

RIVM rapport 607604003 2002/2003

Bodembioologische Indicator 1999

Ecologische kwaliteit van graslanden op
zandgrond bij drie categorieën melkveehouderij-
bedrijven

A.J. Schouten¹, J. Bloem², W. Didden³,
G. Jagers op Akkerhuis⁴, H. Keidel⁵, M. Rutgers¹

- 1) Laboratorium voor Ecotoxicologie, RIVM
- 2) Afdeling Water en Milieu, Alterra
- 3) Sectie Bodemkwaliteit, Wageningen UR
- 4) Afdeling Ecologie en Milieu, Alterra
- 5) Bedrijfslaboratorium voor grond en gewasonderzoek, Oosterbeek

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Directoraat Generaal Milieubeheer, afdeling Bodem, Water en Landelijk gebied (BWL), in het kader van project 607604, Bodemecosystemen.

Abstract

The project Biological Indicator for Soil Quality (BISQ) has its roots in the Convention on Biological Diversity (Rio de Janeiro, 1992) and in the research programme of the Dutch government. The main object of the project is to develop quality standards for functional diversity of soil organisms outside protected areas, to fill the gaps in knowledge in the functional aspects of biodiversity.

Because (systematically collected) historical data are missing and complete references for soil ecosystems are absent, a biomonitoring programme has been started within the abiotic Dutch Soil Quality Network. It consists of 10 categories of land use and soil type, each with 20 replicas, resulting in 200 locations. The network has a cycle of 5 years, with 40 locations sampled and analysed each year. In The Netherlands, soils are dominantly in agricultural use, so the locations of the Soil Quality Network are mainly situated on farm land. Additionally organic (biological) farming has been chosen as a reference, assuming that it provides a more sustainable form of agriculture. In principle each land use category is complemented with 10 organic farms. Biological indicators are derived from a soil food web approach. They link biodiversity with ecological processes like (potential) mineralisation of carbon and nitrogen, soil formation and stability.

This report describes the measurements that were made in the first year (1999) of the biological monitoring programme. The investigated categories are pastures of (19) extensive and (20) intensive cattle farms on sandy soils. Ten organic cattle farms were used as a reference. The following groups of biota and indicators were assessed: 1) micro-organisms: biomass, activity, genetic and physiological diversity; 2) nematodes: abundance, diversity, functional groups; 3) enchytraeids: *idem* 2; 4) earth worms: *idem* 2; 5) micro-arthropods: *idem* 2; 6) processes: potential carbon and nitrogen mineralisation.

Results of ecological measurements are integrated in a so-called Amoeba-diagram. It shows the deviance of the individual indicator from the reference value. In the extensive farms 13 of the 63 indicators were significantly different from the reference. In the category intensive 17 out of 63. Of the specific diversity indicators 59% had lower values in extensive farms and 71% in intensive farms. The mean deviation of all the indicators was expressed as a Soil Quality Index (SQI). The SQI of extensive and intensive farms was 73% respectively 67% of the reference.

Voorwoord

Het meetprogramma voor de ontwikkeling van een bodembioologische indicator (de BoBI) startte in 1999, na een aantal jaren van voorstudies en een pilot in 1997/1998. Het project heeft met de huidige opzet in principe een looptijd van 5 jaar en vergt een aanzienlijke investering. Gelet op deze inspanningen, en het voornemen om bij het toekomstige bodembeleid, geformuleerd in het Nationaal Milieubeleidsplan 4, meer aandacht aan duurzaam gebruik van de natuurlijke hulpbronnen te geven, is in de tussentijd reeds een evaluatie over de voortgang van het project verschenen (Schouten et al., 2001). Bij een omvangrijk monitoringprogramma is het helaas onontkoombaar dat er een behoorlijke ‘lag-fase’ zit tussen het moment van monsternamen en de uiteindelijke publicatie van de resultaten. Dit rapport doet verslag van het eerste volledige meetjaar (1999), en bevat een compleet overzicht van de meetgegevens en resultaten. Dit rapport is uitvoerig van opzet om een basis te leggen voor een meer compacte rapportage over de volgende jaren van het veldonderzoek.

Het project Bodembioologische Indicator is een multidisciplinaire activiteit die wordt uitgevoerd in een samenwerkingsverband van meerdere instituten. Het maakt tevens deel uit van het LNV-programma ‘Agrobiodiversiteit’. Een groot aantal mensen buiten en binnen het RIVM heeft deelgenomen aan het onderzoek en bijgedragen aan het rapport. De eindredactie werd verzorgd door het RIVM.

Dank is verschuldigd aan de volgende instellingen en personen:

- Alterra: An Vos, Popko Bolhuis, Meint Veninga, Henk Siepel, Wim Dimmers.
- Wageningen UR: Ron de Goede.
- Bedrijfslaboratorium voor grond en gewasonderzoek : Christel Siepman.
- RIVM: Marja Wouterse, Rob Baerselman, Niels Masselink, Margot Groot, Ruud Jeths, Hans Bronswijk en Ton Breure. Miranda Mesman, Christian Mulder, Hans Canton en Heleen van Genderen hebben het manuscript kritisch doorgelezen en de tekst voorzien van inhoudelijk commentaar.

Inhoud

Uitgebreide samenvatting 7

1. Inleiding 11

- 1.1 Doelen en achtergrond van de Bodembioologische Indicator 11
- 1.2 Fasering van het onderzoek 13
- 1.3 Onderzoek in 1999 15
- 1.4 Indeling en opbouw van het rapport 16

2. Materiaal en methoden (algemeen) 17

- 2.1 Ligging en beschrijving van de locaties 17
- 2.2 Monsternamen LMB en BoBI 18
- 2.3 Statistische verwerking van resultaten 21

3. Resultaten van abiotische bodemanalyses 23

- 3.1 Inleiding 21
- 3.2 Resultaten bodemanalyses 23

4. Indicatorgroep micro-organismen 25

- 4.1 Inleiding 25
- 4.2 Materiaal en methoden 25
- 4.3 Resultaten en conclusies 28

5. Indicator micro-organismen: Biolog® 33

- 5.1 Inleiding 33
- 5.2 Materiaal en methoden 34
- 5.3 Resultaten 36
- 5.4 Discussie 37

6. Indicatorgroep nematodenfauna 39

- 6.1 Inleiding 39
- 6.2 Materiaal en methoden 40
- 6.3 Resultaten en discussie 42
- 6.4 Conclusie 45

7. Indicatorgroep potwormen 47

- 7.1 Inleiding 47
- 7.2 Materiaal en methoden 48
- 7.3 Resultaten 49
- 7.4 Discussie en conclusie 51

8. Indicatorgroep regenwormen 53

- 8.1 Inleiding 53
- 8.2 Materiaal en methoden 54
- 8.3 Resultaten 54
- 8.4 Discussie en conclusies 56

9. Indicatorgroep micro-arthropoden 59

- 9.1 Inleiding 59
- 9.2 Materiaal en methoden 60
- 9.3 Resultaten 62
- 9.4 Conclusies 65

10. Samenvatting van indicatorwaarden: Amoebe en Bodemkwaliteitsindex 67

- 10.1 Inleiding 67
- 10.2 Materiaal en methoden 67
- 10.3 Resultaten 69
- 10.4 Discussie 73

11. Conclusies 77**Referenties 79****Bijlage 1: Verzendlijst 82****Bijlage 2: Schema van het Bodembio-logische Indicatorsysteem 84****Bijlage 3: Uitgebreid overzicht indicatoren micro-organismen 85****Bijlage 4: Uitgebreid overzicht indicatoren potwormen 86****Bijlage 5: Resultaten abiotische analyses per locatie 87****Bijlage 6: Resultaten microbiologische metingen per locatie 88****Bijlage 7: Resultaten Biolog metingen per locatie 89****Bijlage 8: Resultaten nematodenanalyses per locatie 90****Bijlage 9: Resultaten analyses potwormsamenstelling per locatie 100****Bijlage 10: Resultaten analyses regenwormsamenstelling per locatie 101****Bijlage 11: Resultaten analyses samenstelling micro-arthropoden per locatie 102****Bijlage 12: Overzicht van indicatorwaarden gebruikt voor Amoebes en BKX 107**

Uitgebreide samenvatting

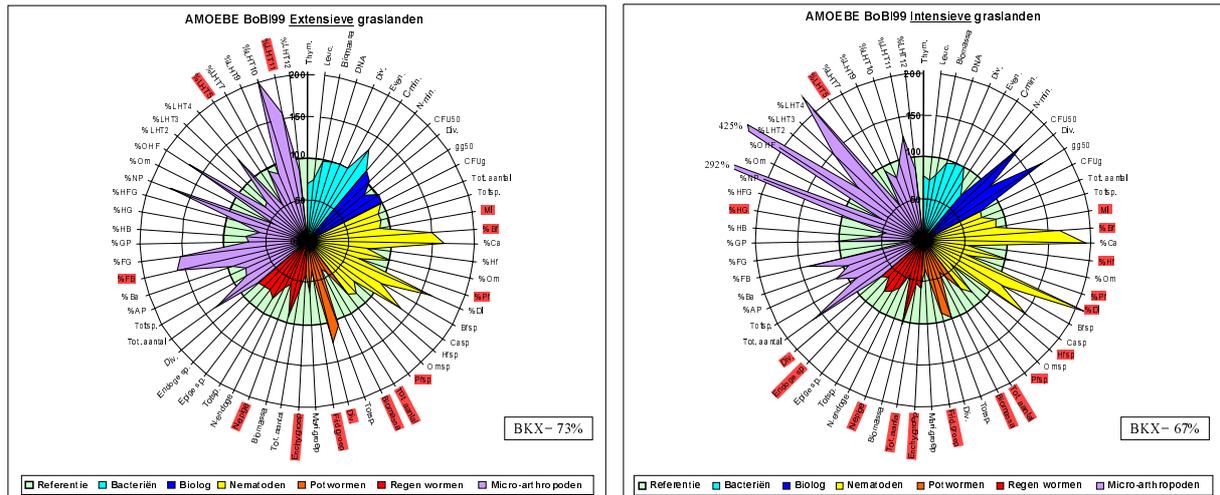
Het project Bodembioologische Indicator (BoBI) heeft tot doel een meetmethode op te zetten om de biologische bodemkwaliteit in beeld te brengen en te kwantificeren. De aanleiding voor het project was de volgende beleidsvraag: *'is er een instrument (te maken) waarmee milieubeleidsdoelstellingen kunnen worden geformuleerd voor behoud en duurzaam gebruik van biodiversiteit en bodemfuncties?'*

De oorsprong van deze vraag ligt in het Biodiversiteitsverdrag van Rio de Janeiro en het Strategisch Plan van Aanpak Biodiversiteit. In het nieuwe NMP4 (2001) is de vraag geactualiseerd en verbreed tot 'duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen'. Ter ondersteuning van het voorgenomen beleid op dit gebied wordt door het RIVM in samenwerking met andere instituten onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor de ontwikkeling van een bodembioologisch indicatorsysteem.

De basis van BoBI is een voedselwebanalyse waarmee een verband gelegd kan worden tussen diversiteit van het bodemleven en ecologische functies (bijv. mineralisatie van koolstof en stikstof, bodemstructuurvorming e.d.). Doelstellingen dienen vervolgens tot stand te komen door het kiezen van kwaliteitsdoelstellingen (referentiebeelden) of 'bodemlevendoeltypen'. De huidige situatie in de Nederlandse bodem in het algemeen, of voor specifieke situaties in het bijzonder, kan dan vergeleken worden met een gesteld doel. De ontwikkeling van BoBI is een meerjarige activiteit waarin veldbiologische gegevens worden verzameld over de diversiteit (aantallen en samenstelling) van bodemorganismen en het verloop van processen. De volgende groepen organismen en type metingen zijn in het onderzoek betrokken: 1) microorganismen: biomassa, activiteit, genetische- en functionele diversiteit. 2) nematoden: aantal, diversiteit, functionele groepen. 3) potwormen: idem 2. 4) regenwormen: idem 2. 5) mijten en springstaarten: idem 2. 6) processen: potentiële koolstof- en stikstofmineralisatie. Voor de ontwikkeling van BoBI is het onderzoek gekoppeld aan het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB).

Het project is gefaseerd in opzet en uitvoering. Na een pilotproject in 1997/1998, is het meetprogramma in 1999 van start gegaan voor een periode van 5 jaar. Dit rapport doet verslag over de resultaten van 1999. In dat meetjaar werden drie categorieën van *graslanden op zandgrond* onderzocht. Een groep van 10 biologische bedrijven werd als referentie gekozen voor 19 extensieve en 20 intensieve melkveehouderij bedrijven uit het LMB.

In het rapport worden de gebruikte methoden en de resultaten van de verschillende indicatorgroepen uitvoerig besproken. De gekozen deelindicatoren (kengetallen) geven informatie over het verloop van processen in de bodem en diversiteit in een functionele context. Deze worden uiteindelijk geaggregeerd tot een 'Amoebe-diagram' en een Bodemkwaliteitsindex (BKX). Onderstaande figuur toont de Amoebes voor de onderzochte extensieve en intensieve veehouderijbedrijven. De gebruikte afbeeldingsmaat (grootte) is bedoeld om een algemene impressie te geven van de optredende effecten.



Figuur: Amoebe-diagram van extensieve (links) en intensieve (rechts) veehouderij-bedrijven. Indicatorgroepen zijn te herkennen aan verschillende kleuren. Zie hoofdstuk 10 voor uitgebreide toelichting.

In het totaal werden 63 indicatoren gebruikt om de biologische bodemkwaliteit te beschrijven. Bij de extensieve bedrijven verschilde er 13 (21%) significant van de biologische bedrijven. In de categorie intensief waren 17 indicatiewaarden (27%) significant verschillend. Wanneer gekeken wordt naar de specifieke diversiteits-indicatoren, dan had het merendeel, respectievelijk 59% en 71%, lagere waarden op de extensieve- en intensieve melkveehouderijbedrijven. Worden de indicatorwaarden van de biologische bedrijven op 100% worden gesteld, dan levert het gemiddelde van alle afwijkingen de volgende Bodemkwaliteitsindexen op: $BKX_{(extensief)} = 73\%$; $BKX_{(intensief)} = 67\%$

Een functioneel-ecologische interpretatie van de verkregen resultaten geeft het volgende beeld: Ten opzichte van de biologische bedrijven leidt de intensievere melkveehouderij op de onderzochte zandgronden tot een verandering in microorganismen. Dit gaat gepaard met afname in biomassa, activiteit en diversiteit. De natuurlijke stikstof-mineralisatiecapaciteit (bodem-vruchtbaarheid) is mede hierdoor in de biologische bedrijven gemiddeld 50% hoger. Dit gaat samen met een hogere dichtheid en diversiteit van verschillende groepen bodemdieren. Het aandeel van schimmelende nematoden wijst er op dat deze afbraakroute in de bodem van biologische bedrijven een hogere bijdrage levert. Mijten en springstaarten bevestigen dit vermoeden echter niet. Het ontbreken van waarnemingen aan de schimmeldichtheid is in deze een gemis. Verschuivingen tussen functionele groepen van nematoden kunnen gekarakteriseerd worden als 'verruiging van het bodemecosysteem' in de categorie intensieve bedrijven. Op deze locaties is tevens de capaciteit voor bodemstructuurvorming aanzienlijk lager door effecten op wormen en potwormen. De biologische bedrijven hebben een hogere diversiteit in verschillende functionele groepen. In principe geeft dit een groter biologisch bufferend vermogen (redundantie). Deze laatste eigenschap is echter theoretisch en (nog) niet goed te kwantificeren.

De bodemecologische analyse van de 49 melkveehouderijbedrijven laat duidelijke onderlinge verschillen zien wanneer de locaties ingedeeld worden in categorieën van bedrijfsvoering c.q. veebezetting. Daarmee is de causale relatie tussen bedrijfsvoering en bodemecologische eigenschappen echter nog niet opgehelderd. Het ligt voor de hand dat (een deel van) de hogere mestproductie op de intensieve bedrijven op de graslanden wordt uitgereden (geïnjecteerd) en daar voor effecten op het bodemleven zorgt.

Het onderzoek heeft geleerd dat binnen een relatief homogene categorie van bodemgebruik onderscheid en kwantificering mogelijk is in bodemecologische effecten in een functionele context. Er is echter een veel uitgebreidere set aan bedrijfsgegevens (grondbewerking, kunstmestgift, bestrijdingsmiddelen) nodig om de sturende factoren op het bodemecosysteem te ontrafelen. Deze gegevens zijn in principe aanwezig bij het LEI, doch niet voor nadere analyse beschikbaar.

1. Inleiding

1.1 Doelen en achtergrond van de Bodembiologische Indicator

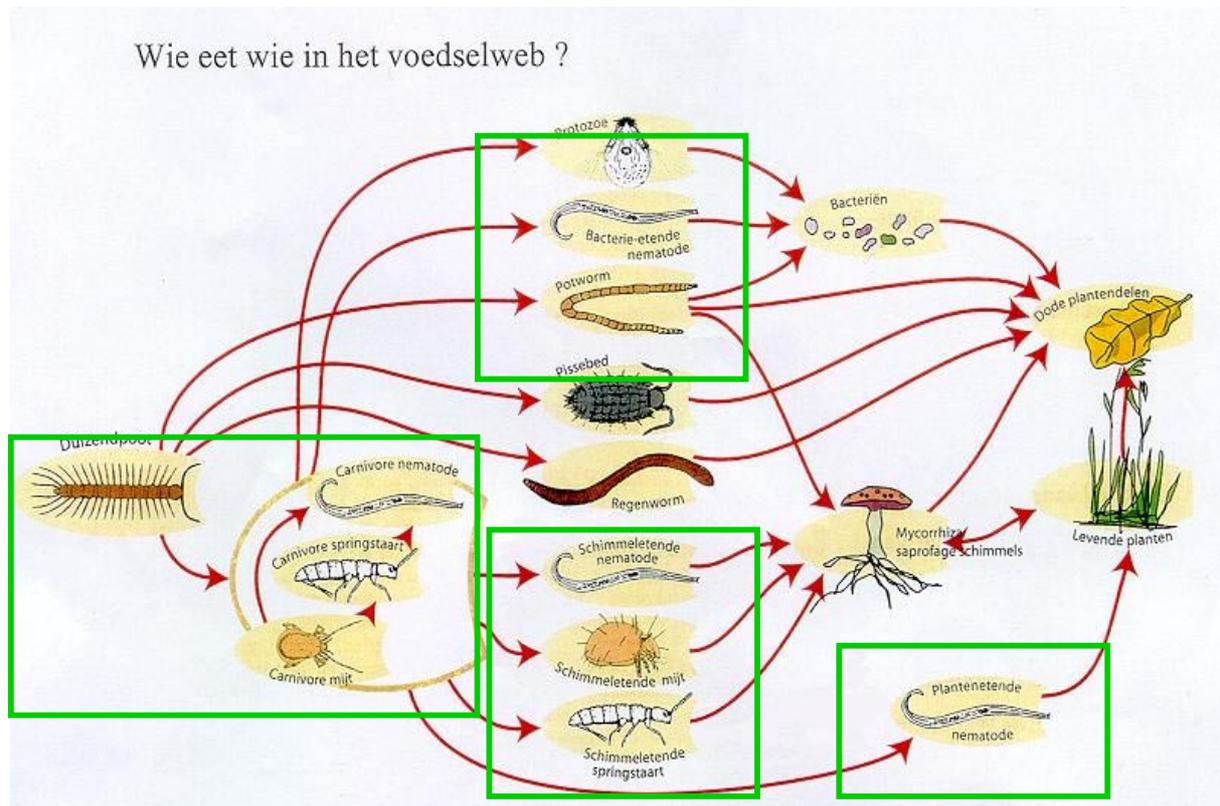
Het meet- en beoordelingssysteem van de Bodembiologische Indicator (BoBI) is ontwikkeld naar aanleiding van de volgende vraagstelling uit het milieubeleid: *Hoe zijn biodiversiteitsdoelstellingen te formuleren voor gebieden buiten de Ecologische Hoofdstructuur, met aandacht voor regulatie functies van ecosystemen ('ecosystem-services') en de rol van cryptobiota hierin?* (Strategisch Plan van Aanpak Biologische Diversiteit, 1995)

Deze vraag gaat verder dan het behoud van biodiversiteit en functies van *bodemecosystemen*. Andere regulatiefuncties van biodiversiteit zijn bijvoorbeeld natuurlijke weerstand tegen ziekten en plagen, of het zelfreinigend vermogen van oppervlakte water. Aan het eind van de jaren 90 is ook onderzoek gestart om voor deze functies doelstellingen te operationaliseren. Voor de bodem waren er toen reeds voldoende methoden en kennis aanwezig om een beoordelingssysteem op te zetten.

De oorsprong van de vraag naar kwaliteitsdoelstellingen ligt in het Biodiversiteitsverdrag van Rio de Janeiro (1992) en het Strategisch Plan van Aanpak Biodiversiteit (1995). In het nieuwe NMP4 (2001) is de vraagstelling geactualiseerd en verbreed tot 'duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen'. Het biologische aspect van bodemvruchtbaarheid is zo'n natuurlijke hulpbron voor de (duurzame) landbouw.

Intensieve en technologische landbouwmethoden zijn er op gericht om zoveel mogelijk onafhankelijk te zijn van de ecologische randvoorwaarden en beperkingen van de bodem. Deze aanpak heeft echter ook geleid tot verschillende milieuproblemen zoals stikstofoverschot, fosfaatverzadiging, uitspoeling en ammoniakemissies. Het nieuwe milieu- en landbouwbeleid streeft naar omvormingen die de genoemde nadelen zoveel mogelijk wegnemen.

De bodem, met de processen die zich er in afspelen, is haast letterlijk en figuurlijk een black box. Tegelijkertijd herbergt de bodem de grootste diversiteit aan (micro)organismen, en is een onmisbare schakel in de (natuurlijke) kringloop van voedingsstoffen. De aanwezige biodiversiteit en processen kunnen alleen beoordeeld worden als deze op een systematische manier in beeld te brengen zijn en er een referentiekader is vastgesteld. Tegen deze achtergrond is het concept van de Bodembiologische Indicator opgesteld. Het is uitgebreid beschreven in Schouten et al. (1997). De theoretische basis is een voedselwebmodel voor de bodem (zie figuur 1.1). Het model koppelt tevens voorkomen en diversiteit van bodemorganismen aan functies als C- en N-mineralisatie. De voedselwebanalyse is om praktische redenen vereenvoudigd tot een hanteerbare en meetbare set aan indicatoren. De indicatoren vormen tezamen een doorsnede (steekproef) van het bodemecosysteem (zie ook bijlage 2).



Figuur 1.1: Schematische weergave van een bodemvoedselweb (overgenomen van R. de Goede, WUR-Bodemkwaliteit)

De ontwikkeling van een referentiekader (streefbeeld) is een hoofdstuk apart. Voor een deel liggen hier beleidmatige keuzes aan ten grondslag. Een extra handicap is het ontbreken van voldoende historische gegevens over de bodembioologische gesteldheid. Elke beoordeling is relatief en afhankelijk van de norm of het streefbeeld dat wordt gebruikt. Dit geldt ook voor de ecologische kwaliteit van bodemgebruikscategorieën. Er zijn onvoldoende gegevens om de huidige soortensamenstelling in de bodem, gedifferentieerd naar bodemtype en landgebruik, in voedselwebverband te beoordelen. Daarom wordt in het BoBI-onderzoek ook een potentiële referentieset opgebouwd. Het is aantrekkelijk om referenties te kiezen in zo ongestoord mogelijke systemen. In ecologische opzicht zijn dit verschillende typen natuurgebieden. Het is echter discutabel in hoeverre de bodembioologische samenstelling van natuurgebieden relevant is voor de beoordeling van agrarische gronden. Daarom is gekozen voor de benadering die ook in het milieu- en natuurbeleid wordt gevolgd: *uitgangspunt is een samenstelling van het bodemleven die hoort bij een duurzaam gebruik van de bodem.*

‘Duurzaam gebruik’ is echter een containerbegrip met vele facetten die niet nader gedefinieerd zijn. Om duurzaamheid te operationaliseren is uitsplitsing nodig naar ecologische, economische en maatschappelijke aspecten. Duurzaamheid kan men bijvoorbeeld beschouwen ten opzichte van het energieverbruik, de kringloop in het nutriëntengebruik, het behoud van biodiversiteit of een rendabele bedrijfsvoering. Duurzaamheid kan gezien worden als een triade (ecologisch, economisch, maatschappelijk) waarvan de gezamenlijke waarde (kapitaal) niet mag afnemen. Hierbij kan ecologisch kapitaal dus ook ten koste gaan van economisch kapitaal. In een strengere vorm kan ook

geëist worden dat de ecologische waarde in de triade niet wordt aangetast. Elke vorm van bedrijfvoering (of zelfs ieder bedrijf) heeft dus een bepaalde combinatie en mate van duurzame aspecten.

Groeiende milieuproblemen hebben geleid tot initiatieven om tot een meer duurzame landbouw te komen. Deze richten zich vooral op het energieverbruik, de mestproblematiek, het bestrijdings-middelengebruik en het nutriëntenverlies. De biologische landbouw is een vorm van agrarische bedrijfvoering die veel karakteristieken van duurzaamheid in zich heeft. In de Bodembioologische Indicator is dit type bedrijven gekozen als voorlopig referentiebeeld. Op basis van de resultaten en ervaringen kan het nodig zijn deze groep uit te breiden, of naar andere referenties te zoeken.

De ontwikkeling van de Bodembioologische Indicator moet daarom plaats vinden langs een aantal parallele sporen: a) vaststellen van de huidige toestand, b) kennis vergaren over effecten van verstoringen, c) bodembioologische karakteristieken bepalen bij gewenste vormen van bodemgebruik (streef-beelden).

Deze doelstelling lijkt in eerste instantie misschien een moeilijk haalbare opgave. Met een stapsgewijze benadering en gebruik makend van bestaande onderzoekprogramma's, is het echter mogelijk om een functionele ecologische karakterisering te geven van de meest voorkomende typen van bodemgebruik in Nederland. Streefbeelden kunnen gekozen worden op basis van natuurgebieden of duurzaam geachte vormen van bodemgebruik.

De veldbiologische gegevens uit BoBI worden op twee manieren toegepast. In de eerste plaats wordt een beeld gemaakt van de huidige biologische toestand van de bodem ('diagnose'), door gegevens van een bepaalde groep locaties te vergelijken met potentiële streefbeelden voor het betreffende bodemgebruik. Dit kan overzichtelijk worden weergegeven in een zgn. AMOEBE-presentatie, of een Bodemkwaliteitsindex (BKX). Ten tweede wordt het, met het gestaag groeien van het gegevensbestand, mogelijk om een zogenaamd 'prognostisch' instrument te maken met behulp van habitat-respons relaties. Wanneer eenmaal bekend is hoe een indicatorgroep reageert op milieufactoren zoals zuurgraad, organische stofgehalte en lutumfractie van de bodem, zijn de effecten van veranderingen hierin te voorspellen. Deze gegevens zijn geschikt als basis voor toepassingen zoals landelijke beelden voor behoud van diversiteit en functies, of een model waarmee scenario's kunnen worden doorgerekend.

1.2 Fasering van het onderzoek

Er is gekozen voor een stapsgewijze benadering waarin de volgende fasering te onderscheiden is:

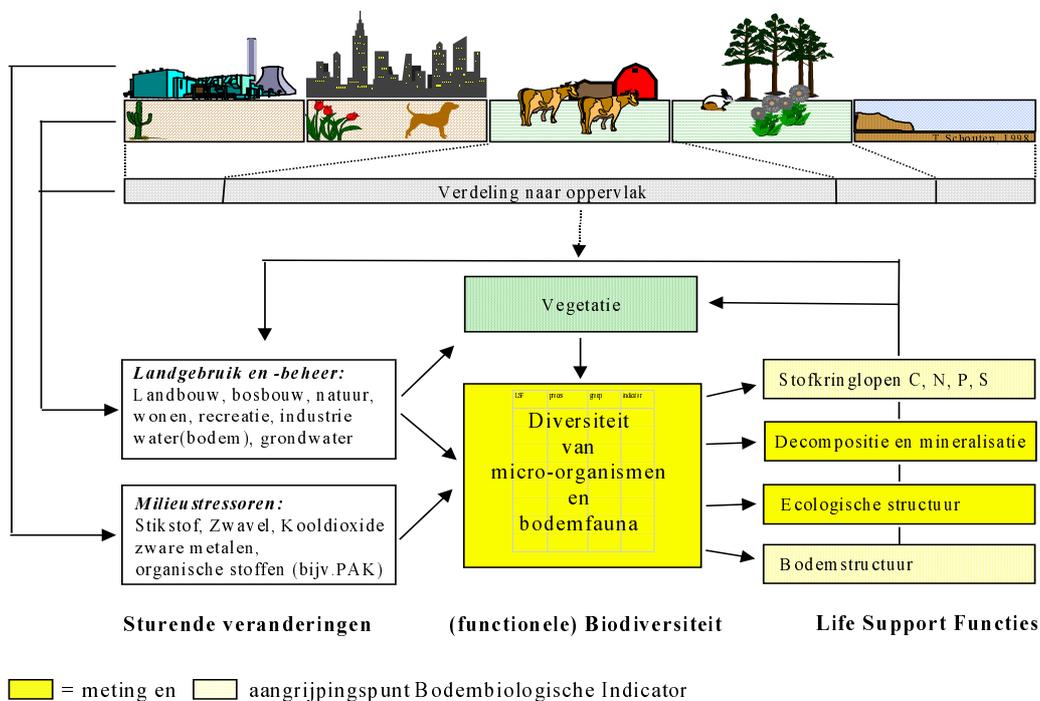
1. Ontwerp, en theoretische onderbouwing van een indicatorsysteem (Schouten et al., 1997)
2. Pilot study om meetbaarheid en onderscheidend vermogen van de indicatoren aan te tonen (Schouten et al., 2000b)
3. Optimaliseren van de indicatorset om deze toe te kunnen passen in een milieumeetnet

4. Keuze van meetlocaties, inclusief potentiële referenties
5. Verzamelen van ecologische basisgegevens over de Nederlandse Bodem en de potentiële referenties
6. Samenstellen van een database voor de opslag van gegevens en het afleiden van habitat-respons relaties op basis waarvan voorspellingen kunnen worden gedaan
7. Verdieping, methodische onderbouwing en meten van trends in de tijd
8. Ontwikkeling van een beslissingsondersteunend systeem (DSS) voor de evaluatie van beheersmaatregelen en beleidscenari'o's

De bovengenoemde fasen zijn verschillend van omvang en duur. Bovendien overlappen ze elkaar gedeeltelijk. Het project bevindt zich momenteel in fase 5.

Gezien de oorspronkelijke doelstellingen van het onderzoek: *kwaliteitsdoelstellingen voor biodiversiteit en functies in gebieden buiten de Ecologische Hoofdstructuur*, bleek het efficiënt om aan te sluiten bij het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB). Het LMB is een monitoring-programma dat wordt uitgevoerd in opdracht van VROM-DGM-BWL. Het heeft tot doel een landsdekkend beeld te maken van de abiotische toestand van de Nederlandse bodem (Groot et al., 1996, 1997, 1998, 2000). Het LMB is gebaseerd op de verhouding van landgebruiksvormen en grondsoorten. Het Nederlandse grondoppervlak is voor ca. 70% in agrarisch gebruik, waarvan het grootste deel als grasland. Dit type gebruik is dus ook sterk vertegenwoordigd in het LMB (zie ook figuur 1.2).

Rol van biodiversiteit in Life Support Functies van de bodem



Figuur 1.2: Schematische voorstelling van de plaats van de Bodembioologische Indicator als graadmeter voor effecten van ruimtegebruik en milieudruk op bodemecologie en -functies

Het LMB omvat 10 categorieën van veel voorkomende combinaties van grondsoort/bodemgebruik. In het kort zijn dit zand, veen en kleigronden, in gebruik als grasland (veehouderij), akker-, tuin- of bosbouw. Een uitgebreidere beschrijving wordt gegeven in een van de bovengenoemde rapporten.

Uit iedere van de 10 bodemgebruikscategorieën wordt een steekproef van 20 locaties genomen. Het LMB werkt op bedrijfsniveau, dat wil zeggen dat een locatie gevormd wordt door de omvang van een boerenbedrijf. In het totaal bestaat het LMB uit 200 locaties. Om praktische redenen worden deze in een cyclus van 5 jaar bemonsterd, ofwel 40 locaties (2 categorieën) per jaar. Het LMB is gestart in 1993 en de eerste meetronde eindigde in 1997. Na een evaluatie-jaar begon de tweede cyclus in 1999. Vanaf dat jaar zijn ook metingen voor de Bodembioologische Indicator gedaan op alle LMB-locaties. Door deze opzet kunnen chemische en biologische waarnemingen efficiënt worden gecombineerd.

In aansluiting op het LMB wordt de Bodembioologische Indicator ook gemeten op 10 referentie-locaties voor een bepaalde categorie. Figuur 1.2 geeft de context van BoBI aan binnen de problematiek van ruimtegebruik, milieudruk en behoud van ecologische functies. Mede gezien de doelstellingen van het nationale milieu- en landbouwbeleid (zie NMP4, 2001), is er voor gekozen de referenties (streefbeelden) voorlopig bij biologische bedrijven te zoeken.

1.3 Onderzoek in 1999

Het project Bodembioologische Indicator is een samenwerkingsverband tussen RIVM, Alterra, Wageningen Universiteit, en het Bedrijflaboratorium voor Grond en Gewasonderzoek. Vanuit de bestaande expertise en capaciteit is bijgedragen aan de ontwikkeling van het meetsysteem. Het onderzoek wordt nu gezamenlijk uitgevoerd in een meerjarig project. Bij Alterra maakt het onderzoek tevens deel uit van het DLO-programma Agrobiodiversiteit. Het volledige programma van de Bodembioologische Indicator omvat jaarlijks circa 6 mensjaar onderzoekscapaciteit.

1999 was het eerste volledige meetjaar van de Bodembioologische Indicator in LMB2. Hierin werden *graslanden op zandgrond* onderzocht. Dit waren 39 melkveehouderij bedrijven, die volgens de systematiek van het Landbouw Economisch Instituut (LEI) in te delen zijn in *extensief* en *intensief*. Daarnaast werden ter vergelijking 10 biologische melkveehouderijen uitgezocht. Monsternamen vond plaats vanaf eind april tot en met juni.

De abiotische metingen bestonden uit een vast pakket zoals dat in het LMB is opgenomen. Naast een aantal bodemkenmerken worden gehalten aan zware metalen gemeten aan een mengmonster van de locatie. De biologische metingen beslaan het volgende scala: 1) aantal, biomassa, activiteit, genetisch en functionele diversiteit van micro-organismen, 2) potentiële microbiële koolstof- en stikstofmineralisatie capaciteit, 3) aantal en diversiteit nematoden-

fauna, 4) aantal en diversiteit potwormen, 5) aantal en diversiteit regenwormen, 6) aantal en diversiteit mijten en springstaarten.

Een groot deel van de biologische metingen werd uitgevoerd door Alterra, evenals de analyse van mijten en springstaarten. Het Blgg verzorgde de analyses van nematoden, potwormen en wormen. Het RIVM deed de projectleiding, een deel van de monsternamen en de metingen aan functionele diversiteit van micro-organismen.

1.4 Indeling en opbouw van het rapport

Dit rapport heeft in grote lijnen de opbouw van een traditioneel onderzoekverslag. Gezien de hoeveelheid aan detail-informatie is er gekozen voor een uitgebreide samenvatting (executive summary) met daarin de afgeleide effectindicatoren die bruikbaar kunnen zijn voor de beleidsontwikkeling.

Hoofdstuk 2 geeft een korte toelichting op de algemene materialen en methoden. Details worden verder beschreven bij de hoofdstukken over de verschillende indicatorgroepen. In hoofdstuk 3 is een samenvatting gemaakt van de abiotische metingen die in het kader van het LMB zijn gedaan. Vervolgens zijn er aparte hoofdstukken gewijd aan de afzonderlijke indicatoren. Deze hoofdstukken zijn opgebouwd volgens een vast stramien. Hierin worden de meetresultaten beschreven en verklaard per grondgebruikcategorie.

Aan het eind van het rapport zijn de resultaten van de afzonderlijke indicatoren gebundeld tot een kwaliteitsbeoordeling van de LMB-locaties in vergelijking tot de biologische bedrijven. De bijlagen bevatten een overzicht van de gedetailleerde meetgegevens per locatie. Om redenen van privacy-bescherming zijn de locaties (bedrijven) van een anonieme codering voorzien.

2. Materiaal en methoden (algemeen)

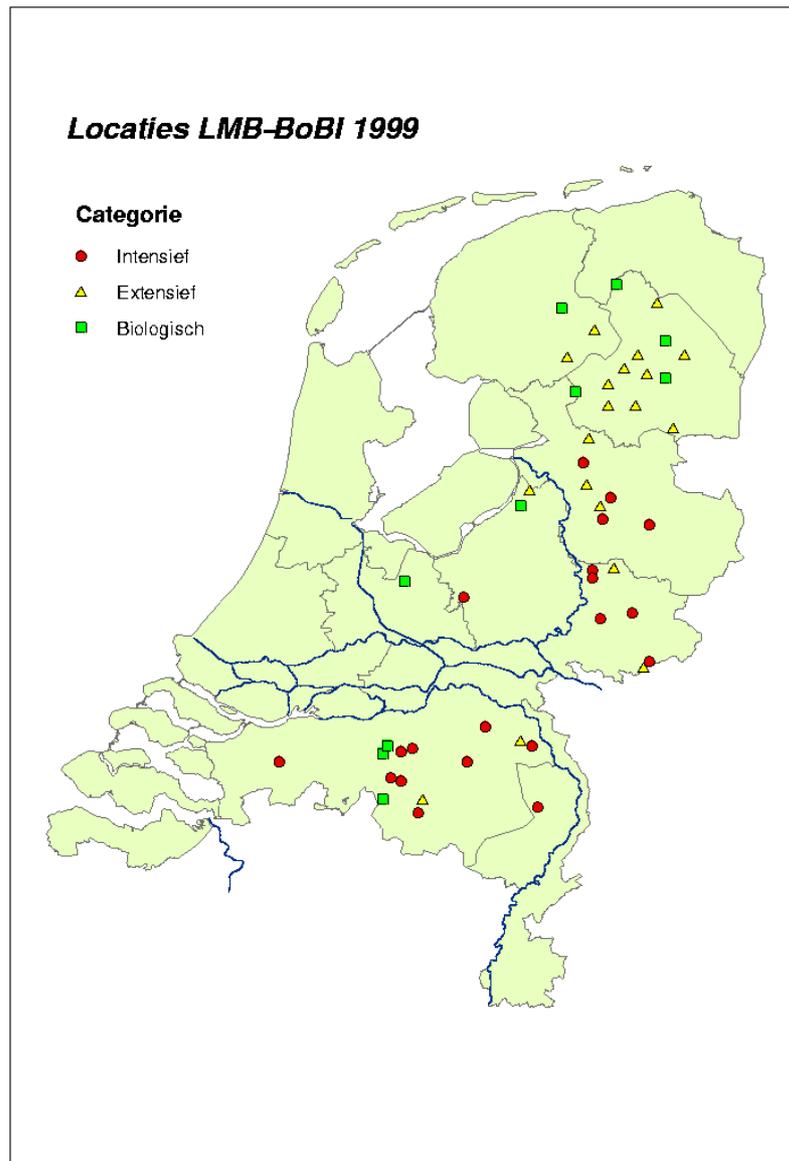
2.1 Ligging en beschrijving van de locaties

De bezochte locaties van LMB en BoBI1999 zijn allen melkveehouderij bedrijven met grondgebruik grasland op zand. Ze zijn te verdelen in drie categorieën: biologisch (10), extensief (19) en intensief (20). De indeling van de 39 LMB-bedrijven (extensief en intensief) is afkomstig van het Landbouw Economisch Instituut (LEI). De grens ligt bij minder of meer dan 2,8 Groot Vee Eenheden (GVE) per hectare. Het ministerie van LNV heeft een brochure uitgegeven met een uitgebreide lijst van GVE-waarden per soort vee. Het is een bijlage bij de Meststoffenwet (Tabel fosfaat- en stikstofproductiegetallen, brochure Bureau Heffingen). De gebruikte LEI indeling stamt uit de eerste cyclus van het LMB (1993 t/m 1997). Het LMB heeft mede tot doel trends (veranderingen) waar te nemen in de kwaliteit van de bodem. Het meetnet is daarom zoveel mogelijk locatiegebonden. Het grootste deel (23) van de 40 'LMB-bedrijven' maakt inmiddels geen deel meer uit van het LEI Bedrijven Informatie Netwerk (BIN). De meeste bedrijfsgegevens zijn echter nog afkomstig van recente boekjaren (tot '98/99). De gebruikte informatie kan dus afwijken van de actuele situatie. Om dit beter in beeld te krijgen is voorafgaand aan de monsternamen een bezoek gebracht aan de bedrijven. Hierbij werd een vragenlijst voorgelegd aan de boeren over het grondbezit, grondgebruik en de veebezetting op het bedrijf. Het is overigens niet bekend hoe direct de relatie is tussen actuele veedichtheid en bodembioologische eigenschappen. Aannemelijk is dat gekeken moet worden naar de bedrijfsvoering over een langere periode.

De indeling van locaties uit 1993 naar intensief en extensief is uiteindelijk gehandhaafd. Voor de berekeningen met veebezetting is gebruik gemaakt van de LEI-GVE-cijfers, aangepast naar actuele informatie over de grootte en verdeling van grondgebruik binnen het bedrijf. Desondanks bleven er tegenstrijdigheden met betrekking tot de indeling naar (voormalige) LEI-categorie. Dit geldt voor 9 intensieve en 2 uit de groep extensieve bedrijven.

De derde groep bestond uit 10 biologische bedrijven. De selectie kwam tot stand met de hulp van het Louis Bolk Instituut te Driebergen. Gekozen werd voor 8 biologische melkveehouderijen die ook deel uit maken van het BIOVEEM (Biologische Melkveehouderij) project. Daarnaast werden 2 biologische bedrijven gekozen uit het Meetnet Effectiviteit Mestbeleid van het RIVM. Er werd naar gestreefd alleen bedrijven in de steekproef op te nemen die meer dan 5 jaar een biologische bedrijfsvoering hadden. Om praktische redenen kon de monstercampagne niet volledig worden gerandomiseerd over de categorieën. De biologische bedrijven werden voornamelijk in de tweede helft van juni bezocht.

In figuur 2.1 is de ligging van de bemonsterde locaties in kaart gebracht. De bedrijven die deelnemen aan het LMB blijven in de rapportage anoniem, hooguit wordt verwezen naar de gemeente waarin deze ligt. Verder is een neutrale codering van de monsters gehanteerd in de bijlagen e.d.



Figuur 2.1: Ligging van de bemonsterde LMB- en BoBI-locaties 'grasland op zand' 1999, ingedeeld naar LEI-categorie van veedichtheid en biologische bedrijven

2.2 Monstername LMB en BoBI.

In het LMB is de monsterlocatie het grondoppervlak van een agrarisch bedrijf. Dit is onder andere gedaan met het oog op stof- en nutriëntenstromen die op bedrijfsniveau bekend zijn. Deze bedrijfsgegevens worden bijgehouden in het LEI-Bedrijven Informatie Netwerk (BIN). De opzet maakt het in principe mogelijk om bedrijfsgegevens of methoden van bedrijfsvoering eventueel in verband te brengen met eigenschappen van de bodem en het grondwater. Aangezien het LMB ook als doel heeft trends in de tijd te meten, blijven de locaties

gehandhaafd ondanks het verlies aan achtergrondinformatie c.q. overeenkomst met LEI-gegevens.

De monsternamen en analyses in LMB-2 zijn aangepast ten opzichte van LMB-1. Uit een tussentijdse evaluatie in 1998 is gebleken dat het niet zinvol is om vier mengmonsters per bedrijf te analyseren. De spreiding binnen bedrijven bleek zo gering dat met één mengmonster volstaan kan worden. Anderzijds bleek de spreiding in de meetresultaten van organische verbindingen (bijvoorbeeld PAK, PCB, bestrijdingsmiddelen etc.) zo groot dat er geen onderscheid tussen de bodemgebruikscategorieën te maken is.

In LMB-2 (1999 t/m 2003) wordt een mengmonster gemaakt van 320 bodemkerntjes die met een graszodeboor verzameld zijn. Dit mengmonster wordt gebruikt voor de analyse van chemische samenstelling, microbiologie en nematoden. De boor bestaat uit een steekbuisje van 10 cm lang en een doorsnede van 2,3 cm, met daarboven een kleine metalen verzamelbeker aan een steel. (figuur 2.2)



Figuur 2.2: Graszode boor voor het verzamelen van een bedrijfsmengmonster van 320 bodemkernen.

Deze manier van bodemmonsters nemen heeft als voordeel dat al lopend snel een aantal bodemkerntjes kunnen worden gestoken. De monsters worden verzameld op alle percelen die voor landbouw/veeteelt doeleinden in gebruik zijn. Een aantal biologische bedrijven hebben beheersovereenkomsten met natuurbeheerorganisaties. Dit betreft meestal graslanden die niet meer regelmatig gemaaid worden. Ook deze percelen zijn in het onderzoek betrokken. Bij gemengde bedrijven wordt geen onderscheid gemaakt in gras- en bouwland. Dit kan een zekere vertroebeling van de resultaten geven. Het probleem speelt vooral bij meer intensieve bedrijven die een relevant deel van hun oppervlak in gebruik hebben voor de maisteelt.

Na het verzamelen van het bedrijfsmengmonster (320 steken) worden de kernen in een bak verkruid en geroerd. Het levert een gehomogeniseerd monster op van ca. 15 tot 20 kg. Vervolgens worden 6 glazen potten van 750 ml gevuld met de gemengde grond. De potten

zijn ieder bestemd voor bepaalde analyses, namelijk: 1) chemische analyse, 2) micro-biologische parameters (meerdere potten), en 3) nematoden.

De overige biologische metingen worden gedaan aan aparte monsters. Bodemkernen voor de analyse van potwormen (6 stuks) en mijten (5 stuks) worden gestoken met een boor van circa 6 cm diameter. De kernen worden gestoken en getransporteerd in PVC-kokers om de bodemstructuur in takt te houden en verlies van dieren door sterfte tijdens transport te voorkomen (figuur 2.3)



Figuur 2.3: Deelbare boor met P.V.C-ringen voor het steken van bodemmonsters voor potwormen en micro-arthropoden.

Regenwormen worden geteld in 6 plaggen van 20(l) x 20(b) x 15(h) cm die verspreid over het bedrijf worden gestoken (figuur 2.4). De potten en overige monsters worden getransporteerd in een koelbox om snelle temperatuurwisselingen te voorkomen.

De monsternamen op de LMB-locaties van het project is sinds 1999 uitbesteed aan de Grontmij. De monsters worden op een centraal punt opgeslagen bij 4°C en eens per week per koerier verzonden naar de verschillende analyserende laboratoria. De grondmonsters van de biologische bedrijven zijn genomen door medewerkers van het RIVM en volgen een vergelijkbaar traject.



Figuur 2.4: Het steken van een plag (links) voor analyse van regenwormen in de bodem. Foto rechts detail van een plag met worm.

2.3 Statistische verwerking van resultaten

Voor de meeste indicatoren en bodemeigenschappen werd variantie-analyse gebruikt bij de vergelijking van resultaten tussen de bodemgebruikscategorieën. Zonodig werden de gegevens eerst logaritmisch getransformeerd om homogeniteit van varianties te verkrijgen. Wanneer hieruit gemiddelde waarden van een indicator zijn teruggerekend komt dit overeen met een geometrisch gemiddelde. De getallen in de tabellen met getoetste resultaten komen daarom niet altijd overeen met de rekenkundige gemiddelden.

Daarnaast zijn de indicatorenwaarden op basis van de regenwormen en potwormen samengenomen in een (multivariate) factoranalyse. De gegevens over de afzonderlijke indicatoren worden op die manier tot een nieuwe variabele gecombineerd. Details worden verder gegeven in de betreffende hoofdstukken.

3. Resultaten van abiotische bodemanalyses

3.1 Inleiding

De meetnet-opzet is gericht op het vergelijken van categorieën grondgebruik. In 1999 is een indeling aangehouden naar biologisch, extensief en intensieve melkveehouderijen op zandgrond. De categorie ‘biologische bedrijven’ is hoofdzakelijk gebaseerd op het type bedrijfsvoering. In feite geldt dat binnen alle drie de categorieën weer tal van individuele verschillen zijn aan te wijzen tussen de bedrijven. Deze details zijn niet in de analyse verwerkt omdat er (nog) geen volledig overzicht van relevante bedrijfsgegevens beschikbaar is.

De chemische bodemanalyses vormen een standaard pakket binnen het LMB-2. Naast algemene bodemeigenschappen als zuurgraad (pH), organische stofgehalte en lutum worden zware metalen gemeten en beschikbare fosforgehaltes (Pw en PAI) als bodemvruchtbaarheidmaat. Dezelfde set metingen wordt ook gedaan op de ‘extra BoBI-locaties’, in dit geval de 10 biologische bedrijven.

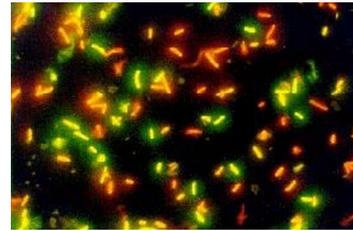
3.2 Resultaten bodemanalyses

Tabel 3.1 geeft de resultaten van gemiddelde bodemkenmerken en veebezetting op de onderzochte locaties. Ondanks de veranderingen op individuele bedrijven verschilt de veebezetting per categorie significant. Dit is inherent aan de selectie van extensieve en intensieve bedrijven. De biologische vorm van bedrijfsvoering gaat samen met een lagere veebezetting. Ondanks de geringe verschillen in bodem-pH tussen de categorieën is de spreiding binnen de groepen zo klein dat de extensieve bedrijven een significant lagere zuurgraad hebben. De absolute betekenis hiervan is echter gering. Opvallend is wel het lagere gehalte aan organische stof in de bodem van de intensieve bedrijven. Een hogere veebezetting lijkt te resulteren in een toename van de hoeveelheid fosfor in de bodem (Pw en PAI-getal). Deze verschillen zijn echter niet significant. Tot slot is er een opvallend verschil in loodgehalte tussen de categorieën. Deze is het hoogst op de biologische bedrijven. De loodconcentratie blijft echter ruim onder het gehalte (60 mg/kg) dat als natuurlijke achtergrond voor deze bodem kan worden gehanteerd (Crommentuijn et al., 1997). De oorzaak van het verschil in loodgehalte is onduidelijk. De waargenomen gehalten van de overige metalen liggen allemaal onder of net rond de natuurlijke achtergrondgehalten.

Tabel 3.1: Overzicht van gemiddelde bodemeigenschappen en enkele bedrijfsgegevens van drie categorieën melkveehouderijbedrijven (MVH) op zandgrond. Extensief < 2,8 GrootVee Eenheden/ha, Intensief > 2,8 GVE/ha. De kolom Significantie verschillen geeft de uitkomst van de (overall) ANOVA. *= $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; *** = $p \leq 0,001$; n.s = niet significant. Letters in superscript geven significante verschillen ($p \leq 0,05$) tussen categorieën.

	MVH - biologisch (n=10)	MVH- extensief (LMB, n=19)	MVH- intensief (LMB, n=20)	Significantie verschillen
Groot Vee Eenheden / ha	1,6 ^a	2,3 ^b	3,0 ^c	***
pH-water	6,14 ^{ab}	5,95 ^a	6,16 ^b	*
pH-KCL	5,18 ^{ab}	5,04 ^a	5,32 ^b	*
org.stof (gew. %)	7,8 ^a	8,6 ^a	5,1 ^b	**
lutum (% <2 μ)	2,6	2,5	2,6	n.s
Pw (mg P₂O₅/l)	38,6	42,0	45,1	n.s
PAI-getal (mg P₂O₅/100g)	47,5	48,6	54,4	n.s
Cadmium	0,23	0,21	0,22	n.s
Koper	11,9	9,9	10,6	n.s
Lood	16,7 ^a	11,9 ^b	11,6 ^b	*
Zink	30,9	28,0	29,2	n.s
Chroom	22,3	21,1	24,8	n.s

4. Indicatorgroep micro-organismen



4.1 Inleiding

Rol en functie van micro-organismen in bodemecosystemen

Micro-organismen zijn de primaire afbrekers van dode organische stof, zoals plantenresten, dode wortels, door wortels uitgescheiden stoffen, dode micro-organismen en dierlijke mest. Ze vormen het voedsel van microbivoren, zoals protozoën en nematoden, en spelen een sleutelrol in voedselwebben en nutriëntenkringlopen (Bouwman et al., 1994; Bloem et al., 1997). Een uitgebreidere inleiding is gegeven in het vorige rapport over de Bodembioologische Indicator (Schouten et al., 2000b).

Plaats in het Indicatorsysteem

Bacteriën zijn belangrijk voor alle door Schouten et al. (1997, 2000a) gedefinieerde Life Support Functies: (1) de afbraak van organisch materiaal, (2) de recycling van voedingsstoffen, (3) bodemstructuurvorming en (4) de stabiliteit van het bodemecosysteem.

Plaats in het project

De bacteriële biomassa en activiteit, de genetische diversiteit van bacteriën en de potentiële C- en N-mineralisatie zijn 3 indicatoren, van de 12 die werden beschreven door Schouten et al. (1997; zie ook bijlage 2). Meting van de genetische diversiteit werd in 1999 voor het eerst toegepast vanwege het grote belang dat wordt gehecht aan biodiversiteit en omdat er recent ontwikkelde moleculair biologische methoden beschikbaar zijn gekomen. De genetische diversiteit is een belangrijke aanvulling op de functionele diversiteit die met de Biolog-methode wordt gemeten (zie volgend hoofdstuk). Verder werden in 1999 de potentiële koolstof- en stikstofmineralisatie toegevoegd als belangrijke ecosysteemprocessen. Door de toevoeging van deze nieuwe indicatoren moest de bepaling van de potentiële nitrificatie, zoals die in 1997 werd uitgevoerd, in 1999 achterwege worden gelaten.

4.2 Materiaal en methoden

Monsternamen en bewerking monsters

In 1999 werden drie categorieën veehouderijbedrijven op zandgrond bemonsterd: intensief (20), extensief (19) en biologisch (10).

Monsternamen vonden plaats in combinatie met die voor de abiotische monsters van het LMB. Per bedrijf (of locatie) werd een mengmonster van 320 grondkernen verzameld verspreid

over alle percelen. Deze grondmonsters werden genomen met een graszodeboor (diameter 2,3 cm, diepte 10 cm). Na homogenisatie werd met de hand een submonster uit de bak gehaald. Hiervoor werden twee glazen potten van 700 ml met grond gevuld. Potten van meerdere locaties werden centraal verzameld en koel opgeslagen (4 °C). Eens per week werden de monsters bij het laboratorium van Alterra in Wageningen afgeleverd.

De monsters kwamen verspreid over het voorjaar binnen. Ze werden opgespaard en tot verwerking bij 12 °C bewaard. Vervolgens werden ze in series (van 24 monsters) geanalyseerd.

Omdat bij het bodemmeetnet een locatie in principe eens in de 5 jaar wordt gemeten mogen de resultaten niet afhangen van het tijdstip van monsternamen. Anders zouden toevallige omstandigheden zoals temperatuur, vochtgehalte en ontwikkelingsstadium van het gewas de resultaten te veel beïnvloeden. Daarom werden de monsters in het lab eerst op een standaard vochtgehalte van 50% van het waterhoudend vermogen gebracht en vervolgens een maand geïncubeerd bij een constante temperatuur van 12 °C. Op deze wijze werden de microbiologische indicatoren zoveel mogelijk onder standaard condities gemeten.

Microbiologische analyses

Het totale aantal bacteriën en de afmetingen van de cellen werd bepaald door middel van directe microscopische tellingen met een confocale laser-scan microscoop en automatische beeldverwerking (Bloem, 1995; Bloem et al., 1995a,b). Dit gebeurt in grondpreparaten waarin de micro-organismen zijn gekleurd met een fluorescerende verbinding. Uit het aantal en de afmetingen worden het biovolume en de biomassa berekend (zie figuur 4.1).

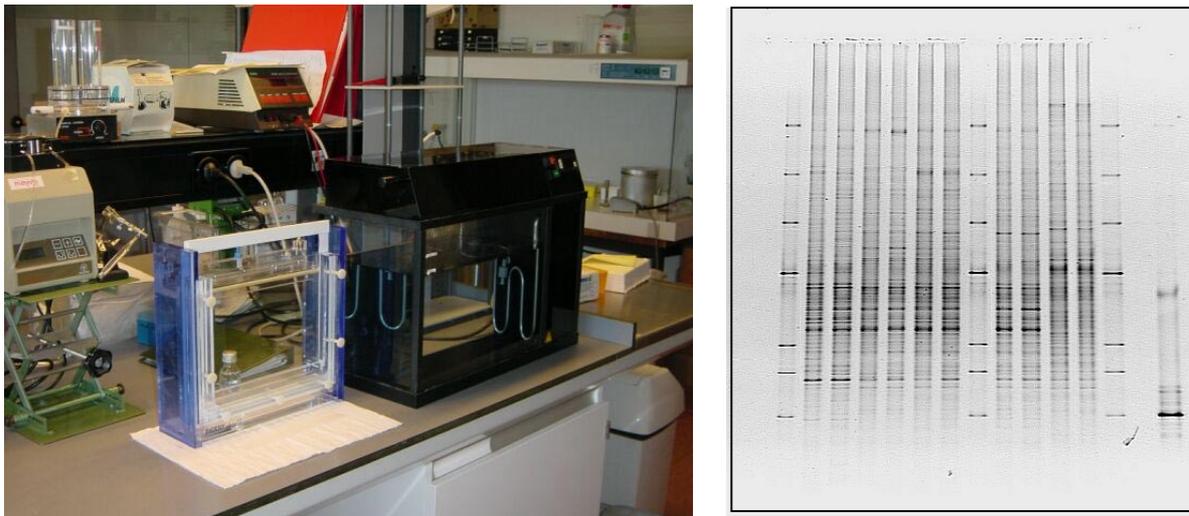


Figuur 4.1: Opstelling van confocale laser-scan microscoop voor automatische beeldverwerking (Image Analyser).

De groeisnelheid van bacteriën werd bepaald door de inbouw van radioactief gelabelde ³H-thymidine en ¹⁴C-leucine in respectievelijk DNA en eiwitten te meten (Michel en Bloem, 1993). Omdat de thymidine met ³H en de leucine met ¹⁴C is gelabeld kunnen beide parameters (de microbiële DNA- en eiwit-synthese) in één bepaling worden gemeten. De

incubaties zijn zo kort (1 uur) dat de groeisnelheid van de bacteriën niet verandert tijdens de incubatie.

De genetische diversiteit van bacteriën werd bepaald door middel van Denaturatie-Gradiënt Gel Electroforese (DGGE; Muyzer et al., 1993). Microbieel DNA werd geëxtraheerd uit de grond, gezuiverd en vermenigvuldigd door middel van PCR (Polymerase Chain Reaction). De genetische samenstelling van het DNA werd met behulp van DGGE in kaart gebracht in de vorm van een bandenpatroon.



Figuur 4.2: Links: opstelling voor gel electrophorese. Rechts gel met DNA-bandenpatroon.

Het aantal banden is een afspiegeling van het aantal genotypen ('soorten'), en de intensiteit van een band is een maat voor de relatieve abundantie van de betreffende groep. De bandenpatronen werden met het programma GelCompar II op de PC geanalyseerd en gekwantificeerd. Het aantal DNA banden werd (interactief) geteld en van iedere band werd de massa (intensiteit of grijswaarde) gemeten. Met deze gegevens werden de Shannon-Weaver diversiteit index H' en de evenness index E uitgerekend (Atlas en Bartha, 1993):

$$H' = \frac{C}{N} (N \log N - \sum n_i \log n_i)$$

waarbij $C = 2.3$, N = de totale massa van alle DNA banden, n_i = de massa van de i^{de} DNA-band

$$E = \frac{H'}{\log S}$$

waarbij H' = de Shannon-Weaver diversity index, S = het aantal DNA-banden

De Shannon-Weaver index is een algemene diversiteit index die hoger is naarmate het aantal soorten hoger is en naarmate de massa meer evenredig over de soorten is verdeeld. De evenness is onafhankelijk van het aantal soorten, wordt kleiner als enkele soorten domineren, en is maximaal als de relatieve massa van alle soorten gelijk is.

De potentiële C en N mineralisatie werden bepaald door monsters van 200 g gehomogeniseerde en gezeefde (< 5mm) grond te incuberen in luchtdichte potten bij 20°C (Bloem et al., 1994). Tussen week 1 en week 6 werden de concentraties O₂ en CO₂ in de headspace van de potten regelmatig gemeten met een gaschromatograaf (zie figuur 4.3). Als het O₂ gehalte was gedaald tot ongeveer 10% werden de potten geventileerd na de metingen. De ademhaling werd berekend uit de verschillen in O₂ concentratie tussen week 1 en week 6. De resultaten van de eerste 7 dagen werden niet gebruikt om effecten van het zeven en mengen te vermijden. De potentiële N mineralisatie werd bepaald met grond uit dezelfde potten. De toename in minerale N tussen week 1 en week 6 werd gebruikt om N mineralisatiesnelheden te berekenen. Minerale N werd geëxtraheerd met 1M KCl, en NH₄ en NO₃ werden gemeten met een auto-analyzer. De potentiële C mineralisatie werd berekend uit de O₂-consumptie, uitgaande van een respiratie quotiënt van 1, en na aftrek van O₂ gebruikt voor nitrificatie (Bouwman et al., 1994). De CO₂ productie werd niet gebruikt omdat deze fouten kan geven in gebufferde bodems van mariene oorsprong die veel CaCO₃ bevatten. Er werd aangenomen dat 1 mg verademde O₂ overeenkomt met 0,375 mg C, en dat 1 mg genitrificeerde NH₄⁺-N overeenkomt met 4,75 mg O₂ (=1,71 mg C-equivalenten).



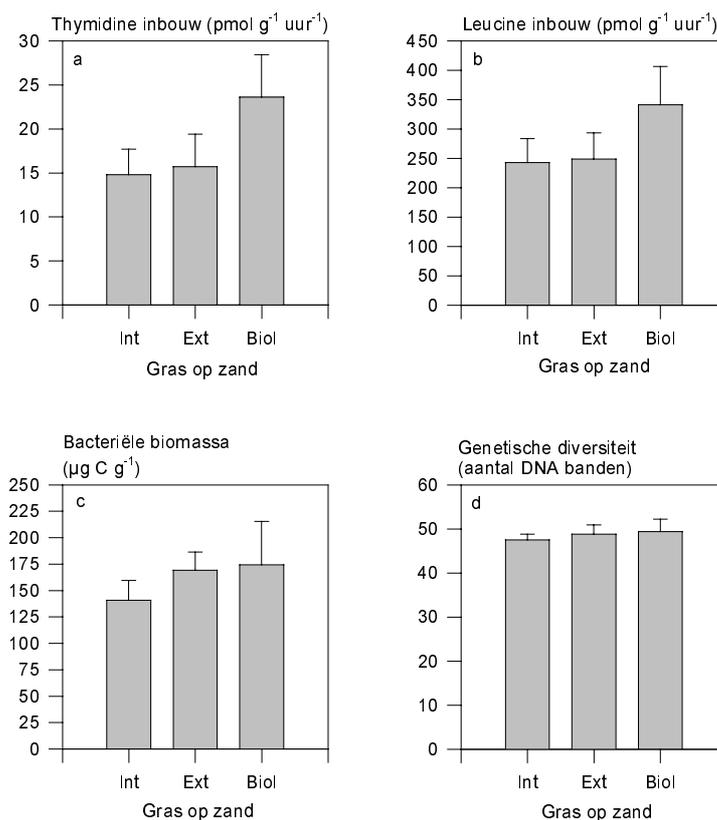
Figuur 4.3: Foto van opstelling waarmee de respiratie (zuurstofverbruik) wordt gemeten.

Gegevensbewerking

Voor de bepalingen werden uit de mengmonsters van ieder bedrijf 2 (sub)replica's gebruikt. De gemiddelde waarden werden gebruikt voor de statistische analyses. De statistische significantie van verschillen tussen de verschillende categorieën bedrijven werd getoetst door middel van variantieanalyse (F-toets gevolgd door Student-t-toets). Indien de gegevens niet normaal waren verdeeld of ongelijke varianties vertoonden werd een log-transformatie uitgevoerd. Indien een log-transformatie geen normale verdeling en gelijke varianties opleverde werd een ANOVA on ranks uitgevoerd.

4.3 Resultaten en conclusies

De bacteriële groeisnelheid, gemeten als thymidine inbouw in DNA, was op de biologische bedrijven gemiddeld 60% hoger dan op de intensieve en extensieve bedrijven (zie figuur 4.4a). De eiwitsynthese gemeten als leucine inbouw vertoonde hetzelfde beeld als de thymidine inbouw (zie figuur 4.4b). De verschillen zijn wat kleiner omdat eiwitsynthese niet alleen de groei (celdeling) weerspiegelt, maar ook de biomassa (onderhoud, vervanging van eiwitten). De bacteriële biomassa was op de biologische en extensieve bedrijven respectievelijk 24 en 20% hoger dan op de intensieve bedrijven (figuur 4.4c). Ook de genetische diversiteit van de bacteriën was hoogst op de biologische bedrijven (49,4 genotypen) en het laagst op de intensieve bedrijven (47,5 DNA banden of genotypen), hoewel de verschillen in diversiteit erg klein waren (figuur 4.4d). De Shannon-Weaver diversiteit index bedroeg 3,60 en 3,59 op de biologische en extensieve bedrijven, en 3,57 op de intensieve bedrijven (Tabel 4.1). In deze index zit zowel het aantal genotypen als de relatieve abundantie (massa) van de verschillende genotypen verwerkt.



Figuur 4.4: De groeisnelheid weergegeven als a) thymidine inbouw (DNA-synthese) b) leucine inbouw (eiwitsynthese), en c) de biomassa van bacteriën in de intensieve, extensieve en biologische melkveehouderijen (MVH) op zandgrond. De foutenbalken tonen de standaardfout (SE, n=20 voor intensief, n=19 voor extensief en n=10 voor biologisch).

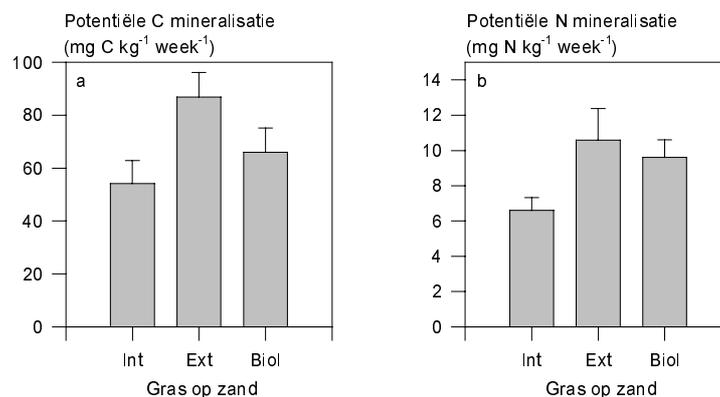
Een andere index waarin alleen de verhoudingen tussen de verschillende genotypen is verwerkt is de evenness. Deze is laag als er wel veel soorten aanwezig zijn maar enkele soorten overheersen. Ook de evenness was iets hoger op de extensieve en de biologische bedrijven (2,14) dan op de intensieve bedrijven (2,13). Er was dus een tendens dat lagere waarden werden gevonden op de intensieve bedrijven en hogere waarden op de extensieve en biologische bedrijven. Dit kan men verwachten als het bodemleven op extensieve en biologische bedrijven beter ontwikkeld zou zijn. Hoewel de bacteriële groeisnelheid en biomassa met name op de biologische bedrijven aanzienlijk hoger waren dan op de intensieve bedrijven, was ook de spreiding aanzienlijk en waren de verschillen niet statistisch significant (Tabel 4.1).

*Tabel 4.1: Indicatorwaarden van microbiële eigenschappen in biologische, extensieve en intensieve melkveehouderijen (MVH) op zandgrond (1999). De kolom Significantie verschillen geeft de uitkomst van de (overall) ANOVA. *= $p \leq 0,05$; **= $p \leq 0,01$; ***= $p \leq 0,001$; n.s= niet significant. Letters in superscript geven significante verschillen ($p \leq 0,05$) tussen categorieën.*

Micro-organismen	MVH - biologisch (n=10)	MVH- extensief (LMB, n=19)	MVH- intensief (LMB, n=20)	Significantie verschillen
Indicatoren:				
Thymidine inbouw (picomol/gram.uur)	23,6	15,7	14,8	n.s
Leucine inbouw (picomol/gram.uur)	341,1	249	242,9	n.s
Biomassa (μ gram C /gram)	174,3	169,1	140,7	n.s
Genetische diversiteit (aantal DNA banden)	49,4	48,8	47,5	n.s
Shannon Weaver index	3,60	3,59	3,57	n.s
Evenness	2,14	2,14	2,13	n.s
Potentiële C mineralisatie (mg C/kg.wk)	66,0 ^{ab}	86,8 ^a	54,2 ^b	**
Potentiële N mineralisatie (mg N/kg.wk)	9,6 ^{ab}	10,6 ^a	6,6 ^b	*

Wel significant waren de verschillen in potentiële C en N mineralisatie (tabel 4.1). De C mineralisatie was op de extensieve en biologische bedrijven respectievelijk 60% en 22% hoger dan op de intensieve bedrijven (figuur 4.5a). Het verschil tussen extensief en intensief was significant ($p=0,009$; tabel 4.1). De N mineralisatie was op de extensieve en biologische bedrijven respectievelijk 60% en 45% hoger dan op de intensieve bedrijven ($p=0,02$) (Figuur 4.5b, tabel 4.1). De hogere mineralisatie op de extensieve en biologische bedrijven wijst op een grotere beschikbaarheid van organische stof en een grotere bodemvruchtbaarheid. Het is opvallend dat op de extensieve en biologische bedrijven de mineralisatie wel hoger is terwijl de bacteriële biomassa en groeisnelheid niet significant hoger zijn. Deze laatste parameters reageren gewoonlijk sneller op bijvoorbeeld bodemverontreiniging dan de mineralisatie die als relatief ongevoelig wordt beschouwd. Een mogelijke verklaring is dat op de extensieve en

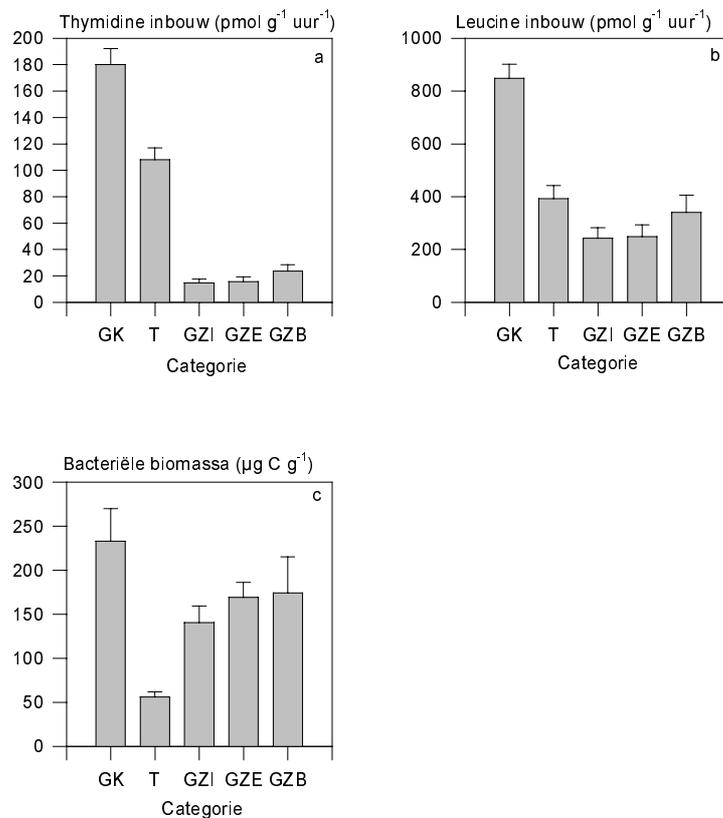
biologische bedrijven de groei-efficiëntie lager is waardoor bij gelijke biomassa en groeisnelheid meer C en N wordt gemineraliseerd en relatief minder in biomassa wordt omgezet. De resultaten illustreren dat het van belang is om meerdere parameters tegelijk te bepalen, en niet vooraf enkele parameters te selecteren die geacht worden gevoelig te zijn. Het is mogelijk dat sommige parameters (zoals groeisnelheid en diversiteit) gevoelige indicatoren zijn voor verontreiniging terwijl andere gevoeliger zijn voor andere factoren zoals de bodemvruchtbaarheid. Alleen een combinatie van meerdere parameters geeft een volledig beeld van de omstandigheden in de bodem.



Figuur 4.5: De potentiële C mineralisatie (a) en N mineralisatie (b) in de intensieve, extensieve en biologische melkveehouderijen (MVH) op zandgrond. De foutenbalken tonen de standaardfout (SE, n=20 voor intensief, n=19 voor extensief en n=10 voor biologisch).

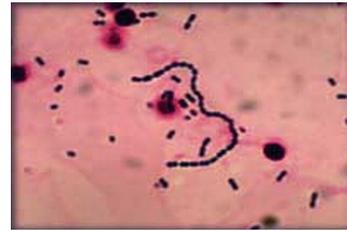
Dat de verschillen in bacteriële biomassa en groeisnelheid in de drie categorieën melkveehouderijbedrijven op zandgrond relatief gering waren blijkt ook uit een vergelijking met de bedrijven op zeeklei en de tuinbouwbedrijven die in 1997 werden bemonsterd (figuur 4.6). Toen werden grote verschillen in biomassa en groeisnelheid gevonden tussen gras op klei en tuinbouw. De bacteriële groeisnelheid was veel lager in gras op zand dan in gras op klei en tuinbouw (figuur 4.6a,b). De bacteriële biomassa in gras op zand lag tussen de biomassa's van gras op klei en tuinbouw in (figuur 4.6c). De C en N mineralisatie kunnen niet worden vergeleken omdat deze in 1997 niet werden gemeten.

De in 1999 gemeten waarden van de microbiologische indicatoren wijzen op een hoge (genetische) diversiteit in alle drie de categorieën melkveehouderij op zand, en geven geen aanwijzingen voor stress (verontreiniging) in de intensieve bedrijven. De bacteriële groeisnelheid en biomassa waren gemiddeld 60% en 25% hoger op de biologische bedrijven, maar de verschillen waren statistisch niet significant. Op de biologische en extensieve bedrijven was de mineralisatiecapaciteit (bodemvruchtbaarheid) de helft hoger dan op de intensieve bedrijven.



Figuur 4.6: De groeisnelheid weergegeven als: a) thymidine inbouw (DNA-synthese), b) leucine inbouw (eiwitsynthese), en c) de biomassa van bacteriën in de intensieve (GZI), extensieve (GZE) en biologische (GZB) melkveehouderijen (MVH) op zandgrond, vergeleken met in 1997 gemeten waarden op melkveehouderijbedrijven op klei (GK) en tuinbouwbedrijven (T). De foutenbalken tonen de standaardfout (SE, n=20 voor GZI, n=19 voor GZE en n=10 voor GZB, n=20 voor GK en n=17 voor T).

5. Indicator micro-organismen: Biolog®



5.1 Inleiding

Rol van functionele microbiële diversiteit in bodemecosystemen

Bacteriën en schimmels vormen de basis van de voedselpiramide in de bodem. Ze verzorgen een groot aantal omzettingen van dode organische stof, en zijn de voedselbron voor andere organismen. De bacteriële activiteit resulteert in de mineralisatie van koolstof en stikstof. Als er specifieke groepen bacteriën verdwijnen, zal een deel van de mineralisatie waarschijnlijk niet meer plaatsvinden, hopen stoffen zich op in het milieu, en zullen elementen van het bodemecosysteem (bijvoorbeeld andere functionele groepen) worden beïnvloed.

Plaats in Bodembiologisch Indicatorsysteem

Microbiële gemeenschappen bevatten een zeer groot aantal bacteriën. De samenstelling hiervan kan op verschillende wijzen worden bepaald. Microbiële gemeenschappen zijn te karakteriseren langs genetische, morfologische, en fysiologische weg.

Bij de genetische karakterisering wordt over het algemeen nagegaan welke verschillende 16S rDNA sequenties van de bacteriën aanwezig zijn (zie hfdst. 4). De karakterisering met behulp van Biolog platen is gebaseerd op fysiologische eigenschappen, namelijk het vermogen om koolstofsubstraten af te breken. Met Biolog wordt gemeten welke typen substraten in een gedefinieerd testsysteem kunnen worden omgezet. In het Biolog systeem wordt gelijktijdig getest op de omzetting van 31 verschillende substraten door één microbiële gemeenschap. De relatieve intensiteit van de 31 omzettingsreacties ten opzichte van het gemiddelde van alle reacties samen, levert karakteristieke profielen van die gemeenschap. Dit is weer te geven als een ‘fingerprint’ van substraat-omzettingen (CLPP = community-level physiological profile), waarmee bacteriegemeenschappen en vervolgens ecosystemen kunnen worden herkend.

Met behulp van deze indicator wordt de microbiële gemeenschap in een ecosysteem verder gedifferentieerd binnen de algemene karakteristieken als ‘totale aantallen’, ‘totale activiteit’ (bodemademhaling, ^{14}C -leucine en ^3H -thymidine inbouw), en de ‘nitrificatie capaciteit’. In principe biedt de indicator een uitdrukking voor de diversiteit van de functies binnen een microbiële gemeenschap.

Plaats in het project

Het Bodembiologisch Indicatorsysteem is ontworpen om een link te leggen tussen diversiteit en functies. De Biolog-methode is een veelbelovende techniek om dit aspect zichtbaar te maken bij bodembacteriën die niet op uiterlijke kenmerken te onderscheiden zijn. Metingen zijn nog nooit op grote schaal of in meetnetverband uitgevoerd.

Met behulp van de variabelen verkregen met het Biolog-systeem kunnen ecosystemen worden vergeleken op basis van hun functioneren en kan (wanneer voldoende referentiegegevens zijn verzameld) een uitspraak worden gedaan over een eventuele afwijking in functioneren van het bodemecosysteem.

5.2 Materiaal en methoden:

Monstername, bewerking monsters, en enten van Biolog-platen

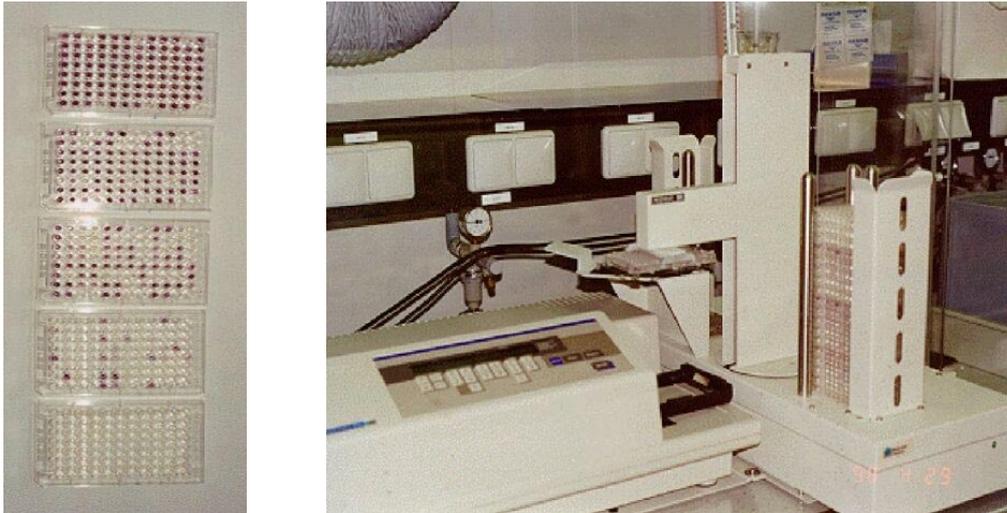
Monstername vond plaats in combinatie met die voor de abiotische monsters van het LMB. Per bedrijf (of locatie) werd een mengmonster van 320 grondkernen verzameld verspreid over alle percelen. Deze grondmonsters werden genomen met een graszodeboor (diameter 2,3 cm, diepte 10 cm). Uit het mengmonster werd na homogeniseren met de hand een submonster getrokken. Hiervoor werd een glazen pot van 700 ml met grond gevuld. Potten van meerdere locaties werden centraal verzameld en koel opgeslagen (4 °C).

Na ontvangst van de monsters zijn ze overgebracht naar een klimaatkamer van 4 °C. De monsters werden bewaard tot een serie van bepaalde omvang (bij voorkeur 15 monsters) aanwezig was. Vervolgens werden de monsters gezeefd over een 3 mm zeef en werd het watergehalte en de waterhoudende capaciteit (WHC) bepaald. Verwerking vond plaats door de monsters in groepen van 15 per keer op 50 % van de WHC te brengen, en vervolgens gedurende vier weken bij 10°C ± 2°C te incuberen.

Na de 4 weken incubatie van de grondmonsters werden suspensies gemaakt van bodembacteriën door 25 gram grond (drooggewicht) gedurende 1 minuut te blenderen (Waring Blender Braun, maximaal vermogen) in 250 ml ijskoude Bis-Tris oplossing (10 mM; pH 7). Na enkele minuten werd de bovenstaande suspensie in centrifugebuizen overgebracht en gedurende 10 minuten bij 500 g gecentrifugeerd. Het supernatant (met de bodembacteriën) werd in 11 opeenvolgende stappen verdund, per stap met een factor 3 ($3^0 - 3^{-11}$), in fysiologische zoutoplossing. De verdunningen werden ingezet in vier 'ECO-platen' van Biolog (3 verdunningen per plaat; 100 µl per putje). Tegelijk werden telplaten geënt (3 g/l trypton-soya Broth en 20 g/l agar) met de verdunningen (100 µl per plaat). Op basis van kolonietellingen (CFU = colony-forming units) na 8 dagen incubatie bij 25°C zijn de berekeningen uitgevoerd met de Biologgegevens.

Metingen in de Biolog-platen

De kleurvorming als gevolg van substraatometting en vorming van reductie-equivalenten werd 2x per dag gedurende 7 dagen gemeten met een spectrofotometer (Spectramax 750; Molecular Devices) en een autosampler. De kleurvorming werd gemeten bij 590 nm; de troebelheid werd gemeten bij 750 nm. Onderstaande foto's (figuur 5.1) geven een impressie van de substraatkleuring in een serie biologplaten met een verdunningsreeks, en de robot waarmee metingen grotendeels geautomatiseerd kunnen worden uitgevoerd



Figuur 5.1: Kleurreacties in biologiplaten (links) en de robot-arm voor invoer van platen in de spectrofotometer.

Gegevensbewerking en opslag

De ruwe meetgegevens zijn bewerkt zoals beschreven in Breure et al. (1997). Uit de bewerking komen een ‘capaciteitsparameter’ ($\log CFU_{50}$), een diversiteitsindicator en een fingerprint.

De $\log CFU_{50}$ geeft het aantal bacteriën (gemeten als CFU’s) dat nodig is om de helft (50%) van de gemiddelde kleuromzetting (substraatafbraak) in een biologplaat te halen. Hierin spelen zowel het aantal substraten als de mate van kleuring een rol. Bij toenemende substraatomzettingcapaciteit van het bacteriënmengsel in een extract neemt de $\log CFU_{50}$ -waarde af. Met andere woorden, bij een grotere verscheidenheid aan stammen of fysiologische mechanismen van de individuele bacteriën zijn kleinere aantallen nodig om een bepaald aantal substraten af te breken.

Een andere parameter uit de bewerking is een indicator h , die aangeeft of er veel substraatafbraakactiviteiten zijn die sterk afwijken van het gemiddelde. Maximale theoretische waarde voor h is 1,6. Hierbij zijn alle substraatafbraakactiviteiten, uitgedrukt als hoeveelheid indicatorkleuring per tijdseenheid, gelijk. De waarde van h neemt af naarmate er meer substraatactiviteiten van het gemiddelde afwijken en dat is indicatief voor een hogere diversiteit. Overigens is dit niet één van de standaard indicatoren voor biodiversiteit.

Daarnaast wordt per aangeboden substraat de relatieve abundantie van organismen berekend. Voor alle substraten levert deze berekening een ‘fingerprint’ (CLPP = community-level physiological profile) die met behulp van wiskundige en statistische technieken (bijvoorbeeld multivariate analyse) kan worden vergeleken met CLPP’s uit andere ecosystemen. De genormaliseerde gegevens worden opgeslagen in de database.

5.3 Resultaten

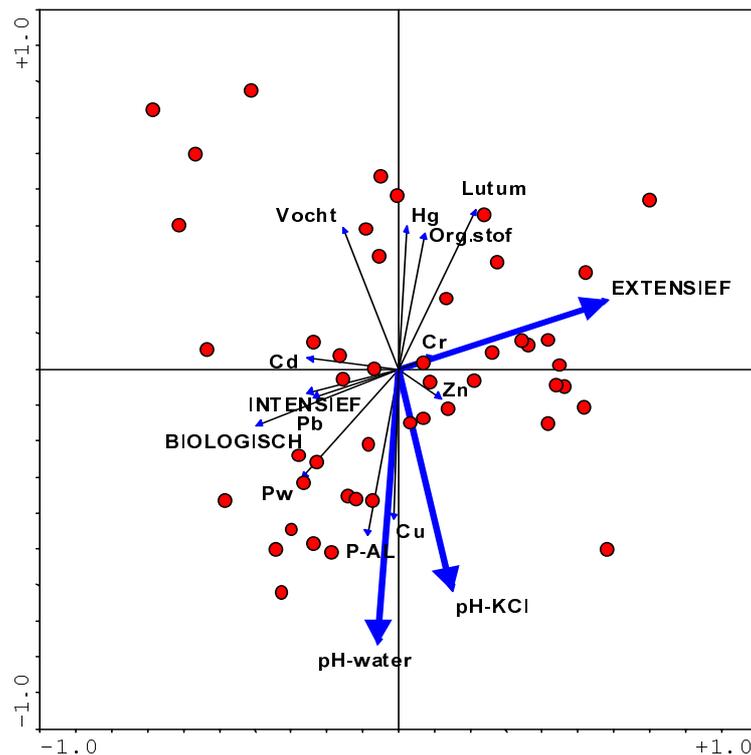
De gemeten substraat-omzettingcapaciteit ($\log \text{CFU}_{50}$) en de diversiteitsparameter h zijn samengevat in tabel 5.1. Tevens is berekend hoeveel grond nodig is om 50% van de omzettingcapaciteit te bereiken in een Biolog plaat ($gg50$). De $gg50$ ontstaat door $\log \text{CFU}_{50}$ te delen door het aantal CFU's

*Tabel 5.1: Indicatorwaarden substraat-omzettingcapaciteit ($\log \text{CFU}_{50}$), diversiteit (h) en hoeveelheid grond met 50% omzettingcapaciteit ($gg50$) van microbiële afbraakroutes gebaseerd op de Biologtoets, in biologische, extensieve en intensieve melkveehouderijen (MVH) op zandgrond. De kolom Significantie verschillen geeft de uitkomst van de (overall) ANOVA. * = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; *** = $p \leq 0,001$; n.s = niet significant. Letters in superscript geven significante verschillen ($p \leq 0,05$) tussen categorieën.*

Biolog	MVH- biologisch (n=10)	MVH- extensief (LMB, n=19)	MVH- intensief (LMB, n=20)	Significantie verschillen
Indicatoren:				
logCFU (aantal kweekbare bacteriën /gram droge grond)	7,53	7,54	7,42	n.s
LogCFU₅₀ (dichtheid voor 50% substraat-omzettingen)	3,9	3,9	4,1	n.s
h-coëfficiënt (evenness)	0,6	0,5	0,6	n.s
gg50 (μg grond met 50% substraat-omzettingcapaciteit)	355 ^{ab}	363 ^a	595 ^b	*

Uit tabel 5.1 blijkt, dat de verschillen tussen de categorieën niet significant zijn, behalve voor de $gg50$. Het aantal kweekbare bacteriën (uitgedrukt in $\log\text{-CFU}$) bleek net niet significant te verschillen tussen de categorieën ($p = 0,07$). Bij de categorie intensieve graslanden is de $gg50$ hoger dan bij de extensieve (significantie: $p = 0,03$), met andere woorden er is meer grond nodig om 50% activiteit te bewerkstelligen in een Biolog plaat. De diversiteit van afbraakroutes is dus kleiner bij de intensieve bedrijven.

De meetresultaten van de Biolog-platen werden ook gebruikt om fingerprints (CLPP = community-level physiological profile) te berekenen. Deze werden met behulp van een multivariate techniek geanalyseerd. In figuur 5.2 is het resultaat van deze analyse te zien. De CLPPs van extensief beheerde graslanden waren significant verschillend van de Biologisch en Intensief beheerde graslanden. Verder had de bodem-pH een significant effect op de ligging van de CLPP in het ordinatiediagram. De categorieën Intensief en Biologische beheerde graslanden konden met deze set gegevens niet onderscheiden worden.



Figuur 5.2: Multivariate analyse van de fingerprints (CLPP) van microbiële gemeenschappen in grondmonsters van het LMB en referentiemonsters. De grafiek toont de eerste twee assen van een redundante analyse (RDA). De richting van de abiotische omgevingsfactoren ten opzichte van de ordinatieassen is met pijlen weergegeven. De dikke pijlen geven significante effecten weer (Monte Carlo permutatie test: $P < 0,05$) voor de categorie extensieve (EXTENSIEF) graslanden en de pH (pH-water en pH-KCl).

5.4 Discussie

Micro-organismen spelen een cruciale rol in het bodemecosysteem, maar het onderzoek naar indicatoren voor bodemkwaliteit op basis van microbiële gemeenschappen en processen bevindt zich nog in een beginfase. Een aantal methoden om de samenstelling van bacteriële gemeenschap in de bodem te kwantificeren zijn in ontwikkeling, zoals bijvoorbeeld CLPP op basis van Biolog-platen.

Bij de toepassing van kennis van bodemmicro-organismen dient rekening gehouden te worden met de enorme diversiteit aan micro-organismen, die nooit volledig gekarakteriseerd kan worden. In 100 gram grond uit de leeflaag komen naar schatting honderdduizend tot tien miljoen soorten voor en meer dan een biljoen organismen (Torsvik et al., 1990). Elke microbiologische indicator is dus per definitie beperkt in de kwantitatieve beschrijving van de samenstelling van de microbiële gemeenschap, omdat de meeste soorten buiten beschouwing worden gelaten. Dit hoeft overigens geen bezwaar te zijn, zolang de indicator in voorkomende gevallen de bodemkwaliteit met voldoende mate van betrouwbaarheid kwantificeert.

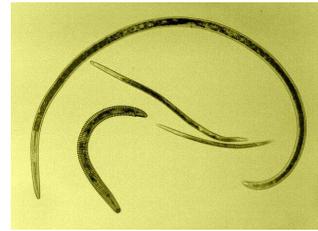
Moleculaire technieken zijn goed te gebruiken om de samenstelling van het microbiële DNA te karakteriseren, voor wat betreft de dominante DNA sequenties in de bodem. Bij CLPP worden de eigenschappen om substraten om te zetten in het medium van een Biolog-plaat

gekwantificeerd, waardoor een metabolische fingerprint ontstaat. Beide technieken geven een andere doorsnede van de microbiële gemeenschap en leveren dus per definitie unieke, elkaar aanvullende informatie.

In de microbiële ecologie is, anders dan bij andere ecologisch disciplines, het soortenconcept niet ontwikkeld, mede als gevolg van de enorme variatie (redundantie, veerkracht) aan vormen, structuren, en biomoleculen (Naeem, 1998). De bijdrage van de (microbiële) diversiteit aan het functioneren van ecosystemen is nog volop onderwerp van discussie en ook voor de analyse van diversiteit zijn vele concepten in ontwikkeling (Naeem, 2002). De diversiteitsparameter h is een uitdrukking van de verdeling van afbraakcapaciteiten, bepaald in Biolog-platen. Wanneer een reïncultuur in een Biolog-plaat wordt geënt, dan is h relatief hoog, n.l. ongeveer 1,6. Bij microbiële gemeenschappen in oppervlaktewater is h ongeveer 0,9 (ongepubliceerde data). De h van terrestrische gemeenschappen bedraagt gemiddeld ongeveer 0,5. De microbiële diversiteit in bodem wordt geacht orden van grootte hoger te zijn dan in oppervlaktewater. Dit lijkt te stroken met de waargenomen waarden voor h .

Op basis van de analyses in het kader van de BoBI in 1997 en 1999 (Schouten et al., 2000b; dit rapport) kan geconcludeerd worden dat de methode om CLPP te meten bruikbaar is voor monitoring, reproduceerbaar is en te onderscheiden metabolische profielen oplevert. Het is dus in principe mogelijk om op basis van een voldoende grote dataset, habitat respons relaties te maken analoog aan de procedure bij de nematodengemeenschap (Breure et al., 2002). Ook kunnen 'standaarden' worden opgesteld per bodemtype en bodemgebruik, waarmee de afwijking ten opzichte van een gestresst ('minder duurzaam') systeem gekwantificeerd kan worden.

6. Indicatorgroep nematodenfauna

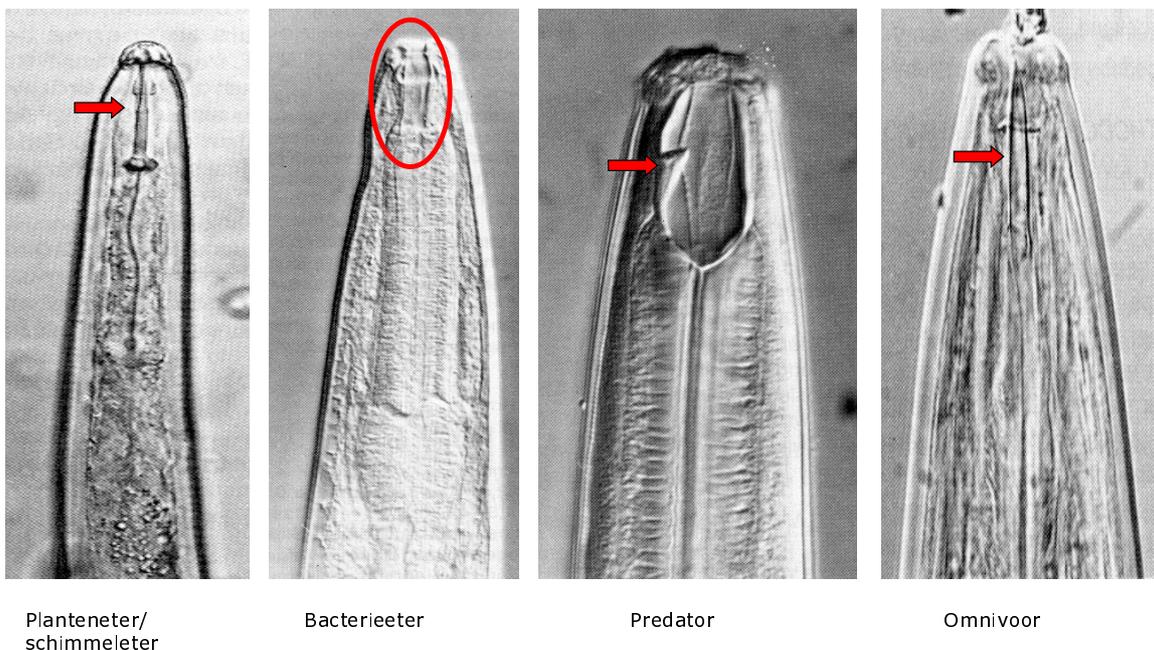


6.1 Inleiding

Rol en functie van nematoden in bodemecosystemen

Nematoden komen in alle bodems voor in grote aantallen en verscheidenheid. Nematoden voeden zich met bacteriën, schimmels, (kleine) dieren en planten. Er wordt wereldwijd veel onderzoek gedaan naar soorten met een parasitaire levenswijze op landbouwgewassen en vee, vanwege het economisch belang dat hiermee gemoeid is. Het ecologische nematodenonderzoek heeft in de laatste 20 jaar pas enige omvang van betekenis gekregen. Het merendeel van de nematoden in grond draagt door hun activiteit bij aan de ecologische functie van de bodem. Microbivore nematoden beïnvloeden de mineralisatie van nutriënten door begrazing van bacteriën en schimmels. Herbivore nematoden voeden zich met sappen (celinhoud) uit plantenwortels en kunnen van significante invloed zijn op de primaire productie. In monocultures van voedingsgewassen ontstaan plagen.

Aan de hand van de voornaamste voedselbron worden de volgende functionele groepen onderscheiden: bacterivore, fungivore, carnivore, omnivore, algenetende en herbivore nematoden.



Figuur 6.1: Voorbeelden van verschillende voedingsgroepen bij nematoden aan de hand van de structuur van de monddelen (overgenomen van R. de Goede WUR-Bodemkwaliteit).

De functionele groep waartoe een soort behoort kan in veel gevallen al bepaald worden aan de hand van de vorm van de mondholte en de specifieke differentiatie van onderdelen, bijvoorbeeld een mondstekel of tandjes. De nematodenfauna is ook in te delen op grond van andere ecologische eigenschappen, de zogenaamde 'life history' kenmerken. Deze eigenschappen hebben te maken met de manier waarop een organisme reageert op de biotische en abiotische omstandigheden van zijn leefomgeving. Soorten die bijvoorbeeld vlug kunnen reageren op plotselinge voedselrijke situaties, door snelle reproductie worden 'enrichment opportunisten' genoemd. Daarnaast zijn er 'general opportunisten' en K-strategen (lange levenscyclus, lage reproductie, specifieke aanpassingen) te onderscheiden. Deze tweede ecologische indeling ligt ten grondslag aan de Maturity Index (MI) voor nematoden (Bongers, 1990).

Omgevingsfactoren zoals voedselbeschikbaarheid, vegetatiesamenstelling en abiotische omstandigheden (bodemtype) bepalen welke combinatie van nematodensoorten (en functionele groepen) wordt aangetroffen.

Plaats in het Bodembologisch indicatorsysteem

Nematoden komen in principe terug op drie plaatsen in het indicatorsysteem, namelijk als begrazers van bodembacteriën en schimmels, als planteneters en als (kleine) predatoren. Dit zijn allen deelprocessen binnen de functie 'Recycling Voedingsstoffen'. Daarnaast zijn ze weer een voedselbron voor grotere bodemorganismen als mijten en springstaarten.

Voor nematoden zijn verschillende kengetallen af te leiden. Naast 'het aantal soorten per functionele groep' en het aantal te onderscheiden functionele groepen, kunnen ook meer specifieke indices gebruikt worden. Dit zijn de Maturity Index en eventueel varianten in de vorm van een MI per functionele groep.

Plaats in het project

De nematodenfauna is reeds als ecologische indicator gebruikt in de eerste cyclus het LMB (1993-1997). Hierover is een aparte reeks rapporten verschenen (Van Esbroek et al., 1995, 1996, 1997, 1998, 1999). Deze gegevens zijn op verschillende wijzen als pilot gebruikt voor een bredere bodemecologische benadering. De nematodenfauna levert verschillende indicatoren voor BoBI. De groep heeft als voordeel dat analyses snel en goedkoop zijn uit te voeren. Nematoden hebben een groot aantal aanknooppunten met trofische niveaus binnen het bodemvoedselweb. De herhaling van metingen op locaties van LMB-1 (1993 t/m 1997) maakt het mogelijk om veranderingen in de tijd te onderzoeken.

6.2 Materiaal en methoden

Monsternamen en bewerking monsters

De nematodenbemonstering is vrijwel geheel geïntegreerd met die van de abiotische LMB-mengmonsters. Zowel de nematodensamenstelling als de microbiologische parameters werden gemeten aan een submonster van het bedrijfsmengmonster (bestaande uit 320 bodemkernen). Hiervoor werden de nog intacte kernen in bak voorzichtig met de hand

verkruid en door elkaar geschept. Vervolgens werd een glazen pot (700 ml) gevuld met grond (circa 500g). De potten met grondmonster werden verder vervoerd in een koelbox om de temperatuur zo constant mogelijk te houden. 's Avonds werden de monsters opgeslagen in een koelcel bij 4°C. Binnen een week werden de monsters bij het analyserende laboratorium afgeleverd. In het geval van de nematodenfauna werden de grondmonsters verwerkt bij het Bedrijfslaboratorium voor Grond en Gewasonderzoek. Hier vond extractie plaats volgens een gemodificeerde Oostenbrink-methode (Oostenbrink, 1960).



Figuur 6.2: Stappen in de extractie van nematoden uit grond. Links: Oostenbrinktrechter met een stapel 40µm opvang-zeven, midden: zeeffjes met wattenfilter, rechts extractieschaaltjes in stelling.

Specifieke metingen

Een hoeveelheid grond (meestal 100g) wordt in suspensie gebracht in de Oostenbrinktrechter, waardoor de dieren van de gronddeeltjes worden losgespoeld. De nematoden worden gescheiden van de grovere gronddeeltjes door een verschil in bezinkingssnelheid. Vervolgens wordt de suspensie gezeefd (vier gestapelde zeven: 1 x 100µm + 3 x 40µm) om fijne lutum en organische deeltjes te verwijderen. Tot slot worden de levende nematoden geconcentreerd en gevangen met behulp van een wattenfilter. De nematoden kruipen hier gedurende twee dagen actief doorheen en worden verzameld in een kleine hoeveelheid water.

Het totale aantal nematoden in 100g grond wordt geschat door 2 x 10% van de geëxtraheerde dieren te tellen. Na telling wordt het monster gefixeerd. Vervolgens worden preparaten gemaakt om ca. 150 nematoden onder een lichtmicroscop te identificeren.



Figuur 6.3: Tellen en determineren van nematoden in het Bodembologisch laboratorium van het BLGG

Gegevensbewerking en opslag

Aan de hand van de soortenlijsten kunnen verschillende indicatieve variabelen berekend worden. Dit zijn bijvoorbeeld het aantal soorten, functionele groepen, ecologische indices of combinaties daarvan. Het is van belang tot een zekere standaardisatie te komen van het detailniveau waarop geïdentificeerd wordt. Onvolwassen dieren, die vaak het merendeel van de nematodenfauna uitmaken, zijn (meestal) niet tot op soort te identificeren. Door de soorten tot genera te bundelen wordt bijvoorbeeld een stabiel beeld van de samenstelling verkregen. De determinatiegegevens van BoBI 1999 zijn op een iets andere wijze bewerkt dan in de pilot, om een betere schatting van het aantal soorten te krijgen. De gegevens over aantal taxa (genera/families) in andere projecten zijn daarom niet 100% vergelijkbaar. Het probleem wordt veroorzaakt doordat in een soortenlijst met gemengd determinatieniveau (soorten, genera, families) dubbeltellingen voorkomen, die per monsterpunt verschillen. Voor dit onderzoek zijn de gegevens over de afzonderlijke locaties doorgenomen, en de duidelijke doublures uit de telling verwijderd. De basisgegevens van de identificaties worden met andere LMB- en BoBI-resultaten opgeslagen in de 'RIVM-NEMABASE'.

De resultaten van de nematodenanalyses uit 1999 zijn omgerekend naar de kengetallen die hiervoor eerder gekozen zijn (Schouten et al., 1997; 2000b). Hiervoor werden de soortenlijsten in een spreadsheetprogramma bewerkt. De verschillen tussen de onderzochte categorieën zijn getoetst met behulp van variantie analyse, zonodig na logaritmische transformatie om homogeniteit van varianties te krijgen.

6.3 Resultaten en discussie

De resultaten in dit hoofdstuk zijn toegespitst op de gekozen indicatorwaarden voor de nematodenfauna. Details per locatie zijn in de bijlagen opgenomen. Ten opzichte van de pilot (Schouten et al., 2000b) is de lijst indicatoren enigszins aangepast. In plaats van de Trofische

diversiteitsindex zijn de verhoudingen tussen de voedselgroepen aangegeven. Dit geeft beter, en meer in detail een aantal belangrijke processen weer. Het uitgangspunt voor het Bodembologisch indicatorsysteem was ‘het aantal soorten per functionele groep’ als link tussen diversiteit en functies. Hiervoor kan ook nog een andere indeling van de nematodenfauna worden gekozen, namelijk die in overlevings-strategieën of cp-groepen. Deze indeling ligt ook ten grondslag aan de Maturity Index, en vertoont een flinke mate van overlap met indeling in voedselgroepen. Mede gezien de lengte van de lijst deelindicatoren en de onevenwichtigheid die ontstaat bij de berekening van de Bodemkwaliteitsindex (zie hoofdstuk 10), is er hier voor gekozen om de kengetallen voornamelijk te baseren op de voedselgroepen indeling. Tabel 6.1 geeft een samenvatting van de kengetallen per categorie landgebruik.

*Tabel 6.1: Overzicht gemiddelde indicatorwaarden gebaseerd op de nematodenfauna van drie categorieën melkveehouderijbedrijven (MVH) op zandgrond. De kolom Significantie verschillen geeft de uitkomst van de (overall) ANOVA. *= $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; *** = $p \leq 0,001$; n.s = niet significant. Letters in superscript geven significante verschillen ($p \leq 0,05$) tussen categorieën.*

Nematodenfauna	MVH biologisch (n=10)	MVH- extensief (LMB, n=19)	MVH- intensief (LMB, n=20)	Significantie verschillen
Abundantie (aantal/100g)	6061	5464	4488	*
Aantal taxa (soort/geslacht)	26,2	24,0	23,7	ns
Maturity Index	2,32 ^a	2,03 ^b	2,02 ^b	**
% bacterivoren	37,2 ^a	55 ^b	60,4 ^b	***
% carnivoren	1,1	1,8	2,2	ns
% fungivoren	3,6 ^a	2,6 ^{ab}	1,9 ^b	*
% omnivoren	6,3	6,4	6,7	ns
% herbivoren	51,8 ^a	34,2 ^b	28,7 ^b	***
% dauerlarven	11,0 ^a	17,6 ^{ab}	23,2 ^b	*
<i>Aantal taxa (soorten):</i>				
Bacterivoren	11,4	11,6	12,35	ns
Carnivoren	1	1,4	1,5	ns
Fungivoren	2,3 ^a	1,7 ^{ab}	1 ^b	**
Omnivoren	2,2	1,9	1,9	ns
Herbivoren	9,3 ^a	7,4 ^b	6,9 ^b	**

Uit tabel 6.1 wordt snel duidelijk dat veel indicatoren, gebaseerd op de nematodenfauna, significant verschillen tussen de drie landgebruikscategorieën (zie laatste kolom met toetsresultaten). De totale nematodendichtheid, aantal genera en Maturity Index zijn alle drie gemiddeld het hoogst in de biologische bedrijven.

De nematodendichtheid verschilt overall niet significant tussen de categorieën, maar niet in paarsgewijze vergelijkingen tussen de drie bedrijfstypen. Dit wordt mede veroorzaakt door het toenemend aantal dauerlarven (ruststadium) van biologische naar intensieve

veehouderijen (zie tabel 6.1). Dauerlarven zijn ruststadia van bacterie-etende nematoden die bij hoge voedseldichtheden voorkomen, of speciale aanpassingen hebben aan uitdroging. Ze worden niet tot het actieve deel van de fauna gerekend en worden normaal niet betrokken bij de indeling in functionele groepen. De resultaten voor het %dauerlarven zijn in tabel 6.1 zichtbaar gemaakt vanwege de frappante verschillen tussen de bodemgebruikscategorieën. Wanneer de dauerlarven buiten beschouwing worden gelaten neemt de significantie van het verschil in totaal aantal nematoden toe van 0,04 tot 0,004. De biologische bedrijven hebben in deze laatste benadering gemiddeld een significant hoger aantal nematoden in de bodem. Het totaal aantal genera per categorie verschilt net niet significant ($p=0,051$). De Maturity Index daalt wel duidelijk van biologisch naar intensief, waarbij de biologische bedrijven verschillen van de andere twee categorieën. Een lagere MI wijst in dit verband op een hogere voedselrijkdom in de bodem. Dit vermoeden wordt ondersteund door een sterke stijging van het percentage bacterie-eters en een afname van het aandeel schimmeleers en planten-etende nematoden. Deze effecten lopen parallel met de gemiddelde veebezetting en fosforgehaltes in de bodem (zie hoofdstuk 3). Ze werden eerder waargenomen in de eerste meetronde van het LMB in 1993 en 1994 (Van Esbroek et al., 1995).

Opvallend is tevens het verschil in planten-etende nematoden tussen de categorieën. Dit geldt niet alleen voor het aandeel (%), maar ook voor de absolute aantallen per 100g ($p < 0,0001$) en het aantal soorten (tabel 6.1). Het is aannemelijk dat de intensieve bedrijven gemiddeld een hogere grasproductie hebben, waardoor er ook meer voedsel is voor planten-etende nematoden. Dit verband is in de literatuur wel beschreven. Anderzijds hebben specifieke plantenparasitaire soorten in hoge dichtheden ook een negatief effect op de gewasproductie. Wanneer binnen de soortenlijst gezocht wordt naar de planten-etende taxa die voor een belangrijk deel bijdragen aan de verschillen tussen de categorieën, dan blijkt dat veroorzaakt te worden door de families Tylenchidae (resp. biologisch 21%, extensief 11%, intensief 9%) en Dolichodoridae (17, 11, 10%). Deze twee taxa zijn significant hoger op de biologische bedrijven. De groep van de Tylenchidae bestaat uit soorten die leven van de fijne wortelharen en mogelijk ook schimmeldraden. Er zijn aanwijzingen dat een verschuiving in deze richting samen gaat met een hogere plantendiversiteit, minder (biochemische) resistentiemechanismen van grassen en een lagere voedingswaarde van de wortels (Verschoor, 2001). Het ontbreekt echter aan detailinformatie om dergelijke verbanden aan te tonen in deze dataset. Mogelijk spelen andere beheersaspecten als de frequentie van het scheuren van de graslanden of de toepassing van bestrijdingsmiddelen (op gangbare bedrijven) tevens een rol.

Van de diversiteitsparameters verschilt verder alleen het aantal soorten schimmeleers. De diversiteit aan schimmeleers is relatief klein, doch het hoogst in de biologische bedrijven. De resultaten van deze groep sluiten aan bij de interpretatie van de planten-etende groep. Het wijst er op dat het aantal mycorrhiza's (=symbiotische wortelschimmels) of de afbraak door schimmels een belangrijkere plaats in neemt.

6.4 Conclusie

Uit de nematodengegevens van de onderzochte graslanden komt het beeld naar voren dat er aanzienlijke verschillen zijn in bodemecologische processen. De afbraakroutes zijn in het algemeen sterk bacterie-gedomineerd. Dat neemt nog verder toe van biologische bedrijfsvoering naar intensieve melkveehouderijen. De plantenetende soorten nemen hierbij (onverwacht) af in aantal en diversiteit.

In de pilot van de Bodembiologische Indicator (1997) werd reeds geconstateerd dat het aantal soorten in de groepen carnivore- en omnivore nematoden meestal te klein is om significante effecten waar te nemen. Ook in dit onderzoek lijkt dat het geval. Het is waarschijnlijk beter om voor deze groepen een somparameter te maken. De groep van de schimmeletende nematoden is in deze gronden ook gering in diversiteit. De effecten waren echter dusdanig dat een significant onderscheid gemaakt kon worden.

7. Indicatorgroep potwormen



7.1 Inleiding

Rol en functie van potwormen in bodemecosystemen

Potwormen (Enchytraeidae) zijn kleine verwanten van de regenwormen; beide behoren tot de orde van de Oligochaeta. Van oorsprong zijn potwormen aquatische dieren, en sommige soorten kunnen dan ook zowel in het water als in de bodem worden aangetroffen. Hoewel er geen morfologische aanpassingen tegen uitdrogen bekend zijn, komen potwormen over de hele wereld voor, tot in de poolstreken en in subtropische gebieden. Er zijn enkele honderden soorten terrestrische potwormen bekend. Afhankelijk van het habitat ligt hun dichtheid in de orde van 10^2 - 10^6 per m^2 . Ze zijn saprotroof/microtroof, en waarschijnlijk spelen microben een hoofdrol in hun dieet. Evenals regenwormen kunnen ze grond en organisch materiaal in hun darm mengen, maar de gangetjes die potwormen maken zijn uiteraard een orde van grootte minder dan die van regenwormen. Dit betekent dat ze een andere invloed op de bodemstructuur en de daarmee samenhangende bodemfysische eigenschappen hebben dan regenwormen, maar niet dat ze minder belangrijk zijn.

Plaats in het Bodembologisch Indicatorsysteem

De potwormen komen op twee plaatsen terug in het indicatorsysteem, namelijk bij de functies: 'Decompositie van organisch materiaal - proces: Fragmentatie' en bij de functie 'Bodemstructuurvorming - proces bioturbatie en aggregaatvorming'. Zowel de voedingswijze van, als de predatiedruk op de potwormen is moeilijk in te schatten. Ze zijn daarom niet in het 'voedselwebmodel-deel' van het indicatorsysteem opgenomen. Ongetwijfeld spelen ze ook een rol van betekenis in het bodemvoedselweb, o.a. als voedselbron voor grotere bodemorganismen.

Plaats in het project

Door hun algemene voorkomen in redelijk hoge aantallen en diversiteit zijn potwormen geschikte organismen voor ecologische monitoring. Ze zijn door middel van een beperkt aantal steekboormonsters makkelijk te verzamelen bij een eenmalig bezoek aan een locatie. Potwormen zijn opgenomen in het indicatorsysteem, vanwege hun unieke plaats in het bodemecosysteem, de verwachting dat de groep een hoge bioindicatiewaarde heeft, de praktische uitvoerbaarheid van monsternamen en onderzoek en de kosten die hiermee gemoeid zijn.

7.2 Materiaal en methoden

Per bedrijf werden 6 ongestoorde steekmonsters (diameter 5,8 cm, hoogte 15 cm) verzameld. Verwerking (extractie, determinatie en tellingen) van de monsters vond plaats op het Bedrijfs Laboratorium voor Grond en Gewasonderzoek te Oosterbeek. Tot het tijdstip van verwerking in het laboratorium werden de monsters bewaard bij een temperatuur van 4 °C. Voor verwerking werden de monsters opgedeeld in schijfjes van 2,5 cm die afzonderlijk werden geëxtraheerd volgens een gemodificeerde natte extractie-methode (Didden, 1991).



Figuur 7.1: Extractie-apparaat voor potwormen. Bodemmonsters (schijfjes) worden op een filter in de steunzeefjes gezet. Het zeeffe komt op een trechter met water te staan. De monsters worden aan de bovenzijde verwarmd.

De potwormen werden geteld, opgemeten en gedetermineerd met behulp van een lichtmicroscop gebruik makend van de bestaande taxonomische literatuur (Nielsen en Christensen, 1959, 1961, 1963 en talrijke recentere publicaties). Adulte exemplaren werden tot op soort gedetermineerd, juveniele tot op geslacht. Op basis van de lengte werd het versgewicht berekend met behulp van bestaande regressievergelijkingen (Abrahamsen, 1973). Voor dit verslag werden de 6 monsters van elk bedrijf beschouwd als 1 mengmonster. De gegevens werden opgeslagen in dBase-files; numerieke en statistische bewerkingen vonden plaats met behulp van Statistica-procedures (Statistica 5.1), na logtransformatie van de gegevens.

Op grond van de bekende gegevens over de biologie van potwormen zijn de waargenomen soorten onderverdeeld in 3 functionele groepen:

1. De *Fridericia* groep, bestaande uit soorten van het geslacht *Fridericia*, die enerzijds gekenmerkt worden door een sterkere binding aan vers strooisel en anderzijds door een K-strategie.
2. De *Marionina* groep, met soorten van de geslachten *Marionina*, *Buchholzia*, *Hemifridericia* en *Henlea*, die gekenmerkt worden door hun associatie met wat verder afgebroken materiaal.

3. De *Enchytraeus*-groep, met *Enchytraeus*, *Achaeta*, *Cognettia* en *Enchytronia* soorten. Dit is een heterogene groep bestaande uit soorten die geassocieerd zijn met mineraal materiaal, soorten die geassocieerd zijn met oud organisch materiaal en opportunistische soorten (r-strategen)

In verband met gebrek aan ervaring op dit terrein kostte de verwerking bij het Blgg zeer veel tijd, waardoor monsters zowel voor als na de extractie voor zeer lange perioden bewaard moesten blijven. Hoewel duidelijke effecten van deze lange bewaartijden op de analyseresultaten aantoonbaar waren (Didden, ongepubliceerde gegevens), vormden ze een kleinere factor dan de natuurlijke variatie tussen de monsters, waardoor uitspraken op bedrijfsniveau mogelijk bleven.

7.3 Resultaten

In totaal (zowel de reguliere meetnet-bedrijven als de referenties) werden 18 soorten en 9 geslachten aangetroffen. Tabel 7.1 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 7.1: Overzicht van de aangetroffen soorten en geslachten potwormen, in drie categorieën graslanden op zand.

Naam	Voorkomen in %			
	Totaal	MVH- biologisch (n=10)	MVH- extensief (LMB, n=19)	MVH- intensief (LMB, n=20)
<i>Enchytraeus</i> Henle 1837	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Fridericia</i> Michaelsen 1889	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Henlea</i> Michaelsen 1889	98,0	100,0	100,0	95,0
<i>Achaeta</i> Vejdovsky 1877	57,1	20,0	52,6	80,0
<i>Enchytronia</i> Nielsen & Christensen 1959	8,2	0,0	15,8	5,0
<i>Cognettia</i> Nielsen & Christensen 1959	6,1	20,0	0,0	5,0
<i>Marionina</i> Michaelsen 1889	6,1	10,0	5,3	5,0
<i>Hemifridericia</i> Nielsen & Christensen 1959	2,0	0,0	0,0	5,0
<i>Mesenchytraeus</i> Eisen 1878	2,0	0,0	5,3	0,0
<i>E. buchholzi</i> Vejdovsky 1879	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>H. ventriculosa</i> (d'Udekem) 1854	95,9	100,0	100,0	90,0
<i>H. perpusilla</i> Friend 1911	85,7	100,0	89,5	75,0
<i>F. bulboides</i> Nielsen & Christensen 1959	75,5	70,0	84,2	70,0
<i>E. minutus</i> Nielsen & Christensen 1961	30,6	10,0	47,4	25,0
<i>F. bisetosa</i> (Levinsen) 1884	10,2	10,0	10,5	10,0
<i>F. bulbosa</i> (Rosa) 1887	10,2	10,0	10,5	10,0
<i>F. paroniana</i> Issel 1904	6,1	0,0	10,5	5,0
<i>F. perrieri</i> (Vejdovsky) 1877	6,1	20,0	5,3	0,0
<i>F. alata</i> Nielsen & Christensen 1959	4,1	20,0	0,0	0,0
<i>C. glandulosa</i> (Michaelsen) 1888	2,0	10,0	0,0	0,0
<i>M. simillima</i> Nielsen & Christensen 1959	2,0	10,0	0,0	0,0
<i>A. aberrans</i> Nielsen & Christensen 1961	2,0	0,0	5,3	0,0
<i>A. eiseni</i> Vejdovsky 1877	2,0	0,0	5,3	0,0
<i>H. nasuta</i> (Eisen) 1878	2,0	0,0	5,3	0,0
<i>E. parva</i> Nielsen & Christensen 1959	2,0	0,0	0,0	5,0
Total number of genera	9	6	7	8
Total number of species	18	12	15	13

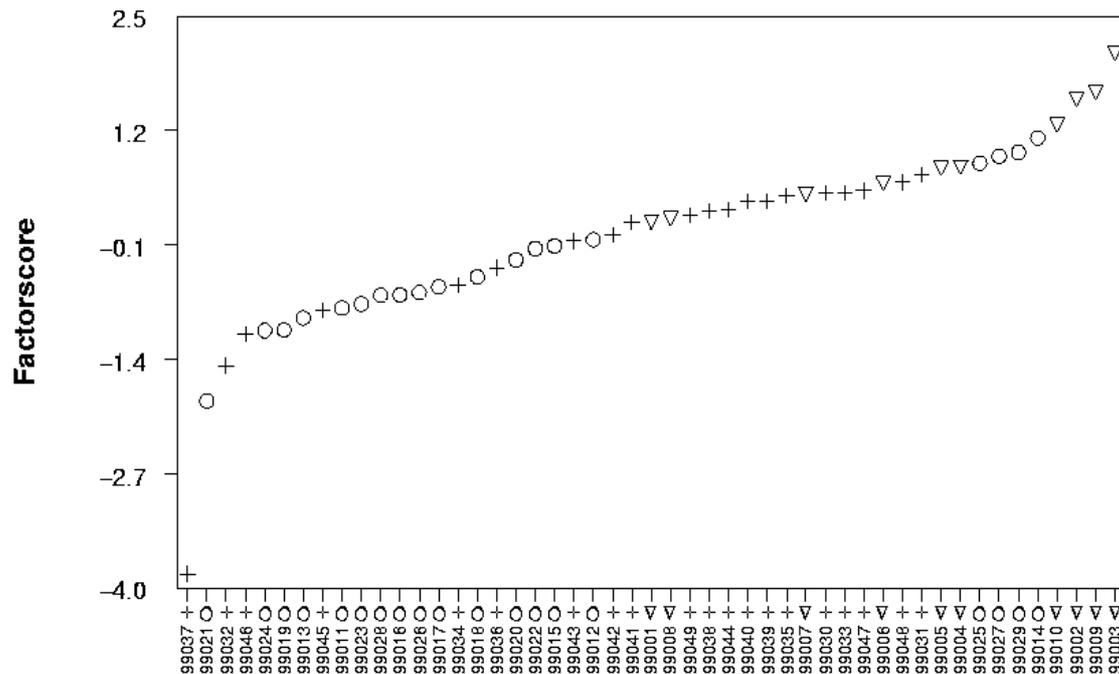
Tabel 7.2 geeft een overzicht van een aantal parameters voor de verschillende bedrijfstypen. De soortenaantallen varieerden van 3 tot 8 en hierin werden geen significante verschillen tussen de verschillende bedrijven gevonden. Wel hadden de biologische bedrijven significant hogere abundanties, biomassa's en aantallen wormen in de *Fridericia*- en de *Enchytraeus*-groep ($p < 0.05$, T-test). De diversiteit was significant het hoogst in de extensieve bedrijven ($p < 0.05$, T-test).

Tabel 7.2: Overzicht indicatorwaarden gebaseerd op potwormen van drie categorieën graslanden op zand. Waarden voor gemiddelden gebaseerd op ongetransformeerde data. De kolom Significantie verschillen geeft de uitkomst van de (overall) ANOVA.

= $p \leq 0,05$; **= $p \leq 0,01$; *= $p \leq 0,001$. Letters in superscript geven significante verschillen ($p \leq 0,05$) tussen categorieën.*

Potwormen	MVH- biologisch (n=10)	MVH- extensief (LMB, n=19)	MVH- intensief (LMB, n=20)	Significantie verschillen
Abundantie (aantal/m ²)	40751 ^a	17877 ^b	21333 ^b	**
Biomassa (g/m ²)	5,43 ^a	2,05 ^b	2,37 ^b	***
Aantal soorten	5,2	5,6	5,1	n.s
Diversiteit (Shannon's H')	0,93 ^a	1,16 ^b	0,84 ^a	*
<i>Fridericia</i> -groep (n/m ²)	4371 ^a	1655 ^b	2314 ^b	*
<i>Marionina</i> -groep (n/m ²)	8627	5165	3007	n.s
<i>Enchytraeus</i> -groep (n/m ²)	27752 ^a	11047 ^b	16012 ^b	**

Toepassing van een hoofdcomponentenanalyse op de waarden van enkele eenvoudig te bepalen parameters (totale abundantie, biomassa, abundantie van de 3 soortengroepen) leverde een gecombineerde parameter op waarvan de waarden zijn uitgezet in figuur 7.2. De figuur laat zien dat binnen alle 3 de bemonsterde bedrijfstypen een duidelijke rangorde kan worden aangebracht. Wel vertonen de biologisch beheerde bedrijven vooral hogere waarden en komt in beide andere bedrijfstypen een veel grotere spreiding voor.



Figuur 7.2: Factorscores voor potwormen voor op drie onderzochte bedrijfstypen. De factor is opgebouwd uit de gegevens voor totale abundantie, biomassa en de abundantie van 3 soortengroepen (zie tekst), en verklaart 68% van de totale variatie in deze parameters. ∇= biologisch, O= extensief, += intensief bedrijf. Monsterpunten op de x-as zijn gecodeerd.

7.4 Discussie en conclusies

Ondanks de vrij grote overlap in potwormgemeenschappen tussen de 3 bedrijfstypen, zijn met name de biologische bedrijven op een aantal punten significant verschillend van de beide andere categorieën. De spreiding van de hier gebruikte parameters (abundantie, biomassa en abundantie binnen de 3 soortengroepen) is voldoende om uitspraken te kunnen doen over de positie van bedrijven langs een ‘meetlat’. Het voordeel van de hier gekozen parameters is hun relatief eenvoudige aard: er is slechts een beperkte taxonomische kennis (op genus-niveau) en tijdsinvestering nodig om de informatie te verzamelen.

De resultaten suggereren dat de gemeenschappen in de biologisch beheerde bedrijven een homogener groep vormen dan de extensief en intensief beheerde bedrijven. De biologische beheerde bedrijven vertonen in het algemeen een hogere abundantie (met name in de *Fridericia*- en de *Enchytraeus*-groep) en biomassa dan de overige bedrijven. Het ligt voor de hand dat de samenstelling van de potwormfauna bepaald wordt door enerzijds de bodemeigenschappen ter plaatse en anderzijds door het toegepaste beheer. De grote spreiding binnen intensief en extensief beheerde graslanden wijst op een belangrijke invloed van verschillen in bodemeigenschappen (zie hoofdstuk 3).

8. Indicatorgroep regenwormen



8.1 Inleiding

Rol en functie van regenwormen in bodemecosystemen

Regenwormen (Lumbricidae) zijn een belangrijke groep gravende bodemdieren. In voor hen gunstige omstandigheden vormen ze de hoofdmoot van de dierlijke biomassa in de bodem.

Onder sommige graslanden kan wel 3000 kg/ha aan wormen voorkomen. Volgens een veelgebruikte franse indeling worden ze in drie functionele groepen ingedeeld volgens:

1. **Epigé's**: soorten die voornamelijk in de strooisellaag leven en niet veel in de grond voor komen. Deze soorten zijn vaak gepigmenteerd, om schade door blootstelling aan UV-straling te verminderen. Ook is de predatie-kans in de strooisellaag groot, zodat het ook vaak zeer beweeglijke, actieve soorten zijn. Ze hebben overwegend een r-strategie.
2. **Endogé's**: soorten die in de bodem zelf leven en zich hier voeden met organisch materiaal. Binnen deze groep kan nog het onderscheid worden gemaakt naar de hoeveelheid humus die ze nodig hebben: **polyhumic**, **mesohumic** en **oligohumic**. Dit onderscheid is echter vooral voor tropische wormen van belang, waar de koppeling tussen hogere temperatuur en vochtigheid snelle decompositieprocessen mogelijk maken. In de gematigde streken komen alleen polyhumic soorten voor, die zich dus vooral in de A-horizont van de bodem ophouden. Endogé's zijn vaak ongepigmenteerd en hebben vaak een lagere reproductiesnelheid dan epigé's. Afhankelijk van hun plaats in de bodem zitten ze tussen r- en K-strategen in.
3. **Anéciques**: relatief grote soorten die in een verticale gang leven, die tot 2 à 3 meter diep kan zijn. In de bovengrond kan bij sommige soorten de gang vertakken, zodat er verschillende uitgangen naar het bodemoppervlak zijn. De worm verzamelt zijn voedsel op het oppervlak: hij verkleint het strooisel en trekt het de grond in. In feite gebruikt hij de bodem als een 'external rumen': het strooisel wordt door slijmuitscheidingen nat gemaakt en van een makkelijke energiebron voorzien. Hierdoor kunnen microben het materiaal aantasten; later neemt de worm het dan voor hem beter verteerbare materiaal weer op. Anéciques hebben vaak een gepigmenteerde voorkant (waarmee ze bovengronds komen) en een ongepigmenteerde achterkant. Het zijn dieren met een K-strategie.

Deze drie hoofdtypen wormen kunnen naast elkaar voorkomen, maar in bepaalde situaties komen alleen epigé's voor. Dit zijn met name bodems die zandig en/of zuur zijn, of met een vegetatie die moeilijk afbreekbaar strooisel produceert (bijvoorbeeld door veel aromatische stoffen).

Plaats in het Bodembologisch Indicatorsysteem

Het zal duidelijk zijn dat de invloed op de bodemstructuur en daarmee samenhangend op de water- en luchtinfiltratie door de drie groepen nogal verschillend van aard is. Naast hun directe bijdrage aan de strooiselafbraak zijn regenwormen in de meeste systemen erg belangrijk doordat ze voor andere dieren gunstige randvoorwaarden creëren: ruimte (en toegang tot die ruimte) in de bodem, goede drainage, goede doorluchting, goede lucht/water verhouding door een heterogeen poriëstelsel. Daarnaast stimuleren ze direct de microflora, door het verkleinen en met grond vermengen van strooisel.

Regenwormen komen in het indicatorsysteem op twee plaatsen terug: 1) bij de functie 'afbraak van organische materiaal'; proces fragmentatie en 2) bij de functie 'bodenvormende processen'; proces bioturbatie en aggregaatvorming.

Plaats in het project

Wormen (en potwormen) zijn gekozen in het indicatorsysteem omdat ze de enige twee vertegenwoordigers zijn van de bovengenoemde processen (fragmentatie, bodenvorming). Bovendien is monsternamen en analyse praktische goed uitvoerbaar in meetnetverband. Over wormen zijn relatief veel veldgegevens beschikbaar. Ze vormen bovendien een belangrijke schakel naar bovengrondse voedselketens. Van de bodemorganismen zijn wormen tevens heel geschikt voor het bepalen van de bioaccumulatie van stoffen.

8.2 Materiaal en methoden

In 1999 werden per bedrijf 6 ongestoorde monsters (oppervlak 20×20 cm, diepte 15 cm) verzameld. Deze werden tot het tijdstip van verwerking in het laboratorium bewaard bij een temperatuur van 4 °C. De regenwormen werden door 'handsorting' uit de grond gezocht, geteld, gewogen en opgeslagen in 70% alcohol. De geconserveerde wormen werden gedetermineerd m.b.v. de tabel in Sims en Gerard (1985). Adulte exemplaren werden tot op soort gedetermineerd, juveniele tot op geslacht. Voor dit rapport werden de 6 monsters van elk bedrijf beschouwd als 1 mengmonster. De gegevens werden opgeslagen in dBase-files; numerieke en statistische bewerkingen vonden plaats met behulp van Statistica-procedures, na logtransformatie van de gegevens.

De regenwormen worden hieronder ingedeeld in 2 van de 3 functionele groepen volgens de indeling genoemd in §8.1. De (soorten uit de) geslachten *Aporrectodea* en *Allolobophora* werden geclassificeerd als endogé's, de overige soorten als epigé's. *Aporrectodea longa* behoort tot de anéciques, maar deze soort werd slechts zelden aangetroffen en is daarom bij deze indeling verwaarloosd.

8.3 Resultaten

In totaal werden, zowel in de reguliere meetnet-bedrijven als in de referenties, 9 soorten en 6 geslachten aangetroffen. Tabel 8.1 geeft hiervan een overzicht

Tabel 8.1: Overzicht van de aangetroffen soorten en geslachten regenwormen en hun presentie, in drie categorieën graslanden op zand.

Naam	Totaal	Voorkomen in %		
		MVH Biologisch (n=10)	MVH Extensief (LMB, n=19)	MVH Intensief (LMB, n=20)
<i>Allolobophora chlorotica</i> (Savigny)	36,7	60,0	36,8	25,0
<i>Aporrectodea</i> Örley, 1885	91,8	100,0	100,0	80,0
<i>Aporrectodea caliginosa</i> (Savigny)	81,6	90,0	84,2	75,0
<i>Aporrectodea longa</i> (Ude)	8,2	10,0	5,3	10,0
<i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny)	12,2	30,0	10,5	5,0
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny)	2,0	0,0	0,0	5,0
<i>Lumbricus</i> Linnaeus, 1758	91,8	100,0	89,5	90,0
<i>Lumbricus castaneus</i> (Savigny)	2,0	0,0	5,3	0,0
<i>Lumbricus rubellus</i> (Hoffmeister)	83,7	100,0	89,5	70,0
<i>Murchieona minuscula</i> (Rosa)	2,0	10,0	0,0	0,0
<i>Octolasion tyrtaeum tyrtaeum</i> (Savigny)	6,1	20,0	0,0	5,0
Totaal aantal geslachten	6	5	3	5
Totaal aantal soorten	9	7	6	7

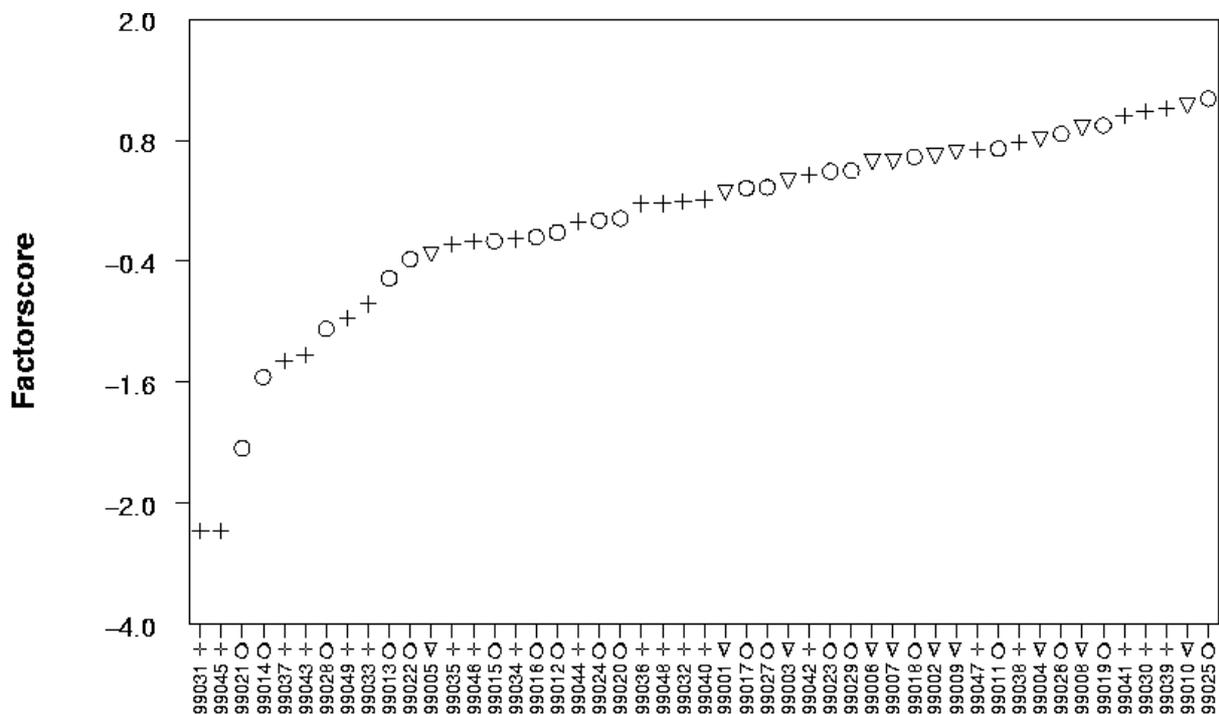
In tabel 8.2 zijn een aantal kengetallen voor de regenwormgemeenschappen opgenomen. Er werden geen significant verschillen gevonden tussen de verschillende bedrijven wat betreft soortenaantallen en biomassa's. De totale aantallen wormen waren echter significant hoger in

Tabel 8.2: Overzicht van gemiddelde indicatorwaarden voor regenwormen in drie categorieën graslanden op zand. Gemiddelden berekend uit ongetransformeerde data. De kolom Significantie verschillen geeft de uitkomst van de (overall) ANOVA.

* = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; *** = $p \leq 0,001$. Letters in superscript geven significante verschillen ($p \leq 0,05$) tussen categorieën.

Regenwormen	MVH – biologisch (n=10)	MVH- extensief (LMB, n=19)	MVH- intensief (LMB, n=20)	Significantie verschillen
Abundantie (aantal/m ²)	246 ^a	148 ^{ab}	130 ^b	*
Biomassa (g/m ²)	41,5	38,4	43,0	n.s
Epigé-soorten (aantal/m ²)	118 ^a	66 ^b	50 ^b	*
Endogé-soorten (aantal/m ²)	127	80	80	n.s
Aantal soorten	3,10	2,47	2,20	n.s
Epigé-soorten	1,30	0,95	1,00	n.s
Endogé-soorten	1,90 ^a	1,42 ^{ab}	1,15 ^b	*
Diversiteit (Shannon's H')	0,90 ^a	0,69 ^{ab}	0,59 ^b	*

de biologisch beheerde bedrijven dan in beide andere typen, wat vooral samenhang met een significant verschil in aantallen epigé's. Zowel het aantal voorkomende endogé-soorten als de diversiteit was in biologische bedrijven significant hoger dan in intensief beheerde bedrijven. Toepassing van een hoofdcomponentenanalyse op de waarden van vier van de hier geanalyseerde parameters (totale abundantie en biomassa en de soortenaantallen van endogé's en epigé's) leverde een gecombineerde parameter op waarvan de waarden zijn uitgezet in figuur 8.1. De figuur laat zien dat binnen alle 3 de bemonsterde bedrijfstypen een duidelijke rangorde kan worden aangebracht. Desalniettemin vertonen de biologisch beheerde bedrijven vooral hogere waarden, terwijl in de beide overige bedrijfstypen een veel grotere spreiding voorkomt.



Figuur 8.1: Factorscores voor regenwormen op drie onderzochte bedrijfstypen. De factor is opgebouwd uit de gegevens voor totale abundantie en biomassa en de aantallen van 2 functionele groepen, en verklaart 90% van de totale variatie in deze parameters. ∇= biologisch, O= extensief, += intensief bedrijf. Monsterpunten op de x-as zijn gecodeerd.

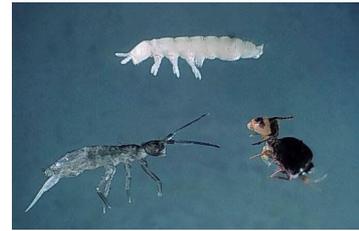
8.4 Discussie en conclusies

Voor de interpretatie van de hier gepresenteerde gegevens en analyses is het van belang rekening te houden met enkele punten betreffende de monsternamen. Op de eerste plaats werden met de gehanteerde methode alleen die regenwormen verzameld die zich in de bovenste 15 cm van de bodem bevonden en tijdens de monsternamen niet konden vluchten. Dat betekent dat eventueel voorkomende anécique's niet of nauwelijks zijn gevonden, terwijl ook voor de epigé-soorten (in het algemeen oppervlakkig voorkomende en actieve dieren)

een onderschatting niet moet worden uitgesloten. Op de tweede plaats bleek het bemonsterde volume niet in alle gevallen gelijk te zijn, doordat de monsters soms scheef werden gestoken. Tenslotte moet ook het effect van de weersomstandigheden tijdens de bemonsteringsperiode niet uit het oog worden verloren: in droge periodes kan een belangrijk gedeelte van de regenwormengemeenschap zich op een diepte van meer dan 15 cm terugtrekken, zodat bij een in de tijd gespreide bemonstering zoals die hier heeft plaatsgevonden een extra spreiding in de resultaten optreedt.

De resultaten laten zien dat de regenwormen-gemeenschappen van de onderzochte bedrijven een duidelijke spreiding vertonen, waarbij de biologisch beheerde bedrijven een homogener groep lijken te zijn dan de extensief en intensief beheerde bedrijven. De biologische beheerde bedrijven vertonen in het algemeen een hogere diversiteit en hogere abundanties dan de overige bedrijven. Het ligt voor de hand dat de samenstelling van de regenwormfauna bepaald wordt door enerzijds de bodemeigenschappen ter plaatse, en anderzijds door het toegepaste beheer. De resultaten van deze bemonstering zouden er op kunnen wijzen dat de grote spreiding in intensief en extensief beheerde graslanden voor een belangrijk gedeelte wordt veroorzaakt door verschillen in bodemeigenschappen, terwijl in biologisch beheerde bedrijven het gevoerde beheer mogelijk van groter belang is.

9. Indicatorgroep micro-arthropoden



9.1 Inleiding

Rol en functie van de indicatororganismen in bodemecosystemen

De bodemmicro-arthropoden bestaan overwegend uit mijten en springstaarten. Mijten behoren tot de spinachtigen. Ze hebben een bolvormig lichaam, meestal niet groter dan een speldeknop. Het zijn dus geen insecten ('zespotigen'), maar daar wel nauw aan verwant. Mijten zijn zeer divers in soorten en functies. Ze komen in aantallen van enkele 10-duizenden tot meer dan 10^6 per m^2 (meest oppervlakkig) in de bodem voor. De dichtheid is afhankelijk van het bodemgebruikstype (mate van verstoring). Het zijn bacterie-etters, schimmeleters, en predatoren. Springstaarten zijn primitieve vleugelloze insecten die naast zes poten ook nog een springvork hebben. Springstaarten worden ook aangetroffen in aantallen tussen de 10^3 en 10^6 per m^2 . De diversiteit is kleiner en qua functie worden ze tot de schimmel- of detritus-etters gerekend.

Mijten zijn eerder ingedeeld naar overlevingsstrategieën (Siepel, 1994) en voedselgildes (Siepel en De Ruiter-Dijkman, 1993). Op basis van deze indelingen kan de bodemmicro-arthropodenfauna worden gekarakteriseerd. Veranderingen van soortensamenstelling binnen dezelfde strategie of hetzelfde gilde (functionele groep) storen niet de interpretatie op hoofdlijnen, die af te lezen valt uit de verdeling van de individuen over de onderscheiden groepen. Doorgaans zullen alle strategieën of gildes vertegenwoordigd zijn, maar een deel daarvan meestal slechts door een beperkt aantal soorten in geringe dichtheid. Welke gildes of welke strategieën op een bepaalde locatie dominant zijn, geeft informatie over de heersende milieuomstandigheden op die locatie. In extreme gevallen zullen groepen geheel verdwijnen (dat wil zeggen niet vertegenwoordigd zijn in de genomen monsters), in andere gevallen is de soortenrijkdom per groep een indicatie van de herstelmogelijkheden bij veranderende milieuomstandigheden. Als daadwerkelijke parameters voor de bodemmicro-arthropoden gelden: het aantal vertegenwoordigde overlevingsstrategieën of voedselgildes (functionele compleetheid van het systeem), de soortenrijkdom per overlevingsstrategie of voedselgilde (mogelijkheid van respons op veranderingen in het milieu; ook biodiversiteitsparameter) en de verdeling van individuen over overlevingsstrategieën of voedselgildes (informatie over heersende milieuomstandigheden).

Plaats in LSF-indicatorsysteem

Mijten komen op drie plaatsen terug in het Bodembioologische Indicatorsysteem: bij de functie 'decompositie' (proces fragmentatie) en bij 'recycling van nutriënten' (processen microbivorie en predatie). Ze vormen vaak een laatste schakel in de bodemvoedselketen, op

enkele grotere predatoren als spinnen en duizendpoten na. In die zin hebben ze een top-down sturing op het decompositieproces.

Plaats in het project

Door hun diversiteit en algemeen voorkomen in hoge dichtheden zijn de mijten een geschikte groep voor monitoring van de biologische bodemkwaliteit. Na de ervaringen opgedaan in de pilot van 1997, zijn de micro-arthropoden als volwaardige indicatorgroep toegevoegd aan het meetprogramma. Qua leefruimte, gedrag en functie vertegenwoordigen ze een 'laag' binnen het bodemecosysteem, die niet door andere groepen wordt gedekt.

9.2 Materiaal en methoden

Op alle bedrijven (locaties) uit het meetprogramma werden in 1999 vijf bodemkernen van 5 cm diep gestoken met een deelbare boor van 5,8 cm in diameter. De monsters werden aselect over het bedrijf genomen, meestal in de buurt van de regenworm-plaggen en potworm-monsters. De gebruikte boor is dezelfde als die voor de potwormkernen. De monsters werden opgeslagen bij 4 °C en binnen een week verwerkt. Mijten en springstaarten werden uit het bodemmateriaal gehaald door het monster in een Tullgrenapparaat te plaatsen. De grond wordt vervolgens aan de bovenkant verwarmd waardoor de dieren naar onderen kruipen. Ze vallen vervolgens in een trechter en komen terecht in een flesje met fixatief. De gehele extractietijd duurt één week. De verzamelde micro-arthropoden kunnen nu voor langere tijd bewaard worden.



Figuur 9.1: Tullgrenapparaat voor de extractie van micro-arthropoden. Grondmonsters bevinden zich in de zeffjes op trechters. Monsters worden met gesloten kap van boven verwarmd. De uitgekropen dieren worden onder in de trechter in alcohol opgevangen.

Van vier monsters werden de voorkomende soorten gedetermineerd en geteld door ze uit het monster te vissen en in preparaat te brengen. Het vijfde werd als reserve bewaard. Vervolgens zijn de soorten gegroepeerd naar voedselgildes en overlevingsstrategieën. Ook is de relatie

onderzocht tussen de veebezetting (uitgedrukt in grootvee eenheden of GVE's) en de soortenrijkdom van de locaties en de verdeling van soorten over bovenstaande twee functionele indelingen.

De onderscheiden voedselgildes voor micro-arthropoden worden standaard aangeduid met hun engelse benaming. De volgende indeling is gehanteerd:

1) arthropods predator, 2) bacteriovore, 3) fungivorous browser, 4) fungivorous grazer, 5) general predator, 6) herbivorous browser, 7) herbivorous grazer, 8) herbofungivorous grazer, 9) nematods predator, 10) omnivore, 11) opportunistische herbofungivore.

De meeste van deze benamingen spreken voor zich. Binnen de 'roofmijten' worden algemene en meer specifieke eetgewoonten onderscheiden (1, 5, 9). Bij de schimmel-eters (3, 4) wordt verschil gemaakt tussen dieren die alleen de inhoud van schimmeldraden eten c.q. opzuigen (3) en mijten die schimmels in z'n geheel opeten (4). Een dergelijk onderscheid wordt ook gemaakt bij de planteneters (6, 7). Daarnaast zijn er nog twee groepen die zowel plantenmateriaal als schimmels kunnen eten (8, 11). De laatste groep (11) is in staat om extra te profiteren van perioden met hoge schimmeldichtheden.

De indeling in overlevingsstrategieën of Life History Tactics (LHT's) is gecompliceerder en voorzien van een lastige terminologie. De indeling is opgebouwd uit vier hoofdeigenschappen (strategieën), die ieder een onderverdeling in drie of vier subgroepen kunnen hebben. De hoofdeigenschappen zijn: 1) wijze van voortplanting, 2) groei en ontwikkeling, 3) synchronisatie in de levenscyclus, 4) verspreidingsmechanismen.

In het totaal zijn 12 life-history tactics gedefinieerd (Siepel, 1994). Een LHT is te koppelen aan een combinatie van milieu-eigenschappen waarin een dergelijke overlevingsstrategie het meest gunstig is, en zich hoogstwaarschijnlijk ontwikkelen zal. Op deze wijze geeft de combinatie van voorkomende LHT's inzicht in de heersende milieuomstandigheden gezien vanuit de micro-arthropodenfauna.

Hieronder volgt een korte karakterisering van het type biotoop zoals geïndiceerd door de verschillende life history tactics:

LHT 1: Geheel of gedeeltelijk parasitaire levenswijze, minder relevant voor de bodem.

LHT 2: Soorten van stabiele, doch verspreid voorkomende biotopen.

LHT 3: Soorten die snel kortstondige biotopen kunnen koloniseren (rottend fruit, koeienvlaai).

LHT 4: Ook soorten van tijdelijke biotopen maar met andere verspreidingsmechanismen.

LHT 5: Het voorkomen van deze soorten is gebonden aan de seizoensdynamiek, oftewel regelmatige wisselingen in een variabel milieu.

LHT 6: Ook soorten die gebonden zijn aan regelmatige patronen

LHT 7: Soorten die zich makkelijk kunnen aanpassen aan ongunstige perioden in de seizoenscyclus.

LHT 8: Vergelijkbaar met 7, doch met behulp van andere verspreidingsmechanismen.

LHT 9, 10, 11, 12: Soorten van constante milieu's, of biotopen die constant zijn door een permanente antropogene drukfactor. Het onderscheid tussen de 4 groepen wordt veroorzaakt door de wijze van voortplanting. LHT 9 en 10 planten zich ongeslachtelijk voort. LHT 11 en 12 omvat seksuele reproductie, met continue of seizoensgebonden eilegpatronen. Deze twee overlevingsstrategieën blijken succesvol in de meeste natuurlijke biotopen.

De analyseresultaten werden verwerkt op basis van het aantal dieren en soorten per monstereenheid (= 4 bodemkernen met een oppervlak van 106 cm²). De verschillende kengetallen (indicatoren) die van de micro-arthropoden zijn afgeleid en het voorkomen van een aantal soorten, werden op onderlinge significantie tussen categorieën getoetst met behulp van variantie-analyse. Zonodig werden de waarnemingen log-getransformeerd om de vereiste homogeniteit van varianties te krijgen. De schatting van de gemiddelde waarde per categorie is in dit geval een terug-getransformeerd logaritmisches gemiddelde. Wanneer log-transformatie niet voldeed is gebruik gemaakt van de verdelingsvrije toets van Kruskal en Wallis.

9.3 Resultaten

Het aantal gevonden micro-arthropoden vertoonde een grote spreiding en varieerde tussen 44 en 1508 dieren per monstereenheid (4 bodemkernen). Dit komt overeen met een aantalschatting van 4163 tot 142691 per m². Mede door de grote variatie zijn er geen significante verschillen tussen de gemiddelde dichtheid in de drie landgebruikcategorieën, al lijkt er in eerste instantie een toename te zijn van biologische- naar intensieve bedrijven (tabel 9.1). In het totaal werden 81 soorten onderscheiden. Hiervan werden er 64 gevonden binnen de intensieve bedrijven, 55 soorten bij de extensieve en 52 soorten bij de biologische bedrijven. De steekproef uit de biologische bedrijven omvatte 10 locaties, tegen 19 c.q. 20 uit de twee andere categorieën. Hierdoor kan ook het totaal aantal gevonden soorten in de categorie biologische relatief laag zijn. Het gemiddeld aantal soorten per bedrijf heeft echter de hoogste waarde bij de biologische bedrijven (22,1). De drie categorieën verschillen niet significant op dit punt.

De indeling van soorten naar functionele groepen laat zien dat een aantal groepen slechts zeer lage aantallen voorkomen. De meest dominante groepen zijn de Fungivorous browsers, General Predators en Herbivorous Grazers (tabel 9.1). Bij deze groepen treden ook de significante verschillen op. Dit is tevens het geval bij de Bacterivoren maar deze zijn alleen in lage aantallen gevonden op enkele biologische bedrijven.

Het percentage Fungivorous browsers is het laagst op de biologische bedrijven en verschilt significant met de categorie extensief. Dit zou moeten duiden op een lagere hoeveelheid actieve schimmeldraden in de bodem van de biologische bedrijven. Het is strijdig met de hypothese dat er door biologische bedrijfsvoering een hoger organisch stofgehalte wordt opgebouwd met meer persistente verbindingen die voornamelijk door schimmels kunnen worden afgebroken. Dit beeld kwam wel naar voren uit de nematodenanalyses. Het zou in dit verband zinvol zijn om ook waarnemingen te doen aan de hoeveelheid schimmels in de bodem.

Tabel 9.1: Gemiddelde verdeling (%) van functionele groepen micro-arthropoden bij drie categorieën grasland op zand. LHT= Life-History Tactics. De kolom Significantie verschillen geeft de uitkomst van de (overall) ANOVA, of verdelingsvrije toets. *= $p \leq 0,05$. Een niet-overeenkomstig superscript geeft significante verschillen tussen categorieën aan ($p \leq 0,05$).

Micro-arthropoden	MVH- biologisch (n=10)	MVH- extensief (LMB, n=19)	MVH- intensief (LMB, n=20)	Significantie verschillen
Abundantie (aantal/m²)	29674	39722	47188	n.s
Gemiddeld aantal soorten	22,1	18,4	20,1	n.s
% Arthropods Predator	1,1	0,8	1,2	n.s
% Bacteriovores	0,1	0,0	0,0	*
% Fungivorous Browser	35,5 ^a	56,2 ^b	49,5 ^{ab}	*
% Fungivorous Grazer	0,3	0,4	0,1	n.s
% General Predator	13,9	9,7	14,5	*
% Herbivorous Browser	9,3	6,8	5,1	n.s
% Herbivorous Grazer	22,8 ^a	13,1 ^{ab}	10,4 ^b	*
% HerboFungivor. Grazer	0,2	0,006	0,0	n.s
% Nematods Predator	4,1	7,2	12,1	n.s
% Omnivore	12,7	5,6	6,9	n.s
% Opportunistic Herbo-Fungivore	0,1	0,1	0,3	n.s
% LHT 2	16,9	11,0	16,7	n.s
% LHT 3	2,0	1,3	2,9	n.s
% LHT 4	6,4	8,3	14,3	n.s
% LHT 5	35,3 ^a	18,7 ^b	17,4 ^b	*
% LHT 7	0,1	0,0	0,0	n.s
% LHT 9	0,2	0,1	0,0	n.s
% LHT 10	0,3	0,6	0,3	n.s
% LHT 11	38,7 ^a	60,1 ^b	48,4 ^{ab}	*
% LHT 12	0,2	0,006	0,0	n.s

Het aandeel General Predators is het laagst in de categorie extensief. Hiervoor is niet direct een passende verklaring voor te geven. De groep van de planten(wortel)eters (Herbivorous Grazers) lijken als enige een afnemende trend te vertonen van biologische naar intensieve melkveehouderij bedrijven. Het verschil tussen deze twee categorieën is significant. Door een gebrek aan specifieke bedrijfsgegevens over productie en grondbewerking is geen oorzaak voor deze verschillen aan te geven.

Bij de indeling naar overlevingsstrategieën (LHT) valt op dat alleen de groepen 5 en 11 significante verschillen vertonen. Hierin speelt de verwevenheid (correlatie) met de indeling in voedselgroepen door. Het percentage LHT5 is significant hoger in de biologische bedrijven. Dit duidt er op dat variaties (of verstoringen) in het biotoop hier met een regelmatiger patroon optreden (maaieren, organische bemesting etc.). Het gevonden verschil kan mogelijk ook veroorzaakt worden door de spreiding van de bemonstering in de tijd. Het

tijdstip van monstername is waarschijnlijk een belangrijke factor voor de abundantie van deze groep.

Het relatieve aandeel van de groep LHT11 verschuift min of meer in spiegelbeeld met het %LHT5. Een hoger percentage LHT11 is indicatief voor een tamelijk stabiel milieu. Voor micro-arthropoden is het landgebruik in de categorie extensief blijkbaar het meest constant.

In tabel 9.2 zijn resultaten van het aantal soorten per functionele groep samengevat. Het gemiddeld aantal soorten per groep is veelal klein. De diversiteit is het hoogst in de groep General Predators, gevolgd door de Fungivorous Browsers. Deze soorten komen voor een groot deel terug in LHT11. Significante verschillen worden gevonden bij de diversiteit van bacterie-etters (gezien de aantallen en verdeling minder relevant), General Predators, en de Herbivorous Grazers. De patronen zijn gelijk aan de verschillen in procentuele verdeling binnen deze twee groepen (zie tabel 9.1). Met andere woorden, het (significant) lagere aantal Herbivorous Grazers in de categorie intensieve bedrijven gaat samen met een significant lagere diversiteit.

*Tabel 9.2: Overzicht van het aantal soorten per functionele groep van micro-arthropoden bij drie categorieën grasland op zand. De kolom Significantie verschillen geeft de uitkomst van de (overall) ANOVA, of verdelingsvrije toets. *= $p \leq 0,05$. Een niet-overeenkomstig superscript geeft significante verschillen tussen categorieën aan ($p \leq 0,05$).*

Micro-arthropoden	MVH - biologisch (n=10)	MVH- extensief (LMB, n=19)	MVH- intensief (LMB, n=20)	Significantie verschillen
Arthropods Predator	0,8	1,1	0,7	n.s
Bacteriovores	0,2	0,0	0,0	*
Fungivorous Browser	4,5	4,2	4,7	n.s
Fungivorous Grazer	0,6	0,3	0,2	n.s
General Predator	10,8 ^a	7,8 ^b	9,4 ^{ab}	*
Herbivorous Browser	1,3	1,1	0,8	n.s
Herbivorous Grazer	1,3 ^a	1,1 ^b	1,0 ^b	*
HerboFungivor. Grazer	0,1	0,1	0,0	n.s
Nematods Predator	1,4	1,9	2,1	n.s
Omnivore	1,0	0,8	0,9	n.s
Opportunistic Herbo- Fungivore	0,1	0,1	0,3	n.s
LHT 2	3,7	3,2	3,7	n.s
LHT 3	2,2 ^a	1,2 ^b	1,4 ^{ab}	*
LHT 4	2,7	3,1	3,6	n.s
LHT 5	2,0	1,8	2,0	n.s
LHT 7	0,1	0,1	0,0	n.s
LHT 9	0,2	0,1	0,0	n.s
LHT 10	0,5	0,5	0,5	n.s
LHT 11	10,6	8,6	8,9	n.s
LHT 12	0,1	0,1	0,0	n.s

Het significante verschil in aantal soorten LHT3 tussen de categorieën is opvallend. Qua aantallen werden er geen verschillen tussen de bedrijven gevonden. De hogere diversiteit in de biologische bedrijven wijst op een hogere dynamiek in tijdelijke milieu's. De oorzaak kan liggen in de verspreiding of vorm van dierlijke mest, wat tijdelijk een rijk milieu vormt voor soorten die zich makkelijk kunnen verspreiden en voortplanten.

9.4 Conclusies

De micro-arthropodenfauna geeft aanwijzingen dat de aanwezige of beschikbare hoeveelheid actieve schimmels het laagst is in de biologische bedrijven. Op dit punt verschilt de reactie van de micro-arthropoden van de nematodenfauna. Schimmeleeters onder de micro-arthropoden vormen wel een veel grotere (meer dominante) groep dan de schimmeletende nematoden. Ook bij micro-arthropoden is het aandeel van de planteneters significant hoger op de biologische bedrijven. Deze hebben tevens een relatief hoog aandeel van dieren met overlevingsstrategie 5. Dit wijst op een vorm van verstoring van het bodemecosysteem met een regelmatig karakter, die kan samenhangen met de vorm van bedrijfsvoering maar ook een methodische achtergrond kan hebben door het tijdstip van monstername. Deze onzekerheden moeten door nader onderzoek worden opgehelderd.

10. Samenvatting van indicatorwaarden: Amoebe en Bodemkwaliteitsindex

10.1 Inleiding

De Bodembiologische Indicator heeft tot doel een geïntegreerd beeld te geven van de ecologische bodemkwaliteit ten opzichte van een gekozen referentie. Binnen afzonderlijk soorten, groepen van organismen en lagen in het ecosysteem spelen een groot aantal verschillende processen soms in verschillende richting. Hierdoor is moeilijk een overzichtelijk beeld te verkrijgen.

In het project Bodembiologische Indicator zijn een aantal methoden bedacht om gegevens in een som-maat samen te voegen. De keuze van indicatoren in de vorm van soortenrijkdom of dichtheid van functionele groepen is in feite een eerste stap om soortenlijsten te vertalen naar functionele diversiteit. De resultaten hiervan zijn in de voorgaande hoofdstukken beschreven. De waarden van deze indicatoren zijn te vergelijken met die van een gekozen referentie. De procentuele afwijking van alle indicatoren ten opzichte van de referentie is overzichtelijk weer te geven in een radardiagram of Amoebe-figuur (= circulair histogram). De positieve en negatieve afwijkingen zijn vervolgens te middelen tot één afwijkingsmaat. Dit getal is de uiteindelijke Bodemkwaliteitsindex (BKX). Elke accumulatiestap heeft echter als nadeel dat 'datareductie' plaats vindt, met verlies van detailinformatie. De BKX geeft als het ware een rapportcijfer aan de onderzochte locaties. Als dit een representatieve steekproef is, dan kan het resultaat gezien worden als een schatting van de ecologische bodemkwaliteit in een bepaald deel van de Nederlandse bodem. Voor verklaringen van een afwijkende bodemkwaliteit en inzicht in processen die hierbij een rol spelen, zal vaak teruggegrepen moeten worden op de meer gedetailleerde informatie die aan een ecologisch effect ten grondslag ligt.

10.2 Materiaal en methoden

Een Amoebe-figuur geeft de procentuele afwijking van een indicator ten opzichte van de referentiewaarde. De methode is voor het eerst gebruikt om de ecologische kwaliteit van de rijkswateren in kaart te brengen. De figuur bestaat uit een cirkel, die de referentie (100%) vertegenwoordigt en een aantal segmenten die de indicatorwaarden aangeven als percentage van de referentie. Het voordeel van een Amoebe figuur is dat het op compacte wijze snel een overzicht geeft van de mate van afwijking. Afwijkingen boven de 100% leggen optisch echter meer gewicht in de schaal door de steeds breder wordende taartpunt terwijl het oppervlak van het segment geen maat is voor de grootte van de afwijking. Het tekenen van een Amoebe is lastig met de algemene grafische PC-programma's. Binnen het RIVM is voor specifieke toepassingen het geografische programma Tshow gemaakt.

Een Amoebe is in wezen een cirkelvormig histogram, en zou ook vervangen kunnen worden door een radardiagram, zoals het spreadsheet-programma Excel die biedt. Deze manier van verwerking is toegepast in de volgende paragraaf (10.3).

Een andere mogelijkheid is de afwijkingen tot de referentie per indicator uit te zetten in een gewoon histogram met een positieve en negatieve schaal. De laatste vorm is echter een stuk minder aansprekend, en lastig toepasbaar bij een groter aantal indicatoren.

Indexgetallen kunnen op verschillende manieren worden samengesteld. Voor de Bodemkwaliteitsindex (BKX) is een rekenwijze gekozen die neer komt op: een gemiddelde van de absolute verschillen op log-schaal (geometrisch gemiddelde), tussen referentie en te beoordelen monster. De rekenwijze heeft als voordeel dat het verschil tussen 50% en 100% net zo zwaar weegt als tussen 100% en 200% (een factor 2). Zowel indicatorwaarden die hoger, als waarden die lager zijn dan de referentie, worden als afwijking beschouwd door ze absoluut te nemen. Hogere en lagere waarden kunnen elkaar dus niet opheffen. De berekening van de BKX kan op de volgende wijze in een formule worden weergegeven:

$$BKX = 10^{\frac{\sum_{i=1}^n |\log m - \log n_i|}{n}}$$

Hierbij is m de referentie (op 100 % gesteld) en n zijn de meetwaarden, als percentage van de referentie.

De werkwijze kan verduidelijkt worden met het volgende versimpelde voorbeeld:

	monster (%)	referentie (%)
aantal dieren:	100	50
diversiteit:	100	200

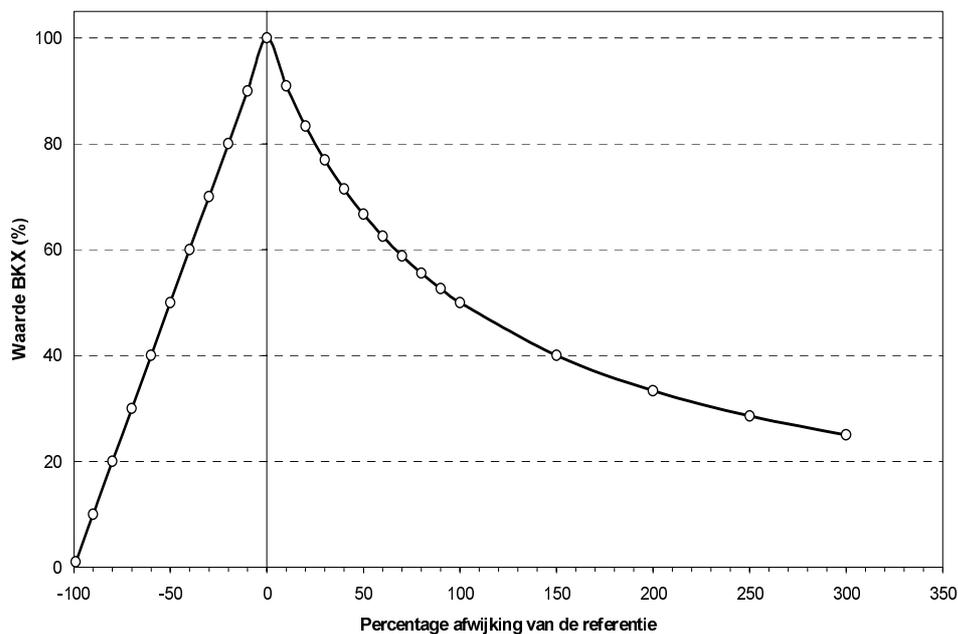
Men krijgt dan:

- 1) log referentie = 2
- 2) log monster is 1,7, resp 2,3
- 3) de verschillen zijn $|2 - 1,7| = 0,3$
en $|2 - 2,3| = 0,3$
- 4) som van de absolute verschillen: $0,3 + 0,3 = 0,6$
- 5) gemiddeld verschil: $0,6 / 2 = 0,3$
- 6) log van 100% min gemiddeld verschil: $2 - 0,3 = 1,7$
- 7) inverse van de log: $10^{1,7} = 50 = BKX$

De BKX is dus uit te drukken als een percentage van de referentie en mag als effectmaat ook op een 0 – 1 schaal worden gegeven. De grootte van het effect = $100 - BKX$.

De rekenwijze van de BKX, met een transformatie naar logaritmische schaal, leidt er toe dat de index verschillend gevoelig is voor negatieve en positieve afwijkingen, omdat hij werkt op een factoriële schaal. Dit is het best te illustreren aan de hand van figuur 10.1.

Bij afwijkingen kleiner dan de referentie is er een lineair verband. Afwijkingen boven de referentie worden qua effect afgevlakt. Dit heeft voordelen voor indicatoren gebaseerd op aantallen, die de neiging hebben om factorieel toe te nemen. De BKX wordt vooral ongevoelig in ‘de staart van de curve’ bij verschillen hoger dan een factor 10. Deze komen echter niet zoveel voor door de aard van de gekozen indicatoren.



Figuur 10.1: Verband tussen de procentuele afwijking van de referentie en de waarde van de Bodemkwaliteitsindex (BKX). De asymetrische curve ontstaat door de log-transformatie in de berekening.

10.3 Resultaten

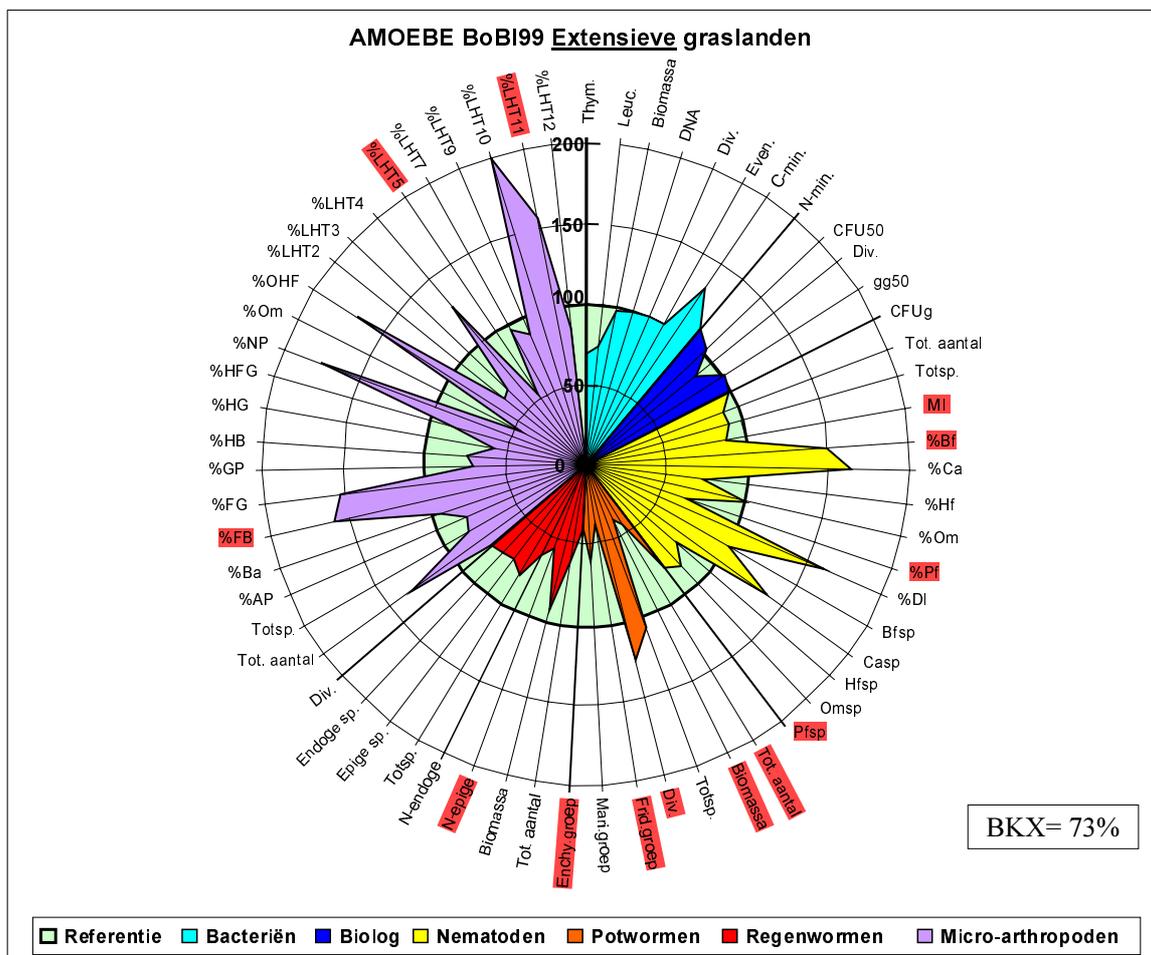
De resultaten van de verschillende indicatorgroepen, zoals gepresenteerd in de voorgaande hoofdstukken, zijn samengebracht in twee Amoebe-figuren. Elk figuur is gebaseerd op een lijst van 63 indicatiegetallen, een overzicht van de getalswaarden is opgenomen in de bijlagen. In principe is een Amoebe te tekenen voor elke gewenste combinatie van landgebruiks-categorieën. Hier zijn de categorieën extensief en intensief uitgezet als percentage van de biologische bedrijven (de referentie).

Figuur 10.2 toont de Amoebe van de extensieve bedrijven. De indicatorgroepen hebben een verschillende kleur gekregen. De afzonderlijke kengetallen (indicatoren) zijn aangeduid met afkortingen op de buitenste cirkel. De waarde van een indicator is het punt op de as tussen het centrum en de buitenste cirkel ('punt op de spaken van het wiel'). Deze punten zijn voor alle

indicatoren verbonden tot een vlak. De indicatorwaarden die significant verschillen van de referentie zijn rood gekleurd op de buitenste cirkel. De referentie, de 100%-cirkel is groen gekleurd. De presentatievorm in een radar-diagram heeft ook de eigenschap dat afwijkingen naar beneden minder opvallen dan de hoge waarden.

De Amoebe is bedoeld om snel een overzicht te geven van het aantal en soort van afwijkingen t.o.v. de referentie. In deze lijn is het eerste opvallende dat figuur 10.2 veel groen laat zien. Met andere woorden, een groot deel (67%) van de indicatoren heeft gemiddeld een lagere waarde in de extensieve bedrijven.

In deze Amoebe hebben 13 van de 63 indicatoren (21%) een significant verschil met de referentie. De effecten lijken het meest op te treden binnen de potwormen en regenwormen. Op de regenwormen na, hebben alle indicatorgroepen zowel uitschieters boven, als onder de 100%-lijn. Alleen binnen de bodembacteriëen zijn er een aantal eigenschappen die vrijwel gelijk zijn aan de referentie. Van de 17 diversiteit-gerelateerde indicatoren zijn er 10 (59%) lager dan de referentie



Figuur 10.2: Amoebe-presentatie (radar-diagram) van de indicatorwaarden in graslanden van **extensieve** veehouderijbedrijven t.o.v. biologische bedrijven. De indicatorgroepen worden door kleuren onderscheiden. Roodgekleurde namen van indicatoren verschillen significant met de referentie in deze paarsgewijze vergelijking.

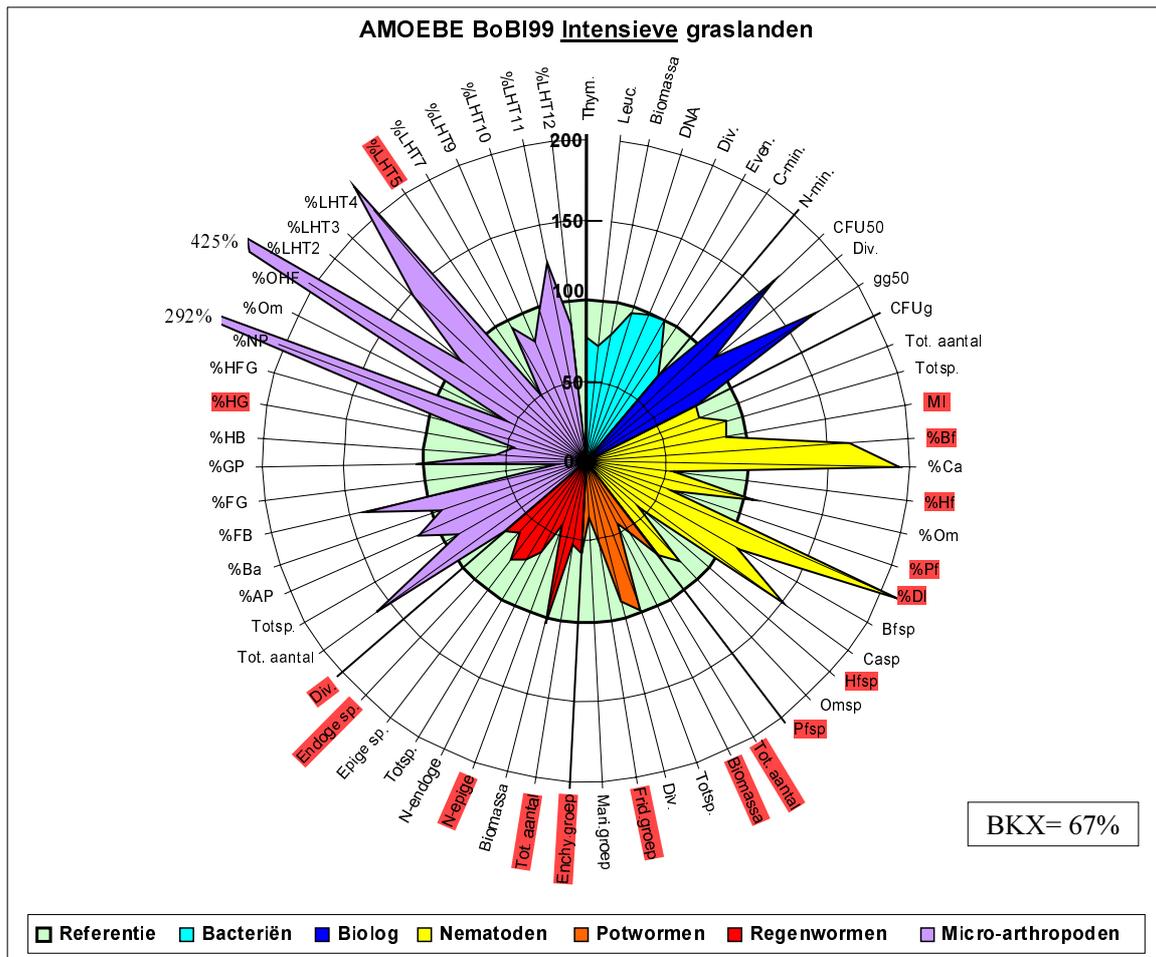
Afwijkingen boven de 100% willen niet per definitie zeggen dat ecologische kwaliteit op dat punt 'beter' is. Dat hangt sterk van de betreffende indicator af. Twee effecten die tegengesteld beoordeeld zouden worden zijn bijvoorbeeld het %bacterie-etende nematoden en het %carnivore nematoden. Ze liggen respectievelijk op 147% en 163% van de referentie (figuur 10.2). Een hoger aandeel bacterie-etters wijst op voedselverrijking (vermesting) van de bodem met snel afbreekbare stoffen. Carnivore soorten zijn meestal gevoeliger voor verstoringen, een hogere aanwezigheid duidt in eerste instantie op meer stabiele milieu's, maar kan ook samenhangen met een hoger voedsel- (prooi)aanbod.

Een aantal indicatoren uit de micro-arthropoden groep geeft een enigszins vertekend beeld doordat effecten op aantallen zich afspelen op een zeer kleine schaal van bijvoorbeeld 0,1% naar 0,3%, maar naar verhouding heel groot zijn. Dit geldt onder andere voor de functionele groepen bacterie-etters (%Ba), schimmelgrazers (%FG), planten+schimmel-etters (%HFG) en de Life History Tactics 7, 9, 10, 12. Dit type van effecten zou uitgefilterd kunnen worden door een ondergrens te stellen voor de waarde (bijdrage) van een indicator. Schijnbaar schokkende effecten worden hiermee vermeden. Anderzijds is het niet juist om bij voorbaat alle kleine indicatoren uit te sluiten. Bepaalde groepen als bijvoorbeeld toppredatoren komen altijd in lage dichtheden voor en veranderingen hebben relatief grote schommelingen tot gevolg. Ze kunnen ecologisch gezien juist informatief zijn.

De Amoebe van de intensieve graslanden (ten opzichte van biologische bedrijven) staat weergegeven in figuur 10.3. Vergelijking van figuur 10.2 en 10.3 leert dat de patronen van afwijkingen in grote lijnen overeenkomen. De verschillen met de referentie tekenen zich bij de intensieve bedrijven echter nog duidelijker af. In deze Amoebe is 70% van de indicatoren (gemiddeld) lager dan de waarde in de referentie. Uitschieters naar boven vallen het meest op in het donker blauwe, het gele en het lila vlak.

De uitschieters binnen de micro-arthropoden (%NP, %OHF) springen het meest in het oog. Alleen die van %LHT4 en de nematoden-predatoren (%NP) zijn ook in kwantitatieve zin van behoorlijke omvang. In het totaal zijn er hier 17 indicatoren (27%) significant verschillend van de referentie. Onder de wormen en potwormen wordt het grootste aantal afnemende indicatoren gevonden. Circa de helft hiervan is statistisch significant. Binnen de microbiologische indicatoren worden in deze vergelijking geen significante verschillen gevonden. Wel tekent zich duidelijk een grotere afwijking van de referentie af. Van de diversiteitgerelateerde indicatoren is 71% (12 van de 17) lager op de intensieve bedrijven.

De gemiddelde afwijking van de gebruikte indicatoren met de referentie is berekend in de vorm van de Bodemkwaliteitsindex (BKX). De BKX kan in principe variëren tussen 0 en 100. Bij een BKX van 100 is de situatie gelijk aan de referentie, of te wel 'de kwaliteit' is 100%. In het geval dat alle indicatoren een factor 2 afwijken wordt de BKX 50%, bij een factor 3: 33% etc. Alleen bij zeer grote afwijkingen (alle indicatoren > factor 100) zal de index naar 0 naderen.



Figuur 10.3: Amoebe-presentatie (radar-diagram) van de indicatorwaarden in graslanden van **intensieve** veehouderijbedrijven t.o.v. biologische bedrijven. De indicatorgroepen worden door kleuren onderscheiden. Roodgekleurde namen van indicatoren verschillen significant met de referentie in deze paarsgewijze vergelijking.

Op deze wijze uitgedrukt is bodemkwaliteit van de onderzochte bodemgebruikscategorieën als volgt: extensieve graslanden BKX= 73%; intensieve graslanden BKX= 67%.

Het is verrassend dat de gemiddelde afwijking van de referentie in de twee categorieën niet veel verschilt. Door het grote aantal waarnemingen (63 indicatoren) dat aan de index ten grondslag ligt hebben de forsere afwijkingen op de intensieve bedrijven relatief weinig effect. De aard van de verschillen kan meer inzichtelijk worden gemaakt met andere afwijkingsmaten. In tabel 10.1 zijn het Cumulatieve AfwijkingsPercentage (CAP) en het Absolute Cumulatieve AfwijkingsPercentage (ACAP) gegeven. De CAP-waarde geeft de som van alle positieve en negatieve afwijkingspercentages. Hiermee wordt als het ware aangegeven naar welke kant de balans doorslaat. De CAP-waarde van extensieve bedrijven is negatief, die van de intensieve bedrijven wordt sterk beïnvloed door grote verschillen binnen enkele groepen van micro-arthropoden. Wanneer de twee uitschieters van 292% en 425% worden verwijderd, daalt de CAP-waarde naar -501%

Tabel 10.1: Sommaten voor ecologische bodemkwaliteit op basis van 63 indicatoren bij 3 typen melkveehouderijbedrijven (MVH) op zandgrond. BKX= bodemkwaliteitsindex, CAP= cumulatief afwijkingspercentage, ACAP= absoluut cumulatief afwijkingspercentage.

Ecologische Bodemkwaliteitsmaten	MVH-biologisch	MVH-extensief	MVH-intensief
BKX (%)	100	73	67
CAP	0	-333	15
ACAP	0	1856	2570

Wanneer alle afwijkingspercentages absoluut worden genomen (geen negatieve waarden), ontstaat de som van de verschillen met de referentie. Ook in deze vorm blijkt dat de intensieve bedrijven sterker afwijken (in het totaal 2570%) van de biologische dan de categorie extensief. De CAP en ACAP kunnen als geïntegreerde indicator gebruikt worden. Ze zijn echter zeer gevoelig voor het aantal en de aard van de gebruikte indicatoren in de berekening.

10.4 Discussie

In het voortraject van het project Bodembioologische Indicator zijn weloverwogen indicatoren groepen geselecteerd en aggregatiemethoden gekozen. Het Amoebe-diagram is gebruikt voor een compacte presentatie methode. De figuur geeft echter wel een bepaalde indruk van de aard en grootte van de effecten. In die zin kan de wijze van presentatie ook insinuerend werken. De Amoebe met uitwaaiende taartpunten, die gebruikt werd in de pilot, legt optisch te veel nadruk op hoge waarden (meer dan 200%). Daarentegen zijn de verschillen tussen indicatorwaarden goed zichtbaar. Om verschillende redenen is bij de uitwerking van BoBI-1999 gekozen voor een iets andere presentatievorm. De gebruikte radar-diagrammen hebben het voordeel dat de uitwerking en grafische mogelijkheden veel meer flexibel zijn. Deze aanpassing is echter ook niet de ideale oplossing, omdat bijvoorbeeld het aantal indicatoren (stralen, of spaken in het wiel) en de volgorde hiervan, de impressie van de figuur kunnen beïnvloeden. Het radar-diagram heeft eveneens de eigenschap dat hoge waarden zorgen voor pieken met een groot oppervlak, in het bijzonder als er meer van naast elkaar liggen. Daarnaast vallen afwijkingen onder de 100% veel minder op doordat ze in een kleinere cirkel getekend worden. De meest onbevooroordeelde presentatievorm is waarschijnlijk een lineair histogram met een positieve en negatieve schaal. Deze wordt bijvoorbeeld ook gebruikt voor de ‘fingerprints’ van de biologmetingen. Het nadeel is dat deze grafiekvorm minder handig is bij een groot aantal indicatoren, zoals de 63 die in BoBI-1999 zijn gebruikt.

In de Amoebes, zoals gepresenteerd in de vorige paragraaf, zijn per organisme groep een wisselend aantal indicatoren opgenomen. Dit leidt tot een zekere onevenwichtigheid in het

diagram, omdat er voor groepen als nematoden en micro-arthropoden een groot aantal functionele groepen te onderscheiden zijn. Mede om die redenen zijn bij de nematodenfauna geen gegevens over individuele coloniser-persister (cp-)groepen gebruikt. Deze functionele groepen zijn bovendien verdisconteerd in de Maturity Index. Bij de micro-arthropoden had ook het aantal soorten per functionele groep gegeven kunnen worden, zoals in de oorspronkelijke opzet was bedoeld. In dat geval waren er nog 20 kengetallen extra bijgekomen binnen deze groep.

In een bodemkwaliteitsindex kunnen in principe effecten op heel verschillende indicatoren verdisconteerd worden. Het aantal en soort indicatoren is echter van invloed op de uitkomst. In die zin is dus 'manipulatie' mogelijk. Het is de vraag in hoeverre evenredigheid van indicatoren per diergroep nagestreefd moet worden. Hieronder worden een aantal mogelijkheden en varianten voor indicatorkeuze bediscussieerd.

1) In de uitwerking van dit onderzoek hebben *nematoden* en *micro-arthropoden* een relatief groot aandeel in de BKX. Op dit punt zijn een aantal aanpassingen mogelijk:

Er kan een nadere selectie worden gemaakt van indicatoren die door hun grootte of schaal waarop effecten tot uiting komen beter geschikt zijn om in de berekening op te nemen.

Variatie in kleine getallen geven aanleiding tot grote effecten waarvan de betekenis twijfelachtig is, terwijl nul-waarden problemen opleveren bij de logaritmische transformatie.

Ter illustratie:

- de Maturity Index voor nematoden werkt niet optimaal als onderdeel van de BKX. De schaal waarop effecten tot uiting komen (bijv. van 1,9 naar 2,4) is ecologisch van veel grotere betekenis dan het kleine effect dat op deze manier wordt berekend.

- Enkele groepen mijten, omnivore en carnivore nematoden komen vaak in lage aantallen of percentages voor. Door hun zeldzaamheid in de meeste bodemmonsters speelt het toeval een relatief grote rol bij bepaling van dichtheid. Het gevolg is dat snel fluctuaties optreden of soorten niet meer worden aangetroffen. Deze groepen geven aanleiding tot grote effecten of ontbrekende waarden, ze zijn in feite slecht bruikbaar in de BKX.

Tégen een (te) scherpe selectie van indicatoren vooraf pleit dat de bodembioologische samenstelling varieert echter per bodemsoort en gebruikstype. De bruikbaarheid van een indicator verschilt daarom met het onderzochte ecosysteemtype.

2) Een andere mogelijkheid om meer evenwicht in de BKX te brengen is per indicatorgroep in z'n geheel eerst een gemiddelde afwijking tot de referentie te berekenen. Vervolgens kunnen deze gemiddelden worden gebruikt voor de berekening van een BKX. Elke groep heeft dan een evenredige bijdrage aan de index. Een nadeel is dat de index in dit geval tot stand komt op basis van slechts 5 gemiddelde waarden van indicatorgroepen.

3) Het is van belang dat de gebruikte indicatoren zoveel mogelijk onafhankelijk zijn. Het voorkomt dat één bepaald effect meerdere keren wordt meegewogen. Dit speelt bijvoorbeeld wanneer functionele groepen uitgedrukt worden in percentages. Het relatieve aandeel van een groep bepaalt dan automatisch 'wat over blijft voor de anderen'. In dit opzicht kan de BKX beter berekend worden op aantallen (dichtheid) in functionele groepen. Enkele rekenvoorbeelden hebben geleerd dat deze benadering tot grotere effecten leidt. Berekening

van effecten aan de hand van relatieve dichtheden (%) voegt een normalisatiestap toe aan de berekening van de mate van afwijking, met een dempende werking.

4) Een andere variant is het aantal indicatoren in de Amoebe en/of BKX te beperken tot alleen de statistisch significante. Dit reduceert tevens ‘de hoeveelheid suggestie’ die uitgaat van indicatoren met grote afwijkingen, die door interne spreiding echter niet aantoonbaar verschillen tussen de grondgebruikscategorieën. Een extra argument is ook dat alleen in deze gevallen van een verschil tussen categorieën gesproken kan worden en dat het daarom beter is alleen significante indicatoren in de beoordeling te betrekken. Wanneer de BKX wordt berekend op basis van 26 (van de 63) indicatorenwaarden waarin significante verschillen voorkomen, levert dit de volgende resultaten op: Extensief $BKX_{sign.} = 66\%$ (i.p.v. 73%); Intensief $BKX_{sign.} = 62\%$ (i.p.v. 67%).

De BKX van de significante indicatoren valt voor de twee categorieën dus (iets) lager uit, bovendien is het onderlinge verschil kleiner geworden. Het effect van de selectie (in deze dataset) is in feite opmerkelijk klein, zeker gezien het feit dat nog maar met 40% van de aanvankelijke lijst is gerekend. Het wijst er tevens op dat de BKX, in de huidige vorm en toepassing, een robuuste maat is die niet snel grote fluctuaties vertoont door de invloed van enkele indicatoren.

In tegenstelling tot het inperken of opzuiveren van de lijst met indicatoren, zijn er ook voordelen aan het handhaven van een zo breed mogelijk spectrum. In theorie kan het zijn dat geen enkele indicator een significant verschil met de referentie vertoont. Alle kleine beetjes bij elkaar kunnen toch een aanzienlijk ecologisch effect vertegenwoordigen. Dit pleit er voor om niet alleen per indicator, maar ook per Amoebe of BKX toetsmethoden uit te werken. Bij de keuze van indicatoren en rekenmethoden spelen verschillende ‘pro’s en contra’s’, die niet allemaal kunnen worden opgelost. Het is daarom van belang om bij vergelijking van resultaten altijd dezelfde reeks indicatoren te nemen. Als er goede redenen zijn om daar van af te wijken dient aangegeven te worden welke gegevens zijn gebruikt.

Tot slot moet nog ingegaan worden op de rekenwijze van de BKX. In 10.2 is toegelicht dat de factoriële benadering van de mate van effect consequenties heeft voor de gevoeligheid van de BKX. De rekenwijze zou in principe verder verfijnd kunnen worden door voor iedere indicator een eigen type effectcurve (transformatie) te kiezen. Dit hangt samen met de perceptie over de ernst van een verandering. Als een verdubbeling van de nematodendichtheid tot de natuurlijke variatie behoort en als normaal beschouwd wordt, dan is het niet terecht om dit als een serieuze afwijking in de BKX mee te laten tellen. Dergelijke aspecten spelen vooral bij indicatoren gebaseerd op aantallen van microorganismen en mesofauna. Percentages van functionele groepen of aantallen soorten lijken beter op een lineaire schaal te passen.

Voorgaande discussie laat zien dat er vele mogelijkheden zijn om een Bodemkwaliteitsindex samen te stellen. Er zijn een aantal eigenschappen van de indicatoren en rekenwijze die kritisch beschouwd moeten worden. Ze zullen nader worden onderzocht aan de hand van de ervaringen die hiermee worden opgedaan in het meetnet. De BKX lijkt in z’n huidige vorm een redelijke robuuste methodiek die in de komende jaren nog verder dient te worden bijgeslepen.

11. Conclusies

- De Bodembioologische Indicator is gebaseerd op indicatiegetallen voor mineralisatie processen, dichtheid, diversiteit en activiteit van functionele groepen bodemorganismen. Binnen een vrij homogene categorie van grondgebruik als melkveehouderijbedrijven op zandgrond, leveren deze indicatoren aantoonbare bodemecologische verschillen tussen typen van bedrijfsvoering.
- Biologische bedrijven worden gekenmerkt door een hogere mineralisatiecapaciteit (natuurlijke bodemvruchtbaarheid) en hogere dichtheid en diversiteit van nematoden, potwormen en regenwormen.
- In het totaal werden bij 26 van de 63 gebruikte indicatiegetallen significante verschillen gevonden tussen de biologische bedrijven (gekozen referentie) en overige veehouderijbedrijven. In circa 70% van de gevallen hebben de indicatoren in de categorie biologisch een hogere waarde. Hoger betekent in dit verband echter niet automatisch beter, de beoordeling hangt mede af van de wijze waarop een indicator gedefinieerd is.
- Vooral nog heeft het de voorkeur een breed spectrum van indicatoren te handhaven. Hierdoor wordt er tevens een grote diversiteit gehandhaafd in de wijze waarop effecten kunnen worden waargenomen.
- Voor de betrouwbaarheid van de Bodemkwaliteitsindex en in reken-technisch opzicht kunnen indicatoren met zeer lage waarden beter niet in de berekening worden opgenomen. De verschillende varianten die van de BKK zijn uitgetoet laten echter ook zien dat het grote aantal gegevens een stabiliserende werking heeft op de uitkomsten.
- Gangbare melkveehouderij lijkt bij toenemende intensivering te leiden tot een verandering in microflora. Dit gaat gepaard met afname in biomassa, activiteit en diversiteit. De natuurlijke stikstof-mineralisatiecapaciteit (bodem-vruchtbaarheid) is mede hierdoor in de onderzochte biologische bedrijven gemiddeld 50% hoger. Vooral in de nematodenfauna zijn er aanwijzingen dat dit te maken kan hebben met een grotere rol van schimmels in de bodem.
- Door het ontbreken van gegevens over ééncelligen (protozoa) en schimmels is niet definitief te bepalen welke onderdelen van het voedselweb verantwoordelijk zijn voor de hogere mineralisatiesnelheid op de biologische bedrijven. Hier lijken keuzes, die in het verleden gemaakt zijn om kosten te besparen, zich te wreken.
- De micro-arthropoden (mijten en springstaarten) gedragen zich in een aantal opzichten schijnbaar tegengesteld aan andere indicatorgroepen. Dit kan een gevolg zijn van de eigen plek die deze groep inneemt in het bodemecosysteem. Dit zal duidelijker uitkristaliseren wanneer meer soorten bodemecosystemen zijn onderzocht.
- Er is dringende behoefte aan uitgebreidere informatie over aspecten van bedrijfsvoering en grondbewerking op de onderzochte locaties, om vertaling naar sturende factoren en beleidsmaatregelen gestalte te geven.

Referenties

- Abrahamsen, G., 1973. Studies on body-volume, body-surface area, density and live weight of Enchytraeidae (Oligochaeta). *Pedobiologia* 13:6-15.
- Atlas, R.M., R. Bartha, 1993. *Microbial Ecology. Fundamentals and Applications*, pp. 140-145. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Redwood City, Ca.
- Bloem, J., 1995. Fluorescent staining of microbes for total direct counts. In "Molecular Microbial Ecology Manual" (A.D.L. Akkermans, J.D. van Elsas, F.J. de Bruijn, editors), pp 4.1.8:1-12. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Bloem, J., G. Lebbink, K.B. Zwart, L.A. Bouwman, S.L.G.E. Burgers, J.A. de Vos, P.C. de Ruiter, 1994. Dynamics of microorganisms, microbivores and nitrogen mineralisation in winter wheat fields under conventional and integrated management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 51: 129-143.
- Bloem, J., M. Veninga, J. Shepherd, 1995a. Fully automatic determination of soil bacterium numbers, cell volumes and frequencies of dividing cells by confocal laser scanning microscopy and image analysis. *Applied and Environmental Microbiology* 61: 926-936.
- Bloem, J., P.R. Bolhuis, M.R. Veninga, J. Wieringa, 1995b. Microscopic methods for counting bacteria and fungi in soil. In "Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry" (K. Alef and P. Nannipieri, editors), pp. 162-173. Academic Press, London.
- Bloem, J., P.C. de Ruiter, L.A. Bouwman, 1997. Food webs and nutrient cycling in agro-ecosystems. In "Modern Soil Microbiology" (J.D. van Elsas, J.T. Trevors and E. Wellington, editors), pp. 245-278. Marcel Dekker Inc. New York.
- Bongers T., 1990. The Maturity Index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* 83: 14-19.
- Bouwman, L.A., J. Bloem, P.H.J.F. van den Boogert, F. Bremer, G.H.J. Hoenderboom, P.C. de Ruiter, 1994. Short-term and long-term effects of bacterivorous nematodes and nematophagous fungi on carbon and nitrogen mineralization in microcosms. *Biology and Fertility of Soils* 17: 249-256.
- Breure A.M., B.S. Wind, S.J.H. Crum, M. Rutgers 1997. Naar een indicator voor functionele diversiteit van microbiële gemeenschappen. RIVM rapport 607601001.
- Breure, A.M., A.J. Schouten, M. Rutgers, 2002. Het bodemleven als indicator voor duurzaam bodemgebruik. *Bodem* (12) 4: 149-152.
- Crommentuijn, T., M.D. Polder, E.J. van de Plassche, 1997. Maximum Permissible concentrations and Negligible Concentrations for metals, taking background concentrations into account. RIVM report 601501001.
- Didden, W.A.M., 1991. Population ecology and functioning of Enchytraeidae in some arable farming systems. PhD Thesis Agricultural University Wageningen, 116 pp.
- Esbroek M.L.P. van, J.R.M. Alkemade, A.J. Schouten, 1995. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. Deel 1: De nematodenfauna en de fosfaattoestand in de bodem van melkveehouderij-bedrijven op zandgrond. RIVM rapport 714801004.

- Esbroek M.L.P. van, A.J. Schouten, J.R.M. Alkemade, 1996. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 2: Bemonstering 1994 (boslocaties op zandgrond). RIVM rapport 714801010.
- Esbroek M.L.P. van, J.R.M. Alkemade, A.J. Schouten, 1997a. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 3: Bemonstering 1995 (akkerbouwgebieden op zandgrond). RIVM rapport 714801011.
- Esbroek M.L.P. van, A.J. Schouten, 1997b. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 4: Bemonstering 1995 (melkveehouderijbedrijven op veen). RIVM rapport 714801016.
- Esbroek M.L.P. van, A.J. Schouten, 1998. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 5: Bemonstering 1996 (akkerbouwgebieden op zeeklei). RIVM rapport 714801019.
- Esbroek M.L.P. van, A.J. Schouten, 1999. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 6: Bemonstering 1996 en 1997 (melkveehouderijbedrijven op rivierklei, zeeklei en tuinbouw). RIVM rapport 714801025.
- Groot M.S.M., J.J.B. Bronswijk, W.J. Willems, T. de Haan, P. del Castilho, 1996. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten 1993. RIVM rapport 714801007.
- Groot M.S.M., J.J.B. Bronswijk, W.J. Willems, T. de Haan, P. del Castilho, 1997. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten 1994. RIVM rapport 714801017.
- Groot M.S.M., J.J.B. Bronswijk, W.J. Willems, T. de Haan, P. del Castilho, 1998. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten 1995. RIVM rapport 714801024.
- Groot M.S.M., J.J.B. Bronswijk, T.C. van Leeuwen, 2000. Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten 1996. RIVM rapport 714801026.
- Michel, P.H., J. Bloem, 1993. Conversion factors for estimation of cell production rates of soil bacteria from thymidine and leucine incorporation. *Soil Biology and Biochemistry* 25, 943-950.
- Muyzer, G., E.C. de Waal, A.G. Uitterlinden, 1993. Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA. *Applied and Environmental Microbiology* 59, 695-700.
- Naem, S., 1998. Species redundancy and ecosystem reliability. *Conservation Biology* 12 (1): 39-45.
- Naem, S., 2002. Ecosystem consequences of biodiversity loss: The evolution of a paradigm. *Ecology* 83 (6): 1537-1552.
- Nielsen, C.O., B. Christensen, 1959. The Enchytraeidae, critical revision and taxonomy of European species. *Natura. Jutlandica*. 8-9:7-160
- Nielsen, C.O., B. Christensen, 1961. The Enchytraeidae, critical revision and taxonomy of European species - Supplement 1. *Natura. Jutlandica*. 10:1-23
- Nielsen, C.O., B. Christensen, 1963. The Enchytraeidae, critical revision and taxonomy of European species - Supplement 2. *Natura. Jutlandica*. 10:1-19
- NMP4, 2001. Vierde Nationaal Milieubeleidsplan, 2001. Een wereld en een wil, werken aan duurzaamheid. Uitgave ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu.

- Oostenbrink, M., 1960. Estimating nematode populations by some selected methods. In: Sasser, J.N. and W.R. Jenkins (eds.): *Nematology*, The University of North Carolina Press, Chapel Hill, pp. 85-102.
- Schouten, A.J., L. Brussaard, P.C. de Ruiter, H. Siepel en N.M. van Straalen. 1997. Een indicatorsysteem voor life support functies van de bodem in relatie tot biodiversiteit. RIVM rapport 712910005.
- Schouten, A.J., A.M. Breure, J. Bloem, W. Didden, P.C. de Ruiter, H. Siepel, 1999. Life support functies van de bodem: operationalisering t.b.v. het biodiversiteitsbeleid. RIVM rapport 607601003.
- Schouten, A.J., J. Bloem, W.A.M. Didden, M. Rutgers, H. Siepel, L. Posthuma, A.M. Breure. 2000a. Development of a Biological Indicator for Soil Quality. *SETAC Globe* 1, 30-32.
- Schouten, A.J., J. Bloem, A.M. Breure, W.A.M. Didden, M. van Esbroek, P.C. de Ruiter, M. Rutgers, H. Siepel, H. Velvis, 2000b. Pilotproject Bodembioologische Indicator voor Life Support Functies van de bodem. RIVM rapport 607604001.
- Schouten, A.J., M. Rutgers, A.M. Breure, 2001. BoBI op weg. Tussentijdse evaluatie van het project Bodembioologische Indicator. RIVM rapport 607604002.
- Siepel, H., 1994. Life-history tactics of soil microarthropods. *Biology and Fertility of soils* 18: 263-278.
- Siepel, H., E.M. de Ruiter-Dijkman, 1993. Feeding guilds of oribatid mites based on their carbohydrase activities. *Soil Biology and Biochemistry* 25 (11): 1491-1497.
- Sims, R.W. B.M. Gerard, 1985. *Earthworms: keys and notes for the identification and study of the species*. Brill and Backhuys, London, 171 pp.
- Strategische Plan van Aanpak Biologische diversiteit (SPA), 1995. Beleidsnotitie VROM, LNV, Ministerie Ontwikkelingssamenwerking, gericht aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal.
- Torsvik, V., J. Goksøet, F.L. Daae, 1990. High diversity of DNA of soil bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 56, 782-787.
- United Nations Conference on Environment and Development, 1992. Agenda 21. Rio de Janeiro, Verdrag inzake biologische diversiteit.
- Verschoor, B.C., 2001. Nematode-plant interactions in grasslands under restoration management. Academisch proefschrift Wageningen Universiteit. ISBN: 90-5808-455-8.

Bijlage 1: Verzendlijst

1. Drs H.G. van Meijerfeldt, VROM/DGM/BWL, Den Haag
2. Drs. A.W.M. Eijs, VROM/DGM/BWL, Den Haag
3. Dr.ir. S. Boekhold, VROM/DGM/BWL, Den Haag
4. Dr. L. Breederode, VROM/DGM/BWL, Den Haag
5. Dr. T. Crommentuijn, VROM/DGM/BWL, Den Haag
6. Drs. N.H.S.M. de Wit, VROM/DGM/BWL, Den Haag.
7. Dr. J.M. Roels, VROM/DGM/BWL, Den Haag
8. Drs. B. van der Wal, VROM/DGM/BWL, Den Haag
9. Dr. Ir. H.F.M. Aarts, Plant Research International, Wageningen
10. Dr. M. Berg, Vrije Universiteit, Amsterdam
11. Dr. T. Bongers, Laboratorium voor Nematologie, Wageningen UR
12. Ing. S.C. Bos, Tauw b.v., Deventer
13. Prof. dr. L. Brussaard, Bodembioogie en Biologische Bodemkwaliteit, Wageningen UR
14. Dr. H. Brand, LNV Directie Landbouw, Den Haag
15. Dr. P. Doelman, Doelman Advies, Wageningen
16. Dr. N. van Eekeren, Louis Bolk Instituut, Driebergen
17. Prof. dr. H.J.P. Eijsackers, Alterra, Wageningen
18. Dr. D. van Elsas, Plant Research International, Wageningen
19. Dr. J.H. Faber, Alterra, Wageningen
20. Dr. R.G.M. de Goede, Bodembioogie en Biologische Bodemkwaliteit, Wageningen UR
21. Dr. J. Karres, ministerie LNV, Den Haag
22. Dr. G. Korthals, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad
23. Dr. W.C. Ma, Alterra, Wageningen
24. Dr. L. Molendijk, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad
25. Prof. Dr. P.C. de Ruiter, Universiteit Utrecht
26. Dr. W. van der Putten, NIOO, Heteren
27. Dr. F. Smeding, Louis Bolk Instituut, Driebergen
28. Dhr. Smits, Van Iersel Compost
29. Dr. H. Siepel, Alterra, Wageningen
30. Prof. Dr. N. van Straalen, Vrije Universiteit, Amsterdam
31. Prof. Dr. J.A. van Veen, NIOO, Heteren
32. Dr. J.J. Vegter, TCB, Den Haag
33. Prof. Dr. H.A. Verhoef, Vrije Universiteit, Amsterdam
34. Vos, Alterra Wageningen
35. Dr. Ir. W. de Vries, Alterra, Wageningen
36. Drs. M. de Visser, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad
37. Dr. B. Vosman, Plant Research International, Wageningen
38. Dr. J. van der Waarde, Bioclear Groningen

39. Dr. J. van Wensum, TCB, Den Haag
40. Dr. A.K. van der Werf, Plant Research International, Wageningen
41. Depot Nederlandse Publicaties en Nederlandse Bibliografie, Den Haag
42. Directie van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
43. Dr.ir. G. de Mik, RIVM/SB4
44. Dr. P. van Beelen, RIVM/ECO
45. Ir. R. van den Berg, RIVM/LBG
46. Dr. A.M. Breure, RIVM/ECO
47. Dr.ir. J.J.B. Bronswijk, RIVM/LBG
48. Drs.ing. J.J. Bogte, RIVM/ECO
49. Drs. H. Canton, RIVM/ECO
50. M.S.M. Groot, RIVM/LBG
51. N. Masselink, RIVM/LBG
52. Dr. Ch. Mulder, RIVM/ECO
53. Dr.ir. J. Notenboom, RIVM/MNV
54. Dr. L. Posthuma, RIVM/ECO
55. Dr. ir. F. Swartjes, RIVM/ECO
56. Dr. H. van Wijnen, RIVM/LBG
57. Drs T.P. Traas, RIVM/CSR
58. Dr. A. van Wezel, RIVM/LBG
59. M. Wouterse, RIVM/ECO
60. Drs. D. de Zwart, RIVM/ECO
61. SBC/Communicatie
62. Bureau Rapporten Registratie
63. Bibliotheek RIVM
- 64-76 Auteurs
- 77-86 Deelnemende BIOVEEM bedrijven
- 87-96 Reserve exemplaren ten behoeve van Bureau Rapporten Beheer
- 97-105 Reserve exemplaren ECO

Bijlage 2. Schema van het Bodembologisch Indicatorsysteem

Biologisch indicatorsysteem voor Biodiversiteit van de bodem. Afleiding van indicatoren voor Life Support Functies op basis van een bodemvoedselwebmodel. DivS/FG= aantal soorten per functionele groep, DivF= diversiteit in functies, MI= maturity index, PPI= plant parasite index. Functionele (ecologische) groepen komen tot stand door onderverdeling van de taxonomische eenheden genoemd bij de Indicatieve variabelen.

Life support functies	Processen	Indicatieve variabele (soortengroep)	Deelindicator
Afbraak van organisch Materiaal	Fragmentatie	1. Wormen + potwormen 2. Mijten	DivS/FG, DivF, massa, aantal DivS/FG, DivF
	Organische substraat omzetting	3. Bacteriële afbraakroutes 4. Paddestoelen 5. Genetische. div. microflora	DivF (biologtoets) DivS/FG, DivF Bacterieel DNA-polymorfie
Recycling voedingsstoffen	Stikstof-mineralisatie	6. Trofische interacties = 1 + 2 + 7 + 8 + 9 + 10 (in aantal en biomassa)	Stikstofproductie (kg N/ha/j) uit voedselweb (modelmatig)
	<i>Deelprocessen:</i> - Microbiële activiteit - Begrazing microflora (bacteriën + schimmels) - Wortelvraat - Predatie	7. Microorganismen (bacteriën + schimmels)	Aantal, massa, activiteit (thymidine-inbouw).
		8. Protozoën 9. Nematoden 10. Springstaarten	Actieve/inactieve cysten, DivS/FG, DivF, MI DivS/FG, DivF
		2. Mijten	DivS/FG, DivF
		9. Nematoden (+ 2 + 10)	DivS/FG, DivF, PPI
		2. Mijten (+ 9 + 10)	DivS/FG, DivF
Beschikbaarheid voedingsstoffen voor planten	N-, P- en H ₂ O-opname	4. Mycorrhiza paddestoelen	DivS/FG, DivF
	Nitrificatie	11. Nitrificerende bacteriën	Nitraatvorming uit ammonium
Bodemstructuurvorming	Bioturbatie + aggregaatvorming	1. Wormen + potwormen	DivS/FG, DivF, massa, aantal
Stabiliteit Bodemecosysteem	Trofische interacties	12. Opbouw levensgemeenschap = 1 + 2 + 7 + 8 + 9 + 10 (in aantal en biomassa)	Structuur voedselweb (modelmatig)

Bijlage 3: Uitgebreid overzicht indicatoren microorganismen.

Indicatorwaarden micro-organismen: bacteriële groeisnelheid (thymidine en leucine inbouw in DNA en eiwitten), biomassa, genetische diversiteit, Shannon-Weaver index, Evenness, potentiële C mineralisatie en potentiële N mineralisatie in intensieve, extensieve en biologische melkveehouderijen (MVH) op zandgrond. De statistische significantie van verschillen tussen de bedrijfstypen werd bepaald door middel van variantieanalyse. S.E.M. = standard error of the mean, C.V. = coefficient of variation.

	Grasland op zand			Significantie p
	Intensief	Extensief	Biologisch	
Thymidine inbouw (picomol/gram.uur)				
Gemiddelde	14.8	15.7	23.6	0.24
S.E.M.	2.88	3.69	4.82	
C.V. (%)	87	103	64	
Leucine inbouw (picomol/gram.uur)				
Gemiddelde	242.9	249	341.1	0.43
S.E.M.	40.6	44.4	65.3	
C.V. (%)	75	78	61	
Biomassa (µgram C /gram)				
Gemiddelde	140.7	169.1	174.3	0.52
S.E.M.	18.6	17.2	41	
C.V. (%)	59	44	74	
Genetische diversiteit (aantal DNA banden)				
Gemiddelde	47.5	48.8	49.4	0.80
S.E.M.	1.35	2.17	2.85	
C.V. (%)	13	19	18	
Shannon Weaver index				
Gemiddelde	3.57	3.59	3.60	0.81
S.E.M.	0.03	0.045	0.044	
C.V. (%)	3.7	5.5	3.8	
Evenness				
Gemiddelde	2.13	2.14	2.14	0.33
S.E.M.	0.054	0.0096	0.0084	
C.V. (%)	1.1	1.9	1.2	
Potentiële C mineralisatie (mg C/kg.wk)				
Gemiddelde	54.2	86.8	66.0	0.01
S.E.M.	8.7	9.4	9.1	
C.V. (%)	65.0	47.0	44.0	
Potentiële N mineralisatie (mg N/kg.wk)				
Gemiddelde	6.61	10.59	9.61	0.02
S.E.M.	0.71	1.79	0.99	
C.V. (%)	48	74	32	

Bijlage 4 Uitgebreid overzicht indicatoren potwormen.

Waarden voor gemiddelden, maxima en minima zijn gebaseerd op ongetransformeerde data, waarden voor S.E.M. (standard error of the mean), range en C.V. (coefficient of variation) zijn berekend uit loggetransformeerde data, behalve bij soortenaantallen en diversiteit. Significante verschillen ($p < 0,05$; T-test) in gemiddelde waarden aangegeven door verschillen in superscripts.

	Biologisch (N=10)	Extensief (N=19)	Intensief (N=20)
Soortenaantal			
Gemiddeld	5,2	5,6	5,1
Maximum	8	8	8
Minimum	4	4	3
S.E.M.	0,47	0,25	0,31
Range	4	4	5
C.V. (%)	28,38	19,19	26,92
Abundantie (N · m²)			
Gemiddeld	40751 ^a	17877 ^b	21333 ^b
Maximum	86771	57886	36487
Minimum	17745	2713	590
S.E.M.	0,14	0,18	0,21
Range	1,59	3,06	4,12
C.V. (%)	4,30	8,47	9,64
Biomassa (g · m²)			
Gemiddeld	5,43 ^a	2,05 ^b	2,37 ^b
Maximum	13,74	4,57	5,57
Minimum	2,14	0,388	0,03
S.E.M.	0,17	0,10	0,10
Range	1,55	1,39	1,85
C.V. (%)	31,52	40,45	37,42
Fridericia-groep (N · m²)			
Gemiddeld	4371 ^a	1655 ^b	2314 ^b
Maximum	8711	4942	7702
Minimum	1460	379	64
S.E.M.	0,18	0,18	0,31
Range	1,79	2,57	4,78
C.V. (%)	6,85	10,77	19,48
Marionina-groep (N · m²)			
Gemiddeld	8627	5165	3007
Maximum	39556	20204	10760
Minimum	760	694	0
S.E.M.	0,36	0,24	0,46
Range	3,95	3,37	9,28
C.V. (%)	13,44	13,09	28,41
Enchytraeus-groep (N · m²)			
Gemiddeld	27752 ^a	11047 ^b	16012 ^b
Maximum	43720	42879	33110
Minimum	12773	1451	472
S.E.M.	0,11	0,24	0,24
Range	1,23	3,39	4,25
C.V. (%)	3,45	11,75	11,23
Diversiteit (Shannon's H')			
Gemiddeld	0,93 ^a	1,16 ^b	0,84 ^a
Maximum	1,52	1,79	1,52
Minimum	0,52	0,26	0,16
S.E.M.	0,09	0,08	0,08
Range	1,00	1,53	1,35
C.V. (%)	30,04	31,80	44,16

Bijlage 5: Resultaten abiotische analyses per locatie

Resultaten van abiotische analyses en bodemkenmerken op de onderzochte locaties. GZB= grasland op zand biologische melkveehouderij, GZE= extensieve gangbare bedrijven, GZI= intensieve gangbare bedrijven

Abiotisch	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Vocht (%)	Org.stof (%)	Pw (mg P ₂ O ₅ /l)	P-AL (mg P ₂ O ₅ /100 g d.s.)	Lutum (%)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Hg (ug/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Locatie	Bepalingsgrenzen (mg/kg):							0,05	3	2	10	3	1	1
GZB99.1	6,4	5,3	1,3	9	38	47	1	0,17	14,02	11,02	36,35	0,20	11,93	25,31
GZB99.2	5,9	4,8	2,32	10,7	30	38	3	0,23	19,39	9,01	70,70	-1,36	18,09	27,83
GZB99.3	6,3	5,3	1,26	8	49	64	1	0,30	15,61	16,76	95,24	-0,33	50,76	38,05
GZB99.4	6,4	5,5	1,16	5,9	47	50	1	0,18	12,26	10,07	35,72	0,60	19,83	22,53
GZB99.5	6,1	5,1	1,23	7	37	42	2	0,22	19,015	12,14	23,26	-5,19	12,30	18,01
GZB99.6	6,2	5,3	0,88	5,3	29	43	2	0,29	26,05	13,75	45,43	0,76	13,25	45,47
GZB99.7	6,2	5,2	1,01	4,6	67	62	2	0,21	26,94	12,21	25,40	0,57	9,54	29,95
GZB99.8	5,6	4,7	2,14	11,9	19	26	8	0,30	34,31	10,94	64,36	5,16	24,89	39,15
GZB99.9	6,1	5,3	1,03	4,8	36	64	2	0,21	35,08	9,57	29,00	2,20	8,51	33,05
GZB99.10	6,2	5,3	2,59	11	34	39	4	0,24	20,62	13,27	53,45	2,50	23,83	29,96
GZE99.1	5,8	4,9	1,6	8,8	39	48	1	0,18	18,9	9,69	30,13	-2,79	9,73	22,57
GZE99.2	6	5,2	1,63	13	70	63	2	0,28	17,28	15,35	62,22	-1,22	22,29	34,30
GZE99.3	6,1	5,2	1,55	7,9	34	37	2	0,19	16,57	8,6	47,55	4,76	10,34	20,64
GZE99.4	5,8	5,1	1,44	10,5	33	42	2	0,20	20,38	9,74	34,79	1,69	9,86	39,04
GZE99.5	6	5	1,25	6,2	55	58	2	0,17	21,945	13,11	29,55	-6,07	12,86	18,13
GZE99.6	5,7	4,9	2,27	15,3	21	30	3	0,32	18,85	10,79	74,26	1,83	11,33	22,22
GZE99.7	6	5,1	1,7	9,4	49	51	3	0,16	22,21	9,56	36,48	0,13	12,03	27,93
GZE99.8	5,9	5,2	1,19	7,1	17	38	3	0,19	20,11	5	39,76	3,76	8,22	20,54
GZE99.9	6,2	5,4	1,27	6,7	55	67	2	0,19	25,22	12,52	24,46	0,22	9,93	33,84
GZE99.10	6,1	5,2	1,6	8,1	53	53	2	0,12	11,27	11,61	21,24	-0,97	6,83	26,72
GZE99.11	5,8	4,8	1,13	10,2	62	53	1	0,12	17,13	8,92	23,05	-0,31	9,34	25,54
GZE99.12	6	4,9	1,98	11,1	35	47	2	0,21	17,63	7,64	54,87	3,43	14,25	20,30
GZE99.13	5,9	4,9	2,15	11,4	29	36	3	0,21	20,84	7,76	48,39	0,46	10,40	21,17
GZE99.14	5,9	4,8	1,18	5,5	18	35	6	0,18	25,8	9,65	51,00	2,55	14,39	29,84
GZE99.15	6	5,1	1,07	5,3	40	55	2	0,15	17,99	7,18	32,97	-0,10	9,87	25,30
GZE99.16	6	5,2	1,03	5,7	26	47	3	0,23	31,93	9,97	36,70	1,87	13,16	36,12
GZE99.17	5,8	5	1,53	9,8	25	31	4	0,23	19,07	6,62	53,92	2,81	16,38	33,70
GZE99.18	6,2	5,2	1,86	7,1	56	66	3	0,40	33,16	13,68	32,54	-6,38	18,48	50,54
GZE99.19	6	4,7	0,89	4,4	81	66	2	0,28	24,67	10,25	33,15	-3,30	15,38	23,68
GZI99.1	6,1	5,2			45	55	3	0,18	20,67	12,07	43,62	3,28	14,80	34,91
GZI99.2	6,3	5,5	0,63	2,9	68	59	1	0,14	18,17	9,16	21,04	0,74	13,51	16,38
GZI99.3	6,5	6	1,28	4,5	25	44	4	0,37	29,18	14,98	50,44	-0,85	11,26	44,06
GZI99.4	6	5,1	0,94	4,8	28	38	3	0,24	21,66	10,19	20,07	5,04	10,67	30,68
GZI99.5	5,7	4,6	1,46	6,1	54	55	2	0,24	21,19	10,14	40,53	-0,42	14,70	24,88
GZI99.6	6,3	5,6	1,81	8,5	31	52	3	0,19	29,68	12,33	40,62	-0,05	8,88	35,92
GZI99.7	6,2	5,2	1,06	5,4	66	55	2	0,20	11,05	12,54	21,04	-1,76	10,52	33,98
GZI99.8	6	5,1	1,35	6,6	23	40	2	0,17	18,13	8,23	41,76	0,62	8,73	22,59
GZI99.9	6,4	5,7	1,25	6,5	38	47	3	0,22	25,96	11,39	41,77	3,13	11,04	29,62
GZI99.10	5,8	4,8	0,96	5,1	49	82	3	0,20	29,07	12,06	37,88	2,25	11,23	35,54
GZI99.11	5,9	5,1	0,86	4,2	38	50	3	0,21	26,56	8,4	51,27	0,28	16,11	27,62
GZI99.12	6,4	5,8	1,07	4,4	27	37	7	0,29	41,505	12,055	45,47	9,14	12,76	42,08
GZI99.13	6,3	5,3	1,15	4,4	38	50	3	0,21	26,86	10,79	19,04	3,60	11,07	30,11
GZI99.14	6	5,2	1,64	8,4	97	66	2	0,29	23,81	13,39	24,58	1,14	9,34	36,00
GZI99.15	6,1	5,3			36	61	2	0,16	24,57	10,78	26,72	2,79	9,16	20,38
GZI99.16	6,4	5,3	0,99	3,8	25	34	2	0,16	19,9	7,56	9,96	-1,89	8,16	22,73
GZI99.17	6,4	5,6	1,46	3,8	69	90	2	0,22	32,47	10,76	31,54	-1,46	15,08	25,03
GZI99.18	6,5	5,9	1	4	31	57	2	0,24	28,48	7,61	42,58	-3,09	17,80	18,10
GZI99.19	5,7	4,7	1,2	5,6	77	69	1	0,29	19,12	9,68	37,71	-1,71	14,86	26,04
GZI99.20	6,2	5,4	0,88	3,4	36	47	2	0,27	27,85	8,63	31,21	-1,17	8,50	28,05

Bijlage 6: Resultaten microbiologische metingen per locatie.

Resultaten van microbiologische analyses op de onderzochte locaties. GZB= grasland op zand biologische melkveehouderij, GZE= extensieve gangbare bedrijven, GZI= intensieve gangbare bedrijven

Microbiologie	Thymidine inbouw (pmol/g.h)	Leucine inbouw (pmol/g.h)	Bact.biomass (μ C/g dr.gew.)	DNA- banden (aantal)	Shannon Weaver index	Evenness	Pot. C- mineralisatie (mg C/kg.wk)	Pot. N- mineralisatie (mg N/kg.wk)	Bacterie aantal (1e9/g)	Delende cellen (%)
GZB99.1	31,52	479,30	114,88	36,50	3,35	2,14	50,27	8,03	1,76	5,11
GZB99.2	53,88	724,40	116,89	43,50	3,53	2,16	77,28	9,35	1,69	5,19
GZB99.3	36,72	511,58	171,37	63,00	3,75	2,09	78,87	9,08	2,48	6,31
GZB99.4	13,91	229,37	211,26	50,00	3,64	2,15	39,01	6,80	2,66	5,20
GZB99.5	14,28	295,54	48,69	62,50	3,78	2,10	89,84	14,36	0,65	5,33
GZB99.6	21,18	330,60	58,11	52,50	3,70	2,16	48,99	5,61	0,95	3,79
GZB99.7	35,01	475,85	81,72	56,00	3,72	2,13	64,89	7,48	1,13	5,65
GZB99.8	15,87	188,19	418,24	44,00	3,55	2,16	27,66	13,35	5,48	7,06
GZB99.9	7,45	40,75	136,45	43,00	3,48	2,13	58,39	8,07	2,25	3,52
GZB99.10	6,18	135,29	385,58	42,50	3,54	2,17	84,05	13,94	3,91	4,81
GZE99.1	2,42	95,31	184,86	49,00	3,60	2,13	47,60	8,60	2,75	5,08
GZE99.2	3,42	61,40	193,15	53,50	3,73	2,16	73,96	15,30	2,86	5,67
GZE99.3	-1,55	13,88	55,47	56,50	3,60	2,05	61,83	11,10	0,89	3,46
GZE99.4	24,71	265,16	257,50	46,00	3,52	2,12	41,07	9,40	3,21	6,65
GZE99.5	18,51	309,45	63,22	64,50	3,83	2,11	24,28	2,41	0,87	5,84
GZE99.6	6,83	380,05	253,91	24,50	2,98	2,14	60,03	24,43	3,34	5,57
GZE99.7	5,93	75,67	173,53	50,50	3,67	2,16	100,90	17,70	2,60	5,17
GZE99.8	27,67	436,96	135,43	48,00	3,65	2,17	72,75	5,62	2,00	4,33
GZE99.9	67,87	771,24	222,13	45,00	3,62	2,19	82,14	7,35	2,98	0,61
GZE99.10	28,07	386,71	264,08	54,50	3,80	2,19	110,62	13,99	3,09	5,10
GZE99.11	3,59	68,30	70,58	45,00	3,54	2,14	46,22	6,11	1,22	6,18
GZE99.12	4,58	82,81	216,54	37,50	3,41	2,16	121,72	22,96	3,14	4,80
GZE99.13	11,95	157,36	161,72	37,00	3,39	2,16	25,22	7,50	2,07	4,78
GZE99.14	16,54	308,45	70,66	59,50	3,59	2,02	67,65	3,35	0,89	7,43
GZE99.15	7,11	151,51	170,10	52,50	3,73	2,17	37,05	7,40	2,28	6,11
GZE99.16	16,50	280,98	193,64	62,00	3,86	2,15	79,30	5,74	2,57	3,85
GZE99.17	3,74	57,53	246,00	47,00	3,59	2,15	117,64	26,60	3,49	6,36
GZE99.18	31,27	471,98	42,87	51,50	3,67	2,14	69,20	8,50	0,58	7,65
GZE99.19	19,92	356,00	236,79	43,00	3,46	2,12	31,38	-2,80	3,05	5,83
GZI99.1	7,05	72,59	229,03	51,50	3,68	2,15	41,83	8,79	3,28	5,71
GZI99.2	7,72	240,48	181,64	47,00	3,48	2,08	16,30	3,10	2,25	6,06
GZI99.3	-2,92	14,43	170,67	50,00	3,66	2,15	48,14	7,48	2,58	4,65
GZI99.4	16,71	452,30	95,08	42,50	3,48	2,14	25,81	7,30	1,43	3,94
GZI99.5	8,01	153,26	105,75	39,50	3,41	2,13	12,95	4,86	1,47	5,58
GZI99.6	1,73	29,88	163,13	42,00	3,51	2,16	142,38	16,50	2,43	4,03
GZI99.7	14,89	138,41	246,90	43,50	3,50	2,14	24,41	4,76	3,03	7,38
GZI99.8	9,47	160,10	1,71	53,50	3,71	2,15	37,45	8,60	0,06	25,00
GZI99.9	38,40	512,97	82,28	34,50	3,31	2,15	80,17	7,98	1,05	7,89
GZI99.10	11,76	161,81	94,08	52,00	3,62	2,11	73,58	9,56	1,33	8,74
GZI99.11	34,01	472,16	109,64	50,00	3,58	2,11	65,53	5,22	1,83	2,27
GZI99.12	36,78	499,18	157,28	45,00	3,51	2,12	53,86	5,00	2,25	10,31
GZI99.13	5,30	137,70	256,28	59,50	3,84	2,17	38,37	5,67	3,05	6,04
GZI99.14	12,83	209,34	6,74	49,50	3,67	2,16	42,69	10,30	0,15	2,94
GZI99.15	6,08	129,24	75,87	51,50	3,64	2,13	22,79	3,91	0,94	11,39
GZI99.16	42,54	679,99	101,65	40,50	3,37	2,10	17,32	3,61	1,23	5,33
GZI99.17	14,91	174,87	55,61	53,00	3,70	2,15	10,76	3,80	0,81	6,84
GZI99.18	15,70	256,19	293,61	46,00	3,53	2,13	31,74	6,90	3,51	4,53
GZI99.19	11,11	220,50	249,58	44,50	3,46	2,10	51,42	5,40	3,20	6,74
GZI99.20	4,06	141,65	137,41	54,00	3,68	2,12	21,57	3,53	1,80	5,33

Bijlage 7: Resultaten Biologmetingen per locatie.

Resultaten van biologmetingen op de onderzochte locaties. GZB= grasland op zand biologische melkveehouderij, GZE= extensieve gangbare bedrijven, GZI= intensieve gangbare bedrijven

Biolog	log CFU-50awcd	helling	µg grond / 50%omz.cap	log CFU/g
<i>Locaties</i>				
GZB99.1	3,71	0,74	126,47	7,61
GZB99.2	3,74	0,44	105,93	7,71
GZB99.3	3,42	0,76	60,39	7,64
GZB99.4	3,98	0,57	266,07	7,55
GZB99.5	4,29	0,59	586,14	7,52
GZB99.6	4,21	0,56	1093,96	7,17
GZB99.7	4,15	0,60	468,81	7,48
GZB99.8	3,59	0,68	99,08	7,59
GZB99.9	4,04	0,50	312,61	7,54
GZB99.10	4,22	0,41	430,53	7,59
GZE99.1	3,96	0,34	224,91	7,61
GZE99.2	3,32	0,47	105,93	7,29
GZE99.3	3,93	0,54	162,93	7,72
GZE99.4	3,94	0,65	213,80	7,61
GZE99.5	4,20	0,44	498,88	7,5
GZE99.6	2,99	0,34	23,33	7,62
GZE99.7	4,43	0,54	685,49	7,59
GZE99.8	3,60	0,25	115,61	7,54
GZE99.9	4,36	0,58	952,80	7,38
GZE99.10				
GZE99.11	4,39	0,43	701,46	7,54
GZE99.12	3,35	0,50	62,66	7,55
GZE99.13	3,86	0,35	155,60	7,67
GZE99.14	4,05	0,35	438,53	7,41
GZE99.15	4,29	0,68	583,45	7,52
GZE99.16	3,98	0,45	331,13	7,46
GZE99.17	3,94	0,96	201,84	7,63
GZE99.18	4,35	0,56	534,56	7,62
GZE99.19	4,14	0,73	548,28	7,4
GZI99.1	4,20	0,42	319,15	7,7
GZI99.2	3,86	0,83	629,51	7,06
GZI99.3	3,92	0,48	249,46	7,52
GZI99.4	4,48	0,34	483,06	7,8
GZI99.5	3,99	0,38	374,97	7,42
GZI99.6	3,80	1,15	141,25	7,65
GZI99.7	4,22	0,59	1396,37	7,07
GZI99.8	4,09	0,60	399,94	7,49
GZI99.9	4,27	0,49	393,55	7,67
GZI99.10	4,42	0,56	644,17	7,61
GZI99.11	4,19	0,42	707,95	7,34
GZI99.12	4,37	0,41	1061,70	7,34
GZI99.13	4,17	0,71	615,18	7,38
GZI99.14	4,05	0,78	334,20	7,53
GZI99.15	3,91	0,55	601,17	7,13
GZI99.16	4,10	0,74	1047,13	7,08
GZI99.17	4,16	0,56	545,76	7,42
GZI99.18	4,04	0,74	498,88	7,34
GZI99.19	4,36	0,55	785,24	7,46
GZI99.20	4,23	0,56	669,88	7,4

Bijlage 8 vervolg: Resultaten nematodenanalyses *biologische* bedrijven per locatie 2

<i>Nematoden Biologische bedrijven - vervolg</i>			GZB99.1	GZB99.2	GZB99.3	GZB99.4	GZB99.5	GZB99.6	GZB99.7	GZB99.8	GZB99.9	GZB99.10
CEPHALOBIDAE	Bf	2	33,1	78,2	162,7	192,4	134,0	31,4	179,6	103,6	64,6	206,2
Cephalobus	Bf	2	33,1	39,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,5	0,0	0,0
Cephalobus persegnis	Bf	2	0,0	39,1	0,0	0,0	67,0	31,4	44,9	0,0	0,0	0,0
Eucephalobus	Bf	2	264,9	117,3	65,1	384,7	469,2	219,6	897,8	414,4	193,9	123,7
Eucephalobus oxyuroides	Bf	2	198,7	39,1	260,3	529,0	268,1	282,4	89,8	207,2	226,2	123,7
Eucephalobus striatus	Bf	2	33,1	39,1	65,1	48,1	67,0	188,3	89,8	172,7	129,2	0,0
Eucephalobus mucronatus	Bf	2	0,0	0,0	32,5	0,0	0,0	31,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Eucephalobus paracornutus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterocephalobus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterocephalobus elongatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeloides	Bf	2	431,0	196,0	98,0	433,0	402,0	220,0	315,0	380,0	97,0	247,0
Cervidellus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Cervidellus serratus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeles	Bf	2	33,1	0,0	32,5	144,3	67,0	188,3	0,0	0,0	32,3	0,0
Acrobeles mariannae	Bf	2	0,0	0,0	0,0	48,1	134,0	31,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeles ciliatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	48,1	0,0	62,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeles complexus (cf)	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chiloplacus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chiloplacus symmetricus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MONHYSTERIDAE	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eumonhystera	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,9	0,0	0,0	0,0
Eumonhystera similis	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eumonhystera simplex	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Monhystera	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Geomonhystera villosa (cf)	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PLECTIDAE	Bf	2	33,1	0,0	130,1	0,0	0,0	31,4	44,9	0,0	0,0	0,0
Plectus	Bf	2	66,2	78,2	65,1	240,4	134,0	94,1	134,7	0,0	64,6	41,2
Plectus acuminatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus parietinus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus longicaudatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus parvus	Bf	2	33,1	0,0	0,0	48,1	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus rhizophilus (cf)	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anaplectus	Bf	2	33,1	39,1	97,6	0,0	0,0	0,0	69,1	32,3	41,2	0,0
Anaplectus granulatus	Bf	2	0,0	39,1	65,1	0,0	0,0	94,1	0,0	34,5	0,0	0,0
Anaplectus grandepapillatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TERATOCEPHALIDAE	Bf	3	0,0	39,1	0,0	48,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus	Bf	3	33,1	0,0	97,6	0,0	134,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus tenuis	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus costatus	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metateratocephalus	Bf	3	33,1	39,1	162,7	0,0	0,0	31,4	0,0	69,1	0,0	0,0
CHROMADORIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BASTIANIIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	48,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bastiana	Bf	3	0,0	0,0	0,0	48,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Achromadora	Uef	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodesmodora	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prismatolaimus	Bf	3	99,3	234,7	32,5	144,3	536,2	94,1	44,9	0,0	32,3	41,2
Prismatolaimus intermedius	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TRIPYLIDAE	Ca	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tripyla	Ca	3	0,0	0,0	97,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diphtherophora	Hf	3	33,1	0,0	0,0	48,1	0,0	31,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Diphtherophora communis	Hf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALAIMIDAE	Bf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alaimus	Bf	4	0,0	0,0	65,1	96,2	0,0	31,4	0,0	34,5	0,0	0,0
MONONCHIDAE	Ca	4	33,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mononchus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,5	0,0	0,0
Mylonchulus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Clarkus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	48,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DORYLAIMOIDEA	Om	4	430,5	195,6	97,6	288,5	469,2	188,3	44,9	103,6	32,3	123,7
Dorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,1	0,0	0,0
Pungentus	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Pungentus silvestris	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
QUDSIANEMATIDAE	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,3	82,5
Thonus circulifer	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eudorylaimus	Ca	4	0,0	0,0	32,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eudorylaimus centrocerus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,5	0,0	0,0
Epidorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dorylaimoides limnophilus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,5	0,0	0,0
Tylencholaimus	Hf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylencholaimellus striatus	Hf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
THORNENEMATIDAE	Om	5	0,0	78,2	97,6	48,1	0,0	0,0	224,4	138,1	32,3	330,0
Prodorylaimus	Om	4	0,0	0,0	65,1	0,0	0,0	0,0	45,0	34,5	0,0	0,0
Prodorylaimus acris	Om	4	0,0	0,0	0,0	48,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodorylaimus uliginosus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus attenuatus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,5	0,0	0,0
Mesodorylaimus bastiani	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus dorni	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus mesonyctius	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Laimydorus parabastiani	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,2
Ecumenicus monohystera	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
APORCELAIMIDAE	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,9	0,0	0,0	82,5
Aporcelaimellus paraobtusicaudatus	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus obtusicaudatus	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus simplex	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,9	69,1	32,3	0,0
Aporcelaimus vorax	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DAUERLARVE	DI		198,7	39,1	227,7	1346,5	268,1	533,4	1526,2	34,5	1712,5	577,5
Totaal aantal per 100g versgew.			5067,2	5867,1	4880,4	7213,5	10053,2	4706,6	6734,1	5180,1	4846,7	6062,9

Bijlage 8 vervolg: Resultaten nematodenanalyses *extensieve* bedrijven per locatie 3

<i>Nematoden Extensieve bedrijven - vervolg 3</i>			GZE99.1	GZE99.2	GZE99.3	GZE99.4	GZE99.5	GZE99.6	GZE99.7	GZE99.8	GZE99.9	GZE99.10
CEPHALOBIDAE	Bf	2	62,9	317,6	27,3	347,2	52,4	116,5	166,4	138,1	73,1	131,6
Cephalobus	Bf	2	0,0	0,0	27,3	0,0	26,2	0,0	0,0	184,1	0,0	87,7
Cephalobus persegnis	Bf	2	0,0	52,9	54,5	0,0	52,4	0,0	71,3	46,0	329,1	0,0
Eucephalobus	Bf	2	335,4	423,4	136,3	347,2	209,8	116,5	95,1	368,1	146,3	394,7
Eucephalobus oxyuroides	Bf	2	41,9	370,5	218,1	115,7	78,7	0,0	237,8	184,1	109,7	350,8
Eucephalobus striatus	Bf	2	62,9	0,0	109,1	154,3	157,3	155,4	95,1	184,1	0,0	0,0
Eucephalobus mucronatus	Bf	2	41,9	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8	23,8	92,0	36,6	175,4
Eucephalobus paracornutus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2	0,0	0,0	92,0	36,6	43,9
Heterocephalobus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterocephalobus elongatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,6	0,0
Acroboloides	Bf	2	147,0	476,0	109,0	463,0	157,0	78,0	262,0	230,0	293,0	614,0
Cervidellus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cervidellus serratus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeles	Bf	2	0,0	52,9	0,0	0,0	52,4	0,0	0,0	0,0	36,6	43,9
Acrobeles mariannae	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeles ciliatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeles complexus (cf)	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chiloplacus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chiloplacus symmetricus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MONHYSTERIDAE	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eumonhystera	Bf	1	0,0	52,9	54,5	0,0	26,2	0,0	0,0	0,0	36,6	0,0
Eumonhystera similis	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,9
Eumonhystera simplex	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Monhystera	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Geomonhystera villosa (cf)	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PLECTIDAE	Bf	2	0,0	52,9	0,0	77,2	52,4	38,8	0,0	92,0	0,0	0,0
Plectus	Bf	2	104,8	158,8	54,5	308,6	26,2	116,5	71,3	322,1	292,6	131,6
Plectus acuminatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,8	0,0	0,0	0,0
Plectus parietinus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus longicaudatus	Bf	2	0,0	0,0	27,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus parvus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus rhizophilus (cf)	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0	0,0	0,0
Anaplectus	Bf	2	62,9	105,9	0,0	38,6	0,0	77,7	95,1	46,0	73,1	219,3
Anaplectus granulatus	Bf	2	21,0	52,9	0,0	0,0	0,0	38,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Anaplectus grandepapillatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2	0,0	47,6	0,0	0,0	43,9
TERATOCEPHALIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus	Bf	3	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	131,6
Teratocephalus tenuis	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus costatus	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,9
Metateratocephalus	Bf	3	0,0	52,9	0,0	0,0	0,0	0,0	23,8	0,0	36,6	87,7
CHROMADORIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BASTIANIIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,6	0,0
Bastiania	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Achromadora	Uef	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodesmodora	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prismatolaimus	Bf	3	0,0	0,0	0,0	38,6	26,2	77,7	0,0	0,0	0,0	131,6
Prismatolaimus intermedius	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TRIPYLIDAE	Ca	3	0,0	52,9	0,0	0,0	0,0	0,0	23,8	0,0	0,0	0,0
Tripyla	Ca	3	0,0	52,9	0,0	0,0	0,0	0,0	23,8	0,0	0,0	0,0
Diphtherophora	Hf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diphtherophora communis	Hf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALAIMIDAE	Bf	4	0,0	52,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alaimus	Bf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MONONCHIDAE	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,8	0,0	0,0	0,0
Mononchus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mylonchulus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Clarkus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DORYLAIMOIDEA	Om	4	83,8	52,9	81,8	154,3	104,9	233,1	190,2	92,0	182,9	175,4
Dorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pungentus	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,6	0,0
Pungentus silvestris	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,6	0,0
QUDSIANEMATIDAE	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73,1	0,0
Thonus circulifer	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,6	0,0
Eudorylaimus	Ca	4	0,0	53,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eudorylaimus centrocercus	Om	4	0,0	52,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Epidorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dorylaimoides limnophilus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylencholaimus	Hf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylencholaimellus striatus	Hf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,8	0,0	0,0	0,0
THORNENEMATIDAE	Om	5	41,9	582,2	54,5	115,7	131,1	38,8	0,0	0,0	0,0	131,6
Prodorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,3	0,0	0,0	0,0
Prodorylaimus acris	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodorylaimus uliginosus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,8	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus attenuatus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus bastiani	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus dorni	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus mesonyctus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Laimydorus parabastiani	Om	5	0,0	52,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ecumenicus monohystera	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
APORCELAIMIDAE	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus	Ca	5	0,0	158,8	0,0	0,0	52,4	38,8	0,0	0,0	0,0	43,9
Aporcelaimellus paraobtusicaudatus	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus obtusicaudatus	Ca	5	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8	0,0	46,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus simplex	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimus vorax	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DAUERLARVE	DI		377,3	846,9	708,9	964,4	472,0	932,3	237,8	1288,5	365,7	1140,1
Totaal aantal per 100g versgew.			3123,6	7886,4	4089,9	5786,7	3933,0	5827,0	3567,1	6856,6	5120,4	6490,1

Bijlage 8 vervolg: Resultaten nematodenanalyses *extensieve* bedrijven per locatie 4

Nematoden Extensieve bedrijven - vervolg 4			GZE99.11	GZE99.12	GZE99.13	GZE99.14	GZE99.15	GZE99.16	GZE99.17	GZE99.18	GZE99.19
CEPHALOBIDAE	Bf	2	102,8	0,0	64,1	105,2	94,1	221,1	131,1	139,4	75,4
Cephalobus	Bf	2	0,0	0,0	64,1	0,0	0,0	165,9	0,0	0,0	0,0
Cephalobus persegnis	Bf	2	0,0	50,9	0,0	35,1	0,0	0,0	0,0	34,8	37,7
Eucephalobus	Bf	2	102,8	76,3	832,8	385,7	423,4	331,7	157,4	487,8	150,9
Eucephalobus oxyuroides	Bf	2	25,7	229,0	320,3	175,3	235,2	608,1	288,5	104,5	75,4
Eucephalobus striatus	Bf	2	51,4	178,1	128,1	350,7	0,0	608,1	26,2	69,7	113,2
Eucephalobus mucronatus	Bf	2	0,0	25,4	0,0	35,1	141,1	110,6	0,0	34,8	37,7
Eucephalobus paracornutus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	94,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterocephalobus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterocephalobus elongatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeloides	Bf	2	77,0	101,0	192,0	386,0	235,0	609,0	184,0	349,0	490,0
Cervidellus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,7	75,4
Cervidellus serratus	Bf	2	0,0	25,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeles	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	78,7	139,4	150,9
Acrobeles mariannae	Bf	2	0,0	25,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,7
Acrobeles ciliatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeles complexus (cf)	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chiloplacus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chiloplacus symmetricus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MONHYSTERIDAE	Bf	1	0,0	25,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eumonhystera	Bf	1	0,0	0,0	0,0	35,1	47,0	165,9	0,0	0,0	0,0
Eumonhystera similis	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eumonhystera simplex	Bf	1	0,0	0,0	0,0	35,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Monhystera	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Geomonhystera villosa (cf)	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PLECTIDAE	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus	Bf	2	102,8	76,3	448,4	420,8	141,1	221,1	104,9	0,0	75,4
Plectus acuminatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus parietinus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,3	0,0	0,0	0,0
Plectus longicaudatus	Bf	2	0,0	25,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus parvus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,3	0,0	0,0	0,0
Plectus rhizophilus (cf)	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anaplectus	Bf	2	38,5	0,0	64,1	70,1	141,1	110,6	0,0	0,0	37,7
Anaplectus granulatus	Bf	2	0,0	25,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anaplectus grandepapillatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TERATOCEPHALIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus tenuis	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus costatus	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metateratocephalus	Bf	3	0,0	0,0	64,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CHROMADORIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BASTIANIIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bastiana	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Achromadora	Uef	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodesmodora	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prismatolaimus	Bf	3	25,7	0,0	64,1	35,1	0,0	55,3	26,2	0,0	37,7
Prismatolaimus intermedius	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TRIPYLIDAE	Ca	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tripyla	Ca	3	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diphtherophora	Hf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,8	37,7
Diphtherophora communis	Hf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALAIMIDAE	Bf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alaimus	Bf	4	0,0	0,0	0,0	35,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MONONCHIDAE	Ca	4	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,7
Mononchus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,3	0,0	0,0	0,0
Mylonchulus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Clarkus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	35,1	0,0	165,9	0,0	0,0	0,0
DORYLAIMOIDEA	Om	4	64,2	50,9	384,4	70,1	188,2	221,1	104,9	0,0	75,4
Dorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pungentus	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pungentus silvestris	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
QUDSIANEMATIDAE	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Thonus circulifer	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eudorylaimus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eudorylaimus centrocercus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Epidorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	105,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dorylaimoides limnophilus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylencholaimus	Hf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylencholaimellus striatus	Hf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
THORNENEMATIDAE	Om	5	128,4	127,2	256,2	245,5	376,4	110,6	78,7	0,0	37,7
Prodorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodorylaimus acris	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodorylaimus uliginosus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus attenuatus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus bastiani	Om	5	0,0	25,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus dermi	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus mesonyctus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Laimydrus parabastiani	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ecumenicus monhystera	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
APORCELAIMIDAE	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus	Ca	5	12,8	0,0	0,0	0,0	94,1	55,3	78,7	34,8	113,2
Aporcelaimellus paraobtusicaudatus	Ca	5	0,0	0,0	64,1	0,0	0,0	0,0	0,0	34,8	0,0
Aporcelaimellus obtusicaudatus	Ca	5	12,8	0,0	0,0	0,0	47,0	110,6	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus simplex	Ca	5	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,8	0,0
Aporcelaimus vorax	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DAUERLARVE	DI		282,6	1653,9	3587,5	245,5	1693,8	608,1	393,4	1498,3	1810,5
Totaal aantal per 100g versgew.			1926,6	3815,9	9673,1	5260,3	7386,4	8127,5	3987,1	5227,2	5733,0

Bijlage 8 vervolg: Resultaten nematodenanalyses *intensieve* bedrijven per locatie 1

Nematoden Intensieve bedrijven 1			GZI99.1	GZI99.2	GZI99.3	GZI99.4	GZI99.5	GZI99.6	GZI99.7	GZI99.8	GZI99.9	GZI99.10
Taxon (aantal/100g)	Voed.gr.	c-p gr.										
TYLENCHIDAE	Pf	2	50,4	101,6	930,8	361,2	34,2	421,4	246,0	220,3	254,6	184,9
Coslenchus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	45,2	0,0	35,1	0,0	0,0	36,4	0,0
Coslenchus costatus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coslenchus rhombus (cf)	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aglenchus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aglenchus agricola	Pf	2	0,0	0,0	214,8	0,0	0,0	35,1	0,0	0,0	36,4	0,0
Malenchus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malenchus acaryensis	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Filenchus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,5	0,0	0,0
Filenchus vulgaris	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Neopsilenchus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,2
Cephalenchus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paratylenchus	Pf	2	0,0	14,5	0,0	0,0	34,2	140,5	30,8	62,9	72,7	0,0
Paratylenchus projectus	Pf	2	0,0	14,5	35,8	0,0	136,7	140,5	0,0	0,0	218,2	0,0
Paratylenchus nanus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,1	0,0	0,0	181,8	231,1
Paratylenchus neoamblycephalus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paratylenchus similis	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paratylenchus hamatus (cf)	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DOLICHODORIDAE	Pf	3	0,0	87,1	429,6	496,7	410,1	561,9	123,0	440,5	181,8	647,1
Dolichorhynchus lamelliferus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylenchorhynchus	Pf	3	20,2	58,0	71,6	45,2	0,0	0,0	61,5	0,0	0,0	0,0
Tylenchorhynchus bryobius	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylenchorhynchus dubius	Pf	3	30,3	14,5	0,0	90,3	34,2	140,5	0,0	31,5	109,1	138,7
Tylenchorhynchus striatus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylenchorhynchus maximus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	0,0
Nagelus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Meloidogyne	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,8	0,0	0,0	46,2
Meloidogyne naasi	Pf	3	40,4	14,5	35,8	90,3	0,0	140,5	30,8	0,0	36,4	46,2
CRICONEMATIDAE	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hemicyclophora	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterodera	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HOPLOLAIMIDAE	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Helicotylenchus	Pf	3	40,4	0,0	0,0	45,2	34,2	70,2	30,8	157,3	109,1	184,9
Helicotylenchus varicaudatus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Helicotylenchus paxilli	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Helicotylenchus pseudorobustus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Helicotylenchus digonicus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rotylenchus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PRATYLENCHIDAE	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pratylenchus	Pf	3	10,1	14,5	35,8	180,6	170,9	105,4	0,0	31,5	36,4	0,0
Pratylenchus crenatus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pratylenchus penetrans	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TRICHODORIDAE	Pf	4	0,0	0,0	214,8	45,2	0,0	70,2	0,0	62,9	0,0	0,0
Trichodorus	Pf	4	0,0	0,0	0,0	45,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trichodorus similis	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paratrachodorus	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xiphinema	Pf	5	0,0	0,0	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Longidorus	Pf	5	0,0	0,0	35,8	0,0	34,2	0,0	30,8	0,0	0,0	92,4
Longidorus elongatus	Pf	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
RHABDITIDAE	Bf	1	171,5	624,0	429,6	587,0	444,3	878,0	584,4	377,6	1054,7	508,4
Rhabditis	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhabditis longicaudata	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,1	0,0	0,0	36,4	0,0
Rhabditis terricola	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Protorhabditis oxyroides	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	0,0
Protorhabditis filiformis	Bf	1	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	0,0
Mesorhabditis ultima (cf)	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,2
Bursilla monhystera	Bf	1	30,3	0,0	0,0	0,0	34,2	0,0	61,5	0,0	36,4	0,0
Dolichorhabditis dolichura	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cuticularia	Bf	1	0,0	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,5	0,0	0,0
Cuticularia oxycerca	Bf	1	0,0	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diploscapter	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diploscapter coronatus	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	68,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PANAGROLAIMIDAE	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,5	0,0	0,0
Panagrolaimus	Bf	1	10,1	0,0	0,0	45,2	205,1	210,7	30,8	0,0	36,4	92,4
Panagrolaimus detritophagus	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Panagrolaimus paetzoldi	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Panagrolaimus rigidus	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	35,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Panagrolaimus subelongatus	Bf	1	0,0	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Panagrobelus (cf)	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylopharynx	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylopharynx foetida	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DIPLOGASTERIDAE	Bf	1	0,0	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NEODIPLOGASTERIDAE	Bf	1	20,2	0,0	35,8	0,0	68,4	35,1	61,5	62,9	72,7	92,4
Pareudiplogaster	Uef	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pristionchus lheritieri	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ditylenchus	Hf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	0,0	30,8	0,0	0,0	0,0
Ditylenchus intermedius	Hf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aphelenchus	Hf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	35,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Aphelenchoides	Hf	2	20,2	0,0	0,0	0,0	170,9	70,2	61,5	62,9	145,5	231,1
Aphelenchoides bicaudatus	Hf	2	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aphelenchoides saprophilus (cf)	Hf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aphelenchoides sinodendroni	Hf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Seinura	Ca	2	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Bijlage 8 vervolg: Resultaten nematodenanalyses *intensieve* bedrijven per locatie 2

Nematoden <i>Intensieve</i> bedrijven - vervolg 2			GZI99.11	GZI99.12	GZI99.13	GZI99.14	GZI99.15	GZI99.16	GZI99.17	GZI99.18	GZI99.19	GZI99.20
Taxon (aantal/100g)	Voed.gr.	c-p gr.										
TYLENCHIDAE	Pf	2	729,1	229,3	258,5	314,0	126,3	79,3	416,5	144,4	131,6	128,4
Coslenchus	Pf	2	27,0	28,7	86,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,4
Coslenchus costatus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Coslenchus rhombus (cf)	Pf	2	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aglenchus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,7
Aglenchus agricola	Pf	2	324,0	86,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,8	0,0	0,0
Malenchus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Malenchus acaryensis	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Filenchus	Pf	2	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Filenchus vulgaris	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Neopsilenchus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cephalenchus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paratylenchus	Pf	2	27,0	28,7	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	25,7
Paratylenchus projectus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	0,0
Paratylenchus nanus	Pf	2	27,0	57,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paratylenchus neoblycephalus	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paratylenchus similis	Pf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paratylenchus hamatus (cf)	Pf	2	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DOLICHODORIDAE	Pf	3	162,0	86,0	114,9	209,3	157,8	39,6	277,7	231,1	197,5	179,8
Dolichorhynchus lamelliferus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylenchorhynchus	Pf	3	27,0	114,6	86,2	139,6	78,9	39,6	0,0	0,0	131,6	0,0
Tylenchorhynchus bryobius	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylenchorhynchus dubius	Pf	3	0,0	0,0	0,0	34,9	15,8	0,0	69,4	115,6	98,7	25,7
Tylenchorhynchus striatus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylenchorhynchus maximus	Pf	3	27,0	200,6	57,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nagelus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Meloidogyne	Pf	3	0,0	0,0	0,0	69,8	0,0	0,0	0,0	0,0	164,6	0,0
Meloidogyne naasi	Pf	3	108,0	114,6	0,0	69,8	0,0	19,8	34,7	0,0	0,0	25,7
CRICONEMATIDAE	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hemicyclophora	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,7
Heterodera	Pf	3	27,0	86,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,4
HOPLALAIMIDAE	Pf	3	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	34,7	28,9	0,0	0,0
Helicotylenchus	Pf	3	108,0	86,0	0,0	69,8	78,9	0,0	138,8	144,4	65,8	25,7
Helicotylenchus varicaudatus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Helicotylenchus paxilli	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Helicotylenchus pseudorobustus	Pf	3	0,0	28,7	28,7	0,0	47,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Helicotylenchus digonicus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rotylenchus	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	0,0
PRATYLENCHIDAE	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pratylenchus	Pf	3	0,0	0,0	114,9	34,9	0,0	0,0	243,0	57,8	32,9	25,7
Pratylenchus crenatus	Pf	3	0,0	0,0	28,7	0,0	47,4	0,0	0,0	28,9	32,9	25,7
Pratylenchus penetrans	Pf	3	0,0	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TRICHODORIDAE	Pf	4	81,0	0,0	28,7	0,0	0,0	39,6	0,0	0,0	164,6	0,0
Trichodorus	Pf	4	54,0	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trichodorus similis	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paratrachodorus	Pf	4	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Xiphinema	Pf	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Longidorus	Pf	5	27,0	86,0	57,4	0,0	0,0	0,0	34,7	28,9	0,0	0,0
Longidorus elongatus	Pf	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,4	0,0	0,0	0,0
RHABDITIDAE	Bf	1	216,0	888,4	517,0	558,2	78,9	317,2	381,8	317,8	329,1	334,0
Rhabditis	Bf	1	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhabditis longicaudata	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhabditis terricola	Bf	1	0,0	57,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Protorhabditis oxyuroides	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Protorhabditis filiformis	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesorhabditis ultima (cf)	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bursilla monhystera	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dolichorhabditis dolichura	Pf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cuticularia	Bf	1	0,0	0,0	0,0	34,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cuticularia oxycerca	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diploscapter	Bf	1	0,0	0,0	57,4	244,2	31,6	59,5	0,0	0,0	0,0	51,4
Diploscapter coronatus	Bf	1	0,0	0,0	0,0	34,9	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0
PANAGROLAIMIDAE	Bf	1	0,0	0,0	0,0	69,8	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	51,4
Panagrolaimus	Bf	1	27,0	28,7	57,4	0,0	126,3	99,1	451,2	28,9	32,9	0,0
Panagrolaimus detritophagus	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,7
Panagrolaimus paetzoldi	Bf	1	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Panagrolaimus rigidus	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Panagrolaimus subelongatus	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,9	0,0
Panagrobelus (cf)	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylopharynx	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylopharynx foetida	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DIPLOGASTERIDAE	Bf	1	0,0	0,0	0,0	139,6	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	0,0
NEODIPLOGASTERIDAE	Bf	1	162,0	0,0	201,1	34,9	78,9	99,1	0,0	57,8	98,7	51,4
Pareudiplogaster	Uef	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,7	0,0	0,0	0,0
Pristionchus Iheritieri	Bf	1	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ditylenchus	Hf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Ditylenchus intermedius	Hf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aphelenchus	Hf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aphelenchoides	Hf	2	54,0	28,7	28,7	69,8	47,4	59,5	0,0	0,0	0,0	51,4
Aphelenchoides bicaudatus	Hf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aphelenchoides saprophilus (cf)	Hf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aphelenchoides sinodendroni	Hf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Seinura	Ca	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	118,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Bijlage 8 vervolg: Resultaten nematodenanalyses *intensieve* bedrijven per locatie 3

Nematoden intensieve bedrijven - vervolg 3			GZ199.1	GZ199.2	GZ199.3	GZ199.4	GZ199.5	GZ199.6	GZ199.7	GZ199.8	GZ199.9	GZ199.10
CEPHALOBIDAE	Bf	2	20,2	87,1	35,8	135,5	102,5	105,4	61,5	62,9	181,8	46,2
Cephalobus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,5	0,0	46,2
Cephalobus persegnis	Bf	2	0,0	0,0	35,8	45,2	34,2	35,1	61,5	31,5	72,7	0,0
Eucephalobus	Bf	2	100,9	72,6	358,0	722,5	581,0	175,6	92,3	377,6	254,6	46,2
Eucephalobus oxyuroides	Bf	2	50,4	14,5	322,2	857,9	136,7	316,1	92,3	62,9	218,2	508,4
Eucephalobus striatus	Bf	2	40,4	14,5	35,8	45,2	136,7	35,1	0,0	251,7	36,4	46,2
Eucephalobus mucronatus	Bf	2	70,6	0,0	0,0	0,0	34,2	0,0	0,0	0,0	36,4	46,2
Eucephalobus paracornutus	Bf	2	0,0	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterocephalobus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterocephalobus elongatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeloides	Bf	2	40,0	204,0	251,0	361,0	410,0	105,0	277,0	315,0	109,0	462,0
Cervidellus	Bf	2	0,0	14,5	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cervidellus serratus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeles	Bf	2	0,0	0,0	0,0	90,3	34,2	0,0	215,3	0,0	36,4	0,0
Acrobeles mariannae	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeles ciliatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	45,2	0,0	0,0	0,0	31,5	0,0	0,0
Acrobeles complexus (cf)	Bf	2	0,0	0,0	0,0	45,2	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	0,0
Chiloplacus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chiloplacus symmetricus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	45,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MONHYSTERIDAE	Bf	1	10,1	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eumonhystera	Bf	1	30,0	0,0	0,0	45,2	34,2	0,0	0,0	31,5	0,0	46,2
Eumonhystera similis	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eumonhystera simplex	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Monhystera	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Geomonhystera villosa (cf)	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PLECTIDAE	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus	Bf	2	20,2	14,5	250,6	90,3	170,9	210,7	30,8	31,5	327,3	508,4
Plectus acuminatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus parietinus	Bf	2	0,0	29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus longicaudatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus parvus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	0,0
Plectus rhizophilus (cf)	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anaplectus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	45,2	68,4	35,1	0,0	62,9	0,0	92,4
Anaplectus granulatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	138,7
Anaplectus grandepapillatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,1	0,0	0,0	0,0	0,0
TERATOCEPHALIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,9	0,0	0,0
Teratocephalus	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus tenuis	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus costatus	Bf	3	0,0	0,0	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metateratocephalus	Bf	3	0,0	0,0	71,6	90,3	0,0	0,0	30,8	31,0	0,0	46,0
CHROMADORIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BASTIANIIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bastiana	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Achromadora	Uef	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	0,0
Prodesmodora	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prismatolaimus	Bf	3	10,1	0,0	35,8	45,2	68,4	35,1	0,0	62,9	0,0	92,4
Prismatolaimus intermedius	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,2
TRIPYLIDAE	Ca	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tripyla	Ca	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diphtherophora	Hf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diphtherophora communis	Hf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ALAIMIDAE	Bf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alaimus	Bf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MONONCHIDAE	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	92,4
Mononchus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mylonchulus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Clarkus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,8	0,0	36,4	0,0
DORYLAIMOIDEA	Om	4	20,2	58,0	71,6	406,4	102,5	140,5	153,8	409,1	0,0	231,1
Dorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pungentus	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pungentus silvestris	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
QUDSIANEMATIDAE	Om	4	0,0	43,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Thonus circulifer	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eudorylaimus	Ca	4	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eudorylaimus centrocercus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Epidorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0
Dorylaimoides limnophilus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylencholaimus	Hf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylencholaimellus striatus	Hf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
THORNENEMATIDAE	Om	5	40,4	43,5	322,2	45,2	68,4	70,2	0,0	0,0	145,5	323,6
Prodorylaimus	Om	4	0,0	0,0	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodorylaimus acris	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodorylaimus uliginosus	Om	5	0,0	0,0	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus attenuatus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus bastiani	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus dorni	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus mesonyctius	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	0,0
Laimydorus parabastiani	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	72,7	0,0
Ecumenicus monohystera	Om	5	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
APORCELAIMIDAE	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus	Ca	5	20,2	29,0	35,8	0,0	34,2	0,0	30,8	31,5	0,0	138,7
Aporcelaimellus paraobtusicaudatus	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus obtusicaudatus	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus simplex	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,1	0,0	0,0	36,4	0,0
Aporcelaimus vorax	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DAUERLARVE	DI		565,0	464,4	895,0	1625,5	957,0	842,8	2122,1	1227,2	763,7	1340,4
Totaal aantal per 100g versgew.			1513,0	2178,0	5370,4	6863,1	5126,5	5443,0	4613,5	4720,3	5273,2	6932,9

Bijlage 8 vervolg: Resultaten nematodenanalyses *intensieve* bedrijven per locatie 4

Nematoden Intensieve bedrijven - vervolg 4			GZ199.11	GZ199.12	GZ199.13	GZ199.14	GZ199.15	GZ199.16	GZ199.17	GZ199.18	GZ199.19	GZ199.20
CEPHALOBIDAE	Bf	2	108,0	114,6	143,6	104,7	110,5	99,1	138,8	57,8	230,4	231,2
Cephalobus	Bf	2	54,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,8	34,7	0,0	0,0	0,0
Cephalobus persegnis	Bf	2	81,0	28,7	0,0	69,8	0,0	79,3	0,0	0,0	0,0	25,7
Eucephalobus	Bf	2	351,0	200,6	201,1	348,9	126,3	218,1	173,6	260,0	296,2	308,3
Eucephalobus oxyuroides	Bf	2	297,0	286,6	143,6	174,4	157,8	59,5	69,4	288,9	197,5	231,2
Eucephalobus striatus	Bf	2	27,0	28,7	28,7	139,6	31,6	218,1	277,7	86,7	230,4	51,4
Eucephalobus mucronatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,8	98,7	0,0
Eucephalobus paracornutus	Bf	2	0,0	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	34,7	28,9	0,0	0,0
Heterocephalobus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heterocephalobus elongatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,7	0,0	0,0	0,0
Acrobolooides	Bf	2	270,0	603,0	259,0	209,0	316,0	139,0	174,0	375,0	165,0	232,0
Cervidellus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,4	0,0	0,0	0,0
Cervidellus serratus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,7	0,0	0,0	0,0
Acrobeles	Bf	2	27,0	0,0	57,4	0,0	15,8	39,6	104,1	28,9	98,7	77,1
Acrobeles mariannae	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Acrobeles ciliatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,9	0,0
Acrobeles complexus (cf)	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chiloplacus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,7	0,0	0,0	0,0
Chiloplacus symmetricus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MONHYSTERIDAE	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eumonhystera	Bf	1	27,0	0,0	0,0	0,0	15,8	0,0	104,1	28,9	32,9	0,0
Eumonhystera similis	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eumonhystera simplex	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Monhystera	Bf	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Geomonhystera villosa (cf)	Bf	1	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PLECTIDAE	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,8	0,0	0,0
Plectus	Bf	2	216,0	143,3	28,7	104,7	15,8	39,6	34,7	28,9	32,9	25,7
Plectus acuminatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus parietinus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,7
Plectus longicaudatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus parvus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plectus rhizophilus (cf)	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anaplectus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	69,8	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	51,4
Anaplectus granulosis	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,7	0,0	0,0	0,0
Anaplectus grandepapillatus	Bf	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	0,0
TERATOCEPHALIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,7	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	0,0
Teratocephalus tenuis	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teratocephalus costatus	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metateratocephalus	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,6	0,0	0,0	0,0	0,0
CHROMADORIDAE	Bf	3	0,0	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	0,0
BASTIANIIDAE	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bastiana	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Achromadora	Uef	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodesmodora	Bf	3	0,0	0,0	57,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prismatolaimus	Bf	3	54,0	28,7	57,4	104,7	15,8	19,8	0,0	28,9	32,9	77,1
Prismatolaimus intermedius	Bf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,6	0,0	0,0	0,0	0,0
TRIPYLIDAE	Ca	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tripyla	Ca	3	0,0	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	57,8	0,0	0,0
Diphtherophora	Hf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diphtherophora communis	Hf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0
ALAIMIDAE	Bf	4	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alaimus	Bf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,8	34,7	0,0	32,9	0,0
MONONCHIDAE	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,9	51,4
Mononchus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	25,7
Mylonchulus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Clarkus	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DORYLAIMOIDEA	Om	4	54,0	57,3	172,3	174,4	15,8	39,6	277,7	144,4	98,7	154,1
Dorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pungentus	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pungentus silvestris	Pf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
QUDSIANEMATIDAE	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	115,6	32,9	0,0
Thonus circulifer	Ca	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eudorylaimus	Ca	4	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eudorylaimus centrocercus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Epidorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dorylaimoides limnophilus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylencholaimus	Hf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tylencholaimellus striatus	Hf	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
THORNENEMATIDAE	Om	5	27,0	86,0	0,0	0,0	0,0	59,5	0,0	144,4	98,7	0,0
Prodorylaimus	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodorylaimus acris	Om	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prodorylaimus uliginosus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,9	0,0
Mesodorylaimus attenuatus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus bastiani	Om	5	0,0	0,0	0,0	69,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesodorylaimus dermi	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	0,0
Mesodorylaimus mesonyctus	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Laimydrus parabastiani	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ecumenicus monohystera	Om	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
APORCELAIMIDAE	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,7
Aporcelaimellus	Ca	5	27,0	0,0	57,4	0,0	31,6	0,0	0,0	0,0	32,9	0,0
Aporcelaimellus paraobtusicaudatus	Ca	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aporcelaimellus obtusicaudatus	Ca	5	0,0	28,7	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	0,0
Aporcelaimellus simplex	Ca	5	54,0	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,9	0,0
Aporcelaimus vorax	Ca	5	0,0	28,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DAUERLARVE	DI		0,0	229,3	1292,5	1535,1	631,4	773,1	1319,0	1011,1	1679,7	1078,9
Totaal aantal per 100g versgew.			4023,3	4271,2	4423,8	5233,0	2447,0	2993,4	5207,1	4332,8	4937,1	3853,8

Bijlage 10: Resultaten analyse regenwormsamenstelling per locatie, in aantal per m²

Regenwormen	vers gewicht	aantal/m ²	adult	juveniel	aantal soorten	A. calliginosa	A rosea	ALL.	Chlorot.	L. rubellus	L. terrestris	L. castaneus	E. tetraedra	O. tytaeum	M. minusc.	juv. tany	juv. niet tany
GZB99.1	34,5	137,5	50,0	83,3	2,0	29,2	0,0	0,0	0,0	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	58,3
GZB99.2	40,8	241,7	62,5	170,8	7,0	12,5	4,2	4,2	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	12,5	4,2	75,0	95,8
GZB99.3	33,3	166,7	37,5	129,2	3,0	20,8	0,0	0,0	4,2	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,5	66,7
GZB99.4	54,6	287,5	54,2	208,3	2,0	20,8	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	91,7	116,7
GZB99.5	12,8	75,0	8,3	54,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5	16,7
GZB99.6	41,3	225,0	41,7	179,2	2,0	4,2	0,0	0,0	4,2	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	112,5	66,7
GZB99.7	29,0	254,2	87,5	145,8	3,0	50,0	0,0	0,0	12,5	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	79,2
GZB99.8	49,3	362,5	66,7	258,3	5,0	12,5	4,2	0,0	20,8	16,7	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	108,3	150,0
GZB99.9	42,8	256,3	54,2	196,8	3,0	29,2	0,0	0,0	16,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,0	120,8
GZB99.10	76,8	450,0	145,8	291,7	4,0	70,8	4,2	0,0	41,7	29,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120,8	129,2
GZE99.1	47,8	256,3	75,0	162,5	2,0	62,5	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,0	33,3
GZE99.2	29,0	70,8	29,2	33,3	3,0	8,3	0,0	0,0	12,5	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	8,3
GZE99.3	15,5	41,7	16,7	25,0	2,0	12,5	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	16,7
GZE99.4	5,0	16,7	8,3	4,2	1,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
GZE99.5	20,3	79,2	29,2	50,0	2,0	25,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	37,5
GZE99.6	20,6	75,0	16,7	54,2	2,0	4,2	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	29,2
GZE99.7	36,8	145,8	25,0	116,7	2,0	8,3	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2	87,5
GZE99.8	75,1	225,0	87,5	133,3	3,0	45,8	0,0	0,0	29,2	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	116,7
GZE99.9	107,1	275,0	87,5	158,3	4,0	41,7	0,0	0,0	16,7	16,7	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	70,8	87,5
GZE99.10	20,5	108,3	25,0	79,2	2,0	0,0	0,0	0,0	16,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,3	20,8
GZE99.11	1,3	4,2	0,0	4,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
GZE99.12	15,2	58,3	20,8	37,5	2,0	16,7	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	20,8
GZE99.13	35,3	216,7	25,0	187,5	3,0	8,3	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5	150,0
GZE99.14	29,0	104,2	41,7	45,8	4,0	16,7	4,2	16,7	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,7	41,7
GZE99.15	80,8	500,0	133,3	341,7	4,0	41,7	4,2	0,0	45,8	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	162,5	150,0
GZE99.16	88,1	262,5	79,2	162,5	3,0	66,7	0,0	0,0	4,2	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	95,8
GZE99.17	39,7	141,7	70,8	62,5	2,0	37,5	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5	16,7
GZE99.18	9,9	20,8	8,3	12,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	4,2
GZE99.19	52,3	200,0	41,7	133,3	2,0	12,5	0,0	0,0	0,0	29,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	112,5	20,8
GZ199.1	94,5	387,5	75,0	287,5	3,0	54,2	0,0	4,2	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	87,5	187,5
GZ199.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GZ199.3	40,5	156,3	75,0	83,3	3,0	62,5	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	8,3	75,0
GZ199.4	10,3	29,2	12,5	8,3	1,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
GZ199.5	26,9	70,8	20,8	45,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2	16,7
GZ199.6	19,3	75,0	20,8	54,2	2,0	12,5	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	37,5
GZ199.7	46,0	158,3	62,5	91,7	1,0	62,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	87,5
GZ199.8	2,6	16,7	12,5	4,2	3,0	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0
GZ199.9	86,4	225,0	58,3	141,7	4,0	45,8	4,2	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,2	87,5
GZ199.10	142,3	329,2	87,5	175,0	2,0	83,3	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,3	91,7
GZ199.11	42,6	112,5	8,3	91,7	2,0	4,2	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	70,8
GZ199.12	135,8	300,0	58,3	204,2	4,0	37,5	0,0	0,0	4,2	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,5	141,7
GZ199.13	51,9	154,2	41,7	112,5	2,0	33,3	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,5	50,0
GZ199.14	9,9	20,8	8,3	12,5	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0
GZ199.15	33,8	104,2	37,5	66,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,2	12,5
GZ199.16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GZ199.17	26,6	62,5	33,3	29,2	2,0	29,2	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	8,3
GZ199.18	63,4	237,5	100,0	129,2	3,0	33,3	0,0	0,0	50,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,7	87,5
GZ199.19	20,4	137,5	25,0	104,2	2,0	4,2	0,0	0,0	0,0	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5	66,7
GZ199.20	7,6	25,0	12,5	12,5	2,0	8,3	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	4,2

Bijlage 11: Resultaten analyses micro-arthropoden per locatie voor biologische bedrijven (aantal per m²)

<i>Micro-arthropoden</i>	GZB99.1	GZB99.2	GZB99.3	GZB99.4	GZB99.5	GZB99.6	GZB99.7	GZB99.8	GZB99.9	GZB99.10
Totaal aantal dieren	21384,7	24791,1	26494,3	22330,9	73521,6	35104,9	19208,4	36051,1	20249,2	17599,8
Totaal aantal species	21,0	24,0	27,0	19,0	28,0	23,0	19,0	25,0	18,0	17,0
Achipteria coleoptrata	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alliphis	851,6	0,0	662,4	0,0	567,7	1987,1	94,6	0,0	662,4	0,0
Alliphis sculpturatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alliphis sculculus	662,4	189,2	1040,8	1324,7	94,6	2933,3	189,2	0,0	283,9	0,0
Arctoseius	851,6	94,6	851,6	0,0	189,2	0,0	473,1	189,2	94,6	94,6
Arctoseius cetratus	757,0	757,0	567,7	757,0	1135,5	1040,8	567,7	378,5	0,0	94,6
Bdellidae	0,0	189,2	0,0	189,2	0,0	189,2	0,0	1324,7	0,0	0,0
Blattisocius keegani	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6
Dendrolaelaps	0,0	567,7	378,5	1230,1	0,0	757,0	283,9	1419,3	946,2	662,4
Dendrolaelaps foveolatus	0,0	0,0	94,6	378,5	0,0	94,6	378,5	94,6	1797,8	94,6
Dendrolaelaps latior	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Dendrolaelaps rectus	0,0	94,6	189,2	0,0	0,0	378,5	0,0	0,0	94,6	0,0
Dendrolaelaps strenzkei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diversipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ereynetidae	378,5	378,5	0,0	94,6	378,5	473,1	0,0	94,6	0,0	0,0
Eupelops	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eupodidae	3027,9	3690,3	2176,3	2270,9	6339,7	567,7	757,0	5488,1	283,9	8610,6
Folsomia	94,6	0,0	0,0	567,7	757,0	1514,0	189,2	0,0	189,2	378,5
Histiostoma	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0
Hypoaspis aculeifer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypoaspis miles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypogastrura	1324,7	662,4	851,6	851,6	1419,3	473,1	94,6	473,1	851,6	189,2
Imparipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Isotoma	1797,8	4258,0	1040,8	1419,3	5866,6	3974,1	1797,8	19965,3	8232,2	1040,8
Johnstonianidae	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lasioseius	94,6	0,0	0,0	473,1	0,0	94,6	94,6	0,0	94,6	0,0
Lasioseius paucisetosus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lepidocyrtus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Linopodes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrocheles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrocheles carinatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrocheles glaber	94,6	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M.muscadomesticae	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrochelidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesaphorura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Micropoppia minus	94,6	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Neanura muscorum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nenteria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Neojordensia laevis	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Onychiurus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oppiella nova	0,0	94,6	0,0	0,0	851,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pachylaelaps	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pachylaelaps hispani	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus	0,0	94,6	283,9	0,0	378,5	0,0	0,0	94,6	94,6	0,0
Parasitus coleoptratorum	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus hyalinus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus lunulatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Penthalodidae	0,0	0,0	94,6	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus	378,5	567,7	189,2	0,0	1324,7	283,9	0,0	2081,7	94,6	189,2
Pergamasus conus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus crassipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0
Pergamasus quisquiliarium	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	94,6
Pergamasus runciger	0,0	94,6	0,0	0,0	757,0	283,9	0,0	189,2	0,0	283,9
Pergamasus septentrionalis	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus vagabundus	94,6	94,6	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0
Platynothrus peltifer	0,0	473,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6
Punctoribates punctum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0
Rhagidiidae	0,0	0,0	283,9	0,0	5298,9	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarellus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarellus silesiacus	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus ancorae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus calcarulatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus coronatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scutacaridae	851,6	2176,3	2649,4	5015,0	17789,0	11165,4	3879,5	473,1	94,6	0,0
Scutacarus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sejus	378,5	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	94,6	94,6	0,0
Sejus borealis	283,9	1230,1	94,6	94,6	0,0	94,6	189,2	94,6	94,6	94,6
Sejus necorniger	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sminthurinus	8421,4	2933,3	7664,4	5204,2	1419,3	6907,4	7096,7	1608,6	5961,2	5204,2
Stigmaeidae	189,2	0,0	946,2	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Suctobelbella subcornigera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	283,9	0,0	0,0
Tarsonemidae	662,4	5582,7	1419,3	2081,7	26021,2	1230,1	1419,3	473,1	0,0	283,9
Tectocephus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tectocephus velatus	0,0	0,0	0,0	0,0	473,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trichoribates trimaculatus	0,0	0,0	473,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tydeidae	0,0	94,6	0,0	0,0	946,2	0,0	283,9	94,6	0,0	0,0
Tyrophagus	0,0	283,9	3879,5	94,6	378,5	0,0	1230,1	473,1	283,9	0,0
Uroobovella	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda minima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda orbicularis	0,0	0,0	189,2	0,0	189,2	189,2	94,6	0,0	0,0	94,6

Bijlage 11 vervolg: Resultaten analyses micro-arthropoden per locatie voor *extensieve* bedrijven 1 (aantal per m²)

<i>Micro-arthropoden</i>	GZE99.1	GZE99.2	GZE99.3	GZE99.4	GZE99.5	GZE99.6	GZE99.7	GZE99.8	GZE99.9	GZE99.10
Totaal aantal dieren	30373,8	22709,4	86377,4	79199,0	48635,9	32455,5	4163,4	5961,2	18640,6	22614,8
Totaal aantal species	15,0	15,0	21,0	17,0	21,0	15,0	9,0	13,0	21,0	18,0
Achipteria coleoptrata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alliphis	1419,3	662,4	2744,1	851,6	4258,0	473,1	0,0	94,6	1514,0	189,2
Alliphis sculpturatus	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alliphis sculus	1324,7	946,2	2744,1	851,6	5393,5	0,0	0,0	94,6	473,1	0,0
Arctoseius	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	1703,2	0,0	0,0	189,2	0,0
Arctoseius cetratus	0,0	0,0	94,6	189,2	0,0	1419,3	0,0	94,6	0,0	0,0
Bdellidae	0,0	189,2	851,6	1040,8	0,0	283,9	0,0	0,0	189,2	94,6
Blattisocius keegani	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dendrolaelaps	0,0	0,0	189,2	0,0	662,4	0,0	189,2	189,2	851,6	0,0
Dendrolaelaps foveolatus	0,0	0,0	0,0	0,0	378,5	0,0	283,9	94,6	662,4	94,6
Dendrolaelaps latior	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dendrolaelaps rectus	0,0	0,0	0,0	0,0	378,5	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0
Dendrolaelaps strenzkei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diversipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ereynetidae	0,0	0,0	94,6	0,0	473,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eupelops	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eupodidae	473,1	0,0	23655,6	0,0	283,9	94,6	0,0	0,0	946,2	1514,0
Folsomia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	757,0	0,0	2933,3	0,0
Histiostoma	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypoaspis aculeifer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypoaspis miles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypogastrura	851,6	94,6	6907,4	378,5	3406,4	0,0	0,0	283,9	473,1	378,5
Imparipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Isotoma	15518,1	6528,9	12300,9	4258,0	4068,8	21195,4	283,9	2838,7	7285,9	9746,1
Johnstonianidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lasioseius	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Lasioseius paucisetosus	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lepidocyrtus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Linopodes	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrocheles	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	94,6	283,9
Macrocheles carinatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrocheles glaber	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M.muscadomesticae	94,6	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrochelidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesaphorura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Microppia minus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Neanura muscorum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nenteria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	94,6
Neojordensia laevis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Onychiurus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oppiella nova	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pachylaelaps	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pachylaelaps hispani	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus	0,0	0,0	94,6	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0	378,5	0,0
Parasitus coleoptratorum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus hyalinus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus lunulatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Penthalodidae	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus	94,6	0,0	757,0	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0
Pergamasus conus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus crassipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus quisquiliarium	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus runciger	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus septentrionalis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus vagabundus	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Platynothrus peltifer	567,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Punctoribates punctum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhagidiidae	0,0	189,2	283,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6
Rhodacarellus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarellus silesiacus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0
Rhodacarus ancorae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus calcarulatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus coronatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scutacaridae	1040,8	757,0	6055,8	1892,4	757,0	567,7	851,6	0,0	189,2	567,7
Scutacarus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sejus	1608,6	94,6	0,0	189,2	378,5	567,7	0,0	378,5	94,6	189,2
Sejus borealis	1135,5	283,9	189,2	378,5	378,5	94,6	189,2	662,4	189,2	0,0
Sejus necorniger	94,6	94,6	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sminthurinus	5866,6	4163,4	1135,5	946,2	1324,7	5015,0	378,5	757,0	946,2	3974,1
Stigmaeidae	0,0	94,6	0,0	2176,3	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0	378,5
Suctobelbella subcornigera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tarsonemidae	0,0	1040,8	1514,0	4258,0	1797,8	378,5	1135,5	283,9	0,0	2460,2
Tectocephus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tectocephus velatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	283,9
Trichoribates trimaculatus	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tydeidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	94,6	0,0	94,6
Tyrophagus	0,0	7475,2	28386,7	61126,1	23182,5	283,9	94,6	0,0	0,0	1987,1
Uroobovella	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda minima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	189,2
Uropoda orbicularis	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	662,4	0,0

Bijlage 11 vervolg: Resultaten analyses micro-arthropoden per locatie voor *extensieve* bedrijven 2 (aantal per m²)

<i>Micro-arthropoden</i> Vervolg GZE	GZE99.11	GZE99.12	GZE99.13	GZE99.14	GZE99.15	GZE99.16	GZE99.17	GZE99.18	GZE99.19
Totaal aantal dieren	47784,3	41444,6	73994,7	77590,4	43431,7	23561,0	32739,4	25453,4	35578,0
Totaal aantal species	16,0	17,0	25,0	15,0	22,0	26,0	28,0	17,0	19,0
Achipteria coleoptrata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alliphis	473,1	1892,4	4541,9	94,6	4731,1	1040,8	1514,0	94,6	1514,0
Alliphis sculpturatus	0,0	0,0	1135,5	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0
Alliphis sciculus	851,6	3501,0	1703,2	189,2	1703,2	851,6	946,2	2176,3	1797,8
Arctoseius	1040,8	0,0	94,6	662,4	189,2	0,0	1040,8	0,0	0,0
Arctoseius cetratus	1135,5	0,0	94,6	1230,1	94,6	94,6	851,6	0,0	0,0
Bdellidae	0,0	0,0	94,6	94,6	189,2	0,0	94,6	0,0	757,0
Blattisocius keegani	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dendrolaelaps	378,5	1230,1	946,2	0,0	189,2	662,4	189,2	757,0	189,2
Dendrolaelaps foveolatus	0,0	0,0	94,6	0,0	378,5	0,0	94,6	567,7	0,0
Dendrolaelaps latior	94,6	0,0	94,6	0,0	94,6	0,0	0,0	94,6	0,0
Dendrolaelaps rectus	0,0	473,1	0,0	0,0	0,0	662,4	0,0	0,0	0,0
Dendrolaelaps strenzkei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diversipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ereynetidae	0,0	0,0	662,4	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0
Eupelops	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eupodidae	94,6	2744,1	12963,3	189,2	4352,6	94,6	4636,5	94,6	5866,6
Folsomia	378,5	0,0	0,0	94,6	1135,5	662,4	1324,7	0,0	0,0
Histiostoma	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypoaspis aculeifer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypoaspis miles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypogastrura	5961,2	1324,7	9746,1	567,7	189,2	378,5	1040,8	0,0	4163,4
Imparipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Isotoma	15234,2	21100,8	26588,9	11638,6	9556,9	6434,3	6339,7	1514,0	5109,6
Johnstonianidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0
Lasioseius	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lasioseius paucisetosus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lepidocyrtus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Linopodes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrocheles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0
Macrocheles carinatus	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrocheles glaber	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	283,9	0,0
M. muscadomesticae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	378,5	94,6	0,0	0,0
Macrochelidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesaphorura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Micropoppia minus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1135,5	0,0	0,0
Neanura muscorum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nenteria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Neojordensia laevis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Onychiurus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0
Oppiella nova	0,0	0,0	283,9	0,0	0,0	378,5	189,2	0,0	567,7
Pachylaelaps	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pachylaelaps hispani	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus	0,0	0,0	2838,7	0,0	0,0	94,6	94,6	283,9	662,4
Parasitus coleoptratorum	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus hyalinus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus lunulatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Penthalodidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus	0,0	662,4	283,9	0,0	946,2	94,6	94,6	0,0	662,4
Pergamasus conus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus crassipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus quisquiliarium	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus runciger	0,0	378,5	0,0	0,0	94,6	94,6	94,6	0,0	0,0
Pergamasus septentrionalis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus vagabundus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Platynothrus peltifer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Punctoribates punctum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhagidiidae	0,0	0,0	94,6	0,0	378,5	1135,5	378,5	0,0	0,0
Rhodacarellus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarellus silesiacus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	473,1	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus ancorae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus calcarulatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6
Rhodacarus coronatus	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scutacaridae	6623,6	3595,7	2554,8	29143,7	6812,8	2176,3	2554,8	94,6	2081,7
Scutacarus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sejus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	473,1	0,0	378,5
Sejus borealis	0,0	189,2	283,9	946,2	94,6	94,6	1040,8	0,0	378,5
Sejus necorniger	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sminthurinus	283,9	283,9	3974,1	94,6	8516,0	946,2	6812,8	18640,6	7191,3
Stigmaeidae	94,6	0,0	94,6	473,1	94,6	0,0	0,0	0,0	283,9
Suctobelbella subcornigera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	757,0	0,0	0,0
Tarsonemidae	8421,4	2933,3	4068,8	0,0	3122,5	4731,1	283,9	94,6	2554,8
Tectocepheus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tectocepheus velatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	283,9
Trichoribates trimaculatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tydeidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	94,6	0,0
Tyrophagus	6623,6	567,7	567,7	32077,0	283,9	757,0	283,9	94,6	1040,8
Urobovella	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0
Uropoda minima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda orbicularis	0,0	378,5	0,0	0,0	283,9	757,0	94,6	283,9	0,0

Bijlage 11 vervolg: Resultaten analyses micro-arthropoden per locatie voor *intensieve* bedrijven 1 (aantal per m²)

<i>Micro-arthropoden</i>	GZI99.1	GZI99.2	GZI99.3	GZI99.4	GZI99.5	GZI99.6	GZI99.7	GZI99.8	GZI99.9	GZI99.10
Totaal aantal dieren	46932,7	8232,2	22141,7	48068,2	41350,0	60747,6	142690,6	22804,0	16558,9	28576,0
Totaal aantal species	23,0	15,0	19,0	23,0	18,0	21,0	22,0	21,0	16,0	21,0
Achipteria coleoptrata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alliphis	1040,8	94,6	473,1	3027,9	0,0	3027,9	11543,9	1040,8	2744,1	2460,2
Alliphis sculpturatus	0,0	0,0	0,0	283,9	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0
Alliphis siculus	567,7	189,2	567,7	4163,4	94,6	4258,0	8137,5	473,1	3027,9	3501,0
Arcoseius	473,1	1135,5	189,2	378,5	0,0	283,9	2554,8	283,9	94,6	0,0
Arcoseius cetratus	1230,1	473,1	189,2	1419,3	0,0	189,2	1230,1	473,1	0,0	0,0
Bdellidae	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	851,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Blattisocius keegani	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dendrolaelaps	1324,7	94,6	189,2	2744,1	378,5	567,7	757,0	378,5	0,0	2081,7
Dendrolaelaps foveolatus	1514,0	0,0	94,6	946,2	0,0	567,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Dendrolaelaps latior	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dendrolaelaps rectus	0,0	0,0	0,0	283,9	0,0	0,0	189,2	0,0	94,6	189,2
Dendrolaelaps strenzkei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6
Diversipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ereynetidae	1892,4	0,0	0,0	757,0	283,9	2744,1	4447,3	0,0	0,0	0,0
Eupelops	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eupodidae	11733,2	662,4	283,9	2460,2	94,6	473,1	12963,3	1608,6	473,1	2554,8
Folsomia	1419,3	0,0	1987,1	2460,2	0,0	567,7	189,2	0,0	283,9	1608,6
Histiostoma	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypoaspis aculeifer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypoaspis miles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0
Hypogastrura	3784,9	567,7	1230,1	13152,5	0,0	567,7	73900,1	4352,6	0,0	851,6
Imparipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Isotoma	6434,3	757,0	6245,1	3879,5	23939,5	20911,6	2365,6	3311,8	4825,7	11733,2
Johnstonianidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0
Lasioseius	94,6	0,0	0,0	0,0	946,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lasioseius paucisetosus	0,0	0,0	0,0	0,0	757,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lepidocyrtus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6
Linopodes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrocheles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	94,6	0,0
Macrocheles carinatus	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6
Macrocheles glaber	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M.muscadomesticae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0
Macrochelidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2
Mesaphorura	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Microppia minus	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Neanura muscorum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nenteria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Neojordensia laevis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Onychiurus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oppiella nova	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0
Pachylaelaps	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pachylaelaps hispani	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	283,9	0,0	0,0	94,6
Parasitus coleoptratorum	0,0	0,0	283,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus hyalinus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus lunulatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Penthalodidae	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	283,9	0,0	0,0	0,0
Pergamasus	378,5	0,0	567,7	378,5	0,0	567,7	0,0	94,6	378,5	189,2
Pergamasus conus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus crassipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	94,6
Pergamasus quisquiliarium	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus runciger	662,4	0,0	1608,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus septentrionalis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0
Pergamasus vagabundus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Platynothrus peltifer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Punctoribates punctum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhagidiidae	567,7	1135,5	0,0	0,0	0,0	0,0	378,5	1703,2	0,0	0,0
Rhodacarellus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0
Rhodacarellus silesiacus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus ancorae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus calcarulatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus coronatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scutacaridae	3122,5	1703,2	567,7	5109,6	4068,8	1324,7	1608,6	2365,6	189,2	567,7
Scutacarus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sejus	94,6	283,9	0,0	851,6	946,2	567,7	94,6	189,2	0,0	189,2
Sejus borealis	283,9	0,0	0,0	473,1	2270,9	473,1	0,0	283,9	0,0	94,6
Sejus necorniger	0,0	283,9	0,0	0,0	567,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sminthurinus	5677,3	567,7	1892,4	4636,5	473,1	14666,5	2554,8	1419,3	3784,9	1040,8
Stigmaeidae	189,2	0,0	662,4	0,0	4163,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Suctobelbella subcornigera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0
Tarsonemidae	4163,4	0,0	2554,8	0,0	1608,6	3595,7	17599,8	3879,5	0,0	0,0
Tectocephus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0
Tectocephus velatus	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	378,5
Trichoribates trimaculatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tydeidae	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Tyrophagus	94,6	189,2	2365,6	0,0	378,5	4258,0	1230,1	378,5	0,0	473,1
Uroobovella	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda minima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0
Uropoda orbicularis	0,0	0,0	0,0	189,2	189,2	189,2	0,0	0,0	189,2	0,0

Bijlage 11 vervolg: Resultaten analyses micro-arthropoden per locatie voor *intensieve* bedrijven 2 (aantal per m²)

<i>Micro-arthropoden</i> <i>Vervolg GZ1</i>	GZI99.11	GZI99.12	GZI99.13	GZI99.14	GZI99.15	GZI99.16	GZI99.17	GZI99.18	GZI99.19	GZI99.20
Totaal aantal dieren	79766,7	38038,2	42958,6	5393,5	35861,9	62166,9	121022,1	28102,9	66236,7	26115,8
Totaal aantal species	21,0	19,0	24,0	6,0	20,0	20,0	24,0	21,0	27,0	20,0
Achipteria coleoptrata	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alliphis	1135,5	3784,9	4447,3	0,0	8516,0	189,2	4258,0	2744,1	2270,9	1514,0
Alliphis sculpturatus	0,0	0,0	757,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2270,9	94,6	94,6
Alliphis siculus	851,6	3501,0	3690,3	0,0	2933,3	0,0	5204,2	2933,3	946,2	851,6
Arctoseius	473,1	0,0	1040,8	0,0	2744,1	6055,8	5015,0	1040,8	378,5	283,9
Arctoseius cetratus	189,2	94,6	1135,5	0,0	851,6	3879,5	6434,3	851,6	473,1	378,5
Bdellidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1324,7	94,6
Blattisocius keegani	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dendrolaelaps	1230,1	1608,6	283,9	0,0	94,6	94,6	1514,0	1419,3	3784,9	0,0
Dendrolaelaps foveolatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	189,2	0,0
Dendrolaelaps latior	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	94,6	94,6	0,0	0,0
Dendrolaelaps rectus	283,9	757,0	378,5	0,0	94,6	0,0	1040,8	757,0	946,2	189,2
Dendrolaelaps strenzkei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diversipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2744,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Ereynetidae	94,6	0,0	1230,1	0,0	378,5	662,4	2744,1	189,2	189,2	0,0
Eupelops	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eupodidae	23655,6	378,5	4068,8	0,0	94,6	0,0	12963,3	2176,3	4920,4	1040,8
Folsomia	567,7	283,9	3595,7	0,0	94,6	0,0	1324,7	473,1	4825,7	0,0
Histiostoma	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypoaspis aculeifer	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypoaspis miles	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hypogastrura	3027,9	1608,6	1135,5	1514,0	189,2	3122,5	32928,6	2838,7	473,1	2933,3
Imparipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	662,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Isotoma	20533,1	10787,0	5393,5	3311,8	7853,7	3027,9	17410,5	1419,3	5772,0	1230,1
Johnstonianidae	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lasioseius	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lasioseius paucisetosus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lepidocyrtus	1608,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Linopodes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrocheles	0,0	378,5	189,2	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrocheles carinatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrocheles glaber	0,0	189,2	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M.muscadomesticae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macrochelidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mesaphorura	0,0	0,0	662,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Microppia minus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Neanura muscorum	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nenteria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Neojordensia laevis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Onychiurus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oppiella nova	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	378,5	0,0
Pachylaelaps	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pachylaelaps hispani	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0
Parasitus	94,6	0,0	0,0	0,0	757,0	0,0	378,5	0,0	0,0	0,0
Parasitus coleoptratorum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus hyalinus	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parasitus lunulatus	0,0	0,0	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Penthalodidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus	2365,6	567,7	0,0	94,6	0,0	0,0	378,5	0,0	946,2	0,0
Pergamasus conus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0
Pergamasus crassipes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	283,9	0,0
Pergamasus quisquiliarium	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus runciger	1040,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus septentrionalis	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pergamasus vagabundus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Platynocheilus peltifer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Punctoribates punctum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhagidiidae	0,0	0,0	283,9	94,6	0,0	0,0	189,2	283,9	567,7	94,6
Rhodacarellus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarellus silesiacus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6
Rhodacarus ancorae	1040,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus calcarulatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rhodacarus coronatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scutacaridae	18451,4	10976,2	7380,6	94,6	2838,7	5772,0	7475,2	1230,1	29995,3	3974,1
Scutacarus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20154,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Sejus	0,0	94,6	378,5	0,0	0,0	378,5	0,0	0,0	473,1	283,9
Sejus borealis	0,0	189,2	283,9	0,0	0,0	0,0	94,6	0,0	1040,8	189,2
Sejus necorniger	0,0	0,0	94,6	0,0	0,0	378,5	0,0	0,0	0,0	567,7
Sminthurinus	2838,7	946,2	6055,8	283,9	6623,6	3690,3	17789,0	5866,6	3974,1	5109,6
Stigmaeidae	0,0	0,0	94,6	0,0	1230,1	94,6	2365,6	0,0	94,6	189,2
Suctobelbella subcornigera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,6	94,6	0,0	0,0	0,0
Tarsonemidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6055,8	851,6	851,6	1324,7	6812,8
Tectocephus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tectocephus velatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	378,5	0,0
Trichoribates trimaculatus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tydeidae	0,0	0,0	189,2	0,0	0,0	283,9	0,0	94,6	0,0	0,0
Tyrophagus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4731,1	283,9	283,9	0,0	189,2
Uroobovella	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda minima	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uropoda orbicularis	0,0	1608,6	0,0	0,0	94,6	0,0	94,6	0,0	94,6	0,0

Bijlage 12: Overzicht van indicatorwaarden gebruikt voor Amoebes en BKK

<i>Microbiologie</i>	biologisch gem.	extensief gem.	intensief gem.	% Biol	% Ext	% Int
Thymidine	23,6	16,1	18,1	100	68,3	76,5
Leucine	341,1	249,0	242,9	100	73,0	71,2
Bact. Biomassa	174,3	169,1	140,7	100	97,0	80,7
DNA	49,4	48,8	47,5	100	98,9	96,2
SWind	3,6	3,6	3,6	100	99,7	99,0
Evenness	2,1	2,1	2,1	100	100,1	99,7
Pot.C -mineralisatie	66,0	86,8	54,2	100	131,5	82,0
Pot.N-mineralisatie	9,6	10,6	6,6	100	110,3	68,8
<i>Biolog</i>						
awcd50	8582,2	8864,8	13824,5	100	103,3	161,1
helling	0,6	0,5	0,6	100	86,8	101,2
gg50	355,0	363,4	594,9	100	102,4	167,6
CFUg	34673685,0	34408573,4	26332979,4	100	99,2	75,9
<i>Nematoden (nieuw)</i>						
Totaal nematoden per 100g	6061,2	5464,1	4487,8	100	90,1	74,0
%Bf	37,1	54,9	60,4	100	147,9	162,6
%Ca	1,1	1,8	2,2	100	163,0	193,2
%Hf	3,6	2,6	1,9	100	73,1	53,3
%Om	6,3	6,4	6,7	100	101,0	106,1
%Pf	51,8	34,2	28,7	100	66,0	55,4
MI	2,3	2,0	2,0	100	87,1	86,7
%DI	11,0	17,6	23,2	100	160,3	210,3
Bfsp	11,4	11,6	12,4	100	102,0	108,3
Casp	1,0	1,4	1,5	100	136,8	150,0
Hfsp	2,3	1,7	1,0	100	73,2	43,5
Omsp	2,2	1,9	1,9	100	86,1	84,1
Pfsp	9,3	7,4	6,9	100	79,8	73,7
totsp	26,2	24,0	23,7	100	91,6	90,3
<i>Potwormen</i>						
Abundantie (aantal/m2)	40751,0	17877,0	21333,0	100	43,9	52,3
Biomassa (g/m2)	5,4	2,1	2,4	100	37,8	43,6
Aantal soorten	5,2	5,6	5,1	100	107,7	98,1
Diversiteit (Shannon's H)	0,9	1,2	0,8	100	124,7	90,3
Fridericia-groep (n/m2)	4371,0	1655,0	2314,0	100	37,9	52,9
Marionina-groep (n/m2)	8627,0	5165,0	3007,0	100	59,9	34,9
Enchytraeus-groep (n/m2)	27752,0	11047,0	16012,0	100	39,8	57,7
<i>Regenwormen</i>						
Abundantie (aantal/m2)	245,8	147,6	130,2	100	60,0	53,0
Biomassa (g/m2)	41,5	38,4	43,0	100	92,5	103,7
Epigé-soorten (aantal/m2)	118,0	66,0	50,0	100	55,9	42,4
Endogé-soorten (aantal/m2)	127,0	80,0	80,0	100	63,0	63,0
Aantal soorten	3,1	2,5	2,2	100	79,7	71,0
Epigé-soorten	1,3	1,0	1,0	100	73,1	76,9
Endogé-soorten	1,9	1,4	1,2	100	74,7	60,5
Diversiteit (Shannon's H)	0,9	0,7	0,6	100	76,7	65,6
<i>Micro-arthropoden</i>						
aantal/m2	29673,6	39721,5	47188,2	100	133,9	159,0
totspec	22,1	18,4	20,1	100	83,4	90,7
%mijtAP	1,1	0,8	1,2	100	79,4	112,9
%mijtBAC	1,1	1,0	1,0	100	94,2	94,2
%mijtFB	35,5	56,2	49,5	100	158,1	139,3
%mijtFG	0,3	0,4	0,1	100	151,9	17,7
%mijtG%	13,9	9,7	14,5	100	69,8	104,4
%mijtHB	9,3	6,8	5,1	100	73,0	55,3
%mijtHG	22,8	13,1	10,4	100	57,5	45,5
%mijtHFG	1,2	1,0	1,0	100	85,3	84,8
%mijtN%	4,1	7,2	12,1	100	175,4	292,2
%mijtOM	12,7	5,6	6,9	100	44,3	54,5
%mijtOHF	0,1	0,1	0,3	100	167,9	424,8
%LHT2	16,9	11,0	16,7	100	65,0	98,8
%LHT3	2,0	1,3	2,9	100	66,7	148,5
%LHT4	6,4	8,3	14,3	100	128,9	222,1
%LHT5	35,3	18,7	17,4	100	52,9	49,5
%LHT7	1,1	1,0	1,0	100	95,9	94,9
%LHT9	1,2	1,1	1,0	100	88,3	80,3
%LHT10	0,3	0,6	0,3	100	198,7	98,4
%LHT11	38,7	60,1	48,4	100	155,4	125,1
%LHT12	1,2	1,0	1,0	100	85,3	84,8