**INSECT, RESPECT EN MAATSCHAPPELIJKE EFFECT**
Inaugurele rede, 23 februari 2006

Door prof.dr.ir. Arnold van Huis

Mijnheer de Rector Magnificus, dames en heren

Graag neem ik u in deze voordracht eerst mee naar de fascinerende wereld van insecten. Wat is hun ecologische betekenis en hoe zorgen we dat deze niet verloren gaat, waarbij ik vooral het gevaar van het gebruik van pesticiden wil toelichten. Als duurzame methode werd in zestiger jaren de benadering van geïntegreerde bestrijding van plagen ontwikkeld. Eerst zal ik de technische kant van deze benadering bespreken en dan vervolgens wat er voor nodig is om te zorgen dat boeren en boerinnen dit als onderdeel van hun praktijk gaan zien. Dit vereist een andere benadering van wetenschapsbeoefening, niet alleen tussen natuur- en sociale wetenschappers (interdisciplinariteit), maar ook door deelname van andere belanghebbenden in de samenleving (transdisciplinariteit). Dat maatschappelijke factoren daarbij een rol kunnen spelen, wil ik vooral demonstreren met een voorbeeld uit de sprinkhaanbestrijding. Tenslotte wil ik benadrukken dat institutionele factoren van groot belang zijn voor het tot stand komen van innovaties. Aan bovengenoemde punten wil ik de nodige aandacht geven bij de invulling van dit persoonlijk hoogleraarschap.

## Ecologische diensten van insecten

Ik begin met een citaat van één van de grootste entomologen die Afrika ooit heeft gekend, Prof. Thomas R. Odhiambo, die leefde van 1931 tot 2003. Hij was de stichter van het "International Centre of Insect Physiology and Ecology" (ICIPE) te Nairobi in Kenia. Hij was een visionair, een fondsenwerver en een institutiebouwer. Hij heeft de wetenschap en de entomologie in Afrika bevorderd als geen ander. Onder andere heeft hij het tijdschrift "Insect Science and its Application" nu "International Journal of Tropical Insect Science" opgericht. Het "African Regional Postgraduate Programme in Insect Science" is door hem gestart en in vele landen van Afrika hebben honderden gepromoveerden dankzij dit programma nu belangrijke posities. Het opleiden van jonge Afrikaanse wetenschappers en het bevorderen van wetenschap in dit continent waren zijn hoofddoelen. Daarvoor onderhield hij regelmatige contacten met Afrikaanse staatshoofden. Een paar weken voor zijn dood schreef hij in het jubileumboek van de "African Association of Insect Scientists" de volgende poëtische woorden (Odhiambo, 2003):

What is the future of insect science?
[It is] one of providing services to insects ....
and respecting their existence.
In this manner, life on this planet becomes once again,
a little more beautiful,
a little more magical,
a little more of an expression of God himself.

Hij benadrukte voor de toekomst van de entomologie het hebben van respect voor insecten. Daar wil ik het in het begin van mijn betoog met u over hebben.

De evolutie heeft gedurende 300-350 miljoen jaar een bonte verscheidenheid aan soorten geleedpotigen opgeleverd, die vaak op een heel bijzondere wijze aan hun leefomgeving zijn aangepast. Meer dan de helft van de 1.4 miljoen beschreven soorten die leven op deze aarde zijn insecten. Daarnaast loopt het aantal onbeschreven soorten in de miljoenen. Het aantal schadelijke insecten, dat wil zeggen schadelijk voor mens, vee en gewas is echter maar een fractie hiervan, ten hoogste 10.000 soorten, minder dan 0.2 pro mille. Insecten leveren vele ecologische diensten van groot belang voor het voortbestaan van de mensheid.

Insecten spelen een belangrijke rol bij de reproductie van planten. Meer dan 90% van de 250.000 bloeiende planten zijn voor hun voortbestaan aangewezen op dierlijke bestuivers. Dit geldt ook voor drie kwart van de ongeveer 100 plantensoorten die ons als voedsel dienen (Buchmann en Nabhan, 1996). Het aantal soorten dierlijke bestuivers wordt op 100.000 geschat en verreweg het grootste deel (98%) hiervan zijn insecten (Ingram *et al.*, 1996). Van de 100 plantensoorten die als voedsel voor de mensheid dienen wordt 15% bestoven door gedomesticeerde bijen. Eén kolonie van ongeveer 30.000 bijen heeft 160 kg honing en 30 kg stuifmeel nodig om te overleven. Daarvoor moeten ze miljoenen bloemen per jaar bezoeken. Het mag duidelijk zijn dat het in stand houden van deze ecologische dienst van groot belang is. Er zijn echter alarmerende berichten over de teruggang van het aantal bestuivers vooral door het gebruik van pesticiden.

Een andere belangrijke ecologische dienst van insecten is het opruimen van afval. Keverlarven en termieten zijn grotendeels verantwoordelijk voor het opruimen van organische stof van dode planten. Ze breken het af totdat het geschikt is om verder verteerd te worden door schimmels en bacteriën. Het belangrijkste aspect is dat mineralen van een organisme weer voor planten beschikbaar komen in de grond. Karkassen worden opgeruimd door vliegenmaden en keverlarven. Allerlei soorten vliegen en kevers wisselen elkaar af in de decompositie van dode dieren. Een forensische entomoloog gebruikt deze informatie voor het oplossen van moorden. Belangrijke insecten die verantwoordelijk zijn voor het opruimen van mest, zijn de ongeveer 4.000 soorten mestkevers op deze aarde. Een aantal doen dit door de mest in ballen te begraven. Uit het ei dat ze in deze mestbal leggen komt een larve die zich met de mest voedt. Voor de mensen uit het oude Egypte, die kevers uit de mest ‘geboren’ zagen worden was dit een symbool van nieuw leven en wedergeboorte. De mestbal voortgerold door mestkevers (*Scarabeus sacer*) werd geassocieerd met de scheppingsgod Khepri, de God van de zonsopgang, die de zon langs de hemel duwde. Amuletten van de kever werden over het hart van de overledene geplaatst om zo de wedergeboorte te stimuleren.

Het belang van mestkevers bleek in Australië. Vee werd voor het eerst in 1788 geïntroduceerd en de locale mestkevers konden de toegenomen hoeveelheid mest niet verwerken. Miljoenen ha weiland werden ongeschikt vanwege de grote hoeveelheden mest. Tegelijkertijd konden zich allerlei soorten vliegen hierin vermeerderen, die schadelijk zijn voor mens en vee. Door ongeveer 46 soorten mestkevers uit Zuid Afrika en Europa te importeren, waarvan ongeveer 20 effectief bleken te zijn, werd het probleem volledig opgelost. De mestkevers koloniseren een mestplak vaak binnen 24 uur. Dat geeft vliegen niet de tijd om zich hierin te ontwikkelen. Tevens zorgen ze voor het recyclen van koolstof en mineralen terug in de grond waar het verder verteert als humus voor planten. Als de mest op de grond blijft liggen gaat naar schatting 80% van de stikstof verloren in de atmosfeer.

Insecten kunnen een belangrijke voedselbron voor mensen zijn. Ongeveer 1.400 verschillende soorten zijn hiervoor geschikt. In zuidelijk Afrika en Zuidoost Azië is er een levendige handel

in eetbare insecten (van Huis, 2003a). Daarnaast leveren bijen 1.3 miljoen ton honing en 60.000 ton bijenwas, en zijderupsen meer dan 90.000 ton zijde per jaar (Yong-woo Lee, 1999). Andere insectenproducten zijn bijvoorbeeld cochenille, een karmijnrode verfstof van schildluizen, die ook gebruikt wordt om voedsel te kleuren. Ook voor de transgene productie van humane biomedische eiwitten voor groeihormonen en bloedstollingsfactoren kunnen insecten worden ingezet, bijvoorbeeld de "Medfly" de fruitvlieg *Ceratitis capitata*. De afkorting Med. staat voor Mediterraan maar zou met evenveel recht Medisch kunnen betekenen. In de mensenvlo, *Pulex irritans*, is resiline het eiwit waar het sprongvermogen aan wordt ontleend (Elvin *et al.*, 2005). De grote elasticiteit blijft lange tijd behouden en zou medisch gebruikt kunnen worden bij het repareren van bijvoorbeeld slagaderen of tussenwervels. Er zijn nog vele andere medische toepassingen van insecten (bijv. de madentherapie bij traumatische wonden) en hun producten (zoals honing en bijengif) (van Huis, 2003b).

Daarnaast spelen geleedpotigen of hun producten een belangrijke rol in de technologie. Bijvoorbeeld, eiwitten van spinseldraden van geleedpotigen zijn sterk en elastisch en kunnen commercieel gebruikt worden als biomaterialen (Lewis, 1992). In de architectuur is het spinnenweb gebruikt als voorbeeld voor het bouwen van het dak van het stadion voor de Olympische Spelen in 1972 in München (Gründig, 2002). Onlangs heeft een multidisciplinair team van entomologen en bouwkundig ingenieurs een project gekregen om homeostasis bij heuvels van de termiet *Macrotermes michaelseni* te bestuderen (Abou-Houley *et al.*, 2005). De termietenheuvels hebben een gecompliceerd netwerk van tunnels en luchtventilatiesystemen die de luchtkwaliteit, de temperatuur en de luchtvochtigheid regelen. Het onderzoek is erop gericht om gebouwen te ontwerpen, die voor wat betreft het milieu zelfvoorzienend zijn.

Insecten spelen een belangrijke rol in de cultuur. Het meest bekend is waarschijnlijk de vlinder als godin van de wedergeboorte in het Minoïsche Kreta en in het Toltekische Mexico en als symbool van de onsterfelijke menselijke ziel in de Westerse cultuur (Manos-Jones, 2000). Het woord psyche in het Grieks betekent zowel 'ziel' als 'vlinder'. Verder spelen insecten een belangrijke rol in de kinderliteratuur, in spreekwoorden, in mythen en legenden en gedichten. Tevens kunnen ze een belangrijke kunstuiting zijn in schilderijen, sieraden, beeldhouwkunst, en in andere creatieve expressies.

## Chemische bestrijding van plagen in de landbouw

Nu wil ik echter met u kijken naar de rol van insecten in de landbouw. Daar en in de gezondheidszorg zien we insecten vooral als schadeveroorzakers en als degenen die ziekten overbrengen. De focus op plaaginsecten leidde na de Tweede Wereldoorlog tot het grootschalig gebruik van chemische bestrijding. Dat had te maken met de vondst van Paul Müller in 1939, dat DDT kon worden gebruikt om insecten te bestrijden. Omdat dit van groot belang was voor het bestrijden van de malariamug kreeg hij hiervoor in 1948 de Nobelprijs voor Geneeskunde. Men had toen de indruk dat alle problemen met schadelijke insecten konden worden opgelost door het gebruik van pesticiden. De entomologische vakliteratuur bestond in de zestiger jaren voor de helft uit artikelen over plaagbestrijding door het gebruik van insecticiden. Na de publicatie in 1962 van het boek "Dode lente" van Rachel Carson kwam hier een kentering in. Dit boek ging vooral over de nadelige effecten van chemische bestrijding op gezondheid en milieu. In Nederland in 1969 waarschuwde Dr. C.J. Briejèr, toen

oud-directeur van de Plantenziektenkundige Dienst, hiervoor in zijn boek “Zilveren sluiers en verborgen gevaren: chemische preparaten die het leven bedreigen”.

Het gebruik van pesticiden veroorzaakt de zogenaamde ‘tredmolen van pesticiden’. Dit houdt in dat het toedienen van synthetische pesticiden de oorzaak is van het steeds frequenter toepassen van pesticiden in steeds hogere concentraties. Dit leidt tot een crisisfase en vervolgens tot een rampsituatie. In een aantal gevallen moest de landbouwproductie volledig worden stopgezet. Dit gebeurde onder andere in de katoenteelt in de staat Alabama in de Verenigde Staten waar in de stad Enterprise in 1919 een vrijheidsbeeld werd opgericht voor de zogenaamde ‘boll weevil’, een snuitkever met de naam *Anthonomis grandis* die voor deze ramp verantwoordelijk was. Het stoppen van de katoenteelt had namelijk tot gevolg dat de boeren niet langer afhankelijk waren van de katoenteelt en onder andere pinda’s gingen verbouwen wat hun uitgeputte gronden weer vruchtbaar maakte.

Het menselijk handelen, zoals bij het pesticidengebruik was gericht op de beheersing en exploitatie van de natuur. Het wordt steeds duidelijker dat we, als we doorgaan met deze exploitatie, ons eigen voortbestaan in gevaar brengen. Neem bijvoorbeeld de honingproductie en de bestuiving. Pimentel *et al.* (1993) berekenden dat de schade in de Verenigde Staten van het pesticidengebruik op deze ecologische dienst US$ 320 miljoen per jaar bedraagt. Een nieuw soort economie, ook wel ecologische economie is nodig om het tij van vernietiging van onze natuurlijke hulpbronnen te keren. Hierin zijn de natuurlijke hulpbronnen niet langer onderdeel van de wereldeconomie, maar is economie een onderdeel van een wereld ecosysteem (Daly en Farley, 2003).

In Nederland wordt er op bescheiden schaal mee rekening gehouden, bijvoorbeeld bij het wijzigen van bestemmingsplannen of bij de aanleg van rijkswegen in verband met het in stand houden van padden, kikkers en salamanders. De kosten voor de gemeenschap zijn aanzienlijk. De vraag doet zich voor hoeveel de gemeenschap over heeft voor het behoud van een waterschrijvertje? Voor het bepalen van de waarde hebben we te maken met esthetiek, het belang in de voedselketen en de kosten voor het behoud van kwaliteit van water.

Pretty en Waibel (2005) berekenden dat de milieukosten van pesticidengebruik in Duitsland US$ 166 miljoen per jaar bedragen, in het Verenigd Koninkrijk US$ 257 miljoen, in China alleen al voor rijst US$ 1.4 miljard en in de VS US$ 1.5 miljard. Omgerekend op wereldniveau betekent dit voor de 2.5 miljard kg pesticide, die per jaar wordt gebruikt, US$ 1.7 per wereldburger. En hierbij zijn nog niet eens alle milieukosten meegerekend. Pimentel *et al.* (1993) berekenden dat voor elke dollar die wordt besteed aan pesticiden er 2 dollar milieu- en sociale kosten zijn. Deze kosten zijn geen onderdeel van de marktprijs van het pesticide. Het is wel belangrijk ons te realiseren dat: 1. deze milieu- en sociale kosten vaak genegeerd worden, 2. de negatieve effecten niet onmiddellijk zichtbaar zijn, 3. de schade geleden wordt door die groepen van de samenleving die niet direct deelnemen aan het besluitvormingsproces en 4. het dikwijls moeilijk te achterhalen is waar de bron van de vervuiling precies vandaan komt. Het geeft echter wel aan hoe belangrijk het is veel aandacht te besteden aan het verminderen van het pesticidengebruik. Lewis *et al.* (1997) stelden dat van 1965 tot 1990 de intensivering van de landbouw, waaronder het gebruik van pesticiden, niet heeft geleid tot een verlaging van het percentage opbrengstverlies door plagen maar tot een toename. De analyse van 62 geïntegreerde bestrijdingsprojecten in 26 landen gaf aan dat het verbruik van pesticiden drastisch omlaag kan; in vele gevallen leidde dit niet tot een verlaging, maar tot een verhoging van de opbrengst (Pretty en Waibel, 2005). Van den Berg (2004), die het effect van Farmer Field Schools in zeven landen van Zuidoost Azië

analyseerde, had dezelfde uitkomsten.

Een andere oorzaak van de crisis rondom het gebruik van pesticiden is de ontwikkeling van resistentie door geleedpotigen tegen pesticiden. Recente studies geven aan dat meer dan 500 soorten insecten en mijten nu resistentie hebben ontwikkeld tegen één of meerdere soorten pesticiden. De resistentie beperkt zich niet tot geleedpotigen, ook veel schimmels, bacteriën, onkruiden en zelfs knaagdieren zijn ongevoelig geworden voor de werking van pesticiden.

## Geïntegreerde bestrijding van plagen

*Technisch concept*

In de crisissituatie voor wat betreft het gebruik van pesticiden werd in de jaren zeventig het begrip geïntegreerde bestrijding van ziekten en plagen geïntroduceerd. Hierbij was de eerste lijn van verdediging het voorkómen van plagen door het gebruik van bepaalde teeltmaatregelen en waardplantresistentie. Het ontwikkelen van duurzame en milieuveilige oplossingen voor problemen met insecten is een hoofdaandachtsgebied van onze leerstoelgroep. *Teeltmaatregelen* hebben tot doel om het gewas en de gewasomgeving minder aantrekkelijk te maken voor de plaaginsecten en meer interessant voor natuurlijke vijanden. De kosten hiervan zijn voornamelijk arbeid. Voorbeelden van teeltmaatregelen zijn: het toepassen van mengteelten, akkers met bloemranden, die stuifmeel en nectar leveren aan natuurlijke vijanden; het veranderen van plantdichtheid; het aanpassen van zaai- en oogsttijdstip; het vernietigen van aangetaste planten en/of vruchten; en het toepassen van vruchtwisseling (of teeltrotatie). *Gewasresistentie of -tolerantie* is een belangrijke en eenvoudige manier om plagen te voorkomen. Dit kan zowel met klassieke resistentie veredeling als door genetische modificatie technieken, bijvoorbeeld door het inbouwen van een *Bacillus thuringiensis* gen in maïs. Synthetische *sexferomonen* kunnen worden gebruikt om mannetjes massaal weg te vangen. Je kunt deze feromonen ook in grote hoeveelheden in het gewas brengen waardoor de mannetjes door deze overmaat van geurstof niet langer in staat zijn de vrouwtjes te vinden. *De steriele mannetjes methode* wordt gebruikt in de veeteelt tegen de tsetse vliegen en tegen sommige vleesvliegen. In de landbouw wordt de methode gebruikt tegen de Middellandse Zee fruitvlieg en tegen de uienvlieg.

Ik wil wat langer stilstaan bij de een belangrijk onderdeel van de geïntegreerde bestrijding van plagen, namelijk de *biologische bestrijding* waarbij levende organismen worden ingezet voor het bestrijden van de plaagorganismen. Dit kunnen predatoren zijn, maar ook parasitoïden (zoals sluipwespen) en micro-organismen (bacteriën, schimmels, virussen en nematoden). Als leerstoelgroep waren we betrokken bij het vinden van een natuurlijke vijand van de stengelboorder *Chilo partellus*, die per ongeluk uit India en Pakistan was geïntroduceerd in Oost Afrika en daar een plaag veroorzaakte in maïs. De sluipwesp *Cotesia flavipes*, die de stengelboorder in India en Pakistan parasiteert, werd daar verzameld en losgelaten in Oost en zuidelijk Afrika. De verhoogde opbrengsten zijn geschat op een waarde van 25 miljoen US$ per jaar. Soortgelijke programma’s van klassieke biologische bestrijding in Afrika laten indrukwekkende resultaten zien. Neuenschwander (2004) berekende dat het project voor de bestrijding van de cassave wolluis 8 tot 20 miljard US$ opleverde, dat tegen de groene mijt in cassave meer dan 2 miljard, dat tegen de mango wolluis een half miljard en dat tegen de waterhyacint en de rode watervaren beide een half miljard US$. Deze besparingen werden verkregen met kosten lager dan één procent van de opbrengsten. Het ging in deze gevallen om

bestrijding gericht op geïntroduceerde en exotische soorten, de zogenaamde “invasive species”.

De natuurlijke bestrijding door al aanwezige natuurlijke vijanden in agro-ecosystemen is in het verleden en waarschijnlijk nu nog, een zwaar onderschatte factor. Chemische bestrijding doodt de natuurlijke vijanden die voorheen de gewasbelager in bedwang hielden. De reden is dat natuurlijke vijanden sneller gedood worden door pesticiden dan de plaaginsecten. Dat komt door een aantal oorzaken. Eén ervan is dat natuurlijk vijanden moeten foerageren om hun gastheer of prooi te vinden. Ze zijn daarom meer blootgesteld aan pesticiden dan gewasbelagers als stengelboorders, bladmineerders en mijten, die relatief beschermd zijn door hun cryptische levenswijze.

Het aantal insecten dat andere insecten parasiteert of predateert is heel groot. Tien procent van alle insecten zijn parasitoïden (Godfray, 1994). Hele orden van insecten, zoals die van de libellen en netvleugeligen zijn allen predator, terwijl een groot percentage van de wantsen, kevers, vliegen, schorpioenvliegen en vliesvleugeligen ook predatoren zijn. Het zal u dan ook niet verbazen dat het aantal soorten natuurlijke vijanden in een agro-ecosysteem vele malen groter is dan het aantal plaagsoorten. Tijdens mijn studies van natuurlijke bestrijding van de twee belangrijkste plagen in maïs en sorghum in Nicaragua vond ik 50 soorten natuurlijke vijanden (van Huis, 1981). In katoen in de V.S. werden 600 soorten natuurlijke vijanden gevondenen in de katoen in de Soedan 80. Settle *et al.* (1996) scoorde in rijst in Indonesië ongeveer 500 soorten natuurlijke vijanden op ongeveer 130 plaagsoorten. Ook vond hij ongeveer 150 neutrale insecten, die zeer belangrijk bleken voor de overleving van predatoren als er geen rijst op het veld was. De natuurlijke weerstand van een agro-ecosysteem is te vergelijken met het immuunsysteem van de mens. Wanneer je dat verstoort dan creëer je een plaag. In de rijstteelt in Zuidoost Azië is het schoolvoorbeeld het uitbreken van plagen van de ‘Brown Planthopper’, *Nilaparvata lugens,* enige tijd na de toediening van chemische bestrijding.

Bij een benadering van geïntegreerde bestrijding worden daarom pas in de laatste plaats chemische bestrijdingsmiddelen ingezet. Dit gebeurt dan alleen wanneer insecten een bepaalde bestrijdingsdrempel hebben overschreden. Je kunt pesticiden ook selectief toedienen op de plaats waar het echt nodig is, of specifieke producten gebruiken, die de natuurlijke vijanden niet vernietigen, zoals toxines van de bacterie *Bacillus thuringiensis*.

*Toediening door boeren*

Wat ik u heb geschetst is de technische kant van geïntegreerde bestrijding van plagen. De vraag is nu hoe boeren dit tot een onderdeel van hun praktijk kunnen maken. Hoe kunnen we boeren en boerinnen (hierna ‘boeren’ genoemd) ertoe bewegen om niet langer in de val van de pesticide tredmolen te lopen met alle inherente gezondheidsrisico’s van dien, niet alleen voor de boeren en hun gezinnen, maar ook voor de consumenten.

Bij het begin van mijn carrière in de zeventiger jaren werkte ik in een geïntegreerd bestrijdingsproject van de FAO in Nicaragua. Dat ging op de klassieke manier door het doen van proeven op de experimentele velden van een onderzoeksinstituut. Omdat dat weinig te maken had met de realiteit van de boer, verlegde ik mijn werkterrein al gauw naar het werken met boeren onder hun omstandigheden. Samen met hen evalueerden we traditionele landbouwsystemen, waaronder het effect van mengteelten op het voorkómen van plagen. Dat

onderzoek bevestigde eigenlijk alleen maar dat wat boeren deden een uitstekende aanpassing bleek op hun omstandigheden (van Huis, 1981). Naderhand, in de tachtiger jaren, werd ik betrokken bij een project in de Sahel door USAID gefinancierd met US$ 30 miljoen. Dit project had tot doel geïntegreerde bestrijdingsmethoden te ontwikkelen in voedselgewassen in acht Sahellanden. Dit werd gestart onder het 'Global IPM Programme' van de Voedsel en Landbouw Organisatie van de Verenigde Naties (FAO) en de intergouvernementele organisatie "Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel" (CILSS). Het project werd na de eerste van drie geplande fases afgebouwd (Zethner, 1995), vooral omdat het effect van het project op de verbetering van de omstandigheden van de boer zeer gering was. Dat had onder andere te maken met de toen heersende perceptie dat je pas bij de boer aan kon komen als je een bewezen technologie had. Een andere factor was dat in de Sahel ziekten en plagen niet de belangrijkste problemen waren, zeker niet in vergelijking met de schaarse regenval en de geringe bodemvruchtbaarheid. Tevens was er geen probleem met overmatig pesticiden gebruik, want de lage opbrengsten rechtvaardigen geen chemische bestrijding (Jago *et al.*, 1993).

Na deze ervaring in de Sahel werd door de FAO gekozen voor een focus op gewassen met een hoge consumptie van pesticiden zoals katoen, rijst en groenten. Ook het lineaire perspectief in de landbouwwetenschap werd ter discussie gesteld. Het principe hiervan was dat de onderzoeker de kennis ontwikkelde, de toegepaste wetenschappers dit vertaalden in een technologie, de voorlichters dit introduceerden bij de boer, die op zijn beurt zorgde voor verdere verspreiding. Dit model, waar het Training & Visit systeem van de Wereldbank toe behoort, was destijds gangbaar. Een nieuwe aanpak van geïntegreerde bestrijding begon ongeveer vijftien jaar geleden in rijst in Azië. Merkwaardig genoeg begon men toen pas te beseffen dat de boer de cruciale factor was, niet alleen bij de eventuele adoptie, maar ook bij de aanpassing van technologie aan de locale omstandigheden. De aanpak die omstreeks 1990 werd ingevoerd was die van de "Farmer Field Schools". Dit houdt in dat boeren één morgen in de week gedurende één seizoen bij elkaar komen. In een gemeenschappelijk veld worden dan waarnemingen gedaan aan het gewas, de plantetende insecten en hun natuurlijke vijanden en vervolgens worden de resultaten besproken. Dit wordt ook wel agro-ecologische analyse genoemd. Vervolgens worden experimenten gedaan, waarbij boeren zelf de interacties tussen het gewas, de plaag en de natuurlijke vijanden leren begrijpen. Momenteel zijn miljoenen boeren in Azië op deze manier getraind. Hetzelfde concept wordt nu toegepast in vele landen van Afrika en Latijns Amerika. Het principe is dat boeren beter in staat zijn om geïntegreerde bestrijding te bedrijven, als zij meer inzicht hebben over de processen die een rol spelen in het agro-ecosysteem. Waarom waren insecten een ideaal onderwerp hiervoor? Omdat de benadering van geïntegreerde bestrijding contra-intuïtief is op twee niveaus:

1. Een grote aantasting van insecten in een gewas hoeft niet tot opbrengstverlies te leiden. Het volledig afknippen van een jonge maïsplant of het tot de helft ontbladeren van jonge rijst geeft geen opbrengstderving.
2. Het pesticidengebruik leidt tot een grotere aantasting van het gewas door het plaaginsect dat men trachtte te bestrijden, doordat zijn natuurlijke vijanden zijn vernietigd.

Dit laatste, de rol van natuurlijke vijanden, is moeilijk uit te leggen aan een boer. De predatie of de parasitering gebeurt vaak onopgemerkt. Dit komt onder andere omdat sommige natuurlijke vijanden zoals oorwurmen alleen gedurende de nacht actief zijn en parasitoïden, zoals sluipwespen, zich onopvallend ontwikkelen binnenin het lichaam van een gastheer. De simpele boodschap van "niet spuiten want dan verpest je het ecosysteem", werkte niet. Voor een boer is een dood insect het meest aantrekkelijk. Het liefst ziet hij het insect direct na een bespuiting met een middel, met vooral een zeer penetrante geur, onmiddellijk van de plant

vallen.

In de ‘Farmer Field Schools’ leerden boeren natuurlijke vijanden kennen door bijvoorbeeld een oorwurm en een kleine rups in een jampotje bij elkaar te brengen. Met eigen ogen konden zij nu zien hoe deze predator het rupsje verorberde. Het leren van de levenscyclus van insecten bracht naar voren dat boeren het volwassen stadium van een insect konden relateren aan bijvoorbeeld het larvale schadelijke stadium. Of boeren leerden dat sporen van ziekten verantwoordelijk waren voor de epidemie in een gewas.

Met deze nieuw verworven kennis waren boeren beter in staat om teeltmaatregelen te bedenken die ongunstig waren voor de ontwikkeling van plagen maar gunstig voor het in stand houden van natuurlijke vijanden. Hierbij werd dus de formele kennis in contact gebracht met de informele kennis van de boer. Deze “*empowerment*” wordt ook wel vertaald als “*boeren helpen zichzelf te helpen*”. De boer is niet langer een consument van technologie, maar hij is nu in staat zelf te experimenteren en verantwoorde beslissingen te nemen. De boer heeft natuurlijk een veel betere kennis van zijn eigen locale omstandigheden dan wetenschappers. Zij of hij is het best in staat te beoordelen welke maatregelen het beste kunnen functioneren onder zijn of haar omstandigheden.

Op dit moment zijn in Azië de Farmer Field Schools de interface tussen de staat en de boer. Deze benadering is door vele landen nu uitgeroepen tot het model van landbouwvernieuwing. De omwenteling die plaats vond in het denken was vooral dat door de wetenschap ontwikkelde technologische pakketten geen effect sorteerden. Om geïntegreerde bestrijding een onderdeel te laten worden van de praktijk van de boer werd, voor wat betreft de rol van entomologen, nu niet langer het ontwikkelen van technologische pakketten, maar het ontwikkelen van leerervaringen voor de boer hoofdzaak, zodat participatieve technologie ontwikkeling mogelijk werd.

De omwenteling in het denken is hier, dat wetenschappers tot de ontdekking kwamen dat hun instituut niet langer het monopolie van kennis heeft. Het feit dat ik een toga aanheb, duidt op rituelen waardoor iemand toegelaten wordt tot een exclusief gezelschap dat wetenschap bedrijft. Ik zou wetenschap een meer democratisch karakter kunnen geven door nu mijn toga uit te trekken. U kunt gerust zijn. Ik zal u niet lastig vallen met, of trakteren op, deze demonstratie.

## Interactieve wetenschap

Eén van de zaken waar ik in de komende jaren graag aandacht aan zou willen besteden is het bevorderen van de interactie tussen de natuur- en sociale wetenschappen bij landbouwinnovatie, de zogenaamde beta-gamma benadering.

Entomologen blijken instrumenteel geweest te zijn voor het doorbréken van het lineaire perspectief van technologie-ontwikkeling en -overdracht. Het idee van de ‘Farmer Field Schools’ werd in de negentiger jaren door entomologen ontwikkeld. Waarschijnlijk ten eerste omdat het optreden van insecten onvoorspelbaar en locatiespecifiek is, een reden waarom boeren zelf oplossingen dienen te vinden voor hun eigen specifieke situatie. Ten tweede maakt potentiële schade door insecten boeren, maar ook overheden, onzeker. Het is deze angstfactor waar handig op in wordt gesprongen door allerlei instanties, zoals de chemische industrie. Vanwege de grote belangen, leent een dergelijke situatie zich voor corruptie en

uitbuiting. Het enige wat hiertegen in stelling kan worden gebracht is kennis. Het belang van ‘empowerment’ van boeren, is dus niet alleen technisch, maar ook sociaal, economisch en politiek van belang.

‘Farmer Field Schools’ of andere vormen van “farmer empowerment” gaan niet alleen meer over plaagbestrijding. Dergelijke benaderingen worden nu ook toegepast in andere disciplines dan gewasbescherming, bijvoorbeeld in verbeteringen van de kwaliteit van de grond, in de veeteelt, en in de humane gezondheid met aandacht voor malaria en HIV/AIDS. Omdat de boer nu mede de onderzoeksagenda bepaalt (democratisering van wetenschap) zijn ‘Farmer Field Schools’ niet noodzakelijkerwijs alleen disciplinair gericht. Het kan ook gaan over bijvoorbeeld de afzet van landbouwproducten, over pachtverhoudingen of over de rol van toeleveringsbedrijven. Het verhogen van het productieniveau is niet langer een doel. Het primaire aandachtsgebied is kennisvermeerdering bij de boer. Deze nieuwe benadering verlaat dus de mono-disciplinaire focus op productieverhoging en richt zich nu ook op sociaal-economische en zelfs politieke zaken. Een dergelijke holistische en systeembenadering is complex en plaatst ons voor nieuwe uitdagingen.

Er zijn ook andere voordelen verbonden aan het goed informeren van boeren. Boeren zijn het beste in staat om hun interesses naar voren te brengen. Ook kunnen zij de wetenschap helpen om een probleem helder te definiëren, zodat meer effectieve strategieën ontwikkeld kunnen worden. Hoe beter de doelgroep is geïnformeerd, des te minder wordt de wetenschap bepaald door speciale belangengroeperingen, waarvan wetenschappers zelf er één van zijn. Ook schept de wetenschap hiermee bij de doelgroep een klimaat van vertrouwen en geloofwaardigheid. Betrokkenheid van doelgroepen zal ook leiden tot meer objectieve wetenschap. Bij een grotere verscheidenheid aan theorieën zijn namelijk betere beslissingen mogelijk.

De democratisering van wetenschap vindt echter ook op een ander niveau plaats. Technologie-ontwikkeling ten behoeve van ontwikkelingslanden wordt, gelukkig in steeds mindere mate, door westerse wetenschappers geleid. In het verleden is er misschien een onderwaardering geweest voor traditionele landbouwsystemen? Een voorbeeld van een dergelijke onderschatting door westerse wetenschappers is de praktijk van mengteelten. Deze manier van telen bleek een uitstekende aanpassing op de fysische en sociaal-economische omstandigheden van de kleine boer in de tropen. Een ander voorbeeld is het totaal negeren door agronomen, voedingsdeskundigen en donoren van het feit dat insecten in de tropen worden gegeten door mensen. Insecten zijn een goede voedingsbron en hebben belangrijke voordelen boven vee. Karakteristiek zijn het hoge gehalte aan essentiële aminozuren, vitaminen en mineralen, de unieke smaak, de beschikbaarheid in wilde vegetaties, en de mogelijkheid ze eenvoudig en goedkoop te kweken. Verder hebben insecten een gunstige conversiefactor, een hoge voortplantingscapaciteit, en ze kunnen gekweekt worden op verschillende voedselsubstraten van relatief lage kwaliteit. Toch hebben wij geen referentiekader voor het eten van insecten, reden dat deze praktijk in de Westerse wereld al gauw niet serieus wordt genomen.

Afrikaanse landbouw wordt door Westerse wetenschappers al gauw gekarakteriseerd als primitief, terwijl nadere bestudering te zien geeft dat dit uiterst gecompliceerde en vernuftige systemen zijn, uitstekend aangepast aan de complexe, diverse en risicovolle omgeving. Een voorbeeld is de studie van De Groot (1995) in Niger naar de extensieve gierstteelt. Ook is de Afrikaanse boer(in) onder uiterst moeilijke omstandigheden in staat geweest zijn productie gelijke tred te laten houden met de toegenomen vraag naar voedselproductie door de bevolkingstoename, die één procent per jaar hoger ligt dan in andere werelddelen.

Dus het serieus nemen van traditionele landbouwsystemen en hun context is een belangrijke voorwaarde voor verbetering. Maar mogelijk is er nog meer dan dat. Onze westerse Cartesiaanse manier van denken is op resultaat gericht. De Afrikaanse benadering richt zich veel meer op de mens dan op het resultaat. We neigen er dikwijls toe om dit als een belemmerende context te beschouwen en hiervoor woorden te bedenken als corruptie. Hier blijkt dat de perceptie van de Westerling en die van de Afrikaan ver uit elkaar liggen. Er zijn conceptuele verschillen over materie, religie, landbouw, milieu, leiderschap, macht en besluitvorming (Haverkort *et al.*, 2002). Kennis kan echter cultuurbepaald zijn en de macht en interesse van een bepaalde groep vertegenwoordigen. De dominante cultuur van het Westen wordt ook wel eurocentrisme genoemd. Cognitieve rechtvaardigheid vraagt om het serieus nemen van alle vormen van kennis, vooral van hen die aan de rand van de maatschappij en gemarginaliseerd zijn. De logica van boeren in ontwikkelingslanden is dikwijls verschillend van die van de conventionele wetenschap. In hun wereldbeeld of cosmovisie betreft het niet alleen de materiele maar ook de spirituele wereld, vooral die met betrekking tot de voorouders. Het bedrijven van landbouw betreft ook activiteiten die de relatie met de spirituele wereld structureren. Het project ‘COMPAS’ (‘Comparing and Supporting Indigenous Agricultural Systems’) onderzoekt dit soort relaties.

**Maatschappelijke context**

Hoe bepalend voor het landbouwkundig onderzoek is de maatschappelijke context. In het begin van mijn carrière werkte ik in een geïntegreerd bestrijdingsproject van de FAO in Nicaragua. Daar werd ik voor het eerst geconfronteerd met de invloed van maatschappelijke factoren op het slagen van geïntegreerde bestrijdingsprogramma’s. Eén voorbeeld is dat bij een politieke staking tegen het regiem van de president Anastasio Somoza in Nicaragua al mijn counterparts van een geïntegreerd bestrijdingsproject ontslagen werden. Een ander nog duidelijker overtuigend voorbeeld kreeg ik op de universiteit van de stad Leon in Nicaragua. Deze universiteit was toonaangevend op het gebied van geïntegreerde bestrijding in katoen. De grote geïntegreerde bestrijdingsdeskundige uit California, Prof. Ray Smith, die in 1976 een eredoctoraat bij de Wageningen Universiteit kreeg, had zijn persoonlijke collectie van het “*Journal of Economic Entomology*” aan deze universiteit gegeven. Een entomologe van deze universiteit liet mij in 1979 een exemplaar van dit tijdschrift zien waar een kogel van de Nicaraguaanse ‘Guardía Nacional’ dwars doorheen gegaan was tijdens een inval van het leger op de universiteit. Dit was voor mij het meest directe bewijs dat entomologie gelieerd was aan maatschappelijke ontwikkelingen. In het FAO project waar ik werkte werd onderzoek gedaan naar geïntegreerde bestrijding in katoen en graangewassen en op grond van de resultaten werd het “Global IPM programme’ gelanceerd. Jammer genoeg niet helemaal op deugdelijke gronden omdat het succes van het programma enorm werd overschat. Echter, het bleek een strategisch belangrijke beslissing om geïntegreerde bestrijding een globale betekenis te geven.

Vele jaren ben ik al betrokken bij internationale aspecten van de bestrijding van de woestijnsprinkhaan. De maatschappelijke en politieke dimensie van dit insect is enorm. Dit insect vormt in zijn gregaire of zwermvorm een bedreiging voor de landbouw in 65 landen van Afrika, het Midden Oosten en Zuidwest Azië, een gebied zo groot als een vijfde van het totale landoppervlak op deze aarde. Dat heeft te maken met het spectaculaire optreden van het insect, waardoor het onmiddellijk media en daardoor politieke aandacht krijgt. Solidariteit met de plattelandsbevolking door nationale overheden of internationale solidariteit voor donoren gaat dan een belangrijke rol spelen in beslissingen over bestrijding. Er is veel geld bij de

bestrijding betrokken, US$ 350 miljoen gedurende de plaag van 1986-1989 en US$ 200 miljoen gedurende de recente plaag in West Afrika van 2003 tot 2005. Vanwege deze hoge bedragen gaan er allerlei nationale, regionale en internationale belangen een rol spelen bij de besluitvorming, die weinig hebben te maken met een ecologisch verantwoorde bestrijding. Gedurende de laatste plaag (2003-2005) heeft dat geleid tot een situatie dit jaar van het overblijven van grote voorraden pesticiden in West Afrika, die naderhand weer met veel donorgeld opgeruimd moeten worden. Tot op heden is bij geen enkele bestrijdingscampagne duidelijk geweest wat de bijdrage van de chemische bestrijding of van droogte was bij het beëindigen van een sprinkhanenplaag. Dit heeft te maken met de exclusieve focus van de landen op bestrijding en niet op evaluatie en monitoring van populaties. Het is dus in principe mogelijk dat de enorme bijdragen die door donoren besteed worden aan bestrijdingscampagnes geen effect sorteren, omdat slechts een klein percentage van de populaties wordt bestreden. Plagen treden alleen op, wanneer er voldoende regen valt in opeenvolgende broedgebieden van duizenden vierkante kilometers. Dan hebben we te maken met vier of meer generaties per jaar en van vermenigvuldigingsfactoren groter dan 10, waardoor populaties in één jaar met een factor 10.000 of meer kunnen toenemen. Deze explosief groeiende populaties komen in het begin weinig geconcentreerd voor. Bestrijding van zeer grote gebieden is echter uit milieuoogpunt niet acceptabel. De populaties zijn elke volgende generatie beter te bestrijden, omdat ze zich concentreren. Echter in de praktijk wordt bij een dreiging het zekere voor het onzekere genomen en wordt onmiddellijk begonnen met bestrijding, zonder een idee te hebben van effectiviteit. Het is moeilijk om tot een besluitvorming te komen, die gebaseerd is op een gedegen ecologische en populatie dynamische kennis van het beest. Het vooruitzicht van grote landbouwschade en de politieke gevolgen daarvan spelen dan een belangrijke rol. Het iets doen is dan belangrijker dan iets verantwoord doen. Het meespelen van politieke motieven is op zich geen probleem, als het maar duidelijk is hoe de besluitvorming tot stand komt en wat de technische en politieke beweegredenen zijn. Van 1999 tot 2003 vonden we bij onderzoek in de kustvlakte van de Rode Zee in Soedan, dat we prima in staat waren de verspreiding van solitaire populaties te voorspellen aan de hand van vegetatietypen (van der Werf *et al.*, 2005). We hopen in de toekomst verder onderzoek te kunnen doen naar de interactie tussen woestijnvegetatie, populaties sprinkhanen en faseverandering om zo een ecologische verantwoord beslissingsmodel te kunnen ontwikkelen voor de bestrijding.

Contextuele factoren kunnen bepalend zijn voor het slagen of mislukken van ontwikkelingsprojecten en zijn dat vaak ook. Voedselgewassen worden dikwijls geïmporteerd voor een prijs die lagere is dan de kostprijs van het lokale product (dikwijls door externe subsidiëring). Dit kan een politieke beslissing zijn van de regering om het urbane electoraat tevreden te stellen. Maar voor de boer in het ontwikkelingsland is het desastreus. Een ander probleem bij een verhoging van locale voedselproductie is dat bij een gesloten markt het hogere aanbod onmiddellijk een prijsverlagend effect heeft, zodat de boer er weinig mee opschiet.

Met exportgewassen is veel geld gemoeid. Vele tussenpersonen pikken allemaal een graantje mee, waardoor er een groot verschil is tussen de wereldprijs en de uiteindelijke prijs die de boer voor zijn product krijgt. Dit maakt de internationale concurrentiepositie van de boer zwak. Daarbij komt ook nog dat boeren in ontwikkelingslanden over het algemeen niet of slecht georganiseerd zijn waardoor ze niet in staat zijn hun belangen te verdedigen. Daarnaast zijn er problemen van slechte infrastructuur, geen mogelijkheden om inputs als zaaizaad en kunstmest te kopen en een slecht functionerende voorlichtingsdienst. Dit alles vaak ook nog onder klimatologische omstandigheden waarbij er of te veel of te weinig regen valt.

Dit geeft een beeld van boeren die zeer weinig mogelijkheden hebben om hun levensstandaard te verbeteren. De grote vraag is of er in dergelijke systemen verbeteringen zijn aan te brengen.

**Institutionele focus op landbouwontwikkeling**

De focus is in het verleden sterk geweest op het verhogen van landbouwproductie en erg weinig op de institutionele factoren die de technologische verbetering mogelijk moeten maken. In 2001 zijn we een project gestart genaamd "Convergence of Sciences" (CoS) met als voornaamste financiers de Wageningen Universiteit en het Directoraat-generaal Internationale Samenwerking (DGIS) van het Ministerie van Buitenlandse Zaken. Negen PhD studenten hebben participatief met boeren gewerkt en hebben gekeken naar contextuele factoren om een innovatie mogelijk te maken. Eén van de studenten heeft laten zien dat met een geïntegreerde bestrijdingsaanpak de duurzame productie van cacao in Ghana met een factor drie verhoogd kan worden (Dormon *et al.*, 2006). De technologie die hij heeft gebruikt was al jaren bekend. Een evaluatie liet echter zien dat de aanbevelingen van het nationale cacao onderzoeksinstituut slechts door vier procent van de boeren werd opgevolgd. Dormon *et al.* (2006) verkreeg de hogere cacaoproductie door institutionele aanpassingen aan te brengen. Bijvoorbeeld, het verwijderen van beschimmelde peulen uit een cacaoplantage is van groot belang om nieuwe besmettingen te voorkomen. De initiële arbeidsinvestering hiervoor is echter enorm. Dit kon worden opgelost als boeren de benodigde arbeid collectief en wederzijds organiseerden. Ten tweede kan van de as van zieke peulen zeep worden geproduceerd. Door voorwaarden te scheppen zodat de benodigde apparatuur hiervoor kon worden aangeschaft, werd deze optie interessant voor de boer. Ook werd 'neem', een botanisch pesticide, gebruikt als een duurzame methode tegen een schadelijke cacaowants. Dit bleek echter alleen mogelijk als er voorzieningen werden getroffen om het malen van de neemzaden locaal mogelijk te maken. Andere studenten hebben aangetoond dat grondverbetering alleen te verwezenlijken was als geïnvesteerd werd in het onderhandelen over nieuwe contracten tussen landeigenaren en pachters, en pachtsystemen zijn zeer prominent aanwezig in Afrika. Alle PhD-studenten van het 'Convergence of Sciences' project werkten met bestaande technische verbeteringen. De acceptatie van boeren bleek af te hangen van het verbeteren van de institutionele voorwaarden.

Een voorbeeld is ook de geïntegreerde bestrijding van plagen in katoen in Benin. In Benin en ook in Mali verdubbelde het gebruik van pesticiden van 1995 tot 2000. De kosten van chemische bestrijding van plagen in katoen in Benin is nu al een kwart van de productieprijs (Williamson *et al.*, 2005). De rentabiliteit is zo laag dat boeren, de kunstmest en pesticiden met krediet gekocht voor katoen, nu gebruiken voor het telen van voedselgewassen. Het Franse onderzoeksinstituut CIRAD (Institut de recherche agronomique au service du développement des pays du Sud et de l'outre-mer français) ontwikkelde voor de katoen een bestrijdingssysteem dat gedeeltelijk is gebaseerd op het gebruik van economische schadedrempels. Hierdoor kunnen boeren de hoeveelheid pesticiden met de helft reduceren. De pesticidenhandelaren hebben geweigerd de speciale producten hiervoor te leveren want ze maken meer winst wanneer boeren het conventionele schema gebruiken dat gebaseerd is op preventieve chemische bestrijding. Het belang van de boeren wordt hier ondergeschikt gemaakt aan dat van andere belanghebbenden. Alleen een bevrijding van deze afhankelijkheid, is in staat om hen tot waardige partners te maken in de besluitvorming over hun contextuele condities. Dit voorbeeld geeft aan hoe belangrijk boerenorganisaties zijn.

Ook hoe belangrijk het is dat alle spelers in de keten met elkaar in overleg treden. Voor het overleven van de katoensector in West Afrika is het van levensbelang dat alle deelnemers in de keten inzien dat hun bestaan afhangt van het oplossen van deze problemen, want hoge productiekosten verlagen de competitiviteit van de West Afrikaanse katoenteelt. Het investeren in interactie, het gezamenlijk leren en de publieke controle kunnen leiden tot het vinden van win-win situaties voor partijen die eerst tegenover elkaar stonden.

Het gaat er uiteindelijk om dat het landbouwonderzoek bijdraagt aan het verbeteren van de levensomstandigheden van de boer en de vermindering van armoede. Als dit niet het geval is dan is een reflectie op eigen onderzoeksmethodiek nodig. Dit is een hoofddoel in het CoS project: hoe verhoog je het effect van landbouwkundig onderzoek? Dikwijls is de evaluatie 'ex poste'. Dan kun je onderzoeken of de ontwikkelde technologieën door boeren zijn overgenomen; of de opbrengsten zijn verhoogd, of het verbruik van pesticiden is gedaald, en of de investeringen in onderzoek economisch rendabel waren. In het CoS project hebben we geëxperimenteerd met 'ex-ante' evaluaties'. Richards (2002) introduceerde het concept van technografische studies. Dit had tot doel het innovatie-landschap in kaart te brengen en in te zoemen op die terreinen waar innovaties een kans kunnen maken. Bijvoorbeeld: heeft het zin om onderzoek naar een gewas te doen dat door de regering wordt geïmporteerd voor een prijs die lager is dan de kostprijs waarvoor boeren het lokaal kunnen produceren (het macro niveau)? Daarna is op lokaal niveau samen met boeren en andere belanghebbenden gekeken onder wat voor fysieke, en sociaal-economische en culturele omstandigheden innovaties kunnen werken. Dit onderzoek hebben we diagnostische studies genoemd en een heel nummer van het Wageningen Journal of Life Sciences (Vol 52, nr. 3 en 4) (NJAS, 2004) is hieraan gewijd. De ultieme evaluatie is of de boer de innovatie accepteert en dan zonder de van buiten af kunstmatig geschapen omstandigheden van door donor gefinancierde projecten. De grote uitdaging in een vervolgproject is om te bezien in hoeverre deze benaderingen zijn te 'outscalen' en te 'upscalen'. Het investeren in leerprocessen bij instituten is waarschijnlijk een sleutelfactor voor de 'upscaling'.

**Tenslotte**

Het is zeer de vraag of het gebrek aan technische mogelijkheden altijd de bottleneck is voor landbouwkundige verbeteringen in Afrika. Wanneer een bestaande technologie wordt geaccepteerd omdat een verandering in de contextuele factoren dit mogelijk maakt, dan pas zouden we het een innovatie moeten noemen. Als zodanig zijn innovaties multi-dimensioneel (Leeuwis, 2004) en de realisatie vereist een interdisciplinaire en transdisciplinaire aanpak. Het concept van het inschakelen van 'zachte' of gammawetenschappers om de resultaten van de 'harde' of beta wetenschappers bij boeren te introduceren is achterhaald.

Het zijn de boeren en boerinnen die uiteindelijk bepalen of een technologie wordt geaccepteerd en zij hebben vetorecht. Het is gebleken dat zij in het verleden massaal gebruik hebben gemaakt van dit vetorecht. Door participatieve benaderingen is hier verandering in gekomen. Echter de meerwaarde van de benadering in het CoS project is de aandacht voor verbetering van de ruimte waaronder technische verbeteringen kunnen werken. Dat neemt niet weg dat er innovaties zijn, zoals bij de klassieke biologische bestrijding, waarbij natuurwetenschappers de sociale wetenschappers absoluut niet nodig hebben en toch een gigantisch effect op voedselzekerheid kunnen hebben. Echter, wanneer het beslissingen betreft die door boeren genomen moeten worden dan is het inzoomen op hun omstandigheden van groot belang en een focus op hun contextuele omstandigheden noodzakelijk.

Om werkelijke veranderingen tot stand te brengen, hebben we een ander soort wetenschappers nodig met een ander idee van professionaliteit. Dit vraagt moed. Biologische wetenschappers hebben kans gezien om het systeemdenken te introduceren waarbij een multi-disciplinaire benadering mogelijk werd. Nu is de uitdaging om aandacht te geven aan inter- en transdisciplinariteit, vooral in een meer complexe samenleving waarbij overeenstemming tussen partijen steeds belangrijker wordt. Inzicht in het eigen functioneren vanuit een ander perspectief is verrijkend, maar ook bedreigend. Het begin van kennis is te erkennen dat we hierin onzeker zijn. Wageningen Universiteit en Researchcentrum (Wageningen UR) heeft geïnvesteerd in het denken over inter- en transdisciplinariteit. Het staat ook met zoveel woorden in het Wageningen UR statement over haar strategie: *"….. verschillende disciplines in een integrale aanpak en in zeer nauwe samenwerking met overheden, belangenorganisaties, burgers en andere kennisinstellingen. Met aandacht voor de balans tussen drie prioriteiten in de samenleving: economie, cultuur en natuur."*
Het probleem echter is de compartimentalisering volgens disciplines van onze organisatie. Dit betreft niet alleen de kenniseenheden maar ook de onderzoeksscholen. Ook de dichtgetimmerde opleidingstructuur in Wageningen biedt weinig mogelijkheden tot experimenteren. En dat terwijl de universiteit juist een kweekvijver dient te zijn van nieuwe ideeën en creativiteit. Dat vraagt om een faciliterende omgeving. Nu moeten studenten shoppen tussen vakken van natuur- of van sociale wetenschappers. Echter we zijn nog niet in staat geweest een hybride opleiding aan te bieden, die studenten leert hoe beta en gamma wetenschappen te integreren. Er ligt hier dus nog een hele uitdaging.

De herwaardering van de rol van insecten in agro-ecosystemen heeft aanleiding gegeven tot maatschappelijke veranderingen. In sommige landen in Zuidoost Azië, richtte men naar aanleiding van de 'Farmer Field Schools' geïntegreerde bestrijdingsverenigingen op, die vervolgens locale overheden uitdaagden om meer voor hen te betekenen. Als zodanig gaven insecten aanleiding tot meer zelfbewustzijn, assertief optreden, groepsvorming en zelfs revolutionair denken bij boeren. Hoewel insecten onschuldig ogen, hoop ik te hebben aangetoond dat respect voor deze zesvoeters kan leiden, niet alleen tot een gezonder milieu, maar ook tot betere levensomstandigheden voor boeren.

## Dankwoord

Graag wil ik afsluiten met een dankwoord. Er zijn heel veel mensen die ik zou willen bedanken. Onmogelijk kan ik iedereen bij name noemen en hiervoor bij voorbaat mijn verontschuldigingen.

In de eerste plaats dank ik de Raad van Bestuur en de leden van de Toetsingcommissie Persoonlijke Hoogleraren voor de gelegenheid die ze mij bieden om het respect voor insecten, het ontwikkelen van strategieën voor sprinkhaanbestrijding, de geïntegreerde bestrijdingsbenadering en beta-gamma interacties, via dit hoogleraarschap, een stimulans te geven. Dit is een voorrecht maar er zijn zeer veel personen die hieraan hebben bijgedragen.

Allereerst mijn dank aan het wetenschappelijk, technisch en administratief personeel van mijn eigen leerstoelgroep Entomologie. Het is een voorrecht om bij een enthousiaste en dynamische groep te mogen werken. De laatste jaren zijn adhocratie en familiecultuur uitgeroepen als ons cultuurgoed. Adhocratie is het tegenovergestelde van bureaucratie, geen formele structuur, maar het dynamisch inspringen en benutten van mogelijkheden die zich

voordoen, waarbij visies en werkzaamheden op elkaar worden afgestemd. Familiecultuur heeft te maken met het voor elkaar inspringen als dat nodig is. Deze benadering heeft de afgelopen jaren geleid tot allerlei prijzen en bonussen voor de groep. Dit jaar gaat we ons profileren met een populair wetenschappelijk boek. Tevens zullen we in de “Battle of the Universities” Wageningen Universiteit vertegenwoordigen. Wageningen bereidt u voor! De stad zal worden omgetoverd van “City of Life Sciences” tot “City of Insects”.

Hooggeleerde Dicke, beste Marcel. Het is een waar genoegen om een dergelijk ondernemende groep te mogen functioneren. Elke gelegenheid om ons te profileren of iets nieuws te ondernemen wordt door jou enthousiast opgepakt en ondersteund. Sinds 1996 werken we samen aan het organiseren van de succesvolle lezingenserie “Insecten en Maatschappij”. Daarbij heb je ook laten zien entomologie als een heel breed werkterrein te beschouwen. We hebben in de loop der jaren een heel plezierig en persoonlijk werkverband ontwikkeld. Het is bijzonder prettig om jou als collega te hebben.

Hooggeleerde Van Lenteren, beste Joop. Na een bezoek in 1985 vanuit mijn werkkring in de Sahel vroeg je mij te solliciteren op de positie van “Tropisch Entomoloog”. Het was de enige baan in Nederland waar een entomoloog zich voor honderd procent met de tropen kon bezighouden, dus voor mij een unieke kans. Daarna gaf je mij de volledige vrijheid om iets van deze baan te maken. Je had een grenzeloos vertrouwen in alles wat ik deed. Samen hebben we ook een paar keer in de tropen mogen reizen, onder andere naar projecten in de Soedan en Kenia. Tijdens deze reis in 1987 zijn we neergestort met een vliegtuig in de Rift Valley in Kenia. Het kostte mij een jaar om er lichamelijk boven op te komen. Nog hartelijk dank dat je mij in één stuk uit Kenia terug hebt kunnen halen. Met heel veel plezier kijk ik terug op een bijzondere samenwerking waarbij jij altijd enthousiast en stimulerend was.

Hooggeleerde Röling, Beste Niels. De afgelopen jaren hebben we veel missies naar Benin en Ghana samen uitgevoerd voor het “Convergence of Sciences” project. In het kader van de Wetenschappelijk Coördinatie Commissie van dit project hebben we veel overlegd. Je begon in het project als hoogleraar van de leerstoelgroep Communicatie en Innovatiestudies en daarna als emeritus hoogleraar. Jouw bijdrage in het Convergence of Sciences project is enorm. Je bent nog steeds koploper voor wat betreft het ontwikkelen van nieuwe ideeën. Niet voor niets ging je leeropdracht over innovaties. Jij was het die al lang geleden de universiteit voorhield waarom er wel behoefte was aan “voorlichtingskunde” als leerstoelgroep en niet “onderzoekskunde”, terwijl onderzoek juist de core business van de universiteit is. Die opmerking is nog steeds actueel. Jouw inzet voor Wageningen Universiteit is nog steeds van grote waarde, ondanks je pensionering. Moet de pensioengerechtigde leeftijd niet worden genegeerd om deze voor de universiteit waardevolle mensen te kunnen blijven inzetten? Kijk naar Voltaire, die was tussen zijn 60$^{ste}$ tot zijn 83$^{ste}$ het scherpst, actiefst en meest productief (Steenhuis, 2005). Hartelijk dank voor de plezierige samenwerking, en voor je positieve, stimulerende en onzelfzuchtige houding.

Tegelijkertijd wil ik de andere medewerkers in het Convergence of Sciences project bedanken voor hun inzet en constructieve samenwerking in dit project, allereerst Dominique Hounkonnou, het derde en zeer enthousiaste lid van de Wetenschappelijk Coördinatie Commissie. Verder Ken Giller, Janice Jiggins, Cees Leeuwis, Thom Kuyper, Paul Richards en Paul Struik. Dit geldt ook voor de negen PhD studenten in het project: Godwin Ayenor, Emmanuel Dormon, Comfort Kudadjie, Suzanne Nederlof, Samuel Nsiah-Adjei, Aliou Saidou, Antonio Sinzogan, Pierre Vissoh en Afio Zannou.

Marthy Boudewijn, Jeroen Spitzen en Gerard Pesch zijn voor mij onmisbaar voor het realiseren van talloze ondersteunende en faciliterende activiteiten op het gebied van projecten, onderwijs en onderzoek. Ook de PhD studenten op afstand, Evarist Magara, Oscar Magenya, Dennis W.M. Ochieno, Kazbek Toleubayev en Midori Yajima wil ik bedanken voor hun bijdrage aan mijn leerproces.

Een dankwoord ook aan mijn collega's, die geholpen hebben bij het uitvoeren van geïntegreerde bestrijdingsprojecten in Niger, Kenia, Zanzibar en Benin en in het bijzonder Frans Meerman voor de uitstekende samenwerking op velerlei gebied. Binnen de universiteit, wil ik dank zeggen aan mijn collega's van het Noord-Zuid centrum, van de onderzoeksschool 'Production Ecology and Resource Conservation', en van de Plant Sciences leerstoelgroepen, vooral Wopke van der Werf voor wat betreft het ecologisch onderzoek naar sprinkhanen en zij die betrokken zijn bij het onderwijselement 'Ecological aspects of bio-interactions'. Buiten Wageningen zijn er veel plezierige contacten met vele personen op DGIS, waar ik met name Hans Slot en Ron Havinga wil bedanken voor hun steun bij het 'Convergence of Sciences' project. Bij de FAO heb ik vele plezierige en constructieve contacten: Clive Elliott, Joyce Magor en Keith Cressman bij de 'Locust and other Migratory Pests Group', Niek van der Graaf bij AGPP en Peter Kenmore bij de 'Global IPM Facility'.

Tot slot mijn ouders, bedankt voor jullie steun bij alles wat ik ondernam. Mijn kinderen en kleinkind, die de krenten in de pap van mijn leven zijn. En dan de belangrijkste. Lieve Ineke, dank dat je zo positief met mij door dit leven wil gaan.

Dames en heren, ik dank u voor uw aandacht.

Ik heb gezegd.

**Referenties**


Abou-Houley, H., J. Darlington, L. Harrington, D. Loveday, W. Malalasekera, E. Marias, R. Soar, S. Turner, H. Versteeg, and John Webster, 2005. 3D-Mapping of *Macrotermes michaelseni* mounds and simulation of their homeostatic function: lessons for human construction (TERMES). Loughborough University, EPSRC, Cambridge University, State University New York, National Museum Namibia, BPB PLC, HelmX Ltd.

Berg, H. van den, 2004. IPM Farmer Field Schools: a synthesis of 25 impact evaluations. Wageningen University. (Prepared for the Global IPM Facility). 53 pp.

Buchmann, S.L. and G.P. Nabhan. 1996. The forgotten pollinators. Island Press, Washington, DC.

Briejèr, C.J., 1969. Zilveren sluiers en verborgen gevaren: chemische preparaten die het leven bedreigen. A.W. Sijthoff, Leiden. 246 pp.

Carson, R., 1962. Dode lente. H.J. Brecht's Uitgeversmaatschappij N.V. Amsterdam. 272 pp.

Dormon, E.N.A., 2006. Creating space for innovation: the case of cocoa production in the Suhum-Kraboa-Coalter District of Ghana. (submitted)

Elvin, C.M., A.G. Carr, M.G. Huson, J.M. Maxwell, R.D. Pearson, T. Vuocolo, N.E. Liyou, D.C.C. Wong, D.J. Merritt, and N.E. Dixon, 2005. Synthesis and properties of crosslinked recombinant pro-resilin. Nature, 437: 999-1002.

Daly, H.E,. and J. Farley, 2003. Ecological economics: principles and application. Island Press, ??????.

Godfray, H.C.J., 1994. Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press, Princeton, New York.
Groot, A. de, 1995. La protection des végétaux dans les cultures de subsistance: le cas du mil au Niger de l' Ouest. Département de Formation en Protection des Végétaux, Centre Agrhymet. 90 pp.
Gründig, L, 2003. Textile roofs. The Seventh International Workshop on the design and practical realisation of architectural membrane structures. 30 May–1 June. Technische Universität, Berlin.
Haverkort, B, D. Millar and C. Gonese, 2002. Knowledge and believe systems in sub-Saharan Africa. In: Ancient roots, new shoots: endogenous development in practice (eds.: B. Haverkort, K. van 't Hooft,a nd W. Hiemstra), 137-152. Compas, Leusden & Zed Books, London. 264 pp.
Huis, A. van, 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. Thesis Wageningen University. Meded. Lanbouwhogeschool Wageningen, 81(6). 222 pp.
Huis, A. van, 2003a. Insects as food in sub-Saharan Africa. Insect Science and its Application, 23(3): 163-185.
Huis, A. van, 2003b. Medical and stimulating properties ascribed to arthropods and their products in sub-Saharan Africa. In: "Insects in oral literature and traditions" (Eds: E. Motte-Florac and J.M.C. Thomas), p. 367-382. Ethnosciences: 11. Société d'études linguistiques et anthropologiques de France (Séries): 407. Peeters, Paris. 633 pp.
Ingram, M., G.P. Nabhan, and S.L Buchmann, 1996. Our forgotten pollinators: protecting the birds and bees. Global Pesticide Campaigner, 6 (4), San Francisco, CA.
Jago, N.D., A.R. Kremer, and C. West, 1993. Pesticides on millet in Mali. *NRI Bulletin 50*, Chatham, U.K. Natural Resources Institute.
Leeuwis, C., 2004. Communication for rural innovation: rethinking agricultural extension (Third Edition) Blackwell Science, Oxford.
Lewis, V.L., 1992. Spider silk: the unravelling of a mystery. Acc. Chem. Res., 25: 392-398.
Lewis, W.J., J.C. van Lenteren, S.C. Pathak, and J.H. Tumlinson, 1997. A total system approach to sustainable pest management. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 94: 12243-12248.
Manos-Jones, M., 2000. The spirit of the butterfly: myth, magic and art. Harry N. Abrams, Inc., New York. 144 pp.
Neuenschwander, P., 2004. Harnessing nature in Africa: biological pest control can benefit the pocket, health and the environment. Nature, 432:801-802.
NJAS, 2004. Wageningen Journal of Life Sciences, 52 (3&4): 209-448.
Odhiambo, T.R., 2003. The honeybee and the beauty of a flower and its perfume. Foreword AAIS: celebrating 25 years of insect science for African development (eds.: A, Ngi-Song and M.O. Odindo). ICIPE Science Press, Nairobi. 35 pp.
Pimentel, D., L. Mclaughlin, A. Zepp, B. Lakitan. T. Kraus, P. Kleinman. F. Vancini, W.J. Roach, E. Graap, W.S. Keeton, and G. Selig, 1993. Environmental and economic effects of reducing pesticide use in agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment, 46: 273-288.
Pretty, J., and H. Waibel, 2005. Paying the price: the full cost of pesticides. In: The pesticide detox (ed.: J. Pretty), p.39-54. Earthscan, London. 294 pp.
Richards, P. 2002. Technography: notes and methods. Convergence of Sciences Project, Wageningen. (Unpublished document).
Settle, W.H., H. Ariawan, E.T. Astuti, W. Cahyana, A.L. Hakim, D. Hindayana, A.S. Lestari, and Pajarningsih, 1996. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. Ecology, 77: 1975-1988.

Werf, W. van der, G. Woldewahid, A. van Huis, M. Butrous, and K. Sykora, 2005. Plant communities predict the distribution of solitarious desert locust *Schistocerca gregaria*. Journal of Applied Ecology, 42: 989-997.

Williamson, S., S. Ferrigno, S.D. Vodouhe, 2005. Needs-based decision-making for cotton problems in Africa: a response to Hillocks. International Journal of Pest Management 51: 219-224.

Yong-woo Lee, 1999. Silk reeling and testing manual. FAO Agricultural Services Bulletin, No 136. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Zethner, O., 1995. Practice of integrated pest management in tropical and sub-tropical Africa: an overview of two decades (1970-1990). In: Integrated pest management in the tropics: current status and future prospects (eds.: A.N. Mengech, K.N. Saxena and H.N.B. Gopalan), p. 1-67. John Wiley & Sons, Chichester. 171 pp.