landbouwkundig als bij het universitaire onderzoek grote eenstemmigheid betreffende de noodzaak van het stimuleren van bodembologisch onderzoek in Nederland.

Het bodembologisch onderzoeksplan dient uit te gaan van deze vanuit de maatschappij en de wetenschap gestelde prioriteiten en zich te richten op onderzoek dat beoogt het optimaal functioneren van het bodemoecosysteem te bevorderen en een blijvende aantasting ervan te voorkomen. Bij het onderzoek naar de antropogene beïnvloeding van het bodemoecosysteem dient echter niet alleen aandacht te worden geschonken aan de zgn. "stress-oecologie" van de bodem, maar dient ook meer inzicht te worden verkregen in onder normale omstandigheden functionerende bodemoecosystemen. In dit verband is de studie van natuurlijke oecosystemen van belang.



## 2. ANTHROPOGENE INVLOEDEN OP HET BODEMOECOSYSTEEM

De mens beïnvloedt op velerlei wijze het functioneren van het bodemoecosysteem. Het meest opvallend gebeurt dat in de landbouw, onder andere door activiteiten die gericht zijn op behoud en verbetering van de bodemvruchtbaarheid. Het moet echter worden geconstateerd dat allerlei antropogene invloeden in toenemende mate een bedreiging voor een goed functionerend bodemoecosysteem vormen.

In de eerste plaats moet hierbij worden gedacht aan de vele - al dan niet milieuvreemde (xenobiotische) - chemische stoffen waarmee de mens rechtstreeks het bodemoecosysteem belast. Daarnaast vindt belasting van de bodem plaats vanuit de lucht en via het grondwater. Hierbij valt onder meer te denken aan de toenemende belasting met zware metalen, bijvoorbeeld via de uitlaatgassen van het verkeer, terwijl de problematiek van de zgn. "zure regen" thans algemeen wordt onderkend maar nog geenszins wordt doorgrond.

Ook vanuit de landbouw wordt het bodemoecosysteem door het gebruik van bestrijdingsmiddelen en belasting met afvalprodukten van de bio-industrie, in toenemende mate belaagd. Als gevolg van de thans gangbare landbouwpraktijk wordt het optimaal functioneren van het oecosysteem in onze landbouwgronden echter ook op andere wijze dan via rechtstreekse belasting beïnvloed. Door nauwer wordende vruchtopvolgingsschema's treden vormen van opbrengstderving op, die te maken hebben met een onbevredigend functioneren van het bodemoecosysteem. Ook is in een aantal gevallen het organische stofgehalte van de bodem afgenomen, terwijl als gevolg van de voortschrijdende mechanisatie structuurbederf is opgetreden, hetgeen tot allerlei schadelijke effecten op het bodemleven kan leiden.

Tevens bestaat er een grote behoefte aan bodembiologische kennis met betrekking tot de mogelijkheden de binding van luchtstikstof en de opname van plantevoedende stoffen te manipuleren en ongewenste stoffen uit de bodem te verwijderen of onschadelijk te maken.

Tenslotte moet erop worden gewezen, dat in samenhang met de vervuiling van de bodem, ook het grondwater blijvend kan worden verontreinigd. Via deze verontreiniging van het grondwater, dat de voornaamste bron van ons drink-

water vormt, wordt de volksgezondheid rechtstreeks bedreigd. Ook de accumulatie van toxische verbindingen via de voedselketens van het oecosysteem en in voor menselijke consumptie bestemde landbouwprodukten kan essentiële bodemprocessen verstoren en kan een bedreiging vormen voor de volksgezondheid.

Behalve met betrekking tot deze bedreigingen van de biologische processen in de bodem, is er behoefte aan bodembioologische kennis in verband met alternatieve landbouwsystemen en de biologische bestrijding van ziekten en plagen. Ook het natuurbeheer doet in toenemende mate een beroep op bodembioologische onderbouwing.

### 3. WERKTERRAIN

De bodembioogie houdt zich bezig met het onderzoek van het bodemoecosysteem en van de factoren die erop van invloed zijn. Behalve onderzoek aan structuur en functie van het systeem, valt ook onderzoek aan de verschillende typen bodemorganismen - microflora, micro-, meso- en macrofauna - onder deze omschrijving, evenals onderzoek naar de invloed van bodemorganismen op de bodem als standplaats voor hogere planten en als leefomgeving voor andere bodemorganismen. Ook de activiteiten van de hogere plant, voorzover zij het bodemoecosysteem beïnvloeden, vallen binnen het onderzoeksgebied.

Overigens heeft de bodembioogie vele aanrakingspunten met andere terreinen van onderzoek. Voor een goede afbakening is het daarom nodig hier aan te geven wat de opstellers van dit onderzoeksplan tot de bodembioogie rekenen:

- Onderzoek van de relaties tussen fytopathogenen en symbionten ( $N_2$ -binders, mycorrhiza) met andere bodemorganismen en onderling, zowel in als buiten de rhizosfeer, behoort tot het terrein van de bodembioogie.  
Onderzoek van fytopathogenen en symbionten in relatie tot het functioneren van hun waardplant behoort tot het terrein van de fytopathologie, respectievelijk de microbiologie en de moleculaire biologie.
- Onderzoek naar de effecten van belasting met verontreinigende stoffen en toegediende milieuvreemde stoffen (zoals bestrijdingsmiddelen) op het functioneren van het bodemoecosysteem behoort tot de bodembioogie. Onderzoek naar dosis-effect relaties van deze stoffen op het niveau van het individu (plant/dier) behoort tot het terrein van de toxicologie en de fytofarmacie.
- Onderzoek naar de relatie tussen vruchtwisselingseffecten (zoals opbrengstdepressies) en het functioneren van het bodemoecosysteem is het terrein van de bodembioogie.  
Onderzoek naar de effecten van vruchtwisselingsschema's op de gewasopbrengst is het terrein van de teeltkunde.
- Onderzoek van bewortelingspatronen behoort slechts tot de bodembioogie voorzover de bewortelingspatronen het functioneren van het bodemoecosysteem beïnvloeden, bijvoorbeeld via effecten op de bodemstructuur.

- Onderzoek aan submerse bodems vertoont relaties met het gekozen werkterrein van de bodembioïogie. Het heeft eveneens nauwe relaties met aquatisch onderzoek. Het verdient aanbeveling voor dit onderzoek een afzonderlijk plan op te stellen, waarbij voor een goede coördinatie met het onderzoeksplan bodembioïogie moet worden gezorgd.

#### 4. PRIORITEITEN EN TAKEN VOOR HET BODEM BIOLOGISCH ONDERZOEK

Het plan voor het bodembologisch onderzoek beoogt bouwstenen aan te dragen voor een verantwoord bodembeheer. Vooral in de landbouw is een goed beheer van de bodem een levensvoorwaarde.

Het is reëel ervan uit te gaan, dat ondanks wetgevende maatregelen van de overheid (wetten op het terrein van de verontreiniging van lucht, water en bodem) het niet mogelijk zal blijken elke vorm van bodemverontreiniging volledig uit te bannen. Het onderzoek naar het functioneren van het bodem-oecosysteem moet daarom criteria leveren voor de normstelling voor de belasting van het milieu en voor het landbouwkundig gebruik van de bodem. Tevens moeten, zo mogelijk, oplossingen worden aangedragen, bijvoorbeeld biologische bestrijding van ziekten en plagen in de landbouw. Ook dienen, in geval van ernstige vormen van verontreiniging, methoden te worden ontwikkeld om deze te elimineren.

Hiervoor is in de eerste plaats kennis van het functioneren van het bodem-oecosysteem vereist. De oplossing van praktische problemen doet een voortdurend beroep op deze fundamentele kennis. Tussen het op praktische problemen gerichte onderzoek en het meer fundamentele onderzoek behoort daarom een goede wisselwerking te bestaan.

Een inventarisatie van de taken voor het bodembologisch onderzoek leert dat deze vooral op de volgende terreinen liggen:

1. Onderzoek naar de gevolgen van milieubelastende stoffen voor het bodem-oecosysteem, in het bijzonder voor belangrijke bodembologische processen, teneinde criteria te kunnen opstellen voor toelaatbare niveaus van belasting van het milieu.
2. Onderzoek naar de biologische afbraak respectievelijk bio-accumulatie van milieubelastende stoffen, met het doel deze stoffen te elimineren of biologisch onschadelijk te maken.
3. Onderzoek naar de biologische bestrijding van ziekten en plagen in de bodem teneinde het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen in de landbouw terug te dringen.
4. Onderzoek naar de bijdrage van bodemorganismen aan het optimaal functioneren van landbouwsystemen in ruime zin.



## 5. BODEM BIOLOGISCH ONDERZOEK NODIG VOOR HET UITVOEREN VAN DE GESTELDE TAKEN

De effecten van anthropogene invloeden op het bodemoecosysteem kunnen op een aantal manieren worden bestudeerd. Enerzijds kan de invloed van toxische verbindingen en bepaalde landbouwkundige ingrepen op het functioneren van het bodemoecosysteem worden vastgesteld zonder dit systeem in detail te analyseren, bijvoorbeeld door het meten van de ademhalingsactiviteit of van bepaalde enzymactiviteiten. Deze aanpak, waarbij het hele oecosysteem als "black box" in het onderzoek betrokken wordt, kan een belangrijke bijdrage leveren aan het opstellen van criteria voor een verantwoord bodembeheer.

De tweede benaderingswijze tracht vast te stellen wat de effecten van anthropogene invloeden zijn voor de soortensamenstelling van de microflora, de micro-, meso- en macrofauna van de bodem. Dergelijk inventariserend onderzoek is zeer arbeidsintensief en vereist de participatie van vele specialisten. Voor het vinden van geschikte testorganismen is deze aanpak echter in principe erg geschikt.

Beide benaderingswijzen hebben het bezwaar dat zij weliswaar de gevolgen van menselijke invloeden vaststellen maar geen causaal inzicht verschaffen. Dergelijk causaal inzicht, dat een belangrijke bijdrage kan leveren bij het opstellen van modellen met voorspellende waarde, kan wel worden verkregen door de gevolgen voor afzonderlijke soorten functioneel belangrijke bodemorganismen na te gaan. Zo kan via dergelijk causaal onderzoek worden vastgesteld op welke wijze elementen en xenobiotica de verschillende trofische niveaus van het bodemoecosysteem passeren. Een dergelijke aanpak dient daarom een belangrijke plaats in te nemen in het plan voor bodembologisch onderzoek.

Het vaststellen van de gevolgen van ingrepen in het bodemoecosysteem via studies van afzonderlijke soorten, dient bij voorkeur te geschieden via onderzoek op het niveau van de populatie. Dergelijk populatiebiologisch onderzoek houdt zich bezig met de veranderingen die in ruimte en tijd optreden in de aantallen individuen en hun genetische samenstelling en met de factoren die hierop van invloed zijn. Het blijkt dat de processen op populatieniveau bepaald worden door het lot van de afzonderlijke individuen.

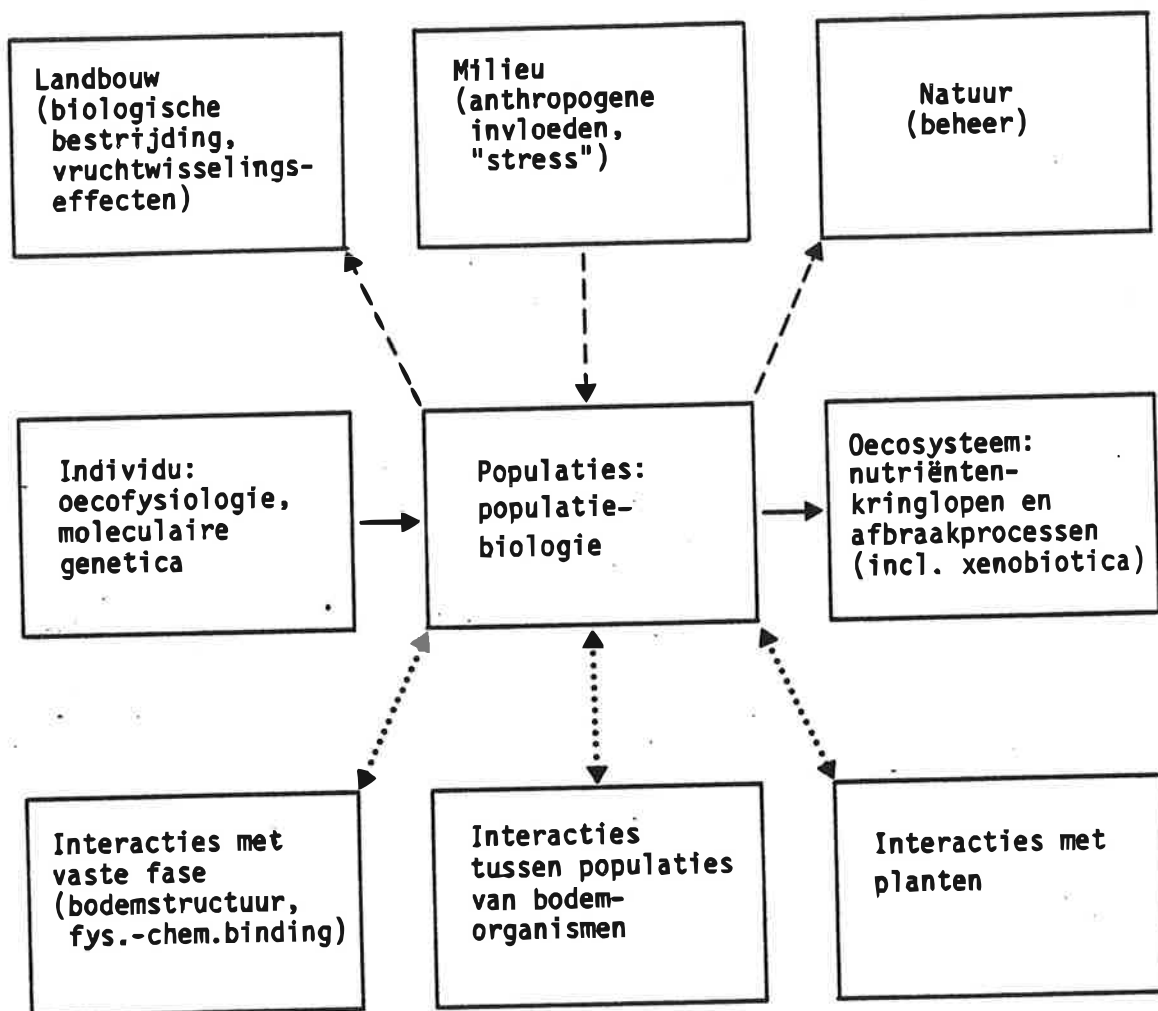
Daarom vormt in de populatiebiologie onderzoek op het organismeniveau een essentieel onderdeel. Dergelijk onderzoek is vaak oecofysiologisch van aard en houdt zich bijvoorbeeld bezig met de studie van de interacties tussen organismen en de vaste fase van de bodem. Anderzijds zijn de interacties van een soort met andere organismen van cruciale betekenis. Dergelijke interacties dienen daarom een belangrijke plaats in te nemen in het bodembiologisch onderzoek. De studie van de interacties die tussen populaties van verschillende soorten organismen optreden zijn niet alleen van groot belang voor het vaststellen van de gevolgen van allerlei vormen van bodemverontreiniging, zij zijn ook essentieel bij het vinden van oplossingen voor de eerder gesignaleerde problemen in de landbouw.

De drijvende kracht van het bodemoecosysteem vormen de fotosyntheseprodukten van de hogere plant. Deze komen in natuurlijke systemen voor meer dan tachtig procent in de bodem terecht, voor een belangrijk deel als wortelmateriaal. In het bodemoecologisch onderzoek zijn daarom de interacties tussen planten en andere bodemorganismen erg belangrijk. Deze interacties spelen zich voornamelijk in de directe wortelomgeving - de rhizosfeer - af. Het rhizosfeer-onderzoek vormt daarom een voornaam aspect van het bodembiologisch onderzoek met belangrijke landbouwkundige implicaties, met name op het gebied van de biologische bestrijding van bodempathogenen, de nutriëntvoorziening van de hogere plant en de symbiotische relaties tussen planten en micro-organismen (mycorrhiza, biologische stikstofbinding).

De voortgang van het populatiebiologisch onderzoek in de bodem wordt momenteel nog zeer beperkt door een gebrekkige kennis van de verdeling van de individuele organismen in de bodem en de turnover van populaties. Daarom moet aandacht gegeven worden aan de ontwikkeling van nieuwe waarnemings-, tel- en monstertechnieken, bijvoorbeeld met behulp van de elektronenmicroscopie, serologische technieken en het genetisch merken van micro-organismen. Dit geldt vooral ook voor bodemschimmels. Ook de ontwikkeling van statistisch-demografische technieken en simulatiemodellen is essentieel voor de voortgang van het populatiebiologisch onderzoek van bodemorganismen. Verder kunnen de recombinant DNA-technieken een belangrijk hulpmiddel vormen in het bodembiologisch onderzoek.



De centrale rol die studies op het populatieniveau en de interacties tussen populaties in het bodembologisch onderzoek innemen worden geïllustreerd in het volgende schema:



Onderzoek op het niveau van de populatie, vooral indien het interacties tussen populaties betreft, is multidisciplinair van karakter en vereist daarom samenwerking tussen specialisten op het gebied van de bacteriologie, mycologie, bodemzoölogie (protozoën, nematoden, meso- en macrofauna), bodemkunde, plantenfysiologie en moleculaire biologie. Een dergelijke noodzakelijk multidisciplinaire aanpak kan zich slechts op een beperkt aantal thema's richten. Het plan voor de bodembioogie is gecentreerd om een zestal van dergelijke thema's.

6. LOPENDE ONDERZOEKSPROGRAMMA'S BIJ NEDERLANDSE ONDERZOEKSGROEPEN;  
BODEM BIOLOGISCH ONDERZOEK IN HET BUITENLAND

In bijlage 1 wordt een overzicht gegeven van de bodembioologische onderzoeksprojecten in Nederland voorzover bekend per november 1983. Deze zijn zoveel mogelijk volgens de hierna te bespreken thema's gerangschikt. Voor deze bijlage is gebruik gemaakt van de NRLO-projectenadministratie, van het BION-jaarverslag, van gegevens van het faculteitsbureau van de Landbouwhogeschool en van mondelinge informatie. Projecten, die niet voldoende beantwoorden aan de in dit plan gegeven omschrijving van de bodembioologie, zijn in deze lijst niet opgenomen.

Het is niet goed doenlijk een enigszins inzichtelijk overzicht te geven van de status quo en de voornemens ten aanzien van het bodembioologisch onderzoek in het buitenland. In plaats daarvan zijn in bijlage 2 opgenomen een aantal aspecten van het bodembioologisch onderzoek die momenteel internationaal sterk in de belangstelling staan. Deze traden aan de dag tijdens een achttal internationale wetenschappelijke bijeenkomsten op het terrein van de bodembioologie in de periode 1980-1983.

Tenslotte is in het bijgevoegde schema aangegeven aan welke interacties in het bodemoecosysteem de verschillende groepen voor bodembioologisch onderzoek werken, waarbij tevens vermeld is of het onderzoek betrekking heeft op landbouw of natuurlijke oecosystemen. Uit dit schema valt het volgende af te leiden:

- relatief veel inspanning is gericht op de rhizosfeer, minder op de strooisellaag (hemi-edaphon) en de overige bodem;
- microfauna-onderzoek wordt thans alleen verricht aan aaltjes;
- in de landbouwkundige sfeer vindt geen mesofauna-onderzoek plaats;
- interacties tussen dierlijke organismen worden nauwelijks bestudeerd.

<u>Interactie</u>	<u>Landbouw</u>	<u>Natuurlijke systemen</u>
* vaste fase - bacteriën/schimmels mijten/springstaarten macrofauna	(ITAL) - LH-Bodemkunde & Geologie,	- VU-Oecologie LH-Bodemkunde & Geologie, VU Oecologie
* dode organische stof - bacteriën/schimmels mijten/springstaarten potwormen, pissebedden, miljoenpoten, regenwormen, mestkevers, termieten	- - LH-Bodemkunde & Geologie LH-Bodemkunde & Plantevoeding RIN	LH Wijster-botanie, RIN VU-Oecologie, RIN  VU-Oecologie, RIN
* wortel (rhizosfeer) - bacteriën	IOO, ITAL, LH-Microbiologie, WCS, Moleculaire Biologie RUU en RUL	IOO, LH-Microbiologie
schimmels	WCS, LH-Fytopathologie + LH- Landbouwplantenteelt	LH-Bosteelt/Fytopathologie
aaltjes	LH-Nematologie + LH-Landbouw- plantenteelt	-
mijten/springstaarten duizendpoten	- -	- -
in "bulk soil"	ITAL	-
* microflora - microflora	in dode org. stof in rhizosfeer WCS, ITAL, IB, LH-Fytopathologie + LH-Landbouwplantenteelt	- - -
* bacteriën-protozoën-aaltjes	in dode org. stof in rhizosfeer (IB)	- -
* schimmels-aaltjes	in dode org. stof in rhizosfeer LH-Fytopathologie + LH-Landbouw- plantenteelt + LH-Nematologie	- - IOO + LH-Microbiologie + PD
* schimmels/aaltjes- - mijten/springstaarten	in dode org. stof in rhizosfeer	VU-Oecologie, RIN -
* mijten/springstaarten- - roofmijten	in dode org. stof in rhizosfeer	- -
* (roof)mijten/springstaarten- - kortschild-/loopkevers en hun larven	-	VU-Oecologie, RIN

Interacties in het bodemoecosysteem en instellingen waar deze interacties worden onderzocht (per november 1983).

## 7. TOEKOMSTIG ONDERZOEK; SAMENWERKING TUSSEN DE INSTELLINGEN

Voor de realisatie van een plan, dat zich op de eerder genoemde onderzoeks-prioriteiten richt, is de huidige organisatie van het bodembologisch onderzoek in Nederland niet optimaal, terwijl de capaciteit op een aantal onderdelen te beperkt van omvang is. Een plan voor het bodembologisch onderzoek dient derhalve aan te geven hoe de coördinatie tussen de verschillende onderzoeksgroepen kan worden verbeterd en wat de leemten in het onderzoek zijn die beslist moeten worden opgevuld.

De plannen voor nieuw onderzoek zijn gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Nieuw onderzoek moet bij voorkeur voortbouwen op reeds aanwezige expertise;
- Voor een multidisciplinaire aanpak van het onderzoek is samenwerking tussen de instellingen vereist;
- In verband met de noodzakelijke, multidisciplinaire aanpak kan slechts een beperkt aantal onderzoeksprogramma's worden geïnitieerd, die inspelen op vragen vanuit de samenleving;
- Het op toepassing gerichte onderzoek dient een goede ondersteuning te krijgen vanuit het fundamentele onderzoek;
- Het fundamentele onderzoek is te beperkt van omvang en behoeft stimulering;
- Versnippering van het onderzoek moet worden vermeden. Nieuwe formatieplaatsen dienen in principe te worden gerealiseerd bij een beperkt aantal instellingen, die als centra voor bodembologisch onderzoek worden aangemerkt.

Op basis van deze uitgangspunten ligt het voor de hand de uitvoering van nieuwe samenwerkingsprogramma's vooral toe te vertrouwen aan die instellingen, waar het bodembologisch onderzoek reeds een centraal aandachtsveld is. Deze instellingen vullen elkaars onderzoek goed aan, doordat de aandacht voor fundamenteel respectievelijk op toepassing gericht onderzoek, en voor landbouw respectievelijk natuurlijke oecosystemen en voor micro-organismen respectievelijk bodemfauna verschilt. Het onderzoek aan deze instellingen laat zich als volgt omschrijven.

1. Fytopathologisch Laboratorium "Willie Commelin Scholten" (RUU, U.v.A., VU): interacties tussen micro-organismen in de rhizosfeer, met name in relatie tot fytopathologisch onderzoek.
2. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Afdeling Bodembio­logie: C- en N-turnover, oecotoxicologie, biologische bestrijding van bodempathogenen, bodemoecosysteemonderzoek; alles gericht op cultuurgronden.
3. Instituut voor Oecologisch Onderzoek: fundamenteel populatiebiologisch oecologisch onderzoek aan het systeem bodem-plant-micro-organismen.
4. ITAL, Groep Bodembio­logie: bodembio­logisch onderzoek naar de dynamiek van microbiële populaties in en buiten de rhizosfeer, in relatie tot overlevingsstrategieën en terrestrische elementkringlopen.
5. Landbouwhogeschool, Vakgroep Fytopathologie: oecologie van pathogene en mycorrhizavormende bodemschimmels; bestrijding van pathogene schimmels en bacteriën.
6. Landbouwhogeschool, Vakgroep Microbiologie: gedrag en activiteit van micro-organismen in de grond en toepassing van bodemmicrobiologische processen.
7. Landbouwhogeschool, Vakgroep Nematologie: fundamenteel en op toepassing gericht onderzoek aan plantenparasitaire en niet-parasitaire aaltjes in de bodem.
8. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Afdeling Milieuverontreiniging: op toepassing gericht microbiologisch en zoölogisch onderzoek in het kader van natuur- en milieubeheer.
9. Vrije Universiteit, Vakgroep Oecologie en Oecotoxicologie: oecofysiologie en oecotoxicologie van bodemarthropoden in natuurlijke systemen.

Het ligt in de bedoeling in een volgend stadium ook andere instellingen die voornemens zijn zich met bodembio­logisch onderzoek bezig te houden of dit uit te breiden (waaronder RIVM, TNO en enkele universitaire groepen) bij het onderzoeksplan te betrekken en dit zonodig bij te stellen.

De in voorgaande paragrafen genoemde uitgangspunten hebben geleid tot het opstellen van drie programma's voor bodembio­logisch onderzoek die verdeeld zijn over zes multidisciplinaire onderzoeksthema's:

Programma A: Bodembio­logie in het landbouwkundig onderzoek

Thema A 1 : Interacties tussen bodemorganismen in teeltsystemen met aardappelen en granen.

Thema A 2 : Interacties tussen bodemorganismen in teeltsystemen met suikerbieten en granen.

Programma B: Bodembioogie in het milieu-onderzoek

Thema B 1 : Effecten van milieubelastende stoffen op structuur en functioneren van bodemoecosystemen.

Thema B 2 : De bijdrage van bodembioologische processen aan de transformatie en mineralisatie van milieuvreemde organische verbindingen (xenobiotica).

Programma C: Bodembioogie in het onderzoek van "natuurlijke" oecosystemen\*

Thema C 1 : Populatiebiologisch onderzoek aan symbiotische, stikstofbindende micro-organismen.

Thema C 2 : Vergelijkend onderzoek naar interacties tussen populaties van bodemorganismen in relatie tot de stofkringlopen in de bodem.

Deze programma's, die in deel II zullen worden besproken, hebben gemeen dat populatiebiologisch onderzoek aan bodemorganismen centraal staat en dat daarbij de studie van de interacties tussen populaties onderling en tussen populaties en de vaste fase van de bodem een vooraanstaande plaats inneemt.

Uit de beschrijvingen van de onderzoeksthema's blijkt dat deze nog enigszins heterogeen van opzet zijn. Enerzijds betreft het thema's, die in belangrijke mate uit onderzoeksprojecten zijn opgebouwd, die al geruime tijd lopen en waarbij tussen de participanten al vormen van samenwerking bestaan. Bij enkele andere thema's moeten bepaalde onderdelen evenals de samenwerkingsverbanden nog van de grond komen. Op de aanbevelingen om de samenwerking tussen en binnen de onderzoeksthema's te bevorderen, wordt in paragraaf 8 nader ingegaan.

---

\* De aanhalingstekens zijn aan de term "natuurlijke" toegevoegd omdat in Nederland geen natuurlijke oecosystemen (in de zin van niet door de mens beïnvloed) voorhanden zijn. Tot "natuurlijke" oecosystemen worden, behalve de erkende natuurgebieden, ook blijvend grasland, cultuurbossen e.d. gerekend.





## 8. ORGANISATIE VAN HET ONDERZOEK

Voor de coördinatie van de hiervoor besproken onderzoeksthema's is een goede overlegstructuur noodzakelijk, waarin niet alleen organisatorische problemen maar ook het onderzoek zelf ter discussie komen. Daarom is door de besturen van BION en NRLO in principe besloten de Coördinatiecommissie Bodembioogie NRLO tevens als Discussiegroep Bodembioogie binnen BION te laten fungeren. Bij deze discussiegroep kunnen zich ook andere onderzoekers op het gebied van de bodembioogie aansluiten. Om deze Discussiegroep Bodembioogie goed te doen functioneren behoeven de organisatiestructuren van NRLO en BION nadere afstemming op elkaar.

De ervaring met BION-zwaartepunten die qua omvang van een vergelijkbare grootte zijn als de in het onderzoeksplan beschreven thema's, heeft geleerd dat een zeer regelmatig overleg tussen de participanten noodzakelijk is voor het slagen van de thema's. Zo dient jaarlijks het vergaderschema te worden vastgesteld, terwijl ook over de voortgangsrapportage bindende afspraken gemaakt dienen te worden. Voor elk van de thema's zal een coördinator worden aangewezen, die verantwoordelijk is voor het verloop van het betreffende thema. Voor de coördinatie van het gehele onderzoeksprogramma bodembioogie is bovendien de aanstelling van een Landelijk Coördinator Bodembioogie noodzakelijk. Ook kan worden overwogen een Nieuwsbrief Bodembioogie in het leven te roepen. Een dergelijke Nieuwsbrief blijkt binnen de BION-zwaartepunten goed te functioneren doordat alle onderzoekers goed zicht houden op hetgeen de andere participanten doen.



## 9. ORGANISATORISCHE EN PERSONELE ASPECTEN BIJ DE PARTICIPERENDE INSTELLINGEN

1. Fytopathologisch Laboratorium "Willie Commelin Scholten" (RUU, UvA, VU). Deze groep, die een essentiële bijdrage levert aan de thema's A1 en C2, wordt van te beperkte omvang geacht. Voor de continuïteit van het onderzoek lijkt het noodzakelijk dat deze groep, behalve met de onregelmatig verkrijgbare steun van BION en STW, wordt aangevuld met één onderzoeker en één analist, die voor een periode van tien jaar worden gegarandeerd.
2. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Afdeling Bodembioïogie. Voor de uitvoering van de bijdrage aan de thema's A1, A2 en C2 moet de groep worden versterkt met één analist ten behoeve van de binnenkort aan te stellen onderzoeker (mesofauna-onderzoek) en met ten minste nog één onderzoeker met één analist voor het microfauna-onderzoek. Voor het onderzoek in thema B1 en B2 moet eveneens nog één onderzoeker kunnen worden aangetrokken.
3. Instituut voor Oecologisch Onderzoek. Door de Verkenningscommissie Biologie is voorgesteld het instituut een centrale plaats toe te kennen in het fundamenteel bodembioïologisch onderzoek (microbiologische aspecten van natuurlijke systemen). Deze aanbeveling is gebaseerd op de langjarige ervaring van het instituut met populatiebiologisch onderzoek, die goed benut kan worden bij het onderzoek aan micro-organismen. Voor het uitvoeren van populatiebiologisch onderzoek aan micro-organismen is de huidige bezetting (één onderzoeker en één analist) onvoldoende. Uitbreiding is noodzakelijk met drie onderzoekers (dienstverband van tien jaar), twee gegarandeerde doorstroomplaatsen voor onderzoekers en drie analisten.
4. ITAL, Groep Bodembioïogie. Deze groep levert een belangrijke bijdrage aan de thema's A1 en C2 en, in de toekomst, aan B1. Voor de bestudering van de dynamiek van bacteriepopulaties in modelsystemen (thema C2) is uitbreiding van de formatie met één onderzoeker noodzakelijk. Daarnaast zal voor de ontwikkeling van serologische en genetische (met inbegrip van recombinant-DNA-) technieken één analist nodig zijn ten behoeve van de binnenkort aan te stellen onderzoeker. Voor de analyse van biologische parameters in het kader van het thema A1 is één assistent op tijdelijke basis nodig. Voor de ontwikkeling van nieuwe en aanpassing van bestaande computersimulatiemodellen in het kader van de

projecten A1 en B1 is de aanstelling van één onderzoeker op tijdelijke basis nodig. Voor het onderzoek naar de rol van saprofytische schimmels in stofkringlopen (A1 en C2) zal aanpassing c.q. uitbreiding van de groep noodzakelijk zijn. Dit kan echter gerealiseerd worden binnen de thans voor het ITAL geldende formatie.

5. LH-Vakgroep Fytopathologie. Door een nauwe samenwerking met de Vakgroep Landbouwplantenteelt in het onderzoek naar de oorzaak van oogstdepressies van aardappelen in nauwe rotaties is de Vakgroep bij thema A1 betrokken. Recente analyses leveren aanwijzingen voor een hoofdrol van schimmels in de oorzaak van oogstdepressies. Uitbreiding van de bezetting met één onderzoeker en één analist maakt het mogelijk de identiteit van de pathogenen nader te onderzoeken en na te gaan of in verschillende jaren dezelfde of verschillende pathogenen voor de depressies verantwoordelijk zijn. De onderzoeker zal tevens belast worden met het onderzoek naar parasitaire schimmels in het onder A2 genoemde thema.

Teneinde het onderzoek naar de rol van mycorrhiza in de zure regen problematiek te kunnen starten, is toekenning van een tijdelijke plaats voor een onderzoeker gewenst.

6. LH-Vakgroep Microbiologie. Deze Vakgroep neemt binnen het universitaire onderzoek een centrale plaats in op het gebied van de bodemmicrobiologie, met name aan landbouwsystemen. De Vakgroep levert essentiële bijdragen aan de thema's B2, C1 en C2. Om deze groep de nodige dynamiek en continuïteit te verzekeren, moet zij aangevuld worden met één onderzoeker, één doorstroomplaats voor een onderzoeker en drie analisten.
7. LH-Vakgroep Nematologie. Aanbevolen wordt het bodemzoölogisch onderzoek van de Landbouwhogeschool niet te versnipperen, maar te concentreren bij de Vakgroep Nematologie en het werkgebied van de Vakgroep uit te breiden met Bodemzoölogie. Dit lijkt de beste garantie voor kwalitatief goed onderzoek, hetgeen met name thema A2 ("Bietenthema") ten goede zal komen. Voor een evenwichtige opbouw van de groep is het nodig deze uit te breiden met drie onderzoekers en drie analisten.
8. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Afdeling Milieuverontreiniging. Deze groep levert een belangrijke bijdrage aan de thema's B1 en B2 (ten dele via opdrachtprojecten voor VROM) en in beperkte mate aan C2. Stelselmatige uitbouw van het voedselketenonderzoek aan anor-

ganische en organische xenobiotica en van het onderzoek aan de beschikbaarheid van zware metalen voor bodemfauna en bodemmicro-organismen maakt uitbreiding van de groep met twee onderzoekers noodzakelijk. Voorts zal het onderzoek aan de afbraak van HCH versterkt moeten worden met één onderzoeker op tijdelijke basis.

9. Vrije Universiteit, Vakgroep Oecologie en Oecotoxicologie. Deze Vakgroep neemt binnen het universitaire onderzoek een centrale plaats in op het gebied van de bodemzoölogie. De Vakgroep heeft een in de voorwaardelijke financiering goedgekeurd programma, waarin naast oecofysiologisch onderzoek aan bodemdieren ook oecotoxicologisch werk is opgenomen.

Voor het bodemoecologisch onderzoek (thema C2) is uitbreiding met één doorstroomplaats voor langlopend demografisch onderzoek aan mesofaunapopulaties en één onderzoeker op tijdelijke basis voor de bijdrage van springstaartpopulaties aan de stikstofcyclus gewenst. Hiertoe is tevens uitbreiding met één analist noodzakelijk.

Voor het oecotoxicologisch onderzoek (thema B1) is geen vaste ondersteuning aanwezig en wordt één onderzoeker nodig geacht voor onderzoek naar populatiegenetische gevolgen van belasting met zware metalen. Daarnaast is één onderzoeker op tijdelijke basis nodig voor de analyse van fysiologische- en gedragsmechanismen met betrekking tot zware metalen. Het oecotoxicologisch werk dient te worden ondersteund door de aanstelling van één analist.

Ten behoeve van de coördinatie en begeleiding van de verschillende onderdelen van het onderzoeksplan wordt aanbevolen een landelijk coördinator aan te stellen.

De steun die naast de thans aanwezige bezetting additioneel nodig geacht wordt voor de uitvoering van de zes onderzoeksthema's is vermeld in de bijgevoegde tabel (pag. 33). In totaal bedraagt de gewenste vaste personeelsuitbreiding:

- ten behoeve van het gehele programma : 1 wp (Landelijk Coördinator Bodembio-  
logie)
- ten behoeve van programma A : 6 wp + 7 an
- " " " " B : 5 wp + 2 an
- " " " " C : 8 wp + 7 an

Thema	Instelling	huidige staf*			noodzakelijke uitbreiding**		
		vast	doorstroom vast	tijdelijk	vast***	doorstroom vast***	tijdelijk
A1 ("aardappelthema")	IB	1.8 wp + 3 an	-	1 wp	1 wp + 1.8 an	-	-
	ITAL	2 wp + 2 an	-	-	-	-	1 an
	LH-Fytopathologie	0.2 wp + 0.3 an	-	-	1 wp + 1 an	-	-
	WCS	0.2 wp + 0.5 an	1 wp	-	1 wp + 1 an	-	1 wp ****
		<u>4.2 wp + 5.8 an</u>	<u>1 wp</u>	<u>1 wp</u>	<u>3 wp + 3.8 an</u>	-	<u>1 wp + 1 an</u>
A2 ("bietenthema")	LH-Nematologie	0.5 wp + 0.5 an	-	-	3 wp + 3 an	-	-
	IB	0.2 wp	-	-	0.2 an	-	-
		<u>0.7 wp + 0.5 an</u>	-	-	<u>3 wp + 3.2 an</u>	-	-
B1 (zware metalen, zure regen en bestrijdingsmiddelen)	LH-Fytopathologie	0.4 wp + 0.4 an	-	-	-	-	1 wp
	IB	0.5 wp + 0.5 an	-	-	0.5 wp	-	-
	ITAL	-	-	-	-	-	1 wp
	RIN	1 wp + 2.5 an	-	-	1 wp	-	-
	VU-Oecologie	0.2 wp + 1 an	-	1.3 wp	1 wp + 1 an	-	1 wp ****
		<u>2.1 wp + 4.4 an</u>	-	<u>1.3 wp</u>	<u>2.5 wp + 1 an</u>	-	<u>3 wp</u>
B2 (org. xenobiotica)	IB	0.5 wp + 0.5 an	-	-	0.5 wp	-	-
	LH-Microbiologie	0.3 wp	-	1 wp	1 an	1 wp	-
	RIN	0.5 wp + 0.5 an	-	-	1 wp	-	1 wp ****
		<u>1.3 wp + 1 an</u>	-	<u>1 wp</u>	<u>1.5 wp + 1 an</u>	<u>1 wp</u>	<u>1 wp</u>
C1 (symbionten)	IOO	1 wp + 1 an	-	-	1 wp + 1 an	1 wp	-
	LH-Microbiologie	0.7 wp + 2 an	-	1.7 wp	2 an	-	-
		<u>1.7 wp + 3 an</u>	-	<u>1.7 wp</u>	<u>1 wp + 3 an</u>	<u>1 wp</u>	-
C2 (interacties i.r.t. stofkringlopen)	IB	1 wp + 0.5 an	-	-	-	-	-
	IOO	-	-	-	2 wp + 2 an	1 wp	-
	ITAL	4 wp (incl. vac.) + 3 an	-	-	1 wp + 1 an	-	-
	LH-Microbiologie	0.2 wp + 1 an	-	1 wp	1 wp	-	1 wp
	RIN	0.5 wp + 0.5 an	-	-	-	-	-
	VU-Oecologie	1 wp	-	-	1 an	1 wp	1 wp ****
		<u>6.7 wp + 5 an</u>	-	<u>1 wp</u>	<u>4 wp + 4 an</u>	<u>2 wp</u>	<u>2 wp</u>

\* effectieve werktijd ten behoeve van onderzoek

\*\* gewenste uitbreiding in mensjaren

\*\*\* hieronder dient te worden verstaan: gegarandeerd voor een periode van 10 jaren; "doorstroom" wil zeggen dat de plaats om de 3 à 4 jaar door een ander kan worden ingenomen

\*\*\*\* via mededinging te verkrijgen uit de tweede geldstroom of uit andere, slechts tijdelijk beschikbare, gelden

De gewenste vaste personeelsuitbreiding bedraagt derhalve:

- ten behoeve van programma A : 6 wp + 7 an

- ten behoeve van programma B : 5 wp + 2 an

- ten behoeve van programma C : 8 wp + 7 an

Bovendien:

- ten behoeve van het totale programma :

1 wp (Landelijk Coördinator Bodembioologie)

Hierbij wordt opgemerkt, dat behalve in de personele sfeer ook in de materiële sfeer aanvullende middelen beschikbaar moeten komen. Een specificatie hiervan kan in het beleidsplan nog niet worden gegeven.

Voor een goed begrip van de tabel op pag. 33 is de volgende toelichting van belang:

- Onder "Huidige staf" is vermeld de effectief aan onderzoek bestede werktijd. Onder "Noodzakelijke uitbreiding" is vermeld het aantal personen. Voorzover deze uitbreiding aan universitaire instellingen wordt beoogd, is er dus rekening mee gehouden dat deze mensen een deel van hun tijd aan onderwijs besteden.
- Onder "Vast" en "Doorstroom vast" wordt verstaan: gegarandeerd voor een periode van tien jaar.
- "Doorstroom vast" betekent, dat de plaats om de drie à vier jaar door een ander kan worden ingenomen.
- De uitbreiding onder "Tijdelijk" dient door de instellingen te worden gerealiseerd via mededinging met andere projecten binnen de eigen instelling of binnen tweede geldstroomorganisaties zoals BION en STW of moet worden verkregen uit andere, slechts tijdelijk beschikbare gelden.
- De aanduiding "analist" kan evenzeer betrekking hebben op een technische medewerker.

Vanuit de constatering in de toelichting op het Wetenschapsbudget 1984 dat bodembologisch onderzoek, gezien de maatschappelijke problematiek, extra stimulering behoeft, kunnen extra middelen die voor de uitvoering van de zes in het onderzoeksplan omschreven thema's nodig zijn, onder andere beschikbaar komen via de Ministeries waaronder de in dit onderzoeksplan genoemde instellingen ressorteren:

- Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen: IOO, VU-Oecologie en Oecotoxicologie, WCS en Landelijk Coördinator
- Ministerie van Landbouw en Visserij (DLO): IB, ITAL en RIN
- Ministerie van Landbouw en Visserij (LH): Vakgroep Fytopathologie, Vakgroep Microbiologie en Vakgroep Nematologie.

In de tabel op blz. 36 is aangegeven wat dit voor de genoemde instanties betekent. In totaal bedraagt de gewenste vaste personeelsuitbreiding:

- ten laste van het Ministerie van O&W : 9 wp + 6 an (incl. Landelijk Coördinator)
- ten laste van het Ministerie van L&V (DLO): 5 wp + 3 an
- ten laste van het Ministerie van L&V (LH) : 6 wp + 7 an

Uit de tweede geldstroom kunnen additionele middelen beschikbaar komen via de STW en via BION/ZWO (bij voorkeur door opnemng van bodembiolegie in het speciale programma van ZWO).

Uit de derde geldstroom kunnen eveneens middelen van Ministeries ter beschikking worden gesteld.

Het verdient aanbeveling de onderzoeksthema's integraal uit te voeren. Een zekere fasering lijkt niettemin gewenst waarbij de gevraagde steun flexibel dient te worden ingezet. De ad hoc commissie beveelt aan om de prioritering die daarvoor noodzakelijk is in samenwerking met BION/ZWO te doen verrichten.



Ten laste van	instelling	huidige staf*			noodzakelijke uitbreiding**		
		vast	doorstroom vast	tijdelijk	vast***	doorstroom vast***	tijdelijk
Min. van Onderwijs en Wetenschappen	IOO	1 wp + 1 an			3 wp + 3 an	2 wp	
	VU-Oecologie	1.2 wp + 1 an		1.3 wp	1 wp + 2 an	1 wp	2 wp
	WCS	0.2 wp + 0.5 an	1 wp		1 wp + 1 an		1 wp
	overige (Landelijk Coördinator)				1 wp		
		2.4 wp + 2.5 an	1 wp	1.3 wp	6 wp + 6 an	3 wp	3 wp
Min. van Landbouw en Visserij (DLO)	IB	4 wp + 4.5 an		1 wp	2 wp + 2 an		
	ITAL	6 wp + 5 an			1 wp + 1 an		1 wp + 1 an
	RIN	2 wp + 3.5 an			2 wp		1 wp
		12 wp + 13 an		1 wp	5 wp + 3 an		2 wp + 1 an
Min. van Landbouw en Visserij (LH)	Fytopathologie	0.6 wp + 0.7 an			1 wp + 1 an		1 wp
	Microbiologie	1.2 wp + 3 an		3.7 wp	1 wp + 3 an	1 wp	1 wp
	Nematologie	0.5 wp + 0.5 an			3 wp + 3 an		
		2.3 wp + 4.2 an		3.7 wp	5 wp + 7 an	1 wp	2 wp

\* effectieve werktijd ten behoeve van onderzoek

\*\* gewenste uitbreiding in mensjaren

\*\*\* hieronder dient te worden verstaan: gegarandeerd voor een periode van ten minste 10 jaren; "doorstroom" wil zeggen dat de plaats om de 3 à 4 jaar door een ander kan worden ingenomen

\*\*\*\* via mededinging te verkrijgen uit de tweede geldstroom of uit andere, slechts tijdelijk beschikbare, gelden

De gewenste vaste personele uitbreiding bedraagt derhalve:

- ten laste van Ministerie van O&W : 9 wp + 6 an (incl. Landelijk Coördinator)
- ten laste van Ministerie van L&V (DLO) : 5 wp + 3 an
- ten laste van Ministerie van L&V (LH) : 6 wp + 7 an



## 10. OVERIGE AANBEVELINGEN

In de ad hoc werkgroep zijn verschillende onderwerpen de revue gepasseerd die in het huidige plan geen nadruk hebben gekregen of zelfs niet genoemd worden omdat zij weinig urgent worden geacht. Op deze onderwerpen wordt hier kort ingegaan:

- Humificatieprocessen en de betekenis van organische stof voor de beschikbaarheid van plantevoedende stoffen. Het onderzoek gedurende de laatste decennia op dit terrein leert, dat op redelijke termijn niet zodanige vorderingen zijn te verwachten, dat opname als concentratiepunt in aanmerking komt.
- Structuur en dynamiek van beworteling. Hoewel in het plan het rhizosfeeronderzoek een voorname plaats inneemt, vormt de studie van de beworteling van de bodem, onder andere qua methoden, een hoofdstuk apart.  
Dit onderwerp is zeker niet onbelangrijk voor het functioneren van het bodemoecosysteem, maar valt toch enigszins buiten het bestek van de bodembioïologie. Bovendien wordt er in de Contactgroep Wortelstudies ruim aandacht aan geschonken.
- Bodembiotechnologie. Dit onderwerp is enkele malen genoemd als onderdeel van de in dit plan voorgestelde thema's. De ad hoc werkgroep is van mening dat inzicht in de overleving van micro-organismen in het veld voorwaarde is voor de toepassing van geselecteerde of gemanipuleerde bacteriën. De werkgroep geeft aan het eerste prioriteit en stelt het gebruik van geselecteerde en gemanipuleerde micro-organismen voorlopig in dat kader.
- Biologische Stikstofbinding. Bij de bespreking van thema C1 is reeds uiteengezet, dat het Nederlandse onderzoek op dit terrein internationaal gezien van hoog niveau is, geen gebied is van bijzondere zorg en daarom in het onderzoeksplan buiten beschouwing is gelaten.
- Bodembioïologie met een bodemkundige invalshoek. Behalve vanuit de biologische wetenschappen, heeft er altijd interesse bestaan voor de bodembioïologie vanuit de bodemkunde, veelal gerelateerd aan de bodemvorming, de bodemvruchtbaarheid en de plantenteelt. De bodemkundige kennis waarop hier wordt bedoeld, is vooral te vinden bij de Stiboka en bij de beide Bodemkunde-vakgroepen van de LH. Vooral de effecten van de bodemstructuur op de bodemorganismen kunnen van groot belang

zijn voor de samenstelling van levensgemeenschappen, de dichtheid van populaties en de aard en snelheid van bodembioologische processen. Omgekeerd hebben bodemorganismen niet zelden grote invloed op de bodemstructuur en de bodemgenese. Ook vertoont het onderzoek naar microbiële gemeenschappen aan grensvlakken en naar fysisch/chemische transportprocessen van biologisch belangrijke stoffen verwantschap met de bodemkunde. Het is gewenst dat dit soort kennis, die aanvullend is op de strikt biologische kennis, via projecten tot wederzijds voordeel wordt benut.

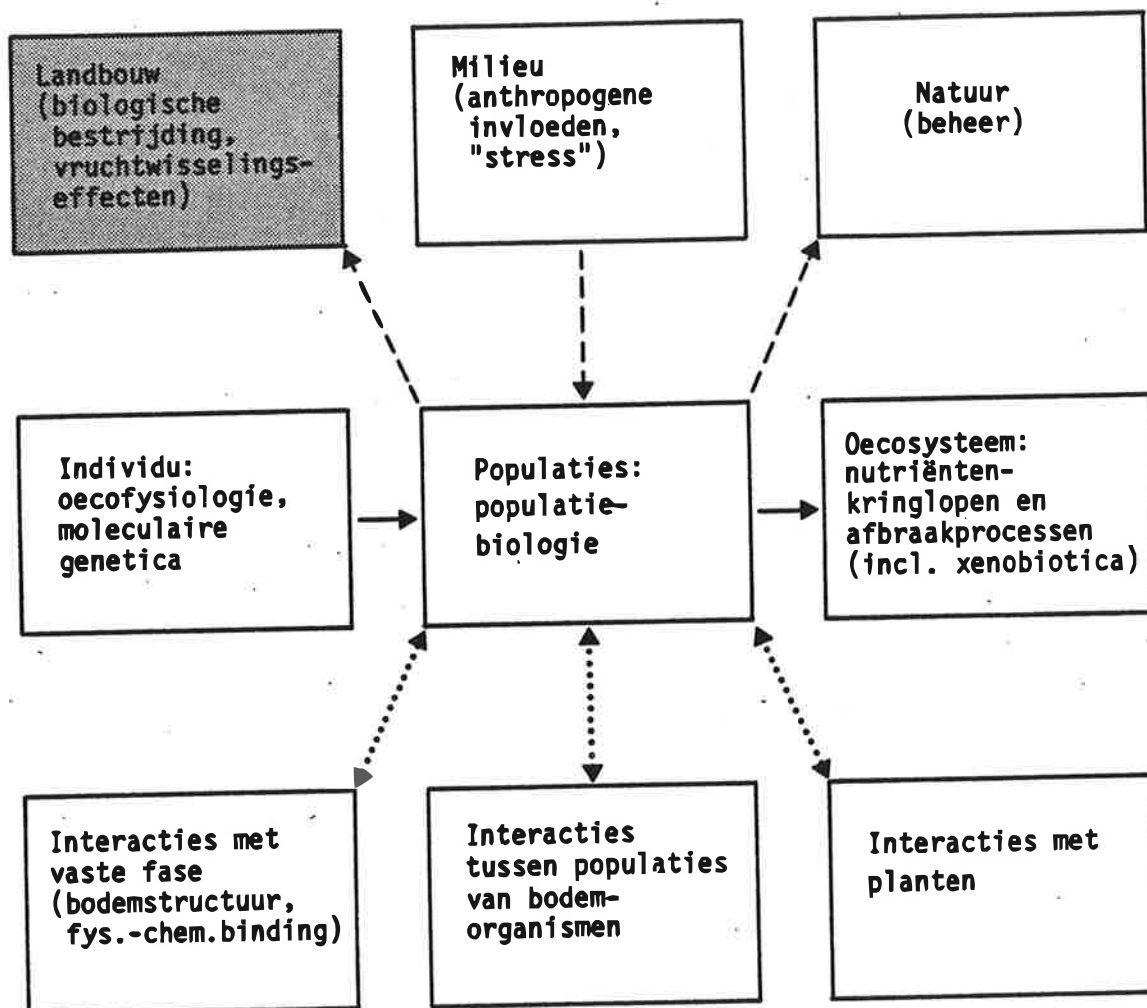
- Tropische bodembioologie. Biologisch onderzoek aan tropische bodemorganismen is enkele keren genoemd als onderdeel van de in dit plan voorgestelde thema's. Het belang van bodembioologisch onderzoek in en voor de tropen moet hoog worden aangeslagen, onder meer in het kader van de ontwikkelingssamenwerking.

De ad hoc werkgroep is van mening dat de inhoudelijke en organisatorische ontwikkeling en coördinatie van het bodembioologisch onderzoek in eigen land voorwaarde is voor een belangrijke bijdrage aan het tropisch-bodembioologisch onderzoek. Niettemin is het van belang de mogelijkheden voor tropisch-bodembioologisch onderzoek die zich nu reeds voordoen zoveel mogelijk te benutten. Overigens is in de meeste Westerse landen het tropisch-bodembioologische onderzoek gering van omvang en het wordt toegejuicht dat recent een begin gemaakt is in het kader van UNESCO (MAB/IUBS) het weinige dat er is te coördineren en gemeenschappelijk tot ontwikkeling te brengen.

EERSTE ONDERZOEKSPAN BODEM BIOLOGIE

DEEL II



BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOEKSTHEMA'SProgramma A Bodembioologie in het landbouwkundig onderzoek.

Onder dit programma zijn twee thema's gerangschikt, beide gericht op een hakvrucht. Hiermee wordt aangesloten bij reeds aanwezige bodembioologische expertise. De aanduiding "en granen" beoogt aan te geven dat het nieuwe bodembioologische onderzoek in Nederland zich ook tot granen zal uitstrekken en wel de granen die in de bestudeerde rotaties met hakvruchten voorkomen als tussengewas (tarwe en gerst).

Thema A 1.      Interacties tussen bodemorganismen in teeltsystemen met aardappelen en granen.

1. Algemene omschrijving. De teelt van aardappelen omvat een belangrijk deel van het Nederlandse akkerbouwareaal. Deze teelt wordt thans geconfronteerd met een tweetal problemen. Het onderzoeksthema beoogt een bijdrage te leveren aan de oplossing van deze problemen, die beide te maken hebben met het functioneren van het bodemoecosysteem. De teelt van aardappelen gaat gepaard met het gebruik van meer dan de helft van de in de akkerbouw toegepaste chemische bestrijdings- en grondontsmettingsmiddelen. Deze vormen een ernstige belasting voor het bodemoecosysteem en terugdringen van het gebruik ervan door het ontwikkelen van methoden van biologische bestrijding van de voorkomende ziekten en plagen is een zaak van groot belang. Daarnaast treden in toenemende mate opbrengstdepressies op in nauwe vruchtrotatieschema's. Dit is in de landbouw een vrij veel voorkomend probleem, dat zich in de aardappelteelt bijzonder duidelijk manifesteert. Aangetoond is dat deze depressies een biologische oorsprong hebben, welke in het functioneren van het bodemoecosysteem gezocht moet worden. Onderzoek naar deze oorzaken heeft eveneens hoge prioriteit.

In het onderzoeksthema staat causaal onderzoek naar de interacties tussen organismen centraal. Het onderzoek heeft tot nu toe hoofdzakelijk betrekking gehad op de microflora en -fauna in de rhizosfeer. Dit zal ook in de toekomst het geval zijn. Daarnaast zal ook onderzoek aan de mesofauna en, zo nodig, de macrofauna en aan saprofytische schimmels op gang worden gebracht. Een deel van de onderzoeksinspanningen zal gericht zijn op de tussengewassen.

Om een aantal redenen is het onderzoek aan het aardappelcysteeltje niet in het thema opgenomen. Op dit onderzoek, dat slechts ten dele aansluit op het thema en waarvoor reeds een samenwerkingsorgaan (de WACO) bestaat, is reeds een aanzienlijke inspanning gericht.

Het vruchtwisselingsonderzoek is op praktijkschaal gestart door de LH-Landbouwplantenteelt (1952) en de RIJP (1962). Het PAGV heeft het onderzoek van laatstgenoemde instelling in 1968 overgenomen en geïntensiveerd. Daarnaast zijn bij het thema vooral LH-Fytopathologie, WCS, IB en ITAL



betrokken, terwijl ook door andere instellingen (onder andere LVB) aan onderdelen wordt gewerkt. Ook is er een belangrijke inbreng vanuit de thema's B2 en C2. Het veldonderzoek wordt uitgevoerd op terreinen van het PAGV, het IB, de LH en het LVB.

## 2. Lopend onderzoek

2.1. Het onderzoek naar oorzaken van opbrengstderving als gevolg van nauwe rotatieschema's vindt plaats bij LH-Landbouwplantenteelt/Nematologie/Fytopathologie en het WCS in samenwerking met PAGV en IPO. Bij dit onderzoek wordt de nadruk gelegd op de schade die bodemorganismen, al of niet pathogeen, aan de opbrengst en het groeivermogen van een gewas kunnen toebrengen. Schade aan cultuurgewassen in nauwe rotaties wordt zelden veroorzaakt door het optreden van organismen van één enkele soort. Ze is dikwijls het gevolg van een complex van schadelijke organismen uit de microfauna en de microflora. Bestudering van interacties tussen (schadelijke) organismen en van de populatie- (inoculum-) dichtheid van deze organismen in afhankelijkheid van het rotatieschema neemt derhalve een centrale plaats in bij dit onderzoek.

Het veldonderzoek vindt plaats in proefvelden van LH-Landbouwplantenteelt (zandgrond en zeeklei) en het PAGV (zeeklei). Een aanvraag voor een promotieplaats binnen de LH is in behandeling.

2.2. Het onderzoek door het WCS in samenwerking met het PAGV vertoont een nauwe samenhang met 2.1. Het is gericht op antifytogene en plantegroei-bevorderende bacteriën in de rhizosfeer en heeft reeds tot een praktische aanpak geleid in bacterisatieproeven met aardappelen in een één- en een driejarige rotatie op het PAGV. De groeistimulatie van deze bacteriën berust waarschijnlijk op de onderdrukking van een nog onbekende, voor het wortelstelsel schadelijke microflora, die zich vooral manifesteert in nauwe vruchtwisselingsschema's. De onderdrukking berust voornamelijk op de afscheiding van zgn. ijzer-bindende sideroforen. De moleculair-genetische basis van de groeistimulatie wordt onderzocht in samenwerking met de afdelingen voor Moleculaire Celbiologie van de RU Utrecht en de RU Leiden. Aan dit project is door de STW een drietal onderzoekersplaatsen toegekend.

2.3. Onderzoek over de interacties tussen fytopathogene en antagonistische schimmels wordt door het IB uitgevoerd in samenwerking met het CBS. Bij dit

onderzoek staat de biologische bestrijding van *Rhizoctonia solani* (lakschurft) centraal. Dit onderzoek heeft eveneens reeds geleid tot inoculatieproeven van pootaardappelen met hyperparasieten van *R. solani* op proefvelden van het PAGV in de Noord-Oost Polder en het LVB in Noord-Nederland. Aan het project is door de STW een onderzoekersplaats toegekend.

2.4. Het onderzoek van de Werkgroep Bodemoecosystemen bestudeert interacties tussen bodemorganismen in een drie- en een zesjarige rotatie met aardappelen op het PAGV-proefveld "De Schreef". Het onderzoek is primair gericht op het functioneren van het bodemoecosysteem. Hierbij zijn voornamelijk het IB en het ITAL betrokken, terwijl ook andere instellingen participeren. Bij de studie van de interacties valt de nadruk op de niet-pathogene organismen, waarbij op populatieniveau gekeken wordt naar overlevingsstrategieën van bacteriën in relatie tot substraatvoorziening en abiotische factoren. Het bodemzoölogisch onderzoek (onder andere "grazing" en effecten van de fauna op de bodemstructuur en omgekeerd) moet nog goeddeels van de grond komen (zie Nieuw Onderzoek). Dit zal grotendeels aan het IB plaatsvinden, terwijl bij het ITAL de nadruk zal vallen op de microflora, waarbij met name de rol van saprofytische schimmels in het onderzoek zal worden betrokken. Beide instellingen werken gezamenlijk aan de ontwikkeling van simulatiemodellen op oecosysteemniveau, waarin de verdeling van stofstromen over de verschillende groepen bodemorganismen (zie Nieuw Onderzoek) centraal staat.

### 3. Nieuw onderzoek

3.1. De rol van dierlijke organismen (protozoën, aaltjes, mijten en springstaarten) in de onderzochte teeltsystemen. Dit onderzoek zal voornamelijk door het IB worden uitgevoerd.

3.2. Onderzoek naar en simulatie van de verdeling van de stofstromen over de verschillende groepen van bodemorganismen in de onderzochte teeltsystemen. Dit onderdeel zal door het ITAL en het IB gezamenlijk worden uitgevoerd.

### 4. Onderzoeksgroepen

In het onderzoek nemen LH-Landbouwplantenteelt, LH-Fytopathologie, WCS, IB en ITAL een vooraanstaande plaats in. Daarnaast beschikken de volgende instellingen over kennis die voor het thema relevant is:

- Moleculaire Biologie, RUU (adhaesie bacteriën aan de wortel, genetisch)
- Moleculaire Biologie, RUL merken van bacteriën)
- CBS (Rhizoctonia-antagonisten)
- PAGV (participatie in experimenten)
- LVB (idem)
- LH-Bodemkunde en Geologie/Stiboka (bodemstructuur, geo-statistische technieken)
- ICW (grondwatertransport)
- CABO (beworteling)
- IOO (nitrificatie)
- VU-Oecologie en Oecotoxicologie (springstaarten)

Thema A 2.      Interacties tussen bodemorganismen in teeltsystemen met suikerbieten en granen.

1. Algemene omschrijving. De suikerbiet is een van de belangrijkste gewassen in de Nederlandse akkerbouw en de teelt ervan heeft evenals bij de aardappel te kampen met problemen gepaard gaande met nauwe vruchtopvolgingen. Sinds 1969 is in de bietenteelt aandacht besteed aan de mogelijkheden voor biologische bestrijding van bodemplagen. In eerste instantie is getracht schade veroorzaakt door de springstaart *Onychiurus armatus* te voorkomen door gewijzigde onkruidbestrijding en aangepaste zaaibedbewerking. Dit heeft geresulteerd in adviezen die veel van de schade door deze springstaarten hebben voorkomen; momenteel is slechts in de ergste gevallen een aanvullende zaadbehandeling met insecticiden noodzakelijk. Op deze manier wordt de springstaartenpopulatie in stand gehouden en zou dan een positieve bijdrage kunnen leveren aan de bodemvruchtbaarheid en de biologische bestrijding van nematoden. In eerste instantie is gevonden dat deze laatste activiteit hoofdzakelijk plaatsvindt ten aanzien van vrij bewegende larven van bietecysteeltjes.

Door de uitbreiding van de suikerbietenteelt tot het huidige niveau van circa 130.000 ha en het ontbreken van alternatieve gewassen, werden in een aantal gebieden te nauwe rotaties toegepast. Dit heeft tot gevolg gehad dat besmettingen met bietecysteeltjes zich konden uitbreiden. Momenteel zijn op 25% van het areaal besmettingsniveaus aanwezig, die wanneer bestrijdingsmaatregelen achterwege bleven, schade zouden veroorzaken. Evenals bij thema A1 staat causaal onderzoek naar interacties tussen

populaties centraal, waarbij ook de tussengewassen in het onderzoek zullen worden betrokken. In tegenstelling tot thema A1, dat zich vooral op de microflora richt, houdt het hier beschreven thema zich vooral bezig met de bodemfauna.

Onder het thema zijn de volgende projecten gerangschikt:

## 2. Lopend onderzoek

2.1. Populatiebiologisch onderzoek over bietecysteaaltjes, waarbij zowel populatiedynamische als populatiegenetische aspecten aan de orde komen. Op duizend proefplekken verspreid over drie belangrijke teeltgebieden (Z.W., Z.O. en Midden-Nederland) wordt de invloed van nauwe rotaties, nematiciden, bodemeigenschappen (slibgehalte poriedoorsnede), temperatuur en verdampingoverschot op de populatie-ontwikkeling van bietecysteaaltjes onderzocht. Op de plekken waar dit afwijkt van het verwachtingspatroon wordt onderzoek verricht naar de factoren die dit veroorzaken, zoals nematopathogenen of bodemfysische eigenschappen, die nematodenvermeerdering stimuleren of afremmen. Het materiaal wordt onderzocht op de invloed van de enkele factoren en combinaties daarvan. Het is tevens de opzet tot simulatiemodellen van het aantalsverloop van bietecysteaaltjes te komen. Het project wordt uitgevoerd door LH-Nematologie en IRS in samenwerking met PD, LH-Theoretische Teeltkunde, CAD voor Gewasbescherming en PAGV.

2.2. Onderzoek naar de relaties tussen de mesofauna en nematopathogene bodemschimmels enerzijds en het bietecysteaaltje anderzijds. Dit bouwt voort op de resultaten van het rotatieproefveld te Westmaas en onderzoek verricht op IRS en PD. Het geheel was ondergebracht in de Werkgroep Eenjarige Gewassen van de Werkgemeenschap Geïntegreerde Bestrijding van Plagen TNO. Hieruit is de noodzaak van potproeven en experimenten in microplots naar voren gekomen. Deze laatste worden uitgevoerd bij de Vakgroep Nematologie van de LH Wageningen, waarbij twee teeltschema's (respectievelijk continu biet en een rotatie van biet-tarwe-tarwe) met elkaar worden vergeleken. Hierbij worden de volgende behandelingen toegepast: toevoeging organische stof, uitsluiting van voor het cysteaaltje pathogene schimmels en uitsluiting van de mesofauna. In verband met de belangstelling voor de organische stof in de bodem zal worden samengewerkt met de LH-groep Alternatieve Landbouw.

### 3. Nieuw onderzoek

3.1. Evaluatie van roofmijten en springstaarten als predatoren van in de bodem levende nematoden. Hiertoe zullen reeds bestaande populatiemodellen van de interacties tussen roofmijten en hun prooi worden aangepast aan de interactie predator-nematode. Dit project zal worden ondergebracht bij de Vakgroep Nematologie van de LH Wageningen.

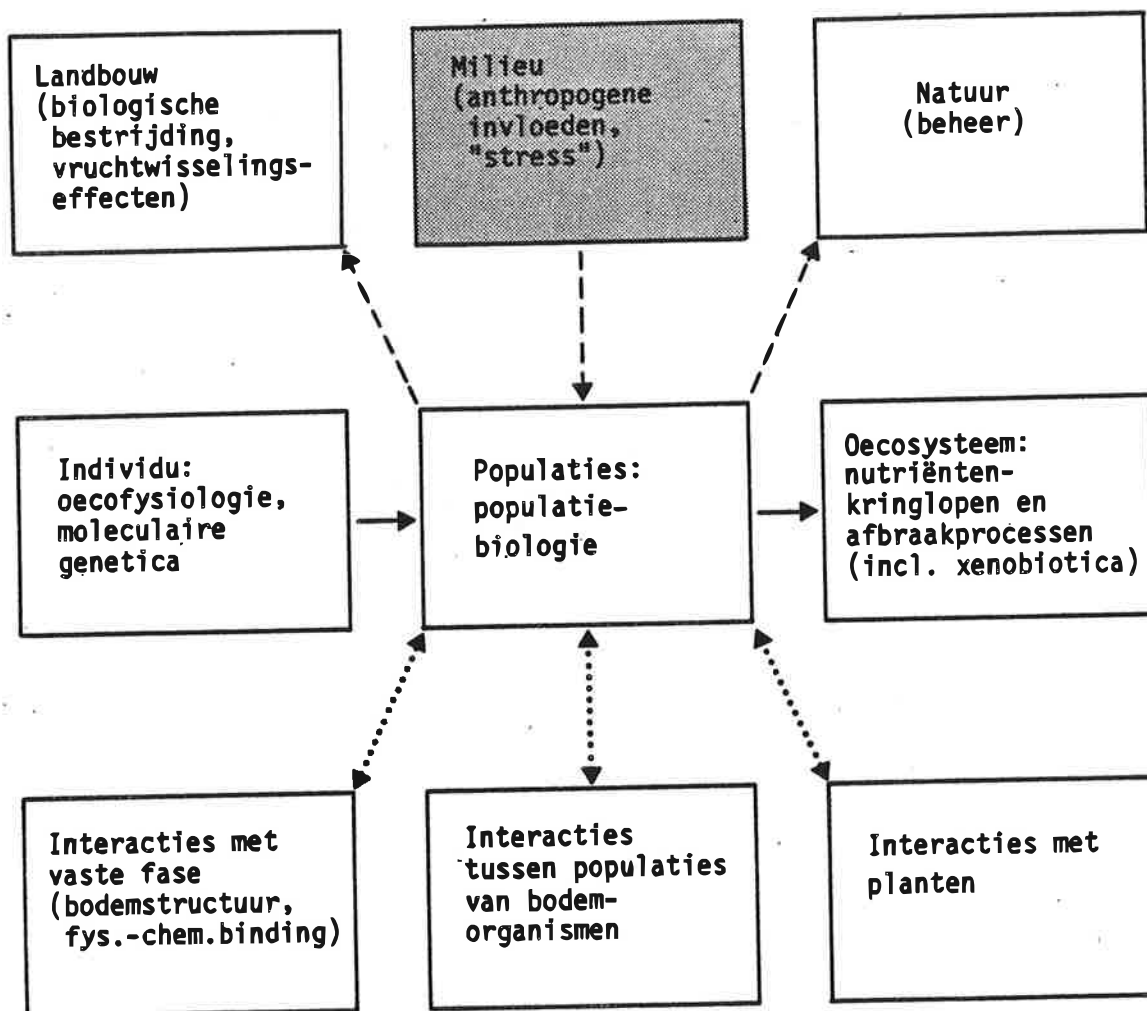
3.2. Invloed van predatie door loopkevers op bladluizen en de larven van bodemarthropoden, zoals van het bietekevertje. De voortgang van het populatiebiologisch onderzoek aan loopkevers wordt belemmerd door een gebrekkige kennis van de aantallen, de verdeling en de beschikbaarheid van hun prooien. Het is thans mogelijk geworden deze vragen op te lossen met behulp van serologische technieken. Dergelijk onderzoek kan goed worden uitgevoerd in de bietenteelt, waar aan loopkevers en hun larven de rol wordt toegeschreven van regulatoren van plagen. Dergelijk onderzoek sluit goed aan op de expertise van de Zoölogische groep van het Biologisch Station Wijster. Ook het IPO, dat met de serologische technieken reeds ervaring heeft opgedaan, wordt bij het onderzoek betrokken.

### 4. Onderzoeksgroepen

Het onderzoek zal voornamelijk worden uitgevoerd door LH-Nematologie en IRS in samenwerking met PD en IB. Daarnaast beschikken de volgende instellingen over kennis die voor het thema van belang is:

- LH-Theoretische Teeltkunde (simulatiemodellen)
- LH-Fytopathologie (parasitaire schimmels)
- LH-Bodemkunde en Geologie/Stiboka (bodemstructuur, geo-statistische technieken)
- LH-Alternatieve Landbouw (organische stof)
- LH-Wijster-Zoölogie (loopkevers)
- IPO (serologische technieken, loopkevers)
- VU-Oecologie en Oecotoxicologie (springstaarten, loopkevers)
- RIN (determinaties)
- CBS (nematofage schimmels)
- PAGV (algemene adviezen)

Programma B Bodembiologie in het milieu-onderzoek.



Thema B 1. Effecten van milieubelastende stoffen op structuur en functioneren van bodemoecosystemen.

1. Algemene omschrijving. Nadat aanvankelijk vooral de verontreiniging van water en lucht de aandacht kreeg, dringt thans in toenemende mate het besef door dat ook de verontreiniging van de bodem ernstige vormen heeft aangenomen en dat deze verontreiniging vaak zeer moeilijk te elimineren is. Onder deze verontreinigingen nemen anorganische verbindingen een belangrijke plaats in. De effecten van deze anorganische verbindingen op het bodemoecosysteem zijn nog slecht bekend en thema B1 houdt zich dan ook bezig met onderzoek naar deze effecten. Hierbij zal vooral aandacht worden geschonken

aan de zware metalen, omdat die blijvend in de grond accumuleren. De herkomst van deze vorm van verontreiniging is zeer divers (auto-uitlaatgassen, bio-industrie, havenslib, metallurgische industrie, etc.), en de effecten van de verschillende zware metalen dienen daarom zowel afzonderlijk als in combinatie te worden bestudeerd. Het onderzoek naar de effecten van zware metalen op het bodemoecosysteem heeft tot nu toe vooral plaatsgevonden bij het RIN (micro-organismen en dieren) en de VU-Vakgroep Oecologie en Oecotoxicologie (mesofauna en bodemprocessen). Het wordt urgent het onderzoek naar de effecten van zware metalen op het bodemoecosysteem te intensiveren waarbij vooral de vorm waarin de metalen aanwezig zijn en de beschikbaarheid voor organismen in het onderzoek dienen te worden betrokken. Voorts moeten de sluipende effecten, inwerkend op de fysiologie van de organismen en op de genetische samenstelling van de populatie aandacht krijgen.

Naast de zware metalen is de zure atmosferische depositie ("zure regen") als belangrijke verontreinigingsbron van de bodem sterk in de belangstelling gekomen. Het betreft een complex verschijnsel van verschillende vormen van verontreiniging, meest van anorganische aard, waarbij stikstof- en zwavelverbindingen (stikstofoxyden, ammonia en zwaveloxyden) een belangrijke rol spelen. De effecten van deze verontreinigingen worden zowel bij de vegetatie als in de bodem waargenomen. Tot op heden is er in Nederland nog geen biologisch onderzoek verricht naar de effecten van zure depositie op het bodemleven. Er zijn echter allerlei aanwijzingen, die het optreden van deze effecten in hoge mate waarschijnlijk maken. Niet alleen is een beïnvloeding van de stikstof- en zwavelhuishouding te verwachten (als gevolg van de kwantitatief belangrijke depositie van deze elementen), maar als gevolg van verschuivingen in de kationen-anionenbalans kunnen ook veranderingen in de beschikbaarheid van zware metalen voor plant en dier optreden. Het ligt in de bedoeling het effect van de zure depositie op het bodemoecosysteem in eerste instantie aan één goed aanvatbaar aspect (de stikstofhuishouding in de strooisellaag) te onderzoeken en daarnaast gefaseerd onderzoek op gang te brengen aan mycorrhiza, de strooiselafbraak en de zwavelkringloop. Dit sluit nauw aan bij het NRLO-advies "Geïntegreerd Programma van onderzoek met betrekking tot de zure regen problematiek" (modules 7-9) en het RMNO-advies "Verzuring door atmosferische depositie".

Voor een uitgebreidere beschrijving wordt naar deze rapporten verwezen. Het "anorganische" deel van het thema zal vooral in natuurlijke oecosystemen worden bestudeerd en heeft daardoor een nauwe samenhang met thema C2.

Het onderzoek aan bestrijdingsmiddelen richt zich vooral op effecten op populaties van bodemorganismen en op het verloop van bodembioologische processen. Het onderzoek is tevens gericht op verbetering van de criteria waaraan de toepassing van bestrijdingsmiddelen moet voldoen en waarop de normstelling kan worden gebaseerd. De belangrijkste aspecten van het onderzoek sluiten nauw aan bij die welke onder thema B2 worden genoemd voor xenobiotica.

## 2. Onderzoeksprojecten

2.1. Onderzoek naar de vorm waarin zware metalen aanwezig zijn in verschillende schakels van de voedselketen. Dit project omvat onderzoek aan de chemische vorm, waarin zware metalen in de bodem voorkomen (zowel speciatie als aard van de binding aan bepaalde minerale en organische bestanddelen), de invloed van organismen daarop en de relatie met milieufactoren (bodemtype, CEC, atmosferische precipitatie). In het project zal zowel aandacht worden geschonken aan abiotische componenten (minerale lagen, strooisellaag) als aan biotische componenten (schimmels, arthropoden). Onderzoek op het beschreven terrein vindt plaats aan het RIN en aan de VU-Oecologie en Oecotoxicologie, terwijl onderzoek in relatie tot de opname door planten plaatsvindt aan de LH-Bodemkunde en Plantevoeding en aan het IB. Onderzoek aan de invloed van zure regen op de beschikbaarheid van zware metalen vindt thans oriënterend plaats.

2.2. Onderzoek naar de processen waardoor de gehalten in de verschillende schakels van het bodemoecosysteem worden bepaald. Het project omvat onderzoek aan opname-, detoxificatie-, excretie- en accumulatieprocessen, hetgeen kan resulteren in stofbalansen voor bepaalde groepen organismen. Het onderzoek, dat uitgevoerd wordt door VU-Oecologie en Oecotoxicologie en RIN, vindt hoofdzakelijk bij dieren plaats maar moet worden uitgebreid naar micro-organismen.

2.3. Onderzoek naar de concentratie of verdunning van zware metalen in de voedselketen. Dit project omvat onderzoek aan voedselketens in het veld (paddestoelen, regenwormen/mollen/muizen) door het RIN en het IVM-VU en oriënterend laboratoriumonderzoek aan experimentele voedselketens door het RIN en VU-Oecologie en Oecotoxicologie. Aanbevolen wordt met name het experimentele deel van het project uit te breiden.



2.4. Gevolgen van gehalte en vorm van zware metalen voor de soortensamenstelling van het bodemoecosysteem, voor de genetische samenstelling van populaties en voor het verloop van bodembioologische processen. Het project bestudeert de consequenties van bepaalde gehalten aan zware metalen voor de microflora en bodemfauna (dosis-opname-effect-onderzoek), waarbij gekeken wordt naar verschuivingen in de soortensamenstellingen, naar populatie-differentiatie en naar de invloed op functies van het bodemoecosysteem (ademhaling, enzymactiviteiten, strooiselafbraak). Onderzoek op het terrein van dit project is gaande bij de VU-Oecologie en Oecotoxicologie en bij het RIN. Aanbevolen wordt de populatiedynamische benadering bij de studie van bodemorganismen meer aandacht te geven.

2.5. Effecten van zure precipitatie op de stikstofhuishouding in natuurlijke oecosystemen. Een aantal onderdelen van de stikstofkringloop zal worden bestudeerd (nitrificatie, denitrificatie, stikstofturnover) in oecosystemen waar effecten van zure regen zijn geconstateerd. Het project vertoont nauwe samenhang met thema C2. Binnen een aantal van de participerende instellingen (LH-Microbiologie, ITAL, IB en IOO) is veel expertise op het gebied van de stikstofkringloop aanwezig. Dit project zal worden uitgevoerd als onderdeel van het NRLO-voorstel over zure regen onderzoek (module 8).

2.6. Effecten van zure precipitatie op mycorrhiza van boomwortels en de achteruitgang van de gezondheidstoestand van bomen die daarmee samenhangt. In eerste instantie zullen worden onderzocht de effecten van de hoeveelheid zure depositie, van pH-verandering en van stikstofbemesting op genoemde relatie, met de grove den als toetsplant. Het onderzoek zal worden uitgevoerd door LH-Fytopathologie, LH-Wijster-Botanie en LH-Bosteelt.

2.7. Onderzoek naar de milieu-effecten van bestrijdingsmiddelen op landbouwgrond. Dit onderzoek dat door het IB in samenwerking met LH-Microbiologie, RIN, LH-Nematologie, VU-Oecologie en Oecotoxicologie, IOB en MT-TNO wordt uitgevoerd, richt zich op meetmethoden en criteria voor het effect van bestrijdingsmiddelen op de microflora, de bodemfauna en de enzymactiviteit van de grond.

3. Onderzoeksgroepen. In het thema nemen het RIN, VU-Oecologie en Oecotoxicologie, LH-Fytopathologie en het IB een vooraanstaande plaats in. Daarnaast beschikken de volgende instellingen over kennis die voor het thema van belang is:

- LH-Microbiologie
- LH-Bodemkunde en Plantevoeding
- LH-Nematologie
- ITAL
- IOO
- IOB
- IVM-VU
- MT-TNO
- LH-Wijster-Botanie
- LH-Bosteelt

Thema B 2. De bijdrage van bodembioologische processen aan de transformatie en mineralisatie van milieuvreemde organische verbindingen (xenobiotica).

1. Algemene omschrijving. Het bodemoecosysteem wordt blootgesteld aan een toenemend aantal milieuvreemde organische verbindingen. Gezien het grote aantal voor onderzoek in aanmerking komende verbindingen, zullen alleen xenobiotica ter discussie staan, die door hun gebruik of als afval in belangrijke hoeveelheden in het milieu terechtkomen. Het onderzoek op dit terrein moet grotendeels nog van de grond komen (met uitzondering van bestrijdingsmiddelen). Het thema houdt zich bezig met bodembescherming, bodemsanering en met drinkwater- en luchtsanering met behulp van bodemfilters (duininfiltratie, oeverinfiltratie). De volgende aspecten zijn van belang:

1. De mobiliteit en beschikbaarheid onder verschillende milieu-omstandigheden onder invloed van transport, adsorptie, inbouw in organisch materiaal en chemische reactiviteit.
2. De omzetting en mineralisatie in relatie tot chemische structuur, mechanisme en kinetiek van de afbraakprocessen, de bij de afbraak betrokken organismen, effecten van abiotische factoren, antagonistische en synergetische effecten.

3. Adaptatie-processen die leiden tot verbetering van de omzetting en de mineralisatie, bijvoorbeeld door natuurlijke selectie of door genetische manipulatie.
4. Toxiciteit van de xenobiotica of hun metaboliëten voor individuele organismen en populaties; resistentiemechanismen.
5. Bio-accumulatie in individuele organismen, populaties en voedselketens.

De bovengenoemde aspecten zullen vooral bij micro-organismen worden bestudeerd. Aangezien hierbij algemene vragen van fundamentele aard over het gedrag van micro-organismen in de grond aan de orde komen, bestaat er een nauwe samenhang met thema C2. Aangezien het niet mogelijk is het gehele terrein van de xenobiotica in het onderzoek te betrekken, wordt de aandacht in eerste instantie gericht op een tweetal urgente projecten.

## 2. Onderzoeksprojecten

2.1. Onderzoek op het gebied van preventief en curatief (sanerend) bodembeheer. Door een samenwerkingsverband van LH-Microbiologie, LH-Waterzuivering, RUG Biotechnologie, RUG Microbiologie, MT-TNO, IB en RIN zal onderzoek worden verricht over de isolatie, de karakterisering en de stimulering van de activiteit van micro-organismen voor de biotechnologische verwerking van verontreinigde grond en chemisch afval. Hierbij zal door de LH-Microbiologie, LH-Waterzuivering, LH-Proceskunde en het RIN speciale aandacht aan de afbraak van HCH en vinylchloride worden geschonken. In het project, waarin ook andere groepen kunnen participeren, is een integratie tot stand gebracht tussen de kennis van de LH Wageningen en het RIN over de afbraakomstandigheden en de afbraakmechanismen en de daarbij betrokken organismen en de genetische kennis van de RUG.

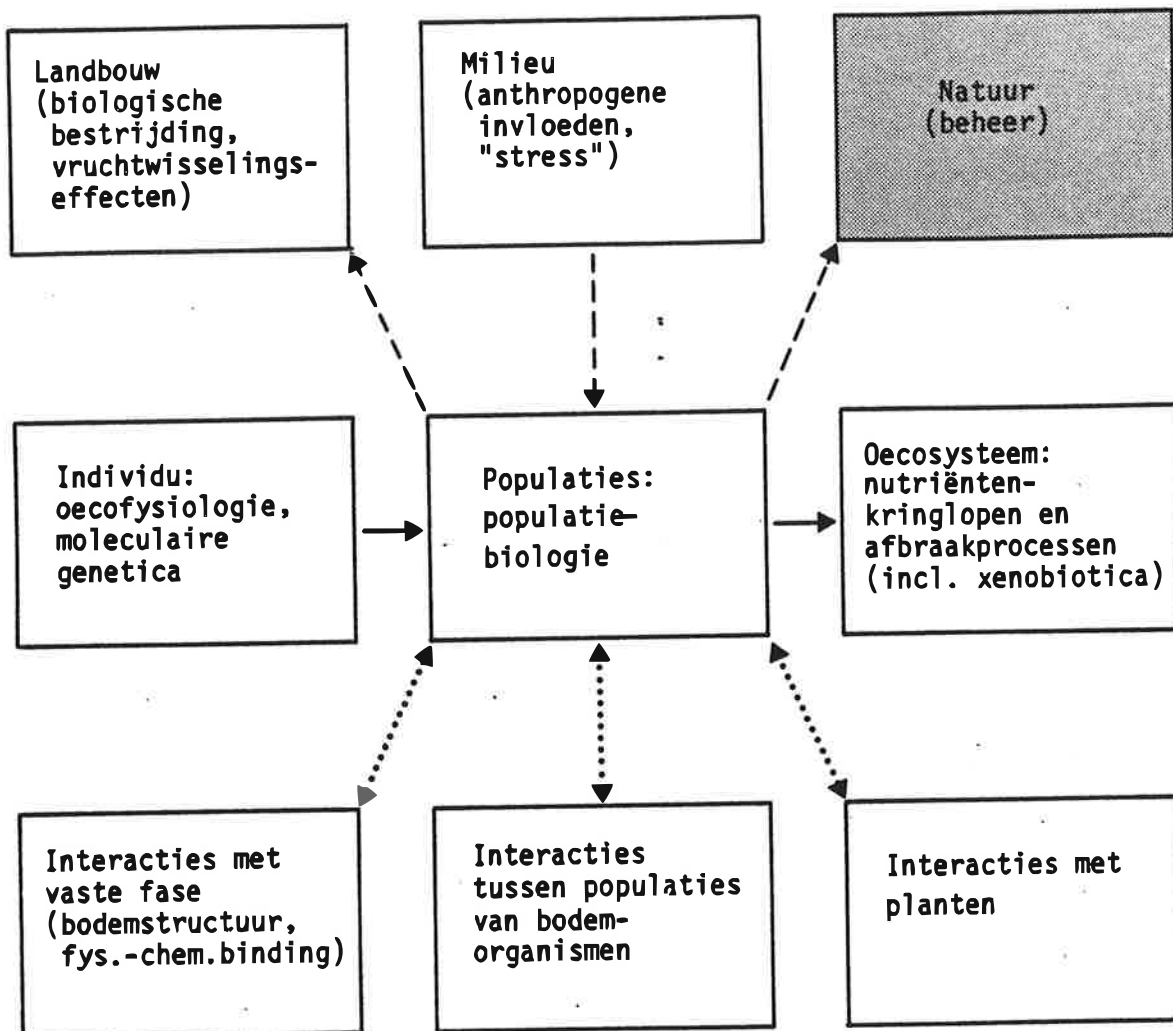
2.2. Onderzoek over de sanering van water en lucht met behulp van bodemfilters. Hierbij zal aandacht worden geschonken aan de microbiële omzetting van organische micro-verontreinigingen in het grondwater en tijdens duininfiltratie. Het project wordt uitgevoerd door een samenwerkingsverband van LH-Microbiologie, Gemeentewaterleiding Amsterdam, RIVM en KIWA.

3. Onderzoeksgroepen. In het thema nemen het IB en de LH-Microbiologie een belangrijke plaats in. Daarnaast beschikken de volgende instellingen over

kennis die voor het thema van belang is:

- LH-Waterzuivering
- LH-Proceskunde
- RIN
- RUG-Microbiologie
- RUG-Biotechnologie
- RIVM
- Gemeentewaterleiding Amsterdam
- KIWA
- MT-TNO

Programma C Bodembioologie in het onderzoek van "natuurlijke" systemen



Thema C 1. Populatiebiologisch onderzoek aan symbiotische, stikstofbindende micro-organismen.

1. Algemene omschrijving. Onderzoek op het terrein van de symbiotische stikstofbinding wordt in Nederland op een aantal plaatsen uitgevoerd (IOO, LH-Microbiologie, LH-Moleculaire Biologie, LH-Biochemie, RU Leiden). Het betreft voor het merendeel onderzoek waarin het proces van de stikstofbinding via een biochemische en moleculair-genetische aanpak wordt bestudeerd. Het Nederlandse onderzoek op dit terrein wordt internationaal

hoog gewaardeerd. De ad hoc werkgroep is daarom van mening dat dit terrein van onderzoek thans geen extra zorg behoeft en dat de ondersteuning vanuit de tweede geldstroom (BION, SON) van een adequate omvang is.

In tegenstelling tot het proces van de stikstofbinding krijgt het lot van de betreffende micro-organismen in de grond slechts op beperkte schaal aandacht. Door de in de bodem aanwezige populaties van deze organismen worden mede de mogelijkheden tot wortelknolvorming bepaald. Het hier beschreven thema wordt daarom van groot belang geacht voor de praktijk, met name ook voor de ontwikkelingslanden. Beoogd wordt populatiebiologisch onderzoek te verrichten aan de micro-organismen (endofyt) die betrokken zijn bij de symbiotische stikstofbinding bij respectievelijk vlinderbloemigen, de Els en de Duindoorn. Door hun specifieke effect op de plant lenen deze organismen zich uitstekend voor dergelijk onderzoek. Bovendien vindt overigens in Nederland thans nog geen populatiebiologisch onderzoek aan bodemmicro-organismen plaats.

Het thema wordt niet alleen van praktisch belang geacht, het biedt ook goede mogelijkheden voor het verwerven van fundamenteel populatiebiologische kennis, die geëxtrapoleerd kan worden naar andere organismen. Dit kan de overige thema's ten goede komen.

## 2. Onderzoeksprojecten

2.1. Populatiebiologisch onderzoek aan Rhizobium-stammen. Bacteriën van het geslacht Rhizobium zijn alleen te herkennen door hun vermogen wortelknolletjes te vormen op de waardplant. Om Rhizobium te isoleren gaat men uit van een wortelknol en het is duidelijk dat de keuze van de waardplant de isolatie van Rhizobium-stammen uit een grondmonster sterk kan beïnvloeden. Uit voorgaand onderzoek is gebleken dat in de genencentra van leguminosen talrijke genetische varianten van planten voorkomen, die specifieke Rhizobium-stammen vereisen. Door gebruik te maken van deze specificiteit zijn uit gronden van de genencentra van de erwt nieuwe Rhizobium-stammen geïsoleerd, die sterk afwijken van de tot nu toe bekende Rhizobium-stammen, die veelal geïsoleerd zijn van gekweekte planten. Deze bacteriën uit de genencentra vertegenwoordigen een "genenpool" en kunnen van belang zijn voor de "veredeling" van Rhizobium.

Door gebruik te maken van de waardplant-specificiteit, serologische eigenschappen en antibioticumresistentie, is het mogelijk de overleving en verspreiding van een Rhizobium-stam in de grond na te gaan.

Wil een Rhizobium-stam zich in de grond kunnen handhaven dan moet ze ook kunnen concurreren met lokale Rhizobium-stammen. Uit het onderzoek is gebleken dat niet-nodulerende Rhizobium-stammen ook in staat zijn om nodulerende stammen volledig weg te concurreren. Er is thans een model-systeem ontwikkeld om de vroege stadia van competitie te kunnen bestuderen. Dit onderzoek kan ook gegevens opleveren die van belang zijn voor de biologische bestrijding van wortelziekten, waarbij geprobeerd wordt pathogene organismen te bestrijden met verwante niet-pathogene organismen. Het project wordt uitgevoerd door de LH-Microbiologie.

2.2. Interacties van Rhizobium ten opzichte van Parasponia en vlinderbloemigen. Onderzoek naar de interactie van Rhizobium en Parasponia is van groot belang voor de integratie van de reacties die een rol spelen bij de host-range bepaling van Rhizobiumsoorten. Als deze reacties bekend zijn, zal het mogelijk zijn dit mechanisme te manipuleren en de host-range van Rhizobium te vergroten. Parasponia-Rhizobium is de enige Rhizobium, die zowel bij een vlinderbloemige als een niet-vlinderbloemige wortelknolletjes vormt. Op het ITAL is de host-range van bepaalde Parasponia-rhizobia bepaald en de stikstofbindingscapaciteit en -efficiëntie vastgesteld. Ook zijn enige uitwendige factoren, zoals samenstelling van het voedingsmedium, pH, enz. op de groei en fysiologie van de stikstofbinding (onder andere zuurstofspanning) van Parasponia-planten bepaald. In toekomstig onderzoek zullen in modelexperimenten de mechanismen van herkenning en kolonisatie van deze Rhizobium vergeleken worden met die van enkele nauw verwante organismen en Beijerinckia en Azotobacter.

2.3. Populatiebiologisch onderzoek aan de endofyt (Frankia) van de Els. Met dit onderzoek, dat reeds meer dan tien jaar door een samenwerking van de LH-Microbiologie, het IOO en de RU Leiden wordt uitgevoerd, is een uitstekende internationale naam opgebouwd op het gebied van de populatiebiologie van micro-organismen. Tijdens het onderzoek werd een aantal Frankia-stammen geïsoleerd, die goed herkenbaar zijn (ineffectieve stammen en effectieve stammen met en zonder sporen). Daarnaast bleek een bepaalde schimmel in competitie met de Frankia-stammen eveneens tot knolvorming in

staat te zijn, terwijl bij de Els genetisch bepaalde verschillen in gevoeligheid voor de Frankia-stammen werden gevonden. De thans beschikbare combinaties van micro-organismen en gastheerstammen lenen zich uitstekend voor populatiebiologische modelstudies over interacties tussen nauw verwante stammen van micro-organismen. Daarnaast zal in modelstudies het gedrag van Frankia in de grond worden bestudeerd.

Naast het hierboven beschreven fundamentele onderzoek wordt aandacht besteed aan de toepassing van Frankia in de bosbouw ten behoeve van de houtproductie en de bestrijding van bodemerosie. In samenwerking met onderzoekers van het Rijksinstituut voor de Bos- en Landschapsbouw De Dorschkamp wordt het effect van beënten van elzen met verschillende stammen van Frankia in de Flevo-polders onderzocht.

In samenwerking met onderzoekers uit Helsinki zal het gedrag van Frankia in extreem zure veengrond worden bestudeerd, in verband met grootschalige herbebossing van veengronden in Scandinavië.

In samenwerking met onderzoekers uit Pakistan wordt het gebruik van Frankiasymbiosen ten behoeve van de herbebossing en bestrijding van bodemerosie bestudeerd.

Het onderzoeksproject sluit aan op het Rhizobium-onderzoek van LH-Microbiologie; de reeds lang bestaande samenwerking tussen LH-Microbiologie en IOO wordt hiermee voortgezet.

2.4. Populatiebiologisch onderzoek aan interacties tussen endofyt (Frankia), mycorrhiza en nematoden bij de Duindoorn. Tijdens populatiebiologisch onderzoek over de endofyt van de Duindoorn werd gevonden dat de achteruitgang van de gastheerplant tijdens de successie in de Nederlandse duinen waarschijnlijk het gevolg is van een aantasting door aaltjes (*Longidorus* sp. nov.). Tevens werden aanwijzingen verkregen dat deze aantasting samenhangt met een achteruitgang in de mycorrhiza-vorming. Het aldus verkregen systeem, dat ook in het laboratorium redelijk te hanteren blijkt, leent zich uitstekend voor fundamentele studies over interacties tussen verschillende groepen van bodemorganismen. Daarnaast kan het onderzoek belangrijke informatie opleveren over het proces van successie in de vegetatiesamen-



stelling in natuurgebieden. Het project wordt uitgevoerd in een samenwerking tussen het IOO, LH-Microbiologie en PD.

3. Onderzoeksgroepen. In het thema nemen LH-Microbiologie, IOO, RUL-Moleculaire Biologie en ITAL een belangrijke plaats in. Daarnaast beschikken de volgende instellingen over kennis die voor het thema van belang is:

- PD
- De Dorschkamp

Thema C 2. Vergelijkend onderzoek naar interacties tussen populaties van bodemorganismen in relatie tot de stofkringlopen in de bodem.

1. Algemene omschrijving. Het natuurlijke bodemoecosysteem is een uiterst gecompliceerd geïntegreerd systeem, met als essentiële functies de nutriëntenturnover en de vastlegging van organisch materiaal. Nutriëntenmineralisatie en de regulatie van de beschikbaarheid van nutriënten worden daarom in dit thema centraal gesteld. Van grote betekenis in deze processen is de "samenwerking" van micro-organismen en saprofage bodemdieren. De rol van deze dieren is nog nauwelijks gekwantificeerd, terwijl zij, met de saprofytische schimmels, waarvan kwantitatief evenmin veel bekend is, van grote betekenis geacht worden in de mineralisatieprocessen in de grond. Deze rol wordt sterk beïnvloed door abiotische factoren en de voedingswaarde van het substraat.

Het verrichten van onderzoek aan dergelijke interacties en hun uitwerking op de stofkringlopen wordt voor de voortgang van het onderzoek in de andere thema's noodzakelijk geacht. Als onderzoeksterreinen zullen dan ook behalve natuurgebieden ook akkerbodems, graslanden en bosbodems worden gekozen. Deze herbergen zeer verschillende en kenmerkende levensgemeenschappen en verschillen sterk in structuur en samenstelling. In het kader van het thema zal veel aandacht worden geschonken aan methodische leemten, zoals aan waarnemings- en monstertechnieken, aan moleculair-genetische technieken, als ook aan statistisch-analytische modellen, die het mogelijk maken demografische gegevens naar turnover-gegevens te vertalen. De ontwikkeling van microkosmosonderzoek zal vruchtbaar kunnen werken op de analyse van de rol van diverse interacties in bodemprocessen.

2. Lopend onderzoek. Onderzoek vindt plaats aan IOO, ITAL, WCS, VU-Oecologie en Oecotoxicologie, RIN en LH-Wijster.

2.1. Onderzoek naar de kwantiteit en kwaliteit van substraat voor micro-organismen beschikbaar gesteld door wortels. Dit project loopt reeds geruime tijd bij het ITAL en dient te worden gecontinueerd omdat het belangrijke informatie voor de andere thema's oplevert over de substraatvoorziening van de organismen waarmee deze thema's zich bezighouden.

2.2. Onderzoek naar de ruimtelijke verdeling van micro-organismen in de bodem (met name in bodemaggregaten) en op het worteloppervlak. Dergelijk onderzoek is essentieel voor inzicht in de populatiebiologie van micro-organismen. Het wordt uitgevoerd door het WCS (Pseudomonas-soorten, fytopathogene organismen), ITAL (Bacillus-soorten, niet-pathogene organismen), IOO (nitrificeerders) en LH-Fytopathologie (mycorrhiza).

2.3. De rol van saprofage bodemdieren in "samenwerking" met micro-organismen bij mineralisatieprocessen en de invloed van milieufactoren daarop. Er wordt vergelijkend onderzoek uitgevoerd in microkosmosopstellingen aan enkele soorten springstaarten en pissebedden naar hun directe bijdrage aan de N-cyclus in dennebosbodems door respectievelijk begrazing van schimmels en verbrokkeling van plantenafval. De kwantitatieve betekenis van "grazing" en verbrokkeling van substraat voor de schimmelproductie en -activiteit wordt in afzonderlijke experimenten vastgesteld. Dit onderzoek vindt in hoofdzaak plaats aan de VU-Oecologie en Oecotoxicologie.

2.4. De betekenis van de fauna als regulator in mineralisatieprocessen. De specifieke behoeften aan minerale voedingsstoffen bij springstaarten, pissebedden en miljoenpoten worden onderzocht in relatie tot de betekenis van populaties van deze soorten als nutriënten-"voorraad" in de bodem. Via faeces en door sterfte worden de nutriënten geleidelijk aan de omgeving afgestaan en daarmee fungeren dieren als buffers tegen uitspoeling van elementen. Sommige soorten fungeren als Ca-buffer (Isopoda), andere als K-buffer (Collembola). Voor het daarvoor noodzakelijke demografische onderzoek aan veldpopulaties is veel expertise aanwezig bij de VU-Oecologie en Oecotoxicologie.

Door het RIN wordt de rol van regenwormen in afbraakprocessen bestudeerd.

In het kader van dit project wordt door VU-Oecologie en Oecotoxicologie en LH-Wijster ook aandacht besteed aan de betekenis van carnivoren als regulatoren van saprofagen met als belangrijke objecten: loopkevers en spinnen. Ook carnivoren zijn van betekenis als regulatoren van de stofkringloop.

2.5. De betekenis van regenwormen voor de structuur, beworteling, temperatuurhuishouding en produktiviteit van blijvend grasland. De aantallen regenwormen die zijn uitgezet op wormvrije plekken worden bestudeerd, alsmede de effecten van regenwormen op de bodemvorming en de plantengroei. Dit project wordt uitgevoerd door het RIN, LH-Bodemkunde en Geologie en LH-Landbouwplantenteelt en Graslandkunde.

3. Nieuw onderzoek. Nieuw onderzoek vindt vooral plaats bij: LH-Microbiologie, IOO, ITAL, IB, VU-Oecologie en Oecotoxicologie, RIN.

3.1. Onderzoek naar de interacties tussen micro-organismen en de vaste fase van de grond. Het is bekend dat de eigenschappen van aan een vaste fase (bodem) geadsorbeerde micro-organismen vaak afwijken van die in de vloeibare fase. Het verwerven van meer inzicht in dit fenomeen is voor alle onderzoeksthema's van groot belang. Het onderzoek, waarvoor reeds een projectbeschrijving is geformuleerd, wordt uitgevoerd door LH-Microbiologie en LH-Fysische- en Kolloïdchemie.

3.2. Interacties tussen populaties van micro-organismen die betrokken zijn bij stikstoftransformaties in de grond. Dergelijke interacties zullen in natuurlijke en landbouwoecosystemen worden onderzocht in samenhang met andere thema's. Daarnaast zullen in modelsystemen de interacties tussen stikstofbinders, ammonificeerders, nitrificeerders en denitrificeerders worden onderzocht, in het bijzonder onder invloed van abiotische factoren zoals temperatuur, vochtspanning en pH. Voor een deel van dit onderzoek, dat met name door ITAL en IOO zal worden uitgevoerd, zijn projectbeschrijvingen opgesteld.

3.3. Onderzoek naar de kwantificering van effecten van "grazing" van dieren op saprofytische schimmels en bacteriën met betrekking tot de afbraak van organisch materiaal en mineralisatie van nutriënten. De begrazingsdruk in het veld is afhankelijk van de populatie-omvang van de dieren en heeft zo

invloed op de schimmelactiviteit maar ook op de samenstelling van de soorten. Doordat micro-organismen verschillende eigenschappen en activiteiten hebben, wordt het effect op mineralisatieprocessen door deze interacties mogelijk sterk beïnvloed. Dit onderzoek zal in eerste instantie in microkosmos-opstellingen uitgevoerd moeten worden.

Het project zou bij voorkeur in een samenwerkingsverband tussen VU, IB en ITAL moeten worden uitgevoerd. Daarmee wordt een vergelijking tussen natuurlijke gronden en akkerbouwgronden mogelijk en is in de toekomst een uitbreiding te realiseren naar veldonderzoek met praktische toepasbaarheid. Dit onderzoek behoeft expertise met saprofytische schimmels en hun specifieke eigenschappen, waarvoor ook het CBS zich beschikbaar stelt.

3.4. Onderzoek naar de kwantitatieve rol van de saprofage macrofauna (als belangrijke groepen pissebedden, miljoenpoten, regenwormen) in de afbraak. Een belangrijke functie van deze dieren is de verbrokkeling van plantaardig afval. Hoewel deze functie voor de hand lijkt te liggen, is geen onderzoek gedaan naar de kwantitatieve betekenis van populaties van deze organismen voor de produktie van substraat, van belang voor de activiteit van micro-organismen. Een analyse in microkosmos-opstellingen zou begeleid moeten worden door kwantificering in veldexperimenten. Daarvoor is nauwkeurige bepaling van de omvang van de veldpopulaties noodzakelijk.

Ook dit onderzoek behoeft expertise met saprofytische schimmels, met bacteriën en met dieren. Een samenwerking tussen VU, RIN, IB en ITAL lijkt daarom aangewezen.

3.5. Demografisch veldonderzoek naar de turnover van nutriënten via springstaarten en pissebedden als belangrijkste vertegenwoordigers van de fungivore en saprofage arthropoden. Met betrekking tot een bijdrage aan de N-turnover in dennebossen is aan de VU een projectbeschrijving in voorbereiding. Uitbreiding van het onderzoek zal plaatsvinden met betrekking tot P-, S- en Ca-cycli.

3.6. Vergelijkend onderzoek naar de specifieke behoeften aan micro-nutriënten bij bodemvertebraten. Deze kennis is noodzakelijk voor het inzicht in de specifieke rol van dieren in de kringloop van elementen. In eerste instantie worden belangrijk geacht saprofage soorten met kwantitatief omvangrijke populaties zoals springstaarten, mijten, pissebedden, miljoen-

poten of saprofagen met grote biomassa, zoals regenwormen. Gekozen worden de voor planten belangrijke micronutriënten Mo, Cu, Zn, Fe, Mn, B, Se. Dit onderzoek vindt plaats aan VU-Oecologie en Oecotoxicologie in samenwerking met RIN.

3.7. Betekenis van carnivoren in de regulatie van saprofagen met betrekking tot de stabiliteit van mineralisatieprocessen. De populatieregulatiefunctie van carnivoren in centrale processen in de bodem is nog nauwelijks onderzocht. Er is know-how aanwezig bij LH-Wijster-Zoölogie over loopkevers, bij VU-Oecologie en Oecotoxicologie over loopkevers en spinnen. Bundeling van kennis en onderzoekssamenwerking met betrekking tot deze vraagstelling is gewenst.



EERSTE ONDERZOEKSPAN BODEM BIOLOGIE

BIJLAGEN





Bijlage 1 Overzicht van lopend onderzoek (november 1983).

De projecten waar een letter bij staat, vallen onder het desbetreffende thema uit het Onderzoeksplan. De met een \* gemerkte projecten worden binnen afzienbare tijd afgesloten of worden uitgevoerd door een onderzoek(st)er met een tijdelijke aanstelling.

instelling	nr. NRLO	nr. inst.	onderwerp	thema	onderzoekers	looptijd	arbeidsinspanning in mensdagen per jaar (1981+1982)	wp	an	samenwerking/ betrokken COOC's of BION werkgemeenschappen
1.	IB	6248	308	Evaluatie van bepalingmethoden voor de antifytopathogene potentiaal in grond ten opzichte van <u>Rhizoctonia solani</u>	AI	Jager	'74-'83	181+248	853+487	COOC Pl.z.k. en -bestr.
2.	IB			Systeemanalyse van bodem-ecosystemen in cultuurgronden met behulp van simulatiemodellen (voorlopige titel)	AI	v. Faassen Lebbink	'82-'86	+122	+143	ICW, I.TAI. PAGV
3.*	IB			Oecologie van <u>Verticillium biguttatum</u> , een belangrijke hyperparasiet van <u>Rhizoctonia solani</u>	AI	v.d. Boogert	'83-'86			CBS, WCS/ BION Mycologie
4.	Lab. v. Bodem- ziekten			Geïntegreerde bestrijding van aardappelmoehheid	AI	Mulder		} in totaal 1 wp + 2 hbo + 4 assistenten		LH-Landbouwpl.t. LH-Fytopathol. LH-Nematologie IB IPO PD
5.	Lab. v. Bodem- ziekten			Geïntegreerde bestrijding van <u>Rhizoctonia solani</u>	AI	Mulder				
6.	LH-Landb. pl.t. en Grasl.k.	9882	F350 -802	Niveau en oorzaken van schade door schimmels en aaltjes bij landbouwgewassen als gevolg van nauwe vruchtootvolgingen	AI	Scholte	'80-'88	25+90	200+120	LH-Fytopathologie, LH-Nematologie, PAGV, PD, IPO/ COOC Pl.z.k. en -bestr.
7.	WCS	7893	16-2	Groeistimulatie van gewassen en bestrijding van bodempathogenen door behandeling van zaai- en pootgoed met antagonistische <u>Pseudomonas</u> -soorten	AI	Schippers, Geels	'-85	+130	+90	RUU (Mol. Celbiol.), PAGV/ BION Disc.groep Fytopathologie, COOC Pl.z.k. en -bestr.

8.	IRS 3669	060003	Zaad- en kiemplantbescherming bij suikerbieten tegen bodeminsecten o.a. geïntegreerde bestrijding van <i>Onychiurus armatus</i> en <i>Blaniulus guttulatus</i>	A2 Heijbroek	'70-'83				PD, IPO COOC Pl.z.k. en -bestr. LH-Entomologie
9.	IRS 7722	060003	Populatiodynamica van nematoden ter bepaling van de maximaal haalbare frequentie van suikerbieten in verschillende gebieden	A2 Heijbroek	'74-'83			in totaal i wp + 3 hbo + 1 ass.	PD, PAGV, CAD Gewasbescherming, LH-Nematologie
10.	IRS	060003	Diagnostiek, epidemiologie en mogelijke bestrijding of beperking van de aantasting door <i>Rhizomania</i>	Heijbroek					
11.	IB	7217 323	Meetmethoden en criteria voor het effect van bestrijdingsmiddelen op de micro-flora en de enzymactiviteit in de grond	BI Lebbink v. Faassen H. v. Dijk	'77-'83	220+211	473+301		COOC Fytofarmacie
12.	RIN	5598 006	Effecten van bestrijdingsmiddelen en andere toxische stoffen op de ecosystemen in de grond	BI Eijsackers	'71-'84	17+25	204+189		
13.	RIN	8783 017	Invloed van zware metalen op bodem-microbiologische processen	BI Doelman	'77-'83	125+141	204+482		
14.	RIN	9066 125	Regenwormen als biologische graadmeter van bodemverontreiniging en de accumulatie van bodembelastende stoffen	BI Ma	'78-	275+276	300+400		
15.	RIN	227	Distributie en transport van zware metalen en organische microverontreinigingen in terrestrische ecosystemen	BI Ma	'82-				

16.	<sup>x</sup> VU-Oecol. & Oecotox.		Betekenis van demografische eigenschappen van dierpopulaties voor mineralen- en zware metalenturnover	BI	v. Straalen		+45	+110	BION Popul.biol.
17.	<sup>x</sup> VU-Oecol. & Oecotox.		Effecten van zware metalen (Cd, Pb) en overbelasting van micronutriënten (Zn, Fe, Mn, Cu) op saprofagen	BI	v. Capelleveen		+220	+0	RIN/ BION Popul. biol.
18.	VU-Oecol. & Oecotox.		Effecten van zware metalen op de genetische samenstelling van planten- en dierpopulaties	BI	v. Straalen, Joosse- v. Damme, Verkleij		+305	+0	RIN/ BION Popul.biol.
19.	IOO		Stikstofbinding bij Els	CI	C. v. Dijk				LH-Microbiol. Quispel (RUL) BION Pl.Oec.& Veg.k.
20.	LH-Microbiologie	4714 -271	P200 Symbiotische stikstofbinding bij niet-leguminosen door actinomyceten van het geslacht Frankia	CI	Akkermans	'71-'87	260+152	350+240	Dorschkamp, IOO, RUL, Univ. Islamabad BION Biol. Stikstofkr.l.

21.	RIN	7332	011	Wormeninventarisatie ten dienste van natuurbeheer, milieubeheer en agrarisch beheer	C2	Eijsackers	'75-	21+7	45+33	
22.	RIN		229	Aantals- en activiteitsniveaus van het bodemleven en de fluctuaties daarin in niet verontreinigde situaties	C2	Eijsackers				
23.	RIN			Indicatie waarde van de bodemtoemofauna voor de toestand van graslanden m.b.t. hun natuurlijke waarde	C2	v.d. Bund				
24.	VU-Oecol. & Oecotox.			Vergelijkend onderzoek naar de bijdragen van enkele saprofage bodemdieren aan de N-cyclus in dennehosbodems	C2	Verhoef		+90	+0	BION Popul.biol.
25.	VU-Oecol. & Oecotox.			Onderzoek naar de specifieke mineralenbehoefte (incl. micronutriënten) van saprofage dieren en hun betekenis in de transformatie van organisch materiaal	C2	Joosse-v. Damme		+45	+110	BION Popul.biol.
26.	VU-Oecol. & Oecotox.			Onderzoek naar de kwantitatieve betekenis van "substraatproductie" door fauna voor decompositieprocessen	C2	Joosse-v. Damme				
27.	VU-Oecol. & Oecotox.			Betekenis van carnivoren als regulatoren van saprofagen	C2	Ernsting, de Ruiter		+395	+220	BION Popul.biol.
28.	WCS	7893	16-1	De invloed van ammoniak in grond op de overleving en activiteit van pathogene en saprofytische bodemschimmels	C2	Schippers, Löffler	'82-'85	+185	+45	RUU (Mol. Celbiol.), PAGV/ BION Disc.groep Fytopathologie, COOC Pl.z.k. en -bestr.

29.	*	100	Verhouding tussen $\text{NH}_4^+$ - en $\text{NO}_3^-$ -vorming in de bodem en -opname door Weegbree	C2	Blacquière				Harder (RUG), BARDIN (Univ.Lyon)/ BION zwaartepunt
30.	*	100	Invloed van plantenziekten op de samenstelling van plantengemeenschappen met Weegbree.	C2	de Nooy				BION zwaartepunt
31.		ITAL	140 De rol van micro-organismen als biologische transformers in de kringloop van nutriënten in de bodem	A1 C2	v.d. Geyn v. Veen v.d. Linden Merckx	'84-'89			IB, PACV, WCS/ COOC Bodem, BION Fysiol. en Morfo- genese v. planten
32.		ITAL	141 Populatiodynamica van bacteriën in de bodem: ecologie en overlevingsmechanismen van geselecteerde species zowel binnen als buiten de rhizosfeer	C2	Becking Dijkstra	'84-'89			IB, WCS/ BION Biol. Stikstof- kringloop
33.		LH- Bod. & Geol.	4918 J050 -066 Biologische rijping in mariene alluviale gronden en de bijdrage van regenwormen aan de bodenvorming in grasland in de Flevovolders	C2	Rogaar	'70-'83	31+2	74+9	CABO, RIN, LH- Landmeetkunde/ COOC Bodem
34.		LH-Dier- oecol. (Wijster)	E055 -821 Methodologie en theorievorming van populatie-oecologisch onderzoek (aan loopkevers)	C2	Den Boer	'90	+70	+120	LH-Theor. Tltk. RUG (Reddingius), NIOZ (Baars)/ BION Popul.biol.
35.		LH-Dier- oecol. (Wijster)	E055 -822 Factoren die de aantallen bepalen in populaties van loonkevers (m.n. verschillen in eiproduktie en mortaliteit tussen individuen, leeftijdsklassen en (sub)populaties)	C2	T.S. v. Dijk	'90	+160	+100	LH-Theor. Tltk., LH-Entomol. (Mols) NIOZ (Baars), VU (Ernsting), Szyszko (Warschau)

36.	IPO 10094	1-6-9	Planteziektenkundige oorzaken van schade bij landbouwgewassen als gevolg van nauwe vruchtopvolgingen	Labruyère	'81-'83	1+1	11+1	COOC Pl.z.k. en -bestr.
37.	IPO 9397	3-24-1	Entomologische bijdragen aan de ontwikkeling van nieuwe bedrijfssystemen (o.a. registratie van bodeminsekten)	Noorlander	'80-	21+28	246+186	COOC Pl.z.k. en -bestr.
38.	LH-Bod. & Geol.	20282	J050 Effecten van traditionele en moderne landbouwsystemen op het bodemecosysteem en de daarmee samenhangende produktiviteit (effecten van termietenactiviteit op de fysische bodemvruchtbaarheid van tropische gronden)	Wielemaker Onck	'82-'85	130+150	52+10	LH-Entomologie, COOC Bodem
39.	LH-Bod. & Geol.		Biogene verwerking van de bovengrond van veen tot een veraarde A1-horizont	Pons Miedema Driessen				
40.*	LH-Bos- teelt		De betekenis van mycorrhiza voor de handhaving en herplant van Dipterocarpaceae in tropisch regenbos	Smits	'83-'87			LH-Fytopathologie, RUL/ WOTRO
41.	LH-Fytopathologie	4433	G200 Microbiële herkolonisatie van kasgronden na warmtebehandeling	Bollen	'82-'86	+20	+20	COOC Pl.z.k. en -bestr. BION Mycologie
42.	LH-Fytopathologie	4434	G200 De invloed van micro-organismen (mycorrhiza) in de rhizosfeer op de gezondheidstoestand van de plant	Limonard	'70-'85	50+50	90+90	COOC Pl.z.k. en -bestr. BION Mycologie
43.*	LH-Fytopathologie		G200 Ecologische aspecten van fytopathogene bacteriën	Ruissen	'83-'86			COOC Pl.z.k. en -bestr.

44.	LH-Microbiologie	6340	P200 De afbraak van (ligno)cellulose in -741 de grond	Antheunisse	'74-'83	0+80	60+0	BION Alg. Microbiol.
45.	LH-Microbiologie	8802	P200 De afbraak en humificatie van organische verbindingen in grond onder aërobe omstandigheden	Huntjens	'78-'85	100+100	171+0	IOB/ BION Alg. Microbiol.
46.	LH-Microbiologie	8803	P200 Stikstofbinding door vrijlevende -783 Rhizobium	v. Egeraat	'78-'83	80+57	80+57	LH-Mol. Biol./ BION Biol. Stikstofkr.l.
47.	LH-Nematologie	6814	G100 De invloed van nematoden in het her- -763 inzaaioprobleem van graslanden	v. Bezooyen	'76-'84	0+0	80+59	LH-Bod. & Pl.voed., LH-Fytop., LH-Landb.pl.t., CABO, IPO, RIVRO, COOC Pl.z.k. en -bestr.
48.	LH-Nematologie	8534	G100 Taxonomisch en morfologisch onder- -782 zoek aan virus-overdragende nematoden	Loof	'78-'83	15+60	5+5	
49.	LH-Nematologie		G100 Bestrijding van insecten met -751 entomofage nematoden	Simons	'75-'87	160+240	0+0	IPO, RIJP, LH-Entomol., Laumond (Fr.), Poinar (USA), Bedding (Austr.)
50.	LH-Theor. Teeltk.		F300 Het ontstaan van plaatselijke -782 anaërobie in niet met water verzadigde gronden in verband met denitrificatie	Leffelaar	'78-'84	145+0	130+0	LH-Bodemk. en Plantevoeding
51.*	LH-Altern. Landbouw		Mineralisatie en humificatie van organische stof in najaar, winter en voorjaar op het proefbedrijf Ontwikkeling Bedrijfsystemen	v.d. Werff	'83-			LH-Bod. & Pl.voed., LH-Entomologie, OBS Nagele
52.*	LH-Altern. Landbouw		Beworteling, bodemorganismen en pathogenen in tarwe op Loverendale	v.d. Werff	'82-	0+25	0+0	LH-Bod. & Pl.voed., LH-Entomologie, LH- Fytopath., LH-Voeding
53.*	RUU-Zoöl. Oecol. en Taxon.		Populatie-oecologie van loopkevers	Brunsting		220+220	0+0	

## Bijlage 2

### Aspecten van het bodembologisch onderzoek die internationaal sterk in de belangstelling staan

#### 1. 2nd Int. Symp. on Microbial Ecology, Warwick, UK, 7-12 sept. 1980

(Van Faassen, Jager, Lebbink)

- Methoden voor biomassabepaling. Er is geen methode voor biomassa-bepaling die onder alle omstandigheden de voorkeur geniet. Vergelijking van verschillende methoden leert dat de beste correlatie bestaat tussen basale ademhaling en warmteproductie.
- Over overleving en groeisnelheid van micro-organismen is buitengewoon weinig bekend. Vastgesteld is dat aan oppervlakken en in gradiënten de microbiële activiteit relatief groot is. Syntrofie, een vorm van mutualisme waarbij organismen van elkaar afhankelijk zijn voor componenten van hun voedsel, lijkt veel voor te komen.
- Afbraak van xenobiotica. Cometabolisme blijkt veel voor te komen, dat is afbraak van stoffen die het organisme geen energie of bouwstenen voor de groei opleveren, tezamen met afbraak van verbindingen die wel "nuttig" zijn. Cometabolisme treedt op doordat de betreffende enzymen geen onderscheid maken tussen beide soorten verbindingen. Afbraakroutes ontstaan ook doordat organismen gepre-adapteerd waren, doordat ze van nature verbindingen afbreken die analoog zijn aan xenobiotica of doordat ze niet-specifieke enzymen bezitten die xenobiotica omzetten in verbindingen waarvoor het organisme al een afbraakroute heeft.
- Voor de rol van plasmiden bij de overdracht van genetische eigenschappen bestaat veel belangstelling, onder andere in verband met de evolutie van afbraakroutes voor xenobiotica.
- Organismen die cometabolisme en pre-adaptatie vertonen en organismen die plasmiden bezitten lijken geschikt uitgangsmateriaal voor genetische manipulatie.
- Toenemende aandacht voor de rol van de bodemfauna bij de mineralisatie. Onder andere in verband hiermee is analyse nodig van de interacties tussen bodemorganismen.  
Experimentele micro-oecosystemen (microkosmos) kunnen hierbij van groot nut zijn.



2. - Vth International Colloquium on Apterygota, 23-26 augustus 1982;  
Louvain-la-Nueve, België  
 - VIIIth International Colloquium of Soil Zoology, 30 augustus -  
2 september 1982, Louvain-la-Nueve, België  
 - Symposium "Animal-Microbial Interactions", georganiseerd door de  
British Ecological Society en de British Mycological Society, 14-17  
september 1982, Exeter, Engeland  
 (Brussaard)

### 2.1. Inleiding

De bijdragen aan de symposia gingen in hoofdzaak over aaltjes, springstaarten, mijten, termieten en regenwormen.

Achtereenvolgens komen aan de orde: de inhoud van de symposia, enig commentaar daarop en een weergave van een discussie over benaderingen en prioriteiten in de bodembioïologie, zoals die in Exeter is gevoerd.

### 2.2. De symposia

Tijdens de symposia waren vier thema's aan de orde die elkaar niet geheel uitsluiten:

- de rol van bodemorganismen in de kringloop van voedingsstoffen;
- functionele relaties tussen bodemorganismen;
- oecofysiologie van bodemorganismen;
- invloed van pesticiden, zware metalen en zure regen op bodemorganismen.

#### 2.2.1. De rol van bodemorganismen in de kringloop van voedingsstoffen

Voor de immobilisatie van minerale voedingsstoffen in de bodem, met name van N, is in hoofdzaak de microflora (bacteriën en schimmels) verantwoordelijk. Voor de meeste mineralisatie zorgen de microbivoren, niet alleen van N en C, maar ook van P, S en K. Dit blijkt uit tal van studies in verschillende habitats. Predatie door mijten op bacterivore aaltjes bevordert de decompositie in aride gebieden nog sterker dan aaltjes zonder mijten al doen.

#### 2.2.2. Functionele relaties tussen bodemorganismen

De groei van schimmels en bacteriën en de vraat door microbivoren worden bepaald door:

- de ruimtelijke complexiteit van de bodem;
- de kwaliteit van het organisch materiaal (voedsel), met name het N-gehalte;

- energie;
- diversiteit van de fauna;
- tijd (bijvoorbeeld tot uiting komend in wijziging van voedsel gedurende het seizoen).

De meeste bacteriën en schimmeldraden bevinden zich in de buurt van de wortels (exudaten, schilfers, dode wortels) en daardoor ook de meeste microbivoren. Dit is niet altijd voordelig voor de plant. Het is gebleken dat planten met endomycorrhizae een verminderde opbrengst leveren onder bepaalde omstandigheden van vraat door springstaarten aan de symbiotische schimmel. Anderzijds is gebleken dat vraat door springstaarten aan pathogene schimmels tot verhoogde opbrengst kan leiden.

Belangrijke interactieve processen in de bodem zijn:

- antagonisme tussen microben ("exploitation-interference competition");
- vraat, waarin meespeelt voedselvoorkeur: miljoenpoten verkiezen dicht met microben bezet blad boven dun bezet blad, springstaarten vertonen voorkeur voor bepaalde schimmels;
- foresie: transport van bacteriën en schimmelsporen door de fauna.

Onderzoek van interacties wordt veelal gedaan door middel van allerlei varianten van:

- "microcosms": ruimte waarin een bekende hoeveelheid organisch substraat, al dan niet in een bodemmatrix, wordt blootgesteld aan afbraak na inoculatie met microflora en fauna, waarin soortensamenstelling en hoeveelheden bij aanvang bekend zijn; dit gebeurt in de bodem, maar zonder contact met de omringende bodem.
- "litterbags": als boven, maar blootgesteld aan contact met de bodem via gaas met een bepaalde maaswijdte, waardoor bepaalde elementen van de fauna worden buitengesloten.

Een bijzonder geval van functionele relaties wordt gevormd door symbiose van micro-organismen met bodemdieren. Van een aantal "lagere" termieten, miljoenpoten en loopkevers is bekend dat ze bacteriën en/of protozoën in hun darm hebben. Deze produceren enzymen waarmee onder andere (hemi-)cellulose kan worden afgebroken. Termieten en mieren die schimmeltuinen in hun nest hebben, betrekken eveneens enzymen van hun schimmel. Dit

leidde tot de suggestie dat mogelijk ook in het "open" bodemsysteem fungi-voren enzymen betrekken van de schimmels die ze eten.

### 2.2.3. Oecofysiologie van bodemorganismen

De oecofysiologie is het terrein van de causale analyse van de fysiologische mechanismen die een rol spelen bij de interacties tussen het organisme en zijn milieu, ten einde hun functie en adaptieve betekenis vast te stellen. Het meeste onderzoek op dit terrein is gedaan aan aaltjes, springstaarten en regenwormen. De onderzochte milieu-omstandigheden betreffen, behalve de beschikbaarheid van voedsel, meestal de bodemvochtigheid en de temperatuur. Prioriteit in dit onderzoeksveld is de link te leggen naar de populatiebiologie van de onderzochte soorten.

### 2.2.4. De invloed van pesticiden, zware metalen en zure regen op bodemorganismen

Van met name mijten en springstaarten is de gevoeligheid voor bepaalde pesticiden duidelijk aangetoond. Ook bij lage doses wordt de vruchtbaarheid verminderd. Meestal zijn binnen een jaar na de laatste toepassing de populaties hersteld.

De effecten van zware metalen zijn min of meer vergelijkbaar. Springstaarten versmáden zo mogelijk met Pb belast voedsel, eten er minder van dan normaal, groeien daardoor trager, verlagen hun  $O_2$ -consumptie en tenderen naar lagere reproductie; bij vervelling kunnen ze hoge concentraties Pb uitscheiden. Bij verzuring van het milieu door zure regen neemt niet de biomassa aan schimmels af, maar waarschijnlijk wel de produktiviteit. Bacteriën nemen af in diversiteit, aantal en grootte. Bij de microbivoren zien we een verschuiving naar soorten die van nature onder zuurdere omstandigheden leven. De totale respiratie van de bodem neemt af.

Onder verzurende omstandigheden zijn mijten en springstaarten gevoeliger voor parasitaire protozoën. Aantasting tot 45% respectievelijk 25% van de populatie is vastgesteld.

### 2.3. Commentaar

Een aantal zaken kwam niet aan de orde.

1. In het bodembologisch onderzoek ligt, voorzover het een relatie vertoont met de bodemvruchtbaarheid en/of bodemvorming, de nadruk op de mineralenkringloop. De humusvorming is een vrijwel onbesproken terrein.

2. Er is nog nauwelijks onderzoek gedaan aan predator-prooi relaties, zoals bijvoorbeeld de effecten van mijten en springstaarten op aaltjes en van (nymfen/larven van) roofmijten, spinnen, vliegen en kevers op hun prooi. Hetzelfde geldt voor parasieten en pathogenen van bodemdieren. Dit markeert de fase waarin de bodembioïogie op het moment verkeert, namelijk die van een uitbreiding van het onderzoek van de relatie plantewortel-microflora naar de relatie microflora-microbivoren.

#### 2.4. Discussie over benaderingswijzen en prioriteiten

Een belangrijke aanleiding voor discussie was de constatering dat er wel inzicht aan het ontstaan is in een aantal biologische processen in de bodem, maar dat naar de samenhang tussen die processen nog veel onderzoek nodig is.

Sommigen menen dat de soortensamenstelling en het aantalsverloop van micro-organismen in de bodem onvoorspelbaar zijn (micro-organismen zouden "opportunisten" zijn). De fauna zal hier weliswaar voorspelbaar op reageren (voornamelijk "r-strategen"), maar het is twijfelachtig of er algemeen geldige patronen te ontdekken zijn in de structuur van de levensgemeenschap. Anderen menen dat er wel degelijk patronen in de levensgemeenschap te ontdekken zijn, wat onder meer zou blijken uit het wijd verbreid zijn van antagonisme onder de bodem-microflora en uit de verschillende gevoeligheid voor en reacties op vraat door microbivoren.

In het zoeken naar patronen in de structuur van de levensgemeenschap worden twee benaderingen voorgesteld:

1. Het onderzoeken van enkele specifieke microbe-microbivoor relaties en het daaruit destilleren van (hypothesen voor) generalisaties. Dit leidt veelal tot oecofysiologisch onderzoek.
2. Experimenteel bodemlevensgemeenschappen samenstellen (in microcosms, litterbags, e.d.), onderzoeken hoe die zich ontwikkelen en daaruit (hypothesen voor) generalisaties destilleren.

In feite zijn beide benaderingen "black-box" methoden, maar met een verschillend onderscheidingsvermogen ("level of resolution"), namelijk respectievelijk individu en levensgemeenschap.

Als voordeel van 1. is genoemd dat het, in tegenstelling tot 2., causaal onderzoek is en dat inzicht in processen op individu-niveau extrapolatie naar een hoger integratieniveau mogelijk maakt. Voorbeelden daarvan bij bodemdieren zijn er echter nog nauwelijks.

Als nadeel van 1. is naar voren gebracht dat deze benadering leidt tot vragen op een alsmear fijner niveau bij een noodzakelijk beperkte groep soorten, hetgeen (hypothesen voor) generalisaties bemoeilijkt.

Omgekeerd zou 2. eerder leiden tot toetsbare hypothesen op het niveau van de levensgemeenschap, maar het ophelderen van mechanismen komt in deze benadering op de tweede plaats.

Geconstateerd werd dat beide benaderingen hun mérites hebben en dat de benadering die men kiest een kwestie is van persoonlijke voorkeur en technische faciliteiten.

Vastgesteld werd dat inzicht in de samenhang tussen bodembioologische processen bevorderd wordt door interacties tussen bodemmycologen, bodembacteriologen en bodemzoölogen. Hieraan kan worden toegevoegd: bodemkundigen met kennis van de bodemstructuur.

Behalve over benaderingswijzen was er ook discussie over het oecosysteem dat wordt bestudeerd. Onder bodembioologen blijkt een duidelijke voorkeur te bestaan om de bosbodem te onderzoeken (naald en loof, gematigd en tropisch). Door sommigen werd ervoor gepleit onderzoek te doen in relatief eenvoudige systemen, zoals bijvoorbeeld landbouwgronden. De beide genoemde benaderingswijzen zouden daar wellicht kort te sluiten zijn.

Als één van de hoogste prioriteiten voor onderzoek werd genoemd het relateren van interacties tussen bodemorganismen aan de bodembiomassa en de ruimtelijke complexiteit van de bodem. Belangrijke vragen zijn: waar treden interacties op, op welke schaal, hoe frequent en wat is de functionele betekenis ervan.

### 3. Meeting on Biological Processes and Soil Fertility, Reading, UK,

4-8 juli 1983

(Brussaard)

Aan het eind van de conferentie werden de volgende onderzoeksprioriteiten vastgesteld:

3.1. Bodemzoölogie, inzicht in de rol van de bodemfauna in relatie tot bodemomstandigheden en teeltsystemen. Een aantal bijdragen illustreerde de betekenis van bodemdieren voor de bodemstructuur en voor de omzetting van organische stof. Een goede beschrijving van de bodemstructuur als driedimensionaal substraat voor, en als produkt van activiteiten van de bodemfauna is gewenst. Wat betreft de rol van de bodemfauna bij de omzetting van organische stof is meer kennis vereist van de bijdrage van (micro-)predatoren.

Belangrijke vraag is: Welke functies kan de bodemfauna vervullen met het ook op het behoud van bodemvruchtbaarheid, onder andere in het licht van vermindering van grondbewerking (minimal/zero tillage).

Vastgesteld werd dat het bodemzoölogisch onderzoek tot dusver te beperkt van omvang is geweest (van tal van groepen van bodemdieren is inzicht in hun betekenis voor het functioneren van het bodemoecosysteem nog zeer beperkt) en te weinig verbonden met vragen van bodemvruchtbaarheid. Stimulering van het bodemzoölogisch onderzoek in deze zin zou zelfs in de toekomst een "impact" kunnen hebben, vergelijkbaar met die van de groene revolutie.

3.2. Bodembiotechnologie, selectie en genetische manipulatie van bacteriën en (mycorrhiza-)schimmelstammen die antagonistisch zijn ten opzichte van pathogenen en/of groeibevorderende stoffen afscheiden in de rhizosfeer en die "stabiele associaties" vormen met de van nature in de bodem voorkomende organismen. Voor succesvolle bodembiotechnologie is inzicht nodig in de mechanismen die kolonisatie, voortbestaan en verdwijnen van populaties in de rhizosfeer reguleren, in het bijzonder de mogelijke bevordering van de mineralisatie en remming van pathogenen door wortellexudaten. Bij het totstandbrengen van de genoemde "stabiele associaties" speelt ook de plantenveredeling een rol.

3.3. Anaërobe processen. Tweederde van de wereldbevolking heeft rijst als stapelvoedsel. Slechts een fractie van het onderzoek echter heeft betrekking op biologische processen die onder anaërobe omstandigheden de opname en de kringloop van voedingsstoffen reguleren.

3.4. Methoden/modellen. Er is grote behoefte aan eenvoudige methoden van onderzoek die algemeen bruikbaar en eenvoudig zijn (zoals de chloroformvergassingstechniek voor het bepalen van de bodembiomassa).

Simulatiemodellen in het onderzoek waren tot dusver in hoofdzaak deterministische modellen, die de kringloop van elementen (C en N) simuleerden.

Naast het construeren van dit soort modellen voor P en S is te verwachten dat in de toekomst modellen zullen evolueren naar expliciete beschrijving van de wijze waarop populaties van bodemorganismen de processen van omvorming en overdracht van minerale voedingsstoffen reguleren. Waar voorspellende modellen gewenst zijn, zullen deze simplificaties zijn van de gedetailleerde onderzoeksmodellen.

#### 4. 3rd Int. Symp. on Microbial Ecology, East Lansing, Michigan, USA,

7-12 augustus 1983

(Brussaard)

#### Conclusies

Van tal van bodemorganismen is de biologie nog pas sinds kort (bijvoorbeeld Bdellovibrio) of nog maar nauwelijks bekend (bijvoorbeeld viren, bacteriofagen). Fundamentele kennis over de fysiologische processen die zich in de rhizosfeer afspelen tussen de wortel en al dan niet symbiotische microorganismen is schaars.

Inzicht in de genetische eigenschappen van de betrokken organismen (onder andere de rol van plasmiden) is pas sinds kort aan het ontstaan. Hetzelfde geldt voor de fysiologie en genetica van bodem(micro)organismen die onderling interactie vertonen.

Mede door dit gebrek aan fundamentele kennis is het inzicht in de processen die de omzettingen van plantevoedende stoffen reguleren, nog gering.

Wat betreft de oecologie van bodem(micro)organismen (inclusief de plantewortel) staan de volgende terreinen op dit moment in de belangstelling:

- hoeveelheid en functie van door de wortel geëxudeerde C;
- diffusie van voedingsstoffen als medebepalend voor aard en snelheid van omzettingsprocessen;
- betekenis van bodemtemperatuur en -vochtigheid als medebepalend voor de activiteit van bodemorganismen en daarmee voor het verloop van pathogene en antagonistische interacties;
- aard en functie van het verschil in metabolische activiteit tussen microorganismen die wel en die niet aan een niet-biologisch oppervlak zijn gehecht.

De populatiebiologie van bodem(micro)organismen staat nog in de kinderschoenen. Veel onderzoek wordt gericht op mycorrhizae. Daarnaast wordt meer

aandacht gevraagd voor de rol van bodemdieren in het functioneren van het bodemoecosysteem. Door velen wordt aan het construeren van simulatiemodellen als onderzoeksgereedschap veel waarde gehecht.

Van integratie van bovengenoemde aspecten in interdisciplinaire onderzoeksprojecten ("bodemoecosysteemonderzoek") is tijdens het congres nauwelijks iets gebleken.

5. Werkbezoek aan het "Arable Land Project" van de Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Zweden, 28 augustus - 2 september 1983  
(Brussaard)

Het "Arable Land Project" heeft als ondertitel: "The role of organisms in nitrogen cycling". Het is een gezamenlijk project van het Dept. of Microbiology en het Dept. of Ecology and Environmental Research. Op het moment bedraagt de totale krachtsinspanning circa 30 manjaar. Financiering komt voor het grootste deel uit de tweede geldstroom.

Doel van het project is: "To investigate the functions of soil micro-organisms and soil fauna, with particular attention to their importance for the circulation of nitrogen and carbon, in four cropping systems with differing nitrogen input, primary production above- and below-ground, and organic matter incorporation in the soil".

De vier teelten zijn: zomergerst (120 kg N per jaar), zomergerst (0 kg N), luzerne-kunstweide en gras-kunstweide.

De subdoelen van het project zijn:

- to quantify and analyze nitrogen budgets and dynamic processes regulating nitrogen circulation in the four main cropping systems;
- to make an input/output analysis in the clover ley;
- to quantify the influence of the cropping systems on the abundance and biomass of soil micro-organisms and soil fauna;
- to assess the impact of this influence, induced by the different cropping systems, on decomposition and nitrogen cycling.

Het project is onderverdeeld in een groot aantal sub-projecten rond thema's zoals C- en N-budgets van bodemfauna, stikstoffixatie, mineralisatie/immobilisatie van stikstof, organische stofafbraak, uitspoeling van stikstof, effecten van regenwormen op C- en N-turnover enz. enz. Al deze sub-projecten



worden op één lijn gehouden doordat ze moeten bijdragen aan simulatiemodellen van de C- en N-cycli in de vier teelten.

Het project is nu halverwege de looptijd van zeven jaar en het blijkt dat men inmiddels aan de meeste variabelen getallen kan toekennen.

Het bezoek aan het project viel gedurende de eerste drie dagen samen met het bezoek van het Scientific Advisory Committee (SAC), dat eens per jaar een onafhankelijke evaluatie van het project geeft. Het SAC bestaat uit de heren Curry (Ierland), Newbould (UK), Frissel (Ned.), Domsch (BRD), Tiedje en Woodmansee (USA). Tijdens hun verblijf werden door middel van voordrachten van projectdeelnemers de belangrijkste vorderingen en plannen uiteengezet, gevolgd door de evaluatie van het SAC. De belangrijkste conclusies van het SAC waren, dat er een zeer effectief gebruik gemaakt wordt van simulatiemodellen als onderzoeksgereedschap en dat de doelstellingen van het project waarschijnlijk binnen de looptijd van zeven jaar voor een groot deel zullen worden gehaald.

Het kwantificeren van wortelturnover vormt een knelpunt. Het opstellen van C- en N-budgetten van bodemdieren lijkt wel haalbaar, maar het kwantificeren van "grazing" van micro-organismen door bodemdieren vergt apart onderzoek met een langere looptijd.

Een bezoek aan het proefterrein Kjettslinge, 45 km buiten Uppsala, vormde een onderdeel van het programma.

Een van de interessantste resultaten van het onderzoek is dat in de vier teelten 17-36% van de mineralisatie van plantevoedende stoffen via de bodemfauna verloopt, waarbij vooral protozoën van belang zijn. Mede daarom is de laatste dagen met de mensen gepraat die aan bodemfauna werken.

Marianne Clarholm heeft onder andere gedemonstreerd hoe bodemmonsters worden verwerkt en onderzocht op protozoën.

Met Olle Andrén en Jan Lagerlöf is hun recente onderzoek bediscussieerd over de invloed van teeltfrequentie, bemesting en pesticiden op de mesofauna. De invloed van de teeltfrequentie is vrijwel nihil in gerst en haver; organische bemesting leidt in kunstweide tot hogere dichtheden van de mesofauna, vergeleken met NPK-bemesting, maar dit effect is niet aantoonbaar in haver; benomyl heeft geen aantoonbaar effect op de mesofauna in wintertarwe. Tevens werden verschillende methoden van extractie van de bodemfauna besproken.

Met Astrid Lofs-Holmin en Ullalena Boström is gesproken over methoden van regenwormonderzoek. Momenteel wordt onder meer geprobeerd delen van de kunstweide regenwormvrij te maken door elektroden in het veld te plaatsen. Doel is het kwantificeren van de gevolgen voor de turnover van organische stof (C en N).

Op de laatste dag werd voor de deelnemers aan het "Arable Land Project" een voordracht gehouden onder de titel: "The role of soil organisms in two rotational croppings with different yields in a recently reclaimed polder in The Netherlands". In deze voordracht is het onderzoek uiteengezet dat wordt uitgevoerd op het proefterrein De Schreef van het PAGV door de Werkgroep Bodemoecosysteem, die ressorteert onder de Coördinatiecommissie Bodembioïologie. Dit onderzoek heeft erg veel gemeen met het "Arable Land Project" en kan veel baat hebben bij nauw contact met de Zweedse onderzoekers.

6. Bijeenkomst van de Integrated Control of Soil Pests Working Group van de International Organization for Biological Control, Cambridge, UK, 20-22 september 1983

(Brussaard)

Toekomst

De Pathogens of Nematodes-subgroep zet het lopend onderzoek voort. Nederland neemt deel via een microplot-experiment van de Werkgroep Biologische Bestrijding van Nematoden met onderzoek naar de effecten van toevoeging van organische stof (champost) en van behandeling met lindaan en captafol in een continue teelt van bieten vergeleken met een driejarige rotatie van biet-graaf-graaf.

De Seedling Pest-subgroep en de Organic Matter-subgroep gaan een gemeenschappelijk experiment uitvoeren. Men gaat de effecten vergelijken van verschillende soorten organische stof op de bodemfauna, met en zonder toepassing van insecticiden. De organische stof betreft een groenbemester (klaver), FYM en stro. De bodemfauna betreft de belangrijkste plaagsoorten en predatoren en, zo mogelijk, ook andere groepen.

Dit is een uitbreiding van het FYM<sup>\*</sup>) (+ insecticide) onderzoek. Achtergrond

-----  
\*) FYM = farmyard manure

vormen aanwijzingen van het belang van groenbemesters in nieuwe farming systems en de problematiek van de verwerking van stro, die in verschillende landen verschillend wordt aangepakt. Samenwerking met Working Group on Integrated Control in Cereals en de nieuwe Farming Systems Working Group ligt voor de hand.

Voorts wordt er een experiment uitgevoerd waarin het effect van grondbewerking op plaagsoorten en predatoren wordt onderzocht bij al dan niet toevoegen van FYM. De ervaring heeft uitgewezen dat er grote verschillen zijn in micro- en mesofauna bij verschillen in grondbewerking. Over de mechanismen die hiervoor verantwoordelijk zijn, is echter weinig bekend. Dit is onder meer interessant in verband met effecten op springstaarten. Besloten wordt tot een experiment in 1985 waarin ploegen en zwaar cultivatoren ("subsoiling", zonder de top laag om te keren) en al dan niet toevoegen van FYM de behandelingen zijn.