

**MICROBIOLOGIE - IN HET SPANNINGSVELD TUSSEN FUNDA-
MENTEEL EN TOEGEPAST?**

Inaugurele Rede

*uitgesproken bij de aanvaarding van
het ambt van gewoon hoogleraar in de
microbiologie aan de Landbouwhogeschool
te Wageningen
op donderdag 12 april 1984*

door

prof.dr. A.J.B. Zehnder

Mijnheer de Rector,
Dames en Heren leden van bestuurscolleges, raden en vakgroepen van
de Landbouwhogeschool,
Dames en Heren studenten, en voorts gij allen, die door Uw aanwezig-
heid blijk geeft van Uw belangstelling.

Dames en heren,

Wat is eigenlijk microbiologie en wat is een microbioloog? Onlangs heb ik een definitie voor microbioloog gehoord en die luidt: Een microbioloog is gewoon een heel kleine bioloog. En ik ben met mijn 1.88 meter een duidelijke vertegenwoordiger van dit soort mensen.

Zonder gekheid! De echte definitie van microbiologie is erg pragmatisch. Microbiologie is namelijk de wetenschap, die zich bezighoudt met het bestuderen van organismen, die te klein zijn om duidelijk met het blote oog te worden waargenomen. Zoals algemeen bekend is kan een voorwerp met een doorsnede van minder dan 0.1 mm met het oog niet meer worden waargenomen. Maar ook nog bij 1 mm is het moeilijk onderdelen te herkennen. Globaal genomen zijn alle organismen micro-organismen, die na het bereiken van hun volle wasdom een doorsnede hebben van 1 mm of minder. Micro-organismen zijn dus verspreid over een aantal taxonomische groepen, met name metazoën, protozoën, vele algen, schimmels, bacteriën en virussen.

I

De microbiologie is een wetenschap, die al eeuwen lang systematisch wordt beoefend. Dat is vooral ook de verdienste van geleerden uit dit land, en in het bijzonder van Antonie van Leeuwenhoek. Hij kon als eerste al in 1675 bacteriën zichtbaar maken met zijn uitvinding: De microscoop. Door de waarnemingen van Van Leeuwenhoek zagen de microbiologen zich plotseling in het centrum staan van de verbeterde discussie over het ontstaan van het leven. Deze discussie, die al meer dan twee duizend jaar min of meer emotioneel is gevoerd en veeleer op filosofie en geloof gebaseerd was dan op wetenschappelijke gegevens, had tot inhoud de volgende vraag: "Is de *generatio spontanea* of recente biogenese mogelijk of niet?" Dat wil zeggen, kan leven iedere dag spontaan opnieuw ontstaan? De uitgangspunten van deze uiteenzettingen waren de leer van Democritus en de leer van Plato. De Griekse filosoof Democritus was de grondlegger van de monoïstisch-fysicistische of materialistische opvatting. Deze laat het spontane ontstaan van leven op ieder moment toe, indien de juiste atomen en moleculen samenkomen, d.w.z. als de omstandigheden gunstig zijn. De mens kan dus in principe volgens de leer van Democritus, door de keuze van precies deze omstandigheden leven creëren. Platos' theorie eiste naast de materiële ook immateriële "stoffen", zogenaamde entelechien of zielen. Omdat voor Plato voor het ontstaan van leven twee dingen noodzakelijk zijn, name-

lijk de stoffelijke en de geestelijke, wordt zijn leer ook dualisme genoemd. In essentie was volgens Democritus de schepping min of meer toevallig en volgens Plato een doelgerichte gebeurtenis.

Wat heeft nu microbiologie met deze wereldbeschouwingen te maken? Tot aan de ontdekking van de microscoop heeft de mens niets van micro-organismen geweten. De kleinste bekende schepsels waren kevers, wormen en muizen. Deze ontstonden ook spontaan in aanwezigheid van vuil of modder. Zo tenminste dachten de mensen erover aan het eind van de Middeleeuwen en in het begin van de nieuwe tijd. De mening der mensen wordt nog gesteund door verschillende overleveringen en uitspraken van bekende geleerden. Van Aristoteles, toen als belangrijkste filosoof erkend, bestond een recept voor het creëren van wormen en vissen uit modder. Paracelsus heeft pogingen gedaan een kunstmatige mens of Homunculus te scheppen en de toenmalige natuurwetenschappers Descartes en Newton achtten de recente biogenese als mogelijk.

Betere wetenschappelijke methoden trokken al ten tijde van Van Leeuwenhoek het spontane ontstaan van leven in twijfel. De ontdekking van de micro-organismen, hun alomtegenwoordigheid en hun vermeend eenvoudige structuur, gaven de materialisten en voorstanders der recente biogenese nieuwe kracht. Het dispuut tussen dualisten en fysicisten concentreerde zich van nu af op het gebied van de microbiologie. De dualistische theorie, hoewel voor het alledaagse leven geaccepteerd, heeft het moeilijk gehad in de natuurwetenschappen ingang te vinden. Zij heeft tot nu toe nog geen vaste voet gekregen. De reden ervoor is misschien dat deze theorie het ontstaan van leven alleen maar als schepingsdaad toelaat en daarmee de schepping aan de natuurwetten gedeeltelijk onttrekt. Het was de verdienste van de Franse microbioloog Pasteur met gerichte experimenten de these van de recente biogenese duidelijk te verwerpen en aan het dispuut tussen de twee wereldbeschouwingen met de uitspraak "*Omnia vivo ex vivo*" een einde te maken. Tegen deze achtergrond was het dan ook mogelijk een van de belangrijkste vragen der geneeskunde, namelijk naar de oorzaak van besmettelijke ziekten, te beantwoorden. Vooral aan de waarnemingen en het werk van de Duitse microbioloog Koch was het te danken, hier helderheid te scheppen en de fundamenten te leggen voor een moderne medische microbiologie.

II

Met het voorgaande, geachte toehoorders, wilde ik een beeld schetsen van de rol die de microbiologie, na de ontdekking van onze landgenoot

Antonie van Leeuwenhoek voor het begrijpen van de gebeurtenis "leven" en voor de ontwikkeling van de moderne biologie heeft gehad. Maar hoe staat het nu? Neemt de microbiologie altijd nog een sleutelpositie in onze maatschappij in of is zij nog slechts een muurbloempje? Ik durf te zeggen dat de microbiologie heden ten dage niets van haar innovatiekracht heeft verloren. In tegendeel, vaak zeer belangrijke impulsen voor moderne ontwikkelingen in vele zuivere en technische wetenschappen hebben hun oorsprong in de microbiologie.

De hedendaagse mens ervaart de praktische betekenis van micro-organismen aanvankelijk slechts als schaden, die zij aan mens, dier en plant toebrengen. Maar bij een nadere beschouwing bleken de positieve aspecten de nadelen toch verre te overtreffen. Micro-organismen hebben sedert geruime tijd een vaste plaats in huishouding en industrie veroverd. Als nuttige organismen zijn ze niet meer weg te denken. Hun toepassing reikt van de veredeling van landbouwbasisproducten tot de catalyse van meest ingewikkelde, chemische reactiestappen.

Tot de klassieke microbiële processen behoren bier, wijn en broodbereiding met behulp van gist, de fabricage van zuivelproducten door melkzuurbacteriën evenals de produktie van tafelazijn door azijnzuurbacteriën. Afgezien van de ethanolproduktie worden micro-organismen in de industrie pas sinds zestig jaar toegepast. Zij worden gebruikt voor de vorming van melkzuur, citroenzuur, aceton, butanol, 2-propanol, butaandiol en andere grondchemicaliën. Deze klassieke gistingen worden door nieuwe microbiële produkten en omzettingen aangevuld. Carotinoiden en steroïden worden uit schimmels gewonnen. Er werden enkele micro-organismen gevonden, die aminozuren, nucleotiden en andere biochemicaliën in overmaat produceren. Micro-organismen worden meer en meer bij moeilijke, chemische synthesestappen betrokken, omdat zij efficiënter en nauwkeuriger werken dan chemische methoden. Micro-organismen zijn ook de bron van verschillende enzymen die industrieel worden toegepast, b.v. amylasen voor de zetmeelhydrolyse, proteïnasen voor de leerbereiding en pectinasen voor het helder maken van vruchtesappen.

Een nieuw tijdperk in de geneeskunde wordt door de ontdekking van antibiotica ingeluid. Tot nu toe zijn enkele tientallen ervan in gebruik en het zoeken naar nieuwe geneesmiddelen is nog altijd succesvol. Moderne technieken in de erfelijkheidsleer hebben het mogelijk gemaakt, genetische informaties uit verschillende organismen in snel groeiende micro-organismen te plaatsen. Dit maakt het mogelijk, b.v. menselijke hormonen en andere medicijnen doelgericht te produceren. De combinatie microbiologie en genetica heeft een enorm potentieel

voor de toekomst en wij zouden aan de landbouwhogeschool deze samenwerking in de komende jaren sterk moeten bevorderen.

Micro-organismen hebben niet alleen maar bij de produktie van bepaalde industriële stoffen een monopoliestelling. Zij zijn ook bij vele processen in het milieu onmisbaar. Zo kunnen micro-organismen alleen of in symbiotische verbinding met planten stikstof uit lucht binden en daarmee de planten en de bodem met de bruikbare stikstofverbinding ammonium verzorgen. Helaas zijn de bacteriën ook in staat te nitrificeren, d.w.z. ammonium tot nitraat te oxideren. Nitraat is een minder goede stikstofbron. Bovendien wordt nitraat gemakkelijk door het perkolatiewater in het grondwater getransporteerd, waar het op grond van zijn cancerogene eigenschappen niet gewenst is. Nitraat kan ook in afwezigheid van zuurstof door micro-organismen tot luchtstikstof worden gereduceerd. Daardoor verliest de bodem weer stikstof. Ondanks veel onderzoek is ons inzicht nog onvolledig m.b.t. de stikstofhuishouding van de bodem en de daarbij betrokken micro-organismen. Zo weten wij nog niet welke factoren bij de denitrificatie de ontwikkeling van de luchtverontreinigende N_2O begunstigen en welke processen of organismen er verantwoordelijk voor zijn dat in zure gronden ammonium wordt genitrificeerd. Maar ook over de wisselwerking tussen stikstofbindende micro-organismen en hun waardeplant is onze kennis uitermate onvolledig. Dit zijn alleen maar enkele voorbeelden van lacunes, waarvan de lijst nog willekeurig verlengd kan worden. Over het door de micro-organismen beïnvloede gedrag van andere voedingsstoffen, zoals zwavel, ijzer, mangaan en fosfor is onze kennis zelfs nog meer beperkt.

Bijna bij alle activiteiten in de landbouw spelen micro-organismen een belangrijke rol. Deze beperkt zich niet alleen tot de kringloop der elementen. Zo zetten micro-organismen in de pens en de darmen van herkauwers gras in een verteerbare vorm om. Andere weer inactiveren bestrijdingsmiddelen of breken deze af. Er zijn ook micro-organismen, die plantenziekten veroorzaken. In de algemene microbiologische literatuur zoekt men meestal vergeefs naar uitgebreide informatie over plant-pathogene bacteriën. Het lijkt dat deze organismen door microbiologen als niet belangrijk worden beschouwd, ondanks de toenemende belangstelling vanuit de praktijk.

In het verleden kon men in de kranten veel over grondverontreiniging lezen, o.a. dat micro-organismen ons misschien op een zekere dag - door hun vermogen om enkele van deze verbindingen af te breken - van dit euvel zouden kunnen bevrijden. Met deze uitspraak wil ik het potentieel van microbiologische processen niet in twijfel trekken. Maar ik denk dat

het voor de zaak doelmatiger is deze iets zakelijker te benaderen. Hoewel micro-organismen veel kunnen presteren, hebben hun activiteiten ook natuurlijke grenzen, d.w.z. bepaalde stoffen zijn gewoon resistent tegen de microbiële afbraak. Of met andere woorden zij zijn recalcitrant. Het is de taak van de microbiologen deze grenzen te bepalen, om het probleem van de niet-afbreekbaarheid of deel-afbreekbaarheid wetenschappelijk te onderbouwen. De wetenschappelijke gegevens zijn nodig voor het kiezen en reglementeren van nieuwe chemische produkten, die in het milieu terecht kunnen komen. De gegevens kunnen verder worden gebruikt, om het toekomstig gedrag van bestaande milieuverontreinigingen te voorspellen. De microbiologen hebben dus een belangrijke positie in het veld der milieuchemie. Hun bijdragen zijn beslissend om de toekomstige milieuverontreiniging tot een minimum terug te brengen.

Voordat ik mijn inventarisatie beëindig wil ik Uw aandacht nog op de rol van de micro-organismen bij de waterzuivering richten. Sinds honderd jaar worden microbiologische processen voor de zuivering van diverse soorten afvalwater toegepast. Deze zuiveringsprocessen zijn vooral door ingenieurs ontwikkeld, die empirisch geprobeerd hebben natuurlijke microbiologische activiteiten voor hun doel te gebruiken. De samenwerking met de microbiologie is meestal incidenteel gebleven. De microbiologen van de landbouwhogeschool vormden zelfs mondiaal een loffelijke uitzondering. Zij hebben in de afgelopen 60 jaar de fundamentele microbiologische kennis van de waterzuivering in belangrijke mate uitgebreid. Pas in de jaren '70 begonnen microbiologen op verschillende plaatsen zich bezig te houden met de microbiologie van de waterzuivering, vooral met als zwaartepunt anaerobe processen, d.w.z. met omzettingprocessen waar geen zuurstof bij aanwezig is. Het hoofdzakelijk microbiële eindprodukt van de anaërobe waterzuivering is methaan. Sinds het werk van Nicolaas Söhngen²⁾ in het begin van deze eeuw weten wij, dat bijzondere micro-organismen, de zogenaamde methaanbacteriën, verantwoordelijk zijn voor het produceren van methaan in een zuurstof-vrije omgeving. Dit is dezelfde Nicolaas Söhngen, die in 1917 als eerste hoogleraar voor microbiologie hier in Wageningen werd benoemd. Tot in de jaren '70 hebben veel microbiologen de methaanbacteriën alleen van horen zeggen gekend en slechts weinig laboratoria zijn tot de mid-zeventiger jaren in staat geweest de extreem zuurstofgevoelige methaanbacteriën te kweken. De energiecrisis eind 1973 heeft vele laboratoria aangespoord, zich met deze aardgasvormende bacteriën nader bezig te houden. Het onderzoek naar methaanbacteriën heeft ons in de loop van de jaren veel inzicht gegeven. Deze was niet alleen be-

perkt tot de anaërobe mineralisatieprocessen, maar ook over de evolutie en ontwikkeling van het leven bij het begin van de existentie van de planeet aarde werd heel wat bekend. Wetenschappers in de Verenigde Staten hebben namelijk ontdekt, dat methaanbacteriën even weinig verwant zijn met de rest van de bacteriën als wij mensen. Het wordt door Carl Woese³⁾ gepostuleerd, dat methaanbacteriën en nog enkele andere exotische bacteriën tot een derde vorm van het leven behoren. Hij noemde deze vorm archaebacteriën. De hypothese van Carl Woese is nu vrij algemeen als een feit geaccepteerd. Fylogenetisch of genealogisch bestaan dus op onze aarde drie vormen van leven, namelijk de eukaryoten, tot welke wij mensen, dieren en planten behoren, de eubacteriën, welke het grootste aantal van de tot nu toe bekende bacteriën omvatten en de archaebacteriën. De archaebacteriën hebben hun naam te danken aan het feit, dat zij meestal op plaatsen leven, die iets op de nog primitieve aarde van vóór vier en een half tot drie en een half miljard jaren lijken; d.w.z. in vulcanische gebieden met temperaturen boven honderd graden en vaak ook extreem zure omstandigheden. De naam mag misschien misleidend zijn, omdat met het prefix archae iets zeer ouds wordt bedoeld. Deze beestjes zijn geen levende fossielen, zij zijn moderne organismen zoals de meeste andere schepsels op deze aarde. Het onderzoek aan de methaanbacteriën heeft ook op biochemisch gebied tot ontdekking van een groot aantal nieuwe, tot dusver onbekende co-enzymen en stofwisselingsprocessen geleid.

Het intensieve onderzoek aan methaanbacteriën en andere fylogenetisch misschien meer gewone bacteriën, die bij de anaërobe afbraak van organisch materiaal betrokken zijn, heeft ons in de afgelopen vijf jaar veel nieuwe fundamentele kennis gebracht. Wij kunnen nu beginnen samen met de ingenieurs de anaërobe processen en daarmee ook de anaërobe waterzuivering een basis te geven, die niet slechts empirisch is. Vooral kunnen verbeteringen nu gericht, op grond van fundamentele microbiologische gegevens worden toegepast.

Ik wilde U, geachte aanwezigen, met dit voorbeeld aantonen dat in de moderne wetenschap fundamenteel onderzoek nauwelijks te scheiden is van de toepassing, en dat beide nauw met elkaar verweven zijn. Vooruitgang wordt in zekere mate gestimuleerd door een intensieve samenwerking tussen fundamenteel onderzoek en praktische toepassing. Vaak krijgt men daarbij nog inzicht in feiten waarmee men helemaal niet heeft gerekend. In het geval van de methaanbacteriën is dit de derde vorm van "leven".

De anaërobe waterzuivering is zeer geschikt om het vruchtbare samenspel tussen toepassing en fundamenteel onderzoek nader uit te leggen.

De technologische principes van de anaërobe waterzuivering zijn al in de twintiger jaren vooral dankzij de onderzoeken van A.M. Buswell en zijn medewerkers⁴⁾ bekend geworden. Technisch werd dit proces - vooral gebaseerd op empirische ervaring - door de groep van Perry McCarty in Stanford en door die van Gaze Lettinga aan onze Hogeschool verder ontwikkeld. Maar fundamenteel is aan het proces op zich niet veel veranderd, omdat tot voor kort de microbiologische gegevens grotendeels ontbraken. Door het intensieve microbiologisch onderzoek, meestal toch van echt fundamentele aard, zijn wij nu in staat de techniek doelgericht op de micro-organismen toe te passen. Helaas wordt vaak het omgekeerde geprobeerd, en wel om door middel van een ingewikkelde en dure technologie de micro-organismen te verschalken. Deze methoden lijden meestal schipbreuk. Micro-organismen laten zich namelijk nauwelijks dwingen en zij weten precies wat voor hen de optimale omstandigheden zijn.

III

Wat is nu de rol van de moderne microbiologie in het hedendaagse wetenschappelijk onderzoek? Ik zie de microbiologie als multidisciplinair vakgebied dat vaak de rol van bemiddelaar spelen moet tussen enerzijds de meer moleculaire wetenschappen en anderzijds de landbouw en de technische, meer op toepassing gerichte wetenschappen. Vaak wordt geprobeerd een kunstmatige scheidingslijn tussen de fundamentele en de toegepaste activiteiten te trekken. Op grond van redenen, die ik in het voorbeeld "anaërobe waterzuivering" nader heb uitgelegd, acht ik deze pogingen als contraproductief. De toepassing heeft zonder fundamentele gegevens niets toe te passen en waarnemingen bij de toepassing leveren vaak nieuwe ideeën naar de fundamentele kant op. Staat de microbiologie nu in het spanningsveld tussen toegepast en fundamenteel? Ik durf te zeggen nee! Microbiologie is een typisch voorbeeld van een wetenschapsgebied, waarin fundamenteel en toegepast geïntegreerd moeten worden en de een van de ander niet los kan staan zonder de vooruitgang te remmen. Pasteur heeft immers gezegd: "*Il n'y a pas des sciences appliquées ... mais il y a des applications de la science*".

IV

In de nu volgende beschrijving van mijn toekomstige activiteiten, zal ik geen onderscheid maken tussen fundamenteel en toegepast. Ik zou het

als één geheel willen beschouwen. Met de voorafgaande keuze van bepaalde gebieden uit de microbiologie, wilde ik U attent maken op de veelvuldigheid en de mogelijkheden van de moderne microbiologie. In principe zijn alle onderwerpen meer dan belangrijk genoeg om aan een Hogeschool zoals deze bestudeerd te worden. Deze veelvuldigheid en het belang van ieder afzonderlijk onderwerp draagt het gevaar in zich dat een vakgroep zich met onderwerpen sterk versnipperd. Dit gevaar wordt nog vergroot door de belangstelling van verschillende richtingen binnen de LH voor microbiologische ondersteuning. Deze wensen zijn ook begrijpelijk, omdat bijna iedere landbouwactiviteit direct of indirect door micro-organismen wordt beïnvloed. Hoewel het bestuderen van een groot aantal onderwerpen aantrekkelijk lijkt, verhoogt een beperking tot weinig onderwerpen de mogelijkheid tot meer diepgang. Deze is nodig voor het scheppen van een afgerond wetenschappelijk inzicht.

Het lijkt belangrijk hieraan nog een gedachte toe te voegen over de planning van wetenschappelijke activiteiten. Een organisatorische eenheid - al of niet overheids-"bedrijf" - moet op langere termijn plannen, om ook in de toekomst succesvol te kunnen blijven. Dat geldt natuurlijk ook voor een vakgroep. Een universitaire vakgroep wordt vooral gedragen door wetenschappers die, zoals bekend is, tot de meest individualistische leden van onze maatschappij behoren. Zij bewaken met argusogen hun vrijheden om naar eigen goedgevoelen te kunnen handelen. Langere termijn planning beperkt tot op zekere hoogte deze vrijheden. Het is één van de moeilijkheden in onderwijs- en onderzoekinstellingen een optimale keuze te maken tussen vrijheidbeperkende maatregelen en een voor de onderzoeker zo groot mogelijke onafhankelijkheid, die nodig is voor het innovatieve werken. Van de juiste verhouding tussen deze twee voorwaarden hangt het succes van een groep, - dus ook van een vakgroep - in belangrijke mate af. Onder succes versta ik vooral het welslagen van het eigen onderzoek. Naar mijn mening is dit de enige factor, die een onderzoeker de kracht geeft om vaak jaren van frustratie op zich te nemen. Het uiteindelijk succes is het morele en soms ook materiële loon voor jaren van ontberingen, niet alleen voor de wetenschapsman, maar ook voor zijn naaste omgeving en de instelling waar hij werkzaam is.

Wat zijn nu de plannen voor de toekomst? Deze kunnen in drie groepen worden ingedeeld. Tot de eerste groep behoren onderwerpen waarin wij op grond van onze kennis en ervaring vragen uit de toepassing behandelen. Onderwerpen in deze groep zijn meestal van relatief korte

duur, variërend van twee tot vijf jaar. Daarbij worden vaak snel concrete resultaten bereikt. Deze onderzoeken zijn ook het meest geschikt voor onderwijs-gebonden onderzoek voor studenten, die zich met praktisch-relevante problemen bezig willen houden. De tweede groep omvat fundamenteel onderzoek van systemen, die relatief goed bekend zijn, maar waar vooral de kennis van de detailprocessen ontbreekt. Onderzoekingen naar b.v. anaërobe gistingen, stikstofbinding en afbraak van milieuvreemde stoffen, zoals ik reeds heb toegelicht, behoren tot deze groep. De ervaring leert dat ook deze onderwerpen vaak worden gekozen door studenten, die een relatie, zij het ook nog zo klein, met de praktische problemen zoeken. Projecten in de derde groep hebben vooral principiële vragen als uitgangspunt. Ik wil deze groep aan de hand van een bodemmicrobiologisch probleem nader toelichten.

De bodem bestaat zoals ieder weet uit deeltjes die onafhankelijk van de plaats organisch of anorganisch kunnen zijn. Het contact tussen de deeltjes en het milieu vindt aan de oppervlakte of in het grensvlak plaats. De fysisch-chemici hebben al jaren onderzoek gedaan betreffende deze grensvlakken. Volgens deze onderzoekers wijken de fysisch-chemische omstandigheden aan het grensvlak, sterk af van zowel het omgevingsmilieu als van de samenstelling van de deeltjes zelf. Het grensvlak vormt dus een eigen milieu. Dat is misschien een interessant gegeven, maar wat heeft dat met de bodemmicrobiologie te maken? Naar mijn mening erg veel. Het is al jaren bekend dat de micro-organismen in de grond bijna uitsluitend aan de grensvlakken van bodemdeeltjes te vinden zijn, en dat wij tot nu toe in staat zijn - afhankelijk van het milieu - slechts 0.1 tot 10% van de micro-organismen uit de grond te isoleren en dus te bestuderen. De rest kunnen wij wel microscopisch zichtbaar maken, maar wij weten niet welke micro-organismen dit zijn en wat zij daar doen? Met klassieke microbiologische technieken zijn deze problemen niet op te lossen. Twee vragen komen onmiddellijk naar voren: "Waarin onderscheidt het grensvlak zich van zijn omgeving?" De micro-organismen voelen zich daar blijkbaar heel goed thuis! En "wat moeten wij microbiologen doen, om deze met deeltjes geassocieerde micro-organismen te isoleren?"

De isolatie is een essentiële voorwaarde voor het bestuderen van een micro-organisme in het laboratorium onder gecontroleerde omstandigheden. Alleen de studie van de fysiologie, de stofwisseling en meestal ook de genetica kan helpen de rol en het gedrag der micro-organismen in het bodemecosysteem te begrijpen.

De reeds bereikte resultaten van klassiek microbiologisch onderzoek kunnen slechts in zeer beperkte mate op die systemen worden overgedragen, waar grensvlakken een belangrijke rol spelen (b.v. bodem,

grond, aquifer enz.), omdat in deze onderzoeken micro-organismen meestal in een driedimensionale homogene omgeving worden bekeken (chemostaat en batchproeven). Een dergelijke benadering verwaarloost de volgende belangrijke aspecten:

Organische en sommige anorganische moleculen hebben de neiging zich aan oppervlakken te concentreren. Afhankelijk van de aard van het vaste substraat en van de verbinding, kan de verdelingscoëfficiënt tussen water en het vaste materiaal enkele machten van tien zijn. Het gehechte micro-organisme kan dus in een omgeving leven met aanzienlijk hogere substraatconcentraties dan in de waterfase.

Dit is misschien een indicatie waarom micro-organismen in de grond en in sedimenten van meren en zeeën, bij nauwelijks meetbare substraatconcentraties, nog actief zijn en waarom milieuvreemde stoffen, indien zij worden gemineraliseerd, vaak in het milieu niet meer terug te vinden zijn. Maar grensvlakken bieden micro-organismen nog andere voordelen. Zo blijven gehechte organismen in het algemeen aan een bepaalde plaats gebonden. Snelle groei is daarom niet zo belangrijk om de populatiegrootte constant te houden en daarom kunnen zich in de grond ook populaties ontwikkelen, die zeer langzaam groeien. Bovendien kunnen microbiële gemeenschappen als één geheel oppervlakken koloniseren. Dit feit vergemakkelijkt verschillende wisselwerkingen, omdat de leden van de gemeenschap zich in een meer of minder vaste ruimtelijke configuratie ten opzichte van elkaar bevinden.

Veel van de moeilijkheden om de microbiële activiteiten in aanwezigheid van vaste deeltjes te verklaren, worden in belangrijke mate veroorzaakt door ons gebrek aan fundamentele kennis over de wisselwerking tussen enerzijds microben en microbiële producten en anderzijds de in het systeem voorkomende grensvlakken. Dergelijke problemen beperken zich niet alleen tot de bodem maar zijn ook van belang voor de meeste natuurlijke en technische processen met micro-organismen en grensvlakken. Ik denk hierbij vooral aan reeds aangevoerde onderwerpen, zoals het gedrag van milieuvreemde stoffen in grond en water en de actieve of passieve immobilisatie van micro-organismen bij de industriële toepassing en bij de afvalwaterzuivering. Zelfs bij infecties van planten met symbiotische of pathogene bacteriën speelt de interactie tussen plantenoppervlakken en bacteriën een beslissende rol voor het herkenningsmechanisme. Projecten in deze derde groep hebben dus echt fundamentele vraagstellingen als uitgangspunt die, indien opgelost, vrij algemeen toepasbaar kunnen zijn.

Geachte toehoorders, met deze samenvatting heb ik geprobeerd U een idee te geven over de betekenis van het vak microbiologie en zijn moge-

lijke ontwikkelingen. Bovendien hoop ik U enige indrukken te hebben gegeven over de rol die de wetenschap kan vervullen voor de vooruitgang van de menselijke maatschappij. Hierbij wil ik mijn beschouwing nu besluiten met een uitspraak van Pasteur. Deze werd ook gebezigd op 22 december 1922 door de toenmalige hoogleraar voor microbiologie aan de Landbouwhogeschool Nicolaas Louis Söhngen bij zijn officiële opening van ons nog heden ten dage in gebruik zijnde laboratorium⁵⁾:

"La science dans notre siècle est l'âme de la prospérité des nations et la source vive de tout progrès. Sans doute la politique avec ses fatigantes et quotidiennes discussions semble notre guide. Vaine apparence. Ce qui nous mène ce sont quelques découvertes scientifiques et leur applications. L'avenir appartient à la science. Malheur aux peuples qui fermeraient les yeux sur cette vérité."

Dames en Heren,

Aan het einde van mijn betoog gekomen wil ik Hare Majesteit de Koningin danken voor mijn benoeming tot hoogleraar. Het College van Bestuur en de Commissie die de voordracht heeft voorbereid, zeg ik dank voor het vertrouwen, dat zij in mij hebben gesteld. Het is voor mij een grote eer als Zwitser naar Nederland te worden beroepen, naar een land dus dat sinds meer dan drie eeuwen als centrum van nieuwe impulsen in de microbiologie wordt beschouwd. Niet voor niets wordt in het Engels van de "Dutch Microbiology" gesproken. In geen ander land is de nationaliteit van een wetenschap ook begrip voor zijn uitzonderlijke kwaliteit.

Hooggeleerde Mulder, beste Epe. Je hebt de microbiologie in Wageningen in de laatste dertig jaar een uitgesproken persoonlijk gezicht gegeven. Ook nu nog ben je erg actief met het begeleiden van promovendi en het schrijven van wetenschappelijke artikelen. Ik hoop dat ik nog lang op jouw ervaring en grote kennis kan blijven rekenen en beroep op je mag blijven doen.

Hooggeleerde Wuhrmann, beste Karl. Du hast mich nach meinem Aufenthalt in Marokko gelehrt in der Wissenschaft auf eigenen Beinen zu stehen, und dass Forschung mit viel Enthusiasmus betrieben werden kann, ohne das kritische Denken zu vernachlässigen. Ich will Dir von dieser Stelle aus herzlich danken.

Medewerkers van de vakgroep microbiologie. Het is zeker niet gemakkelijk plotseling een hoogleraar in huis te krijgen die men als mens niet kent. Jullie hebben mij desondanks vriendelijk opgenomen en mij ook graag geholpen, wanneer het nodig was. In het afgelopen jaar hebben wij vaak gebroed over onderzoeks-, onderwijs- en reorganisatieprogramma's. Dit werk is niet afgesloten, maar ik ben ervan overtuigd dat wij de optimaal mogelijke oplossingen zullen vinden. Wij moeten derhalve bereid zijn bepaalde onderwerpen steeds opnieuw ter discussie te stellen. Alleen beweging - het leven doet ons dat dagelijks voor - is een garantie voor de vooruitgang. Ik verheug mij met jullie aan het toekomstig succes van de Wageningse microbiologie te werken en onze voornemens in daden om te zetten.

Dames en heren studenten

Tot nu toe heb ik over microbiologie als onderzoeksonderwerp gesproken, wel wetend dat de primaire taak van een hoogleraar het onderwijs is. Maar, zal het onderwijs in een universiteit niet degenereren tot het simpel herhalen van leerboekwijsheden, dan moeten onderwijs en onderzoek nauw verbonden blijven. Alleen deze verbondenheid, het liefst in personele unie van onderzoeker en onderwijzer, waarborgt een veelomvattende wetenschappelijke opleiding. Het zal hier niet worden vergeten dat het onderzoek ook van het onderwijs profiteert, namelijk door de directe contacten tussen U studenten en de onderzoekers. Uw vaak echt kritische vragen en onbevooroordeelde voorstellen geven belangrijke impulsen aan het onderzoek.

Het succes in het leven hangt in belangrijke mate af van ieders eigen initiatief. Dat geldt ook voor de studie. Het is ons streven U met een aantrekkelijk programma het vak microbiologie duidelijk te maken en U te helpen de leerstof te begrijpen, maar wij kunnen niet voor U leren en denken. Het is aan U van ons aanbod gebruik te maken, om in Uw eigen belang zoveel mogelijk van de studietijd te profiteren.

Ik dank U voor Uw aandacht.

VOETNOTEN

1. Ik dank Ad Reintjes en Tom Schiphorst voor hun kritische suggesties en hun moeite mijn niet altijd conforme Nederlandse taalgebruik te corrigeren.
2. Söhngen, N.L. 1906. Het ontstaan en verdwijnen van waterstof en methaan onder invloed van het organische leven. Proefschrift, TH Delft.
3. Woese, C.R. 1981. Archaeobacteria. Scientific American, No. 6, 94-106.
4. Buswell, A.M. and W.J. Hatfield 1932. Anaerobic Fermentations. State of Illinois. Department of Registration and Education. Division of the State Water Survey, Urbana Illinois, Bulletin No. 32.
5. Wieringa, K.T. 1935. In memoriam prof.dr.ir. N.L. Söhngen. *Antonie van Leeuwenhoek* 2, 1-7.