

# „Teelt de grond uit“ met het gewas appel

Tussentijdse PT- rapportage fase 1  
(1 juli 2009 t/m 31 december 2013)

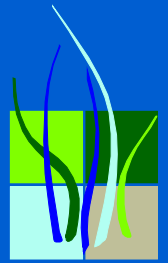
M.P. (Rien) van der Maas, P.J.H. (Peter) van Elk

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,  
onderdeel van Wageningen UR  
Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

Rapportnr. 2014-08

Juli 2014

# Teeltdegronduit



## Teelt de grond uit

Het programma Teelt de Grond uit ontwikkelt rendabele teeltsystemen voor de vollegrondstuinbouw (groenten, bloembollen, boomteelt, fruit en zomerbloemen & vaste planten) die voldoen aan de Europese regelgeving voor de waterkwaliteit. Uitgangspunt is dat de systemen naast een sterke emissiebeperking ook voordelen voor ondernemers opleveren (zoals een grotere arbeidsefficiëntie, betere kwaliteit of nieuwe marktkansen) en gewaardeerd worden door de maatschappij. Onderzoekers van Wageningen UR (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen UR Glastuinbouw en LEI) en Proeftuin Zwaagdijk werken in het programma nauw samen met telers, brancheorganisaties en adviseurs uit de sectoren. De financiers van het programma zijn het Ministerie van EZ, het Productschap Tuinbouw en diverse andere partijen.

PT projectnr. 14196

Financiers van dit onderzoek zijn het Ministerie en Economische Zaken, Landbouw & Innovatie, het Productschap Tuinbouw en de Vakgroep Blauwe Bes



Ministerie van Economische Zaken



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR  
Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

Adres : Lingewal 1, Randwijk  
: Postbus 200, 6670 AE Zetten  
Tel. : 0488 - 473702  
Fax : 0488 - 473717  
E-mail : [infofruit.ppo@wur.nl](mailto:infofruit.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

Samenvatting .....	5
1 Inleiding.....	7
1.1 Tussentijdse rapportage .....	7
1.2 Het programma Teelt de grond uit.....	7
1.3 Het project Teelt de grond uit/appel.....	7
1.3.1 Inleiding.....	7
1.3.2 Doelen.....	7
2 Materiaal en methoden. ....	9
2.1 Systeemanalyse, functie- en systeemeisen en systeemontwerp .....	9
2.2 Oriënterende vergelijking van substraten en containers voor de containerteelt van appel .....	9
2.3 Systeemontwikkeling .....	10
2.4 Economische perspectievenstudie.....	10
3 Resultaten .....	11
3.1 Systeemanalyse, functie- en systeemeisen en systeemontwerp .....	11
3.2 Vergelijking van substraten en containers.....	18
3.3 Systeemproef Randwijk .....	20
3.3.1 Systeem I .....	20
Open sleuven met pp-vrij, zwart fijn zand als substraat en gecontroleerde waterstress als groeiregulatie- methode .....	20
3.3.2 Systeem II .....	22
Rocket™pot op de grond met pp-vrij, zwart fijn zand als substraat en gecontroleerde waterstress als groeiregulatie-methode .....	22
3.3.3 Systeem III.....	23
Gesloten sleuf in de grond met pp-vrij, matig fijn wit zand als substraat en EC-variantie als groeiregulatie methode .....	23
3.4 Economische perspectievenberekening .....	24
4 Discussie en conclusies. ....	25
5 Communicatie .....	27
6 Literatuur .....	29



# Samenvatting

Het project "Teelt-de-grond-uit/appel" is tot stand gekomen omdat er een verbinding gemaakt kon worden tussen het belang van het sterk verlagen van de stikstofuitspoeling (ministerie-belang/maatschappelijk belang) en het oplossen van het probleem van specifieke bodemmoehed vanwege de intrekking van de toelating van metam-natrium-houdende middelen hiertegen (fruitteelers-belang).

Het doel van dit project was:

Ontwikkeling van substraatteelt met recirculatie voor de teelt van appel waarbij gerealiseerd wordt dat:

- er geen stikstofuitspoeling meer plaats vindt
- het bodemmoehedprobleem op niet-chemische wijze wordt opgelost
- de vruchtmaat bij de pluk gereguleerd kan worden
- het optreden van schurft met 10% wordt verminderd
- de homogeniteit in de aanplant toeneemt, leidend tot eenvoudigere arbeid, minder kosten, minder verliezen en betere homogenere, vruchtkwaliteit.

Kort na de start van het project is op voorspraak van de telers de doelstelling op de volgende manier aangepast: in plaats van "geen stikstofuitspoeling" en "recirculatie" zijn "maximaal 25 kg N/ha/jaar uitspoeling" en "zonder recirculatie" de subdoelen geworden.

Het verminderen van schurft is vertaald naar het operationele doel om de scheutgroei te beperken (minder groei indien de groei te sterk is en eerder en stabiel afsluiten van de scheutgroei). Bij minder aanwezig jong blad en bij verkorting van de periode waarin er jong blad aanwezig is krijgt de schurftepidemie minder gelegenheid zich te ontwikkelen.

Als eerste zijn er op systematische wijze, en na oriënterend onderzoek naar gebruik van containers en substraten, de volgende systeemontwerpen gemaakt:

- I. Open sleuf in de grond met *Pratylenchus Penetrans*-vrij (pp-vrij), zwart fijn zand als substraat en gecontroleerde waterstress als groeiregulatiemethode.
- II. Rocket™pot op de grond met pp-vrij, zwart fijn zand als substraat en gecontroleerde waterstress als groeiregulatiemethode.
- III. Gesloten sleuf in de grond met pp-vrij, matig fijn wit zand als substraat en EC-variatie als groeiregulatie methode.

Systeem I werd als het meest perspectiefvolle gezien en is uitgevoerd met acht behandelingen:

- Zwart fijn zand als substraat, geen groeibeperking via gecontroleerde waterstress, standaard fertigatieregime
- idem, maar met extra calcium via de fertigatie
- idem, maar met extra fosfaat via de fertigatie
- Zwart fijn zand als substraat, groeibeperking via gecontroleerde waterstress, standaard fertigatieregime
- idem, maar met extra calcium via de fertigatie
- idem, maar met extra fosfaat via de fertigatie
- Zware zavel (18-25% lutum), geen groeibeperking via gecontroleerde waterstress, standaard fertigatieregime
- Zwart fijn zand, geen groeibeperking via gecontroleerde waterstress, halvering standaard fertigatieregime en toepassing van PHC-concept (toepassing van de producten MycorDip, Biovin en Colonize AG, OPF, een organisch fertigatieproduct van PHC, Pretect en Natural Green om het bodemleven te stimuleren, opbouw van schadelijke aaltjes tegen te gaan en de kwaliteitsproductie te verhogen)

Om vanaf het tweede groeijaar gecontroleerde waterstress te kunnen toepassen is de sleufopening aan de bovenkant bij de behandelingen 4 t/m 6 versmald tot 10-15 cm.

Systeem II is uitgevoerd met en zonder groeibeperking via gecontroleerde waterstress en systeem III met twee EC niveaus, variërend per jaar op basis van voortschrijdend inzicht.

Ondanks een eerste groeijaar met ongunstige omstandigheden (laat planten, een zware winter in het jaar na planten) hebben de bomen in systeem I uiteindelijk een zeer goede start gehad, uitmondend in een hoge kwaliteitsproductie in het derde groeijaar. Indicatieve economische perspectievenberekeningen voor dit systeem zijn daarnaast dermate positief dat voldoende steun kon worden verworven van telers en financiers om het onderzoek vier jaar voort te zetten.

Van de onderzochte maatregelen bij systeem I is de toepassing van groeiregulatie via gecontroleerde waterstress vanaf het tweede groeijaar succesvol gebleken: er werd in het derde groeijaar een verhoging van de kwaliteitsproductie van 8% gevonden, conform de bevindingen uit eerder onderzoek. Daarnaast werd in het tweede groeijaar een vertragend effect gevonden van producten van Plant-Health-Cure op de opbouw van *Pratylenchus Penetrans* bij gebruik van zandgrond als sleuvulling. Waarschijnlijk zijn het vooral de vier bodemleven bevorderende PHC-producten (MycorDip, Biovin, Colonize AG, en OPF) die dit effect veroorzaken en niet de twee bladvoedingsproducten (Protect en Natural Green). In 2013 werden geen metingen aan de aaltjespopulatie verricht. Uit toekomstige waarnemingen moet blijken of de effecten op de kwaliteitsproductie en de populatie schadelijke aaltjes blijvend zijn.

Verbetering van de vruchtkwaliteit door fosfaat- of calciumfertilisatie is nog niet waargenomen. Verhoging van de fosfaatopname na fosfaatfertilisatie bij zwart, fijn zand is al wel waargenomen. De groei van bomen in de sleuven die met zware zavel gevuld zijn blijft tot en met 2013 achter in vergelijking met het gebruik van zwart, fijn zand. Dit geldt ook voor het vruchtgewicht.

In het tweede jaar is het onderzoek aan systeem II beëindigd vanwege de extreme wintervorst-schade die bij dit systeem optrad.

Systeem III is het meest innovatief maar bij aanvang als het minst perspectiefvol ingeschat. Het, overigens beperkte, onderzoek aan dit systeem geeft echter veel basiskennis over de teelt in sleuven, de benodigde plantenvoeding in dit soort systemen en voor de teelt in de vollegrond en ten slotte over de mogelijkheden van groeiregulatie via EC-variatie. Na een zwakke start, die mede veroorzaakt werd door de onbekendheid met het systeem, waren de groei, productie en de groeiregulatiemogelijkheden na verloop van tijd zodanig dat het interessant blijft om het onderzoek aan dit systeem te vervolgen.

# 1 Inleiding

## 1.1 Tussentijdse rapportage

De PT-cofinanciering van dit PT-project 14196 werd per 31 december 2013 beëindigd. Het project “Teelt de grond uit/appel” werd echter daarna voortgezet (tot 31 december 2017), ook weer met PT-cofinanciering (PT-nr.: 15036). Met PT is afgesproken dat op dit moment volstaan kan worden met een tussenrapportage die uitgebreider is dan de gewoonlijk jaarlijkse tussenrapportages, maar dat een complete eindrapportage na afloop van de huidige tweede fase wordt opgeleverd.

## 1.2 Het programma Teelt de grond uit

Het programma “Teelt de Grond uit” (Tdgu) ontwikkelt rendabele teeltsystemen voor de vollegrondstuinbouw (groenten, bloembollen, boomteelt, fruit en zomerbloemen & vaste planten) die voldoen aan de Europese regelgeving voor de waterkwaliteit. Uitgangspunt is dat de systemen naast een sterke emissiebeperking ook voordelen voor ondernemers opleveren (zoals een grotere arbeidsefficiëntie, betere kwaliteit of nieuwe marktkansen) en gewaardeerd worden door de maatschappij.

Het programma is gestart in 2009 met voorbereiden van gewasspecifieke en gewasoverkoepelende projecten uitmondend in een Teelt-de-grond-uit-workshop van 9 oktober 2009. Er zijn uiteindelijk 9 gewasspecifieke projecten gestart, waarvan één met appel.

## 1.3 Het project Teelt de grond uit/appel

### 1.3.1 Inleiding

Het project Teelt de grond uit/appel is tot stand gekomen na contact tussen PPO en NFO-kring Limburg, met name de afdeling Noord- en Midden Limburg. Hierop volgde een brainstormsessie met enkele fruittelers afkomstig van deze afdeling 10 december 2009. Daaruit bleek dat er draagvlak was voor het project, waarmee het project feitelijk gestart was. De sleutel voor het ontstaan van draagvlak was dat er met de oplossing “teelt de grond uit” (of feitelijk teelt los van de ondergrond) een verbinding kon worden gemaakt tussen het belang van het sterk verlagen van de stikstofuitspoeling (ministerie-belang/maatschappelijk belang) en het oplossen van het probleem van specifieke bodemmoehed vanwege de intrekking van de toelating van metam-natriumhoudende middelen hiertegen (fruittelers-belang). Later is NFO-afdeling Noord-Brabant Oost ook bij het project betrokken vanwege de aanwezigheid van zandgronden in dat gebied. Op grond van het regionale fruittelersbelang is PT gaan optreden als cofinancier.

### 1.3.2 Doelen

Het doel van dit project is (oorspronkelijke formulering bij aanvraag PT-cofinanciering Tdgu fase 1):

Ontwikkeling van substraatteelt met recirculatie voor de teelt van appel waarbij gerealiseerd wordt dat:

- er geen stikstofuitspoeling meer plaats vindt
- het bodemmoehedprobleem op niet-chemische wijze wordt opgelost
- de vruchtmaat bij de pluk gereguleerd kan worden
- het optreden van schurft met 10% wordt verminderd
- de homogeniteit in de aanplant toeneemt, leidend tot eenvoudigere arbeid, minder kosten, minder verliezen en betere homogenere, vruchtkwaliteit.

Kort na de start van het project is op voorspraak van de telers de doelstelling op de volgende manier aangepast: in plaats van “geen stikstofuitspoeling” en “recirculatie” zijn “maximaal 25 kg N/ha/jaar uitspoeling” en “zonder recirculatie” de subdoelen geworden.

Het verminderen van schurft is vertaald naar het operationele doel om de scheutgroei te beperken (minder groei indien de groei te sterk is en eerder en stabiel afsluiten van de scheutgroei). Bij minder aanwezig jong blad en bij verkorting van de periode waarin er jong blad aanwezig is krijgt de schurftepidemie minder gelegenheid zich te ontwikkelen.



## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Systemanalyse, functie- en systeemeisen en systeemontwerp

Op 6 en 14 april 2010 zijn brainstormsessies gehouden met experts van PPO en WUR-Glastuinbouw om gestructureerd toe te werken naar een onderzoeksstrategie en het ontwerp van proeven voor de ontwikkeling van een systeem Teelt-de-grond-uit/appel. De volgende stappen zijn doorlopen:

- Systemanalyse (op te lossen knelpunten en te benutten kansen)
- Vaststellen functie-eisen en een prioritering daarvan op basis van de systemanalyse
- Vaststellen van de gewenste methoden om aan de functies te kunnen voldoen
- Vaststellen systeem-eisen om de methoden te kunnen uitvoeren
- Ontwerp van systemen
- Vaststellen van kennislacunes en onderzoeksvragen

### 2.2 Oriënterende vergelijking van substraten en containers voor de containerteelt van appel

In 2010 is op de PPO-locatie Randwijk oriënterend onderzoek gedaan naar geschikte containers en substraten voor de containerteelt van appel.

Er zijn vijf containertypes getest op hun geschiktheid voor de teelt van appel (zie foto 1). De Rocket™pot en de standaard container zijn ook in een witte versies getest. De centrale vraag bij het onderzoek naar containers was: welke containers voorkomen het rondgroeien van wortels dan wel het ophopen van wortels bij de wand van de containers. Hierbij is uitgegaan van de veronderstelling dat deze fenomenen niet gunstig zijn voor de vitaliteit van de boom dan wel de kwetsbaarheid voor vorstschade verhogen.



Foto 1. Van links naar rechts: 1x Slitpot/wit (30 liter), 3x Rocket™pot/zwart (45 liter), 1x Accellator/zwart (60 liter), 1x Slitpot/zwart (30 liter) en 1x standaard container/zwart (60 liter).

Daarnaast zijn 3 substraten getest: zwart zand, bouwzand en kleikorrels (2-4 mm, gebroken). Alle substraten waren vrij van *Pratylenchus Penetrans*. In tabel 1 zijn analyseresultaten van zwart zand en bouwzand weergegeven.

De Rocket™pot en de standaard container zijn getest met alle substraten en kleuren (zwart en wit). De andere containers zijn beperkt getest.

Het proefras was Elstar op onderstam M.9. Er is geplant op 20 juni 2010.

Tabel 1. Analyse van het gebruikte “zwart zand” en “bouwzand” (uitvoering: BLGG)

		zwart zand	bouwzand
	Fractie (µm)		
pH		6,6	4,7
Organische stof (%)		5,3	<0,5
Koolzure kalk (%CaCO <sub>3</sub> )		0,2	<0,1
Minerale delen (granulair; %)	0-2	5	2
	2-16	4	0
	16-50	3	0
	50-105	16	0
	105-150	21	1
	150-210	21	4
	210-300	16	21
	300-420	8	47
	420-600	4	22
	600-2000	4	3
M50 mediaan µm		173	360
D60/D10 (verhoudingsgetal)		5,5	1,7

## 2.3 Systeemontwikkeling

Voor eenjarige gewassen vindt systeemontwikkeling plaats via test- en verbetercycli. Vanwege het langjarige karakter van de appelteelt zou dat veel te lang duren. Daarom is gekozen voor een enkele uitgebreide langjarige proef waarin geanticipeerd is op de belangrijkste systeemontwerp vragen en op vragen over de potentie van het waarschijnlijk meest perspectiefvolle systeem, beide geformuleerd als resultaat van de systeemanalyse, het vaststellen van functie- en systeemeisen en de systeemontwerpen (zie 2.1 en 3.1).

## 2.4 Economische perspectievenstudie

In 2013 is een economische perspectievenstudie uitgevoerd. In deze studie zijn alle benodigde inputfactoren en processen voor de productie van appels meegenomen. Erf en gebouwen zijn echter meestal buiten beschouwing gelaten. Alleen wanneer deze direct en uitsluitend ten dienste staan van het onderzochte teeltsysteem (en verschillen van het vollegrondstelsel), zijn ze meegenomen. Kapitaalgoederen die voor meerdere teelten worden gebruikt zijn naar rato van het gebruik toegerekend aan de betreffende teelt. Verdere verwerking en distributie vallen buiten de systeemgrens als deze gelijk zijn voor de drie systemen of plaatsvinden buiten het bedrijf.

Het referentiesysteem is een vollegrondsteelt op zandgrond waarbij grondontsmetting wordt uitgevoerd met Tagetes-teelt van één jaar gevolgd door biologische grondontsmetting aangevuld met een beperkte chemische grondontsmetting met de nieuwe toegestane dosering (40%) voor metam-natrium. De combinatie Tagetes-teelt gevolgd door biologische grondontsmetting is de beste niet-chemische optie tot nu toe, maar deze optie geeft nog steeds wat groeireductie in de eerste jaren ten opzichte van chemische grondontsmetting (de effecten in latere jaren moeten we nog afwachten). Vandaar de toevoeging van chemische grondontsmetting met de vanaf 2015 toegestane 40%-dosering met metam-natrium voor maximale zekerheid. Van deze dosering metam-natrium verwachten we niet dat chemische grondontsmetting, als op zich zelf staande maatregel, met zekerheid afdoende zal zijn.

De inkomsten bij het vollegrondscenario zijn berekend op basis van Junami appels met 75 procent klasse I bij een opbrengstprijs van €0,82/kg (conform prijsprognoses lange termijn 2012) minus €0,15/kg bewaar- en afzetkosten (Junami is het ras dat in het onderzoek in Randwijk gebruikt is voor het systeemontwikkelingsonderzoek en waarvoor dus gegevens bekend zijn bij toepassing van het teelt de grond uit systeem). Deze kosten zijn inclusief die voor grond, machines, losse arbeid en vaste arbeid voor de teelt, maar exclusief gebouwenkosten en kosten voor administratie en management.

## 3 Resultaten

### 3.1 Systeemanalyse, functie- en systeemeisen en systeemontwerp

#### **Systeemanalyse**

Voor de appelteelt op de zandgronden golden bij aanvang van dit project twee belangrijke knelpunten:

- Een te hoog nitraatgehalte in het grondwater (de appelteelt behoort niet tot de grootste veroorzakers ervan, maar het hoge nitraatgehalte in het grondwater zou wel invloed hebben op de stikstofgebruiksnorm voor appelteelt op zand en de appelteelt draagt anderzijds toch ook wel bij aan de verhoging van het nitraatgehalte in het grondwater).
- De chemische bestrijding van specifieke bodemmoeheid (besmetting van de grond met *Pratylenchus Penetrans*, *PP*) met metam-natriumhoudende middelen zou na 2014 niet meer zijn toegestaan, terwijl alternatieve bestrijdingsmiddelen of –methoden met vergelijkbare effectiviteit niet voorhanden waren).

Daarnaast gold dat wanneer nieuwe teeltsystemen tot verbetering zouden leiden op onderstaande aspecten de rentabiliteit van de appelteelt zou verbeteren, hetgeen bij het nieuwe systeem ook nodig is voor de compensatie van de extra kosten:

- Regulatie van scheutgroei (van belang voor drachtregulatie, vruchtkwaliteit, arbeidsreductie [met name snoei] en ziekte- en plaagpreventie).
- Regulatie van vruchtgroei (van belang voor vruchtkwaliteit, met name vruchtmaat en suiker- en calciumgehalte).
- Homogeniteit van de aanplant (van belang voor [homogene] vruchtkwaliteit en eenvoud van de arbeidsinstructie [snoei en handdunning]).

#### **Functie-eisen en prioritering**

Het nieuwe systeem moet aan de volgende specifieke aspecten, in volgorde van belang, voldoen:

- Het bodemmoeheidsprobleem wordt niet-chemisch opgelost.
- Geen uitspoeling van stikstof (later op voorspraak van de telers verruimd tot: maximaal 25 kg N/ha/jaar uitspoeling, ofwel 72% reductie van de huidige berekende uitspoeling van 89 kg N/ja/jaar bij appelteelt op zandgronden; te realiseren zonder recirculatie).
- Manipuleren van scheutgroei en vruchtgroei moet mogelijk zijn.
- Er moet een homogene aanplant moet kunnen worden gerealiseerd.

Op voorhand moet het systeem voldoen aan de volgende aspecten:

- De appelbomen moeten een groot aantal jaren een hoge kwaliteitsproductie kunnen halen en in verband daarmee een vitaal wortelstelsel hebben.
- Er mag geen wintervorstschade optreden.



## Potentiële en gewenste methoden

Per functie-eis zijn er de volgende opties voor toe te passen methoden:

Methode voor het niet-chemisch oplossen van het bodemmoetheidsprobleem:

Inherent aan telen los van de ondergrond wordt het teeltsysteem fysiek gescheiden van de lokale bodemmoede grond en wordt geteeld in een ander nader te bepalen substraat dat vrij is van bodemmoetheid, dan wel niet-chemisch vrij te maken is van bodemmoetheid. Daarnaast kan ook worden geteeld in water of in lucht in combinatie met bevochtiging met water.

Beperken stikstofuitspoeling:

In eerste instantie werd de methode van recirculatie als uitgangspunt genomen, maar later werd het concept van “droog telen” als eerste uitgangspunt genomen (“droog telen” is het, gedurende de stikstoffertigatieperiode, zodanig beperken van het drainage-percentages dat op jaarbasis maximaal 25 kg N/ha/jaar uitspoelt; buiten deze periode wordt het drainage-percentages verhoogd om zoutophoping te voorkomen of teniet te doen). Als het concept van “droog telen” niet zou lukken dan zou worden terug gevallen op recirculatie.

Als scheut- en vruchtgroei-regulatie- methoden waren voorhanden:

- Waterstress; bij appel is er goede ervaring met groei-regulatie door het gecontroleerd beperken wateraanbod (inclusief het plaatselijk watergeven met lokale zoutophopingseffecten (Boesveld et al, 2005).
- EC-stress; groei-regulatie via EC-stress is mogelijk een optie gezien de toepassing in de glastuinbouw.
- Reductie Stikstofaanbod; groei-regulatie door vermindering stikstofaanbod is nadelig voor de zeer belangrijke bloemknopvorming waarbij stikstof een belangrijke rol speelt en is daarom minder interessante optie.
- Snoei van spruit en wortel: deze methode is niet dynamisch genoeg (gedurende het seizoen moet afwisselend geremd en gestimuleerd kunnen worden).
- Beperken van wortelontwikkeling (in ruimte en tijd): niet dynamisch genoeg (gedurende het seizoen moet afwisselend geremd en gestimuleerd kunnen worden).
- Opleggen van zuurstofstress aan de wortels: de toepassing in een buitenteelt van meerdere hectares lijkt te moeilijk.
- Variëren van worteltemperatuur: een dynamische toepassing lijkt te kostbaar in de buitenteelt op grotere oppervlakken, bijvoorbeeld 20ha.
- Verdamping reguleren via luchtvochtigheid of instraling; niet toepasbaar in buitenteelten.
- Chemische vormen van beperken van wateropname door de plant; hier is nog weinig over bekend.

*Conclusie 1: groei-regulatie via water- en EC-stress zijn perspectiefvolle opties om te gebruiken/te onderzoeken;*

Homogene aanplant realiseren:

De homogeniteit kan waarschijnlijk worden vergroot door het toepassing water- of EC-stress: door de extra verdamping van grotere bomen ontstaat er meer stress in het substraat waardoor een sterkere groei-rekking optreedt; en bij kleinere planten gebeurt het tegenovergestelde.

*Conclusie 2: waterstress of EC-stress toepassing zijn waarschijnlijk de meest perspectiefvolle opties om te gebruiken/te onderzoeken (bij waterstress leidt dit tot de keuze voor minerale substraten met enige waterbuffering in de gewenste stressniveaus om de realisatie te vergemakkelijken en risico's te beperken)*

Met betrekking tot de algemene functie-eisen die op voorhand gelden kan het volgende worden gesteld:

- Bij teelt in substraten lijken organische substraten voor gebruik in de appelteelt uitgesloten omdat zij over een periode van 10 jaar of langer hoogstwaarschijnlijk niet stabiel zijn vanwege de afbraak die ook bij minder afbreekbare organische substraten optreedt.
- Voor het voorkomen van wintervorstschade is de warmtebuffering van de bodem de meest voor de hand liggende optie. Hierbij is het telen met het wortelstelsel in de grond gunstiger dan met het wortelstelsel op de grond. Het kunstmatig verwarmen van wortelstelsels in de winter wordt als te duur, niet duurzaam en niet praktisch genoeg beoordeeld. In verband met de gewenste warmtebuffering vallen NFT-systemen af (NFT: nutrient film techniek).

Voor watersystemen is de warmtebuffering in de winter technisch nog wel te realiseren, maar dat wordt niet praktisch en niet economisch haalbaar geacht voor de fruitteelt.

*Conclusie 3: organische substraten zijn waarschijnlijk niet geschikt en de warmtebuffering van de bodem moet kunnen worden benut om wintervorstschade te voorkomen.*

Het combineren van de verschillende conclusies en de overige opmerkingen over optionele methoden leiden tot de volgende methodekeuzes:

- Teelt in minerale substraten (vrij of niet-chemisch vrij te maken van *Pratylenchus Penetrans*)
- Groeiregulatie door waterstress of EC-stress (met voorkeur voor waterstress-sturing omdat dit proces bij appel al onderzocht en kwantitatief beschreven is en in de vollegrondsteelt enigszins wordt toegepast)
- Sleuventeelt en eventueel containerteelt.

### **Systeem-eisen**

De ruimtelijke ontwerp-opties voor teelt los van de ondergrond zijn:

- Enkele plant (pot); het enkele-plant-systeem heeft als voordeel dat plantgrootte en groeiverschillen genivelleerd worden bij toepassing waterstress en EC-stress: door de extra verdamping van grotere bomen ontstaat er meer water- of EC-stress in het substraat en bij kleinere planten gebeurt het tegenovergestelde.
- Plantrij (goot); dit is een optie die de telers hebben aangedragen en waarschijnlijk het goedkoopst is en waarbij de nivellering van groei en boomgrootte tot op zekere hoogte op de zelfde manier gerealiseerd kan worden.
- Plantbed (bak/bed); het plantbed-systeem is vanwege de omvang van de huidige fruitbomen en de noodzaak tot ondersteuning niet een voor de hand liggende optie. Daarnaast is deze optie het minst geschikt om via water of EC-stress groeiregulatie mogelijk te maken en homogeniteit in de aanplant te realiseren omdat de regen teveel de toepassing van gecontroleerde waterstress verstoort.

*Conclusie: het enkele-plant-systeem en plantrijstelsel zijn interessante opties; plantbedstelsel niet.*

In of op de grond

Het was niet duidelijk of een appelteelt in potten, goten of bedden boven de grond mogelijk is in verband met het overleven van wintervorst. Bij aanvang kon hierover geen duidelijkheid worden verkregen en bleef teelt in potten of containers een optie. Vanwege problemen met de constructie werd de optie van bovengrondse sleuven niet realistisch geacht. Bij een latere terugkoppeling met fruittelers van NFO-afdeling Brabant-Oost op 2 februari 2011 bleek er om die reden een sterke voorkeur voor systemen in de grond te bestaan.

Watergeefstelsel

De volgende benaderingen zijn mogelijk:

- Van bovenaf water geven in combinatie met draineren (bij pot of sleuf: fertigatie; bij bed/bak fertigatie en/of beregening met "bovenover" beregening of via minisprinklers).
- Van onderop via eb-en-vloed-systemen; bij regulatie door waterstress is "eb en vloed" niet nauwkeurig genoeg, aangezien dat tot ongewenste groeischokken zou leiden; bij regulatie door EC-stress zou ongecontroleerde ophoping van zouten bovenin het substraat kunnen ontstaan.

*Conclusie: water moet van bovenaf gegeven worden*

## Ontwerp van systemen

In de bovenstaande beschouwing is het pot-in-pot systeem als een optie aangemerkt. Dit systeem wordt vooral toegepast om watervoorziening en bemesting via eb-en-vloed mogelijk te maken en kleine planten ondersteuning tegen omwaaien te bieden. Beide redenen zijn voor de fruitteelt in dit kader niet relevant (er moet van boven af water gegeven worden en ondersteuning is vanwege de boomhoogte toch nodig). Het enige voordeel ten opzichte van potten op de grond zou de warmtebuffering in de winter kunnen zijn. De warmtebuffering van pot-in-pot-systemen is ten opzichte van sleuventeelt echter minder groot. Omdat verwacht wordt dat fruitbomen minstens tussen de 50 en 100 liter substraat nodig hebben voor het handhaven van de vitaliteit over een periode van 10 tot 15 jaar wordt het pot-in-pot-systeem als te kostbaar en te moeilijk uitvoerbaar beschouwd.

Op basis van de systeemeisen konden de volgende systemen als perspectiefvol worden aangemerkt (in volgorde van prioriteit):

1. Sleuf in de grond gevuld met grond die vrij is van schadelijke aaltjes (of aaltjesvrij te maken is op niet chemische wijze) en enige waterbuffering heeft bij de gewenste waterstressniveaus. Dit in combinatie met fertigatie, een open sleuf voor inbrengen organische stof waarbij opening smal genoeg is zodat de input van regen niet storend is bij het toepassen van de waterstress en met gebruik van de methode "groeiregulatie via waterstress"
2. Pot op de grond/in de grond, (verder als 1)
3. Sleuf in de grond gevuld met makkelijk drainerend substraat vrij van schadelijke aaltjes (grof zand, kleikorrels, e.a.), in combinatie met fertigatie, het buitensluiten van regenval vanwege het te grote effect op EC in combinatie met methode "groeiregulatie via EC-stress"
4. Pot op de grond/in de grond, (verder als 3)

## Kennislacunes/onderzoeksvragen

- Hoe lang kan een appelboom vitaal gehouden worden bij teelten met een beperkt wortelvolumen?
- Zwart fijn zand (ofwel "Brabants" zand, namelijk organischestofhoudend zand afkomstig van de dekzandgebieden in Brabant en Noord-Limburg) is ideaal voor het tijdelijk toepassen van gecontroleerde waterstress of het stimuleren van groei met water zonder zuurstoftekort in de grond te krijgen (kleigronden zijn hier minder geschikt voor). Het enige nadeel is dat na verloop van jaren de populatie van *Pratylenchus Penetrans* toeneemt. Vraag: zijn er methoden om deze opbouw te voorkomen of te vertragen?
- In welke mate kan, in systemen met een beperkt wortelvolumen met zwart fijn zand, de scheut- en vruchtgroei beïnvloed worden via de watervoorziening?
- Hoe en in welke mate kan, in systemen met een beperkt wortelvolumen met zwart fijn zand, de vruchtkwaliteit beïnvloed worden via bemesting via fertigatie?
- Hoe en in welke mate kan, in systemen met een beperkt wortelvolumen, de scheut- en vruchtgroei en vruchtkwaliteit beïnvloed worden via EC-variatie?
- Welke substraathouder en welk substraat is geschikt voor een teeltsysteem waarin geteeld wordt in een container met een watergeefstrategie waarbij continu 20-40% overdrain gerealiseerd wordt. Bij deze strategie zou groeiregulatie via variatie van de EC eventueel mogelijk zijn. Deze vraag is van belang voor het fysieke ontwerp van het systeem en is daarom als uitgangspunt genomen voor oriënterend onderzoek in 2010 (zie 2.2 en 3.2)

## Proefontwerp Randwijk

Op basis van bovenstaande overwegingen, conclusies en onderzoeksvragen in combinatie met budgettaire overwegingen is uiteindelijk gekozen voor het opnemen van 3 systemen voor een meerjarige proef vanaf 2011:

- IV. Open sleuf in de grond met *Pratylenchus Penetrans*-vrij (pp-vrij), zwart fijn zand als substraat en gecontroleerde waterstress als groeiregulatiemethode.
- V. Rocket™-pot op de grond met pp-vrij, zwart fijn zand als substraat en gecontroleerde waterstress als groeiregulatiemethode.
- VI. Gesloten sleuf in de grond met pp-vrij, matig fijn wit zand als substraat en EC-variantie als groeiregulatie methode.

Het sleufontwerp kan als het volgt worden omschreven (zie ook foto's 1b en 1c):

- Breedte sleuf: 30 cm.
- Diepte sleuf: 50 cm substraat met daaronder, afgescheiden door wit geotextiel, 5 tot 15 cm grind met een drainbuis.
- Scheiding sleuf en grond: zwart dik folie met aan de binnenkant geotextiel; een tweede laag geotextiel scheidt het substraat en het grind.

De materiaalkeuze moet nog geoptimaliseerd worden.

In combinatie met de plantafstand van 100 cm leidt dat tot een substraatvolume van 150 liter per boom. Vanwege het inklinken van het zwarte zand is het uiteindelijk substraatvolume hierbij 120 liter.

Foto 1b en 1c: aanleg van de sleuven in het voorjaar van 2011.



Systeem I werd als het meest perspectiefvolle gezien en is uitgevoerd met acht behandelingen (behandelingsnummers 1 t/m 6, 9 en 10):

1. Zwart fijn zand als substraat, geen groeibeperking via gecontroleerde waterstress, standaard fertigatieregime
2. Als 1, maar met extra calcium via de fertigatie
3. Als 1, maar met extra fosfaat via de fertigatie
4. Als 1, maar met groeibeperking via gecontroleerde waterstress
5. Als 4, maar met extra calcium via de fertigatie
6. Als 4, maar met extra fosfaat via de fertigatie
  
9. Zwarte zavel (18-25% lutum), geen groeibeperking via gecontroleerde waterstress, standaard fertigatieregime
10. Zwart fijn zand, geen groeibeperking via gecontroleerde waterstress, halvering standaard fertigatieregime en toepassing van PHC-concept (toepassing van de bodemleven bevorderende producten MycorDip, Biovin en Colonize AG en OPF, een organisch fertigatieproduct van PHC om onder meer de opbouw van schadelijke aaltjes tegen te gaan; daarnaast toepassing van bladvoedingsproducten Pretect en Natural Green om de vitaliteit, het weerstandsvermogen en de kwaliteitsproductie te verhogen)



Om vanaf het tweede groeijaar gecontroleerde waterstress te kunnen toepassen is de sleufopening aan de bovenkant bij de behandelingen 4 t/m 6 versmald tot 10-15 cm.

Systeem II is uitgevoerd met 2 behandelingen (behandelingsnummers 7 en 8): met en zonder groeibeperking via gecontroleerde waterstress.

Systeem III is ook uitgevoerd met 2 behandelingen (behandelingsnummers 11 en 12), namelijk met twee EC niveaus, variërend per jaar op basis van voortschrijdend inzicht.

De proef, bestaande uit de 12 bovenstaande behandelingen, is uitgevoerd als gewarde blokkenproef met vier herhalingen en experimentele eenheden (veldjes) met bruto 10 bomen per veldje (2 bufferbomen, 1 bestuiverboom en 7 meetbomen). Het proefras is Junami en onderstam is M.9. De bomen zijn geplant op 20 juni 2011. Het plantmateriaal was tot die tijd in de koeling bewaard en in winterrust. De rijafstand is 300 cm en de afstand tussen de bomen 100 cm. De fertigatie wordt uitgevoerd met 3 druppelaars per boom (1.8 l/uur/druppelaar) elk op 33 cm afstand van elkaar.

## 3.2 Vergelijking van substraten en containers.

Uit de vergelijking van containers bleek dat de wortelgroei bij de Rocket™pot zich het minst concentreerde tegen de wand van de container (zie foto's 2 t/m 5). Hierbij was er visueel geen verschil tussen de witte en de zwarte variant. Door de tuitvormige structuur groeien de wortels naar buiten toe, waarna de groeipunten afsterven na contact met het licht of uitdrogen. Als gevolg hiervan wordt waarschijnlijk nieuwe wortelvorming binnenin de container gestimuleerd. De bovengrondse groei was bij de minerale substraten erg goed en niet afhankelijk van substraat of container. De groei bij gebruik van de kleikorrels bleef achter, wellicht door de lage pH's die optrad en door interactie met het substraat en het niet bufferen van het effect van het ammoniumgebruik. De groei bij de substraten zwart fijn zand en bouwzand was weelderig (zie foto's 6 en 7).

Op grond van de resultaten is gekozen voor de Rocket™pot als container. Als substraat voor EC-sturing is het bouwzand gekozen vanwege de goede drainerende eigenschappen.

Foto 2 t/m 5. Wortelgroei tegen de wanden van de Rocket™pot (links boven), standaard container (rechts boven), Accellerator (links onder) en Slitpot (rechts onder) bij zwarte wandkleur en gebruik van bouwzand als substraat.



Foto 6 en 7. Overzichtsfoto's genomen op 7 juli 2010 (links), kort na het planten, en 23 september 2010, drie maanden na planten, met vooraan de rij met zwart fijn zand als substraat.



## 3.3 Systeemproof Randwijk

### 3.3.1 Systeem 1

Open sleuven met pp-vrij, zwart fijn zand als substraat en gecontroleerde waterstress als groeiregulatie-methode

Na de zware winter van 2011/'12 vertoonden de bomen zowel in de sleuven als in de vollegrond wat vorstscheuren en kwam de scheutgroei wat laat op gang. Waarschijnlijk door het late planten en het laten hangen van enkele vruchten was het aantal bloemen en daarmee de dracht in het tweede groeijaar beperkt. Daarna zijn de bomen in de sleuven stevig doorgegroeid, leidend tot een volgroeid en productief gewas in 2013 (zie foto 7b) . Zie tabel 2 voor de gerealiseerde producties en vruchtgewichten bij de behandelingen met optimale watergift. Ondanks de nadelige omstandigheden bij de start (laat planten en zware winter), ligt de productie in het derde groeijaar al boven de KWIN-norm hetgeen aantoont dat de productiviteit bij sleuventeelt zeer goed is. Het goede vruchtgewicht in het derde groeijaar en de goede knopbezetting in oktober 2013 bevestigen dit.

Foto 7b. Systeem I, behandeling 4 op 1 oktober 2013.



**Tabel 2.** Productie en vruchtgewicht Systeem I, gemiddelde van behandelingen 4 t/m 6

Junami	1 <sup>e</sup> groeijaar		2 <sup>e</sup> groeijaar		3 <sup>e</sup> groeijaar	
	Proef	KWIN *)	Proef	KWIN	Proef	KWIN
Ton/ha **)	1	0	9	24	44	36
Vruchtgewicht (g)	83		195		177	

\*) volgens Kwantitatieve Informatie Fruitteelt 2009/2010 (Heijerman-Peppelman en Roelofs, 2010)

\*\*) bruto ha, inclusief 10% oppervlak voor kopakkers, windsingels en aan- en afvoerpaden

De sleuenteelt is een systeem waarmee de mogelijkheden om met gecontroleerde waterstress de groei, productie en vruchtmaat te sturen, veel beter benut kunnen worden dan in de vollegrondteelt. Vanaf het tweede groeijaar worden in de proef twee watergiftregimes- vergeleken: watergift voor maximale groei (streefwaarde zuigspanning in de grond: hele jaar 10-20 kPa; behandelingen 1 t/m 3) en watergift voor minder groei, behoud van vruchtmaat en hogere dracht (streefwaarde zuigspanning in juli: 50-70 kPa en daarbuiten 10-20 kPa; behandelingen 4 t/m 6). De resultaten laten in 2013 een productiestijging zien bij een gelijkblijvende vruchtmaat (zie tabel 3). De boomvolumes zijn bij (gecontroleerde) waterstress getalsmatig lager, maar niet significant verschillend (zie tabel 3).

**Tabel 3.** Boomvolume in het najaar, productie en vruchtgewicht na toepassen van gecontroleerde waterstress in 2012 en 2013 in vergelijking met watergift voor maximale groei

Junami	2 <sup>e</sup> groeijaar		3 <sup>e</sup> groeijaar	
	Maximale groei	Waterstress	Maximale groei	Waterstress
Boomvolume (m <sup>3</sup> /boom)	1.10	0.99	1.71	1.61
Ton/ha *)	8.8	8.9	41.1	44.3 **)
Vruchtgewicht (g)	197	191	177	177

\*) bruto ha, inclusief 10% oppervlak voor kopakkers, windsingels en aan- en afvoerpaden

\*\*) statistisch significant 8% hoger dan productie bij 'maximale groei'

Bij de meeste behandelingen bij Systeem I zijn sleuven gevuld met pp-vrij zwart fijn zand. Het is echter ook mogelijk om de sleuven te vullen met zware zavel, zoals bij behandeling 9 is gebeurd. In de volle grond starten appelbomen beter op pp-vrij, zwart fijn zand dan op zavel- of kleigrond. Verder moet bedacht worden dat bij sleuenteelt de structuuropbouw eerst nog op gang moet komen wat vooral voor de vulling met zware zavel of klei geldt. Ondanks de geforceerde start in 2011 (snel vullen van de sleuven en gelijk planten in juni 2011) zijn de producties bij de zavel-sleuf goed bij iets lagere vruchtgewichten: 8.7 ton/ha met vruchtgewicht 166 gr/vrucht in 2012 en 40.7 ton/ha en 164 gr/vrucht in 2013 (gerekend met bruto hectares). Met meer aandacht voor structuuropbouw bij kleivulling zijn de resultaten waarschijnlijk nog beter. Het voordeel van kleivulling is dat bij herinplant niet meer ontsmet hoeft te worden en het sleuvenstelsel voor meerdere teeltcycli is te gebruiken. Opvallend is dat het boomvolume aan het eind van het derde groeijaar bij de zavel-sleuf het laagst is van alle behandelingen (ook in vergelijking met Systeem III, behandeling 11; zie 3.3.3): 1.12 m<sup>3</sup>/boom (significant lager dan alle andere behandelingen in de proef met uitzondering van behandeling 12 bij systeem III). Gezien het verlies in vruchtgewicht mag het boomvolume als te laag worden beoordeeld.

Bij gebruik van zwart zand geeft sleuenteelt overigens de mogelijkheid om via inundatie de grond te ontsmetten zoals ook bij de bollenteelt gebeurt. Hierdoor kunnen telers het sleuvenstelsel en de vulgrond voor een volgende teeltcyclus opnieuw gebruiken, dan wel gelijk bij de start eerst de grond ontsmetten.

Bij de monitoring van schadelijke aaltjes stelden we in augustus 2012 vast dat bij de behandeling 10 nog geen schadelijke aaltjes aanwezig waren, terwijl we in de referentiebehandeling (behandeling 1) de eerste aaltjes konden tellen sinds het planten in juni 2011 (gemiddeld 7 per 100 ml bij duplo-bemonstering). In het PHC-monster bleken voldoende tot veel Dorylaimida-roofaaltjes te zitten hetgeen volgens BLGG AgroXpertus duidt op een vitaal bodemvoedselweb.

De komende jaren moet blijken of de schadelijke aaltjes voldoende lang wegblijven of zich minder snel vermenigvuldigen dan bij de referentiebehandeling om de boomvitaliteit, de kwaliteitsproductie en/of de levensduur significant te verhogen.

Bij sleuventeelt is de boom veel afhankelijker van fertigatie waardoor er ook veel meer mogelijkheden zijn om de groei en vruchtkwaliteit te beïnvloeden. In de proef wordt onderzocht hoe bij gebruik van zwart fijn zand de calcium- en fosfaatopname via de wortels is te verhogen en wat het effect daarvan is op de productie, vruchtkwaliteit en bewaarbaarheid (bijvoorbeeld preventie stip bij Junami). In 2013 is het voor het eerst gelukt om via fosfaatfertilisatie het fosfaatbladgehalte na het afsluiten van de groei te verhogen van 0.24% naar 0.31% P op drogestofbasis (bij kalkhoudende kleigronden kan het fosfaatbladgehalte alleen via fosfaatbladvoeding verhoogd worden). Volgens recent Canadees onderzoek (Nielsen et al, 2008) zou verhoging van het fosfaatbladgehalte leiden tot een hogere productie bij dezelfde maat en minder fysiologische bewaarafwijkingen. In 2013 werd in de proef een range van 0.24 tot 0.31%P bereikt. Komend bewaar- en teeltseizoen worden de effecten hiervan op productie en kwaliteit onderzocht.

### 3.3.2 System II

Rocket™pot op de grond met pp-vrij, zwart fijn zand als substraat en gecontroleerde waterstress als groeiregulatie-methode

Direct na het plantjaar kregen te bomen te maken met de zware winter van 2011/2012. In combinatie met de late plantdatum van 20 juni 2011, waardoor de groei relatief lang doorging en de bomen minder afgehard de winter in gingen heeft dat geleid tot het afsterven van alle nieuw gevormde wortels (zie foto's 10 en 11). Als gevolg hiervan gingen alle bomen van systeem II dood (zie foto's 8 en 9).

Hoewel dit natuurlijk een worst-case-situatie is (zware wintervorst na het plantjaar en laat planten) is het resultaat zo desastreus dat optimaliseren van dit systeem om wintervorstschade tegen te gaan geen optie is. In overleg met de begeleidingscommissie is unaniem besloten om het onderzoek naar systeem II te stoppen.

Foto's 8 en 9: Dode knoppen en kale bomen bij containerteelt in mei 2012.



Foto's 10 en 11: dode wortels met verrotte bast bij containerteelt in mei 2012



### 3.3.3 Systeem III

Gesloten sleuf in de grond met pp-vrij, matig fijn wit zand als substraat en EC-variantie als groeiregulatie methode

Systeem III is nieuw voor de appelteelt (voor een overzichtsfoto zie foto 12). Over de fertigatieschema's voor dit soort systemen is weinig bekend. In dit onderzoek is systeem III uitgevoerd met 2 behandelingen: één met een standaard EC (EC rond de 1) en één met een hoge EC (EC tussen de 2.5 en 4). In de fertigatieschema's zijn ook sporenelementen opgenomen (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo). Bij dit systeem wordt voortdurend een drainpercentage van minstens 20% aangehouden om de EC's van het fertigatiewater en het drainwater op het zelfde niveau te houden.

Vanaf de start van de proef zijn de fertigatieschema's voortdurend aangepast aan de bevindingen, met name de bladstand. Vooral gedurende de eerste twee jaar groeiden en produceerden de bomen minder dan de bomen van systeem I. In 2013 waren de resultaten echter zodanig (productie en vruchtgewicht vergelijkbaar en niet significant verschillend van systeem I, behandeling 1) dat het onderzoek naar de systeemontwikkeling in de periode 2014-2017 voortgezet wordt.

Het boomvolume van behandeling 11 (standaard EC) was op 19 november 2013 1.51 m<sup>3</sup> hetgeen vergelijkbaar is met de 1.57 m<sup>3</sup> van Systeem 1, behandeling 1. Het boomvolume van behandeling 12 (met hoge EC) was 1.33 m<sup>3</sup> (statistisch niet significant verschillend van behandeling 11, wel van behandeling 1). De wortelontwikkeling bij systeem III (zie foto 13) is duidelijk afwijkend van systeem I: de fijne wortels concentreren zich tot een bal met een diameter van 10-15 cm onder de druppelpunten. Tussen de druppelpunten worden alleen enkele dikkere wortels gevonden. De druppelpunten hebben een onderlinge afstand van 33 cm.

Foto 12. Bomen van Systeem III, behandeling 11 op 31 juli 2012.



Foto 13. Wortels van bomen van Systeem III, behandeling 11 op 18 september 2013



### 3.4 Economische perspectievenberekening

De eerste economische berekeningen voor het sleuvenstelsel laten zien dat het systeem onder bepaalde voorwaarden rendabel is ten opzichte van teelt in de vollegrond (zie tabel 4).

De kosten voor het sleuvenstelsel zoals aangelegd in Randwijk zijn geraamd op € 30.000/ha. Deze kosten zijn over één of twee teeltcycli verdeeld, afhankelijk van de levensduur van het sleuvenstelsel. Bij de verdeling over twee cycli zijn de kosten voor ontsmetting na de eerste cyclus via inundatie nog niet meegenomen (de verwachting is dat deze kosten beperkt zullen zijn). Tevens zijn mogelijke extra kosten voor stevigere folie bij de versie met 2 teeltcycli in dezelfde sleuf nog niet meegenomen. Voor alle sleuvenscenario's geldt dat kosten voor het opruimen van het sleuvenstelsel bij beëindiging ervan ook nog niet zijn meegenomen.

Op basis van de gerealiseerde productie in het derde groeijjaar, de goede knopbezetting na het derde groeijjaar en het nog niet volgroeid zijn van de standruimte, verwachten wij dat de productieverhoging van 5 procent, die in alle scenario's is opgenomen, ruim gehaald wordt. De kwaliteitsverbetering (5% meer klasse I) moet worden bereikt door:

- Verbeterde calcium- en fosfaatvoorziening van de vrucht wat leidt tot minder fysiologische bewaarafwijkingen en een hogere hardheid na lange bewaring.
- Verbeterde maatverdeling door een meer homogeen perceel als gevolg van het nivellerend effect van groeiregulatie via gecontroleerde waterstress. Grote bomen worden namelijk in hun scheutgroei meer geremd en kleine bomen juist niet, hetgeen in de proef al zichtbaar is.
- Reguleren van de vruchtmaat via de watervoorziening: remmen als de vruchten te groot dreigen te worden en stimuleren als de vruchten te klein dreigen te worden.

Naast de hogere kwaliteitsproductie is een dubbele teeltcyclus (door toepassing van inundatie of wellicht chemische grondontsmetting van de sleuf met de 40%-dosering metam-natrium) of een twee jaar langere economische levensduur nodig om gunstiger uit te komen dan bij de teelt in de vollegrond (zie tabel 4). Beide cycli zijn voorstelbaar, maar de realisatie moet nog worden aangetoond. Bij de materiaalkeuze en het ontwerp moet in ieder geval geanticipeerd worden op een dubbele teeltcyclus.

**Tabel 4.** Indicatieve berekeningen voor inkomsten minus kosten (€/ha/jaar) bij diverse scenario's sleuventeelt met Junami in vergelijking met de vollegrondteelt op zandgrond

Scenario	Berekende inkomsten minus berekende kosten (€/ha/jaar) *)
Vollegrondteelt/zandgrond; aanpak bodemmoehheid: 1 jaar Tagetes+biologische grondontsmetting+ 40%dosering metam-natrium; economische levensduur 12 jaar	2.600
Sleuventeelt met zwart fijn zand; 5% hogere productie; 5% meer klasse I; aanlegkosten verdeeld over één teeltcyclus; economische levensduur 12 jaar	2.000
Sleuventeelt met zwart fijn zand; 5% hogere productie; 5% meer klasse I; aanlegkosten verdeeld over twee teeltcycli; grondontsmetting na eerste cyclus via inundatie **); economische levensduur 12 jaar	3.200
Sleuventeelt met zwart fijn zand; 5% hogere productie; 5% meer klasse I; aanlegkosten verdeeld over één teeltcyclus; 2 jaar langere economische levensduur	3.500
Sleuventeelt met zwart fijn zand; 5% hogere productie; 5% meer klasse I; aanlegkosten verdeeld over twee teeltcycli; grondontsmetting na eerste cyclus via inundatie **); 2 jaar langere economische levensduur	4.600

\*) exclusief opruimkosten bij beëindiging sleuventeelt na 1 of 2 teeltcycli

\*\*\*) kosten inundatie en eventueel extra stevig folie bij 2 teeltcycli niet meegerekend



## 4 Discussie en conclusies

Teeltsysteemontwikkeling kost veel tijd, zeker als het een langjarige teelt betreft en het innovatie-gehalte hoog is. Gedurende het ontwikkelingstraject worden voortdurend verbeteringen aangebracht aan het systeem en bij tijd en wijle wordt bekeken of het perspectief op succesvolle afronding voldoende is om het traject voort te zetten. In dit project zijn bij aanvang drie systemen ontworpen: systeem I (open sleuf met zwart, fijn zand of zware zavelgrond), systeem II (container op de grond en gevuld met zwart, fijn zand) en systeem III (gesloten sleuf met wit, matig fijn zand). Daarnaast zijn voor het meest perspectiefvolle systeem (systeem I) een groot aantal kennisvragen vertaald in behandelingen binnen dat systeem.

Ondanks een start onder ongunstige omstandigheden (laat planten, een zware winter in het jaar na planten) hebben de bomen in systeem I uiteindelijk een zeer goede start gehad, uitmondend in een hoge kwaliteitsproductie in het derde groeijjaar. Indicatieve economische perspectievenberekeningen voor dit systeem zijn daarnaast dermate positief dat voldoende steun kon worden verworven van telers en financiers om het onderzoek vier jaar voort te zetten.

Van de onderzochte maatregelen bij systeem I is groeiregulatie via gecontroleerde waterstress succesvol gebleken: er werd in het derde groeijjaar een verhoging van de kwaliteitsproductie van 8% gevonden, conform de bevindingen uit eerder onderzoek. Daarnaast werd in het tweede groeijjaar een vertragend effect gevonden van PHC-producten op de opbouw van *Pratylenchus Penetrans* bij gebruik van zandgrond als sleufvulling. Waarschijnlijk zijn het vooral de vier bodemleven bevorderende PHC-producten (MycorDip, Biovin, Colonize AG, en OPF) die dit effect veroorzaken en niet de twee bladvoedingsproducten (Pretect en Natural Green). In 2013 werden geen metingen aan de aaltjespopulatie verricht. Uit toekomstige waarnemingen moet blijken of de effecten op de kwaliteitsproductie en de populatie schadelijke aaltjes blijvend zijn. Verbetering van de vruchtkwaliteit door fosfaat- of calciumfertilisatie is nog niet waargenomen. Verhoging van de fosfaatopname na fosfaatfertilisatie bij zwart, fijn zand is voor het eerst waargenomen in 2013. De effecten hiervan op de vruchtkwaliteit worden de komende jaren onderzocht. De groei van bomen in de sleuven die met zware zavel gevuld zijn blijft tot en met 2013 achter in vergelijking met het gebruik van zwart, fijn zand. Dit geldt ook voor het vruchtgewicht.

In het tweede jaar is het onderzoek aan systeem II beëindigd vanwege de extreme wintervorst-schade die bij dit systeem optrad.

Systeem III is het meest innovatief maar bij aanvang als het minst perspectiefvol ingeschat. Het, overigens beperkte, onderzoek aan dit systeem geeft echter veel basiskennis over de teelt in sleuven, de benodigde plantenvoeding in dit soort systemen en bij de teelt in de vollegrond en ten slotte basiskennis over de mogelijkheden van groeiregulatie via EC-variatie. Na een zwakker start, die mede veroorzaakt werd door de onbekendheid met het systeem, waren de groei, productie en de groeiregulatiemogelijkheden na verloop van tijd zodanig dat het interessant blijft om het onderzoek aan dit systeem te vervolgen.



## 5 Communicatie

### 2010 t/m 2013

Websitepagina Teelt de grond uit/appel up to date houden (jaarlijks update van werkplan en update resultaten; zie laatste versie van 7 augustus 2014 in eerste bijlage)

<http://www.teeltdegronduit.nl/nl/teeltdegronduit/Onderzoek/Appel.htm>

### 2010

Artikel in Fruitteelt 49, 10 december 2010, pag. 10+11, jaargang 100. "Teelt de grond uit voor appel en blauwe bes" door Rien van der Maas.

Posterpresentatie "Teelt de grond uit met appel en blauwe bes op zandgronden" op Kennisdag Fruitteelt op 26 november 2010 te Wageningen

### 2011

Artikel in Fruitteelt 46, 18 november 2011, pag 12, "Nieuw teeltsysteem voor appel op zandgrond" door Rien van der Maas.

Handout "Teelt de grond uit: appel" uitgedeeld op studieavond over Teelt de grond uit/appel voor de appeltelers op zandgronden op 2 februari 2011

Handout "Teelt de grond uit/appel"; update handout

Excursie naar de teelt-de-grond-uit-proef te Randwijk voor de appeltelers op zandgrond op 18 augustus 2011.

Handout "Teelt de grond uit": innovatie voor appel op zand; update handout, uitgedeeld op excursie naar de teelt-de-grond-uit-proef te Randwijk op 18 augustus 2011 voor de appeltelers op zandgrond

Poster "Teelt de grond uit" met appel voor zandgrond" gepresenteerd op Fruitteelt Kennisdag op 2 dec 2011.

Artikel "Nieuw teeltsysteem voor appel op zandgrond" door Rien van der Maas, Fruitteelt nr. 46, 18 november 2011, jaargang 101, pag 12.

Nieuwsbrief Teelt de grond uit, mei 2011 met item over appel

[http://www.teeltdegronduit.nl/upload\\_mm/6/2/5/60d7c678-f4b8-40e4-bc03-6dd975f65c1c\\_NieuwsbriefTeeltdegronduitmei2011.pdf](http://www.teeltdegronduit.nl/upload_mm/6/2/5/60d7c678-f4b8-40e4-bc03-6dd975f65c1c_NieuwsbriefTeeltdegronduitmei2011.pdf)

Nieuwsbrief Teelt de grond uit, okt 2011 met item over appel

[http://www.teeltdegronduit.nl/upload\\_mm/d/8/d/c7f49f32-cbc1-4f8f-bcdd-73bf86f7890b\\_NieuwsbriefTeeltdegronduitoktober2011.pdf](http://www.teeltdegronduit.nl/upload_mm/d/8/d/c7f49f32-cbc1-4f8f-bcdd-73bf86f7890b_NieuwsbriefTeeltdegronduitoktober2011.pdf)

## 2012

Factsheet voorjaar 2012: "Groei van appel in sleuven en potten vergelijken"

Nieuwsbrief Teelt de grond uit, juli 2012 met item over appel:

[http://www.teeltdegronduit.nl/upload\\_mm/2/c/f/d103de3e-5eae-40f1-a36f-d5938ec2fbd8\\_NieuwsbriefTeeltdegronduitjuli2012.pdf](http://www.teeltdegronduit.nl/upload_mm/2/c/f/d103de3e-5eae-40f1-a36f-d5938ec2fbd8_NieuwsbriefTeeltdegronduitjuli2012.pdf)

Handout "Teelt de grond uit met appel", uitgedeeld op Open Dag Fruitteeltkenniscentrum 16 augustus 2012

Posterpresentatie "Teelt de grond uit met appel" op Open Dag Fruitteeltkenniscentrum dag 16 augustus 2012

Nieuwsbrief Teelt de grond uit, oktober 2012 met item over appel:

[http://www.teeltdegronduit.nl/upload\\_mm/0/8/5/9a308972-f319-4293-a420-8d0624c8b959\\_NieuwsbriefTeeltdegronduitoktober2012.pdf](http://www.teeltdegronduit.nl/upload_mm/0/8/5/9a308972-f319-4293-a420-8d0624c8b959_NieuwsbriefTeeltdegronduitoktober2012.pdf)

Aankondiging Teelt de grond uit/appel als onderdeel Open Dag Fruitteeltkenniscentrum: Fruitteelt nr 32, 11 augustus 2012, pag 25

Bericht in de Fruitteelt: Tdgu-appel met positieve resultaten genoemd in verslag Open Dag Fruitkenniscentrum in vakblad Fruitteelt nr. 34, 25 augustus 2012, pag 6+7: paragraaf over proef tdgu

Nieuwsbericht website Teelt de grond uit: "Uitstel ontwikkeling schadelijke aaltjes in appel", 23 november 2012: <http://www.teeltdegronduit.nl/nl/teeltdegronduit/Nieuws/show/Uitstel-ontwikkeling-schadelijke-aaltjes-in-appel.htm>

## 2013

Artikel in de Fruitteelt: Rien van der Maas, Peter van Elk, Wim Voogt, Peter van Dijk, Fred Douven, 2013. Onderzoekers sluiten jaar af met nieuwe inzichten; Teelt de grond uit ook waardevol voor vollegrondsteelt, Fruitteelt nr.1, 5 januari 2013, pag 12,13. (plaatsing bedoeld voor 2012, maar vertraagd tot de eerste week van 2013);

Presentatie "Teelt de grond uit: betekenis voor bodemmoehheid en groeiregulatie" door Rien van der Maas op NFO-bijeenkomst op 3 april 2013 te Venlo voor op zandgrond telende telers van de NFO-afdelingen Midden en Noord Limburg en Oost Brabant.

Artikel in de Fruitteelt over bovenstaande bijeenkomst:

Bruine, A. de, 2013. Bodem nog steeds moe; NFO-bijeenkomst over bodemmoehheid voor op zandgrond telende telers, Fruitteelt nr. 19, 11 mei 2013, jaargang 103, pag. 12 en 13.

Artikel in de Fruitteelt: Koning, S., 2013. Onderzoek moet doorgaan! Wordt projectlid, Fruitteelt nr. 42, 19 oktober 2013, pag. 12 en 13, jaargang 103.

Artikel in de Fruitteelt: Rien van der Maas en Peter van Elk, 2013. Sleuventeelt binnen handbereik, poster op Kennisdag Fruitteelt 22 november 2013 te Wageningen.

Artikel in de Fruitteelt: Rien van der Maas, Peter Roelofs, Peter van Elk, Marian van Dieren, 2013. Sleuventeelt binnen handbereik, Fruitteelt 46, 16 november 2013, jaargang 103, pag 6 en 7.

Nieuwsbrief Teelt de grond uit, november 2013 met item over appel:

[http://www.teeltdegronduit.nl/upload\\_mm/5/b/c/e4799d4c-da3f-462e-a406-e5bd31812afd\\_Nieuwsbrief%20Teelt%20de%20grond%20uit%20november%202013.pdf](http://www.teeltdegronduit.nl/upload_mm/5/b/c/e4799d4c-da3f-462e-a406-e5bd31812afd_Nieuwsbrief%20Teelt%20de%20grond%20uit%20november%202013.pdf)

## 6 Literatuur

Boesveld H., A.J. Boshuizen and M.P. van der Maas, 2005. Regulated deficit irrigation in fruit crops; better yields with less water. Trans. 19th Int. Congress Irrigation Drainage Vol 1A:5-6

Heijerman-Peppelman, G. en P.F.M.M. Roelofs, 2010. Kwantitatieve Informatie Fruitteelt 2009/2010, PPO rapport 2009-41.

Neilsen, G.H., D. Neilsen, P. Toivonen and L. Herbert, 2008. Annual Bloom-time Phosphorus Fertigation Affects Soil Phosphorus, Apple Tree Phosphorus Nutrition, Yield, and Fruit Quality, HORTSCIENCE 43(3):885–890.