

cb

BIBLIOTHEEK  
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW  
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Bibliotheek  
Proefstation  
Naaldwijk

A  
4  
M  
12



## PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

### BESLUITVORMING VOOR GEWASBESCHERMING

**Gewassen: - paprika  
- chrysant**

**A.A. van der Maas**

**augustus 1991**

**Intern verslag nr 27**

550063

## Samenvatting

In de praktijk treden bedrijfsgebonden verschillen op in de mate waarin gewasbescherming slaagt. Verondersteld wordt dat de verschillen mede worden veroorzaakt door de managementkwaliteiten van de tuinder gericht op gewasbescherming. De doelstelling van het onderzoek is het verbeteren van het beslissingsproces van de ondernemer voor gewasbescherming op operationeel niveau.

De analyse van de besluitvorming is vastgelegd in een beslismodel voor gewasbescherming. Daarnaast zijn de mogelijkheden van geautomatiseerde beslissingsondersteuning nagegaan.

Er is een beslismodel voor paprika en een model voor chryasant opgesteld. Het informatiemodel glastuinbouw heeft hierbij als basis gediend. De benodigde informatie is verkregen door interviews met tuinders en gewasbeschermingsdeskundigen. De beslismodellen van paprika en chryasant vertonen grote overeenkomsten en zijn over het algemeen ook voor andere gewassen toepasbaar. In de toetsingsfase van de beslismodellen zijn verscheidene tuinders geïnterviewd. De tuinders vertonen onderlinge verschillen in de aanpak van gewasbescherming. De verschillen uiteten zich met name in de mate van intensiteit waarmee men met gewasbescherming bezig is.

Van de afzonderlijke beslismodellen is een checklist afgeleid die een effectieve aanpak van de gewasbescherming aangeeft. Deze kan bijdragen aan meer inzicht van de tuinder in gewasbescherming en een grotere bewustwording.

Om de mogelijkheden van informatietechnologie aan te geven zijn twee demonstratieprogramma's voor paprika ontwikkeld. Het eerste programma gaf een procedurele ondersteuning in de vorm van een beschrijving van een effectieve aanpak, vergelijkbaar met de checklist, en aanvullende informatie. Het tweede programma geeft inhoudelijke ondersteuning bij de beslissing tot gewasbescherming (voorbeeld van tripsaantasting) en bij de keuze van een middel. Met name het tweede programma is erg positief ontvangen. Dit programma is tijdens verschillende gelegenheden gedemonstreerd, zodat veel tuinders hiervan kennis hebben genomen.

Een dergelijk systeem is niet zozeer bedoeld ter vervanging van de bestaande informatiebronnen, zoals voorlichters, begeleiders en vakbladen, maar als een aanvulling. In het kader van de milieu-problematiek kan een geautomatiseerd systeem dat beslissingen ondersteunt een bijdrage leveren aan een verdere optimalisering van de gewasbescherming.

In andere plantaardige sectoren van de landbouw (o.a. akkerbouw en fruitteelt) zijn ook ontwikkelingen gaande op het gebied van geautomatiseerde adviessystemen. De systemen bevinden zich in een testfase.

Het kennisgebied gewasbescherming bij paprika is geschikt voor de ontwikkeling van een geautomatiseerd systeem. Wel is aandacht nodig voor het kwantificeren van kwalitatieve normen (veel, weinig, matig).

Bij chryasant is de kennis (voorlopig) te beperkt, met name op het gebied van 'schadedrempels', om een systeem te ontwikkelen dat voldoende toegevoegde waarde heeft bij de besluitvorming van de tuinder. Aanvullend onderzoek naar de kwantificering van normen over de aantasting van ziekten en plagen is met name voor chryasant (en ook voor andere gewassen die buiten het onderzoek vallen) gewenst.

De resultaten van het uitgevoerde onderzoek geven perspectieven voor een vervolgonderzoek gericht op een teeltbegeleidingssysteem voor gewasbescherming voor paprika.

<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>Pagina</b>
1. Inleiding	1
2. Opstellen en toetsen beslismodel	3
2.1 Methode	3
2.2 Resultaten	4
2.2.1 Beslismodellen	4
2.2.2 Overeenkomsten/verschillen beslismodellen	8
2.2.3 Verschillen tussen tuinders	9
2.2.4 Onderzoek naar verschillen tussen tuinders	9
2.2.5 Knelpunten/informatiebehoeften	10
3. Toepassingen: Opstellen effectieve aanpak gewasbescherming	11
4. Toepassingen: Mogelijkheden van informatietechnologie	13
4.1 Demonstratieprogramma's	13
4.2 Plaats van systeem binnen organisatie	15
4.3 Aanpak andere sectoren	17
4.4 Beschrijving kennisgebied	18
5. Conclusies en aanbevelingen	21
Literatuur	22

## 1. Inleiding

In 1989 is een vooronderzoek uitgevoerd naar de perspectieven van verdergaand onderzoek naar besluitvorming en teeltbegeleidingssystemen in de glastuinbouw (Maas, van der, 1989). De operationele besluitvorming van de tuinder stond in deze studie centraal. Dit zijn de dagelijkse beslissingen, die gericht zijn op de teelt, bij een gegeven bedrijfsuitrusting en teeltplan. De conclusies van dit onderzoek ondersteunden vervolgonderzoek met in eerste instantie aandacht voor besluitvorming en pas in een tweede fase onderzoek naar de mogelijkheden van geautomatiseerde ondersteuning. Tevens is op basis van een aantal criteria de volgende prioriteitstelling in aanpak voorgesteld:

- \* gewasbescherming
- \* klimaatbeheersing, voeding
- \* operationele planning
- \* afzet, specifieke teelthandelingen, uitgangsmateriaal

De genoemde voorstudie heeft geresulteerd in het project 'Besluitvorming voor gewasbescherming' waar in dit onderzoeksrapport verslag van wordt gedaan. In de praktijk treden bedrijfsgebonden verschillen op in de mate waarin gewasbescherming slaagt. Dit komt tot uiting in de hoeveelheid problemen met ziekten en plagen en in het verbruik van (chemische) bestrijdingsmiddelen. Het uitgangspunt in dit project is dat deze verschillen mede worden veroorzaakt door de managementkwaliteiten van de tuinder gericht op gewasbescherming. Vanwege de milieu-problematiek is het onderwerp gewasbescherming erg actueel. In dit kader wordt vanuit het onderzoek naar besluitvorming aangenomen dat een effectieve besluitvorming mede kan leiden tot een afname in het gebruik van chemische middelen en dat beter kan worden ingespeeld op de eisen en randvoorwaarden die aan de gewasbescherming worden gesteld. Het project heeft als doelstelling: het verbeteren van het beslissingsproces van de ondernemer voor gewasbescherming op operationeel niveau (korte termijn beslissingen). Het onderzoek dient te leiden tot inzicht in de besluitvorming voor gewasbescherming, tot het aangeven van effectieve wijzen van besluitvorming en tot bruikbare resultaten voor de ontwikkeling van een teeltbegeleidingssysteem voor gewasbescherming met de tuinder als gebruiker.

### Fasering

Het onderzoek was opgedeeld in de volgende activiteiten:

- Opstellen beslismodel
- Toetsen beslismodel
- Inventariseren knelpunten/informatiebehoeften
- Opstellen effectieve aanpak gewasbescherming
- Aangeven mogelijkheden informatietechnologie

In het rapport worden de verschillende activiteiten besproken. In hoofdstuk 2 komen het opstellen en toetsen van de beslismodellen en de inventarisatie van knelpunten en informatiebehoeften aan de orde. In hoofdstuk 3 wordt de effectieve aanpak voor gewasbescherming besproken. De mogelijkheden van geautomatiseerde beslissingsondersteuning worden in hoofdstuk 4 toegelicht. Het verslag wordt afgesloten met hoofdstuk 5 waarin conclusies van het uitgevoerde onderzoek en aanbevelingen voor vervolgonderzoek zijn weergegeven. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode maart 1990 tot juni 1991.

### Projectorganisatie

De projectorganisatie bestond uit een werkgroep met als taak de uitvoering van het onderzoek, een begeleidingsgroep met als taak de beleidsmatige sturing en

dekking van het project en een klankbordgroep die de inhoudelijke resultaten van het onderzoek dienden te bewaken. In de werkgroep had een externe informatica-deskundige zitting met als taak het geven van methodische ondersteuning. In bijlage 1 is een overzicht gegeven van de samenstelling van de projectgroepen.

## 2. Opstellen en toetsen beslismodel

### 2.1 Methode

#### Gewaskeuze

Het onderzoek moet voor de praktijk bruikbare resultaten opleveren. Dit wordt niet bereikt door de gewasbescherming te beschrijven zoals die wordt uitgevoerd op een 'glastuinbouwbedrijf'. Dit zou leiden tot algemene resultaten die niet direct toepasbaar zijn. Gekozen is voor een gewasingang. Om het onderzoek af te bakenen zijn twee gewassen geselecteerd, te weten paprika en chrysant. Vanuit het oogpunt van gewasbescherming zijn de gewassen op te delen in twee groepen:

- gewassen waarbij de voorkomende plagen binnen een overzienbare termijn voornamelijk biologisch zullen worden bestreden.
  - gewassen waarbij de voorkomende plagen binnen overzienbare termijn voornamelijk nog met behulp van chemische middelen zullen worden bestreden.
- Paprika behoort tot de eerste groep gewassen met biologische of geïntegreerde bestrijding terwijl het gewas chrysant een vertegenwoordiger uit de tweede groep is met in hoofdzaak chemische toepassingen.

#### Informatiebronnen

Om inzicht te krijgen in de besluitvorming voor gewasbescherming zijn de dagelijkse beslissingen op het gebied van gewasbescherming in kaart gebracht. Deze zijn beschreven in zogenaamde beslismodellen. Voor paprika en chrysant is afzonderlijk een beslismodel opgesteld. Alle afzonderlijke activiteiten en beslissingen zijn in deze modellen weergegeven.

De eerste aanzet voor modellen wordt gegeven door het Informatiemodel Glastuinbouw, cluster: inventarisatie/ coördinatie (Clusterwerkgroep, 1989). Hierin zijn de operationele beslissingen voor gewasbescherming beschreven in de vorm van processen, met daarbij aangegeven de benodigde en opgeleverde informatie. De beslismodellen voor paprika en chrysant kunnen worden gezien als een verdere verdieping en een concrete invulling naar de gewassen toe.

Als informatiebronnen hebben gediend tuinders en gewasbeschermingsdeskundigen. Voor paprika zijn in eerste instantie drie tuinders en voor chrysant vijf tuinders geselecteerd uit een groep die in het seizoen 1989 hebben deelgenomen aan een project van het LEI en PTG gericht op de verzameling van gegevens over het gebruik van onder andere gewasbeschermingsmiddelen. Tevens is bij dezelfde groep een oriënterende enquête gehouden over de individuele aanpak van en de optredende problemen bij gewasbescherming. Op basis van deze beschikbare gegevens zijn de tuinders voor onderhavig project gekozen. Hoewel subjectief is de keuze gevallen op tuinders die intensief met gewasbescherming bezig waren en/of een laag chemisch middelenverbruik hadden.

De geraadpleegde gewasbeschermingsdeskundigen waren onderzoekers, (particuliere) voorlichters of begeleiders van leveranciers van biologische gewasbeschermingsmiddelen. Een aantal deskundigen en een vertegenwoordiger uit de gewascommissie paprika en chrysant hadden zitting in de klankbordgroepen. De tuinders en deskundigen zijn verschillende malen geïnterviewd. Een aantal malen is met begeleiders meegelopen wanneer deze tuinders bezochten. De verkregen informatie is gebruikt voor het opstellen van de beslismodellen.

#### Methode verslaglegging

Bij het opstellen van de beslismodellen is geen gebruik gemaakt van Information Engineering, de methode die is gevolgd bij het informatiemodel. Gekozen is voor een schematische weergave van een effectieve aanpak van de gewasbescherming in

de vorm van stroomdiagrammen, waarbij beslissingen in de vorm van ja-nee vragen zijn weergegeven. De stroomdiagrammen geven een goed overzicht van alle deelbeslissingen, van de onderlinge samenhang van deze beslissingen, van de benodigde informatie bij deze beslissingen en van de te volgen procedures. De diagrammen zijn aangevuld met een begeleidende tekst en aanvullende informatie.

De beslismodellen zijn vooral gericht op de wijze van besluitvorming en niet op het vastleggen van inhoudelijke kennis. Er is daarom niet gewerkt met een datamodel. Bij een eventuele systeemontwikkeling is wel een datamodel nodig. Het datamodel van het informatiemodel glastuinbouw kan hierbij als uitgangspunt dienen.

#### Toetsing beslismodel

De beslismodellen zijn getoetst door middel van terugkoppeling van de resultaten met gewasbeschermingsdeskundigen, terugkoppeling in de klankbordgroep en door het interviewen van een andere groep tuinders. Een aantal van deze tuinders had ook deelgenomen aan het LEI/PTG-project zoals hierboven onder 'informatiebronnen' is vermeld. De overige tuinders uit de toetsingsfase zijn geselecteerd uit een aselechte steekproef. Bij deze testgroep is nagegaan of hun aanpak van de gewasbescherming past in het beslismodel. Het moment dat de benodigde wijzigingen minimaal zijn geworden is een signaal dat het model is uitgekristaliseerd. Bij het interviewen van de tuinders in de toetsingsfase is tevens nagegaan in hoeverre de individuele handelwijzen bij de gewasbescherming onderling variëren en in hoeverre ze afwijken van het 'ideale' beslismodel.

#### Knelpunten/informatiebehoeften

De activiteit 'inventariseren knelpunten/informatiebehoeften' is in de projectopzet apart onderscheiden. Bij de uitvoering van het project is tijdens de gehouden interviews gevraagd naar eventuele tekortkomingen in de huidige informatievoorziening en naar mogelijke suggesties voor verbetering.

## 2.2 Resultaten

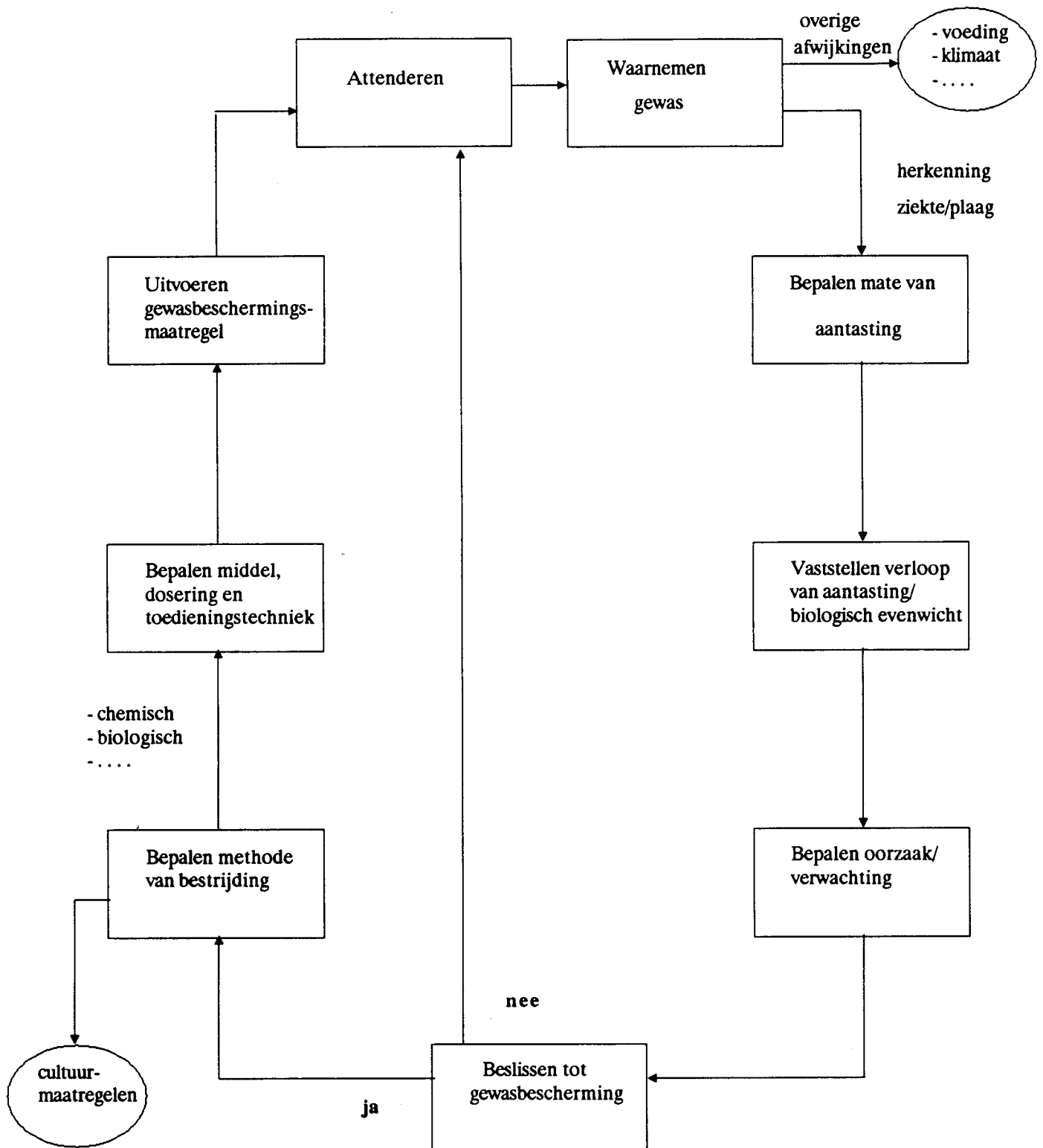
### 2.2.1 Beslismodellen

De besluitvorming voor gewasbescherming is in een aantal stappen opgedeeld. In de figuren 1 en 2 wordt de structuur van de beslissingen voor respectievelijk paprika en chrysant aangegeven. Deze figuren geven het raamwerk weer van de beslismodellen. De volledige beslismodellen voor paprika en chrysant zijn beschreven in resp. bijlage 2 en 3. Elke activiteit of beslissing uit de figuren 1 en 2 is in het model uitgewerkt. Deze uitwerking bestaat uit:

- een korte beschrijving van de activiteit;
- een overzicht van de te volgen deelstappen (procedure);
- een overzicht van de benodigde en opgeleverde informatie;
- een overzicht van de informatiebronnen, die bij de desbetreffende activiteit of beslissing van belang zijn;
- aanvullende opmerkingen en aanbevelingen;
- inhoudelijke normen.

Met name de procedures geven inzicht in het beslisproces. De aanbevelingen bevatten nuttige tips die de besluitvorming kunnen ondersteunen. De nadruk van het beslismodel ligt op de procedurele ondersteuning, waarbij de wijze van aanpak van de gewasbescherming centraal staat. Daarnaast zijn er inhoudelijke normen weergegeven die tijdens het onderzoek naar boven zijn gekomen. Er is

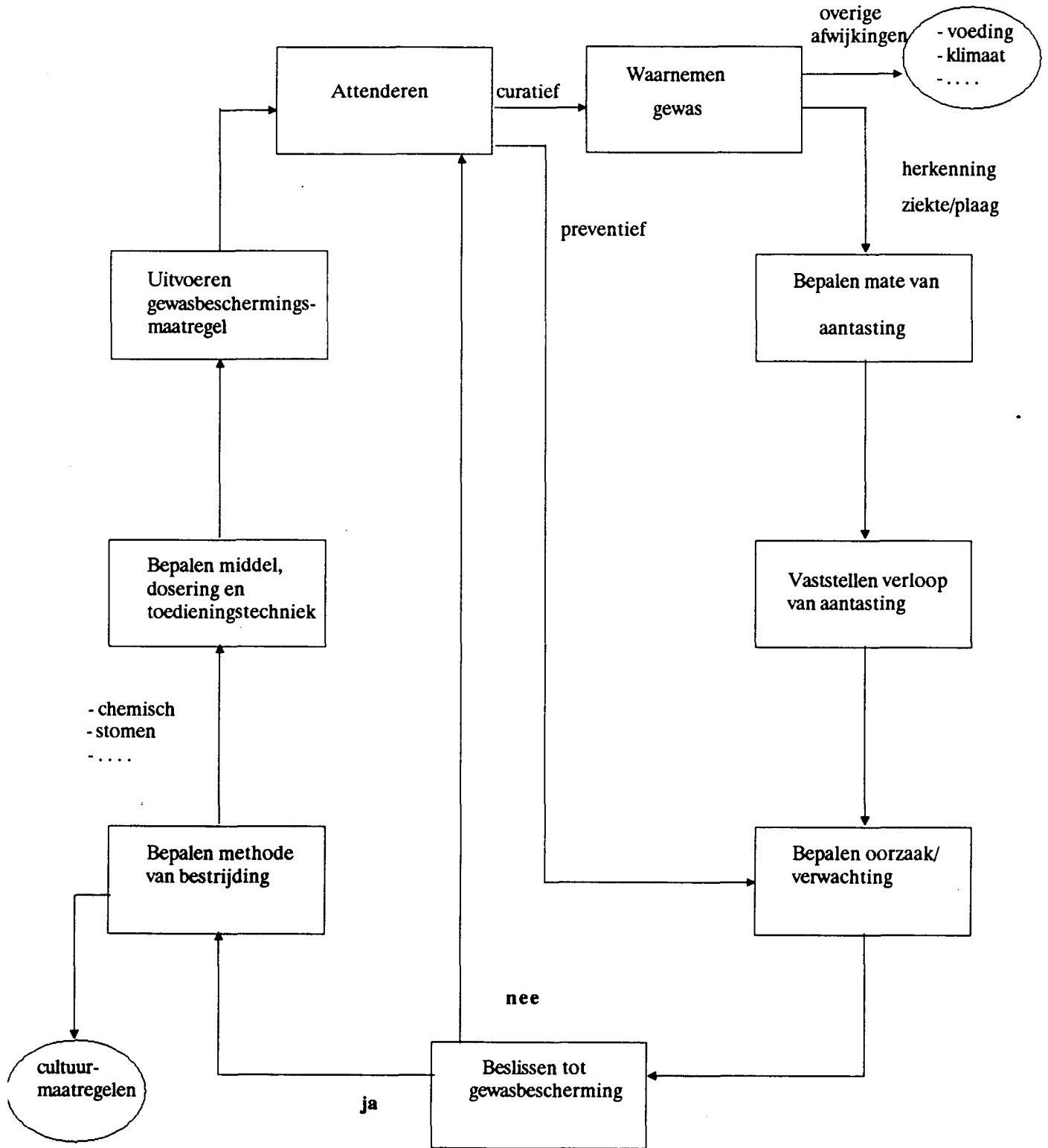
## BESLISMODEL VOOR GEWASBESCHERMING paprika



Figuur 1. Raamwerk van het besluitvormingsproces voor gewasbescherming voor het gewas paprika



# BESLISMODEL VOOR GEWASBESCHERMING chrysant



Figuur 2. Raamwerk van het besluitvormingsproces voor gewasbescherming voor het gewas chrysant

niet gepoogd om volledigheid van deze normen na te streven. Aanvullend op de uitwerkingen zijn per activiteit één of meer schema's (stroomdiagrammen) toegevoegd die de procedures en de beslispunten op een grafische manier weergeven.

Bij de ontwikkeling van een beslismodel is het de bedoeling om het besluitvormingsproces in onderdelen op te splitsen (zie figuur 1 en 2). In de praktijk zullen bepaalde handelingen of beslissingen vaak tegelijkertijd plaatsvinden, maar het is juist de bedoeling van dit onderzoek hier structuur in aan te brengen en op basis hiervan tot aanbevelingen te komen. Het beslismodel is gericht op een individueel praktijkbedrijf. De tuinder staat hierbij centraal, maar de rol van adviseurs, collega's en anderen is vaak heel belangrijk. De wijze en de mate van invloed van derden op de besluitvorming is per tuinder verschillend. In het model wordt hier de ruimte voor gelaten. Het beslissen gedurende de teelt is een continu-proces waardoor het model steeds opnieuw doorlopen wordt. Het zal ook voorkomen dat bepaalde onderdelen van het beslissingsproces niet worden uitgevoerd (bijvoorbeeld bij een bestrijdingscyclus zal niet elke keer opnieuw de mate van aantasting worden bepaald). Het model dient dus voldoende ruim geïnterpreteerd te worden waarbij het mogelijk is van de beschreven stappen en volgorde af te kunnen wijken.

In de literatuur (Davis en Olson, ...) wordt onderscheid gemaakt tussen een normatief of voorschrijvend model en een beschrijvend model. Een normatief besluitvormingsmodel geeft aan hoe de beslisser een bepaalde groep beslissingen moet nemen. De veronderstelling hierbij is dat een beslisser zuiver rationeel beslissingen neemt en zal kiezen voor de optimale mogelijkheid. Een beschrijvend model beschrijft hoe de beslisser in werkelijkheid zijn beslissingen neemt. Hierbij wordt uitgegaan van een begrensde rationaliteit waarbij gekozen wordt voor een bevredigend alternatief. De vraag is of de beslismodellen voor gewasbescherming geclassificeerd kunnen worden als een normatief of als een beschrijvend model. Een aantal opmerkingen:

- Het beslismodel geeft een procedure aan hoe beslissingen op een effectieve wijze kunnen worden genomen. Dit heeft een normatief karakter.
- We hebben te maken met een groep bedrijven die grote verschillen vertonen. De informatie voor het opstellen van de modellen komt van verschillende bedrijven uit de praktijk zodat de modellen ook een beschrijvend karakter hebben. Het beslismodel is eigenlijk een beschrijving van een 'ideaalbeeld' bestaande uit een combinatie van onderdelen van effectieve besluitvorming zoals die op verschillende bedrijven worden gehanteerd.
- Gewasbescherming is een dynamisch kennisgebied, waarbij men te maken heeft met onzekerheden. Bovendien kunnen problemen en oplossingen per bedrijfssituatie verschillend zijn. Dit betekent dat het niet mogelijk is om zuiver rationele beslissingen te nemen en dat de besluitvorming voor gewasbescherming beter past bij beslissingen met een begrensde rationaliteit waarbij wordt gestreefd naar een bevredigende oplossing. Bovendien ondersteunt het model de beslissingen voornamelijk procedureel en niet inhoudelijk. Geconcludeerd kan worden dat de beslismodellen voor gewasbescherming niet duidelijk zijn te typeren als een normatief of als een beschrijvend model, zoals in de literatuur gedefinieerd. Wel zijn de meeste aanknopingspunten te vinden bij een beschrijvend model. Op zich is dit niet vreemd omdat de resultaten van het onderzoek in de praktijk bruikbaar moeten zijn en daarmee zoveel mogelijk aan de praktijksituatie aan moeten sluiten.

### 2.2.2 Overeenkomsten/verschillen beslismodellen

Kijkend naar de figuren 1 en 2 blijkt dat de deelstappen in het besluitvormingsproces in grote mate overeen komen. Toch zijn er een aantal essentiële verschillen aan te wijzen. In de paprikateelt wordt op grote schaal gewerkt met biologische of geïntegreerde gewasbescherming. Dit betekent dat een laag aantastingsniveau van verschillende plagen wordt getolereerd, er wordt gestreefd naar een 'biologisch evenwicht'. Belangrijk en vaak ook moeilijk is om te beoordelen hoe de plaagaantasting en de aanwezigheid van natuurlijke vijanden zich verhouden en hoe het verloop in de tijd is.

In de chrysantenteelt ligt de problematiek anders in verband met de zogenaamde multolerantie voor het eindprodukt, waarbij van bepaalde ziekten of plagen geen enkele aantasting wordt geaccepteerd vanwege de exporteisen. Dit betekent dat er geen plaats is voor biologische bestrijding en dat er naar wordt gestreefd om geen enkele ziekte of plaag in het gewas te hebben.

Er kan onderscheid worden gemaakt tussen een preventieve en een curatieve bestrijding. Een preventieve bestrijding wordt voorbehoedend uitgevoerd. Hierbij spelen bedrijfsnormen en de verwachting over het mogelijk optreden van een ziekte of plaag een rol. In dit kader wordt vaak gesproken over een spuitschema waarbij de uit te voeren behandelingen voor een belangrijk deel voordien gepland zijn. Bij een curatieve bestrijding wordt er vanuit gegaan dat de ziekte of plaag is waargenomen voordat de beslissing tot bestrijding wordt genomen. Deze beslissing is gebaseerd op de waarneming, de mate van aantasting, het verloop en de verwachting van de ontwikkeling van de ziekte of plaag. Het is mogelijk dat tijdens de teelt van een preventief schema voor een bepaalde ziekte of plaag (tijdelijk) moet worden overgeschakeld op een curatieve bestrijding in geval de preventieve bestrijding niet afdoende blijkt te zijn. Het beslissingsproces voor een preventieve of een curatieve bestrijding is dus op een aantal punten verschillend. In het gedetailleerde beslismodel voor chrysant worden deze verschillen aangegeven.

Samenvattend kan worden gesteld dat bij de paprika het beoordelen van het gewas, bestaande uit 'Waarnemen gewas', 'Bepalen mate van aantasting' en 'Vaststellen verloop van aantasting/biologisch evenwicht' erg belangrijk is. Bij chrysant zal in het geval van preventieve bestrijding hooguit in het gewas gekeken worden om na te gaan of de bestrijding voldoende is. In het geval van curatieve bestrijding is het waarnemen in het gewas wel belangrijk. De mate van aantasting en het verloop van de aantasting spelen (nog) een beperkte rol bij de beslissing tot gewasbescherming.

Momenteel bestaat er bij chrysant een beperkte kennis over een toegestane aantasting van bepaalde ziekten/plagen alvorens schade aan het gewas optreedt. Wanneer meer bekend zou zijn over schadedrempels zou dit een curatieve bestrijding verder ondersteunen en de gewasbeoordeling tot een belangrijker factor maken. De multolerantie op zich staat ook ter discussie. Wanneer deze niet meer zou worden toegepast, zouden de mogelijkheden van gewasbescherming groter worden en zou biologische bestrijding ook in zicht komen. De besluitvorming van de gewasbescherming voor chrysant zou dan meer met die van paprika overeenkomen.

Paprika en chrysant zijn gekozen als representanten van twee verschillende gewasgroepen (zie par. 2.1). Naast een aantal verschillen blijken er grote overeenkomsten te zijn tussen de twee beslismodellen. Het mag daarom worden verwacht dat deze beslismodellen ook voor andere gewassen, misschien op een aantal gewasspecifieke zaken na, een goed beeld zullen geven van de besluitvorming voor gewasbescherming.

### 2.2.3 Verschillen tussen tuinders

In de toetsingsfase voor het beslismodel paprika zijn interviews afgenomen bij 9 tuinders. De waargenomen verschillen in aanpak tussen de tuinders hebben vooral betrekking op de gedetailleerdheid waarmee ze activiteiten doorlopen en beslissingen nemen. De ene tuinder is hier intensiever mee bezig dan de andere. Het komt niet duidelijk naar voren dat sommige activiteiten helemaal worden overgeslagen. Wel komt het voor dat bepaalde activiteiten en beslissingen aan anderen (begeleider biologische bestrijding) worden overgelaten. Een tuinder die een duidelijke visie heeft op één onderdeel (bijvoorbeeld attenderen) houdt zich meestal ook intensief bezig met de andere onderdelen, zoals de nodige tijd en aandacht besteden aan de uitvoering van een maatregel.

In de toetsingsfase voor chrysant zijn 6 telers ondervraagd. Zoals eerder al is aangegeven zijn in de chrysantenteelt de kwaliteitscriteria die op de veiling aan het produkt worden gesteld sterk bepalend voor de beslissingen van de teler op het gebied van gewasbescherming. De nultolerantie legt een zware druk op de telers om vanuit milieu-oogpunt tot een aanvaardbare gewasbescherming te komen. In het onderzoek kwamen verschillen naar voren in beslissingsgedrag voor gewasbescherming tussen telers die per sé in het groene vak (exportkwaliteit) willen afzetten en telers die hier in mindere mate naar streven. De bepalende factor is vaak hoe veel risico de teler wilt nemen. Bijvoorbeeld een roestaantasting probeert de ene tuinder alleen door middel van het kasklimaat te voorkomen, terwijl de andere tuinder het hele jaar door chemisch bestrijdt. Beiden zijn in dit voorbeeld intensief bezig met gewasbescherming, maar de wijze waarop is zeer verschillend. Ook voor wat betreft het tegengaan van bodemziekten worden verschillende strategieën toegepast. Gezien de milieu-problematiek zal de meest milieu-vriendelijke aanpak ondersteund moeten worden, bijvoorbeeld bij een eventuele ontwikkeling van geautomatiseerde systemen. De meeste telers staan wel open voor ideeën om het verbruik van chemische middelen te verminderen. Een aantal zeggen daar ook bewust mee bezig te zijn.

### 2.2.4 Onderzoek naar verschillen tussen tuinders

Uit het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de vraag op welke onderdelen de individuele tuinders nu afwijken van het 'ideale' beslismodel maar ten dele is beantwoord. De resultaten van de verschillende wijzen van aanpak (bijvoorbeeld uitgedrukt in middelenverbruik) zijn niet of onvoldoende bekend. Hoewel niet de doelstelling van het project is het denkbaar dat behoefte zou zijn aan meer inzicht in de onderlinge verschillen tussen de tuinders en de effecten van deze verschillen. Hiervoor zou een diepgaander onderzoek nodig zijn. Hieronder volgen enkele opmerkingen over zo'n vervolgonderzoek en wordt ook beargumenteerd waarom aanvullend onderzoek niet binnen dit project wordt aangepakt.

Om factoren aan te kunnen geven die de mate van slagen van gewasbescherming beïnvloeden is het zaak dat eerst een criterium voor de mate van slagen wordt gekozen. De criteria produktie of opbrengst liggen niet voor de hand, omdat deze van veel meer teelthandelingen afhankelijk zijn dan alleen gewasbescherming. Het is zeer moeilijk om vast te stellen in hoeverre gewasbescherming bijdraagt aan produktie- of opbrengstverschillen. Bovendien is het de vraag in hoeverre het belangrijk is om dit te weten, omdat het doel van het huidig onderzoek is het verbeteren van de operationele besluitvorming van de teler voor gewasbescherming. Dit mede gezien tegen de achtergrond van de

milieuproblematiek. Andere criteria kunnen zijn het middelenverbruik en de duur van de biologische bestrijding. Deze criteria lijken beter bruikbaar. Voor een goede analyse zijn deze gegevens nodig van een groot aantal bedrijven en van meer dan één teeltjaar. Zeker wat betreft het middelenverbruik zal het een probleem vormen om goede gegevens te verkrijgen.

Vervolgens zullen bedrijven moeten worden bekeken die onderling vergelijkbaar zijn wat betreft infectiedruk (bijvoorbeeld per gebied, maar ook wat betreft omliggende bedrijven). Een categorisering is gewenst.

Factoranalyse lijkt een geschikte methode om de verschillen in middelenverbruik of in de duur van de biologische bestrijding te analyseren. Als resultaat zou dit de factoren moeten opleveren die de verschillen verklaren en het gewicht dat elke factor heeft in de verklaring. Uitgangspunt voor een dergelijke analyse is dat het voor de praktijk bruikbare resultaten moet opleveren. De eerder genoemde verschillen tussen tuinders zijn niet te verklaren doordat bepaalde activiteiten of beslissingen worden overgeslagen, maar door de intensiteit waarmee deze worden uitgevoerd. Om dit verder boven water te krijgen is een diepgaand onderzoek nodig. Bovendien is geen zekerheid te geven dat inderdaad bruikbare resultaten worden verkregen. Een eerder uitgevoerd onderzoek naar de informatiebehoeften in de glastuinbouw heeft als belangrijkste conclusie opgeleverd dat de tuinders een zeer heterogene groep vormen.

Samenvattend kan worden gesteld dat er wel mogelijkheden zijn voor verdergaand onderzoek naar de verschillen tussen tuinders in besluitvorming voor gewasbescherming. Dit zou betekenen dat een dergelijk onderzoek degelijk moet worden aangepakt, wat de nodige inspanning zal vragen (schatting van minimaal 2 manjaren). Afgevraagd moet worden of de mogelijke meerwaarde die dit onderzoek zou geven de geleverde inspanning zal rechtvaardigen. Binnen het onderhavige project was so wie so geen ruimte voor een dergelijk onderzoek, maar ook bestaat niet de intentie om dit alsnog op te pakken.

#### 2.2.5 Knelpunten/informatiebehoeften

Uit de gesprekken met de tuinders blijkt dat men over het algemeen tevreden is over het huidige informatie-aanbod. Echte knelpunten zijn niet aan te geven. Ook was het voor de tuinders moeilijk om suggesties te doen voor een verbetering van de informatievoorziening. Het enige wat wel vaak werd genoemd was dat de aanwezige kennis en informatie over de toepasbaarheid en schadelijkheid van chemische middelen (in combinatie met biologische bestrijding) niet voldoende was. Tuinders willen graag harde cijfers horen, maar voorlichters/begeleiders zijn niet in staat die te geven.

### 3. Toepassingen: Opstellen effectieve aanpak gewasbescherming

Het onderzoek heeft een beslismodel voor paprika en voor chrysant opgeleverd gericht op de gewasbescherming op een individueel praktijkbedrijf. De beslismodellen als zodanig zijn slecht toegankelijk voor een tuinder. Er is een vertaalslag gemaakt om van de beslismodellen te komen tot een bruikbaar hulpmiddel voor de tuinder. Voor zowel paprika als voor chrysant is een checklist voor de beslissingsprocedure bij gewasbescherming afgeleid. Deze checklisten geven een volledig overzicht van de dagelijkse beslissingen over gewasbescherming en kunnen door de tuinder worden gebruikt als handvat voor een systematische en effectieve aanpak van de gewasbescherming. De checklisten zijn beschreven in de bijlagen 4 en 5.

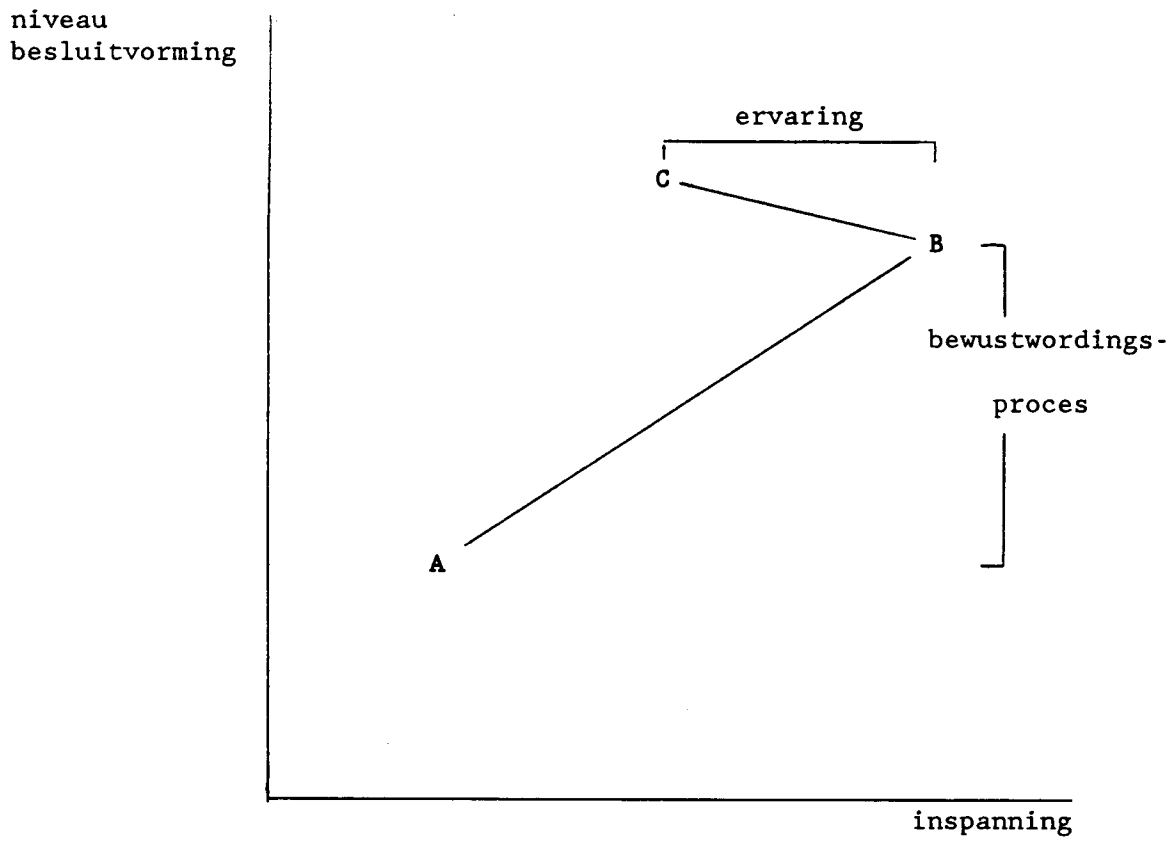
De checklisten kunnen bijdragen aan een verdere bewustwording van de tuinder van het besluitvormingsproces voor gewasbescherming. Het bewust bezig zijn met gewasbescherming en het ontwikkelen van een eigen visie leiden tot een verbetering van de besluitvorming. In figuur 3 wordt dit op een grafische wijze toegelicht.

De ondersteuning van de besluitvorming voor gewasbescherming is onder te verdelen in procedurele en inhoudelijke ondersteuning. Procedurele ondersteuning geeft bijvoorbeeld aan welke factoren een rol spelen bij de keuze van een middel (bijvoorbeeld leeftijd gewas of al dan niet natuurlijke vijanden in de kas aanwezig) terwijl bij inhoudelijke ondersteuning uitspraak wordt gedaan over welke middelen kunnen worden toegepast bij een bepaalde ziekte of plaag. Hierbij zijn kennis en inhoudelijke normen nodig. De checklisten richten zich op de procedurele ondersteuning van het besluitvormingsproces.

#### Toelichting figuur 3:

Punt A is een teler die niet intensief bezig is met de besluitvorming voor ziekten en plagen en zal vaak naar chemische middelen teruggrijpen. De teler zou meer aandacht kunnen schenken aan de gewasbescherming door middel van betere gewaswaarnemingen, betere instructie aan zijn medewerkers, door registratie van belangrijke gegevens over uitgevoerde waarnemingen, van beslissingen en uitgevoerde maatregelen, door het meer open staan voor informatie van derden etc. Dit vergt meer tijd en inspanning, maar leidt tot een hoger niveau van besluitvorming en daarmee meer weloverwogen beslissingen (punt B). Wanneer vervolgens meer routine wordt verkregen in het bewust omgaan met gewasbescherming zal dit na verloop van tijd minder inspanning vragen (punt C).

Het verschil tussen punt A en punt B is in de figuur het 'bewustwordingsproces' genoemd. In dit traject kan het onderzoek naar besluitvorming voor gewasbescherming worden geplaatst. De resultaten van het onderzoek dienen handreikingen te geven aan de teler om op een hoger niveau van besluitvorming te komen (een aantal voorbeelden zijn hierboven gegeven).



Figuur 3. Groeipad van een ondernemer om op een hoger besluitvormingsniveau te komen (A-B-C).

#### 4. Toepassingen: De mogelijkheden van informatietechnologie

##### 4.1 Demonstratieprogramma's

Voor het gewas paprika zijn twee demonstratieprogramma's ontwikkeld om de mogelijkheden van geautomatiseerde ondersteuning te testen. In het eerste programma was een deel van de beschrijvende tekst van het beslismodel geselecteerd en ingevoerd in een hypertext systeem. De te volgen werkwijze (procedure) voor gewasbescherming staat hierbij centraal. Ook wordt aanvullende informatie gegeven. Verder is er de mogelijkheid om gegevens over een tripsaantasting en over het voorkomen van natuurlijke vijanden in te voeren. Een hypertext systeem biedt de mogelijkheid om selectief door de tekst te 'springen'.

Het programma is gepresenteerd op de Vakbeurs voor Tuinbouw Automatisering (VTA). Tuinders waren over het algemeen geïnteresseerd. Men vindt het gepresenteerde wel informatief, maar men zou toch meer belangstelling hebben voor inhoudelijke advisering. De grote hoeveelheid tekst wordt door de één wel en door de ander niet als bezwaarlijk beschouwd. Uit de reacties valt af te leiden dat deze vorm van geautomatiseerde ondersteuning, zowel qua inhoud als manier van presentatie niet tot de prioriteiten van de tuinders behoort. Het is misschien wel een geschikte manier om achtergrondinformatie weer te geven.

Het tweede programma is gericht op de advisering van tuinders bij de gewasbescherming. In het systeem wordt ondersteuning gegeven bij de beslissingen 'beslissing tot gewasbescherming' en 'keuze middel'. Bij het beslissen tot gewasbescherming wordt een advies gegenereerd op basis van geregistreerde gegevens over de soort aantasting en de mate van aantasting. Er is vanuit gegaan dat goed en intensief wordt waargenomen in het gewas. Kennisregels liggen ten grondslag aan deze adviezen. Het voorbeeld heeft betrekking op het niveau van tripsaantasting in paprika en de mate van voorkomen van natuurlijke vijanden. Bijgaand worden twee schermen getoond uit het programma (schema 1 en 2).

*Schema 1. Voorbeeld van een advies bij beslissen tot gewasbescherming uit een demonstratieprogramma.*

---

- - - OVERZICHT GEREgistREERDE GEGEVENS - - -

<i>dd-mm-jj</i>	<i>Trips</i>	<i>Roofmijt</i>	<i>Orius</i>
15- 7-91	<i>meer dan 30</i>	75 - 100	<i>geen</i>
22- 7-91	10 - 30	75 - 100	10 - 50

*Advies (beknopt):*

*Minimaal 1 x per week waarnemen tot situatie verbetert*

*Ok(F10)*

---



*Schema 2. Uitleg van een advies bij beslissen tot gewasbescherming. Voorbeeld uit demonstratieprogramma.*

---

*Advies: Minimaal 1 x per week waarnemen tot situatie verbetert.*

*Reden voor dit advies:*

- Nivo trips is veel.*
- Trips neemt af.*
- Natuurlijke vijanden (tripsroofmijt en/of Orius) nemen toe.*

*Ok(F10)*

---

Het nieuwe van dit programma is niet alleen de opzet van het geheel, maar ook het feit dat de aantastingsniveau's van de trips en het voorkomen van natuurlijke vijanden is gekwantificeerd door categorieën aan te geven. Waar de meeste deskundigen bij een gewasbeoordeling werken met categorieën als 'veel', 'matig' en 'weinig' is het voor een adviesprogramma noodzakelijk om getallen in te vullen voor deze subjectieve classificatie. Eén gewasbeschermingsdeskundige was bereid om deze stap te maken (in schema 1 zijn een aantal categorieën weergegeven). De persoon in kwestie heeft gefungeerd als kennisleverancier voor dit onderdeel van het demonstratieprogramma. Juist omdat niet iedereen het altijd eens is met de gegeven adviezen, werden discussies losgemaakt. Het blijkt in ieder geval wel dat het zeer goed mogelijk is om op deze manier te adviseren.

In schema 2 wordt uitleg gegeven hoe het advies in schema 1 tot stand is gekomen. Er is doelbewust gekozen om deze uitleg op te nemen. Een verklaring van een advies is onderdeel van de bewustwording en het leerproces van de tuinder, wat moet leiden tot meer inzicht en een betere besluitvorming.

Bij de middelenkeuze wordt het middel voor een aangegeven ziekte of plaag geselecteerd door het programma op basis van een aantal vragen die aan de gebruiker worden gesteld. De gestelde vragen betreffen factoren die een rol spelen bij de keuze van een middel. De factoren zijn weergegeven in het beslismodel. Het middelenadvies wordt aangevuld met extra informatie. In schema 3 wordt een voorbeeld van een advies gegeven voor een meeldauwaantasting.

De nadruk van dit tweede demonstratieprogramma ligt op de inhoudelijke ondersteuning van de besluitvorming. De procedure komt aan de orde in de vragen die het programma aan de gebruiker stelt. Het programma is gedemonstreerd op de Nederlandse Tuinbouw Vakbeurs (NTV). Veel aandacht is besteed aan de presentatie en begeleiding. Op deze manier zijn veel reacties losgekomen. Tuinders reageerden erg positief en zagen de aanzet als een goede ontwikkeling. Na de NTV is het programma tijdens diverse andere gelegenheden gepresenteerd (cursussen, gewascommissie en open dag paprika). In een geselecteerde groep paprikatelers is dieper ingegaan op de mogelijkheden van een geautomatiseerd systeem: is een dergelijk systeem zinvol en zo ja, op welke onderdelen van de besluitvorming voor gewasbescherming? In de groepsdiscussie stond men met name positief tegenover een geautomatiseerde advisering bij de beslissing tot gewasbescherming en de middelenkeuze, maar ook dachten de tuinders dat een attentielijst met een overzicht van uit te voeren waarnemingen zinvol zou kunnen zijn. Wat betreft diagnose zou het systeem aanvullend op het beschikbare

Schema 3. Voorbeeld van een advies bij middelenkeuze uit een demonstratieprogramma.

---

- - - ADVIES - - -

Omdat het gewas zacht is, is een mogelijk te gebruiken middel tegen meeldauw:

- Baycor

Aanvullende informatie:

- In een zacht gewas de voorkeur voor Baycor. Rubigan is wat harder dan Baycor. Zacht gewas: in de winter zacht. Gewas wordt harder zodra de dagen langer worden en de verdamping toeneemt.
- Baycor is veilig voor natuurlijke vijanden.
- Meeldauw komt voor op plekken in de kas en in perioden met lage luchtvochtigheid. Advies om zo mogelijk met een hogere luchtvochtigheid te telen, dat is ook wenselijk voor de biologische bestrijding.
- Spuiten is de beste toedieningstechniek.

Ok(F10)

---

beeldmateriaal een beschrijving of informatie kunnen geven over de ziekte of plaag. Registratie van gewasbeschermingsgegevens is een logisch onderdeel van het geautomatiseerde systeem.

Door alle demonstraties heeft een grote groep tuinders (ook anderen dan paprikatelers) kennis kunnen nemen van het fenomeen 'geautomatiseerde beslissingsondersteuning'. Na het zien van het programma waren de reacties unaniem positief. Opvallend was dat niet alleen het voorbeeld over trips, waar nieuwe elementen inzaten, de aandacht trok, maar dat ook de advisering bij middelenkeuze erg werd gewaardeerd. Bij het laatste was voor een groot deel gebruik gemaakt van bestaande voor de tuinder beschikbare kennis, maar men vond het toch zinvol omdat de aanwezige kennis op deze manier gestructureerd was samengebracht.

De kritische vragen richtten zich met name op de volledigheid van het programma. Naar de tuinders is overgebracht dat dit prototype slechts als voorbeeld heeft gediend om een discussie aan te kunnen gaan en dat zeker nog niet alle elementen die een beslissing beïnvloeden zijn ingebouwd. Belangrijk is ook dat het systeem dient ter ondersteuning van de besluitvorming en niet de beslissingen voor de ondernemer neemt. Het systeem is een hele goede aanzet gebleken op weg naar de ontwikkeling van een teeltbegeleidingssysteem voor gewasbescherming. Duidelijk is ook geworden dat er nog het nodige werk verzet moet worden om te komen tot een systeem dat in de praktijk door de tuinder kan worden gebruikt.

#### 4.2 Plaats van systeem binnen organisatie

Voorop staat dat een geautomatiseerd systeem dat beslissingen ondersteunt een toegevoegde waarde moet hebben voor de ondernemer. Is dit niet het geval dan zal hij er geen gebruik van maken. De eigen kennis en ervaring van de

ondernemer zijn zeer belangrijk bij een beslissing. Daarnaast is er in de huidige situatie een netwerk van informatiebronnen waaruit hij kan putten. Dit zijn voorlichters, begeleiders, adviseurs, collega's en vakbladen. Geautomatiseerde beslissingsondersteuning kan worden gezien als een extra medium in het netwerk van informatiebronnen. Het is dan ook beter om te spreken over aanvulling en ondersteuning van voorlichting dan over een vervanging hiervan. Ook moet worden gesteld dat een dergelijk (kennis)systeem niet de beslissingen voor de ondernemer zal nemen. Het gaat om ondersteuning door het geven van extra informatie en extra inzicht.

Vanuit een voorlichtingskundig gezichtsveld wordt de plaats van informatietechnologie binnen de bedrijfsvoering en bedrijfsbeheer duidelijk aangegeven (Engel, 1990):

Kennismanagement en de toepassing van informatietechnologie vinden plaats binnen een krachtenveld van sociale relaties, dat de basis vormt voor het landbouwkennissysteem. Als hiermee onvoldoende rekening wordt gehouden, zal de bijdrage van informatietechnologie beperkt blijven. Agrarische ondernemers kiezen voor die systemen, waarbinnen zij een actieve, controlerende invloed hebben op de uitkomsten, en niet de controle over de bedrijfsvoering uit handen hoeven te geven.

De toepassing van informatietechnologie in de landbouw dient geënt te worden op de bestaande en zich steeds vernieuwende sociale relaties, netwerken en communicatiepatronen, die het landbouwkennissysteem dragen. Met andere woorden, niet informatiesystemen vormen de hoeksteen voor kennismanagement, maar communicatiesystemen tussen mensen en organisaties. Informatie technologie kan een wezenlijke bijdrage leveren aan het functioneren van deze systemen. Er blijkt een wezenlijk verschil tussen de rationaliteit van de agrarische ondernemer, zijn wijze van denken en bedrijfsvoering, en de rationaliteit, die ten grondslag ligt aan toepassingen van informatietechnologie in de landbouw. De uitdaging is niet de eerste zoveel mogelijk om te vormen naar de tweede. De uitdaging is systemen te ontwikkelen die ondernemers in staat stellen om vanuit die eigen werkwijze en rationaliteit hun bedrijfsvoering zelf verder te ontwikkelen. Agrarische ondernemers zitten niet verlegen om systemen, die het antwoord geven op hun vragen, maar om meer en betere instrumenten om zelf antwoorden te ontwikkelen op de specifieke vragen waarmee zij dagelijks worden geconfronteerd.

Momenteel is de milieu-problematiek een zeer aktueel onderwerp. In de glastuinbouw staat een beperking van de emissie van milieu-belastende stoffen naar bodem, water en lucht centraal. In het meerjarenplan gewasbescherming (MJP-G) zijn 3 hoofdlijnen aangegeven:

- Vermindering van de afhankelijkheid van bestrijdingsmiddelen.
- Vermindering van de omvang van het verbruik van bestrijdingsmiddelen.
- Vermindering van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar het milieu.

Een deel van oplossingen zijn te vinden in veranderingen in teeltwijze en bedrijfsuitrusting. Een ander deel van de oplossingen zal moeten komen uit een verdere verbetering van de bedrijfsvoering op het gebied van gewasbescherming, of wel door het optimaliseren van de gewasbescherming.

Naast de beleidsplannen die een afname van de milieu-belastende factoren voorstaan wordt ook gewerkt aan een verbetering van de kwaliteit van het produkt en de produktiewijze naar de consument toe. Voor de vruchtgroenten loopt momenteel een experiment om de produkten aan te bieden met het kwaliteitsmerk 'gecontroleerde teelt'. Dit kwaliteitsmerk stelt speciale eisen aan de teelt waarbij het succes van de biologische bestrijding bovenaan staat. Ook vanuit dit oogpunt moet worden gestreefd naar een optimalisering van de

gewasbescherming.

Een geautomatiseerd systeem dat adviseert bij beslissingen over gewasbescherming kan een bijdrage leveren aan de realisering van de hierboven geschetste gewenste ontwikkelingen.

#### 4.3 Aanpak andere sectoren

Ook in de andere plantaardige sectoren van de landbouw zijn ontwikkelingen gaande op het gebied van geautomatiseerde beslissingsondersteuning. Met name de teeltbegeleidingssystemen in de akkerbouw en een adviessysteem voor geïntegreerde gewasbescherming in de fruitteelt verdienen de aandacht.

##### Akkerbouw

In de akkerbouw is een teeltbegeleidingssysteem (TBS) ontwikkeld voor de suikerbieten en voor de teelt van wintertarwe/zomergerst, resp. BETA en CERA. Een TBS wordt omschreven als een eenvoudig bedienbaar computerprogramma dat functioneert als een allesomvattende vraagbaak over de teelt van één gewas (Postma, 1991). Een TBS bundelt alle beschikbare onderzoekskennis in één geheel. Kenmerkend voor een TBS is dat het perceelsspecifieke adviezen geeft aan de gebruiker (akkerbouwer).

De TBSen bestaan uit vijf onderdelen:

- Adviesgedeelte; ondersteuning bij een aantal belangrijke teeltbeslissingen.
- Naslaggedeelte; teelttechnische informatie.
- Registratiegedeelte; bedrijfsgegevens, nodig voor de advisering.
- communicatiegedeelte; aansluiting met communicatiesystemen (VITAK).
- Rapportage-gedeelte; rapportage van vastgelegde en berekende gegevens.

De selectie van de teeltbeslissingen die opgenomen zijn in het systeem is uitgevoerd aan de hand van de volgende criteria:

- belang van de beslissing
- risico; grootte van de schade bij foutieve beslissing
- frequentie
- adviesbehoefte

Uiteindelijk geeft het huidige systeem advisering bij zaai, bemesting en gewasbescherming.

Beide systemen worden momenteel getest door een aantal gebruikersgroepen. Goede begeleiding wordt beschouwd als een kritische succesfactor bij de introductie van de systemen. Wat betreft het onderhoud en de vermarkting van de systemen is nog een discussie gaande over taken, verantwoordelijkheden en financiering.

Over deze problematiek is een rapport verschenen van een workshop

'Ontwikkeling, vermarkting en onderhoud van kennisintensieve systemen' (Hilhorst en de Hoon, 1991).

##### Fruitteelt

In de fruitteelt zijn een adviessysteem voor de geïntegreerde insectenbestrijding (GABY) en een adviessysteem voor de curatieve schurftbestrijding (METY) ontwikkeld. Beide systemen worden momenteel getest in een gebruikersgroep.

METY is afhankelijk van een weerstation. Via metingen en een schurftmodel (simulatie) met enige vuistregels wordt een advies gegeven om schurft al of niet te bestrijden. Het systeem kent een nauwe en goed afgebakende functionaliteit. De weersgegevens van METY zijn (optioneel) bruikbaar om de advisering door het GABY systeem te ondersteunen.

GABY geeft adviezen tot waarnemen en bestrijden van insecten op appel. Bij de ontwikkeling van dit systeem is vooraf de afbakening gemaakt om alleen de

geïntegreerde methode te hanteren en alleen voor insecten op appel te adviseren. De voornaamste reden hiervoor: het project moest te overzien zijn en uitgevoerd worden door een klein team en met een voorspelbare tijdsbesteding. Tijdens de ontwikkeling heeft impliciet nog meer afbakening plaatsgevonden: de nadruk bij GABY ligt op advisering m.b.v. (redenerende) kennis. De benodigde registratie (bespuitingen, temperaturen) is bijzaak en kan (optioneel) worden ondergebracht in andere systemen.

Via een prototype is de essentiële functionaliteit (adviezen en bediening) uitgetest. Hierna kon pas een definitieve planning worden gemaakt. GABY kan gegevens inlezen van weerstations en registratiepakketten wanneer deze voldoen aan het met de SITU gedefinieerde interface.

Mede door de strakke afbakening is een simpel te bedienen programma ontstaan. Een programma met meer functionaliteit (b.v. registratie) wordt bijna noodzakelijkerwijs ook lastiger te bedienen. Een nadeel van het systeem is de traagheid, omdat ontwikkeld is met een geavanceerde tool (snelle ontwikkeling en aanpassing mogelijk). Dit resulteerde in een inefficiënte, veel rekentijd vergende applicatie.

In het onderhoud van het systeem is voorzien. Een 'kennisautoriteit' (ervaren materiedeskundige) zorgt voor de selectie en aanlevering van nieuwe kennis die geschikt is om in het systeem in te bouwen.

Opvallend is dat men in de akkerbouw gestreefd heeft naar het afleveren van complete systemen. De gedachte van een 'totaal systeem' is ontstaan, omdat op onderdelen bestaande losse programma's aanwezig waren. De intentie was om deze te koppelen. Dit streven heeft veel tijd, geld en moeite gekost. Uit persoonlijke gesprekken bleek, dat het achteraf gezien beter zou zijn geweest om de TBSen stapsgewijs op te bouwen. Dit was de beheersbaarheid van het project ten goede gekomen. Het is ook belangrijk gebleken om veel aandacht te schenken aan een goede projectorganisatie. Een actieve betrokkenheid van de projectdeelnemers (met name de materiedeskundigen) is een eerste vereiste om een breed draagvlak te krijgen.

In de fruitteelt heeft men goede ervaringen met een beperkt kennisgebied. Het onderzoek in de glastuinbouw heeft zich voorlopig alleen maar gericht op gewasbescherming. Op zich is dit al een duidelijke afbakening, maar dan nog moet bij eventuele vervolprojecten gewaakt worden om niet te veel in één keer te willen doen. Een projectmedewerker in de akkerbouw gaf aan dat het geen kwaad kan wanneer de testgroep geprikkeld wordt en zelf met vragen om een uitbreiding van het (voorlopige) systeem komt.

#### **4.4 Beschrijving kennisgebied**

Voor het succesvol ontwikkelen van systemen en zeker voor de ontwikkeling van kennis intensieve systemen is het belangrijk om het aandachtsterrein goed af te bakenen. In het geval van kennisintensieve systemen spreekt men over een kennisgebied of domein. Het domein van het onderhavig onderzoek is gewasbescherming en nog verder gespecificeerd naar de gewassen paprika en chrysant.

Een erg belangrijk onderdeel om mogelijkheden van geautomatiseerde ondersteuning van beslissingen na te gaan is de ontwikkeling van een demonstratiemodel. Dit is een goede manier om de toekomstige doelgroep (tuinders) te benaderen en om reacties uit te lokken. In paragraaf 4.1 is dit uitgebreid beschreven.

Daarnaast is het ook belangrijk om vanuit een meer theoretisch hoek te kijken naar de geschiktheid van het domein voor (kennis)systeemontwikkeling. Om een

Schema 4. Checklist voor de geschiktheid van het kennisgebied gewasbescherming voor de ontwikkeling van (kennis)systemen.

Criteria	paprika	chrysant
<b>domeinkennis</b>		
- kleine set begrippen	+	+
- overeenstemming experts	+/-	+/-
- consensus domeinkennis	+/-	+/-
- documentatie domeinkennis	+/-	+/-
- modellen/methodologieën	+/-	-
- kennis betrouwbaar/getest	+/-	+/-
- compleetheid van kennis	+/-	-
<b>probleemdefinitie</b>		
- probleem in prototypische gevallen te verdelen	+	+/-
- set prototypische gevallen klein	+	+
- subproblemen te onderscheiden	+	+/-
- problemen goed gedefinieerd	+	+/-
- probleemgrenzen aangegeven	+	+/-
- kleine set oplossingen	+	+
<b>functie systeem</b>		
- functie goed omschreven	+	+
<b>toekomstige gebruiker</b>		
- ervaring met computergebruik	+/-	+/-
- homogene groep	+/-	+/-
- bekend met domein	+	+
- vereisen probleembeschrijvingen weinig interactie	+/-	+/-
- vereisen oplossingen weinig uitleg	+/-	+/-
- is 'geen' oplossing acceptabel	+/-	+/-
<b>expert</b>		
- subtaken gerelateerd aan domeinkennis; aanwezigheid model	+/-	-
- strategieën expert bekend en goed gedocumenteerd	-	-
- onderscheid tussen typen kennis	+/-	+/-
- uitleg (stappen) van antwoord makkelijk	+/-	+/-

globale indruk te krijgen is gebruik gemaakt van een checklist waarin een aantal criteria zijn beschreven die de geschiktheid van het domein aangeven. In schema 4 is verkort de checklist weergegeven en zijn de criteria ingevuld voor paprika en chrysant. Toelichting op schema 4:

- domeinkennis

Het feit dat tuinders voor gewasbescherming intensief worden bijgestaan door voorlichters, begeleiders en adviseurs geeft aan dat de kennis niet is uitgekristalliseerd en dat het domein zeker niet statisch is. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de ontwikkelingen op het gebied van biologische bestrijding, het toelaten van nieuwe en het verbieden van huidige chemische middelen. Normen bij adviezen in een adviessysteem moeten gekwantificeerd worden in

plaats van kwalitatief aangeduid (bijvoorbeeld bij een advisering voor de beslissing tot gewasbescherming). Dit om waarnemingen te kunnen vergelijken en evalueren. In het tweede demonstratieprogramma is de kennis over tripsaantastingen gekwantificeerd. Voor paprika is dus een eerste aanzet gemaakt. Overigens moet nog de nodige aandacht worden besteed aan het kwantificeren van kwalitatieve normen, zoals veel, weinig, goed, matig. Zoals eerder is gemeld wordt in de chrysantenteelt (nog) veel preventief bestreden. Voor een goede curatieve bestrijding is kennis nodig over 'schadedrempels'. Momenteel is deze voor chrysant niet aanwezig. Dit beperkt de mogelijkheden van een geautomatiseerd systeem. Dit is ook de reden dat alleen voor paprika en niet voor chrysant een demo is gebouwd. De komende jaren zal in onderzoekprojecten aandacht worden besteed aan deze witte vlekken in het kennisgebied voor chrysant.

- probleemdefinitie

De beslismodellen voor gewasbescherming hebben het domein duidelijk opgedeeld in deelbeslissingen en deelactiviteiten.

Bij paprika is een onderscheid te maken in problemen op het gebied van biologische en van chemische bestrijding. Verder kunnen alle ziekten en plagen afzonderlijk worden beschouwd. Bij de chrysant neemt men vaak preventief maatregelen en werkt men met breedwerkende middelen of met meerdere middelen tegelijk tegen verschillende ziekten of plagen. De probleemdefinitie is bij chrysant wat minder duidelijk dan bij paprika.

- functie systeem

De functie van een systeem voor gewasbescherming zal dienen ter ondersteuning van de beslissingen van de tuinder door het geven van adviezen gebaseerd op ingebouwde kennis. Door gebruikmaking van geregistreerde bedrijfsinformatie zijn deze adviezen specifiek op het eigen bedrijf toegesneden.

- toekomstige gebruiker

Tuinders zijn toekomstige gebruikers van een systeem. Velen hebben al enige computerervaring. Door het gebruik van geautomatiseerde procesregelapparatuur (klimaatcomputer) bestaat er in ieder geval geen 'toetsenbordvrees'. Daarnaast is de ontwikkeling van een teeltbegeleidingssysteem voor gewasbescherming te beschouwen als een groeipad, die in eerste instantie door 'voorlopende' tuinders zal worden opgepakt.

'Geen' oplossing acceptabel: het systeem geeft aan dat het in de onderhavige situatie geen advies kan geven, bijvoorbeeld omdat dit een onwaarschijnlijk geval is (invoer nakijken op fouten). In overige situaties binnen het domein behoort het systeem met een oplossing te komen; voor 'vage' gebieden moeten materiedeskundigen oplossingen aandragen die ook ingebouwd kunnen worden.

- expert

Doordat de domeinkennis dynamisch is, zijn de meningen van de experts niet altijd gelijk. Ook is er weinig bekend en weinig gedocumenteerd over hun strategieën. Dit betekent dat het in kaart brengen van de kennis van experts een belangrijke taak zal zijn.

Geconcludeerd kan worden dat de criteria 'domeinkennis' en 'expert' de hoogste risico's inhouden voor het welslagen van een systeemontwikkeling. In een vervolgproject zal hier extra aandacht aan moeten worden besteed.

## 5. Conclusies en aanbevelingen

De resultaten van het project 'Besluitvorming voor gewasbescherming' geven zeker aanleiding om na te denken over een vervolgproject. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies van het onderzoek op een rij gezet en worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.

### Conclusies

- De beslismodellen hebben een duidelijke verdieping opgeleverd van het onderdeel gewasbescherming van het informatiemodel glastuinbouw.
  - De beslismodellen geven goed inzicht in de procedure van besluitvorming voor gewasbescherming en hebben geleid tot het aangeven van een effectieve wijze van beslissingen nemen in de vorm van een checklist.
  - De beslismodellen voor paprika en chrysant vertonen aan aantal verschillen maar ook veel overeenkomsten. Vanwege deze grote overeenkomsten mag worden verwacht dat de beslismodellen ook voor andere gewassen een goed beeld zullen geven van de besluitvorming voor gewasbescherming.
  - Tijdens het onderzoek zijn in de toetsingsfase van de beslismodellen verscheidene tuinders geïnterviewd. Dit gaf de mogelijkheid om een beeld te krijgen van de verschillen tussen de tuinders in hun aanpak van en visie over gewasbescherming. De waargenomen verschillen zijn het best te omschrijven als verschillen in mate van intensiteit waarmee de diverse onderdelen van de gewasbescherming worden doorlopen.
- In de chrysantenteelt wordt nog veel preventief bestreden. Het risico dat een tuinder wilt en durft te nemen is sterk bepalend voor het al dan niet ingrijpen.
- De verkregen informatie was niet toereikend om een koppeling te maken tussen de wijze van aanpak enerzijds en het middelenverbruik of de hoeveelheid problemen met gewasbescherming anderzijds.
- Om de mogelijkheden van geautomatiseerde beslissingsondersteuning aan te geven zijn twee demonstratieprogramma's voor paprika gemaakt. Het eerste programma was gericht op procedurele ondersteuning (een uitbreiding van de eerder genoemde checklist). De reacties waren gematigd positief, maar meer waarde werd gezien in inhoudelijke ondersteuning. Het tweede programma geeft inhoudelijke ondersteuning bij de beslissing tot gewasbescherming en middelenkeuze voor paprika. Hier is wel enthousiast op gereageerd door tuinders.
  - Normen bij adviezen in een adviessysteem moeten gekwantificeerd worden in plaats van kwalitatief aangeduid. In het tweede demonstratieprogramma is een eerste aanzet gemaakt door de kennis over tripsaantastingen kwantificeren. Bij een eventueel vervolgonderzoek moet nog de nodige aandacht worden besteed aan het kwantificeren van kwalitatieve normen, zoals veel, weinig, goed, matig.
  - Voor chrysant is geen demonstratieprogramma ontwikkeld. De belangrijkste reden is het gebrek aan kennis over schadedrempels. Zonder deze kwantitatieve gegevens is het niet goed mogelijk om de beslissing tot het al dan niet uitvoeren van een gewasbeschermingshandeling met een geautomatiseerd systeem te ondersteunen. Een programma alleen gebaseerd op bijvoorbeeld middelenkeuze leek te mager.
  - Een geautomatiseerd systeem dat beslissingen ondersteunt moet een toegevoegde waarde hebben voor de beslisser (tuinder). Een ondersteunend systeem is een aanvullend medium in het netwerk van bestaande informatiebronnen (voorlichters, begeleiders, vakbladen en collega's).
  - De resultaten van het uitgevoerd onderzoek reiken in de vorm van een checklist, de tuinder een instrument aan voor het verbeteren van de



besluitvorming en voor een grotere bewustwording voor gewasbescherming. Daarnaast is een eerste aanzet gegeven tot geautomatiseerde beslissingsondersteuning die dezelfde doelen beogen. Dit alles kan leiden tot de vermindering van de afhankelijkheid en van de omvang van het verbruik van bestrijdingsmiddelen.

#### Aanbevelingen

- De resultaten van het onderzoek naar de mogelijkheden van informatietechnologie bij de beslissingsondersteuning geven aanleiding voor een vervolgonderzoek. Er zijn voldoende perspectieven voor de ontwikkeling van een teeltbegeleidingssysteem voor gewasbescherming voor het gewas paprika.
- Om door te gaan op de ingeslagen weg is het belangrijk om op relatief korte termijn een vervolgproject te starten. Het voorstel is om op 1 januari 1992 te starten en om november 1992 een testbaar prototype afgerond te hebben. Dit geeft de mogelijkheid om in het teeltseizoen 1993 het prototype in een gebruikersgroep te testen.
- Voor het welslagen van een dergelijk project is het belangrijk om een breed draagvlak te hebben. Najaar 1991 is de periode om door het opzetten van een goede projectorganisatie een dergelijk draagvlak te creëren.
- Voor chrysaant is aanvullend onderzoek nodig naar de kwantificering van ziekten en plagen en het afleiden van schadedrempels. Dit kan de overstap van preventieve bestrijding naar meer curatieve gewasbescherming stimuleren en geeft ook meer mogelijkheden voor het ontwikkelen van een teeltbegeleidingssysteem voor gewasbescherming voor het gewas chrysaant.

#### Literatuur

- Clusterwerkgroep, 1989. Het gedetailleerde informatiemodel glastuinbouw, cluster: Inventarisatie/coördinatie. Situ, januari 1989.
- Davis G.B. en M.H. Olson, 1987. Management informatiesystemen. Schoonhoven: Academic Service: p. 204-205.
- Engel, P.G.H., 1990. Kennismanagement en informatietechnologie ter ondersteuning van de primaire landbouwkundige produktie. Agrarische Voorlichting 1/90: 6 - 9.
- Hilhorst, R.A. en P.J. de Hoon, 1991. Ontwikkeling, vermarkting en onderhoud van kennisintensieve systemen. Agrimathica B.V.
- Maas, A.A. van der, 1989. Inventarisatie naar de mogelijkheden van teeltbegeleidingssystemen in de glastuinbouw. Naaldwijk, PTG, intern verslag nr. 53.
- Postma, A., 1991. Beta en Cera rijpen op het boerenerf: Ontwikkeling teeltbegeleidingssystemen voltooid. Landbouwmechanisatie 4: 66-67.