

Machinale detectie van tulpenvirus in het open veld 2013

Geautomatiseerde (machinale) detectie van TBV in volveldexperimenten
aan tulp in 2013

Baltissen Ton, Gerrit Polder, Joop van Doorn en Gerie van der Heijden

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
Onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit;
Projectnummer 3236164700/ PT nr. 14488.03
Juni 2014

© 2014 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



Ministerie van Landbouw, Natuur en
Voedselkwaliteit



De bloembollensector investeert in dit project via het Productschap Tuinbouw

Begeleidingsgroep:

Deelnemende kwekers

Organisatie	Deelnemer
Karel Bolbloemen BV	Bert Karel
Fa. Th. Apeldoorn	Piet Apeldoorn
Leek bloembollen	Pieter Leek
Wit Flowerbulbs	Nico Wit
Boon Bloembollen	John Boon
G Oud	Richard Oud
Poel Bloembollen	Louis Poel
Voorzitter	Kees Stoop

Andere leden van de begeleidingsgroep:

- Productschap Tuinbouw
- Bloembollen Keuringsdienst (BKD)
- Agro Syntens
- Agrifirm
- KAVB

Projectnummer PPO: 3236164700 PT 14488.03

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bollen, Boomkwekerij en Fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2, 2161 DW Lisse

Tel. : 0252-462199

Fax : 0252-462100

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
1.1 Algemeen.....	7
1.2 Proefopzet 2013	8
2 MATERIALEN EN METHODEN.....	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Opplant en opzet veldproef.....	11
2.2.1 Analyse blad- en bolmateriaal op TBV via ELISA	11
2.2.2 Opplant.....	11
2.2.3 Ziekzoekrobot.	15
2.2.4 Uitvoering	15
2.3 Beeldanalyse	18
3 RESULTATEN EN CONCLUSIES.....	19
3.1 Uitvoering	19
3.2 Vergelijking analyses ziekzoekers en ziekzoekkar	19
3.3 Conclusies	20
4 DISCUSSIE EN VERVOLG	21
4.1 Aanpassingen aan de ziekzoekkar in 2013	21
4.2 Matching ziekzoeken, ziekkar en ELISA.....	21
4.3 Drone	21
5 DETAIL PROEFVELD 2012-2013 EN 2014	23
5.1 Schema proefveld 2012-2013	23
5.2 Schema proefveld 2014.....	24
6 OUTPUT	27
6.1 Begeleidingscommissie vergaderingen	27
6.2 Communicatie	28
7 LITERATUUR.....	29
8 BIJLAGEN.....	31
8.1 Resultaten ziekzoekkar versus ziekzoekers.....	31
8.2 Wetenschappelijk artikel	35
8.3 Vakbladartikel Nieuwe Oogst 25 mei 2013	35
8.4 Hand-out netwerkdag september 2013.....	37

Samenvatting

Tulpenmozaïekvirus (TBV) in tulp veroorzaakt veel schade in de teelt. Om virusverspreiding door bladluizen te voorkomen moet de teler in een korte periode deze bronnen van infectie verwijderen. Een tijdrovende bezigheid, die ook specifieke deskundigheid vergt. Verder vermindert dit verwijderen ook het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen om de luizen te bestrijden. Echter, experts die dit kunnen zijn schaars. Om het gebrek aan goede ziekzoekers te compenseren, werkt Wageningen UR samen met een groep tulpentelers aan een oplossing. Gerobotiseerd ziekzoeken moet in een vroeg stadium symptomen van ziekten (TBV) in het gewas (in dit geval tulp) kunnen herkennen. Het streven is dat de ziekzoekkar minimaal even goed zoekt (selecteert) als de experts.

Proefopzet

In 2012 wist de ziekzoekkar in volvelds opgeplante Yokohama tulpen succesvol de TBV-zieke planten op te sporen. In een aantal gevallen scoorde de ziekzoekkar zelfs beter dan de ziekzoeker. In 2013 is een nieuwe proef gestart met tulpen op praktijkdichtheid geplant. In het najaar van 2012 zijn verschillende cultivars geplant op het proefveld van PPO te Lisse. Dat zijn Yokohama, cv Princes Irene en Daytona. Alleen bij Yokohama zijn 9 zieke tulpen tussen de gezond getoetste (op basis van boltoets najaar 2012) geplant. Van de andere cv's was alleen het percentage TBV bekend: 2.5 % TBV-zieke tulpen bij Princes Irene en 5 % TBV in de partij Daytona. In het voorjaar van 2013 zijn de ziekzoekers in de weken 15—20 (9 april - 17 mei 2013) gaan zoeken naar zieke planten. Daarbij werden de zieke tulpen met een stokje gemerkt. Met de ziekzoekkar zijn vervolgens van de tulpen in de proefvelden opnames gemaakt, waarbij ervoor is gezorgd dat de tulpen precies konden worden gelokaliseerd via een afstandsmeter aan een wiel en via een speciale (QR-) codering aan de zijanten van het proefveld. Er zijn geen aanpassingen aan de ziekzoekkar gemaakt in vergelijking met 2012. Naast deze op proefveld uitgevoerde metingen zijn bij een teler op een praktijkveld metingen uitgevoerd op diverse cv's.

Metingen

Er zijn gedurende de groeiperiode van cv. Yokohama, Princes Irene en Daytona 5 meetrondes uitgevoerd met de ziekzoekkar (9, 18 en 26 april; 7 en 17 mei). Meestal op dezelfde dag zochten ook de ervaren ziekzoekers naar zieke tulpen. Van alle tulpen zijn minimaal 5 keer opnames gemaakt met zowel kleurencamera's als met de multispectraal camera's.

Resultaten

De resultaten van de beeldanalyse zullen worden vergeleken met de scores van de ervaren ziekzoekers (tulp gezond of ziek) en de gegevens van de ELISA-toets. De beelden zijn beperkt geanalyseerd. De uitwerking zal naar verwachting eind 2014 plaatsvinden. Voor twee data is de kar vergeleken met de ziekzoekers. Op één datum was de kar beter op een andere dag waren de ziekzoekers beter. Vanwege het ontbreken van specifieke ELISA gegevens per plant in de beelden, moet men voorzichtig zijn met deze voorlopige conclusie. Hierbij moet nog worden opgemerkt dat de ervaren ziekzoekers heel nauwkeurig gezocht hebben: dichtbij de plant en soms werden zelfs blaadjes omgedraaid.

Vervolgonderzoek

Analyse van de beelden is gepland in 2014. In najaar 2013 zijn nieuwe proefvelden aangelegd en voorjaar 2014 hebben de ziekzoekers ziek gezocht en heeft ook de ziekzoekkar weer gereden.

Verder is en wordt er gewerkt aan consortiumvorming om de vervolgstappen te kunnen nemen.

1 Inleiding

1.1 Algemeen

TBV veroorzaakt jaarlijks veel schade in tulpen. Vooral in de witte en gele cultivars is het zelfs voor ervaren ziekzoekers heel moeilijk om aangetaste planten te vinden. Piet Apeldoorn, tulpenteler en exporteur, heeft een aantal jaren geleden het initiatief genomen om onderzoek te starten naar alternatieven voor ziekzoeken en verwijdering van aangetaste tulpen. Na een expertmeeting en laboratoriumexperimenten in 2008 is het onderzoek gestart naar de ontwikkeling van een zogenaamde “ziekzoekkar” die virussymptomen in tulp moet kunnen waarnemen, en vervolgens deze planten moet kunnen merken of bestrijden.

De teelt van tulpen kampt met aantasting door verschillende virussen, met name door het tulpenmozaïekvirus (Tulip Breaking Virus of TBV). Virusaantasting uit zich in de vorm van vaak subtiele strepen, vlekken in het blad en kleurafwijkingen in de bloemen. De aanwezigheid van het virus in de tulpenbol verlaagt de opbrengst en de kwaliteit en is een belemmering voor de export. Bij een hoge besmetting worden hele partijen afgekeurd.

In de teelt van tulpen is het gebruikelijk viruszieke planten in het open veld vroegtijdig op te sporen en te verwijderen. Dit gebeurt middels een systeem van ziekzoeken: speciaal getrainde ziekzoekers inspecteren de tulpenpercelen en verwijderen zieke planten. Deze wijze van opsporing is vermoeiend, arbeidsintensief en daardoor duur. Gemiddeld per seizoen bedraagt de arbeidsbehoefte voor het opsporen en verwijderen 40-45 uur per hectare, met uitschieters naar boven en beneden van resp. 100 en 20 uur. Bovendien is het herkennen van viruszieke planten niet eenvoudig, met name onder ongunstige weersomstandigheden. Snel en sterk wisselende intensiteiten van zonnestraling bemoeilijken een accurate visuele detectie. De handmatige selectie van zieke tulpenplanten en de schade door TBV kost naar schatting jaarlijks meer dan 9 miljoen euro.

Een groter probleem dan de kosten voor het personeel is, dat de vereiste expertise niet of nauwelijks voorhanden is: het vereist ervaring en zorgvuldigheid. Niet alle viruszieke planten worden gevonden. Bovendien is het werk vermoeiend en eentonig. Vanuit arbeid technisch oogpunt is dit sterk seizoensgebonden werk ongewenst. Het is dan ook zeer moeilijk geschikt personeel te vinden.

Daarnaast is er ook een milieutechnische reden. Om de verspreiding van het virus gedurende het teeltseizoen tegen te gaan vindt er een intensieve chemische bestrijding van luizen plaats. Naar verwachting zal binnen Europa een steeds strengere regelgeving ten aanzien van gewasbeschermingsmiddelen worden ingenomen. Zeker door de toenemende bezorgdheid om bepaalde middelen te mogen of kunnen gebruiken, is een milieuvriendelijke wijze van ziekzoeken (vroegtijdig wegnemen van virusinfectiehaarden) een aantrekkelijk alternatief.

Er zijn dus economische, arbeid technische én milieukundige redenen om virusaantasting zoveel mogelijk te voorkomen. Het streven is het percentage viruszieke tulpen in de gehele keten terug te dringen door middel van het ontwikkelen en testen van een (autonoom werkend) apparaat voor detectie en verwijdering van virus besmette (tulpen-) planten in het open veld. Daardoor zullen er economische (rendement, markt), arbeidstechnische (inzet, arbo omstandigheden, deskundigheid) én milieukundige (minder preventieve bespuitingen) voordelen te behalen zijn.

In het verleden zijn diverse studies uitgevoerd naar mogelijke oplossingen. Uit deze studies is naar voren gekomen dat de meest haalbare oplossing gebaseerd is op beeldvormende spectroscopie. Moleculaire technieken zijn niet haalbaar binnen de gewenste omvang en analysesnelheid van het vinden van zieke planten.

Vanaf 2008 zijn diverse onderzoeken uitgevoerd (van Doorn et al. 2009, 2010, 2011, 2012). Voor het realiseren van een zelfstandig werkende ziekzoekkar die zieke planten kan merken of verwijderen is een algemeen stappenplan opgesteld (fasering); in dit project 2013 werden metingen uitgevoerd op het aangelegde proefveld en bij een praktijkveld van een kweker. Analyses van de data 2013 worden in 2014 uitgevoerd.

Ook in andere gewassen werd het 'vision-systeem' getest. In bloembolgewassen is onder kascondities een goed resultaat verkregen in hyacint met primaire geelzieksymptomen ("spetters").

1.2 Proefopzet 2013

De opzet en de uitvoering van de proef voor 2013 zijn aangepast op grond van de ervaringen van 2012 en aanbevelingen van de begeleidingscommissie. De prototypes van 2012 zijn vervangen door de nieuwe camera's. Deze konden in 2012 niet tijdig geleverd worden. Verder is de ziekzoekkar niet aangepast.

De ziekzoekkar had de volgende specificaties:

A. Ziekzoekkar hardware:

Belichting

- Er is, naast de TI-buizen, LED-verlichting voor infraroodbelichting
- Field of view: voor de opnames van de planten zijn twee multispectraalcamera's ingebouwd, die onder een hoek van 45 graden opnames maken in zowel het kleurengedebiet als in het infrarood gebied
- Er is gebruik gemaakt van een kleurencamera die een opname van bovenaf maakt (lokalisatie en opnames van de QR-codes die aan de zijkant van de rails zijn bevestigd (Fig.2A).

B. Proefopzet:

- Er is een railssysteem aangelegd om exacte lokalisatie van de individuele tulpen mogelijk te maken. Dit is nodig omdat iedere individuele tulp vergeleken moet worden met het plantschema, de ELISA toets en de expertbeoordeling (Fig. 2B)
- Er zijn proefveldjes aangelegd met opgeplante Yokohama, Princes Irene en Daytona (wit-bloeiende tulp) op praktijkdichtheid plantdicht geplante tulpen (100/m²) waarvan alleen bij Yokohama via een boltoets (oktober 2012) is vastgesteld dat deze TBV-ziek waren (ELISA, uitgevoerd door BQ Support). Van de andere cv's was alleen een percentage TBV bekend.
- Er is een praktijkproef uitgevoerd (bij Neissen, 5 mei 2013) zonder rails

Vanwege budgettaire beperkingen is het plan aangepast in overleg met de begeleidingscommissie.

Voor 2013 is de doelstelling beperkt tot:

1. Detectiesysteem te velde: in 2013 worden met de ziekzoekkar beeldopnames gemaakt van gezonde en TBV-zieke tulpen op praktijkdichtheid. De doelstelling voor 2013 is het hertesten van de in 2012 ontwikkelde algoritme voor Yokohama, toepassen op twee andere cultivars op een PPO proefperceel, en toepassen van dit algoritme (eventueel met aanpassing) op cultivars op een "praktijkperceel" (zonder rails).
2. In 2013 worden de technische specificaties van de ziekzoekkar binnen dit project niet aangepast. Er wordt gemeten met de kar zoals gebruikt in 2012. Wel zal naar verwachting een aanpassing van het ontwikkelde algoritme voor de herkenning van het virus nodig zijn (andere instellingen bij de analyse).
3. Vanuit het project wordt de stap gezet naar samenwerking met de toeleverende industrie. Een werkgroep voert gesprekken met diverse bedrijven. Voor de deelname van die bedrijven aan het project is het van belang dat het project in 2013 doorgaat. Men kan zo meekijken en beter inschatten wat er nodig is voor het vervolg; mogelijk zelfs al meedoen en bijsturen! Aan de vorming van het consortium zal worden gewerkt vanuit Agriboard in nauw overleg met de kwekers en met ondersteuning vanuit Syntens (Kamer van koophandel in 2014).

Plan van aanpak 2013

- Aanleg en verzorging proefveld te PPO Lisse (tulp) vanaf nov.-december 2012 (zie rapport 2012)
- Toepassen prototype ziekzoekkar zoals in 2012 van de ziekzoekkar na opbouwen en kleine testrun
- Uitvoeren metingen in het veld bij PPO en bij een kweker: voorjaar 2013. Hiertoe is net als in 2012 (zie rapport 2012) op het proefveld een railsysteem aangelegd voor de ziekzoekkar. Op het proefveld staan de drie cultivars (Yokohama, Princes Irene en Daytona).
- Uitvoeren metingen bij kweker (praktijkveld)
- Analyses uitvoeren (computerdata van veldproeven, koppeling aan data van ziekzoekers en ELISA). Analyse per cultivar aangeboden. Dataset maken is belangrijke stap. Het uitvoeren van de analyses wordt begrensd door het beschikbare budget. Voor beschrijving van de analyses zie rapport 2012.
- Beperkte verslaglegging (beknopt rapport, format PT) en communicatie.

2 Materialen en Methoden

2.1 Inleiding

De opzet van de experimenten met de ziekzoekkar in 2013 betrof

- de aanleg en metingen aan een proefveld met verschillende tulpen cv's
- de uitvoering van een enkel experiment in de praktijk zonder rails

Najaar 2012 is een proefveld aangelegd met tulpenbollen van cv Yokohama die vooraf getoetst zijn op TBV. Daarnaast zijn volvelds bedden met prinses Irene en Daytona (een witte cv) geplant. In 2013 is in deze proefvelden ziekgezocht door zowel ziekzoekers als door de ziekzoekkar: beoordeling op gezonde en zieke tulpen.

Tijdens het uitvoeren van de metingen zijn de vision data opgeslagen op een on site computer op de ziekzoekkar. Na afloop van elke meetsessie zijn deze data on line verstuurd naar een centrale server voor verdere verwerking. Na afloop van alle metingen vond de beeldverwerking en analyse plaats (PRI Biometris) vergelijkbaar als in 2012.

2.2 Opplant en opzet veldproef

2.2.1 Analyse blad- en bolmateriaal op TBV via ELISA

Er is een batch Yokohama aangekocht die als gezond werd aangemerkt (keuring BKD). Tevens is uit een partij zieke Yokohama via boltoetsing een partij TBV-zieke bollen verzameld en standaard bewaard tot opplant.

Na de veldproef van 2013 zijn van als ziek aangemerkte tulpen (Yokohama, Princes Irene en Daytona) het tweede blad geplukt (1 maand na het koppen) en door BQ Support getoetst op zowel TBV als TVX. Dit laatste virus kan wat betreft beelden met TBV worden verward, maar komt minder vaak voor. Deze uitslagen zijn gebruikt als referentiekader: een positieve reactie in ELISA is beschouwd als "ground truth" voor de analyse van foto-beelden: de tulp is dan absoluut TBV (of TVX) geïnfecteerd.

2.2.2 Opplant.

Proefopzet ziekzoeken 2012-2013.

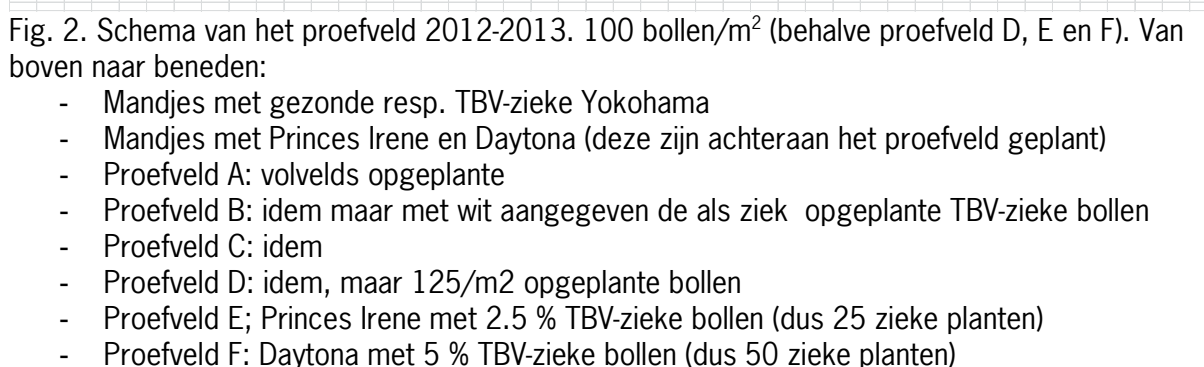
Cultivars: drie kistjes Princes Irene 2,5 % virus en 2 kratjes Daytona (5 % virus) (6/12/2012), en Yokohama (met aangegeven welke ziek zijn; rest niet getoetst maar gekocht als "gezond"). Stro erop 11 december.



Fig. 1. Proefveld na planten, december 2012 en rechts voorjaar 2013

Plantschema 2012 voor veldexperiment 2013 (zie Fig. 2; zie voor een vergrote versie Bijlage 1):

- Planten na standaard ontsmetting en bewaren bij 17- 25°C.
- Voor het planten standaard ontsmetten tegen schimmels etc. Proefveld bewerken, veuren drukken, bollen op regels 5 cm afstand, 34 stuks per veur.
- Afstand vanaf begin met meetlint vastleggen; aan de zijkant elke 5 cm wit stokje. TBV bollen: rode stok, TVX; geel?, gezonde bollen met blauw
- Proefveld 100/m²; ong. 170 cm lang en 60 cm breed; die van 125/m²
- Proefveld 125/m²: elke 4 cm een stokje
- Proefveld A: 5 x 34 gezonde Yokohama
- Proefveld B: minimaal 9 gezonde, plus 9 zieke
- Proefveld C: idem
- Proefveld D: 5 x 42 gezonde Yokohama min 9 zieke bollen
- Prinses Irene: 125 per m² (1000 bollen) = 8 meter bed
- Daytona: 125 per m² (1000 stuks) = 8 meter bed



Gedurende het groeiseizoen van de tulpen is regelmatig gespoten met middelen om luizen te bestrijden (Decis), eenmaal om onkruid te bestrijden (Asulam) en regelmatig om vuur (*Botrytis tulipae*) te voorkomen (Shirlan).

13



Fig. 3A. Rails en eerste tulpen op 8 april 2013



Fig. 3B. proefrit ziekzoekkar op 9 april 2013



Fig. 3C. Detailopnames labels en meetlijn

Om de ziekzoekrobot zo stabiel mogelijk te laten rijden, is rails aangelegd op de spoorbreedte van de wielen-asbreedte van de ziekzoekkar (Fig. 3B). Aan de zijkanten van de rails zijn op vaste afstanden (25 cm) zg. QR-codes vastgeniet voor een extra controle op de plaatsbepaling van de individuele tulpen door de ziekzoekkar (Fig. 3C). Deze nauwkeurige bepaling is nodig voor een één op één vergelijking van de resultaten met de scores van de ziekzoekers en de ELISA-uitslagen.



Fig.4. Ziekzoeker en ziekzoekkar in actie op 9 april 2013

Daarnaast is bij kweker Neissen aan de Achterweg een eenmalige proef in de praktijk uitgevoerd op 3 cultivars (o.a. Strong Gold). Na afloop zijn de als ziek aangemerkte planten (ziekzoeken is uitgevoerd door medewerkers van Neissen) gerooid en getoetst op zowel blad als bol op TBV en TVX.



Fig. 5. Ziekzoeken bij van Reisen zonder rails: detail van TBV-zieke Hermitage en overzichtsfoto.

2.2.3 Ziekzoekrobot.

Naar aanleiding van de resultaten van 2012 (goede analyse van volvelds tulpen) zijn geen aanpassingen aan de ziekzoekkar gemaakt. Wel zijn de prototype camera's vervangen door de commerciële camera's.

Voor de belichting is weer TL verlichting ($4 \times 2 \times 36\text{W} = 288\text{ W}$) gebruikt; de kleurtemperatuur was gelijk aan die van de experimenten, uitgevoerd in 2008 (Van Doorn *et al.* 2009); zie Fig.6A. daarnaast is voor de infrarood opnames aparte LED-verlichting toegepast (Fig. 6A en Fig. 6B).

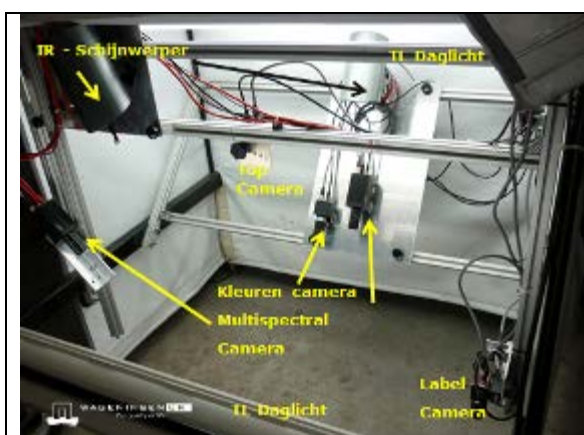


Fig.6A.Type camera's en belichting in de ziekzoekrobot



Fig.6B. Weergave van type opnames, gemaakt met de drie typen camera's in de ziekzoekrobot

2.2.4 Uitvoering

Logboek 2013 geeft beeld van de uitgevoerde activiteiten en wordt zo gearchiveerd.

3 april: start gemaakt met aanleggen veld. O.a. labels nieten op de planken.

4 april: Verdere voorbereidingen en een proefrit rijden met de kar om te zien of de rails op de juiste afstand liggen.

9 april: Eerste keer rijden met de ziekzoekkar en ook controle door de BKD. Yokohama en Prinses Irene

10 april: diverse aanpassingen aan de kar gedaan om het leklicht tegen te gaan.

15 april: Run gereden als extra controle om de werking van de camera te toetsen.

18 april: Gereden zonder de stokjes Yokohama en Prinses Irene. Hierna controle door BKD.

19 april: Run met de stokjes na de controle. Yokohama en Prinses Irene.

24 april: Extra run heen en terug. Demonstratierit voor de Masterclass.

25 april: Diverse werkzaamheden om de kar te optimaliseren.

26 april: Run gereden met de stokjes. Controle door de BKD

27 april: Run zonder de stokjes gereden.

29 april: Afspraken gemaakt om de proef in de praktijk te rijden bij van Reisen.

2 mei: Gereden in de praktijk met assistentie. Het blijkt dat het meetwiel altijd een vaste verbinding met de grond moet hebben anders treden veel storingen op. Door de bedrijfsleider van van Reisen zijn vooraf stokjes gezet bij de zieke planten.

Cultivar Hermitage: experiment 1= heen zonder stokjes, experiment 2= terug zonder stokjes, experiment 3= heen met stokjes, experiment 4= terug met stokjes. 4 planten uitgetekend stokjes genummerd 1 t/m 4

Cultivar Strong Love: experiment 5= heen zonder stokjes, experiment 6= terug zonder stokjes, experiment= 7 t/m 12 heen met stokjes. Experiment 13= terug met stokjes. Zieke planten uitgetekend met stokjes 5 en 6.

Cultivar Marichal de Jong: Experiment 14 t/m 16= heen zonder stokjes, experiment 17 t/m 26= terug zonder stokjes, experiment 27 t/m 29= heen met de stokjes, experiment 30= terug met de stokjes. Zieke planten uitgetekend met stokjes 7 t/m 49.

De stroom bij deze run hebben we zelf verzorgd met een aggregaat.

3 mei: De uitgetekende zieke planten in de drie cultivars gerooid en in de 2°C gelegd voor de toetsing op virus.

6 mei: De door de BKD uitgetekende stokjes genoteerd op het eigen proefveld. Hierna de stokjes verwijderd

7mei: Controle door de BKD en aansluitend de run met de stokjes gereden. Hierna nogmaals de stokjes genoteerd die nu door de BKD gezet zijn. Aansluitend de run gereden zonder stokjes. Warm weer en veel licht en Yokohama en Prinses Irene in bloei. De monsters die verzameld waren op het praktijkperceel voor toetsing naar BQ-support gebracht.

16 mei: ziekzoekkar gereden zonder stokjes. BKD zoekt ziek, veel TVX in de Daytona: gele stokjes. Blauwe stokjes: TBV. Visueel; bij bv Princes Irene valt op in de gekopte bloemstelen, dat het rood dooraderd is met groen. Hier en daar zijn de typische bladsymptomen van TBV zichtbaar (Yokohama). Daytona nog niet gekopt.

17 mei: laatste meting met stokjes. Hierna in tabel alle ziekbeoordeelde tulpen laten toetsen op TBV/TVX (bladtoets) plus een aantal negatieve controles. Uitslag ziekbeoordeelde tulpen (50) bij v. Neissen al bekend

Gedurende 5 meetdagen in de weken 15-20 van 2013 hebben zowel de ziekzoekkar als de ziekzoekers analyses aan de proefvelden uitgevoerd. De ziekzoekers (twee ervaren personen) markeerden TBV-zieke tulpen in de proefvelden A t/m F op basis van de karakteristieke symptomen (roodverkleuring aan de bladrand, afwijkende stand van de bladeren) met een steekhoutje. Vervolgens werden deze steekhoutjes met de ziekzoekkar via de camera's vastgelegd, waarna de steekhoutjes werden verwijderd. Op dezelfde meetdag werden dan de tulpen andermaal opgenomen door de ziekzoekkar zonder de steekhoutjes. In de beelden zijn de zieke bollen (volgens ELISA) met de gele stokjes aangegeven (Fig. 7A). Met de blauwe stokjes zijn de planten gemarkeerd die door de ziekzoekers als ziek zijn beoordeeld.

De topkleurencamera maakte een overzicht beeld van de proefvelden, waardoor de beelden later gecombineerd konden worden. Met de positie van de planten in beeld plus de data van de encoder (exacte afstand afgelegd door de ziekzoekkar) kon de exacte positie per tulp op het veld worden bepaald.

De verwerking en analyse van de beelden verliep als volgt:

- Meet-run in het veld
- Beelden kopiëren naar server
- Beelden kopiëren naar back-up schijf
- Beelden comprimeren
- QR-Code script (Label beelden)
- Encoder -> Positie bepaling script.
- Ziekzoek-run: detectie blauwe stokjes
- Creëer veld plots van top beelden
- Analyse van de beelden op zieke of gezonde plant m.b.v. de ontwikkelde algoritmen (zie van Doorn et al. 2011).



Fig. 7A. Labeling in Daytona: gele stokjes TBV, blauwe TVX (17 mei)

2.3 Beeldanalyse

De beeldanalyse is in het voorjaar van 2014 beperkt uitgevoerd. Alleen de gegevens van tweede dagen zijn uitgewerkt a.g.v. beperkt budget om volledige data analyse uit te voeren. Later in 2014 zal uitvoerige analyse plaatsvinden. Het principe van de analyse van de beelden is als volgt:

- Toepassing ontwikkelde algoritmen
- Analyse-run: segmentatie (plant versus achtergrond)
- Detectie ziekte patroon:
 - Als ziek, vertaal positie in beeld naar exacte positie.
 - Vergelijk met bol
 - Vergelijk met ziekzoeker.
 - Resultaat scores

Problemen bij de beeldanalyse 2013 waren:

- Last van leklicht, vermoedelijk omdat het railsysteem hoger lag dan in 2012.
- Geen informatie van de ELISA in de beelden, geen stokjes bij bollen die 'elisa' ziek zijn.
- Stro.
- Af en toe een beukenblaadje, welke storing gaf in de beeldanalyse.
- Prinses Irene gaat niet goed, kan niet met de huidige kenmerken worden gedetecteerd.
- Op 19 april zijn er geen metingen gedaan in Daytona. Dit is een late cv, die toen nog niet ver genoeg ontwikkeld was (tweede blad nog niet ontfouwen).

3 Resultaten en Conclusies

3.1 Uitvoering

De verwerking van de resultaten heeft op vergelijkbare wijze plaatsgevonden als gerapporteerd in rapport over 2012. De waarnemingen met de ziekzoekkar hebben in 2013 plaatsgevonden. De analyse van de data heeft deels in voorjaar 2014 plaatsgevonden en zal naar verwachting in najaar 2014 worden uitgevoerd.

3.2 Vergelijking analyses ziekzoekers en ziekzoekkar

In Tabel 1 staan de gegevens van de analyses van 19 en 27 april 2013. Bij “alleen kar” staan alleen de tulpen die door de kar ziek zijn gescoord. Bij “alleen ziekzoekers” tulpen alleen door de ziekzoekers ziek gescoord en bij “beide” tulpen door zowel de kar als de ziekzoekers ziek gescoord.

Tabel 1. Scores (ziek beoordeeld) van ziekzoekkar en ziekzoekers.

<u>datum</u>	<u>plot</u>	<u>alleen kar</u>	<u>alleen ziekzoekers</u>	<u>beide</u>
19-Apr	A Yokohama	3	2	7
	B	3	1	10
	C	4	3	11
	D	6	8	20
	Princes Irene	-	-	-
	Daytona	niet gemeten *		
27-Apr	A	3	6	2
	B	3	8	5
	C	2	6	5
	D	0	8	6
	Princes Irene	-	-	-
	Daytona	6	30	35

* te weinig ontwikkeld om symptomen te scoren.

3.3 Conclusies

Op basis van deze beperkte analyse kunnen geen goede conclusies getrokken worden. De trend is dat de ziekzoekkar op 19 april beter scoorde, maar dat de ziekzoekers later (27 april) beter scoorde. Dit is hetzelfde beeld als in 2012.

De resultaten zijn ook wisselend. Zo scoren de ziekzoekers op 19 april bijvoorbeeld op veld D 28 zieke planten en op 27 april nog maar 14. De symptomen verdwijnen of varieren dus redelijk snel. We weten niet welke planten werkelijk ziek zijn en daarom moeten we heel voorzichtig zijn met conclusies.

In de als gezond gekochte en geplante Yokohama 's zaten wel degelijk TBV zieke exemplaren volgens de objectieve ELISA meting.

De ontwikkelde algoritmen konden niet zomaar op Princes Irene worden toegepast.

De planning is dat in najaar 2014 hier verder naar gekeken gaat worden. Van groot belang om een universele analyse met de ziekzoekkar (dus cv-onafhankelijk) mogelijk te maken.

4 Discussie en vervolg

4.1 Aanpassingen aan de ziekzoekkar in 2013

Er zijn geen veranderingen aan de ziekzoekkar doorgevoerd t.o.v. de kar uit proefjaar 2012. Wel zijn de prototype camera's van 2012 vervangen door de definitieve versies, geleverd door de fabrikant.

4.2 Matching ziekzoeken, ziekkar en ELISA

Op basis van de proef van 2013 kunnen de volgende opmerkingen gemaakt worden:

Algorithme werkt niet voor Princes Irene. Nader onderzoek is nodig om na te gaan of dit eenvoudig op te lossen is. Verwachting najaar 2014

Daytona: tweede meetdag 6 ziek gevonden, terwijl er naar verwachting 50 moeten zijn.

Gezonde bollen bleken ook TBV te bevatten!

Systeem op zich werkt en is redelijk robuust.

Uitvoeren metingen met ziekzoekkar ook mogelijk zonder rails.

In najaar 2013 zijn er nieuwe proefvelden aangelegd om metingen in 2014 te kunnen uitvoeren. Die hebben ook plaatsgevonden.

Opbouw proefveld: 3 x 10 meter

Vanaf haag:

- Stronggold 15 % TBV
- Yokohama 8,5 % TBV
- Yellow Flight 10,5 % TBV

Bed: 4 regels; 1000 stuks, 10 meter lang dus 100 planten/m.

4.3 Drone

In 2013 heeft ook een drone met aan boord een hyperspectraalcamera over de proefvelden gevlogen. Helaas bleken de beelden niet te verwerken. Deze ontwikkeling kan het format van een rijdende ziekzoekkar in de toekomst wel eens vervangen, hoewel een gekoppelde actie (bv. doodspuiten van verdachte planten) lastiger wordt.



Foto 1. Drone boven PPO proefveld ziekzoeken.

5.2 Schema proefveld 2014

De gegevens van proefveld 2014 worden ook in dit rapport meegenomen.



Foto 2. Kar en ziekzoekers op proefveld 2014

Yellow Flight	Yokohama	Strong Gold	haag
---------------	----------	-------------	------

27 maart:

Eerste keer gereden. **Strong Gold** heen en terug geen storingen. De kleurenkaart nog niet gebruikt omdat ik in de veronderstelling was dat deze nog niet gearriveerd was. Wel regenachtig tijdens deze twee ritten. **Yokohama** ook zonder kleurenkaart en zonder storingen. **Yellow Flight** was de kleurenkaart gevonden. De heenrit geen storingen en terug 6 maal experiment gesloten en weer op gestart.

Controle door de BKD

De ritten met de stokjes. **Strong Gold** geen storingen maar wel een gedeelte zonder TI-licht gereden. De kleurenkaart weer gebruikt. Alle ritten zonder storingen in alle cultivars en langzaam toenemende wind en droog weer met nog wat sluierbewolking.

31 maart

Reserve rit gereden. **Strong gold** eerst twee runs met de stokjes in het bed daarna zonder de stokjes. Zonder storingen. **Yokohama** gereden op dezelfde wijze. Alle ritten zonder storingen. **Yellow Flight** ook op dezelfde wijze gereden maar dan aan het eind van de eerste rit met de stokjes een keer het programma opnieuw opgestart omdat er een storing was. Verder geen storingen tijdens het rijden.

2 april

Zijkant van het zeil bij de camera's d.m.v. stokjes iets naar buiten laten steken. Verder nog in ieder bed aan het begin een label met de cultivarnaam tussen de regels gestoken met toevoeging haag- of padzijde.

3 april

2^e meetrun gereden zonder stokjes. Eerst **Strong Gold** daarna **Yokohama** en als laatste **YellowFlight**. Steeds aan de padzijde begonnen en daarna de haagzijde. Alle ritten goed verlopen zonder storingen. Nog niet veel zon en bij het begin nog hier en daar een hele lichte waas over het blad. Vrijwel windstil.

Controle door BKD

De runs met de stokjes gereden. Zelfde volgorde en ook deze keer geen storingen. De wind was iets toegenomen en de zon was meer gaan schijnen.

10 april

3^e Meetrun zonder de stokjes gereden. Vanaf de haag begonnen dus weer eerst **Strong Gold, Yokohama** en **Yellow Flight**. Weer eerst van elk bed de padkant gereden en daarna de haagzijde. Alle ritten goed verlopen zonder storingen. Het was rustig en bewolkt weer, vrijwel geen wind.

Bespuiting met fungiciden en herbiciden door Proefbedrijf.

Controle door BKD

De run met de stokjes gereden. Zelfde volgorde en ook deze runs geen storingen gehad. Ook nu nog vrijwel geen wind en op een enkele korte periode zonneschijn na geheel bewolkt.

17 april

4^e Meetrun zonder de stokjes gereden. Volgorde **Strong Gold, Yokohama** en **Yellow Flight**. Ook nu weer eerst de padzijde gereden daarna de haagzijde. Alle ritten goed verlopen zonder storingen. Overwegend zonnig weer met een krachtige wind.

Controle door de BKD. **Strong Gold** en **Yokohama** waren de symptomen moeilijk waar te nemen. Bij **Yokohama** kon er nog op de bloemkleur en -vorm geselecteerd worden (zieke bloemen zijn iets lichter van kleur en komen niet geheel open). Bij **Yellow Flight** zijn de nu bloeiende planten veelal ook **Yokohama**. Dwalingen dus.

De runs met de stokjes gereden in dezelfde volgorde en ook geen storingen gehad tijdens het rijden. Nog steeds overwegend zonnig weer met een wind die soms krachtig werd.

6 Output

6.1 Begeleidingscommissie vergaderingen

Bijeenkomsten in 2012 en 2013 zijn gehouden met de begeleidingscommissie als geheel en met een afvaardiging uit de grote groep (werkgroep). De begeleidingscommissie bestond uit:

Deelnemende kwekers

Organisatie	Deelnemer
Karel Bolbloemen BV	Bert Karel
Fa. Th. Apeldoorn	Piet Apeldoorn
Leek bloembollen	Pieter Leek
Wit Flowerbulbs	Nico Wit
Boon Bloembollen	John Boon
G Oud	Richard Oud
Poel Bloembollen	Louis Poel
Voorzitter	Kees Stoop

Verder aanwezig in begeleidingsgroep:

- Productschap Tuinbouw: Monique Crompier
- Bloem Bollen Keuringsdienst (BKD): Nico Heemskerk en/of Martien Geerlings
- Agro Syntens: Rob van Mechelen
- Agrifirm: Ton de Witte
- KAVB: Daniëlle Kroes

De werkgroep bestond uit:

- P. Apeldoorn
- N. Wit
- L. Poel
- R. van Mechelen
- Ton Baltissen

De bijeenkomsten staan vermeld in onderstaande tabel:

Wanneer	Wie	Doel
September 2012	Begeleidingscie	Bespreken voortgang, resultaten en go/nogo
December 2012	Werkgroep	Consortiumvorming
15 maart	Kleine Werkgroep	Start projectjaar, werkzaamheden
Juni 2013	Begeleidingscie	Voortgang project en consortiumvorming
September	Kleine werkgroep	Voortgang en consortiumvorming
Mei 2014	Kleine werkgroep	consortiumvorming
Juni 2014	Kleine werkgroep	consortiumvorming

6.2 Communicatie

Medium	Onderwerp	Soort output
Wetenschappelijk tijdschrift	Vision	artikel
Vakblad	ziekzoekkar	Artikel
Masterclass	Virus en ziekzoeken	presentatie
Netwerkbijeenkomst	Virus detectie	Poster en hand-out
Open dag	ziekzoekkar	Posters
Symposium	Virus detectie	Presentatie



Foto's van de masterclass.

7 Literatuur

Baltissen Ton, Gelderblom Jaap, Jonas Roothans, Joop van Doorn en Gerrit Polder 2012
Machinale detectie van geelziek in hyacint. Toepassing van vision technieken om symptomen veroorzaakt door *Xanthomonas hyacinthi* in hyacint op te sporen. PT Consultancy project 14740.

Gelderblom Jaap, Jonas Roothans, Joop van Doorn, Ton Baltissen en Gerrit Polder 2012.
Geautomatiseerd ziekzoeken spoort geelzien in hyacint op BloembollenVisie 258: 32

Polder G. , G. W. A. M. van der Heijden, J. van Doorn, J. G. P. W. Clevers, R. van der Schoor, and A. H. M. C. Baltissen. 2010. Detection of the tulip breaking virus (TBV) in tulips using optical sensors. *Precision Agric* 11: 397-412

Van der Heijden, Gerie; Gerrit Polder, Henk Jalink en Jan Snel (2008). Inventarisatie mogelijkheden voor automatische non-destructieve detectie van tulpmozaiekvirus. PRI Rapport 140208.

Van Doorn J., T. Baltissen, R. Schreuder, G. Polder, R. van der Schoor en G. van der Heijden (2008). Haalbaarheidsstudie automatisch ziekzoeken in tulp. PPO eindrapportage (PT12997).

Van Doorn, J., G. Polder, G. van der Heijden en T. Baltissen (2010). Praktijkproef ziekzoeken, geautomatiseerde (machinale) detectie van tulpenvirus in het open veld 2009. PT rapport 13638.

Van Doorn, J., G. Polder, G. van der Heijden en T. Baltissen (2011). Geautomatiseerde (machinale) detectie van TBV in tulp: resultaten 2010. Vervolg praktijkonderzoek ziekzoeken. PT rapport 14025.

Van Doorn, J., G. Polder, G. van der Heijden en T. Baltissen (2012). Machinale detectie van tulpenvirus in het open veld 2012. Geautomatiseerde (machinale) detectie van TBV in enkel en volveldexperimenten met tulp in 2012. Vervolg praktijkonderzoek ziekzoeken. PT rapport 14488-02

Van Doorn, Joop, Ton Baltissen, Gerrit Polder en Gerie van der Heijden 2012. Ziekzoekkar vindt virus volveldsen scoort beter dan de ziekzoeker. BloembollenVisie 257: 22-23

8 Bijlagen

8.1 Resultaten ziekzoekkar versus ziekzoekers

Tabel 2. Metingen bij van Reisen, 2 mei 2013, zonder rails. Betreft drie cultivars

monster	TBV	TVX en opmerkingen
1 (=blad resp. bol) Cv Hermitage	+,+	Dus: monster bestond uit analyse van blad resp. bol; beide dus positief voor TBV en neg. Voor TVX
2 cv Hermitage	+,+	
3 cv Hermitage	+,+	
4 cv hermitage	+,+	
5 cv Strong Love	-, -	+ (alleen blad pos. voor TVX)
6 cv Strong love	+,+	
7 cv Strong Love	+,+	
8 cv Cultivar Marichal de Jong	+,+	
9 idem	+,+	
10 etc.	+,+	
11		MONSTER ONTBREEKT
12	+,+	
13	+,+	
14	+,+	
15	+,+	
16	+,+	
17	+,+	
18	+,+	
19	+,+	
20	+,+	
21	-, -	Ook geen TVX: gezond
22	+,+	
23	+,+	
24	+,+	
25	+,+	
26	+,+	
27	-, -	Ook geen TVX: gezond
28	+,+	
29	+,+	
30	+,+	
31	+,+	
32	+,+	
33	+,+	
34	+,+	
35	+,+	
36	+,+	
37	+,+	
38	+,+	
39		MONSTER ONTBREEKT

40	+, +	
41	+, +	
42	+, +	
43	+, +	
44	+, +	
45	+, +	
46	+, +	
47	+, +	
48	+, +	
49	+, +	
50	+, +	

Toelichting: de getallen van totaal door de ziekzoekers gevonden TBV-tulpen (kolom 2), de niet gevonden zieke planten (3) en de foutief als TBV-ziek gescoorde planten (kolom 4). De kolommen 5t/m 10 hebben te maken met de ziek opgeplante Yokohama's (dus die 9 stuks die in proefveldjes B, C en D zijn geplant). Uit de kolommen 2-4 blijkt dus, dat er in de als gezond gekochte en geplante Yokohama's wel degelijk TBV-zieke tulpen zaten (bv. proefveld A als gezond opgeplant: 3 zieke tulpen).

Tabel 2. Analyse van het proefveld Lisse door de ziekzoekers. Proefveld A waren gezonde Yokohama (niet van tevoren getoetst); in proefvelden B-D zijn 9 TBV zieke tulpen opgeplant tussen gezonde Yokohama (niet getoetst). Pr. Irene en Daytona zijn op 125/m² geplant; hier van was niet bekend waar zieke tulpen stonden.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Elisa			ziek geplante bollen:					
	totaal								
	ziekzoekers					blad naderhand	blad naderhand	ziekzoekers	ziekzoekers
	planten goed* ziek gescoord	gemiste* zieke planten	planten fout* ziek gescoord	tot aantal geplant	tot aantal ziek geplant	ziek geplant + Elisa pos	ziek geplant + Elisa neg	ziek geplant + ziek gescoord	ziek geplant + gezond gescoord
A	6	0	3	102	0				
B	10	3	4	102	9	6	2	4	4
C	14	2	4	102	9	8	1	5	6
D	11	7	10	102	9	5	4	3	6
Pr Irene	13	0	10	600					
Daytona	21	0	46	600					
	*volgens de Elisa	*volgens de Elisa	*volgens de Elisa						
aantal gescoord=minimaal 1 X gescoord (op 1 van de 2 datums)									

8.2 Wetenschappelijk artikel

Automatic detection of tulip breaking virus (TBV) in tulip fields using machine vision[☆]



Gerrit Polder^{a,*}, Gerie W.A.M. van der Heijden^a, Joop van Doorn^b,
Ton A.H.M.C. Baltissen^b

^a Biometris, Wageningen University, PO Box 100, 6700 AC Wageningen, The Netherlands

^b Applied Plant Research, Wageningen University, PO Box 85, 2160 AB Lisse, The Netherlands

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 November 2012

Received in revised form

28 May 2013

Accepted 30 May 2013

Tulip breaking virus (TBV) causes severe economic losses in flower bulbs in the Netherlands. To prevent further spread by aphids, the vector of the disease, infected plants must be removed from the field as soon as possible. Until now screening has been carried out by visual inspection in the field. As the availability of human experts is limited there is an urgent need for a rapid, automated and objective method of screening. Based on laboratory experiments, a vision method for use in open fields has been developed. In the period 2009–2012 field trials were carried out and the techniques were tested and improved. During the final evaluation of our system, in the last experiment (2012), the system approached the scores obtained by the experienced crop experts.

© 2013 IAGrE. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

8.3 Vakbladartikel Nieuwe Oogst 25 mei 2013

TEELTTECHNIEK

Ziekzoeken met het oog van de computer

PPO Bloembollen doet ruim vijf jaar onderzoek naar het elektronisch ziekzoeken in tulpen. De techniek die de robot gebruikt wordt steeds goedkoper en beter, waardoor de machine dichterbij de praktijk komt. Dit jaar is de eerste echte veldproef bij een teler uitgevoerd.

De resultaten van de ziekzoekrobot in het tulpenveld zijn zo veelbelovend, dat kwekers en PPO Bloembollen in Lisse inmiddels in gesprek zijn met machinebouwer Kverneland Group Mechatronics BV in Nieuw-Vennep. De afdeling Mechatronics van die fabrikant overweegt deelname aan de ontwikkeling voor de praktijk. Onderzoekers Joop van Doorn en Ton Baltissen van PPO Bloembollen zijn verheugd dat de ziekzoekrobot met camera's en computer een flinke stap dichterbij de praktijk komt.

Met enkele onderbrekingen zijn de onderzoekers ruim vijf jaar bezig met het bouwen van de zogeheten ziekzoekrobot. De telers die bij het onderzoek zijn betrokken, spreken liever van een 'testkar', omdat het nog geen echte robot is: de kar werkt nog niet vanzelf. Het hele apparaat bestaat uit een set camera's en verlichting, opgehangen in de kar en aangestuurd door een computer, het visiesysteem. De kar wordt met de hand over de tulpen getrokken.

Als de virusdetectie helemaal onder de knie is, zou de machine wel voor of achter de trekker kunnen hangen of misschien wel zelfrijdend kunnen werken. Verder in de toekomst wordt de robot misschien voorzien van een systeem om een plant dood te spuiten, een arm om de viruszieke bloembol uit het bed te halen, of op zijn minst te merken. Op die

exemplaren ook zonder kennis van virussen herkennen en verwijderen.

In tien jaar tijd zijn verschillende camera's, soorten licht en herkenningsoftware getest en volgens Van Doorn en Baltissen is de huidige techniek bijna praktijkrijp. 'De machine doet het net zo goed en soms zelfs beter dan ziekzoekers van vlees en bloed', meldt Baltissen trots. In eerdere tests beoordeelde de machine in 91 procent van de gevallen de gezonde tulpen juist. De ziekzoekers kwamen niet verder dan 88 procent. In 83 procent van de zieke tulpen had de computer het goed, maar de ziekzoekers beoordeelden alle zieke tulpen goed. Deze resultaten zijn gecontroleerd door een Elisa (virus-test) uit te voeren aan de beoordeelde tulpen. Baltissen en zijn collega's willen overigens het selectiemoment nog aanscherpen, om optimale resultaten te boeken.

TECHNIEK GOEDKOPER

De beeldherkenning met behulp van twee multispectraalcamera's en de nodige verlichting werkt echter uitstekend. Van Doorn: 'Tien jaar geleden was deze techniek nog onbetaalbaar. De camera kostte vele tienduizenden euro's. Nu zijn ze ruim tweeduizend euro en bovendien een stuk beter. Dat brengt de

roodband binnen de multispectraalcamera zorgt ervoor dat de computer de planten van de grond kan onderscheiden. De spectraalcamera maakt beelden in rood, groen en blauw en met behulp van beeldanalyse kan de computer berekenen of de roodverkleuring aan de rand van het blad TBV is of niet. Het tl-licht maakt het mogelijk gewoon door te rijden, al wordt tijdens de test nog wel telkens gestopt. De data van de computer worden nu nog in Wageningen bij PRI beoordeeld. Baltissen: 'Dat kan straks in real time, op de machine.'

ONDERZOEKSGELD

Behalve het verbeteren van de techniek is er nog een belangrijke opdracht voor de deelnemende kwekers en de onderzoekers: het vinden van middelen

om het project verder door te zetten. In het verleden wisten ze geld uit de sector via het Productschap 'Tuinbouw' te verzamelen, het innovatiefonds van Agrifirm werd benut, lampenfabrikant Philips deed mee en de provincie Noord-Holland droeg bij. Baltissen: 'Voor het komende jaar zijn we nog op zoek. Dat is lastiger nu het PT er niet meer is en daarom zoeken we ook meer samenwerking met marktpartijen, zoals Kverneland Group Mechatronics bijvoorbeeld.' Volgens directeur Ton van der Voort van der Kleij wordt nu bekeken of de machine 'commercieel haalbaar' is en of de techniek klaar te maken is voor de praktijk. Volgende maand beslist Mechatronics daarover.

HANS VAN DER LEE



De besmette tulpen zijn inmiddels met de camera's en de computer te herkennen. Nu nog een manier om de



Ton Baltissen (PPO): 'De machine presteert soms zelfs beter dan ervaren ziekzoekers.'

8.4 Hand-out netwerkdag september 2013



**PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING**
WAGENINGEN UR

Netwerk Automatisering ziekzoeken tulp

Ton Baltissen, Louis Poel

Van vroeger naar heden naar de toekomst



Doel netwerk

Het netwerk bestaat uit ca. 10 kwekers die al jarenlang betrokken zijn bij de ontwikkeling van de ziekzoekkar. Het doel van het netwerk is het begeleiden, ondersteunen en mede ontwikkelen van het automatiseren van het ziekzoeken.

De aanpak:

- Voorstudie visionsystemen
- Fase 1. Haalbaarheidsfase in laboratorium
- Fase 2. Werkend detectiesysteem open veld
 - 2009 Veld test
 - 2010 Veldtest met aanpassingen
 - 2011 Herhaling 2010 met aanpassingen
 - 2012 Accent op volvelds opgeplante tulpen
 - 2013 Praktijkperceel en consortiumvorming
- Fase 3. Werkend 'verwijderingssysteem'
 - 2012 Voorstudie
- Fase 4. Integratie detectie en verwijdering



De ziekzoekkar



Figuur 1. Ziekzoekkar van binnen.



Figuur 2. Ziekzoekkar in praktijkveld.

Resultaten 2012

Week 3: Machine vision (Crop Expert)			
	Healthy	TBV	Total
Elisa	Healthy 18 (18)	2 (2)	20
	2 (4)	18 (18)	20
Total	20 (22)	20 (18)	40

Het proefveld in 2013

Proefveld met drone voor opnames.



Figuur 3. Drone boven proefveld met tulpen met TBV. Rails voor de ziekzoekkar is zichtbaar.

Wie zijn we en wat gaan we doen?

Netwerkgroep (2013)

- Karel Bolbloemen BV
- Fa. Th. Apeldoorn
- Leek bloembollen
- Boon bloembollen
- G. Oud
- Poel Bloembollen
- Wit Flowerbulbs
- Syntens
- Agrifirm BV
- WUR PPO- Bloembollen
- WUR- PRI

Activiteiten

- Samen met Kverneland Mechatronics prototype bouwen en testen
- Vorming consortium
- Nieuwe financieringsconstructies
- Meer tulp cultivars, andere bloembollen, andere virussen en andere ziekten.
- Verbreding naar o.a. poot aardappelen

Dankwoord

Het project loopt al jaren met ondersteuning van diverse financiers: Productschap Tuinbouw, Ministerie van EZ, LTO Projectenfonds, Wageningen UR en de kwekers. Zonder die ondersteuning waren we nooit gekomen waar we nu zijn met de ontwikkeling.

Wageningen UR
PPO Bloembollen, Uisse
Ton.baltissen@wur.nl
T + 31 (0)252 462111
www.ppo.wur.nl

Contact:
Kwekers : poelbloembollen@quicknet.nl
: piapeldoorn@hotmail.com
PPO-Bloembollen : ton.baltissen@wur.nl