

# GEWASBESCHERMING, EEN WETENSCHAP?

J.C. Zadoks



College gegeven op 24 februari 1994 ter gelegenheid  
van zijn afscheid als hoogleraar in de ecologische  
fytopathologie aan de Landbouwuniversiteit te  
Wageningen

## GEWASBESCHERMING, EEN WETENSCHAP?

### *Verwondering*

Verwondering was het begin van een gevoel dat uitgroeide tot een passie voor de landbouw. Vreemd voor iemand met een stamboom van schriftgeleerden en rechtsgeleerden. Dat kwam zo. Als kind keek ik van mijn kamer uit over de polder, urenlang. Verwonderd zag ik een boer voren trekken in de weerbarstige klei, twee paarden voor de ploeg. Ik zag zwartbonte koeielijven zonder poten drijven op de grondmist.

Verwondering werd daadwerkelijke nieuwsgierigheid naar het boerenbedrijf. De belangstelling groeide tijdens de Tweede Wereldoorlog, tegen de verdrukking in. Als 14-jarige bestudeerde ik de theorie van de landbouw, veilig opgesloten in een klein kamertje. Uit het raam kijken was er toen niet bij, dat was levensgevaarlijk. Mijn praktijk deed ik als 13-jarige in Noord-Holland, als 15/16-jarige in Friesland, waar ik maandenlang een kleine boerenbedoening dreef, en als 18-jarige in Zwitserland. Er is geen handwerk op de boerderij dat ik niet heb gedaan.

Kort na de oorlog belette geldgebrek mij, geboren Amsterdammer, in Wageningen te gaan studeren. Daar heb ik geen spijt van, want datgene wat een bezetting mij jarenlang onthouden had, heeft een studietijd in Amsterdam mij rijkelijk gegeven. Toch trok de landbouw en een jaar vóór de voltooiing van mijn studie in de biologie werd ik in Wageningen aangesteld als fytopatholoog, de eerste met scholing in genetica en statistiek.

## **Gewasbescherming als wetenschap**

Nu ik als hoogleraar in de ecologische fytopathologie afscheid neem, wil ik nog één keer mijn ware aard tonen door tegendraads te zijn. Dit afscheidscollege gaat daarom niet over fytopathologie maar over gewasbescherming, en wel over de vraag "Gewasbescherming, een wetenschap?"<sup>1</sup>

**Gewasbescherming omvat het geheel van handelingen nodig om het gewas te behoeden voor zijn belagers. Onder gewas versta ik het gewas te velde en het gewenste produkt, waarbij de opbrengst wordt gemeten naar kwantiteit en kwaliteit. Bij de landbouwkundige produktie onderscheiden we opbrengst-bepalende, -beperkende en -reducerende factoren.<sup>2</sup> Opbrengst-bepalende factoren zijn grond, water, lucht en licht. Een voorbeeld van een opbrengst-beperkende factor is gebrek aan plantevoedsel. Opbrengst-reducerende factoren zijn vooral de levende organismen, die het gewas belagen. Andere factoren sla ik over.**

De belagers van het gewas zijn ruwweg te onderscheiden in concurrenten en consumenten. Concurrenten zijn de onkruiden, die met de gewassen concurreren om voedsel, water of licht. Consumenten voeden zich ten koste van het gewas of het produkt, zodat de verwachte opbrengst afneemt in kwantiteit en kwaliteit.

Al die belagers zijn keurig ingedeeld. Schimmels en bacteriën behoren tot het werkkerrein van de fytopathologie. Insekten en mijten worden behandeld door de entomologie. Nematoden worden bestudeerd

in de nematologie. Virussen, viroïden en mycoplasma's zijn het werkterrein van de virologie. Deze -logieën zijn object-gerichte (deel)wetenschappen, die hun bestaansrecht ontleen aan de grote verschillen tussen de bestudeerde objecten naar aard en naar onderzoekmethoden. Wilt U deze wetenschappen speciaal richten op plantebelagers, dan zet U voor de desbetreffende -logie een voorvoegsel, b.v. plante-, zoals in plantevirologie.<sup>3</sup> De betrekkingen tussen organismen onderling, en tussen organismen en hun milieu, vormen het werkterrein van de ecologie. De ecologische fytopathologie, mijn leeropdracht, past ecologische inzichten toe in de fytopathologie.

Mijn werk was sterk veld-gericht. In het veld vormen planten en hun belagers welhaast onontwarbare kluwens. Sommige belagers laten zich door wind of water van plant naar plant vervoeren. Andere belagers sluimeren zachtkens tot er een plant langs groeit en worden dan precies op tijd wakker om toe te slaan. Veel belagers verplaatsen zich van plant tot plant met pootjes, vleugeltjes of andere middelen. Andere belagers laten zich van plant naar plant vervoeren door mee te liften met mobiele eenheden, die we dan vectoren noemen.

Iedere belager kan op zijn beurt worden belaagd door een schare van organismen van sterk uiteenlopende aard. Aldus ontstaan ingewikkelde voedselketens en voedselnetwerken, die ons onderwerp moeilijker en dus leuker maken. De superbelagers, de nuttige organismen, noemen wij "antagonisten". We leren steeds meer om deze antagonisten in ere te houden, hun een kans te geven en hen uit te baten.

De naar object van studie onderscheiden wetenschappen zoals Entomologie, Fytopathologie, Nematologie en Virologie worden beoefend in gelijknamige vakgroepen. Gezien de vele wisselwerkingen tussen de belagers, gezien ook de vele overeenkomsten in onderzoeksvragen, zou men deze vakgroepen kunnen samenvoegen. Naast de nu reeds intensieve samenwerking pleiten daarvoor allerlei organisatorische overwegingen. Een dergelijke verenigde vakgroep denk ik de naam "Gewasbescherming" toe.<sup>4</sup> Aan die vakgroep zou een leerstoel in de "gewasbeschermingskunde" kunnen worden verbonden, bezet door een hoogleraar met als opdracht de "leer der gewasbescherming", als die leer tenminste bestaat.

### **Gewasbescherming als maatschappelijk aandachtsgebied**

We zijn nu weer terug bij de vraag "Gewasbescherming, een wetenschap"? De Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek had destijds een aardig antwoord.<sup>5</sup> Hij noemde gewasbescherming een "maatschappelijk aandachtsgebied", dat als aandachtsgebied dwars over de wetenschappen moet worden gelegd. Ik voeg daaraan toe dat de wetenschappen meer doen dan alleen maar gewasbescherming, en dat gewasbescherming meer omvat dan alleen maar elementen uit de genoemde wetenschappen, zelfs als het rijtje aangevuld zou worden met b.v. de wetenschap der onkruidkunde.

Het eenvoudige antwoord op de gestelde vraag is nu te geven. Sinds onkruid als een maatschappelijk aandachtsgebied is aangewezen, ter waarde van een

wereldwijde jaarmzet van bijna tien miljard dollar, is onkruid-kunde een wetenschap. Wat is dus een wetenschap? Wel, dat is wat U en ik samen een wetenschap noemen. Is gewasbescherming een maatschappelijk aandachtsgebied? Ja? Dan is nu gewasbeschermingskunde een wetenschap. Zo'n pragmatisch antwoord vind ik te makkelijk. Ik zal dus een uitvoeriger argumentatie geven.

Het woord gewasbescherming duidt op een handeling. Aldus wordt gewasbescherming ervaren door het individu, de boer, de tuinder, de beheerder van openbaar groen en bos. Zo wordt de gewasbescherming ook ervaren door hun adviseurs in het bedrijfsleven, inclusief de chemische industrie, en door de regelgevers bij de overheid. Gewasbescherming bestaat uit handelingen: iets doen of iets nalaten.

Belagers verschijnen niet altijd, zelfs meestal niet, maar als ze verschijnen zijn ze vaak niet meer te stuiten. De teler ziet belagers dus als risico's, die wel of niet materialiseren. Een teler kan een risico mijden of aanvaarden. Telers vertonen grote verschillen in risico-gedrag. Gewasbescherming heeft naast biologische en technische ook psychologische en sociologische kanten.<sup>6</sup>

Een aantal risico's wordt vermeden door vruchtwisseling, gewas- en raskeuze, gezond zaaizaad en teeltmaatregelen. Andere risico's worden aanvaard omdat zo nodig tijdig kan worden ingegrepen, vaak met chemische middelen, soms met biologische middelen. In Nederland is de landbouw geleidelijk risico-rijker geworden om ten minste twee redenen.<sup>7</sup>

Economische redenen dwingen telers tot specialisatie, die zover kan gaan dat een akkerbouwer nog slechts drie gewassen teelt, een tuinder nog maar één. De keuze van consument of verwerkende industrie dwingt de teler vaak tot het gebruik van een risico-rijk ras, een ras dat vatbaar is voor ziekten en plagen. Het beste voorbeeld is de aardappel Bintje, daterend van 1906, en nog steeds de Nederlands frietaardappel bij uitstek. Tegenwoordig is Bintje als "gifpieper" gedoodverfd omdat hij zeer vatbaar is voor een aantal ziekten en chemisch beschermd moet worden. Gewasbescherming wordt dus aangestuurd door economie en consumenten-gedrag.

Gewasbescherming heeft vele gezichten. Een gewasbescherming, die zich geheel zou verlaten op bestrijdingsmiddelen, duid ik aan als chemistisch. Een gewasbescherming, die het geheel zonder bestrijdingsmiddelen wil doen, noem ik ecologistisch.<sup>8</sup> Men kan een lijn uitzetten van sterk chemistische naar geheel ecologistische gewasbescherming. De individuele teler kan positie kiezen op deze lijn.

Gewasbescherming is ook een zaak van collectieven zoals het Landbouwschap, de chemische industrie, de wetenschap, de actiegroep en de overheid.

Gewasbescherming wordt dan bezien op een hoger aggregatie-niveau, waarbij termen vallen als omzet in, volume van en verscheidenheid aan bestrijdingsmiddelen. Dit afscheidscollège beperkt zich tot het hogere aggregatieniveau dat - het zij nadrukkelijk gesteld - niet bestaat zonder honderdduizendvoudig individueel handelen.

In internationaal verband is een land een duidelijk

herkenbaar collectief, met eigen wensen en regels en met eigen manieren om regels te overtreden. Ook een land kan zich positioneren op de lijn die chemistische en ecologistische gewasbescherming verbindt. Het land moet dan wel de gevolgen van zijn keuze aanvaarden, ook eventuele negatieve gevolgen. Nederland heeft gekozen voor een middenpositie, met als taakstelling onder meer de vermindering van de afhankelijkheid van chemische bestrijdingsmiddelen en de halvering van het gebruik aan chemische bestrijdingsmiddelen tussen de jaren 1990 en 2000.<sup>9</sup> De uitvoering van de gestelde taak wordt gecontroleerd.<sup>10</sup> De gewasbescherming in Nederland kan niet klagen over gebrek aan maatschappelijke aandacht.

### **Institutionele belemmeringen in de gewasbescherming**

Nederland is niet het enige land dat zijn gewasbescherming kritisch heeft bekeken. Ook op wereld-niveau gebeurt er veel. Een diffuus collectief van geëngageerde wetenschappers heeft politiek doorgedrukt dat "Integrated Pest Management", IPM, de internationale norm wordt. IPM is in het Nederlands "geïntegreerde bestrijding van ziekten en plagen". Vrijwel alle staatshoofden van de wereld hebben tijdens de milieuconferentie in Rio de Janeiro, 1992, het document "Agenda 21" getekend, waarin IPM als dé benadering wordt gesteld voor de gewasbescherming van de 21e eeuw.<sup>11</sup>

IPM streeft naar de juiste mix van voorkomen en genezen, waarbij alle moderne kennis omtrent interacties van organismen met het fysisch en



milieu achteruit boert. De institutionele belemmeringen zijn gebrek aan inzicht, scholing, toezicht en wetshandhaving. Opheffing van deze gebreken vraagt kostbare voorzieningen, door beslissers vaak als non-produktief beoordeeld.

In de Soedan lijkt IPM in katoen nu te lukken, mede omdat een krijgslustige overheid het geld liever aan wapens dan aan bestrijdingsmiddelen besteedt, een institutioneel pluspunt voor IPM. Echter, voor een goed resultaat moet IPM dan ook in het rotatie-gewas tarwe toegepast worden. Dat kan een harde noot zijn voor het Directoraat-generaal Ontwikkelings Samenwerking (DGIS), want de accountant zal wellicht geen goedkeuring afgeven als tarwe niet in de projectbeschrijving staat. Zo kan een typisch institutionele belemmering bij een donor ontstaan.

Binnen FAO verband worden allerlei institutionele belemmeringen voor IPM in kaart gebracht.<sup>20</sup> Eén van de belangrijkste belemmeringen is de verwaarlozing van de FAO Code of Conduct,<sup>21</sup> een eenvoudig lijstje van gedragsregels dat door de ledenvergadering van de FAO en door de bestrijdingsmiddelen-industrie is goedgekeurd. Tussen de goedkeuring van gedragsregels en de uitvoering daarvan ligt echter een grote afstand. Naast een overmaat aan corruptie blijven de institutionele belemmeringen gebrek aan middelen, inzicht, organisatie en politieke wil. Zulke institutionele belemmeringen treffen wij overigens ook binnen de Europese Unie aan.<sup>22</sup>

Een vergelijkende beschouwing van nationale gewasbeschermingen toont een curieus mengelmoes

van biologische, politieke, economische, sociale, juridische en vaktechnische aspecten. De gemeenschappelijke noemer daarbij is het normatieve denken. Menselijk handelen wordt getoetst aan een norm, vaak onuitgesproken, soms expliciet vastgelegd zoals in de Code of Conduct. Gewasbescherming, op het kruispunt van kwantitatief en normatief denken, is in zijn essentie een normatieve zaak. Onvergelijkbare grootheden, ten goede en ten kwade, moeten tegen elkaar afgewogen worden.

De wetenschappelijk werkzame gewasbeschermer dient de consequenties van keuzen te kunnen overzien. Wat zijn de baten van goedkope vrouwenarbeid tegenover de lasten voor de volksgezondheid? Weegt het gemak van snelle plaagbestrijding in de natte rijstvelden op tegen het verlies van visteelt en eendenhouderij in diezelfde velden? De wetenschapper verzint alternatieven, mogelijkheden tot keuze; boeren en instituties kiezen. Boeren zijn meestal goede veranderaars, terwijl instituties vaak belemmeringen opwerpen tegen verandering.

### **Gewasbescherming de maat genomen**

Wanneer de norm is gesteld, lijkt het eenvoudig om positie te kiezen op de lijn van sterk chemistische tot exclusief ecologische gewasbescherming. Maar zo is het niet. Aan iedere keuze is gekoppeld een opbrengstniveau van het gewas, dus van een teelt-areaal, een kostprijs van het produkt, een gezondheidstoestand van mens en milieu en een kans op aantasting. De kans kan klein en de schade kan groot zijn. Overheden in ontwikkelingslanden zijn bang voor zulke kwade kansen, want voedselgebrek in

de grote stad bedreigt hun voortbestaan.

De koppeling is zodanig dat de mogelijkheid om de wereldbevolking te voeden met in hoofdzaak ter plaatse voortgebrachte produkten, voor ontwikkelingslanden een zinnige norm, afneemt gaande langs de as van chemistisch naar ecologisch. Tegelijkertijd neemt de mens- en milieuvriendelijkheid van de gewasbescherming toe. Is er dan wel een evenwichtspunt op de lijn die chemisme en ecologisme verbindt, met het beste compromis tussen voedselvoorziening en milieu?

Eén enkel wereldwijd geldig evenwichtspunt bestaat mijns inziens niet. De evenwichtspunten verschillen naar land. Sommige landen, onder meer in het voormalige oostblok, zijn zo verontreinigd dat onze hele discussie zijn zin verliest. Andere landen zijn zo hongerig dat de eisen van voedselvoorziening de overhand hebben. Er zijn landen met voedselgebrek én met geldgebrek, zodat zij geen bestrijdingsmiddelen kunnen kopen. Andere ontwikkelingslanden hebben ten plattelande zo'n gebrek aan arbeidskrachten, dat zij zich tot chemische bestrijding gedwongen voelen, zoals nu in delen van Maleisië en China. Kortom, gewasbescherming moet op maat gesneden worden.

Het beeld van de keuze van een punt op een as is misleidend. Wanneer we de gevolgen van een keuze mee in beschouwing nemen, stuiten we op een multi-dimensionaal keuzeprobleem, waarbij de dimensies onderling niet vergelijkbaar zijn, niet in elkaar om te rekenen zijn. Bovendien worden de onderscheiden dimensies door verschillende individuen en

collectieven, dus ook overheden, verschillend gewogen.

Het keuzeprobleem is niet statisch maar verandert in de loop van de tijd door gericht onderzoek op het gebied van teelt en gewasbescherming. In Indonesië bij rijst en in Brazilië bij soja werkt IPM ten gunste van zowel boeren als overheden, die minder geld en deviezen in bestrijdingsmiddelen hoeven te stoppen, terwijl de consument geen meerprijs voor zijn voedsel hoeft te betalen.<sup>23</sup> Rekenaars in de USA menen dat bij algemene invoering van IPM de consumentenprijs voor voedsel hoogstens 1% zal stijgen. Deze nauwelijks merkbare prijsstijging kan worden weggestreept tegen het voordeel voor de toekomstige belastingbetaler, die straks minder milieulasten hoeft te betalen omdat er minder milieuverontreiniging zal zijn.

Binnen de Europese Unie is het aanbod van voedsel zo groot dat de Nederlandse consument van een geleidelijke verschuiving richting IPM weinig zal merken. Voedselproducenten kunnen zelfs aan IPM verdienen. Grootgrutters, die klanten willen werven met milieu-vriendelijk geproduceerd voedsel, zetten telers onder druk. Het consumentisme is een factor van belang geworden in gewasbescherming.<sup>24</sup>

De economische dimensie van een verschuiving in de gewasbescherming, van meer chemistisch naar meer ecologisch, is nog onvoldoende doorgerekend. Wanneer de milieu-effecten van de gewasbescherming buiten het land- of tuinbouwbedrijf zelf, de zgn. externaliteiten, worden meegerekend kunnen we nog grote verrassingen verwachten. Wordt het milieu-

bezwaar van de gangbare chemistische gewasbescherming in guldens omgerekend, dan kan het saldo van de gangbare gewasbescherming wel eens lelijk negatief uitvallen.<sup>25</sup> Niet alleen ethici, ook economen kunnen de gewasbescherming de maat nemen.

### **Toekomstige ontwikkelingen in de gewasbescherming**

Veranderingen in de gewasbescherming zijn in de eerste plaats een zaak van mentaliteitsverandering, gesteund door doelmatige voorlichting, regelgeving en prijsimpulsen. De voorlichting in Nederland doet erg zijn best om bestaande kennis uit te pluizen, maar wetenschappelijk gefundeerde adviezen zijn nog schaars. Prijsimpulsen worden steeds belangrijker onder invloed van het consumentisme, in die zin dat produkten zonder milieuvriendelijk stickertje straks geen prijs meer zullen maken. Er zijn veel van zulke stickers in Europa, maar wie controleert of de belofte van de sticker wel wordt waargemaakt?

Terwijl de normatieve ontwikkeling in de gewasbescherming stroef loopt gaan de technologische ontwikkelingen snel. Ik noem er drie: de chemotechnologie, de gentechnologie en de ecotechnologie.

De *chemotechnologie* is het terrein van de chemische industrie en van de werktuig-industrie. Het gaat om nieuwe middelen en nieuwe toedieningswijzen. De chemische industrie heeft veel gedaan om bestrijdingsmiddelen te verbeteren. Oude allesdoders zijn vervangen door middelen gericht op een klein aantal

doel-organismen. De dosering is gedaald van kilogrammen tot grammen per hectare. Schadelijke bijmengsels worden verwijderd. Het milieubezwaar daalt.<sup>26</sup>

De chemische industrie moet nog inspelen op de nieuwe tendensen in de gewasbescherming. Het gaat niet goed met de chemische industrie. Grote reorganisaties vinden plaats in de wereld van de bestrijdingsmiddelen. De daling van het aantal nieuwe middelen, dat jaarlijks aangemeld wordt, stemt mij bezorgd voor de toekomst, die vooralsnog niet zonder passende middelen kan. Ik hoop dat de chemische industrie haar overgangs-perikelen binnenkort te boven komt en ik daag haar uit om op het Internationaal Gewasbeschermings Congres in Den Haag, 1995, haar nieuwe beleid uiteen te zetten. Eén groot bedrijf heeft IPM openlijk omarmt, zonder zich zelf daarbij financieel te kort te doen.

De tweede technologische ontwikkeling is de *gentechnologie*, die gebruik maakt van genetische modificatie. Gentechnologie kan een plant resistentier maken tegen haar belagers. Genetische modificatie kan een antagonist efficiënter maken. Gentechnologie is veelbelovend, maar moet zijn duurzame waarde nog bewijzen. Ik verwacht op zijn minst een bescheiden aanvulling van de gereedschapkast der gewasbeschermers. De ecologische gevolgen bij gebruik van dit nieuwe gereedschap zijn moeilijk te overzien, vooral op lange termijn.<sup>27</sup> De milieuveiligheid lijkt niet slecht, maar over de duurzaamheid van sommige gentechnologische producten kan nog getwist worden. Een aantal producten nadert het marktrijpe stadium.

De derde technologische ontwikkeling noem ik *ecotechnologie*. Hieronder versta ik de toepassing van biotechnologische processen buiten reactor en fabriek, dus in kas, veld, oppervlaktewater of vervuilde grond. De ecotechnologie, voorzover toegesneden op de gewasbescherming, ontwikkelt de kennis omtrent biologische bestrijding van ziekte- en plaagverwekkers tot verkoopbare produkten. De insektenbestrijding in kassen gaat zo goed dat Nederland een leidende positie heeft in de wereld. Bij de bestrijding van schimmels en nematoden worden nu de mogelijkheden geïnterpreteerd; toepassingen in de praktijk zijn schaars. Ecotechnologische middelen kunnen op hun beurt weer genetisch gemodificeerd zijn, ten behoeve van een betere werking of alleen maar om eigendomsrechten te beschermen door middel van een genetische streepjescode.

Ik maak mij weinig zorgen over de aanvaarding van de hier geschetste technologieën, maar wel over het tempo van die aanvaarding door het publiek.

### Slothbeschouwing

Laat ik eindigen met een methodologische opmerking. Wetenschappers willen alles van ziekten en aantastingen van gewassen en planten begrijpen. Zij gaan daarbij doorgaans reductionistisch te werk, door vragen op te splitsen in deelvragen, enzovoort. Dit denkproces levert wel begrip op, maar zelden gewasbescherming. De aldus verworven kennis moet nog verwerkt worden tot marktrijpe produkten.

Voor de praktische gewasbescherming moeten oplossingen gegenereerd worden, die passen in

gangbaar of nieuw landbouwkundig handelen van zo veel mogelijk individuele telers. Zulke oplossingen vragen een andere denkvorm, waarbij wetenschappelijke gegevens worden geïntegreerd in situaties van toenemende complexiteit, met een waaier van economische en ecologische gevolgen, die elkaar soms in de weg zitten. De denkvorm benut wiskundige abstractie, modelbouw en scenario-ontwerp. Het resultaat is een vorm van computerspel, waarin "gedachten-experimenten" worden gedaan met grote zeggingskracht.<sup>28</sup>

Integratie van dealkennis, integrationisme, vraagt een andere denkwijze dan de gangbare. Deze andere denkwijze wordt overigens door een deel van de wetenschappers en een deel van het geïnformeerde publiek niet serieus genomen. Ten onrechte, want zij draagt oplossingen aan, oplossingen gebaseerd op voldoende begrip van de deelproblemen, voldoende en vooral niet meer.<sup>29</sup> Oplossingsgericht denken zal weinig citaties in de Citation Index opleveren, en probleem-oplossers zullen dan ook door de Landbouwwuniversiteit niet beloond worden. Het wordt tijd dat de Landbouwwuniversiteit ophoudt met het simpele tellen van citaties, en voortaan nagaat of haar onderzoekers mede tot oplossingen van maatschappelijke problemen bijdragen. Van een technische universiteit als de onze mag verwacht worden dat zij fundamenteel en creatief bijdraagt tot nieuwe oplossingen van maatschappelijke problemen.

Gewasbescherming heeft zich ontwikkeld tot een maatschappelijk aandachtsgebied van hoge complexiteit. Het probleemveld heeft zich uitgebreid van louter biologische problemen, via economische,



juridische en sociale aspecten, tot typisch institutionele problemen. Er is een ontwikkeling van kwantitatief tot normatief, en weer terug. Er is een ontwikkeling van individuele boeren naar instituties, en weer terug. Het antwoord op de door mij in de titel van dit afscheidscollege gestelde vraag zal U niet verbazen: "Gewasbescherming is een wetenschap!",<sup>30</sup> een complexe en multidisciplinaire wetenschap, "technisch, ontwerpelijk en systeemgericht".<sup>31</sup>

Ik heb een vaste uitdrukking: "het zijn spannende tijden". Inderdaad heb ik spannende tijden meegemaakt. Eerst was er de ongebreidelde groei van de LUW, nu afgelost door redeloze krimp. De politieke ontwikkelingen in de wereld gedurende die periode had geen futurist kunnen verzinnen. Geen science fiction schrijver had de wetenschappelijke ontwikkelingen kunnen voorzien. De invloed van deze ontwikkelingen op de gewasbescherming zal fenomenaal zijn. Ik leg mijn ambt als hoogleraar in de ecologische fytopathologie neer met het tevreden gevoel veel beleefd te hebben, ook en vooral op intellectueel gebied. Ik werd geschraagd door een toegewijde vakgroep, gesteund door vele vakgenoten in binnen- en buitenland, onderwezen en terecht gewezen door collegae, studenten en boeren, in Nederland en waar ook ter wereld.

## Eindnoten

1. Deze vraag komt mede voort uit het gegeven dat een student aan de Landbouw Universiteit Wageningen geen "Gewasbescherming" kan studeren. Het woord gewasbescherming is slechts terug te vinden in twee kleine vakken samen goed voor drie studiepunten en in de naam van een organisatorische eenheid.

Een "gewasbeschermingsleer" wordt geponeerd in het dictaat van J.C. Zadoks - 1991. Planteziektenkunde en maatschappij. blz 39.

2. Deze driedeling ligt ten grondslag aan de organisatie van de onderzoeksschool Produktie Ekologie.

R. Rabbinge, W.A.H. Rossing, W. van der Werf - 1990. The bridge function of production ecology in pest and disease management, pp 181-195. In: R. Rabbinge et al. (Eds) Theoretical production ecology: reflections and prospects. Wageningen, Pudoc. 301 pp.

3. Een meer systematische indeling in (deel)wetenschappen zou zijn:

(plante)bacteriologie	a	b	c	
(plante)entomologie			c	
(plante)mycologie	a	b	c	
(plante)nematologie		b	c	
(plante)virologie		b	c	
onkruidkunde				d

De a's passen in de huidige Wageningse vakgroep "Fytopathologie". De b's vormen samen de

Amerikaanse "phytopathology". De c's vormden samen de hoofdinhoud van de vroegere studierichting "Planteziektenkunde"; de desbetreffende vakgroepen vormen samen de cluster "Gewasbescherming". Onkruidkunde, met zijn verwantschap tot de plantenteelt, heeft bij de LUW helaas een aparte positie. De huidige benamingen zijn niet erg logisch, maar dat is voor de insiders geen probleem.

4. Organisatorisch betekent dit dat de huidige cluster "Gewasbescherming" de vakgroepstatus zou krijgen en de huidige samenstellende vakgroepen de status van secties of leerstoelgroepen. De namen van de leerstoelen zouden ongewijzigd moeten blijven ter wille van de herkenbaarheid van de wetenschappen.

5. NRLO rubriceringsschema 1972 landbouwkundig onderzoek. Den Haag, NRLO.  
Dit schema onderscheidde "onderwerpgebieden" (b.v. virussen), "wetenschapsgebieden" = "disciplines" (b.v. populatiebiologie) en "terreinen van onderzoek" = "aandachtsgebieden" (b.v. gewasbescherming). Systematisering van (ingenieurs)wetenschappen is buitengewoon lastig.

6. Psychologische factoren zijn kort samengevat in J.C. Zadoks - 1985. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. Annual Review of Phytopathology 23: 455-473.  
Uitvoeriger in o.a. J. Tait, B. Napompeth - 1987. Management of pests and pesticides. Farmers' perceptions and practices. Boulder (Col.), Westview Press. 244 pp.

7. De contra-intuïtieve stelling dat moderne, "gangbare" landbouw risico-rijk is wordt onderbouwd in R. Rabbinge & J.C. Zadoks - 1989. Disease and pest control, pp 32 - 39. In: J.C. Zadoks (Ed.) - 1989. Development of farming systems. Evaluation of the five-year period 1980-1984. Wageningen, Pudoc. 90 pp.

8. J.C. Zadoks - 1993. Speurtocht naar duurzaamheid. Verleden, heden en toekomst van de gewasbescherming. Rede, uitgesproken ter gelegenheid van de 75e dies natalis van de Landbouwwuniversiteit 9 maart 1993. Wageningen, brochure. 25 pp.

Een meer wetenschappelijk betoog is: J.C. Zadoks, 1991. A hundred and more years of plant protection in the Netherlands. Netherlands Journal of Plant Pathology 97: 3-24.

9. MJPG, Meerjarenplan Gewasbescherming. Regeringsbeslissing. Den Haag, SDU Uitgeverij. 298 pp.

Dit plan, voorbeeldig als een goed voorbereide beslissing door de overheid, behelst een beargumenteerde taakstelling voor de toekomst. Deze eerste nationale taakstelling op het gebied van de gewasbescherming heeft geen kracht van wet maar blijkt niettemin zeer effectief te zijn, waarschijnlijk omdat zij ruimte laat voor flexibiliteit en inventiviteit.

10. Anonymus - 1993. Voortgangsrapportage Meerjarenplan Gewasbescherming 1992. Ministerie van Landbouw, den Haag. 11 pp.

11. UNCED, United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 1992. Promoting sustainable agriculture and rural development, Agenda 21, Hoofdstuk 14-I. Integrated pest management and control in agriculture.

12. De FAO heeft in 1968 een bruikbare definitie van IPM gegeven, ongeveer als volgt: "IPM ... is een plaagbeheersingssysteem dat, ... alle geschikte technieken en methoden benut op een zo goed mogelijk verenigbare wijze en dat de populaties van plaagverwekkers houdt op een peil beneden dat wat economische schade veroorzaakt". De implicatie is dat chemische bestrijdingsmiddelen (pesticiden) niet uitgebannen worden maar dat zij zo min mogelijk gebruikt worden, "harmonisch" in het systeem ingevlochten.

Zie b.v.: J.H. Oudejans - 1991. Agro-pesticides: properties and functions in integrated crop protection. Bangkok, ESCAP. 329 pp.

13. Het tijdschrift ILEIA geeft een goed beeld van locatiespecifieke en vaak kennisintensieve oplossingen. W. Hiemstra, C. Reijntjes, E. van der Werf (Eds) Let farmers Judge. Experiences in assessing the sustainability of agriculture. ILEIA readings in sustainable agriculture. London, Intermediate Technology Publ. 208 pp.

C. Reijntjes, B. Haverkort, A. Waters-Bayer - 1992. Farming for the future. An introduction to Low-External-Input and Sustainable Agriculture. Leusden, ILEIA. 250 pp.

14. Een publicatie zoals "Zadoks, J.C. - 1987. Moet de landbouw door de bocht ? Landbouwkundig Tijdschrift 99: 22-24" verwekte geen zichtbare rimpeling.

Zie ook: J. Frouws - 1993. Mest en macht: een politiek-sociologische studie naar belangenbehartiging en beleidsvorming inzake de mestproblematiek in Nederland vanaf 1970. Wageningen, Proefschrift. 282 pp.

15. Het idee voor een belasting op bestrijdingsmiddelen, om de opbrengst te gebruiken voor onderzoek naar milieuvriendelijker gewasbescherming, komt uit Scandinavië.

Zie J.C. Zadoks - 1978. De gewasbescherming op de korrel, 65-91. In: H. van der Molen (Ed.) Omstreden landbouw. Aula-boeken 635, Spectrum, Utrecht: 251 pp.

Technische uitwerking in: J.A.W.A. Reus - 1991.

Milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen.

Ontwikkeling en plan voor toetsing. Utrecht, CLM.

32 pp.

Economische uitwerking in o.m.: A.J. Oskam et al. -

1992. Pesticide use and pesticide policy in he

Netherlands. Wageningse Economische studies 26:

155 pp.

16. H. Waibel - 1993. Pesticide subsidies and the diffusion of IPM in rice in Southeast Asia: the case of Thailand. FAO Plant Protection Bulletin 28: 105-111.

17. Elske van de Fliert, 1993. Integrated pest management: farmer field schools generate sustainable practices. A case study in Central Java evaluating IPM training. Wageningen Agricultural University

Papers 93-3: 304 pp.

18. Indonesia - Het Presidential Decree No. 3, November 1986 maakte een eind aan het gebruik van een groot aantal milieugevaarlijke pesticiden in rijst. Voorts werden de hoge overheidssubsidies voor pesticiden geleidelijk afgebouwd, met als gevolg een jaarlijkse besparing voor de overheid van 120 miljoen US dollars.

19. Lopend onderzoek door Ir. Janny G.M. Vos, Vakgroep Fytopathologie: Integrated Crop Management of hot peppers (*Capsicum* spp.) under tropical lowland conditions.

Zie J.G.M. Vos, N. Nurtika, N. Sumarni - 1994. An exploratory survey on farmers' practices and management of hot pepper (*Capsicum* spp.) in Java, Indonesia. Submitted.

20. Het FAO/UNEP Panel of Experts in Integrated Pest Control adviseert de DG van FAO over strategische aspecten van IPM. Een werkgroep bekijkt nu de "institutional constraints to IPM".

21. FAO - 1990. International code of conduct on the distribution and use of pesticides (Amended version). Rome, FAO. 34 pp.

Deze code omvat een serie gedragsregels voor overheden en bedrijfsleven, waarvan de naleving getoetst kan worden (in beginsel, als iedereen zou meewerken).

22. J.E. Jansma, H. van Keulen, J.C. Zadoks - 1993. Crop protection in the year 2000: a comparison of current policies towards agrochemical usage in four

West European countries. *Crop Protection* 12: 483-489.

23. J.C. Zadoks - 1992. The costs of change in plant protection. *Journal of Plant Protection in the Tropics* 9: 151-159.

24. Opmerkingen over de invloed van het consumentisme, overigens in Duitsland sterker dan in Nederland, in: J.C. Zadoks - 1993. *Antipodes on crop protection in sustainable agriculture*, pp 1-10. S. In: Corey, D. Dall, W. Milne (Eds) *Pest control and sustainable agriculture. Proceedings Fifth Australian Applied Entomological Research Conference*, Canberra, CSIRO. 1992. East Melbourne, CSIRO. 514 pp.

25. Zie b.v. J.C. Zadoks - 1980. Economische aspecten van de gewasbescherming; een verkenning. *Landbouwkundig Tijdschrift* 92: 313-323.  
Weinig mensen wagen zich aan de benodigde berekeningen. Uitvoerig zijn de berekeningen voor de gewasbescherming in de U.S.A. van D. Pimentel et al. - 1991. *Environmental and economic impacts of reducing U.S. agricultural pesticide use*, pp 679-718. In D. Pimentel (Ed.) *CRC Handbook of pesticide management in agriculture*, Vol. I. Baton Rouge, CRC. 765 pp.

Voor de landbouw in Nederland zijn globale berekeningen gemaakt door D.G. Kalverkamp, D.N. van Hoytema - 1989. *Op zoek naar een duurzame landbouw. Een schets van de kosten en baten van de omschakeling van Nederland op Biologisch-Dynamische landbouw. Rapport*. Utrecht, Berenschot. 46 pp.



26. De bestrijdingsmiddelenindustrie heeft enkele belangrijke ontwikkelingen gerealiseerd. (1) De hoeveelheid actieve stof is van kilogrammen tot grammen per ha terug gebracht. (2) Veel moderne bestrijdingsmiddelen zijn vrij selectief. (3) Veel moderne bestrijdingsmiddelen zijn weinig persistent. (4) Chirale stoffen zijn gescheiden in componenten. De actieve chirale component is soms minder milieu-belastend, terwijl de minder actieve maar meer milieu-belastende chirale component uit het middel verwijderd is; een goede technische prestatie. Daarnaast zijn in de sfeer van formulerings- en toedieningstechniek diverse ontwikkelingen gaande. Tenslotte kan door geleide bestrijding, al dan niet in combinatie met verlaagde dosering, een aanzienlijke volume-reductie bereikt worden.

27. Onder de vlag van de Raad van Europa werd in 1993 te Straatsburg een Pan-Europese conferentie georganiseerd over de "Potential long-term ecological impact of genetically modified organisms". De aanwezige deskundigen bleken weinig te kunnen zeggen over effecten op lange termijn. Binnen de gewasbescherming werden nog geen schadelijke effecten op lange termijn verwacht.

28. WRR - 1992. Grond voor keuzen; vier perspectieven voor de landelijke gebieden in de Europese Gemeenschap. Rapport aan de Regering No 42. Den Haag, Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. 149 pp.  
Scenario C "natuur en landschap" leidt tot meer dan 75% reductie van pesticiden gebruik (blz. 109).

29. Zie H. J. Schouten, 1991. Studies on fire blight. Wageningen, Akademisch Proefschrift. 143 pp. De studies uit dit proefschrift, verricht in samenwerking met de Plantenziektenkundige Dienst, leidden tot een drastische verandering van de regelgeving: Wijziging Beschikking bestrijding bacterievuur, Staatscourant 51 dd 13 maart 1991: 14-17.

30. De Nederlandse gangmaker van de gewasbescherming, professor dr. J. Ritzema Bos, stelde dit al in zijn inaugurele rede: De ziektenleer der planten en hare betekenis voor de praktijk en voor de beoefening der biologische wetenschappen. Rede, uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van Buitengewoon Hoogleraar aan de Universiteit van Amsterdam op 29 november 1895. J. Ritzema Bos. Tijdschrift over Plantenziekten 1: 121-152. Ritzema Bosch was een generalist, die zijn leeropdracht naar het Duitse "Die Lehre vom Pflanzenschutz" interpreteerde als de "leer der bescherming van de planten" (p. 121), in modern Nederlands dus "gewasbescherming". Hij zag dit vak als een "zelfstandige toegepaste wetenschap" (p. 124), die het "waard is een plaatsje in te nemen in de rij der wetenschappen" (p. 148), hetgeen "niet zonder vrucht zal zijn voor de maatschappij" (p 152).

De Engelse term voor gewasbescherming, "crop protection", vormt zelfs de titel van een wetenschappelijk tijdschrift. De Duitse termen zijn "Pflanzenschutz" en "Phytophymedizin", zie b.v. R. Heitefuss - 1992. 40 Jahre Forschung und Lehre im Pflanzenschutz an der Georg-August-Universität Göttingen, - Versuch einer Bilanz. Mitteilungen der BBA 283: 35-46. De ideeën van Heitefuss omtrent gewasbescherming zijn verwant aan de in dit college

vertolkte opvatting. Phytomedizin is in Göttingen de naam van een "vervolgstudie". In het Frans kent men de termen "protection des végétaux" en, meer chemisch georiënteerd, "phytopharmacie".

31. Volgens het Wageningse Universiteitsblad van 6 januari 1994 blz 1 heeft de studierichting gewasbescherming en plantenveredeling geen vijfjarige cursusduur gekregen omdat "gewasbescherming niet systeemgericht, ontwerpend en technisch is". Kennelijk heeft men de moleculaire constructen, om resistentie in allerlei gewassen in te bouwen, in ontwikkeling of ontwikkeld door diverse gewasbeschermingsvakgroepen (ontwerpen op plant-niveau), even niet willen zien. Blijkbaar is men zoiets als het computer-gesteunde waarschuwingssysteem EIPRE, dat op gewas-niveau functioneerde, even vergeten.

J.C. Zadoks, 1989. EIPRE, a computer-based decision support system for pest and disease control in wheat: Its development and implementation in Europe. *Plant Disease Epidemiology* 2: 3-29.

Het MJPG en diverse andere publicaties laten zien dat systeemgericht ontwerpen met technische aanwijzingen gemaakt kunnen worden op bedrijfs-, bedrijfstak- en nationaal niveau.