

## **Haalbaarheidsonderzoek**

### **Detectie Mozaïekvirus**

#### **in tulpen**

Gefinancierd door:



**Uitgebracht door:** Agrarisch Kennis Centrum Noord-Holland  
Tolweg 11a  
1681 ND Zwaagdijk

**Datum:** 13 augustus 2003

In het AKC Noord-Holland participeren:

Agrarisch Onderwijscentrum 'Clusius College'  
DLV Adviesgroep nv  
Hogeschool INHOLLAND Alkmaar  
Oostwaardhoeve v.o.f.  
Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO)  
Provincie Noord-Holland  
Stichting Proefboerderij 'Van Bemmelenhoeve'  
Stichting Proeftuin Zwaagdijk  
Wellantcollege MBO Aalsmeer  
Westelijke Land- en Tuinbouw Organisatie (WLTO)

## **INHOUDSOPGAVE**

- 1. Inleiding**
  - Het idee
  - De voorbereiding
  - Fase 1
  - Fase 2
- 2. Visiotechnologie**
- 3. Alternatieven, door PPO Lisse**
  - Achtergrond
  - Voorbereiding
  - Doel
  - Alternatieve methodieken
  - 3.1 Flow cytometrie**
  - 3.2 Gerobotiseerde Real Time PCR**
  - 3.3 Preventieve methoden**
    - a. Toepassing van minerale olie
    - b. Admire in tulp
    - c. Andere methoden
  - 3.4 Conclusie**
- 4. Investeringsruimte**
  - Inleiding
  - Rekenmethode
  - Kosten gangbare manier ziekzoeken
  - Vervangend systeem
  - Onderhoud
  - Rente
  - Afschrijving
  - Vervangingswaarde vervangend systeem
  - Conclusie
- 5. Conclusies en aanbevelingen**

## BIJLAGEN

- I Interviews met:**
  - Prof. Dr. I.T. Young, TU Delft
  - Prof. J. de Baerdemaeker, Kath.Universiteit Leuven (B)
  - Dhr. R. Zeelen en dhr. J. de Knegt, TNO-TPD
  - Prof. Dr. S.M. de Jong, Universiteit Utrecht
- II Verslag Expertmeeting Bolselect**
- III Ontwikkeling van een bepalingmethode voor het mozaïekvirus in Bloembollen door dhr. T. Timmermans, ATO.**

# Haalbaarheidsonderzoek detectie Mozaïkvirus in tulpen

## 1. Inleiding

Mozaïkvirus vormt een groot probleem in de tulpensector. Handmatige selectie van zieke tulpenplanten kost jaarlijks ruim 9 miljoen Euro.

De firma Th. Apeldoorn is gespecialiseerd in de productie van bloembollen. Het bedrijf ligt in de binnenduinrand in Noord-Holland en heeft een oppervlakte van ca 80 hectare. De percelen van de firma liggen verspreid over verschillende locaties voornamelijk op de zandgronden. De belangrijkste soorten zijn tulpen en lelies. Het bedrijf levert circa 65% van haar productie aan de exportmarkt. Deze bollen moeten voor de export virusvrij worden aangeleverd. De Bloembollenkeuringsdienst controleert. Het selecteren van aangetaste bollen gebeurt tijdens het groeiseizoen in het veld op basis van visuele waarnemingen. Om dit goed te kunnen doen is veel ervaring nodig. Het kost veel tijd. Voor bepaalde cultivars kan dit oplopen tot 100 manuren per hectare. Om de virussen te bestrijden worden naast het selecteren ook bestrijdingsmiddelen ingezet (insecticiden). In de praktijk is gebleken dat tijdens bepaalde weersomstandigheden met een typische lichtinval de zieke bollen beter te zien zijn. Met dat gegeven verzocht de firma Apeldoorn eind februari 1999 het AKC Noord-Holland hen te helpen om hun idee handen en voeten te geven.

Door het virus aangetaste tulp (foto Agrifirm)



### Het Idee

Het idee van de firma Apeldoorn is om het selecteren makkelijker te maken en te verbeteren, door de selecteurs in een rijdende, afgesloten constructie (de 'ziekzoekkar') plaats te laten nemen. Deze constructie gaat over het gewas. Binnen de constructie is een bepaald soort licht aanwezig waardoor het selecteren makkelijker en vooral ook beter kan verlopen. Indien het idee slaagt, is dat van grote betekenis voor de hele sector. Het idee van de firma Apeldoorn zal naar verwachting niet alleen voor bolgewassen toepasbaar

zijn. Ook voor de aardappelteelt en voor andere gewassen lijkt het idee toepasbaar.

### De voorbereiding

In de periode maart - mei 1999 is op basis van een aantal besprekingen, een veldbezoek en een eerste "batenbeoordeling" besloten om het idee nader uit te werken. Het AKC Noord-Holland is gevraagd het projectvoorstel te schrijven.

In het voorjaar van 1999 zijn gesprekken gevoerd met het LBO in Lisse en TNO-TPD in Delft en Syntens Alkmaar. De kosten van een haalbaarheidsonderzoek bleken in eerste aanzet te hoog. Er is contact gezocht met Agrifirm, Philips Nederland projectgroep Tuinbouw en de Proeftuin Zwaagdijk. Op basis van een eerste beoordeling in het laboratorium van Philips in Eindhoven, is licht geselecteerd waarmee in het voorjaar van 2000 met de 'ziekzoekkar' geëxperimenteerd. De resultaten van dit experiment vielen tegen. Op advies van Philips is contact gezocht met het PRI in Wageningen.

Agrifirm heeft in 2001 een vooronderzoek uitgevoerd om de omvang van het probleem te verkennen. Uit dit vooronderzoek blijkt dat het selecteren alleen al voor de tulpen een kostenpost is van 9,1 miljoen euro.

In opdracht van de Firma Apeldoorn en Agrifirm heeft PRI in 2001 de haalbaarheid getoetst of met beeldvormende spectroscopie aantastingen van de bollen met virussen, te detecteren zijn. Het rapport (nota 115) van PRI draagt de titel "Detectie van aantasting van tulpen door het mozaïekvirus met behulp van beeldvormende spectroscopie" en is in augustus 2001

verschijnen. Populair gezegd betekent beeldvormende spectroscopie dat met behulp van camera's de aangetaste planten worden herkend, om vervolgens te kunnen worden gemerkt of verwijderd.

De verkenning van het PRI geeft wel mogelijkheden aan voor de toepassing van deze techniek, maar de ontwikkelende partijen zijn nog niet overtuigd van de uiteindelijke slagingskans in de praktijk.

Op basis van nota 115 van het PRI en overleg met de verschillende partijen, heeft het PRI een projectvoorstel ontwikkeld voor het vervolgtraject (PRI nota 131).

Dit traject zal in stappen worden doorlopen. Tussentijds zijn go or nogo besluiten ingebouwd. De kosten van het vervolgtraject bedraagt tussen € 1.000.000,- en € 1.500.000,-. In juni 2002 heeft een breder overleg plaatsgehad met de ontwikkelende partijen, aangevuld met een aantal telers onder leiding van de KAVB, om de vervolgstappen te bespreken. Alvorens dit traject in te gaan is, gezien de kosten en de risico's, besloten om een haalbaarheidsonderzoek uit te laten voeren waarin alle relevante aspecten en onderdelen op de haalbaarheid worden beoordeeld. Dit onderzoek is nodig om een gefundeerd besluit te kunnen nemen om het vervolgtraject al dan niet in te gaan.

Het haalbaarheidsonderzoek wordt, op verzoek van de firma Apeldoorn en Agrifirm, gecoördineerd door het AKC Noord-Holland. Het onderzoek wordt uitgevoerd in 2 fasen en moet concreet inzicht geven in de volgende punten.

### **Fase 1**

1. State of the art in visiontechnologie en beeldvormende spectroscopie. Om de risico's van een verkeerde keuze in deze fase van het project zo klein mogelijk te maken, is het noodzakelijk om te beoordelen of het toepassen van visiontechnologie en/of beeldvormende spectroscopie de aangewezen technieken zijn om de virussen in de gewassen te detecteren. Door individuele gesprekken met expertisecentra en bedrijven die zich in de visiontechnieken voor de groene toepassingen hebben gespecialiseerd, wordt bepaald of de beeldvormende spectroscopie de grootste kans op succes biedt. Als andere technieken een grotere kans op succes bieden dan zal dat in dit onderdeel van de haalbaarheidsstudie expliciet aan de orde moeten komen. Dit onderdeel zal uitgewerkt worden door het AKC in samenwerking met Syntens Alkmaar.
2. Andere (on)mogelijkheden om viruszieke bollen te detecteren worden in kaart gebracht door het PPO bloembollen in Lisse. Hierbij wordt ook een inschatting gemaakt van mogelijke technische doorbraken voor de komende 10 jaar. Immers, indien er op dit vlak doorbraken zijn te verwachten, dan wordt het selecteren in het veld d.m.v. ziekzoeken wellicht overbodig.
3. De investeringsruimte van bollentelers wordt berekend door het PPO bloembollen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de inventarisatie die Agrifirm heeft uitgevoerd waarin de omvang van het probleem en de besparingsmogelijkheden zijn geïnventariseerd.

### **Fase 2**

4. De totale kosten en de financieringsmogelijkheden wordt in beeld gebracht. De uitvoering hiervan wordt door verschillende financiële- en subsidie-experts ter hand genomen.
5. Organisatiestructuur.  
Welke organisatievorm kan het beste bij deze innovatie gekozen worden. Bij dit onderdeel gaat het ook om de juridische constructie, de eigendomsrechten, de verdeling van de kosten en de revenuen. LTO-groeiservice en/of Syntens worden bij dit onderdeel ingeschakeld.
6. In samenhang met punt 5 worden de mogelijkheden in kaart gebracht om de inbreng tot nu toe van de ontwikkelende partijen onder te brengen in het uiteindelijke project.

Het voorliggende rapport omvat de eerste fase van het onderzoek.

## 2. Visiotechnologie

Om te beoordelen of beeldvormende spectroscopie de beste (vision)techniek is om de visuele selectie in het veld (ziekzoeken) te vervangen, heeft het AKC in de periode april – juni 2003

- een viertal deskundigen geïnterviewd;
- een expertmeeting georganiseerd;
- een viertal veldbezoeken voor verschillende experts georganiseerd.

Teneinde te komen tot een antwoord op de vraag van het Productschap Tuinbouw heeft het AKC een viertal externe deskundigen geïnterviewd.

- Prof. I.T. Young van Delft University of Technology te Delft.
- Dhr. R. Zeelen, en dhr. J. de Knecht van TNO-TPD te Delft.
- Prof. Dr. S.M. de Jong van de Universiteit van Utrecht.
- Prof. J. De Baerdemaeker van de Katholieke Universiteit te Leuven (B).

De deskundigen kregen de samenvatting van PRI-nota 115 inclusief door Agrifirm aangeleverde beelden van zieke en gezonde tulpenplanten uitgereikt. De samenvatting en de beelden zijn nader door het AKC toegelicht.

Het AKC heeft verslag gemaakt van de gesprekken met de externe deskundigen en deze verslagen zijn door de deskundigen geaccordeerd. De verslagen zijn opgenomen in bijlage 1. Professor Young heeft, na ondertekening van een geheimhoudingsverklaring van het PRI, rapport 115 beoordeeld waarna een 2<sup>o</sup> interview met hem is afgenomen. Het verslag van dit interview is geaccordeerd door Professor Young.

Het AKC heeft op 17 april 2003 een expertmeeting georganiseerd met als doel nog meer inzicht te verkrijgen in de problematiek door diverse Wageningse deskundigen en betrokkenen met elkaar te laten discussiëren.

Op de expertmeeting waren aanwezig:

- Dhr. J. en P. Apeldoorn van de Fa. Th. Apeldoorn
- Dhr. H. Bleeker en dhr. T. Baltissen van Agrifirm
- Dhr. P. Tol van Syntens
- Dhr. G. v.d. Heijden, dhr. T. Schut van PRI
- Dr. Ir. J. Clevers van Universiteit Wageningen
- Dhr. G.J. Molema en dhr. J. Meuleman van IMAG
- Dhr. T. Timmermans en collega van ATO-DLO
- Dhr. Ir. R.J. van Mechelen van het AKC Noord-Holland

In bijlage 2 is een verslag van de expertmeeting opgenomen bij dit onderzoek. N.a.v de expertmeeting heeft een apart interview plaatsgevonden met ATO, over de mogelijkheden om in de schuur aan de bol metingen te verrichten.

In bijlage 3 staat een voorstel van ATO.

Tenslotte heeft het AKC de resultaten van de interviews en de expertmeeting toegelicht binnen de werkgroep "bolselect". De werkgroep staat achter de inhoud van dit rapport.

Het AKC heeft een viertal veldbezoeken georganiseerd om de deskundigen in staat te stellen de problematiek van dichtbij te bekijken. De volgende partijen hebben hiervan gebruik gemaakt:

- Dhr. H. Izeboud van Aris bv. te Eindhoven. Aris is gespecialiseerd in de automatisering van visuele inspectietaken en kwaliteitscontrole. Aris richt zich o.a. op voedingsmiddelen industrie, verpakkingsindustrie en land- en tuinbouw.
- Dhr. J. de Knecht TNO-TPD.
- Dhr. J. Ketelaars en dhr. T. Schut PRI
- Dhr. J. van Doorn en dhr. W. Hazelaar PPO.

In paragraaf 5 staan de belangrijkste conclusies en aanbevelingen aangegeven.



### 3. Alternatieven

#### Zijn er alternatieven voor een ziekzoekrobot tussen heden en over 10 jaar?

Uitgevoerd door: J. van Doorn, PPO Lisse, sectie Gewasbescherming en Diagnostiek.

#### Achtergrond

Er ligt een projectplan om een gerobotiseerde “ziekzoek kar” te ontwikkelen die, met behulp van beeldvormende spectroscopie, tulpen met symptomen van tulpenmozaïekvirus (TBV) op te sporen en eventueel te merken of te vernietigen. Het basisidee is om zo kostbare ziekzoekers te vervangen. Het PPO heeft de opdracht om te bezien of er alternatieve methoden bestaan voor ziektedetectie in zowel de plant als de bol.

#### Vorbereiding

- Overleg met o.a. Piet Apeldoorn en Rob van Mechelen (AKC).
- Rapport PRI
- Literatuur betreffende FCM, NMR, Röntgen en gerobotiseerde PCR/Real Time PCR.
- Overleg met Toon Derks (viroloog PPO) en Martin van Dam (gewasspecialist Tulp, PPO).

#### Doel

Is er een methode denkbaar, tussen heden en 2013, die voor evenveel of minder geld een goed alternatief zou kunnen betekenen voor een “ziekzoekkar”: een symptoomanalysator en een destructor van zieke tulpen.

Uitgangspunt: door ziekzoeken (aangetaste planten worden verwijderd op grond van visuele waarneming) wil men virusvrije bollen voor de export aanleveren.

De BKD spreekt zijn bezorgdheid uit over de toename van het percentage TBV in tulp de laatste 4 jaar, soms wel tot 7 % (Bloembollenvisie nieuwsbrief 14 febr. 2003); Bloembollenvisie 3 april 2003, p.64-65)

Vraag: in hoeverre is met zekerheid vast te stellen dat partijen tulpen virusvrij zijn op basis van visuele waarnemingen? Deze vraag zal niet door een robot met beeldanalyse kunnen worden verzorgd. Bij TBV in tulp is het zo, dat een boltoets verreweg het meest gevoelig is. In overweging dient genomen te worden, dat er nog meer virussen in tulp voorkomen en dat er cultivars zijn die geen symptomen laten zien terwijl er wel TBV in aanwezig is (o.a. in Yokohama).

Aan te raden is om de partij eerst steekproefsgewijs te toetsen op percentage TBV, alvorens te planten. Het jaar er op zal voornamelijk primaire infectiesymptomen opleveren. Standaard toetsing vereist kennis van het bolgewas en de betreffende virusaantasting. Voor eventuele referentie-metingen bij dit project verdient het aanbeveling PPO Bollen te betrekken, die toetsen beschikbaar heeft op alle in tulp voorkomende virussen en ervaring heeft in monsterbehandeling en de juiste toetsmomenten.

#### Alternatieve methodieken

Een aspect wat de hierna volgende alternatieven niet bieden, is een instantane labeling of vernietiging van plantmateriaal (tulp), welke ziek is bevonden. Vervanging van het ziekzoeken op een andere manier dan via optische systemen is niet mogelijk.



Verder benodigen de alternatieven, geschoold personeel en geavanceerde apparatuur, die niet goedkoop zijn.

Wat zij wel bieden, is een hogere gevoeligheid in vergelijking tot wat de optica in de robot kan leveren.

### 3.1 Flow cytometrie

Flowcytometrie (FCM) is een geautomatiseerde techniek, die fluorescente antisera (antilichamen met hier aan gekoppeld lichtgevende bolletjes) gebruikt om plantenmonsters te onderzoeken op ziekteverwekkers waartegen het antiserum is gemaakt. Hiertoe wordt "sap" gemaakt van het te onderzoeken plantenmonster, geïncubeerd met de fluorescente antisera, en vervolgens langs een detector gezogen.

Ook virusziekten kunnen worden gedetecteerd. Er is antiserum gemaakt, gericht tegen TBV dat, gekoppeld aan fluorescente bolletjes, dit virus kan aantonen in een speciaal apparaat, de flow cytometer. Plantenmonsters (in dit geval tulp) kunnen, na incubatie met het serum, in dit apparaat geslurpt worden en in enkele seconden doorgemeten worden.

Voordelen van deze techniek: hiermee kunnen aantallen virusdeeltjes worden bepaald (kwantitatieve meting). Ook kunnen meerdere ziekteverwekkers tegelijkertijd worden gedetecteerd door verschillende antisera (gericht tegen de verschillende pathogene organismen) te voorzien van aparte, met een andere kleur fluorescerende bolletjes. De metingen gaan snel; veel monsters kunnen in b.v. een uur worden gemeten. Er dient wel tijd geïnvesteerd te worden in monsterbehandeling en optimalisatie van de meting met het apparaat.

### 3.2 Gerobotiseerde Real Time PCR

Een mogelijkheid is een laboratorium op wielen waar via de gevoelige PCR test als basis een uitslag kan worden gegeven. Hiertoe dienen er wel monsters te veld te worden genomen door een medewerker, en door een andere medewerker in het mobiele lab verwerkt te worden.

De PCR (Polymerase Chain Reaction of Polymerase Kettingreactie) is een DNA vermenigvuldiging techniek, waarbij een stukje DNA of RNA naar keuze (meestal een uniek stukje, specifiek voor in dit geval TBV) miljoenen malen wordt vermenigvuldigd, zodat het zichtbaar te maken is. Deze techniek is specifiek, snel (4 uur) en gevoelig (onder laboratoriumcondities kunnen enkele cellen nog worden aangetoond). De laatste jaren heeft deze techniek een verregaande automatisering doorgemaakt; veel monsters kunnen gelijktijdig worden geanalyseerd en vaak kan isolatie van DNA (of RNA) eveneens geautomatiseerd uitgevoerd worden.

Voordelen: de haalbaarheid is hoog; apparatuur (Real Time PCR, geautomatiseerde monsterbewerking, DNA primers voor veel ziekten zijn al ontwikkeld, toepasbaar op vrijwel alle gewassen, hoge gevoeligheid, kwantitatieve uitslagen mogelijk (percentage ziekte in een plant).

Nadelen zijn dat er toch geschoold personeel nodig is; de directe vernietiging van planten is niet mogelijk (zit minimaal 4 uur tussen) en er dienen goede steekproeven genomen te worden. Deze techniek is derhalve meer geschikt om partijen bollen vòòr opplant te testen. Bovendien beschadigen bij het nemen van monsters de planten. Door de hoge gevoeligheid van deze techniek moet uitgezocht worden of aanwezigheid van een virus ook tot symptomen kan leiden. Beter gezegd: welke viruslading leidt daadwerkelijk tot symptomen? In ieder geval zal deze techniek bijdragen tot verminderde viruslading in het gewas bij toepassing in de schuurkeuring van partijen tulpenbollen.

*De meeste verbetering zal een dergelijke techniek opleveren door het te gebruiken bij schuurkeuringen van partijen tulpen.*



### 3.3 Preventieve methoden: voorkomen of verminderen van overdracht door luizen

TBV wordt, zoals ook andere plantenvirussen, verspreid door luizen. Wanneer in het veld luizenvluchten ingeperkt zouden kunnen worden, of het aanprikken van de tulpen voorkomen kan worden, dan zal de virusoverdracht en dus het aantal primair geïnfecteerde tulpen in het veld sterk kunnen verminderen. Hier is in het verleden en heden al de nodige aandacht aan besteed.

#### a. Toepassing van minerale olie

Het gebruik van minerale olie in tulp heeft altijd een gunstig effect op het voorkómen van virusoverdracht (TBV) door bladluis. Het gebruik van insecticiden (pyrethroïden) geeft meestal wisselende resultaten en minder effect.

#### b. Admire in tulp

Op zoek naar voedselplanten prikken luizen het virus op binnen 1 minuut. Op een volgende plant kan het virus net zo snel worden afgegeven. Admire doodt niet zo snel dat virusoverdracht kan worden voorkomen, hoewel het aantal prikken door koloniserende luizen wel verminderd lijkt te worden. Als aanvulling op andere maatregelen helpt dit middel mogelijk in positieve zin bij lage infectiedruk. In lelie is wel een effect gevonden: men vond minder verspreiding van het leliesymptoomloos virus.

#### c. Andere methodes (aanplant vangplanten, voorspellingen luizenvluchten e.d.)

Het eerste ligt meer op het terrein van biologische teelt; luizenvluchten zijn te voorspellen op grond van de lokale weerberichten. Meestal beginnen de eerste vluchten in mei, en kan men preventief het gewas afschermen door 1-2 maal per week te spuiten. Bij een zachte winter en een vroeg voorjaar dient men met enkele weken vervroegde luizenvluchten rekening te houden. Bovendien bestaat er verschil tussen b.v. Noord- en Zuid-Nederland wat betreft de start van de luizenvluchten.

### 3.4 Conclusie

*Op dit moment bestaat er geen alternatieve techniek die instantaan (tulpen-) planten kan beoordelen op symptomen van virus. Een gerobotiseerde, optische methode zou kunnen werken, hoewel er veel storende factoren een juiste diagnose zullen bemoeilijken. Preventieve maatregelen zoals goede schuurkeuring vooraf van te planten partijen tulpenbollen (mogelijk met moleculaire technieken) of het beperken van virusoverdracht kunnen wel eens een deel van het probleem oplossen.*





## 4. De investeringsruimte (uitgevoerd door W. Hazelaar PPO, Lisse)

### Inleiding

Stel er komt een geautomatiseerd systeem dat het probleem kan oplossen van het zoeken van TBV- besmette planten. Hoeveel kan een bollenteler dan in dit systeem investeren? Het systeem hierbij voor ogen is een gerobotiseerde “ziekzoekkar” die in staat is zieke planten van niet zieke te onderscheiden en te zorgen dat deze uit het veld verwijderd worden, dan wel door het systeem zelf dan wel door een uiterst eenvoudige en snelle menselijke handeling. Op de huidige manier moeten de zieke planten door ziekzoekers in het veld herkent en verwijderd worden, een methode die veel tijd kost en daarnaast veel specialistische kennis en vaardigheid vergt en die in veel gevallen niet voldoende blijkt om het aanwezige virus in een partij onder controle te houden.

Belangrijk is vast te stellen wat het “ziek” momenteel kost en wat de kosten zijn van de methode om dit te voorkomen dan wel te beperken. Een veelheid aan factoren heeft hier invloed op. De belangrijkste factoren van invloed op de uiteindelijke kosten zijn;

- Virusoverdracht, luizendruk.
- Aanwezige besmetting in bolmateriaal.
- Cultivar, vooral met betrekking tot gevoeligheid en de mate van zichtbaarheid.
- Beschikbare hoeveelheid kwalitatief geschikte arbeid voor ziekzoeken.

Voor tulpen is er grof weg een onderverdeling te maken op basis van cultivar, wat dan weer grotendeels op kleur van de betreffende cultivars is terug te brengen. De symptomen die in het veld door ziekzoekers zichtbaar zijn, zijn bij de gele, witte en licht roze cultivars duidelijk minder dan bij ander kleuren. Gevolg is dat aan de ene kant viruszieke planten minder goed worden uitgeselecteerd en dat daarnaast het uitselecteren meer tijd kost. Bij “makkelijke” cultivars kost het ziekzoeken minder tijd, is de teler goed in staat het percentage ziek in de partij laag te houden en is de kans dat de partij wordt afgekeurd dan ook een stuk kleiner. De teler probeert doormiddel van ziekzoeken het percentage besmette planten en bollen in een partij zo laag mogelijk te krijgen of te houden. Bij “makkelijke” cultivars zal hij /zij in staat zijn het percentage onder de 2 of zelfs 1% te krijgen en te houden met geringe inspanningen. Bij een moeilijke cultivar zal de teler grote inspanningen moeten doen om in de buurt te komen van deze percentages, met de kans dat de partij bollen in een lager kwaliteitsklasse worden ingedeeld. Een lagere klassering kan effect op de prijs van de bollen hebben.

### Rekenmethode

In onderstaande berekening zijn die kosten (relevante kosten) weergegeven die zorgen voor een verschil tussen de gangbare manier van ziekzoeken en een vervangend systeem. Door voor een aantal uitgangspunten een bandbreedte aan te geven in de kosten geeft de berekening inzicht in de variatie van mogelijke uitkomsten.

In eerste instantie worden de kosten en baten van de gangbare manier van ziekzoeken bepaald. Het alternatief mag bij gelijke prestaties maximaal hetzelfde kosten. Bij het automatisch ziekzoeken bestaan de kosten voor een belangrijk deel uit rente, afschrijving en verzekering en onderhoud. Veelal wordt dit uitgedrukt als % van de nieuwwaarde of vervangingswaarde van het productiemiddel. Het verschil tussen de relevante kosten van de gangbare methode en de overige kosten (in dit geval de kosten per hectare) van het vervangend systeem geeft de investeringsruimte die per jaar ontstaat om de jaarkosten van het alternatief te dekken. Als de percentages bekend zijn kan de maximale aanschafwaarde (=vervangingswaarde) worden bepaald.

In de bijlage is te zien met welke opbrengsten en prijzen er voor een hectare tulpen is gerekend.



## Kosten gangbare manier ziekzoeken

Bij een makkelijke cultivar zijn de volgende uitgangspunten voor het ziekzoeken vastgesteld:

- De opbrengstderving als gevolg van selecteren en aanwezig ziek, wordt geschat op 1-2%
- De benodigde tijd voor ziekzoeken wordt ingeschat op 20 tot 55 uur per hectare (Agrifirm).
- Uurloon € 16,-.
- 3,5% van de partijen tulpen wordt afgekeurd op basis van TBV.
- De kans dat een partij wordt afgekeurd is gemiddeld 3,5%, de kans dat een partij met een makkelijke cultivar wordt afgekeurd wordt lager ingeschat. Kans op afkeuring tussen de 1 en 3,5%.
- Risico op afkeuring zijn de verwachte kosten die ontstaan wanneer een partij wordt afgekeurd en de waarde van de partij verloren gaat.
- Kosten voor gewasbescherming (bespuitingen), worden niet meegenomen, aangezien deze noodzakelijk blijven bij een eventueel alternatief systeem.

Van belang is te weten wat de huidige manier van werken meer kost dan een goed werkend alternatief systeem. De kosten van afkeuring is gebaseerd op de verwachting dat een deel van een totaal aantal partijen wordt afgekeurd. Wordt een partij goedgekeurd dan is er wel sprake van opbrengstderving. De verwachte kans dat de opbrengstderving plaats vindt i.p.v. afkeuring is  $1 - \text{de kans op afkeuring}$ . Wanneer er sprake is van 1% opbrengstderving en een kans van 1% op afkeuring dan zijn de verwachte kosten voor opbrengstderving: € 415,- (zie tabel bijlage) \* 0,99 = € 411,-.

Zodoende komen we tot de volgende kosten:

<b>Kosten</b>	<i>Van</i>	<i>tot</i>	<i>Van</i>	<i>Tot</i>	
Opbrengstderving	1%	2%	€ 411	€ 735	
Aantal uur ziekzoeken	20	55	€ 320	€ 880	
Risico op afkeuring	1%	3,50%	€ 497	€ 1.738	
<b>Totaal</b>			€ 1.228	€ 3.354	per ha

In een situatie waarin er sprake is van een moeilijke cultivar, worden de cijfers echter extremer, hiervoor zijn de volgende uitgangspunten.

- Opbrengstderving als gevolg van selecteren en aanwezig ziek, wordt geschat op 2 - 4%
- De benodigde tijd voor ziekzoeken wordt ingeschat op 55 tot 90 uur per hectare (Agrifirm).
- De kans dat een partij wordt afgekeurd is gemiddeld 3,5%, de kans dat een partij met een moeilijke cultivar wordt afgekeurd wordt hoger ingeschat. Kans op afkeuring tussen de 3,5 en 8% (in 2002 werd bijvoorbeeld 8,4% van de cultivar Yokohama afgekeurd, BBC nr. 16, 2002.)
- Mogelijke prijsdaling, vanwege verandering in kwaliteitsklasse voor leverbare bollen, 10%.



Voor een moeilijke cultivar worden de verwachte kosten als volgt ingeschat:

<b>Kosten</b>	<i>van</i>	<i>tot</i>	<i>van</i>	<i>Tot</i>
Opbrengstderving	2%	4%	€ 735	€ 1.577
Prijzdaling Klasse	0%	10%		€ 4.412
Ziekzoeken	55	90	€ 880	€ 1.440
Risico afkeuring	3,50%	8%	€ 1.738	€ 3.973
<b>Totaal</b>			€ 3.354	€ 11.402

### **Vervangend systeem**

De kosten van het vervangend systeem zijn met name gerelateerd aan de investering. Kosten voor verzekering en onderhoud, rente en afschrijving kan weergegeven worden in % van de vervangingswaarde.

#### **Onderhoud**

Het mogelijk te ontwikkelen systeem zal bestaan uit een complex samenhangend geheel van mechanica, elektronica en ook besturingssoftware en zal dus onderhoudsgevoelig zijn. Er is specifieke technische kennis vereist. Er zal gebruik gemaakt worden van een aantal kwetsbare en dure (bijvoorbeeld detectie camera) onderdelen. Daarom wordt uitgegaan van een percentage voor verzekering en onderhoud van 5%.

Ter vergelijking, het onderhoudspercentage voor bijvoorbeeld mestinjecteur is 4,5%, mechanisch kasdekreiniger 5%, Trekker 4% en zelfrijzend wiedbed 4,2%.

#### **Rente**

Voor rente wordt voor duurzame productiemiddelen gerekend met 3%, op basis van lineaire afschrijving.

#### **Afschrijving**

Bij een inschatting van de afschrijving moet rekening gehouden worden met de verschillende functies/ technische eigenschappen van het systeem. Het rijdende gedeelte is waarschijnlijk het meest vergelijkbaar met andere zelfrijdende machines, een zelfrijdend wiedbed wordt afgeschreven in ongeveer 9 jaar. Verder is sprake van geautomatiseerde techniek zoals bijvoorbeeld een mechanisch kasdekreiniger, levensduur 10 jaar. Ook is er sprake van besturingssoftware, ter vergelijking, afschrijvingspercentage klimaatcomputer 15% en software klimaatcomputer 20%.

Als doorsnee hiervan wordt een afschrijving van 14% ingeschat, levensduur ruim 7 jaar.

Totale jaarkosten van het te ontwikkelen systeem bestaat uit rente (3%), verzekering en onderhoud (5%) en afschrijving (14%), dit komt op een totaal van 22% van de vervangingswaarde per jaar.

Daarnaast zal het nieuwe systeem om te kunnen werken ook een beslag leggen op arbeid. Te denken valt aan installatie en gebruiksaanwijzing bij eerste gebruik, transport naar perceel en afstelling/ programmering en bovendien zal het gewas zeer waarschijnlijk gedeeltelijk nog op andere ziekten, plagen of onregelmatigheden gecontroleerd moeten worden.



Installatie/ instructie: eenmaal per jaar per perceel	8 uur
Vorbereiding / programmering / transport: 4 keer per jaar per perceel	8 uur
Verdere gewas controle / na lopen / planten verwijderen:	<u>6 uur</u>
Totaal:	22 uur

Ook bij het vervangende systeem zal sprake zijn van selectie. In een ideale situatie zal het percentage aanwezige virus wellicht ver teruggebracht worden, maar geheel uitbannen lijkt onmogelijk. In het begin zal een hoog percentage virus in een partij leiden tot veel uitval door selectie. Echter als het systeem goed werkt wordt dit op den duur tot een laag percentage terug gebracht. Uitgaande van een goed werkend systeem wordt gerekend met een opbrengstderving van 1%.

De kosten van een vervangend systeem worden als volgt ingeschat:

<b>Vaste jaarkosten</b>	<b>% van vervangingswaarde</b>
Rente	3
Verzekering en onderhoud	5
Afschrijving	14
<b>Totaal:</b>	<b>22</b>
<b>Kosten per hectare (€/ha.)</b>	
Arbeid	352
Opbrengstderving	415
<b>Totaal:</b>	<b>767</b>

### **Vervangingswaarde vervangend systeem**

De jaarkosten op basis van de vervangingswaarde van het vervangend systeem mag gelijk zijn of lager als dat gene wat met de gangbaar manier bespaard wordt, min de kosten per hectare van het vervangend systeem. De hoogte hiervan is afhankelijk van de capaciteit van het vervangend systeem.

Bij de moeilijke cultivars, komt per hectare tussen de € 3.354,- en € 11.400,- beschikbaar. Wanneer het vervangend systeem intrede vindt en gangbaar wordt, zal de algehele kwaliteit van de bollen toenemen. In dit geval zullen de hogere kwaliteitsklassen meer standaard en beschikbaar worden en op den duur niet extra betaald worden (vraag & aanbod). In dit geval komt per hectare tussen de € 3.354,- en € 6.990,- beschikbaar.

In onderstaande tabel wordt weergegeven welk bedrag er bespaard wordt wanneer het systeem voor een bepaald aantal hectares kan worden ingezet (a.). Het verschil met de kosten per hectare van het vervangend systeem (b.) geeft het bedrag wat beschikbaar is voor de jaarkosten (c.). Het percentage van deze jaarkosten is (nl. 22%), hiermee kan bepaald worden wat de maximale vervangingswaarde (d.) van het vervangende systeem mag zijn om een gelijk bedrijfseconomisch resultaat als bij de gangbare manier te behalen. Wanneer de investeringen in het vervangend systeem lager uitvallen, dan wordt de gangbare manier van ziekzoeken minder aantrekkelijk.



Aantal Hectare		1	5	10	20
<b>a. Relevante kosten gangbaar (moeilijke cultivar)</b>	van	€ 3.354	€ 16.770	€ 33.540	€ 67.080
	tot	€ 6.990	€ 34.950	€ 69.900	€ 139.800
<b>b. Relevante kosten vervangend systeem per hectare</b>		€ 767	€ 3.835	€ 7.670	€ 15.340
<b>c. Beschikbaar voor dekking jaarkosten</b>	van	€ 2.587	€ 12.935	€ 25.870	€ 51.740
	tot	€ 6.223	€ 31.115	€ 62.230	€ 124.460
<b>d. Maximale vervangingswaarde</b>	van	€ 11.759	€ 58.795	€ 117.591	€ 235.182
	tot	€ 28.286	€ 141.430	€ 282.864	€ 565.727

## Conclusie

Stel dat het systeem voor 5 hectare kan worden gebruikt, dan wordt ertussen de € 16.770,- en € 34.950,- per jaar op ziekzoeken bespaard. Na verrekening van de kosten per hectare van het vervangend systeem blijft tussen € 12.935,- en € 31.115,- over om de vaste jaarkosten van het nieuwe systeem te dekken. Deze kosten zijn 22% van de vervangingswaarde, wat betekent dat het vervangend systeem tegen lagere kosten werkt wanneer de vervangingswaarde niet hoger is dan 4,55 (100/22) maal het bedrag dat beschikbaar is om de jaarkosten te dekken, in dit geval tussen de € 58.795,- en € 141.430,-.

## 5. Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de interviews, de expertmeeting, de veldbezoeken, aanvullende gesprekken en op basis van de verkenningen van het PPO kunnen de volgende conclusies worden getrokken en aanbevelingen worden gedaan.

### **Conclusies:**

1. Om de visuele beoordeling in het veld (ziekzoeken) mogelijkwerwijs te vervangen door een vorm van machinaal zien, zijn geen andere/betere visionotechnieken naar voren gekomen dan beeldvormende spectroscopie.
2. De kans dat beeldvormende spectroscopie het ziekzoeken succesvol, tegen aanvaardbare kosten binnen een aantal jaren, kan vervangen, wordt op basis van de eerste resultaten niet hoog ingeschat. De techniek is complex, duur en de risico's zijn groot. De eerste resultaten laten een gering verschil zien tussen ziek en gezond. Statistisch is het zelfs de vraag of er op basis van het onderzoek van het PRI wel verschil is tussen ziek en gezond. De Kolmogorov-Smirnov toets toont geen statistisch verschil aan. De oorspronkelijke gedachte dat een bepaald soort licht de verschillen tussen ziek en gezond veel duidelijker zou kunnen maken, wordt door de resultaten van het onderzoek niet bevestigd.
3. Er zijn kritische kanttekeningen geplaatst over de nauwkeurigheid van de gebruikte hellingsparameters.
4. Het ziektebeeld is moeilijk waarneembaar, varieert in de tijd en uit zich niet alleen in kleurverschillen maar ook in verschillen in patronen en vorm. De periode om een rijdende 'robot' in te zetten is zeer kort, waardoor het lastig zal worden de investeringen terug te verdienen.
5. De gebieden tussen de 500Nm – 800Nm en tussen de 1300Nm -1800Nm bieden de grootste kans op verschil tussen ziek en gezond.
6. Chlorofylfluorescentiemetingen worden door bijna alle experts genoemd als een mogelijkheid om zieke planten te kunnen onderscheiden van gezonde.
7. Naast de gehanteerde hyperspectrale metingen leveren multispectrale metingen in een aantal akkerbouwgewassen positieve resultaten op.
8. Op dit moment bestaat er geen alternatieve techniek die instantaan (tulpen-) planten kan beoordelen op symptomen van virus. Een gerobotiseerde, optische methode zou kunnen werken, hoewel er veel storende factoren een juiste diagnose zullen bemoeilijken. Preventieve maatregelen, zoals goede schuurkeuring vooraf van te planten partijen tulpenbollen (mogelijk met moleculaire technieken) of het beperken van virusoverdracht, kunnen wel eens een deel van het probleem oplossen.
9. Berekeningen van het PPO geven aan dat een bedrijf per 5 hectare tussen de € 60.000,- en € 140.000,- kan investeren in een ziekzoek vervangend systeem. Wanneer het systeem voor meer hectares ingezet kan worden kan er naar rato ook meer worden geïnvesteerd.

## **Aanbevelingen:**

Virussen vormen een groot en groeiend probleem in de bollenteelt. Het probleem is helder terwijl goede alternatieven voor de huidige praktijk van bijvoorbeeld het ziekzoeken nog niet voorhanden zijn. Het zal de komende jaren nodig blijven om te zoeken naar wegen om de partijen bloembollen zo effectief en efficiënt mogelijk virusvrij te houden. Daarin zal de sector de komende tijd zeker moeten blijven investeren.

Op basis van het onderzoek en tegen die achtergrond komt het AKC met de volgende aanbevelingen.

1. Een toegespitst vervolgonderzoek zal moeten aantonen of er, m.b.v. beeldvormende spectroscopie, betrouwbaar onderscheid gemaakt kan worden tussen zieke en gezonde planten. Dit onderzoek zal zich moeten richten op die golflengten die de meeste kans op succes bieden, de verschillen in patronen op de bladeren en op vormverschillen van de bladeren. Naast de hyperspectrale metingen verdient het aanbeveling na te gaan of multispectrale metingen de resultaten kunnen verbeteren. Bovendien verdient het aanbeveling om na te gaan of er betrouwbaardere alternatieven zijn voor de gehanteerde hellingsparameters.
2. De mogelijkheden van fluorescentiemetingen en van rechtstreekse chlorofylmetingen aan het blad, zullen nader in kaart moeten worden gebracht.
3. Het verdient aanbeveling om de mogelijkheden en de onmogelijkheden van de beoordeling van de bol in de schuur, met behulp van de modernste (DNA) technieken, nader in beeld te brengen. Voor de tulpenbollen lijkt dit op korte termijn te hoog gegrepen. Aanbevolen wordt om met een 'makkelijke' bol, b.v. de hyacint, te beginnen.
4. Naast het ziekzoeken in het veld en wellicht het meten aan de bol in de schuur, en naast de preventieve maatregelen die in dit rapport zijn genoemd, verdient het aanbeveling om een aantal brainstormsessies rondom dit probleem te organiseren. Doel van die sessies is om nieuwe creatieve ideeën en oplossingen te genereren en nieuwe invalshoeken te vinden, om het probleem van de virussen in de teelt effectief aan te pakken.
5. Door de verschillende kennisvelden die nodig zijn om het probleem aan te pakken, verdient het aanbeveling PRI, ATO en PPO uit te nodigen om met een gezamenlijk en samenhangend voorstel te komen. Hierbij is het van belang dat ook andere expertisecentra hierbij worden betrokken en dat het voorstel overzichtelijke stappen bevat die op korte termijn kunnen worden gezet.
6. Gezien het innovatieve en daarmee risicovolle karakter van het vervolgtraject, verdient het aanbeveling om naast sectorgelden ook overheidsmiddelen vrij te maken voor het vervolgtraject.