PLAAGBESTRIJDING ANDERS:

MEER DAN KUNST- EN VLIEGWERK?

Inaugurele rede

uitgesproken bij
de aanvaarding van het ambt van
gewoon hoogleraar in de entomologie
aan de Landbouwhogeschool te Wageningen
op donderdag 30 mei 1985

door

Dr. J.C. van Lenteren

People are not separate individuals as they think, they are variations on themes outside themselves (Quatrefages in Lawrence Durrell's: Constance or solitary practices. Faber & Faber, London, 1982).

That sciences and technologies have fashionable areas of research from time to time is well known. Economic entomology has had nothing quite so fashionable as integrated control (D.P. Jones, Agricultural Entomology, Annual Review of Entomology, p. 328, 1973).

Mijnheer de rector, dames en heren,

Het woord insekt wordt door veel mensen als synoniem beschouwd met ongedierte. Insekten worden bijvoorbeeld in de literatuur en in films bij herhaling als zeer onplezierige organismen ten tonele gevoerd. Advertenties in weekbladen laten geen twijfel bestaan over het negatieve imago dat er van deze diergroep bestaat. Vrijwel iedereen die gevraagd wordt naar het belang van insekten begint met het noemen van een aantal negatieve punten en na lang denken volgen er soms enkele positieve kenmerken.
Amerikaans onderzoek dat kort geleden werd uitgevoerd in de staat Arizona toonde aan dat veel mensen een zeer beperkte kennis van dieren hebben. Wat ze weten betreft meestal schadelijke organismen. Op de vraag welke geleedpotigen men in z'n omgeving vaak tegenkwam was het antwoord in afnemende volgorde: krekels, mieren, spinnen, vliegen, kakkerlakken, sprinkhanen, schorpioenen, kevers en dan pas vlinders. Alle genoemde soorten behalve vlinders werden door meer dan 40% van de ondervraagden als plaagorganismen beschouwd. Het is op z'n minst merkwaardig dat algemeen voorkomende insekten als vlinders door slechts 10% van de ondervraagden werden genoemd, vooral als men kijkt op welke plaats vlinders verschijnen als de geïnterviewden hun affiniteit met een tiental diersoorten mochten aangeven, de volgorde was hier van geliefd naar minder geliefd: adelaar, vlinder, lieveheersbeestje, hert, honingbij, stinkdier, spin, krekel, mier, schorpioen. De onderzoekers die deze gegevens verzamelden stellen dat goed onderwijs en een betere voorlichting over geleedpotigen de sleutel is tot een andere houding met betrekking tot deze dieren en ze verwachten dat daardoor insekten minder vaak als plaagorganismen zullen worden beschouwd. Nu ligt het, gezien de taakstelling van onze vakgroep, voor de hand dat ik juist hier veel aandacht zal besteden aan de negatieve rol die insekten spelen en hoe we die kunnen beperken. Voordat ik daartoe over ga wil ik eerst een algemeen beeld van de entomologie schetsen.

Wat is entomologie?

Entomologie (G., entomon = insekt; logos = wetenschap; L., insectum = ingesneden) is de wetenschap die de insekten bestudeert. Insekten vormen een klasse van de geleedpotigen en het is de soortenrijkste diergroep.
Schattingen van het totale aantal diersoorten lopen uiteen van 2 tot 8 miljoen. Men is erg eenduidig over het aandeel van de insekten: driekwart van het totaal. In 1978 waren er 1.067.000 diersoorten beschreven, 768.240 hiervan waren insektensoorten. De insekten worden als de meest ontwikkelde klasse van de ongewervelde dieren beschouwd. De diversiteit in het insektenrijk roept voor de onderzoeker enorme problemen op. Het opstellen van algemeen geldende theorieën over insekten is vrijwel onmogelijk: ze zijn erg verschillend in allerlei aspecten van hun functioneren en komen in alle habitats op aarde voor.
De vakgroep Entomologie houdt zich niet alleen bezig met insekten maar ook met mijten omdat veel van de aspecten van het ontstaan en bestrijden van plagen bij deze diergroep op dezelfde wijze en met dezelfde apparatuur bestudeerd kunnen worden. Het aantal soorten mijten wordt op 10.000 geschat. De insekten vormen samen met de klassen der spinachtigen (Arachnoidea, o.a. de mijten), schaaldieren (Crustacea) en duizendpoten (Myriapoda) de stam der geleedpotigen. In natuurlijke- en landbouwoecosystemen zien we dat insekten op allerlei niveaus meespelen, hun functies zijn zeer divers. Classificaties over de rol van insekten die in de handboeken worden gegeven, zijn meestal sterk op de mens gericht en gebaseerd op de vraag in hoeverre ze ons kunnen bevoor- of benadelen.
Zo kan men onder positieve aspecten van insekten vinden:

1. ze bestuiven landbouwgewassen,
2. ze leveren nuttige produkten zoals honing, was en zijde,
3. ze houden plaagorganismen op een laag aantalsniveau (natuurlijke- en biologische bestrijding),
4. ze breken dood organisch materiaal af,
5. ze vormen belangrijke componenten van elk oecosysteem en zijn essentieel voor het handhaven van die oecosystemen,
6. ze zorgen voor ontspanning door hun vormenpracht en kleurenrijkdom.

Onder de negatieve aspecten treft men aan:
1. ze zijn onze concurrenten als voedselgebruikers, zowel bij de produktie als tijdens de opslag,
2. ze brengen zowel planteziekten over als ziekten van mens en dier,
3. ze beschadigen ons goed (huis, kleding, boeken, meubilair),
4. ze veroorzaken irritatie en pijn.

Onder het hoofdje neutraal wordt dan vaak nog genoemd dat insekten eten van en leven op materialen, planten en dieren die wij niet gebruiken.

Bij velen van u leeft misschien het idee dat, gezien de aandacht die er aan schadelijke insekten wordt besteed, er veel schadelijke soorten zullen voorkomen. Dat aantal is echter gering. In Nederland komen ongeveer 20.000 soorten insekten voor, hiervan zijn er 200 schadelijk. Het aantal belangrijke insektenplaagsoorten op wereldniveau wordt op 350 geschat. Het aantal dat van economisch belang kan zijn (schade aan gewassen, de mens, woningen of vee) schat men op 10.000.
Over de hoeveelheid schade die insekten kunnen veroorzaken lopen de meningen weinig uiteen. In de meeste publikaties wordt vermeld dat zo'n 30 tot 35% van de potentiële produktie verloren kan gaan door insektenplagen. Tijdens de opslag kan nog een verlies van 10% optreden door aantasting van voorraadinsekten. Door het uitvoeren van bestrijdingen kan dit percentage tijdens de produktie worden teruggebracht tot ongeveer 10% in de ontwikkelde landen en tot 20% in ontwikkelingslanden.
Binnen onze vakgroep houden we ons wat toepassingen betreft voornamelijk bezig met landbouwinsekten. We zouden ons vakgebied dus het best aan kunnen duiden met de term landbouwentomologie ter onderscheiding van de medische- en veterinaire entomologie. Daarnaast is er de studie van nuttige insekten en samen vormen deze vier groepen de toegepaste entomologie. Onder de landbouwdierkunde vallen behalve de insekten ook de andere dierlijke plaagveroorzakers. Alle voorgaande vakken samen met het visserij- en jachtonderzoek noemt men de economische dierkunde.

Entomologie in Nederland

Nederlanders hebben pas na de middeleeuwen een belangrijke invloed gehad op de ontwikkeling van de entomologie, die ongeveer 4700 voor Christus aanving met het kweken van de zijderups in China. Door activiteiten op handelsgebied kwamen, vooral door nieuwsgierigheid, tal van vreemde en interessante exemplaren van meestal dode insekten in Nederland terecht. De relatieve vrijheid van denken en de persvrijheid in Nederland leidde toen al tot publicatie van veel wetenschappelijk onderzoek, waaronder een deel op natuurhistorisch gebied met onderdelen over de entomologie.
De eerste Nederlandse entomologische publikaties waren kleine prentenboeken met gravures door G. Hoefnagel (1545-1617) en Wenzel Hollar (1607-1677). In deze boekjes vindt men slechts afbeeldingen, geen beschrijvingen of referenties. De eerste "echte" publicist op entomologisch gebied was Johannes Goedaerdt (1620-1668) die, gezien zijn notities, een goed waarnemer was, maar nog geloofde in de theorie van de spontane ontwikkeling.
Jan Swammerdam (1637-1680) was een andere bekende pionier op het gebied van de entomologie. Swammerdam's beschrijvingen zijn van veel grotere kwaliteit dan die van Goedaerdt, zijn tekeningen zijn veel gedetailleerder. Zijn ontleedkundige capaciteiten worden ook nu nog hoog aangeslagen. Hij besteedde veel aandacht aan de beschrijving van de gedaanteverwisseling bij insekten en hij was de eerste die insekten wat de gedaanteverwisseling betreft in drie groepen verdeelde, een indeling die men heden ten dage nog steeds gebruikt: insekten zonder gedaanteverwisseling, die met een onvolledige- en die met een volledige metamorfose. Het is nogal opwindend om zijn artikelen te lezen, zijn beschouwende stukken zijn soms van een ongewone felheid. Ik ben benieuwd of er momenteel een tijdschrift gevonden zou kunnen worden dat bereid zou zijn stukken als die van Swammerdam op te nemen.
Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723), een tijdgenoot van Goedaerdt en Swammerdam, kunnen we niet als entomoloog beschouwen. Hij besteedde slechts af en toe aandacht aan insekten maar wel op een heel grondige en originele manier zoals ik straks zal laten zien.

De bekendste gastmedewerker op entomologisch gebied was Linnaeus (1707-1778). Hij publiceerde in Nederland zijn "Systema Naturae" dat de basis vormde voor het huidige naamgevingssysteem voor planten en dieren. In Linnaeus' tijd waren er in Nederland al talrijke insektenverzamelingen (de "cabinetten"), waaronder gespecialiseerde zoals over kevers (Coleoptera) en vlinders (Lepidoptera). Linnaeus heeft daar dankbaar gebruik van gemaakt.
Christiaan Sepp (einde 18de eeuw) ving een groot project aan op het gebied van de vlinders (Bescouwing der Wonderen Gods in de minstgeachtte Schepzelen. Of de Nederlandse Insecten, etc. 1762-1928). Dit werk werd door zijn afstammelingen overgenomen en voortgezet tot in deze eeuw. Naast zeer fraaie afbeeldingen bevat het uitvoerige beschrijvingen van de ontwikkeling van elke vlindersoort.
De Franse bezetting aan het begin van de 19de eeuw had een terugval van de wetenschap tot gevolg. In 1845 werd de Nederlandse Entomologische Vereniging opgericht, in ouderdom de vierde nationale entomologische vereniging van de wereld. Onder de leden waren vakentomologen, maar voornamelijk waren het amateurs en ook heden ten dage zijn nog veel amateurs lid van deze vereniging. Vanaf 1845 vinden zeer veel beschrijvingen van Indo-Australische oorsprong plaats.
De belangrijkste toegepaste entomoloog aan het eind van de vorige eeuw was ongetwijfeld J. Ritzema Bos, en met hem treden we het gebied van de landbouwentomologie in Nederland binnen.

Landbouwentomologie

In 1881 richtte Jan Ritzema Bos samen met Hugo de Vries de Nederlandse Planteziektenkundige Vereniging op. De entomologie stond nog in de kinderschoenen. Ritzema Bos' boek "Tierische Schädlinge und Nützlinge" dat in 1891 verscheen was het eerste handboek over insekten als plagen en nuttige organismen dat in Nederland verscheen. Het bevatte o.a. een populatiedynamische benadering van plaagontstaan en plaagbeheersing waarbij de voedselplant, het weer en de natuurlijke vijanden ter sprake komen. Hij

deelde de rol van natuurlijke vijanden in in twee groepen. De predatoren zoals insektenetende vogels zouden preventief werken door populaties van schadelijke insekten op een laag niveau te houden en de parasieten die dankzij hun korte ontwikkelingsduur en grote vruchtbaarheid in gevallen van uitzonderlijke populatiegroei van het plaagorganisme curatief zouden werken.
Zijn behandeling van de waardplantkeuze door insekten is zeer modern: hij is van mening dat de chemische samenstelling van de waardplant bepalend is voor die keuze en hij wijst erop dat veel plaaginsekten van cultuurgewassen in feite inheemse soorten zijn die zich van oudsher met botanisch verwante vormen uit de wilde flora hebben gevoed. In 1910 toonde Verschaffelt aan dat de waardplantkeuze deels verklaard kan worden op basis van de aanwezigheid van bepaalde chemische verbindingen. Zoals u ziet heeft het onderzoek aan insekt-plantrelaties in Nederland een lange geschiedenis.
Het gedeelte in zijn boek over chemische bestrijding omvat drie en een halve bladzijde, hij vermeldt vangbanden met teer en lijm, en als enig chemisch bestrijdingsmiddel Parijs' groen; de blaasbalg is het enige werktuig dat wordt genoemd. In 1898 maakt Ritzema Bos een reis naar de VS waar het hem duidelijk werd dat de landbouwentomologie daar veel verder was ontwikkeld. Naar aanleiding van dat bezoek is er een stroom van publikaties over nieuwe bestrijdingsmethoden van Amerikaanse proefstations naar Nederland op gang gekomen.
De volgende fasen van ontwikkeling zijn in de Nederlandse landbouwentomologie te onderscheiden:

1. Studie van de taxonomie en levenscyclus.
Met als uitgangsgedachte "Ken je insekt" werd begonnen met het vaststellen van de taxonomische positie van veel schadelijke insekten en alleen al het ophelderen van de tot dan toe onduidelijke situatie leidde tot een verbetering van de bestrijding van plagen. Bestudering van de levenscyclus voegde daar kennis omtrent het juiste moment voor bestrijding aan toe. In 1924 neemt Roepke het onderwijs in het dierkundig deel der planteziektenkunde van

Ritzema Bos over. De leerstoel fytopathologie wordt gesplitst, er komt een leerstoel in het dierkundig deel van de planteziektenkunde bij, de nematologie blijft nog onder de fytopathologie vallen. Roepke nam niet de zieke plant maar het pathogeen (het schadelijke insekt) als voorwerp van onderzoek. Hij ging met zijn medewerkers verder met onderzoek naar de taxonomie en levenscycli. Er werd zeer veel basiswerk verricht waar later dankbaar gebruik van is gemaakt.

2. De fenologie als uitgangspunt bij de bestrijding.
Fenologische waarnemingen startten rond 1900. Fenologie is de studie van regelmatig terugkerende gebeurtenissen in de groei- en ontwikkelingscyclus van organismen, levend onder natuurlijke omstandigheden. De toepassing van de fenologie van schadelijke insekten in de landbouw ligt op een tweetal gebieden:
- de zaai- en planttijdregelingen, en
- het bepalen van het juiste tijdstip voor het uitvoeren van bestrijdingen.

Het was Leefmans (1884-1954) die de fenologische methode in Nederland het sterkst heeft gepropageerd. Door bepaling van vluchtkrommen kan het tijdstip voor bestrijding nauwkeurig worden vastgesteld. De fenologie is lang als een tak van de biometeorologie opgevat: de temperatuur werd als verreweg de belangrijkste factor beschouwd die invloed had op het verschijnen en de verdere ontwikkeling van insekten. We weten door het onderzoek van De Wilde en medewerkers dat voor vele insekten de fotoperiode het generatieverloop in belangrijke mate bepaalt.
Het feit dat de temperatuur (en andere factoren zoals voedsel en relatieve luchtvochtigheid) het effect van de daglengte kan beïnvloeden doet aan de primaire betekenis van de fotoperiode niets af.

3. De fysiologische benadering.
De Wilde, die in 1954 werd aangesteld met als leeropdracht "Het dierkundig deel der planteziektenkunde", heeft steeds veel nadruk gelegd op het belang van de fysiologie voor de toegepaste entomologie. Er vindt vanaf zijn aanstelling een grote verandering in het

tot dan toe sterk taxonomisch-landbouwkundig onderzoek plaats. Zijn werk wordt getypeerd door een oecofysiologische benadering met als hoofdlijnen van onderzoek de seizoensperiodiciteit en de relaties tussen insekten en hun waardplanten. De zwaartepunten lagen op het terrein van de endocrinologie en de zintuigfysiologie. Op toegepast gebied leidde dit tot onderzoek naar de resistentie van waardplanten tegen insekten en de bestrijding met hormonen. De Wilde had twee argumenten om slechts in beperkte mate aan biologische bestrijding van plagen te werken: ten eerste had de vakgroep haar handen vol aan het fysiologische onderzoekprogramma en ten tweede beschouwde hij de populatiedynamische grondslagen van de biologische bestrijding als onvoldoende ontwikkeld en wachtte hij liever tot oecologen daaraan meer gestalte zouden hebben gegeven.

4. De oecologische benadering.

Middels de fenologie, met name door het kennen van de vluchtperiodes, kunnen bestrijdingstijdstippen worden vastgesteld voor organismen die een korte vluchtperiode hebben en die slechts één of enkele generaties per jaar vertonen. Als men behalve het begintijdstip van de vlucht ook het aantalsverloop over enige tijd moet kennen, komt men op het terrein van de populatiedynamica. Populatiedynamische gegevens zijn bijvoorbeeld nodig als de vlucht over een lange periode voorkomt of als de generaties onderling sterk overlappen, zoals b.v. bij bladluizen. Het ophelderen van het populatieverloop over een geheel teeltseizoen levert informatie voor juiste bepaling van bestrijdingsmomenten. Door populatiestellingen krijgt men verder inzicht in hoe abiotische factoren zoals weer, habitatstructuur, bodem en bestrijdingsmiddelen, en biotische factoren zoals waardplantvariëteit, natuurlijke vijanden en concurrenten, inwerken op het populatieverloop. Vooral in de fruitteelt is op dit gebied fraai werk verricht (Kuenen, Gruys, Van de Vrie). Momenteel speelt de oecologische benaderingswijze nog steeds een hoofdrol in de plaagbestrijding. Oecologische methoden worden gebruikt in de geleide bestrijding om de schade- en bestrijdingsdrempel vast te stellen, waarbij helaas geconstateerd moet worden

dat dit nog vaak op een erg smalle of onjuiste basis van bemonsteringsmethoden gebeurt. In de geïntegreerde bestrijding gebruikt men oecologische methoden om de onderlinge invloed van diverse bestrijdingsmethoden te bestuderen, in de biologische bestrijding bij de selectie van natuurlijke vijanden en het bestuderen van hun effect op plaagpopulaties en bij de waardplantresistentie om het effect van de resistentie op de ontwikkeling van de plaagpopulatie na te gaan.
De oecologische benaderingswijze werd verder veel gebruikt in de bosbouwentomologie (Voute, Tinbergen, Klomp, Van der Drift). Gezien de huidige problematiek in onze bossen is het van groot belang hernieuwde aandacht aan de entomologische aspecten te gaan besteden, bijvoorbeeld of de suggestie juist is dat insektenplagen momenteel vaker voorkomen en of de oorzaak daarvan moet worden gezocht in een achteruitgang van de kwaliteit van de bomen of, zoals in de campagne rond de zure regen wordt gesuggereerd, door een reductie van het aantal natuurlijke vijanden.

5. De ethologische benadering.
De laatste decennia wordt een deel van het toegepast entomologisch onderzoek gekenmerkt door het uitvoeren van waarnemingen naar het gedrag van insekten. Sinds de ontdekking van feromonen en later van kairomonen worden effecten van signaalstoffen op het niveau van individu en populatie bepaald. Ook bij het onderzoek naar waardplantresistentie en bij het beoordelen van de bestrijdingscapaciteit van natuurlijke vijanden vindt veel ethologisch onderzoek plaats. Ik zal het belang van deze benadering later toelichten. Nederland heeft op het gebied van de ethologie een goede traditie en binnen de landbouwwetenschappen maakt deze discipline nu een sterke ontwikkeling door.
Veel van de fenomenen die zich op populatieniveau afspelen, zullen we alleen kunnen begrijpen en kunnen beïnvloeden na nauwkeurige analyse van het gedrag.

Plaagbestrijding anders?

Door de ontwikkelingen op het gebied van de chemische bestrijding na de Tweede Wereldoorlog is een groot aantal landbouwentomologen zich gaan bezighouden met vooral technische problemen op het gebied van toepassing van pesticiden en het toetsen van nieuwe bestrijdingsmiddelen. Veel van de beschikbare informatie op het gebied van de fysiologie en oecologie bleef daardoor ongebruikt. Het ontwikkelen van ideeën over het ontstaan en voorkomen van plagen is niet nodig als men beschikt over goedkope en krachtige middelen om plaagorganismen te doden. Vandaar dat toepassing van teeltmaatregelen en waardplantresistentie steeds minder populair werd. Zo langzamerhand neemt het inzicht toe dat, naast een aantal voordelen, er grote nadelen kleven aan het gebruik van pesticiden. De belangrijkste hiervan zijn de nadelen die samenhangen met de produktie en het gebruik van insecticiden (gevaar voor producent, toepasser, consument en het milieu), en de ontwikkeling van resistentie waardoor vele insecticiden slechts korte tijd te gebruiken zijn. In tal van publicaties zijn de milieuproblemen uitvoerig besproken, ik zal er hier, hoe ernstig ze ook kunnen zijn, niet dieper op ingaan. Ik wil me beperken tot enkele recente ontwikkelingen die vooral degenen die insecticiden gebruiken meer zullen aanspreken dan de milieuproblemen, zoals:

- de steeds ernstiger vorm die het probleem van de resistentie aanneemt. In 1914 was er één geval van resistentie bekend, in 1946 waren er 11 soorten resistent. Tussen 1970 en 1980 is het aantal soorten geleedpotige dieren dat resistent werd tegen één of meer middelen bijna verdubbeld van 224 tot 428 soorten. Het gaat hierbij om medische-, veterinaire- en landbouwplaagsoorten.
- de toename van ziektes zoals malaria en de afname van produktie van sommige landbouwgewassen per oppervlakte door het optreden van schadelijke insekten, ondanks het uitvoeren van bespuitingen met steeds nieuwe (combinaties van) middelen en met een steeds hogere spuitfrequentie door het optreden van resistentie.

- het steeds moeilijker worden van het ontwikkelen en produceren van nieuwe pesticiden. Door hun ingewikkelde structuur zijn ze moeilijker te vervaardigen dan b.v. de oude gechloreerde koolwaterstoffen en de organofosfaten. Bovendien worden de toelatingseisen steeds zwaarder. Deze punten samen leiden tot een steeds hogere prijs van pesticiden.

Het is dan ook hoog tijd om van een opportunistische bestrijdingsmethode - waarbij men de problemen afwacht, hoopt op het tijdig vinden van nieuwe oplossingen en bovengenoemde signalen negeert - naar een biologisch gefundeerde insektenbestrijding te gaan. Nu is het niet de eerste keer dat dit wordt gesteld. Grote bezorgdheid, die gebaseerd was op veel minder feitelijke gegevens dan waarover we nu beschikken, heeft na stimulerende activiteiten van Briejèr, Kuenen en De Wilde in 1958 geleid tot oprichting van de Werkgemeenschap Geïntegreerde Bestrijding van Plagen. De Werkgemeenschap functioneert nationaal als onderzoekscoördinator en stimulator. Onderzoekers van proefstations, instituten, universiteiten (waaronder de Landbouwhogeschool) en de industrie werken er op strikt vrijwillige basis in samen. Sinds de beginperiode zijn de gebruiksmogelijkheden nagegaan van allerlei bestrijdingsmethoden voor de Nederlandse land- en tuinbouw. Enkele daarvan vinden nu toepassing op praktijkschaal zoals de genetische bestrijding van uievlieg en de biologische bestrijding van plagen in kas- en fruitteelten.

Soms leek het erop dat het zoeken naar andere dan chemische bestrijdingsmethoden werd aangevangen omdat men het betreffende plaagorganisme door het ontwikkelen van resistentie niet meer met insecticiden kon doden. Achter het ontwikkelen van geïntegreerde bestrijding zit echter een heel eigen filosofie die in de programma's die voor de fruit- en kasteelt beschikbaar zijn duidelijk tot uiting komt: het beoogt een duurzaam, uit oogpunt van milieu en economie verantwoord systeem te zijn waarmee schade door plagen, ziekten en onkruiden wordt voorkomen door hantering van natuurlijke factoren die ongewenste aantalsuitbreiding van deze organismen tegengaan, en die zonodig wordt aangevuld met passende bestrijdingsmaatregelen.

Internationaal heeft de werkgemeenschap een zeer goede naam: in West-Europa en waarschijnlijk ook daarbuiten is het de enige nationale organisatie die alle onderzoek betreffende het voorkomen en bestrijden van plagen op alle niveaus coördineert, daardoor tot een goed inzicht kan komen van de belangrijkste problemen, het onderzoek op de geschikste plaats kan laten uitvoeren en overlap in werk kan voorkomen. De goede naam heeft de werkgemeenschap vooral ook te danken aan de in Nederland bereikte resultaten die, in tegenstelling tot veel werk op dit gebied in het buitenland, niet in het onderzoeksstadium zijn blijven hangen. Uiteraard hangt dat samen met een goede voorlichtingsdienst. De voorlichting speelt een sleutelrol bij de geïntegreerde bestrijding. Ik hoop dat binnenkort de nodige steun op voorlichtingsgebied gegeven kan worden om een goed geïntegreerd bestrijdingsprogramma voor de appelteelt, waaraan zeer lang is gewerkt, in te voeren, anders zijn de grote investeringen voor niets geweest.
Na de startperiode is de geïntegreerde bestrijding enige tijd erg in de belangstelling geweest maar op het moment is die tanende. Enkele van de uiterlijke effecten hiervan zijn een geringere onderzoeksinspanning op het gebied van de geïntegreerde bestrijding van plagen in de fruitteelt en de stopzetting van bijna alle onderzoek op dit gebied door TNO. Juist in deze fase is een actieve opstelling van onderzoekers belangrijk om het werk voort te zetten en de werkgemeenschap als coördinatiepunt sterk te houden. De weg naar een andere plaagbestrijding is een lange willen we niet in het stadium van kunst en vliegwerk blijven hangen. Een ander zwaarwegend argument om nu met grote aandacht aan de ontwikkeling alternatieven voor chemische bestrijding te werken is de krachtige onderbouwing van dit onderzoek in belangrijke beleidsnota's zoals de nota "Gewasbescherming in Nederland" van staatssecretaris Ploeg, de Meerjarenvisie van het Ministerie van Landbouw en het Stimuleringsplan van de Landbouwhogeschool.
Bekijken we zowel nationaal als internationaal de ontwikkelingen op het gebied van de geïntegreerde bestrijding dan kunnen we daaruit de conclusie trekken dat in de toekomst het onderzoek naar deze methode vrijwel alleen in door de staat gefinancierde instel-

lingen mogelijk zal zijn. De grote industrieën lijken niet geïnteresseerd te zijn in de ontwikkeling van andere dan breedwerkende pesticiden. Het gerichte onderzoek naar selectieve middelen dat 15 jaar geleden enige tijd werd uitgevoerd is stopgezet. Misschien kunnen we lering trekken uit een interessante ontwikkeling in Zweden: men gaat er de breedwerkende pesticiden belasten en wil met het geld dat daarbij beschikbaar komt het onderzoek naar andere dan chemische bestrijdingsmiddelen extra financieren. Let wel, onderzoek naar andere plaagbestrijdingsmethoden, dus niet bijvoorbeeld het onderzoek naar de nevenwerkingen van de betreffende pesticiden. In Nederland verkeren we wat dat betreft in een enigszins merkwaardige situatie: de staat financiert een belangrijk deel van het lange termijn onderzoek naar de schadelijke nevenwerking van pesticiden.
Met de eerder gemaakte opmerking dat we naar een biologisch gefundeerde insektenbestrijding moeten, zijn we nog niet vanzelf beland bij een bepaalde bestrijdingsmethode. Voor het in de hand houden van plagen kunnen we trachten de plagen te voorkomen of, als dat niet lukt, de invloed van plaaginsekten te verminderen.
Het voorkomen van de aanwezigheid van plaaginsekten kan gebeuren door te verhinderen dat een plaagorganisme het gebied waar het gewas wordt geteeld kan binnenkomen middels inspectie en quarantaine maatregelen en een goede bedrijfshygiëne.
Het verminderen van de schadelijke invloed van plaaginsekten kan worden aangepakt via:

- het nemen van cultuurmaatregelen zoals vruchtwisseling,
- het gebruik van (gedeeltelijk) resistente waardplanten,
- het toepassen van (één van) de volgende bestrijdingsmethoden:
  - mechanische bestrijding,
  - fysische bestrijding,
  - bestrijding met lok- of afweerstoffen,
  - bestrijding met feromonen,
  - bestrijding met hormonen of hormoonantagonisten,
  - genetische bestrijding,
  - chemische bestrijding, en
  - biologische bestrijding.

Als de vakgroep Entomologie in haar onderzoek aandacht zou besteden aan al deze methoden houdt dat in dat het onderzoek oppervlakkig moet blijven en dat men aan wetenschappelijke ontwikkelingen nauwelijks bijdragen zal kunnen leveren. Ook is het gevaar dan groot dat men te snel en ten onrechte tot de conclusie komt dat een bepaalde bestrijdingsmethode niet bruikbaar is. Wij hebben daarom een keuze gemaakt gebaseerd op een viertal overwegingen:

- van welk van de bovengenoemde bestrijdingsmethoden bekend is dat ze in de praktijk van kwantitatief belang zijn,
- wat de verwachtingen zijn aangaande de duurzaamheid van de methode,
- of er bij het werken aan de gekozen methode interessante ontwikkelingen te verwachten zijn op fundamenteel gebied, en
- wat er elders aan deze methoden wordt gedaan.

Deze overwegingen hebben in het verleden geleid tot veel onderzoek aan de hormonale bestrijding. Momenteel ligt het accent meer op onderzoek naar geïntegreerde bestrijding met als belangrijkste onderdelen de waardplantresistentie en de biologische bestrijding van plagen. Op deze laatste methode wil ik in deze openbare les meer in detail ingaan.

Biologische bestrijding van plagen

Met biologische bestrijding bedoel ik het gebruik van natuurlijke vijanden (predatoren, parasieten en pathogenen) voor de bestrijding van plagen. De geschiedenis van de biologische bestrijding is een lange. Al sinds tenminste 400 voor Christus worden door de Chinezen mieren gebruikt voor de bestrijding van plagen in boomgaarden en voedselopslagplaatsen. Het inzicht dat roofdieren voor dit doel gebruikt kunnen worden is dus al oud. Dat men ook parasieten en pathogenen kan gebruiken, is pas veel later ontdekt.
De al eerder genoemde Goedaert is voorzover ik heb kunnen nagaan, degene die voor het eerst insektenparasieten heeft afgebeeld, hoewel hij het verschijnsel parasitisme niet begreep. Twee regels uit zijn publikatie van 1662 (Metamorphosis et Historia Naturalis

Insectorum, Jacques Fierens, Middelburgh) wil ik hierover aanhalen.

"Edoch een andere rupse van dese selfde soorte, heeft haer tot veranderinghe begeven op den derthienden Julii, ende na de veranderinge, zijn boven uyt het lijf komen uyt-bijten twee ende tachentich kleine vlieghen, ghelijck den eerw. leser inde medegaende af-beeldinge sien kan. So dat uyt de een rupse een boter-kapelle, ende uyt de andere 82 vlieghen te voorschijn gekomen zijn".

Insektenparasitisme is waarschijnlijk voor het eerst correct beschreven door Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723) in een brief van 26 october 1700, die is gepubliceerd in de Philosophical Transactions of the Royal Society. Zijn beschrijving is buitengewoon intrigerend. In het voorjaar van 1700 neemt hij waar dat fruitbomen meer bloesem hebben dan gewoonlijk. Ook ziet hij dat er een soort zwarte vliegjes op die fruitbomen voorkomen, talrijker dan in andere jaren. Men was bang dat de nakomelingschap van zoveel zwarte vliegen de fruitbomen totaal zou vernietigen. Zijn waarnemingen onder andere naar de bouw van de monddelen, leidden tot de conclusie dat ze geen blad aten. Zijn conclusie over deze potentiële beschadigers luidt als volgt.

"These last Flies that I caught were all Females, and had their Eggs in them; from whence I more strongly concluded that the Black Flies did the Trees no harm; for if they had laid their Eggs on the Trees, and that all their Eggs had produc'd so many living Insects, there would not, I am positive, one Leaf, or any Fruit have remained on the Trees".

Na een passage waarin hij de theorie van de spontane ontwikkeling ontkend - een fel discussiepunt in die tijd - beschrijft hij op nauwkeurige wijze het eileggedrag van deze zwarte vlieg.

"I shifted these Flies into another Glass Tube, where I had before put six Green Lice, which I had taken from the Leaf of a Current-tree ..... These Flies, as soon as ever they came near the said Lice, brought the hinder part of their Body, which was pretty long, between all their Feet, and stretcht their

Body far out, that their Tail making a kind of semicircle with the rest of the Body, (as you may see in the draught annext) stood out beyond their Head, and in this manner they insinuated their Tail into the Bodies of the Worms, and this the Flies did in a short time to all the Worms they came near to; but that which was most remarkable in this Action was, that in this conjunction they never toucht the Lice, either with their Feet or Bodies, they being much too mycle or large to approach them, so that they often essa'd to approach these Creatures, in order to thrust in their Tails into their Bodies, and could not effect it; nay, one would say they were so afraid of these Lice as if they would have devoured them; and as they entred the Bodies of the Lice they made a Trillende motion or shaking with their Tail, which come to be done that they might thrust it in the farther.

Now as the Flies remained but two days alive without Copulation, as ever I observ'd, whereas the Green Lice lived seven or eight days, I thought no otherwise; but that the Flies by that insinuation of their Tails into the Bodies of those Lice, did withal convey their Eggs in the same time, and that from those Eggs young Worms should have been produced, which having received their Nourishment and Increase from the Bodies of the Lice, should be changed again into a Fly, but the Green Lice died, and for the most part dried away.

Not content with this observation, I got together again 25 dead Lice, all of which in their Bellies a Worm, or else a Fly newly changed, for I saw thro the skin of some the Lice, living Flies, which Flies I took out alive from the bodies of some of those Green Lice which I opened on purpose".

We kunnen niet anders concluderen dan dat we te maken hebben met de beschrijving van het parasiteringsgedrag van een sluipwesp. Bij de betreffende brief bevindt zich ook een afbeelding van het insekt die zo goed is dat de conservator Hymenoptera van het Museum voor Natuurlijke Historie, C. van Achterberg, geen enkele moeite had het dier te determineren als *Aphidius ribis Haliday*, 1834, een parasiet van *Cryptomyzus ribis* (L.).

Van Leeuwenhoek was kennelijk zeer onder de indruk van het verschijnsel parasitering want hij beëindigt het deel over dit insekt met:

> *"Now if we observe the wonderful Formation of such a small Creature, and how such a Fly is produced, and then consider that the Worm which is chang'd into the Fly, and we imagine that such a thing will not happen, unless the Worm that comes out of the Egg of the Fly, makes use of another Creature for its Food, we must remain perfectly amazed".*

De eerste publikatie over een insektenpathogeen, in dit geval een schimmelziekte, dateert van 1726 (Reaumur). Het onderzoek naar de gebruiksmogelijkheden van pathogenen voor bestrijding van plagen komt pas kort voor de Tweede Wereldoorlog opgang.
Uit het begin van de 18de eeuw dateren enkele verhandelingen over de nuttige rol die parasieten en predatoren kunnen spelen bij het intomen van aantallen plaaginsekten, onder andere van Erasmus Darwin, de vader van Charles Darwin. De rol die natuurlijke vijanden onder natuurlijke omstandigheden spelen - aangeduid met de term natuurlijke bestrijding - wordt geleidelijk herkend. Het blijft echter noodzakelijk er steeds weer op te wijzen dat zeer veel potentiële plaaginsekten op een voldoende laag aantalsniveau worden gehouden door het voorkomen van natuurlijke vijanden. Pas na verstoring van een dergelijke relatie, bijvoorbeeld door het toepassen van chemische bestrijding, wordt duidelijk wat voor belangrijke rol deze vijanden van de plaaginsekten spelen. Het is overigens opvallend dat deze rol van natuurlijke vijanden pas in de perscampagne over de zure regen zo breed wordt uitgemeten.
In de 19de eeuw heeft men enkele malen getracht door manipulatie met natuurlijke vijanden de plaagbestrijding te verbeteren, in zulke gevallen spreken we over biologische bestrijding. Biologische bestrijding kwam tot bloei nadat men zich in Noord-Amerika realiseerde dat veel van de insekten die kennelijk met de gewassen waren geïmporteerd zich aldaar konden ontwikkelen omdat hun natuurlijke vijanden ontbraken. Dat inzicht heeft geleid tot grote activiteiten op het gebied van het zoeken naar en importeren van

natuurlijke vijanden. Verschepingen van predatoren en parasieten vinden vanaf 1870 plaats.
Het eerste grote succes werd in 1890 behaald na de invoer in Californië van een lieveheersbeestje, *Rodolia cardinalis*, een roofvijand van de schildluis *Icerya purchasi*. Deze schildluis was zo'n vijftien jaar eerder per ongeluk op Acaciastekken uit Australië ingevoerd en dreigde de sinaasappelindustrie in Californië geheel te vernietigen. De lieveheersbeestjes zijn daarna over de gehele wereld ingevoerd in gebieden waar het plaagorganisme voorkwam. De geringe kosten van het project (1500 US$), de enorme baten en de lange werkingsduur - nog steeds is het lieveheersbeestje verantwoordelijk voor de bestrijding van deze schildluis - veroorzaakten een enthousiaste ondersteuning van de biologische bestrijding. Dit onderzoek nam af toen rond 1945 de "moderne" chemische bestrijdingsmiddelen op de markt kwamen. Na het bekend worden van de nadelen die er aan het gebruik van deze middelen kleven en vooral na het grootschalig optreden van resistentie ontstond hernieuwde belangstelling voor de biologische bestrijding.

De pogingen tot het ontwikkelen van biologische bestrijding in Nederland hadden tot 1960 een incidenteel karakter. Voor de Tweede Wereldoorlog waren er twee introducties die niet tot resultaat leidden: tegen de uit Noord-Amerika afkomstige appelbloedluis werd in de twintiger jaren de parasiet *Aphelinus mali* ingevoerd en tegen de kas-wittevlieg de sluipwesp *Encarsia formosa*. Gedurende de laatste vijfentwintig jaar zijn in Nederland geslaagde biologische bestrijdingsprogramma's ontwikkeld voor twee soorten plagen in de fruitteelt en voor vier soorten in de groenteteelt onder glas. Behalve aan nieuwe parasieten en predatoren wordt er in Nederland momenteel ook onderzoek verricht aan ziekteverwekkers van insekten zoals virussen, bacteriën, schimmels en nematoden.
Als we na bijna honderd jaar biologische bestrijding de balans opmaken kan het volgende worden geconcludeerd. Van de ongeveer 5000 soorten natuurlijke vijanden die tot nu toe zijn onderzocht, hebben er ruim 250 tot goede bestrijdingsresultaten geleid. Van 70 soorten kan worden gesteld dat ze tot een volledig succes leidden:

chemische bestrijding is na introductie van de natuurlijke vijand niet meer noodzakelijk. Voor de andere soorten geldt dat ze slechts op een beperkt areaal toegepast kunnen worden of dat naast biologische bestrijding (soms) een andere bestrijdingsmethode moet worden toegepast.
De kans dat introductie van een natuurlijke vijand tot een goed bestrijdingsresultaat leidt is, als we de meest ongunstige berekening toepassen (70 van de 5000 soorten) ongeveer 1 op de 100. Dat is erg gunstig in vergelijking tot gegevens over chemische bestrijdingsmiddelen. Per nieuw op de markt gebracht pesticide werden in 1956 1800 stoffen getoetst, in 1972 waren dat er al 10.000. Tot 1980 zijn meer dan een miljoen verbindingen getest op hun activiteit als pesticide (alle typen) en daarvan zijn er nu 750 als werkzame stof op de wereldmarkt verkrijgbaar. We moeten echter niet uit het oog verliezen dat een pesticide vaak tegen veel verschillende soorten plagen kan worden gebruikt terwijl een natuurlijke vijand vaak slechts tegen een of enkele plaagsoorten kan worden ingezet. Deze selectiviteit heeft zowel grote voor- als nadelen.

Nu ik toch een vergelijking aan het maken ben tussen chemische en biologische bestrijding, wil ik nog enkele hardnekkige misverstanden over biologische bestrijding ontzenuwen.
Ten eerste het misverstand dat het ontwikkelen en toepassen van biologische bestrijdingsmethoden duurder is dan die van chemische bestrijdingsmethoden. De ontwikkelingskosten zijn respectievelijk 2 en 55 miljoen gulden per "middel". Voor elke geïnvesteerde gulden krijgt men er bij biologische bestrijding 30 terug, bij chemische bestrijding zijn dat er in het gunstigste geval 5 en als men behalve de primaire kosten ook andere kosten meerekent zoals effecten op het milieu, de volksgezondheid en de "saneringskosten" van gebieden waar dumping van afvalprodukten heeft plaatsgevonden, komt men tot een schatting van een voordeel van 2.5 gulden per geïnvesteerde gulden. Overigens is het beoordelen van een bestrijdingsmethode alleen op grond van het kostenaspect en zonder rekening te houden met de risico's voor het milieu, toepasser en consument bijzonder onverstandig. Helaas gebeurt dat nog al te vaak.

Ten tweede het misverstand dat bij toepassing van biologische bestrijding de kans groot is op het ontwikkelen van resistentie. Geen van de eerdergenoemde methoden voor het bestrijden van plagen is "insectproof". Bij de biologische bestrijding valt echter op dat ondanks de lange tijd van toepassing er slechts één voorbeeld bekend is van sterke resistentie van het plaagorganisme tegen zijn natuurlijke vijand en zelfs dat probleem kon vrij eenvoudig worden opgelost door het introduceren van parasieten van een andere stam. Die waren instaat het afweermechanisme van de gastheer - inkapseling van het ei van de parasiet - te doorbreken. Ontwikkeling van volledige resistentie ligt bij deze bestrijdingsmethode ook niet voor de hand vanwege het feit dat de natuurlijke vijand de plaagpopulatie nooit volledig uitroeit. Er vindt een voortdurende co-evolutie plaats tussen de twee organismen waarbij het plaagorganisme zich zo goed mogelijk tracht te verdedigen tegen natuurlijke vijanden, terwijl deze laatsten die verdedigingsmechanismen steeds weer zullen trachten teniet te doen. Zolang de aantalsfluctuaties van het plaaginsekt zich onder het niveau van de schadedrempel afspelen zal de plaagbestrijder zich niet druk maken om eventuele veranderingen in het resistentieniveau van dat insekt. Een dergelijke wederzijdse selectie - ontwikkelen van afweer en het doorbreken daarvan - doet zich niet voor in de relatie tussen een pesticide en een plaagorganisme. De rol van de natuurlijke vijand moet daar door de mens worden gespeeld en deze doet dat duidelijk minder uitgebalanceerd dan de echte natuurlijke vijanden.
Tenslotte het misverstand dat biologische bestrijding tot schadelijke neveneffecten kan leiden. De risico's voor het milieu en de mens zijn bij gebruik van biologische bestrijding gering. Geen enkele natuurlijke vijand is tot nu toe direct schadelijk geweest voor de mens. Potentiële natuurlijke vijanden worden voor gebruik aan een nauwkeurig onderzoek onderworpen om na te gaan of ze andere nuttige organismen zouden kunnen aanvallen. Als dat zo is, worden ze niet gebruikt. Uiteraard kan men nooit met 100% zekerheid voorspellen dat een organisme zijn gedrag niet zal veranderen en misschien nuttige of interessante bewoners van dezelfde habitat zal aanvallen. Er zijn echter nog geen gevallen bekend van natuurlijke vijanden

die hun gastheerspectrum veranderden nadat de plaagpopulatie zeer sterk en gedurende vele jaren in aantal was gereduceerd. Vrijwel steeds zien we dat beide organismen op een heel laag aantalsniveau blijven bestaan. De vrij strikte voedingsvoorwaarden en het daarbij behorende speciale gedrag maken het vrijwel onmogelijk dat natuurlijke vijanden zelf tot plaagorganismen worden. Deze gegevens maken het duidelijk dat een discussie over het risico van het gebruik van natuurlijke vijanden een triviale zaak is.
Gezien deze positieve punten ben ik van mening dat onderzoek aan biologische bestrijding een betere plaats verdient dan het nu heeft. En ik bedoel hier zowel onderzoek dat op korte en middellange termijn kan plaatsvinden aan proefstations en het Instituut voor Planteziektenkundig Onderzoek waarbij gezocht wordt naar nieuwe natuurlijke vijanden, als onderzoek op lange termijn aan de Landbouwhogeschool waarbij vooral gewerkt wordt aan het ontwikkelen van evaluatiemethoden van natuurlijke vijanden voor de diverse vormen van biologische bestrijding.

Biologische bestrijding kan op verschillende manieren worden toegepast. Aanvankelijk kende men slechts één vorm van biologische bestrijding die men nu de klassieke biologische bestrijding noemt. Hierbij worden uitheemse natuurlijke vijanden geïmporteerd voor de bestrijding van eveneens uitheemse plaagorganismen. De bestrijding van de schildluizen met lieveheersbeestjes is er een voorbeeld van. Natuurlijke vijanden worden in kleine aantallen losgelaten en, nadat ze zich hebben gevestigd en vermeerderd, hoopt men een lange termijn effect te behalen. Deze methode duidt men aan met de term eenmalige introductie. In Nederland heeft deze vorm nauwelijks toepassing gevonden omdat we voornamelijk met inheemse plagen te maken hebben.
In gevallen waarin men geen lange termijn effect kan behalen moeten de natuurlijke vijanden periodiek geïntroduceerd worden. We onderscheiden hierbij regelmatige introducties waarbij alleen een onmiddellijk resultaat wordt verwacht en regelmatige introducties waar zowel een direct effect optreedt als een bestrijding gedurende enige volgende generaties van het plaagorganisme.

Als een effect op lange termijn niet kan worden verkregen, kan dat berusten op de kwaliteiten van de natuurlijke vijand. Kan deze het plaagorganisme niet langdurig op een voldoende laag aantalsniveau houden, dan moet jaarlijks introductie plaatsvinden. Men verkrijgt alleen een onmiddellijk bestrijdingseffect en de natuurlijke vijand wordt hier als een biologisch insecticide gebruikt. Deze methode vindt in West-Europa bijvoorbeeld toepassing bij de bestrijding van een plaag in mais met behulp van een sluipwesp. Bij gebruik van ziekteverwekkers (b.v. virussen, bacteriën en schimmels) als natuurlijke vijanden werkt men ook op deze manier.
Een langdurig bestrijdingsresultaat kan eveneens onmogelijk worden gemaakt doordat men bepaalde teeltmaatregelen toepast. Die situatie treffen we vaak in kassen aan, waar aan het eind van een teeltseizoen het gewas en dus de meeste plaagorganismen en natuurlijke vijanden worden opgeruimd. Bovendien wordt de kas ontsmet. Hier is de natuurlijke vijand in tegenstelling tot de vorige situatie een heel seizoen gedurende vele generaties van het plaagorganisme werkzaam. Bij de start van het volgende teeltseizoen zullen nieuwe natuurlijke vijanden moeten worden geïntroduceerd. Doel van de introducties is zowel een direct effect als een bestrijding op relatief lange termijn. In Nederland heeft vooral deze laatste methode tot veel resultaten geleid.

De manier van werken bij de ontwikkeling van een biologische bestrijdingsmethode is niet principieel verschillend van die bij andere methoden, inclusief de chemische bestrijding. Ik wil de stappen van onderzoek kort met u doorlopen.
De eerste fase is het maken van een goede analyse en beschrijving van de plaagsituatie waarbij de taxonomische positie, de biologie van het plaagorganisme en de economische schade worden omschreven op grond waarvan een keuze voor een bestrijdingsmethode gemaakt kan worden.
Een tweede stap is het zoeken naar en beoordelen van gegevens van natuurlijke vijanden van de plaagsoort.
Als er geen geschikte natuurlijke vijanden beschikbaar zijn, zullen ze gezocht moeten worden. Het zoeken vindt meestal plaats in het

oorspronkelijke verspreidingsgebied van het plaagorganisme omdat daar het meest diverse complex van natuurlijke vijanden kan worden gevonden.
Vindt men natuurlijke vijanden dan kan men de rol van de verschillende organismen in de totale mortaliteit van het plaagorganisme trachten te bepalen. In deze fase moet men nagaan of de natuurlijke vijand behalve het plaagorganisme ook gunstige organismen aanvalt. Op grond van dit onderzoek worden de soorten gekozen die aan een nadere studie onderworpen worden. Hoewel het riskant lijkt om al zo vroeg tot een keuze over te gaan, is de ervaring dat er in de totale groep van natuurlijke vijanden, die niet zelden meer dan 50 soorten telt, een hoog percentage als ongeschikt valt aan te merken op grond van oorzaken die uiteenlopen van een zeer trage ontwikkeling tot aan nadelige effecten op andere organismen.
Nu volgt een periode waarin men aan een klein aantal soorten gedetailleerd onderzoek verricht. De reproductiecapaciteit, ontwikkelingsduur, aanpassing aan het klimaat, het zoekvermogen, de gastheerkeuze en het gelijktijdig voorkomen van de natuurlijke vijand met het plaagorganisme worden onderzocht.
Met deze gegevens kiest men de organismen die geschikt worden geacht voor introductie. Dit is vaak de moeilijkste fase in het werk. Een volledige lijst met beoordelingscriteria bestaat (nog) niet.
Van de gekozen organismen worden vervolgens voldoende aantallen verzameld of gekweekt om te kunnen worden verzonden. Dit materiaal moet een grote genetische diversiteit vertonen om de kans te vergroten dat tenminste een deel van de populatie zich vestigt op de plaats van introductie. De organismen worden na verzending losgelaten op het moment dat het plaagorganisme in het stadium verkeert waarin het door de natuurlijke vijand het best kan worden aangevallen.
Als laatste punt van onderzoek moet een eindbeoordeling plaatsvinden van het effect van de natuurlijke vijanden op de plaagpopulatie. Een kosten-batenanalyse moet daar een onderdeel van uitmaken. Helaas ontbreken nauwkeurige eindbeoordelingen vaak, hetgeen vooral een probleem is bij het vaststellen van de oorzaken van het mislukken van bepaalde programma's.

Het grootste probleem in het hierboven geschetste programma is om te bepalen of een natuurlijke vijand een goede of slechte bestrijder wordt voordat introductie plaatsvindt. Over het punt of een dergelijke beoordeling mogelijk is wordt al jaren in de literatuur gestreden. Wat dit betreft kunnen we twee scholen herkennen. Vertegenwoordigers van de ene school propageren zo min mogelijk onderzoek te doen voordat men de natuurlijke vijanden introduceert. Men gaat alleen na of de organismen negatieve kenmerken vertonen. Ze stellen dat de beste natuurlijke vijanden zich zelf in het veld bewijzen. Vertegenwoordigers van de andere school verdedigen de noodzaak tot meer onderzoek met argumenten als:

- het besparen van geld zodra er goede methoden voor beoordeling beschikbaar zijn doordat men "verkeerde" soorten niet meer verzendt en kweekt, en
- het verkrijgen van inzicht in de werkingswijze van biologische bestrijding.

Als men op de eerste manier werkt hoeft dat niet tot slechte resultaten te leiden: de eerder gepresenteerde cijfers over de successen zijn bijna geheel op deze manier verkregen. Dat type werk hoort mijns inziens niet thuis op de Landbouwhogeschool, omdat het om onderzoek gaat dat met reeds beschikbare methoden uitgevoerd kan worden. Een belangrijk doel van onze vakgroep is methoden te ontwikkelen waarmee de bestrijdingscapaciteit van natuurlijke vijanden kan worden voorspeld. Een van de grootste uitdagingen daarbij is het scheppen van orde in de chaos van evaluatiecriteria. Het voldoen aan enkele criteria is op eenvoudige wijze te bepalen. Een criterium waar door alle onderzoekers veel belang aan wordt gehecht, n.l. dat een natuurlijke vijand over een uitstekend reactievermogen op de veranderingen in dichtheid van het plaagorganisme moet beschikken om het optreden van plagen te voorkomen, heeft echter tot nog toe veel problemen opgeleverd: er is geen geschikte methode om deze eigenschap te meten. Analyses met mathematische- en simulatiemodellen hebben ons nog niet veel meer opgeleverd dan dat een goed reactievermogen op dichtheidsveranderingen een essentiële eigenschap is. Het gebrek aan algemene concepten in de populatiedynamica speelt ons hierbij par-

ten! Ik was daarom heel blij met het pleidooi voor het uitvoeren van fundamenteel onderzoek op het gebied van de populatiedynamica dat De Wit onlangs hield op het symposium "De Landbouwhogeschool in het jaar 1999". Ik hoop dat de sectorcommissie biologie en de faculteit dit signaal hebben opgevangen, want momenteel komt het populatieniveau er in het kroondocentenplan er uiterst bekaaid af.
Naast het onderzoek aan evaluatiemethoden hopen we door het verrichten van onderzoek naar gedrag en populatiedynamica van natuurlijke vijanden en plaagorganismen inzicht te verkrijgen in de manier waarop biologische bestrijding werkt. Dit inzicht zal ons onder andere in staat stellen door manipulatie van componenten van het systeem tot verbetering van bepaalde biologische bestrijdingsprogramma's te komen. Een voorbeeld van dit soort onderzoek is het project aan witte vlieg, waar we door verandering van de structuur van het komkommerblad de parasiteringsefficiëntie van de natuurlijke vijand hebben kunnen verbeteren (samenwerkingsproject met het Instituut voor Veredeling van Tuinbouwgewassen).

Ik zou hier een vrijwel identieke behandeling van het onderzoek naar waardplantresistentie hebben kunnen geven. Ook daar is het hoofddoel het ontwikkelen van methoden ter beoordeling van, in dit geval, waardplantresistentie en het verkrijgen van inzicht in de manier waarop de gevonden resistentie tot stand komt.

Hoe fundamenteel of toegepast moet ons onderzoek zijn?

Tussen werkmethoden en manier van denken binnen het fundamentele en het op toepassing gerichte onderzoek zouden geen verschillen moeten bestaan en in veel gevallen zijn die er ook niet. Wel is het vaak zo dat de onderzoekers op zuiver wetenschappelijk en toegepast gebied verschillen in karakter vertonen. Ik wil twee citaten van vakgenoten gebruiken om het probleem te verduidelijken. De Britse fysioloog Wigglesworth heeft er eens het volgende over gezegd:

> *"Many (biologen die gedurende de Tweede Wereldoorlog de gelegenheid werd geboden om aan toegepaste problemen te*

werken) turned to this field of endeavour with supreme self--confidence well knowing that applied science was just like pure science, only rather easier. For many it proved a humbling experience. In the pure science to which they were accustomed, if they were unable to solve problem A they could turn to problem B, and while studying this with perhaps small prospect of succes they might suddenly come across a clue to the solution of problem C. But now they must find a solution to problem A, and problem A alone, and there was no escape". ... "In short, they made the discovery that applied biology is not "biology for the less intelligent", it is a totally different subject requiring a totally different attitude of mind".

Mijn leermeester Bakker schreef over dit probleem:

"On this point we may now try to clear the position of the applied entomologist as regards these controversies (over theorieën op het gebied van de populatiedynamica). His main task is the prevention of pests. He is confronted with a particular problem, and, as the pest insect is inherent in the problem, he is in a way at a disadvantage as compared to the worker who can select an animal to suit the interesting problem he wants to study, because the pest insect may have an extremely inconvenient life history. On the other hand this has the advantage that it will prevent the investigator to look in nature only for those phenomena which illustrate his preconceived ideas".

Over het belang van fundamenteel onderzoek voor de praktijk en vice versa is en wordt nog steeds veel gediscussieerd. Het viel me op hoe vaak dit onderwerp in recente Wageningse oraties ter sprake kwam. Ik betwijfel het nut van deze discussies. Sterker nog, een van de dingen die de laatste 15 jaar heel duidelijk is geworden, is dat door dergelijke discussies een verwijdering dreigt te ontstaan. De verwarring wordt momenteel nog groter door een situatie waarin het beschikbare geld voor onderzoek steeds beperkter wordt, waardoor de neiging ontstaat maatschappelijk relevante projecten (wat dat ook mogen zijn) de voorkeur te geven, b.v. bij honorering van beursaanvragen. Het gevolg hiervan is weer dat veel fundamenteel onderzoek met oneigenlijke argumenten wordt opgevoerd als

maatschappelijk relevant.
In het verleden heeft er, en dat geldt voor alle vakgebieden in de biologie en waarschijnlijk ook in de landbouw, een voortdurende wederzijdse stimulering plaatsgevonden. Binnen mijn eigen vakgebied, dat van de oecologie, durf ik zonder reserve te stellen dat vele belangrijke hypothesen en theorieën op het gebied van de populatiedynamica zijn ontwikkeld door onderzoekers die toegepast werk verrichten. In de Werkgemeenschap Geïntegreerde Bestrijding van Plagen zijn juist vanwege het idee van wederzijdse stimulering steeds fundamentele en toegepaste onderzoekers samengebracht.

Verandering van werkterrein.

De Wilde's leeropdracht was "het dierkundig deel der planteziektenkunde", in feite beperkte het onderwijs en onderzoek zich tot de entomologie. Mijn leeropdracht is die der entomologie, en zal binnenkort - in verband met de benoeming van Schoonhoven tot fysiologisch entomoloog - waarschijnlijk worden gewijzigd in "entomologie, in het bijzonder de oecologie der insekten".
Deze scheiding in leeropdrachten is een logische keuze, als men de ontwikkeling van de vakgroep over de laatste 30 jaar bekijkt. Hij brengt echter het gevaar met zich mee dat de huidige onderzoeksgroepen uit elkaar zouden kunnen groeien. Ik ben daar niet bang voor, integendeel, ik ben ervan overtuigd dat juist op het grensgebied van de twee onderzoeksgebieden - de fysiologie en de oecologie - zich in de nabije toekomst de meest interessante ontwikkelingen zullen afspelen. Ik hoop dat hierna duidelijk te maken.
Het gebied der oecologische entomologie is uiterst breed. Als definitie wil ik de volgende gebruiken, die is gebaseerd op een definitie van Bakker: oecologische entomologie is de biologische wetenschap die zich bezighoudt met de bestudering van de relaties tussen insekten en hun milieu, gezien vanuit de eigenschappen van die organismen die hun levens- en voortplantingskansen bepalen. Dit is een functionele definitie die de nadruk legt op het probleem van de aanpassing van insekten, en geeft daardoor een goede aansluiting bij het fysiologisch gerichte werk van de vakgroep.

Zoals hiervoor al gezegd is heeft de vakgroep ondermeer gekozen voor onderzoek naar waardplantresistentie en biologische bestrijding van plagen. Het onderzoek aan beide methoden kan voor een groot deel op dezelfde wijze en met eenzelfde theoretische achtergrond worden uitgevoerd en heeft zowel sterk fysiologische als oecologische aspecten. Beide bestrijdingsmethoden zijn verder in het kader van de geïntegreerde bestrijding van plagen heel goed te combineren en zelfs kan men zich voorstellen dat beide methoden elkaar zodanig aanvullen dat alleen in combinatie een voldoende bestrijdingsresultaat tegen een bepaalde plaag wordt verkregen. Nauwe samenwerking tussen entomologen en veredelaars kan leiden tot een geheel nieuwe activiteit: het selecteren van genotypen van planten die niet zo zeer de ontwikkeling van het plaagorganisme remmen, maar die de natuurlijke vijanden begunstigen en daardoor biologische bestrijding mogelijk maakt. Het Wageningse onderzoek speelt hierin een unieke rol. Essentieel voor de ontwikkeling van beide methoden is een goed inzicht in de manier waarop insekten hun voedsel of gastheren zoeken en beoordelen.

Op fysiologisch niveau spelen hierbij biochemische-, zintuigfysiologische- en gedragsaspecten een rol. De manier waarop een insekt zich oriënteert op zijn voedselbron (de waardplant), van welke zintuigen daarbij gebruik wordt gemaakt (gehoor, gezicht, reuk) en wat de stimuli zijn (chemisch, visueel of geluid) behoort al lange tijd tot het onderzoek dat door de vakgroep wordt uitgevoerd. Met de (terug)komst van Schoonhoven wordt daar de waardplantbeoordeling tijdens de fase van contact tussen insekt en plant aan toegevoegd. Ook hier spelen vragen als welke stimuli spelen een rol en van welke zintuigen wordt gebruik gemaakt. Bij beide aspecten (localisatie en beoordeling) leeft daarnaast de vraag: hoe worden de signaalstoffen opgevangen en verwerkt.
Ik hoop van harte dat we op fysiologisch niveau dit project uit kunnen breiden met onderzoek naar de relaties tussen insekten, n.l. het zoeken en beoordelen van fytofagen door hun natuurlijke vijanden. Spelen bij relaties tussen plant en insekt zowel visuele als chemische stimuli een belangrijke rol, bij relaties tussen natuurlijke

vijanden en hun gastheren lijken dat voornamelijk chemische stimuli te zijn.
Aan de rol van deze zogenaamde signaalstoffen is op het gebied van de insekt-waardplantrelaties al veel aandacht besteed, onder andere met het doel deze stoffen te gebruiken om insekten te verwarren en om planten resistent te maken voor insekten. Tot op heden kan manipulatie met dergelijke verbindingen alleen plaatsvinden bij nauw verwante plantesoorten. Door de techniek van de genetische manipulatie kan men wellicht op den duur de genetische codering voor produktie van bepaalde stoffen van plantaardige of microbiologische oorsprong die de ontwikkeling van insekten remmen overzetten in de gewenste plantesoort. Oriënterende besprekingen betreffende deze ontwikkeling zijn gaande met het Instituut voor de Veredeling van Tuinbouwgewassen.
Betrekkelijk weinig aandacht is besteed aan de signaalstoffen die natuurlijke vijanden gebruiken om hun plaats om eieren af te zetten of hun voedselbron (insekt of mijt) te vinden. Het lijkt een tamelijk complexe situatie te zijn: sommige natuurlijke vijanden gebruiken dezelfde stimuli als het plaaginsekt om een potentieel voedselgebied te vinden, andere maken gebruik van totaal andere stimuli. Zo gaan natuurlijke vijanden van vliegelarven die in gistende milieus leven in eerste instantie af op de geur van het gistende medium, ze zijn niet in staat op afstand waar te nemen of een gistende plek vliegelarven bevat. De vluchtige componenten uit de gistgeur die de wespen hiervoor gebruiken zijn deels dezelfde als die door de vliegen worden gebruikt. Parasieten van eieren van vlinders die plagen in kool veroorzaken, lijken daarentegen niet sterk te reageren op de geuren die door de plant worden afgegeven. Zij oriënteren zich op de geur van vrouwelijke vlinders die mannetjes aan het lokken zijn. Hier zien we dat een sluipwesp inspeelt op het communicatiesysteem van de vlinders. We zijn nog niet op de hoogte van alle stimuli die deze sluipwesp gebruikt, wel weten we dat naast het sexferomoon dat op afstand werkt ook andere stoffen van de vlinder de wespen beïnvloeden: contact met vlinderschubben die op het blad zijn achtergebleven en stoffen die aanwezig zijn op of in het vlinderei of de lijm waarmee het ei is vastgekit

aan het blad, leiden tot een verhoogde zoekactiviteit en een langere zoekduur dan bij het ontbreken van deze informatie. Ook hier lijkt het zo te zijn dat de parasiet gebruik maakt van een belangrijke signaalstof van de vlinder. De vlinder voorziet de plant waarop zij eieren heeft gelegd van een merkstof. Een volgend bezoek aan de plant heeft dan tot gevolg dat er geen of minder eieren worden gelegd. De merkstof zit waarschijnlijk op of in het ei en is te isoleren door de eieren met water of methanol te wassen. Vlinders reageren op die stof met het verlaten van de plant, sluipwespen die worden geconfronteerd met bladeren waarop dezelfde oplossing is aangebracht vertonen juist een aanmerkelijk langere verblijfsduur. Voor hen is het kennelijk een signaal voor een verhoogde kans op het vinden van eieren. Het gaat hier om de studie van kairomonen, chemische verbindingen die voor de producent niet (alleen), maar voor de ontvanger wel voordelig zijn. De contacten met de vakgroep Organische Chemie en met enkele onderzoeksgroepen in de V.S. verschaffen een uitstekende basis voor het uitvoeren van dit onderzoek.

Om tot generalisaties te kunnen komen op het gebied van het zoeken en beoordelen van voedsel- of eilegplaatsen moet ook op oecologisch gebied nog veel onderzoek worden verricht. Wat die oecologische aspecten van waardplant- en gastheerkeuze betreft dient zich in de literatuur over optimaal fourageren een rijke bron van ideeën aan. Bij het onderzoek aan het optimaal fourageren spelen vragen als: hoe bepaalt een insekt welke voedselplaatsen worden bezocht, hoeveel zoektijd besteedt het per voedselplaats en leiden de "keuzen" tot een optimaal gebruik van energie of tijd. Het ligt voor de hand dat onze vakgroep zich hier met het oog op toepassing voornamelijk beweegt op het terrein van de causale aspecten van dit onderzoek: op grond van wat voor informatie wordt het tijdsbestedingspatroon samengesteld. Een functionele benadering zal echter niet mogen ontbreken, want alleen onderzoek naar de biologische betekenis van waargenomen fenomenen levert inzicht in de mate van aanpassing en de eventuele selectieve voordelen van die aanpassing ten opzichte van andere soorten. Met deze laatste

benadering plaatsen we het onderzoek in het kader van de evolutie hetgeen vrijwel zeker zal leiden tot een andere afweging van de toekomstmogelijkheden van bijvoorbeeld de signaalstoffen als feromonen en kairomonen dan tot nu toe veel gebeurde: als we gaan manipuleren met voor de organismen zeer belangrijke signaalstoffen dan kan dat een selectie op organismen tot gevolg hebben die anders gaan reageren op die stoffen. We zullen op dit gebied dus heel voorzichtig te werk moeten gaan willen we in de praktijk enig succes bereiken.
Met de vergaarde kennis over oorzakelijke aspecten van het zoekgedrag, waarbij de zojuist genoemde waarschuwing steeds in beschouwing genomen dient te worden, kan getracht worden de informatie die het insekt gebruikt voor het bepalen van het tijdsbestedingspatroon te veranderen. We hebben de laatste jaren ervaren dat sluipwespen van diverse soorten veel sterker gemotiveerd zijn tot parasiteren als ze, ook al is het maar kort, contact hebben gehad met een gastheer. De totale tijdsbesteding van een sluipwesp die kort na ontpopping geen contact heeft gehad is heel anders dan die van een wesp die dat wel heeft gehad. De gedachte hier achter is dat wespen eerst een verspreidingsfase vertonen en pas daarna op zoek gaan naar gastheren. Door ze eerder in hun leven in contact te brengen met gastheren verkeren ze sneller in de zoekfase. We kunnen hier gebruik van maken bij het introduceren van sluipwespen in gebieden waar we plagen willen bestrijden.
Het onderzoek aan het zoekgedrag van zowel fytofagen als natuurlijke vijanden heeft recent gegevens opgeleverd die duiden op een enorme flexibiliteit van dit gedrag: reacties op stimuli zijn lang niet altijd stereotiep en de insekten tonen een groot vermogen tot leren en waarschijnlijk ook tot afleren. Waaruit dit leergedrag bestaat, hoe flexibel het is en in welke mate we het kunnen gebruiken om plaagbestrijding te verbeteren of in hoeverre het ons beperkingen oplegt bij het gebruik van bepaalde gewasbeschermingsmethoden is nog niet te voorspellen en zal het onderwerp van onderzoek van onze vakgroep voor de komende jaren zijn. Ik verwacht hier een bijdrage op het gebied van hypothesen over verschillen in het (associatief) leervermogen bij mono-, oligo- en poly-

fage organismen en de gevolgen hiervan op populatieniveau. Zojuist liet ik al zien dat we natuurlijke vijanden door vroegtijdig contact met gastheren in een andere gedragsfase kunnen brengen. Bij het onderzoek over het associatief leren is ontdekt dat sluipwespen kunnen worden "afgericht" op een speciale gastheer of diens milieu. In de literatuur is veel gespeculeerd over de invloed van het kweken van sluipwespen op gastheren van andere soorten dan waartegen ze worden uitgezet. Als volwassen wespen het vermogen tot associatief leren bezitten, zouden we eventuele bezwaren van het kweken op onnatuurlijke gastheren kunnen voorkomen door ze na ontpopping kort in contact te brengen met (stimuli van) hun natuurlijke gastheer. Al dit onderzoek kunnen we karakteriseren met de term gedragsoecologie.
De basis voor het onderzoek naar het ontstaan van plagen bestaat uit populatiedynamische studies en hier kunnen dus bijdragen verwacht worden over de oorzaken van aantalsfluctuaties van plaagorganismen en hun natuurlijke vijanden.
Bij de bespreking van de biologische bestrijding heb ik al laten zien dat het ontwikkelen van evaluatiemethoden voor beoordeling van waardplantresistentie en de bestrijdingscapaciteit van natuurlijke vijanden ook op het terrein van de populatiedynamica ligt.

Tenslotte nog enige opmerkingen over de andere onderzoeksprojecten van de vakgroep.
Een deel van het fysiologische onderzoek is gericht op het verkrijgen van inzicht in de rol die insektenhormonen spelen bij de verschillende vormen van adaptatie aan een omgeving waarin gedurende de seizoenen grote veranderingen kunnen optreden. Hierbij moet u denken aan verschijnselen als diapauze, reproductie en migratie. Op de achtergrond speelt de vraag of met kennis over het hormoonsysteem nieuwe bestrijdingsmethoden kunnen worden ontwikkeld door bewuste ontregeling van dit systeem. Inzicht in de seizoensperiodiciteit gebaseerd op gegevens over diapauze en migratie is onontbeerlijk voor doelmatige toepassing van vrijwel alle bestrijdingsmethoden. De gebruiksmogelijkheden van juvenielhormonen zijn aanvankelijk overschat. Na 30 jaar onderzoek is de

toepassing nog zeer beperkt. Op fundamenteel terrein zijn de ontwikkelingen in de endocrinologie binnen de vakgroep echter zowel kwantitatief als kwalitatief enorm geweest. Het is daarom alleszins gerechtvaardigd dit onderzoek op de huidige schaal voort te zetten.

In verband met de recente invasie van een nieuw plaagorganisme - de parasitaire mijt *Varroa jacobsoni* - bestaat het bijenkundig onderzoek grotendeels uit de studie van de levenscyclus van de mijt en de effecten van een besmetting van een bijenvolk door de mijt.

In goede samenwerking met de sectie Diertaxonomie vindt verder al vele jaren onderzoek aan taxonomisch-evolutionaire problemen plaats.

Daarnaast heeft de vakgroep al langdurig onderwijs gegeven in en onderzoek verricht over aan de tropische entomologie. Op korte termijn zal vooral het onderzoek naar geïntegreerde bestrijding van plagen in de tropen worden geïntensiveerd. In het verleden is de aandacht verdeeld geweest over vele projecten. Het lijkt me zowel in het belang van de samenwerkingspartners als dat van de vakgroep ons in de toekomst op slechts enkele projecten te richten waarbij een langdurige onderzoeksrelatie opgebouwd kan worden. Op onderwijsgebied gaat meer aandacht besteed worden aan de medische en veterinaire entomologie in de tropen. Dit laatste vakgebied bevindt zich momenteel in een kritieke situatie door een drastische achteruitgang van het aantal onderzoekers in Nederland. In Wageningen liggen er, gezien de vele relaties met de tropen en een deels gelijke benaderingswijze in de medische en landbouwentomologie, goede mogelijkheden voor nieuwe ontwikkelingen.

Het voorgaande overzicht zal mogelijk te snel aan u voorbij zijn gegaan om u ten volle te realiseren welke nieuwe onderzoekmogelijkheden en -uitdagingen er allemaal klaar liggen. Niettemin zal u duidelijk zijn geworden dat er ook beperkingen aanwezig zijn vanwege nationaal en internationaal overleg voor de afstemming van onderzoek onderling en van onderzoek ten opzichte van het beleid.

Wat deze problematiek betreft heeft A. de Zeeuw bij de opening van het huidige academische jaar gesteld dat het de specifieke opdracht van de Landbouwhogeschool is om "met name de basisvermeerderende en het risicovolle en nieuwe mogelijkheden verkennende onderzoek voldoende tot hun recht te doen komen". Ik hoop u te hebben laten zien dat al deze ingrediënten in ons onderzoekspakket rijkelijk aanwezig zijn. Als vakgroep verkeren we in de bijzonder gunstige positie dat we veel van het genoemde onderzoek met de huidige personele bezetting kunnen uitvoeren. Het is mijn grootste wens dat dit in goede harmonie moge gebeuren, en met deze wens wil ik nu de excursie naar de landbouwentomologie beëindigen.

Geachte toehoorders,

Hare Majesteit de Koningin wil ik danken voor mijn benoeming tot hoogleraar. Het College van Bestuur en allen die in commissies en raden hebben meegewerkt aan de tot standkoming van de benoeming dank ik voor het vertrouwen dat zij in mij stellen, vooral gezien het gegeven dat mijn opleiding noch een Wageningse, noch op het gebied van de entomologie is.

Geachte Mevrouw De Wilde,

Entomologie in Nederland was en is nog steeds sterk verbonden met de familie De Wilde. Het is een verrassing bij vrijwel elk contact met buitenlandse entomologen te bemerken dat zij niet alleen ons laboratorium kennen, maar ook op de hoogte zijn van het huishouden van de De Wilde's. Mijn vrouw en ik zijn daar pas gedurende de laatste jaren mee in contact gekomen en dat is een rijke ervaring. Meer nog dan Jan heb jij me, Trudy, ingevoerd in de wereld van de entomologen. Jan's specialisatie en de mijne verschillen nogal en dat heeft soms tot opgewonden discussies geleid. Ik heb het daarbij als zeer verfrissend ervaren dat zulke discussies nooit tot een verwijdering aanleiding hebben gegeven.

Hooggeleerde Bakker, beste Kees,

Het was niet in eerste instantie het vakgebied dat mij destijds deed besluiten een onderwerp bij jouw vakgroep te doen en er later te komen werken. Het was jouw manier van wetenschap bedrijven en de wijze waarop je met mensen omging die het mijn keuze makkelijk maakte. Je hebt me de rust en het zelfvertrouwen gegeven om me in de wetenschappelijke wereld te durven bewegen. Het waren aanvankelijk Kuenen en later Gruys die mijn interesse voor de toegepaste entomologie wekten, maar zonder de basis die jij me hebt gegeven zou ik waarschijnlijk niet in aanmerking zijn gekomen voor deze leerstoel. Verder dank ik je voor de kans die je me hebt gegeven om in Leiden met het onderzoek aan biologische bestrijding te kunnen starten.

Medewerkers van de vakgroep Oecologie en van de subfaculteit Biologie Leiden,

Precies 20 jaar heb ik in Leiden mogen studeren en werken. De meeste tijd daarvan heb ik doorgebracht bij de vakgroep Oecologie, maar daarnaast heb ik al snel nadat ik in Leiden arriveerde functies vervuld in allerlei commissies, besturen, werkgroepen en verenigingen. Ik heb het in Leiden bijzonder naar mijn zin gehad en dat was niet in de laatste plaats te danken aan de collegialiteit van vele medewerkers van de subfaculteit Biologie. Na vertrek uit Leiden heb ik me pas gerealiseerd hoe belangrijk dit niveau tussen vakgroep en faculteit is voor het uitstippelen en verdedigen van een gezamenlijk onderzoek- en onderwijsbeleid. Goede contacten met Leiden zullen blijven bestaan, zowel op onderzoekgebied als daarbuiten.

Medewerkers van het Binnenhavencomplex,

Zowel door mijn directe collegae als door vele anderen ben ik op

uiterst plezierige manier ontvangen. Wel heb ik me enige tijd als vreemde eend in de bijt gevoeld door de totaal andere organisatiestructuur dan in Leiden. Dat had regelmatig tot gevolg dat ik terugviel op de ontoelaatbare verspreking "bij ons in Leiden doen we dat heel anders" en ik bied jullie daar nogmaals mijn excuses voor aan.

Medewerkers van de vakgroep Entomologie,

De eerste werkdag op het laboratorium voor Entomologie werd ik onderworpen aan een profielenquiz in de meest letterlijke zin van het woord. In hoeverre dat in opdracht was van de afdeling personeelszaken is me nooit duidelijk geworden. Een statistische analyse wees uit dat mijn profielkeuzegedrag niet geheel op toeval berustte. Ik werd geconfronteerd met een kleine 40 profielen en realiseerde me pas op dat moment hoeveel "gezichten" de vakgroep had. Die diversiteit in profielen en dus in capaciteiten is me tot enorme steun geweest bij het inwerken in zo'n grote vakgroep. De vele kwaliteiten die de vakgroep op alle niveaus herbergt maakt het werken er tot een boeiende belevenis.

Beste ouders, familie en vrienden,

"Mijn generatie was de eerste in mijn familie die ooit de middelbare school bezocht, en ik ben van hen de eerste die een functie bekleedde in het academische leven. De onzekerheid die dit in allerlei levensfasen met zich meebrengt kan alleen worden gepeild door hen die in een soortgelijke situatie verkeren". Zo begon mijn voorganger De Wilde zijn afscheidsrede enige jaren geleden. Deze zinnen zijn evenzeer van toepassing op mij. Toch zou ik die ervaringen niet hebben willen missen. Ik wil daarom mijn ouders danken voor de gelegenheid die ze me hebben gegeven om te studeren. Mijn vrouw en kinderen dank ik voor de vele vrije tijd die ze me hebben gegund om aan mijn werk te kunnen besteden. Enkele van

mijn vrienden, Herman Eijsackers, Orlando de Ponti en Jaap Woets, wil ik danken voor de vele discussies die ze met me hebben willen voeren over het Wageningse onderzoek.

Beste studenten,

Een van de redenen om na mijn studie juist binnen het universitaire onderzoek werkzaam te willen zijn was de mogelijkheid tot blijvend intensief contact met studenten. Die reden is er nog steeds. Jullie frisse reactie op voor ons soms vaststaande zaken stimuleert tot heroverweging en herinterpretatie. We hebben elkaar op alle fronten van het wetenschappelijk bedrijf hard nodig. Door de ongelukkige veranderingen in studieprogramma's ten gevolge van de verkorting van de studieduur zou de neiging kunnen ontstaan dat er op een schoolser manier gestudeerd gaat worden. Ik hoop echter dat jullie je inhoudelijk met alle aspecten van onderwijs, onderzoek en beleid van onze vakgroep blijft bezighouden.

Ik dank u voor uw aandacht.