

# Eindrapportage Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water

**KRW09064:** KRW bestendige glastuinbouw – waterkringloopsluiting op bedrijfsniveau



## 1. Gegevens project

- Projectnummer: KRW09064
- Projecttitel: KRW bestendige glastuinbouw – waterkringloopsluiting op bedrijfsniveau
- Penvoerder: Productschap Tuinbouw
- contactpersoon penvoerder: Joke Klap
- begin- en einddatum van het project: 1 mei 2010 – 31 oktober 2012
- datum van inzending: 13 november 2012

## 2. Samenvatting

Het doel van dit project is het voorkomen van emissies van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater of riool door het maximaliseren van het hergebruik, het zuiveren en valoriseren van het restant te lozen water, alsmede te zorgen voor een brede acceptatie en implementatie in de glastuinbouwsector. Het plan van aanpak bestaat uit het (door)ontwikkelen van technieken en technologieën om groeiremming (de belangrijkste reden voor lozing in de sierteelt) te voorkomen, het optimaliseren van de bemestingsstrategie en het zuiveren en valoriseren van de reststroom. Communicatie van resultaten naar de sector loopt als rode draad door alle werkpakketten heen.

### WP 1 Groeiremming voorkomen

- Er is aangetoond dat bij zowel snijbloemen als vruchtgroenten groeiremmende stoffen in het drainwater kunnen voorkomen.
- In een rozenbedrijf met incidenteel groeiremming in het water waren geen symptomen in het gewas waarneembaar. Het bedrijf bleek in staat langdurig te recirculeren zonder dat er problemen optraden.
- Geavanceerde oxidatie (AOX) neemt groeiremming weg en blijkt veilig te kunnen worden toegepast; bij hogere doseringen breekt het bovendien gewasbeschermingsmiddelen af (ca 80%).
- Een 12-tal bedrijven waar AOX was geïnstalleerd, blijken in de meeste gevallen (aanzienlijk) minder te lozen. Naast bewustwording en inzicht in de waterstromen werd dit veroorzaakt door meer zekerheid dat er geen groeiremming zou optreden en door het daadwerkelijk verhelpen van een groeiprobleem.
- Betrokken partners: Productschap Tuinbouw (PT), Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard) (HHSK), Waterschap Peel en Maasvallei (WPM), Hoogheemraadschap van Delfland (HHD), Bayer, Syngenta, Basf, WUR Glastuinbouw, Priva, Stolze, LTO Groeiservice

### WP 2 Detectie groeiremming

- De groeiremmende stof op het rozenbedrijf bleek van bacteriële aard te zijn; op dit bedrijf bleken gewasbeschermingsmiddelen geen groeiremming te veroorzaken.
- Er kan geen uitspraak gedaan worden over de bruikbaarheid van lichtbenuttingsmetingen van het gewas en zuurstofmetingen bij de wortels als indicator voor groeiremming, omdat bij het testbedrijf de groeiremming zich niet in het gewas openbaarde. De huidige biotoets (Fytotoxkit) kan niet sneller en beter hanteerbaar gemaakt worden zonder op onderscheidend vermogen in te boeten.
- Betrokken partners: PT, HHSK, WPM, HHD, Bayer, Syngenta, Basf, Groen Agro Control, Fytogoras, WUR Glastuinbouw, LTO Groeiservice

### WP 3 Nieuwe meet- en regeltechnieken bemesting

- Er is een overzicht gemaakt van ion-specifieke meetmethoden. De toepassingsmogelijkheden van deze meters voor de glastuinbouw zijn geëvalueerd met telers en andere belanghebbenden. Als gevolg hiervan is vervolgonderzoek met één van de meest kansrijke meetprincipes gestart
- Betrokken partners: PT, HHSK, WPM, HHD, Bayer, Syngenta, Basf, WUR Glastuinbouw, Priva, LTO Groeiservice

#### WP 4 Optimalisatie bemesting

- De deelnemende bedrijven hebben laten zien dat met de toepassing van de blauwdruk voor optimalisatie bemesting de spui bemesting-technisch gezien veilig kan worden teruggebracht naar nagenoeg 0.
- Betrokken partners: PT, HHSK, WPM, HHD, Bayer, Syngenta, Basf, WUR Glastuinbouw, Priva

#### WP 5 Zuivering (restant) water

- Omgekeerde osmose (RO) en membraandestillatie (MD) zijn als meest geschikte techniek geselecteerd om water uit spui terug te winnen. Uit laboratorium- en pilotschaalonderzoek blijken beide technieken technisch te voldoen en 80-90% kwalitatief goed gietwater te kunnen terugwinnen.
- MD is minder gevoelig voor organische vervuiling maar gevoeliger voor het neerslaan van kalkverbindingen.
- Er resteert een concentraat van 10-20% van de spuistroom dat afgevoerd/verwerkt moet worden.
- De kosten van (combinaties van) de zuiveringstechnieken zijn voor verschillende bedrijfssituaties in kaart gebracht. Hierbij zijn ook de technieken uit WP1 en 6 betrokken (AOX en NF). RO is op dit moment in alle situaties goedkoper dan MD.
- Betrokken partners: PT, HHSK, WPM, HHD, Bayer, Syngenta, Basf, TNO, WUR Glastuinbouw, Hellebrekers, Bruine de Bruin, Priva

#### WP 6 Valorisatie reststromen

- Mogelijke afnemers van het concentraat zijn in kaart gebracht. Meest kansrijk wordt de afzet bij zouttolerante teelten (incl algen), grasland en via meststofleveranciers geacht.
- Verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen zal in veel gevallen noodzakelijk zijn. AOX is een mogelijkheid (ca 80% verwijdering), maar andere zuiveringstechnieken zijn nog in onderzoek (buiten dit project).
- Op laboratoriumschaal is aangetoond dat nanofiltratie en electro-dialyse ingezet kunnen worden om een deel van de nutriënten terug te winnen. Deze technieken zullen verder doorontwikkeld moeten worden.
- Betrokken partners: PT, TNO, WUR Glastuinbouw

#### WP 7 Communicatie

- Gedurende de looptijd van het project is uitgebreid gecommuniceerd over de resultaten en de emissieproblematiek, via vakbladen, projectnieuwsbrieven, een flyer en een projectwebsite. Via Productschap Tuinbouw zijn alle telers bereikt. Er zijn zowel landelijke als regionale bijeenkomsten georganiseerd voor telers en adviseurs waarin resultaten werden gepresenteerd en bediscussieerd. Ook zijn de partijen rond de telers (beleid, handel etc.) bereikt.
- Geconstateerd is dat de emissieproblematiek vooral bij de partijen rondom de teler goed op het netvlies ligt. De gemiddelde teler is minder geïnteresseerd in verduurzaming van het watergebruik. Voor een brede acceptatie en implementatie van de ontwikkelde emissiebeperkende maatregelen en technieken zal de komende jaren nog een flinke inspanning van alle partijen nodig zijn.
- Betrokken partners: PT, HHSK, WPM, HHD, Bayer, Syngenta, Basf, LTO Groeiservice, WUR Glastuinbouw, TNO, Groen Agro Control, Fytagoras, Hellebrekers, Bruine de Bruin, Priva

### **3. Resultaten en conclusie per taak**

*Projectdoel 1: Maximaliseren van het hergebruik van water door opheffen van groeiremming en optimaliseren van de bemesting*

#### WP 1 Groeiremming voorkomen

Er is een brede inventarisatie uitgevoerd bij welke teelten er sprake is van lozingen vanwege (angst voor) groeiremming. In totaal zijn er 34 bedrijven (snijbloemen en vruchtgroenten) met behulp van de Fytotoxkit onderzocht op groeiremming. Bij 20 bedrijven zijn daadwerkelijk groeiremmende stoffen in het drainwater aangetoond.

Gedurende ruim een jaar is in een duurproef op een rozenbedrijf, waar groeiremming werd aangetoond, het effect van geavanceerde oxidatie (AOX, combinatie van H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV) getest op het opheffen van groeiremming. In het gewas zijn geen productiever verschillen aangetoond tussen de verschillende behandelingen (AOX + 100% recirculeren; geen AOX + 100% recirculeren; geen AOX +

lozen naar behoefte teler). Met de uitgevoerde biotoetsen is wel enkele malen groeiremming in het drainwater aangetoond, die werd opgeheven door AOX. Uit de proef is gebleken dat het mogelijk is om gedurende een lange periode een productief gewas te telen zonder drainwater te hoeven lozen.

Op twaalf bedrijven (tomaat, komkommer, paprika, roos, gerbera), die om redenen van groeiremming lozen, is AOX geïnstalleerd en gedurende een jaar gevolgd. In het onderzoek zijn optimale doseringen van H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en UV vastgesteld voor het opheffen van groeiremming. Daarnaast is inzicht verkregen in de mogelijkheden van afbraak van gewasbeschermingsmiddelen door AOX. De omvang van de waterstromen en de lozingen in 2010 en 2011 (respectievelijk voor en na installatie van AOX) zijn in kaart gebracht, en vergeleken met een modelmatige berekening van de hoeveelheid spui indien alleen op basis van natrium zou worden geloosd. In 2010 lag de hoeveelheid spui bij de meeste bedrijven aanzienlijk (2-10x) hoger dan de modelberekening; in 2011 is de hoeveelheid spui bij de meeste bedrijven flink terug gebracht: gemiddeld was dit 306 m<sup>3</sup>/ha,jr of 45% minder spui (min-max = 0 - 1450 m<sup>3</sup>/ha,jr). In een gezamenlijke workshop met de deelnemende bedrijven is geconcludeerd dat meer inzicht in en discussie over de (omvang van) waterstromen een belangrijke oorzaak was voor deze lagere emissies. Daarnaast heeft het toepassen van AOX gezorgd voor extra vertrouwen in de kwaliteit van het gietwater waardoor men langer durfde te recirculeren en in een enkel geval heeft het concrete groei problemen opgelost.

#### WP 2 Detectie groeiremming

Om de aard van de groeiremmende stof te onderzoeken is drainwater van het hierboven genoemde rozenbedrijf geanalyseerd op groeiremmende factoren. De remming werd vooral veroorzaakt door een microbiële factor, zeer waarschijnlijk van bacteriële oorsprong. Gewasbeschermingsmiddelen zijn niet als groeiremmende factor aangetoond.

In het rozen gewas zijn lichtbenuttingsmetingen van het gewas en zuurstofmetingen in het wortelmilieu uitgevoerd als mogelijke methoden om groeiremming te detecteren. Er zijn geen verschillen waargenomen, maar omdat er geen groeiremming in het gewas zelf is aangetroffen is geen uitspraak te doen over de bruikbaarheid van deze methoden als vroege indicator van groeiremming.

Daarnaast is onderzocht of het mogelijk is de huidige biotoets (Fytotoxkit) te verbeteren. Het is niet gelukt de Fytotoxkit te versnellen naar twee dagen en deze test hanteerbaarder te maken zonder verlies aan onderscheidend vermogen.

#### WP 3 Nieuwe meet- en regeltechniek bemesting

Er is een literatuuronderzoek uitgevoerd naar ion specifieke meetmethoden. Negen methoden zijn beschreven en geëvalueerd op technische potentie. Twee hiervan zijn beschikbaar, maar meten niet genoeg ionen of zijn instabiel voor sommige elementen zonder uitzicht op verbetering. Drie methoden zijn op de markt, maar moeten nog doorontwikkeld worden voor gebruik in de tuinbouwpraktijk (micro elektroforese door Capilix, nanotube ISE door CleanGrow en LIBS door Ocean Optics). De overige vier methoden zijn pas over 5 jaar of langer beschikbaar voor toepassing op tuinbouwbedrijven. Aan het verslag is een hoofdstuk toegevoegd over het mogelijke nut van (online) toepassing van ion-specifieke meters. Daartoe is er een afsluitende workshop met telers geweest in november 2011 waarin de toepassingsmogelijkheden van ion-specifiek meten zijn besproken. Deze workshop heeft geleid tot een onderzoek op bedrijven met één van de meest kansrijke meetprincipes. Op dit moment wordt gesproken over een vervolg (financier Samenwerken Aan Vaardigheden).

In een herfsttomaat teelt bij WUR Glastuinbouw zijn metingen met de K/Ca specifieke meter van CleanGrow uitgevoerd. Met de ion-specifieke meter worden fluctuaties in K/Ca verhouding 5 tot 10 dagen eerder opgemerkt dan met de gangbare laboratoriummonsters. Het is nog onduidelijk of dit leidt tot meer groei of productie.

Conclusie: ion-specifiek meten staat op de kaart van tuinbouw Nederland en er zijn aanbieders actief met het geschikt maken van apparatuur. De meeste telers die zich als geïnteresseerde hebben gemeld zijn enthousiast over de mogelijkheden, maar hebben bedenkingen bij het werken met de meters. Deels heeft dit te maken met het ontbreken van gedetailleerde kennis over sturen op elementensamenstelling. Voor een ander deel met het ontbreken van overtuigende proeven die aantonen dat sturen op elementensamenstelling teeltvoordeel biedt wat niet bereikt wordt met de huidige algemene instellingen.

#### WP 4 Optimalisatie bemesting

Er is een blauwdruk van 20 verschillende maatregelen opgesteld (inclusief de dynamische drainregeling) om met conventionele middelen de uitstoot van meststoffen te verminderen. Voorbeelden zijn grotere drainopslag (simpel), een hergebruikinstelling die toeneemt met de vulhoogte van de drainopslag (relatief simpel) of het werken met een verdere elementenanalyse van de aanvoer

en drainstroom (gecompliceerd). Het toepassen van de blauwdruk betekent voor de meeste bedrijven dat bemestings-technisch gezien er een spuireductie tot 0% mogelijk is. Of de spui inderdaad tot 0% wordt gereduceerd hangt in de praktijk af van al dan niet vermeende waterkwaliteitsrisico's (bv groeiremming, ziektes).

Er zijn vijf bedrijven bereid gevonden mee te werken aan het aanpassen van de regeling voor het drainwaterhergebruik op hun bedrijf. Eén bedrijf viel af omdat de hardware niet geschikt bleek, wel zijn de opvattingen van de teler in het verslag meegenomen. Op de bedrijven is een balans opgesteld van de drainstroom, de beoogde gift en de benodigde aanvulstroom van de voedingsunit. Dit blijkt een goede benadering van de recirculatie te zijn. Schommelingen in water en voeding worden binnen de bandbreedtes gehouden waardoor de teler zekerheid heeft dat er geen uitschieters kunnen voorkomen. De metingen en de berekeningen bij de bedrijven geven nieuwe inzichten in opname van voeding en water door de plant. Dit maakt direct een koppeling mogelijk van ondergrondse en bovengrondse groei. Dit leidt in tot nieuwere (geavanceerde) regelingen.

### *Projectdoel 2: zuiveren en valoriseren van het restant te lozen water, voor maximaal hergebruik*

#### WP 5 Zuivering (restant) water

Ondanks dat het drainwater zoveel mogelijk hergebruikt wordt kan er om verschillende redenen een spuistroom blijven bestaan. Er zijn verschillende mogelijkheden om minimaal 80% van het water uit deze reststroom terug te winnen. De technieken omgekeerde osmose (RO) en membraandestillatie (MD) blijken beide geschikt om dit te realiseren. Na zowel laboratorium onderzoek als onderzoek op pilotschaal bij een bedrijf in de rozenteelt blijken beide technieken technisch te voldoen. Bij RO wordt ultrafiltratie als voorzuivering toegepast, terwijl bij MD alleen een grove voorfiltratie toegepast wordt. In de bedrijfsvoering blijkt bij beide technieken dat scaling (vorming van calciumcarbonaat) kan optreden, maar dat dit voorkomen kan worden door continue zuurdosering. Belangrijk verschil in toepassing van beide technieken is de energiebron. Bij RO is dit elektriciteit, terwijl dit bij MD (rest)warmte zal zijn.

Bij beide technieken resteert een geconcentreerde stroom die naast zouten, N en P ook gewasbeschermingsmiddelen bevat. De omvang van deze stroom is weliswaar een factor 5 kleiner dan de oorspronkelijke stroom, maar de vracht is gelijk gebleven (en de concentratie van de stoffen is dus 5 keer hoger). Om de RO- of MD-stap in deze situatie zinvol te maken, zal er ook een oplossing gegeven moeten worden voor de verwerking van de reststroom (WP 6). Afhankelijk van de gekozen optie en omvang van de spuistroom (gekoppeld aan bedrijfsgrootte) bedragen de kosten van zuivering en verwerking tussen 3 €/m<sup>3</sup> en 8 €/m<sup>3</sup> (zie ook 10. Kosteneffectiviteit).

#### WP 6 Valorisatie reststromen

Mogelijke afnemers van de reststroom zijn tuinders met zouttolerante teelten (inclusief algen) of boeren die hun grasland willen bemesten. Daarnaast is er interesse bij meststoffenleveranciers om deze reststroom na inzameling en bewerking af te zetten als mengmeststof. Gezien de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen en mogelijke ziektekiemen zal vaak toch eerst een behandeling van de reststroom noodzakelijk zijn. Toepassing van geavanceerde oxidatie, wat ook voor de behandeling van groeiremming wordt ingezet (zie WP 1), doodt 100% van de ziektekiemen en verwijdert ruwweg 80% van de gewasbeschermingsmiddelen. Uit laboratoriumonderzoek blijkt dat door toepassing van nanofiltratie of elektrodialyse de nutriëntensamenstelling van de reststroom aangepast kan worden. Afhankelijk van de toepassing kan dit zinvol zijn.

Gelet op de doelstellingen is het project geslaagd t.a.v. de identificatie en demonstratie van technologisch geschikte zuiveringstechnieken (membraandestillatie en omgekeerde osmose) voor de spuistroom. Het teruggewonnen water is van zodanige kwaliteit dat het hergebruikt kan worden als gietwater. T.a.v. de verwerking van het concentraat zijn de mogelijke opties geïdentificeerd en is de potentie van nanofiltratie en elektrodialyse als behandelingstechniek op laboratoriumschaal gedemonstreerd.

### *Projectdoel 3: Brede acceptatie en implementatie van de ontwikkelde emissiebeperkende technologieën en maatregelen*

#### WP 7 Communicatie

De resultaten van de werkpakketten en het project als geheel zijn zowel landelijk als regionaal gecommuniceerd op diverse (telers) bijeenkomsten en via vakbladen, projectnieuwsbrieven, een flyer en een specifieke project-website [www.glastuinbouwwaterproof.nl](http://www.glastuinbouwwaterproof.nl).

Er zijn diverse bijeenkomsten geweest gericht op telers en adviseurs. Dit zijn gewasspecifieke, tuinbouwbrede bijeenkomsten en demonstratiemiddagen geweest, zowel landelijk als regionaal. Naast de presentatie van de resultaten (en eventueel demonstratie van de techniek) door onderzoekers en deelnemende telers is er steeds aandacht besteed aan bewustwording van de emissieproblematiek. Op de bijeenkomsten in 2012 is met de deelnemers een discussie gevoerd over de knelpunten en

mogelijkheden bij de implementatie van de ontwikkelde maatregelen. De meeste deelnemers waren er van overtuigd dat het water- en nutriëntengebruik duurzamer moet en dat bij een grote groep achterblijvers winst te behalen valt. Voor het sluiten van de waterkringloop werd als belangrijk knelpunt genoemd de kosten voor zuiveringstechniek in combinatie met (het gebrek aan) investeringsruimte. In combinatie hiermee werd ook de noodzaak tot het vinden van een goede afzet voor het concentraat genoemd. Verder is er nog steeds vrees voor ophoping van niet gewenste stoffen, waardoor 100% hergebruik niet mogelijk wordt geacht.

Naast telers en adviseurs zijn ook toeleveranciers, beleidsmedewerkers van waterschappen, gemeentes en landelijke overheid, fytofarmacie, onderzoekers en andere betrokkenen. met de diverse communicatie uitingen bereikt. In september 2012 is een Kennisdag Water georganiseerd voor deze partijen om de tuinder heen waarbij de discussie over implementatie van de technieken centraal stond. Hier werd o.a. geconstateerd dat wetgeving/handhaving een grotere rol zou moeten spelen.

Geconstateerd is dat de problematiek met name bij adviseurs, toeleveranciers en derden goed op het netvlies ligt. De gemiddelde teler gaat echter niet uit zichzelf naar een bijeenkomst over water of zelf actief op zoek naar informatie over efficiënter watergebruik. Water is slechts één van de vele onderwerpen waar een teler mee te maken heeft en niet iets waar veel mee verdiend/bespaard wordt door dingen anders te doen (in tegenstelling tot bijvoorbeeld energie). Om de thematiek en resultaten onder de aandacht van een brede groep telers te brengen zijn er gewas-specifieke bijeenkomsten geweest waarbij water slechts één van de thema's was, en is er een koppeling gelegd met de verlenging van de "spuitlicentie". Via het Productschap Tuinbouw zijn de resultaten in nieuwsbrieven per mail naar *alle* telers gestuurd. Daarnaast komt relevante informatie ook via partners en andere belanghebbenden bij de telers. Voor de brede acceptatie en implementatie van de ontwikkelde emissiebeperkende technologieën en maatregelen zal de komende jaren nog een flinke inspanning van alle partijen nodig zijn.

#### **4. Toelichting op wijzigingen ten opzichte van het projectplan**

- WP1: de looptijd van de duurproef roos is 3 maanden verlengd om te volgen of een uitgevoerde spui bij een van de behandelingen tot verschillen zou leiden in gewasgroei. Om budgettaire reden zijn daardoor 12 i.p.v. de geplande 16 bedrijven gemonitord.
- WP2: door het uitblijven van groeiremming in het rozengegewas (duruproef roos WP1) was het niet mogelijk om invulling te geven aan de doelstelling 'ontwikkelen van methode(n) voor een snelle en vroegtijdige detectie van groeiremming'. In overleg met de begeleidingscommissie zijn als alternatief aanvullende biotoetsen uitgevoerd met drainwater van nieuw opgestarte teelten en bij twee gewassen waar nog weinig wordt gerecirculeerd. Met groeitesten is bepaald of gewasbeschermingsmiddelen in het drainwater een groeiremmend effect hebben. Tenslotte is onderzocht of de gebruikte Fytotoxkit kon worden doorontwikkeld tot een efficiëntere, simpelere en goedkopere methode.
- WP3: is uitgebreid met de visie van telers op de mogelijkheden van het werken met ion specifieke informatie.
- WP4: er zijn metingen verricht op 4 in plaats van 6 bedrijven. Het bleek moeilijk bedrijven te vinden waar binnen de gestelde tijd een deugdelijke balans was op te stellen. Hoewel de analyse van de data gemaakt is, zijn de (soms nodige) aanpassingen niet direct doorgevoerd. Dit omdat de verwerking en controle nog 1-tot 2 weken kostte en aanpassingen dus soms achterhaald waren.
- WP 5: de pilotexperimenten zijn slechts bij één bedrijf uitgevoerd. Belangrijke reden hiervoor was het ontbreken van een geschikte infrastructuur (energievoorziening) bij veel bedrijven. In overleg met de begeleidingscommissie is besloten om alle pilotproeven bij één bedrijf uit te voeren, omdat ook daarmee de gewenste informatie verkregen kon worden.
- WP7: de communicatie ter verhoging van de bewustwording en over de resultaten heeft meer inspanning gekost dan was voorzien omdat de belangstelling voor het thema water laag is, mede door de huidige slechte financiële situatie in de sector. Hierdoor zijn er o.a. meer separate, gewasspecifieke bijeenkomsten uitgevoerd om toch zo veel mogelijk telers te bereiken.
- WP7: er is geen demonstratie van geschikte zuiveringstechnologie op de Floriade 2012 te Venlo geweest. Hier zijn wel inspanningen voor verricht, maar dit is uiteindelijk niet gerealiseerd. Dit heeft met name te maken met het feit dat de ontwikkeling van de meest geschikte zuiveringstechnologie ten tijde van de voorbereidingen van de Floriade nog niet zover ontwikkeld was dat dit gereed was voor brede presentatie aan het publiek. Daarnaast heeft er geen demonstratie van de meest geschikte valorisatietechniek plaatsgevonden omdat de resultaten van WP 6 daar geen aanleiding toe gaven.

## 5. Toelichting op de verschillen in geraamde en werkelijke kosten

- Voor de partner Productschap Tuinbouw en haar onderaannemers zijn de totale werkelijke kosten grotendeels in overeenstemming met de geraamde kosten.
- Bij projectpartner Priva heeft er een verschuiving plaatsgevonden van materiele kosten naar uren.
- De waterschappen HHSK en Delfland hebben afgezien van het declareren van uren, en daarmee van subsidie.
- Projectpartner Stolze heeft de oorspronkelijk geraamde onkosten voor ombouw van het bedrijf voor de duurproef Roos onder een separaat (PT-)project gedeclareerd. Dit PT project 'durproef roos' is financieel gescheiden van onderhavig project, omdat deze eerder toestemming tot starten had gekregen, voordat het KRW project was ingediend. Inhoudelijk is het echter wel in het KRW project meegenomen, vanwege de nauwe verbondenheid met de andere projectonderdelen in WP 1-2.

## 6. Knelpunten

- Het project is 6 maanden later gestart, maar dit heeft geen consequenties gehad voor de uitvoering van de toegezegde activiteiten in de diverse werkpakketten dankzij een verlenging van het project met een half jaar.
- Bij de duurproef roos (WP1, fase 2) heeft incidenteel gevonden groeiremming zich niet in het gewas geuit, waardoor WP 2 niet volgens plan kon worden uitgevoerd. In overleg met de begeleidingscommissie zijn daarom alternatieve activiteiten uitgevoerd (zie wijzigingen).
- Het opstellen van de balansen op de bedrijven voor WP4 vraagt het combineren van data op 1-3 apparaten. Dit kostte meer tijd dan voorzien, waardoor de informatie vaak te laat kwam om te kunnen doorvoeren op het bedrijf. Ion-specifieke meters kunnen op termijn dit probleem verhelpen doordat deze direct feedback geven.
- Het vinden van een tweede proefbedrijf voor het testen en demonstren van de membraandestillatie-pilot (WP5) was gezien de vereiste faciliteiten (elektriciteitsvoorziening) lastig. In overleg met de begeleidingscommissie is besloten de pilot te beperken tot één proeflocatie, waar dan een uitgebreider proefprogramma heeft plaatsgevonden.
- Een knelpunt voor de communicatie (WP7) was dat de emissieproblematiek voor veel telers geen belangrijk onderwerp is. Mede door de huidige economische crisis is men momenteel meer bezig met de korte termijn (overleven) dan de langere termijn (duurzaam watergebruik en emissiebeperking). Deze doelgroep was dan ook lastig te bereiken. Om de doelstelling te kunnen behalen is hiervoor de inspanning verhoogd, waarbij ook de partijen om de telers heen zijn betrokken.

## 7. Output

- Geavanceerde oxidatie ( $H_2O_2$ -UV) is beschikbaar gekomen als techniek om groeiremming op te heffen en/of om glastuinbouwondernemers meer zekerheid te geven veilig te kunnen hergebruiken. De techniek wordt momenteel al op diverse bedrijven toegepast. Projectpartner Priva levert dit systeem, maar het kan ook bij andere toeleveranciers worden aangeschaft.
- Er is een overzicht beschikbaar gekomen van ion-specifieke meetmethoden inclusief een evaluatie op bruikbaarheid voor de tuinbouw. Drie methoden zijn op de markt maar moeten nog doorontwikkeld worden voor gebruik in de tuinbouwpraktijk (micro elektroforese door Capilix, nanontube ISE door CleanGrow en LIBS door Ocean Optics). Vier methoden zijn pas over 5 jaar of langer beschikbaar voor toepassing op tuinbouwbedrijven.
- Er is een blauwdruk beschikbaar van 20 verschillende maatregelen voor de optimalisatie van de bemesting, inclusief nieuwe geavanceerdere drainwater hergebruikregelingen, waarmee de emissie van glastuinbouwbedrijven bemesting-technisch veilig naar 0% terug te brengen is.
- Er zijn twee zuiveringstechnieken (RO en MD) voor de tuinbouw beschikbaar gekomen waarmee 80-90% van het water uit de spuistroom kan worden teruggewonnen voor hergebruik.
- Er is een overzicht beschikbaar van de mogelijkheden tot valorisatie van de reststroom die ontstaat bij toepassing van RO of MD.
- Er is een rekenmodule ontworpen en getest waarmee de kosten van zuiveringstechnieken voor glastuinbouwbedrijven van verschillende omvang en met verschillende hoeveelheden spui kan worden berekend. Deze rekenmodule van WUR en TNO gaat komende tijd gebruikt worden voor het doorrekenen van andere zuiveringstechnieken en -strategieën. Indien de financiering rondkomt (Topsector T&U, PPS Glastuinbouw Waterproof) zal deze rekenmodule worden doorontwikkeld tot een gebruiksvriendelijke applicatie voor mobiel of computer en daardoor breed beschikbaar komen.

- Gedurende de looptijd van het project zijn diverse artikelen, nieuwsbrieven, lezingen en een samenvattende flyer geproduceerd. Op de website pagina van het project ([www.glastuinbouwwaterproof.nl](http://www.glastuinbouwwaterproof.nl)) zijn nieuwsbrieven en andere resultaten terug te vinden. Op deze manier is gewaarborgd dat de resultaten ook de komende periode voor belanghebbenden terug te vinden is. Een overzicht van de communicatie uitingen is weergegeven in Bijlage I.

## 8. Samenwerking

Het project was georganiseerd volgens de inhoudelijke lijnen van de 4 thema's (projectdoelen) en 7 werkpakketten. Daarnaast was er overkoepelend afstemming tussen de thema's en op consortiumniveau. De uitvoerende partijen WUR Glastuinbouw, TNO, LTO Groeiservice, Groen Agro Control en Fytagoras waren onderaannemers van de penvoerder Productschap Tuinbouw. Door deze organisatie op verschillende niveaus verliep de samenwerking effectief en naar tevredenheid van de verschillende betrokkenen en was er voldoende mogelijkheid tot sturing door de consortiumpartners.

### Werkpakket overleg

Op werkpakket niveau werden alle uitvoerende taken besproken en verdeeld. Per werkpakket vond er op regelmatige basis afstemming plaats tussen de onderzoekers en betrokken consortiumpartners. Afhankelijk van de activiteiten was dit intensief (dagelijks) of minder intensief (eens per 2 maanden).

### Begeleidingscommissies

De 6 inhoudelijke werkpakketten waren in 3 thema's georganiseerd (groeiremming, bemesting, zuivering+valorisatie) met elk een eigen begeleidingscommissie (BCO). Het werkpakket communicatie had geen eigen BCO, maar de relevante communicatieonderdelen werden door de respectievelijke BCOs meegenomen. Alle projectpartners konden zitting nemen in de BCOs, maar in de praktijk hebben alleen de inhoudelijk betrokken partners hiervan gebruik gemaakt. Naast de projectpartners hadden ook externe deskundigen (met name bij BCO zuivering+valorisatie) en telers zitting in de BCO. De rol van de BCO was dienen als klankbord, het sturen van het onderzoek en adviseren bij belangrijke beslismomenten. De BCO groeiremming is 5 keer bij elkaar geweest; de BCO bemesting 3 keer; de BCO zuivering+valorisatie 5 keer.

### Kernteam

Het kernteam bestond uit de penvoerder (PT) plus de inhoudelijke verantwoordelijken voor de thema's groeiremming (WUR), bemesting (WUR), zuivering+valorisatie (TNO), en werkpakket communicatie (LTO Groeiservice). Hiermee waren de belangrijkste uitvoerders van het onderzoek vertegenwoordigd. Het kernteam kwam gedurende de looptijd van het project elke 4-8 weken bij elkaar. In het kernteam werden alle belangrijke beslissingen omtrent communicatie, koerswijzigingen, knelpunten en dergelijke genomen.

### Klankbordgroep

De klankbordgroep bestond uit de vertegenwoordigers van alle consortiumpartners plus de onderaannemers van PT (de projectuitvoerders). Deze kwam twee keer per jaar samen en werd dan geïnformeerd over de stand van zaken en diende daarbij als klankbord. De klankbordgroep is ook betrokken bij de discussie over de implementatie van de resultaten in de brede praktijk en de rol die zij daarbij gaan spelen.

## 9. KRW bijdrage

In Nederland bevindt zich van de 10.000 ha glastuinbouw ongeveer 7.000 ha op substraat. De hoeveelheid spuiwater die per jaar door substraatteelten wordt geloosd wordt geschat op een gemiddelde van ruim 600 m<sup>3</sup> en 0,2 ton N per ha per jaar, maar onderzoek van LTO (Project Emissie management meststoffen) laat zien dat er tussen bedrijven enorme verschillen zijn. Voor de gehele sector komt dit neer op ca. 4,3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar met daarin 1500 ton N. Aan gewasbeschermingsmiddelen wordt er gemiddeld 162 g per hectare per jaar geëmitteerd waarvan de gemiddelde milieubelasting momenteel berekend wordt op 16,7 duizend milieu-indicatorpunten per hectare bedekte teelt (MIP<sup>1</sup>; Nota evaluatie duurzame gewasbescherming, 2012); dit komt neer op 117 miljoen MIP per jaar voor de gehele substraatteelt sector. Een reductie in spui zal doorgaans ook

<sup>1</sup> MIP of milieu-indicator punten is de eenheid behorende bij de Exposure Toxicity Ratio. Hierin wordt de berekende concentratie in het oppervlaktewater gedeeld door het MTR. De milieubelasting is gelijk aan één MIP als de toepassing van een stof op één hectare van een bepaald gewas een blootstellingsconcentratie oplevert die gelijk is aan de MTR.

een reductie in de emissie van gewasbeschermingsmiddelen betekenen, alhoewel dit verband minder sterk is dan bij N.

De effecten van de KRW maatregelen die in dit project zijn ontwikkeld zien er nu als volgt uit:

#### Geavanceerde oxidatie ter voorkoming van groeiremming

Voorkomen van groeiremming wordt bij een aantal gewassen als een belangrijke reden genoemd om te lozen. Bij de 12 bedrijven die geavanceerde oxidatie in het kader van het onderhavige project hebben toegepast is er bij de meeste bedrijven een kleine tot aanzienlijke reductie (25 – 90%) in spui waargenomen. Het gemiddelde over deze bedrijven is 34% minder spui. Als we deze (niet representatieve) steekproef door mogen vertalen naar de hele sector, dan zou dit een reductie van 1,5 miljoen m<sup>3</sup> spui met daarin 510 ton N en 40 miljoen MIP per jaar aan gewasbeschermingsmiddelen betekenen.

Een andere manier om de reductie te beoordelen is deze te vergelijken met de gewas-specifieke stikstofnormen die vanaf 2013 gaan gelden. Acht van de 12 bedrijven zouden met de hoeveelheid spui in 2010 de emissienorm 2013 voor hun gewas overschrijden. Met de toepassing van geavanceerde oxidatie is de hoeveelheid spui in 2011 zodanig gereduceerd, dat nog maar 4 bedrijven de norm overschrijden (waarvan 2 zeer dicht bij de norm). Zeven bedrijven halen nu zelfs al de vermoedelijke norm die pas na 2017 gaat gelden.

#### Optimalisatie bemesting

De deelnemende bedrijven hebben laten zien dat met de toepassing van de blauwdruk voor de optimalisatie van de bemesting de spui bemesting-technisch gezien veilig kan worden teruggebracht naar nagenoeg 0 m<sup>3</sup> per ha (en daarmee 0 kg N en 0 kg gewasbeschermingsmiddelen). Als dit doorvertaald wordt naar de gehele sector is de inschatting dat met de toepassing van de blauwdruk voor ruim 80% van de teeltbedrijven nagenoeg 0-lozing haalbaar is, indien onvolkomenheden in de bemesting en drainwaterhergebruik reden voor lozing en overloop zijn. In de praktijk spelen echter andere redenen ook een rol waardoor bewust geloosd wordt om de waterkwaliteit op orde te houden, waaronder (angst voor) groeiremming, ophoping natrium, (angst voor) ziektes, calamiteiten en storingsen. Onze aanname is dat circa 75% van de hoeveelheid spui één van deze andere redenen ten grondslag heeft. Dit betekent dat de maatregel effectief bijdraagt aan een emissiereductie van 25% wat neerkomt op circa 1 miljoen m<sup>3</sup> spui met 375 ton N en 30 miljoen MIP per jaar minder emissie vanuit substraatteelten.

#### Zuivering reststromen en valorisatie van restproducten van deze zuivering

De zuiveringstechnieken RO en MD zijn in staat om het spuiwater op te werken tot schoon water dat zonder nadelige gevolgen voor het oppervlaktewater geloosd kan worden. De kwaliteit van dit water is echter van dien aard dat het ook als gietwater toegepast kan worden. Er resteert echter een concentraat van 10-20% van het volume van de spuistroom en met 100% van de vracht aan N en middelen. Bij toepassing van de zuiveringstechnieken op de huidige spuistroom van 4,3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar, zal een concentraat moeten worden afgevoerd en vernietigd of opgewerkt, met een jaarlijkse omvang van 0,7 miljoen m<sup>3</sup>, maar met de volledige 1500 ton N en 117 miljoen MIP aan gewasbeschermingsmiddelen. De belasting van het oppervlaktewater door N en gewasbeschermingsmiddelen kan met deze technieken echter volledig terug naar nul.

#### Combinatie van maatregelen

Indien beide maatregelen voor maximalisatie hergebruik (geavanceerde oxidatie + optimalisatie bemesting) worden geïmplementeerd in de substraatteeltsector betekent dit een reductie van de cumulatieve spui met circa 60% (34% + 25%). Dit staat voor 2,6 miljoen m<sup>3</sup> minder spui en 900 ton N en 70 miljoen MIP aan gewasbeschermingsmiddelen minder per jaar.

Deze maatregelen gecombineerd met de zuiveringstechnieken heeft vooral gunstige gevolgen voor de omvang van het concentraat: deze wordt dan gereduceerd naar ca. 0,4 miljoen m<sup>3</sup> en met een vracht van 900 ton N en 70 miljoen MIP aan gewasbeschermingsmiddelen minder per jaar.

### **10. Kosteneffectiviteit**

De operationele kosten voor toepassen van geavanceerde oxidatie (AOX) tegen groeiremming bedragen circa 200 € per ha bij 250 m<sup>3</sup>/ha spui tot 1400 € per ha bij 1250 m<sup>3</sup>/ha spui indien op het bedrijf al een UV ontsmetter aanwezig is. Uitgangspunt was dat als er een andere ontsmetter (bijvoorbeeld verhitter) aanwezig is, er geen UV aangeschaft zal worden. Voor bedrijven zonder UV installatie is de goedkoopste optie het toepassen van een RO installatie op het spuiwater (operationele kosten variëren tussen €1300 en €2400 bij 250 -1250 m<sup>3</sup>/ha spui per jaar; bij een bedrijf van 5 ha). Op een 30 ha bedrijf dalen met name de RO kosten en variëren dan tussen €200 en

500 bij 250 -1250 m<sup>3</sup>/ha spui per jaar, terwijl de kosten voor AOX nagenoeg gelijk blijven (kosten worden bepaald door de totale drainstroom; geen schaalvoordeel).

De kosten voor de optimalisatie van de bemesting zijn beperkt en verdienen zich doorgaans terug via de besparingen op meststoffen, zeker als tijdens de (ver)bouw van de kas de emissiebeperkende maatregelen al worden toegepast. Latere aanpassingen kunnen voor hogere kosten zorgen, zoals een extra drainwater silo met vulgraadmeter (30 k€) of aanpassingen in de bemestingsregelingen (5-10 k€).

Wat betreft de zuiveringstechnieken zijn de verschillende technieken niet los van elkaar te zien en kunnen de kosten per bedrijf erg uiteenlopen. Daarom zijn er verschillende strategieën voor waterkringloopsluiting doorgerekend. Hiervoor zijn twee pilotgewassen (tomaat en roos) en twee bedrijfsgrootten (5 en 30 ha) gekozen met elk 3 verschillende spuihoeveelheden (250, 500 en 1250 m<sup>3</sup>/ha/jr).

Bij een tomatenbedrijf van 5 ha. levert de toepassing van omgekeerde osmose (RO) of membraandestillatie (MD) een flinke stijging van de kosten op (RO: ca. 1300 €/ha, MD: 3500-4300 €/ha). Hierbij is ervan uit gegaan dat het concentraat om niet kan worden afgezet, d.w.z. dat er voor de teler als voor de ontvanger geen kosten worden berekend. Mochten er wel kosten of opbrengsten zijn voor de teler, dan heeft dit grote invloed op de kostprijs per ha.

De kwaliteit van het concentraat is beter af te stemmen op de marktbehoefte door aanvullende technieken. De gevolgen voor de eventuele opbrengsten van het concentraat zijn zeer speculatief en zijn daardoor niet meegenomen. Er zal een kwaliteitsverbetering optreden en de afzetkansen zullen toenemen indien er geen gewasbeschermingsmiddelen in het concentraat zitten. AOX is ook hiervoor inzetbaar, maar of de effectiviteit hiervan voor dit doel voldoende is (ca 80%) is nog niet duidelijk. De meerkosten voor AOX zijn, afhankelijk van de hoeveelheid spui slechts gering (300-1400€/ha) indien op het bedrijf al een UV ontsmetter aanwezig is. AOX is in principe ook op het concentraat toe te passen (dus na RO of MD) en levert dan een kleine besparing op ten opzichte van spuibehandeling, maar over de technische haalbaarheid moet worden getwijfeld (troebelheid van de oplossing). Als er geen UV ontsmetter aanwezig is, is AOX niet als optie meegenomen vanwege de te hoge investeringskosten. Met nanofiltratie (NF) wordt het spui voorbehandeld en kan een deel van de tweewaardige ionen terug naar de plant. Of de gewijzigde nutriëntenverhouding in het concentraat deze beter afzetbaar maakt is nog onduidelijk. De meerkosten stijgen fors bij toepassing van NF (200-3400€/ha).

Toepassing van zuivering op grotere eenheden (geen 5 ha maar een 30 ha bedrijf) doet de jaarkosten met 40 (RO) tot 70% (NF; MD zit er tussen in) per ha dalen (30 ha, bij 1250 m<sup>3</sup> spui). Een mobiele installatie van de zuiveringstechniek verlaagt de kosten voor toepassing van RO of MD, maar hier worden mogelijk kosten voor logistiek (transport in 5 maanden van het jaar, reiniging vrachtwagen) onderschat omdat deze nu niet zijn te overzien.

Het verschil tussen roos en tomat is gering, toepassing voor tomat is gemiddeld 5-10% duurder. Dit komt door de hogere concentraties stoffen die in het spuiwater aanwezig zijn. Het is echter wel zo dat nu bij roos gemiddeld wel 500 – 1250 m<sup>3</sup>/ha/jr wordt gespuid, terwijl bij tomat het gemiddelde eerder zal liggen op 250 -500 m<sup>3</sup>/ha/jr.

De kostprijs van zuiveringsapparatuur is het meest gevoelig voor de hoeveelheid spui en de eventuele opbrengst van het concentraat. De hoeveelheid spui kan de teler in veel gevallen relatief eenvoudig verminderen en met relatief weinig kosten verminderen door de maatregelen voor maximaal hergebruik toe te passen. De opbrengst van het concentraat voor algenteelt, meststof of iets anders is moeilijker te bepalen omdat er nu geen markt is en de kwaliteitseisen niet zijn omschreven. De verwachting is echter dat als gewasbeschermingsmiddelen uit het concentraat verwijderd zijn, deze makkelijker en/of tegen een betere prijs afzetbaar zijn.

Er bestaat momenteel geen echt alternatief voor het pakket aan maatregelen om de waterkringloop te sluiten. Hergebruik van spuiwater zonder de waterkwaliteit eerst te verbeteren levert onacceptabel productieverlies en groeischade op. Andere zuiveringstechnieken zijn duurder, minder ver ontwikkeld of is de effectiviteit onvoldoende van bekend. Er is daarom gekozen voor een fictief alternatief scenario, waarbij geloosd mag worden maar tegen een kostprijs per m<sup>3</sup> voor centrale zuivering. In onze berekeningen zijn we uitgegaan van een kostprijs van 5 € per m<sup>3</sup> water met meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. Dit komt dan neer op jaarlijkse kosten van 1250-6250 € per ha, afhankelijk van de hoeveelheid spui. Indien de gewasbeschermingsmiddelen er (deels) uit verwijderd zijn, bijvoorbeeld door AOX, dan zou hiervoor 2 €/m<sup>3</sup> in rekening kunnen worden gebracht. De kosten voor een RO installatie (in combinatie met AOX) zijn dan van de zelfde orde van grootte.

Samengevat: momenteel is de meest kosteneffectieve strategie de hoeveelheid spui met de maatregelen voor maximalisatie hergebruik (AOX en optimalisatie bemesting) zover terug te dringen

dat de hoeveelheid spui in de laagste categorie (250 m<sup>3</sup>/jaar) valt. Er zijn dan geen aanvullende zuiveringstechnieken nodig, mits uiteraard een centrale zuivering tegen een vaste kostprijs per m<sup>3</sup> een mogelijkheid is. Als verminderen van de spui niet (voldoende) mogelijk is, dan is een RO installatie de meest kosteneffectieve keuze. Indien het verwijderingspercentage van gewasbeschermingsmiddelen door AOX als voldoende wordt gezien (ca 80%), dan draagt deze techniek bij aan de verlaging van de kosten bij lozen tegen een vaste kostprijs, en dan verschuift ook de grens waarop investeren in een RO installatie zinvol is. MD is momenteel in alle gevallen duurder dan RO. Of de investering in NF zinvol is hangt samen met de afzetmogelijkheden en kwaliteitseisen die aan het concentraat gesteld worden.

## 11. Niet KRW-effecten

- Het toepassen van geavanceerde oxidatie heeft indien het een daadwerkelijk groeiprobleem in het gewas oplost, positieve gevolgen voor de kwaliteit en productie.
- Het werken met ion specifieke regelingen en balansen levert een meeropbrengst van het gewas op als gevolg van het opmerken van eventuele fouten in de ingestelde dosering en door een betere gewassturing.
- Bij de behandeling van de spuistroom met zuiveringstechnieken is een belangrijk bijkomend effect dat er een goede kwaliteit water teruggewonnen wordt die direct inzetbaar is als gietwater. Op dit moment wordt met name in het westland veel aanvullend gietwater bereid uit grondwater. Hergebruik van het spuiwater betekent dan ook een geringer gebruik van grondwater (en minder brijn) en draagt bij aan de zelfvoorzienendheid van de sector.
- Meer hergebruik van gietwater betekent minder nieuw bereid gietwater en levert daarmee een kostenbesparing die voor een individueel bedrijf kan oplopen tot ettelijke duizenden euro's per hectare (1,5 miljoen m<sup>3</sup> drainwater hergebruiken levert een cumulatieve besparing op van ca. 5 miljoen € per jaar). NB: dit effect is in de kosteneffectiviteitsberekeningen meegenomen.
- Duurzaam gebruik van water en meststoffen biedt bedrijven kansen zich met een gunstige water- of ecologische footprint te onderscheiden.

## 12. Vertaalbaarheid van uw projectresultaten

Om de vertaalbaarheid van de projectresultaten goed in kaart te kunnen brengen zijn 2 informatie- en discussiebijeenkomsten voor telers georganiseerd en een workshop specifiek voor projectpartners en andere stakeholders (Kennisdag Water). Hierbij zijn de knelpunten en oplossingen bij de implementatie van de onderzochte maatregelen geïnventariseerd en bediscussieerd. De belangrijkste bevindingen zijn:

- Ondanks alle aandacht die aan de emissieproblematiek wordt besteed, wordt dit door de meeste telers (nog) niet als urgent of belangrijk ervaren. De huidige financiële situatie in de sector speelt daarbij een rol. Met zuinig omgaan met water wordt ook niet veel bespaard zoals bijvoorbeeld met energie. Daarnaast wordt er geklaagd over onduidelijke wetgeving en handhaving.
  - Blijven communiceren over nut en noodzaak (ook door voorbeeldbedrijven) is noodzakelijk.
  - Kostenbesparing in beeld brengen
  - Heldere communicatie over wet- en regelgeving en consistent beleid voeren
  - Verschillende instanties (landelijke en regionale overheden, waterschappen, telers etc.) moeten beter samenwerken en regelgeving beter op elkaar afstemmen
- Er is onvoldoende (externe) druk om kosten te maken voor duurzaam watergebruik.
  - Deze druk moet vanuit de overheid komen (handhaving, kosten voor lozingen)
  - en vanuit de markt (eisen aan duurzame productie).
- De kosten voor water zijn relatief laag, maar kwalitatief slecht gietwater kan voor enorme kosten tot zelfs faillissement zorgen. Voor telers is de zekerheid dat de gietwaterkwaliteit in orde is van groot belang. Dit betekent in de praktijk dat er om diverse redenen bewust geloosd wordt om deze kwaliteit op orde te houden. Die redenen hoeven niet perse op feiten gebaseerd te zijn. AOX en de Fytotoxkit blijkt bij deelnemende telers wel meer zekerheid te geven als het gaat om groeiremming. Telers vragen zich af of dit echter alle ophopingsproblemen oplost. Ook zijn er vragen of de techniek volledig veilig is (plant en mens).
  - Met (praktijk)proeven laten zien hoever er gerecirculeerd kan worden met behulp van de huidige technieken en drogredenen voor lozen ontkrachten.
  - Er zijn grenswaarden nodig van diverse parameters in de kas waarbinnen het veilig telen is
  - Goede, betaalbare monitoringsystemen en kennis op grond waarvan de teler kan bepalen wanneer hij kan recirculeren zonder gevaar op groeiremming

- Er zijn geen technische belemmeringen voor het doorvoeren de blauwdruk voor optimalisatie bemesting, maar dat wordt vaak wel als zodanig gebracht. Telers zijn bang voor fouten met voeding door onduidelijkheden en/of gebrek aan kennis. Dit betreft zowel kennis van groei-effecten van onbalans, van natrium en chloor, van onbepaalde groeiremmingen, zuurstof en ammoniumproblemen, microelementen etc. Ook schort het dikwijls aan een interpretatie van de meetgegevens.
  - In praktijknetwerken kunnen telers, onderzoekers, toeleveranciers en anderen gezamenlijk de kennisvragen en knelpunten benoemen en ervaring opdoen en uitwisselen met de voorgestelde maatregelen
- Er is onvoldoende kennis over de stuurmogelijkheden met ion-specifieke meters. Ion-specifiek meten moet resulteren in verbetering van productie en/of kwaliteit.
  - Gezamenlijke aanpak van vervolgonderzoek door onderzoekers, toeleveranciers en telers, waarbij ook de productie (opbrengst!) effecten nadrukkelijk als doel meegenomen worden.
- De kosten voor de zuiveringstechnieken RO en MD (en NF) zijn te hoog; bijna per definitie omdat dit ingezet moet worden om afval te verwerken. Het gaat daarnaast om technisch ingewikkelde apparatuur waarvoor de kennis bij de telers ontbreekt; deze zijn nu afhankelijk van de leveranciers.
  - De mogelijkheden met het valoriseren van het concentraat moeten verder onderzocht en doorontwikkeld worden zodanig hiermee de kosten van de zuivering (deels) terugverdiend kan worden
  - De telers moeten niet als enige de kosten voor de emissiebeperking dragen. Andere partijen (waterschappen worden door telers genoemd) moeten bijdragen/betalen. Subsidiereregelingen ontwikkelen.
  - Opschaling maakt de technieken relatief goedkoper, toepassing voor clusters van bedrijven overwegen.
  - Er moet neutrale, onafhankelijke voorlichting komen over zuiveringstechnieken.

## Bijlage I Communicatie activiteiten

- Er is drie keer een Kennisdag Water georganiseerd door Productschap Tuinbouw, Wageningen UR Glastuinbouw en LTO Groeiservice (juni 2010, sept 2011, sept 2012) waarin het project en onderdelen daarvan door diverse partners middels posters, stands en presentaties onder de aandacht van telers, adviseurs en andere stakeholders is gebracht. In 2012 is ook een discussie over de implementatie van de maatregelen gevoerd.
- In 2010 (sept-okt), 2011 (mei) en 2012 (oktober) zijn de Waterweken voor telers en adviseurs georganiseerd door LTO Groeiservice (in 2010 in samenwerking met Telen met toekomst en Duurzaam telen). In 2010 waren dit 7 regionale bijeenkomsten verspreid door het land, in 2011 zijn er 4 bijeenkomsten georganiseerd en in 2012 3 (waarvan 1 vanwege te weinig belangstelling werd geannuleerd. Op alle avonden is een discussie gevoerd over de noodzaak te werken aan de emissieproblematiek en over de knelpunten en kansen bij de implementatie van de ontwikkelde maatregelen. Ongeveer de helft van de bijeenkomsten zijn gehouden op een van de deelnemende bedrijven waardoor de betreffende teler in een rondleiding op zijn bedrijf zijn visie op het onderzoek en de techniek kon geven.
- Naast de excursiemogelijkheden naar deelnemende bedrijven bij de Waterweken (zie hierboven) is er in juni 2010 een excursie georganiseerd naar het bedrijf waar de duurproef roos werd uitgevoerd, en zijn er in maart en juni 2012 twee demonstratie- en informatiebijeenkomsten georganiseerd voor het zuiveringsonderzoek met de pilotopstelling van RO en MD.
- Er zijn 5 digitale nieuwsbrieven Glastuinbouw Waterproof substraat verstuurd naar alle substraattelers, de toeleveranciers en de beleidsmakers in Nederland.
- Aan het eind van het project is een aantrekkelijke flyer gemaakt waarin de belangrijkste resultaten van het project zijn weergegeven. Deze flyer bevat per werkpakket een inlegvel met achtergrondinformatie. De flyer is bedoeld voor de telers, adviseurs en andere belangstellenden en wordt door alle projectpartners verspreid.
- De resultaten van het project, alsmede de nieuwsbrieven, flyers en andere output is gedocumenteerd op een separate webpagina van het project, [www.glastuinbouwwaterproof.nl](http://www.glastuinbouwwaterproof.nl). Op deze manier is gewaarborgd dat de resultaten ook de komende periode voor belanghebbenden terug te vinden is.
- Tijdens de Hortifair is op 19 oktober 2011 een seminar georganiseerd over het project Glastuinbouw Waterproof substraat, in samenwerking met Glastuinbouw Waterproof grondgebonden.
- Van december 2011 tot en met januari 2012 heeft Greenport Campus in samenwerking met ons project Glastuinbouw Waterproof (PT en WUR) de Innovatie Arena Water georganiseerd. Een maquette van het project en bijdragen van Priva (H2O2-UV), BLGG/WUR (ion-specifiek meten) en TNO (Memstill) waren onderdeel van de arena. De Innovatie Arena Water is door ca. 200 telers, beleidsmakers, adviseurs, en installateurs bezocht.
- Bij de officiële start van het project (1 juli 2010) is een persbericht verstuurd over de doelen van project, het consortium en de financiers. Dit persbericht is door diverse media (vakbladen, websites) opgepikt en verspreid;
- Er is gebruikt gemaakt van sociale media/ twitter om bijeenkomsten en nieuwsbrieven onder de aandacht te brengen van een breed publiek.
- Er is er een webportal ingericht voor optimale interne communicatie tussen de uitvoerenden en andere partners.

### Presentaties

2010

- Beerling E. (2010) "Waterkringloop in substraatteelten" en discussie adhv stellingen. Bijeenkomst i.s.m. ZLTO en Telen met toekomst in Gilze-Rijen (NB). 25 okt 2010
- Beerling E. (2010) "Efficient water uses in Dutch horticulture – projects and perspectives". Floriade Dialogo. Wageningen. 28 okt 2010
- Beerling E. (2010) "Waterkringloop in substraatteelten" en discussie adhv stellingen. Bijeenkomst i.s.m. ZLTO en Telen met toekomst in Asten (NB). 11 nov 2010
- Beerling E. en T. Meewisse. (2010) Duo-lezing met rozenteler uit WP1: "Op weg naar de water-emissieloze kas." het Nationale Glastuinbouwcongres. 25 nov 2010
- Beerling E. (2010) "Waterkringloop in substraatteelten" + rondleiding op deelnemend paprikabedrijf in WP1 (fase 3). Bijeenkomst georganiseerd door LTO Groeiservice i.s.m. ZLTO in Steenberg (NB), 7 feb. 2011
- Blok C. en Beerling E.. (2010) "Waterkringloopsluiting substraatteelten". Bijeenkomst Potorchideeën georganiseerd door LTO Groeiservice. 2 dec. 2010

- Klap, J.C. (2010). Uitvoeringsagenda en PT. ZLTO, Duurzaam water in en om de kas. Gilze-Rijen, 25 oktober 2010
- Klap, J.C. (2010). Uitvoeringsagenda en PT. ZLTO, Duurzaam water in en om de kas. Asten. 11 november 2010
- Klap, J.C. (2010). Uitvoeringsagenda water Glastuinbouw waterproof en KRW projecten. OVTO-AVAG Jaarvergadering. Naaldwijk. 16 november.
- Klap, J.C.(2010). Glastuinbouw Waterproof: Grondgebonden teelt. Kennis moet stromen, Kosten en effectiviteit van landbouwmaatregelen op KRW en de nitraatrichtlijn doelen. Utrecht. 18 november 2010.

#### 2011

- Beerling E.. (2011) Waterkringloopsluiting substraatteelten". Bijeenkomst Gerbera georganiseerd door LTO Groeiservice. 3 maart 2011
- Balendonck, J.; Beerling, E.A.M.; Blok, C.; Driever, S.M.; Gieling, T.H.; Maas, A.A. van der; Meijer, R.J.M.; Os, E.A. van; Appelman, W.; Creusen, R.; Feenstra, L.; Kuipers, N.; Marrewijk, I.; Holtman, W.; Oppedijk, B.; Schoenmakers, M; Welles, H. (2011). Waterkringloopsluiting substraatteelten. Bijeenkomst klankbordgroep project, Bleiswijk, 21 maart 2011
- Beerling, E (2011). Waterkringloopsluiting substraatteelten. Bijeenkomst Tomaat in Kwintsheul, georganiseerd door LTO Groeiservice. 20 april 2011
- Beerling, E (2011). Water challenges for greenhouse horticulture. Leeuwarden, Bijeenkomst bij Wetsus Academy, 21 april 2011
- Beerling, E.A.M.; Blok, C.; Maas, A.A. van der; Os, E.A. van; Enthoven, N. (2011) Managing nutrient solutions for longer life. Niagara Falls, ON, Ca. Canadian Greenhouse Conference 2011, 4-6 oktober 2011
- Beerling, E.A.M. (2011) Water Management: Nutrient solution recirculation techniques and regulations in Europe. Niagara Falls, ON, Ca. Canadian Greenhouse Conference 2011, 4-6 oktober 2011
- Blok, C.; Gieling, T.H.; Lagas, P.; Ottema, H.; Wierenga, M.; O'Mahoney, O. (2011) Waterkringloopsluiting substraatteelten. Bleiswijk, presentatie t.b.v. BCO WP 3+4, 31 maart 2011
- Enthoven, N. (2011). "Closing the water cycle in greenhouse horticulture", Wetsus Congress, Leeuwarden 4 October 2011
- Gieling, T.H.; Blok, C.; Os, E.A. van; Maas, A.A. van der (2011). Literatuuronderzoek naar meten en regelen van water en nutriënten in kassen. Bleiswijk, presentatie t.b.v. BCO WP 3+4, 31 maart 2011
- Klap, J.C. (2011). Glastuinbouw Waterproof: Grondgebonden teelt. Kennis moet stromen, Maatregelen op bedrijfsniveau met als doel reduceren van nutriëntenbelasting oppervlakte water en emissie andere probleemstoffen. Utrecht. 13 september 2011
- Maas, A.A. van der, Enthoven, N, Os, E. van, Beerling, EAM (2011). Stand van zaken WP 1. Presentatie tbv BCO groeiremming (wp 1+2). 7 juni 2011
- Maas, A.A. van der, Enthoven, N, Os, E. van, Beerling, EAM (2011). Stand van zaken WP 1. Presentatie tbv BCO groeiremming (wp 1+2). 13 september 2011
- Marrewijk, I. van, Holtman, W., Meijer, R., Driever, S. & Maas, A.A. van der (2011). Stand van zaken WP 2. 7 juni 2011
- Marrewijk, I. van, Holtman, W., Meijer, R., Driever, S. & Maas, A.A. van der (2011). Stand van zaken WP 2. 13 september 2011
- Os, E.A. van; Maas, A.A. van der; Jansen, R.M.C.; Blok, C.; Beerling, E.A.M. (2011) Specific demands of greenhouse horticulture - Closing of the water cycle. Leeuwarden, Bijeenkomst bij Wetsus Academy, 21 april 2011
- Os, E.A. van (2011). Watervoorziening en emissie bij tomaat. Honselersdijk. Cursus "Bemesting en emissie bij tomaten" van Agra Visi, 21 februari 2011
- Os, E.A. van (2011). Watervoorziening en emissie bij glasgroenten. Honselersdijk, Cursus "Bemesting en emissie bij tomaten" van Agra Visi, 31 maart 2011
- Schoenmakers, M (2011). Duurzaam Water Gebruik. Bijeenkomst LTO Roos. 27 september 2011

#### 2012

- Beerling, E, en collega's (2012). Water in de Nederlandse glastuinbouw context. Innovatie Arena Water – Watersessie met AVAG. 10 feb 2012
- Beerling, E. (2012) Water and emission in Canada and the Netherlands. Meeting Canada-Holland. Growth management with nutrient control Bleiswijk. Presentatie. 28 feb 2012
- Beerling, E, en collega's (2012). Watertechnologie en de vermindering van emissies in de glastuinbouw. Presentatie voor vakafdeling Milieutechniek/Voedsel & Groen van het KIVI/NIRIA; 29 maart 2012, Bleiswijk
- Beerling, E, et al. (2012) . Waterkringloopsluiting in de groententeelt. Open middag, 28 juni 2012 De Kwakel,
- Beerling, E et al. (2012). Naar een waterkringloopsluiting bij substraatteelten. Presentatie Kennisdag Water 27 september 2012, Zoetermeer
- Beerling, E, Voogt, W & Klap, J (2012). KRW projecten Glastuinbouw Waterproof. Presentatie voor klankbordgroep waterschappen en gemeenten 5 september 2012, Utrecht
- Beerling, E et al. (2012). Handvatten voor een "waterproof" glastuinbouwbedrijf. Presentatie op Waterweken 23 oktober (Waddinxveen) en 24 oktober 2012 (Maasbree)
- Beerling, E, Voogt, W & Klap, J (2012) KRW projecten Glastuinbouw Waterproof. Presentatie en discussie Management Groep van Platform Duurzame Glastuinbouw. 22 november 2012, Den Haag

- Blok, C., P. de Boer en C. van der Bosch (2012) Groeiremming, Fytotoxkit en AOX, Achtergrondinfo groeiremming en geavanceerde oxidatie Bleiswijk. Presentatie workshop WP1
- Blok, C., T. Gieling, P. Lagas, M. IJdo, L. Marcelis, A. Elings, A. Dieleman, P. de Visser, P. de Boer and A. van Winkel (2012) Meeting Canada-Holland. Growth management with nutrient control Bleiswijk. Presentatie 28 feb 2012
- Blok, C. (2012). Two quantitative and active recirculation schedules for rose and tomato. Including filter, bassin, rain, leakage, drain, supply transpiration, condensation. Arenadisplay DemoCenter. Honselersdijk.
- Blok, C., A. van Winkel, de Boer, P. (2012). Ion Specifiek meten en Optimale Voedingsregeling. Results WP 3 and 4 on ion specific measuring and optimising nutrient supply. BCO Glastuinbouw Waterproof substraat WP 3/4. Bleiswijk.
- Blok, C., A. van Winkel, de Boer, P. (2012). Ion Specifiek meten en Optimale Voedingsregeling BCO Tuinbouw Water Proof Substraten WP 3/4 21-03-2012. Bleiswijk. Glastuinbouw Waterproof WP 3 WP 4 were presented. Including peroxide sensor and figures on overdosing in rose.
- Blok, C., T. Gieling, Lagas, P., IJdo, M., de Boer, P., van Winkel, A. (2012). Klankbord presentatie WP 3/4, 28 Juni 2012. WP3 Ion specifiek meten. WP4 Optimalisatie bemesting. de Kwakel.
- Blok, C., M. IJdo, Beerling, E., van Os, E., van der Maas, B., Meijer, R. (2012). Glastuinbouw Waterproof Substraat en Goed Gietwater. Opweekmiddag VTO/Plantum 08-09-2012, Vianen.
- Blok, C., T. Gieling, Lagas, P., IJdo, M., Marcelis, L., Elings, A., Dieleman, A., de Visser, P., de Boer, P., van Winkel, A. (2012). Effects of better re use strategies. Meeting Canada-Holland. 28 feb 2012 Growth management with nutrient control. 30. S. Khosla. Bleiswijk.
- Bosch, C. van den, C. Blok en E. van Os (2012) H2O2 meten met een sensor.
- Creusen, R. (2012). Eerste resultaten RO en MD. Open middag, 29 maart 2012 De Kwakel, 35 p.
- Enthoven, N. (2012). UV oxidation to eliminate growth inhibition in recirculating nutrient solutions. Hortifair, Amsterdam 4 nov 2011.
- Maas A. A. Van der, E. Beerling, C. Blok en M. Raaphorst (2012) Workshop Geavanceerde Oxidatie (AO), d.d. 6 maart 2012 p.
- Maas, A.A. van der (2011). Opheffen groeiremming als onderdeel van emissie-reductie. Weken van de Gewasbescherming Gerbera, 8 november 2011
- Maas, A.A. van der (2011). Opheffen groeiremming als onderdeel van emissie-reductie. Studiekring Plantenteelt zonder Aarde. 16 november 2011.
- Maas, A.A. van der, Enthoven, N. (2011). Stand van zaken WP 1. Presentatie tbv BCO groeiremming (wp 1+2). 8 december 2011
- Marcelis, L., C. Stanghellini, Beerling, E., Blok, C., Voogt, W., van Os, E., Dueck, T., de Gelder, A., Dieleman, A. (2012). Irrigation and CO2 in greenhouse horticulture. Developments regarding carbon dioxide and WUE. Bleiswijk.
- Os, E.A. van (2012). Groeiremming, zuivering. Open middag, 29 maart 2012 De Kwakel, 35 p.
- Os, E. van, and colleagues (2012) Closing the water cycle: scenario's vor purification and re-use of discharged water. Hortifair, Amsterdam 4 nov 2011.
- Os, E. van, B. van der Maas, R. Jansen, C. Blok en E. Beerling (2011) Specific (water) demands of greenhouse horticulture, closing of the water cycle. Presentatie
- Os, E van et al. (2012). Technische en economische mogelijkheden zuivering spuiwater. Presentatie Kennisdag Water 27 september 2012, Zoetermeer
- Schoenmakers, M (2011). Duurzaam Water Gebruik. Bijeenkomst LTO Tomaat 31 oktober 2011
- Schoenmakers, M (2011). Duurzaam Water Gebruik. Bijeenkomst werkgroep LTO Potplanten 3 november 2011
- Schoenmakers M (2012) KRW en de komkommerteelt. Bijeenkomsten LTO Komkommer (1 maart en 13 maart)
- Schoenmakers M (2012) KRW en de paprikateelt. Bijeenkomsten LTO Paprika (29 maart en 12 april)
- Schoenmakers M (2012) KRW en de aubergineteelt. Bijeenkomst LTO Aubergine (18 oktober 2012)
- Schoenmakers M (2012) KRW en de lelieteelt. Bijeenkomst LC vd LTO Lelie (22 mei 2012)
- Schoenmakers M (2012) KRW en de paprika teelt. Bijeenkomst LC van LTO Paprika (18 juni 2012)

## Publicaties

2010

- Anonymus (2010). Minder emissie bespaart ook geld. Nieuwe Oogst, 30 oktober 2010, p. 15.
- Beerling, E.A.M. (2010). De emissie-arme kas kan niet wachten. *Groenten en Fruit Magazine 2010 (9)*. - p. 46 - 47.
- Houweling, P. van; Beerling, E.A.M. (2010). 'Bewustwording is het toverwoord' *Nieuwe oogst / Magazine tuinbouw 6 (2)*. - p. 6.
- Houweling, P. van; Maas, B. van der (2010). 'Technieken testen in de praktijk'. *Nieuwe oogst / Magazine tuinbouw 6 (2)*. - p. 7.
- Slegers, J.; Beerling, E. (2010). Opinie: "Sleutel tot emissiereductie middelen is in handen telers" *Vakblad voor de Bloemisterij 65 (30)*. - p. 6-7.
- Slegers, J, Blok, C. (2010). Opinie: "Waterkringloop sluiten kost geld, maar brengt ook wat op". *Vakblad voor de Bloemisterij 65 (38)*.- p. 6-7.
- Slegers, J. (2010). Ionensensor maakt nutriëntenregeling af. *Vakblad voor de Bloemisterij 65 (49)*. p. 32-33.

- Vegter, B., Slegers, J. (2010). Sector zoekt technische wonderen. Vakblad voor de Bloemisterij 65 (42). p. 22-23.

#### 2011

- Beerling, E.A.M. (2011) Afvalwater kas wordt nagenoeg schoon. Kennis Online 8 (januari 2011). - p. 8.
- Beerling, E.A.M. (2011) "Twee oplossingsrichtingen voor substraten" Kas Magazine / Tuinbouw Communicatie 3 (4). - p. 11.
- Beerling, E.A.M. (2011) Reducing pesticide emission from greenhouses: a joint agenda setting IOBC/WPRS Bulletin 68: p. 5 - 9.
- Beerling, E.A.M. (2011). Aandacht voor water levert geld op. LTO Gewasnieuwsbrief Gerbera, augustus 2011
- Bezemer, J., Maas, B. van der en Meijer, R (2011) Gewassen groeien vaak beter na lozen drainwater. Onder Glas 8 (1)– p. 56-57.
- Bezemer, J., Klap, J. en Meis, G. (2011) Emissies glastuinbouw moeten in twee jaar verder omlaag. Onder Glas 8 (1) – p. 44-45.
- Bezemer, J.; Blok, C. (2011) Telers denken nog te veel in volumes water en vergeten behoeften gewas: Nauwkeuriger voeden: lagere emissie en betere benutting meststoffen (interview met Chris Blok). Onder Glas 8 (6/7). - p. 54 - 55.
- Enthoven, H. (2011) Groeiremming opheffen via geavanceerde oxidatie van drainwater. Gewasnieuwsbrief LTO Groeiservice 14 (1) editie Tomaat, Paprika, Komkommer, Aubergine. p. 6.
- Jagers op het Akkerhuis F., en C. Blok (2011) HORTI FAIR 2011, KNOWLEDGE REVIEW, Towards sustainable horticulture: Precision Growing for emission free production. Seminar 03-11-2011. Hortifair, Amsterdam.
- Maas, B. van der (2011). Groeiremming bij recirculeren? Ja en nee. Gewasnieuwsbrief LTO Groeiservice 14 (1) editie Snijbloemen onder glas, Roos, Gerbera en Chrysant. p. 6.
- Schoenmakers, M (2011). Kansrijke oplossingen voor overtollig drainwater. Nieuwsbrief Potplanten, april 2011
- Schoenmakers, M (2011). Nieuws uit de BCO Groeiremming. Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 7 april 2011
- Schoenmakers, M (2011). Specifiek meten. Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 7 april 2011
- Schoenmakers, M (2011). Groeiremming tegengaan met geavanceerde oxidatie. Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 14 oktober 2011
- Schoenmakers, M (2011). Ontwikkelingen in het effectief bemesten en de ionspecifieke meter. Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 14 oktober 2011
- Schoenmakers, M (2011). KRW substraat; onderzoek groeiremming. Nieuwsbrief Glasgroenten, sept 2011
- Schoenmakers M (2011) Hortifair: Seminar Glastuinbouw Waterproof Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 27 oktober 2011
- Schoenmakers M (2011) Ionspecifiek meten & bemesten, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 24 november 2011
- Schoenmakers M (2011) Groeiremming en geavanceerde oxidatie, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 15 december 2011
- Slegers, J., Meewisse, A., Maas, A.A. van der (2011). Rozenkweker Aad Meewisse: 'Recirculeren ging boven verwachting'. Vakblad voor de Bloemisterij 47 (2011): 30-31.
- Staalduinen, J. van, Blok, C. en Beerling, E. (2011) Met hergebruik van drainwater valt nog veel te besparen. Onder Glas 8 (1)– p. 4-5.
- Stijger, H., Os, E. van, Appelman, W. (2010) Gesloten kringloop met omgekeerde osmose of membraandestillatie. Onder Glas 8 (1) – p. 62-63.
- Stijger, H.; Os, E.A. van (2011). Gesloten kringloop met omgekeerde osmose of membraandestillatie. Onder Glas 8 (1). - p. 62 - 63.
- Tol, Sandra van (2011). Kennisdag Water weer succesvol. Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 30 sept 2011
- Visser, P., T. H. Gieling en C. Blok (2011) Beter sturen met ionenmeting Groenten en Fruit p. 9.

#### 2012

- Anoniem (2012). Project dringt lozingen drastisch terug. Vakblad voor Bloemisterij 19: p7
- Appelman, A; Creusen, R; Jurgens, R; Medevoort, J van; Zijlstra, M; Os, E. van (2012). Glastuinbouw Waterproof, substraatteelt – WP5-onderzoek fase 3 (pilotonderzoek membraandestillatie). TNO Rapport TNO-060-UT-2012-01534
- Arkesteijn, M.; Os, E.A. van (2012); Waterstofperoxide en UV-ontsmetter werken samen extra effectief (interview met o.a. Erik van Os), Onder Glas 9 (10). - p. 16 - 17.
- Arkensteijn, M. Pilot omgekeerde osmose en membraandestillatie: Nieuwe technieken om spuiwater te zuiveren zijn veelbelovend. Onder Glas 10 (2012): 52-53
- Balendonck, J Feenstra, L & Kuipers, N (2011). Haalbaarheidsstudie valorisatie van concentraatstromen. Fase 1 - Desktop studie "Scenario's". Werkpakket 6. Wageningen UR Rapport GTB-1203
- Feenstra, L; Nijhuis, M; Bisselink, R; Kuipers, N; Jurgens, R (2012). Valorisatie van concentraatstromen. Fase 2 – Laboratoriumonderzoek. TNO-rapport | TNO-060-UT-2012-01396

- Balendonck, J; Feenstra, L.; Os, E van; Lans D van der (2012). Haalbaarheidsstudie valorisatie van concentraatstromen. Fase 2 - Desktop studie afzetmogelijkheden van concentraat als meststof voor andere teelten. Werkpakket 6. Wageningen UR Rapport GTB-1204
- Berg, E. van den (2012). De inkleuring van een bijzondere prestatie. Commentaar van de hoofdredacteur. Vakblad voor Bloemisterij 19: p 4-5
- Bezemer, J., G. van der Lugt en C. Blok (2012) Nieuwe werkwijze maakt zeer snelle aanpassingen van de bemesting mogelijk. Onder Glas januari 2012. P 16-17
- Bezemer, J., Zuidervijk, A., Maas, A.A. van der (2012). Nieuwe techniek tegen groeiremming: schot in duister, maar met effect. Onder Glas januari 2012: 48-49.
- Boer-Tersteeg, P de; Winkel, A van; Steenhuizen, J; IJdo, M; Eveleens, B & Blok, C (2012). Een blauwdruk voor optimaal hergebruik van drainwater getoetst op 5 bedrijven. Werkpakket 4. Wageningen UR Rapport GTB-1196
- Gieling, T; Blok, C; Maas, B van der; Os, E van & Lagas, P (2012). Literatuurstudie ion-specifieke meetmethoden. Werkpakket 3. Wageningen UR Rapport GTB-1195
- Jurgens, R; Appelman, W; Kuipers, N; Feenstra, L; Creusen, R; Os, E van; Bruins, M & Balendonck, J (2010). Haalbaarheidsstudie zuiveringstechnieken restant-water substraatteelt. Werkpakket 5. TNO rapport TNO-034-UT-2010-02389
- Jurgens, R; Appelman, A; Zijlstra, M; Creusen, R; Os, E. van (2012). Glastuinbouw Waterproof, substraatteelt - WP5-onderzoek fase 2 (laboratorium onderzoek). TNO Rapport TNO-060-UT-2012-01532
- Kierkels, T., E. Beerling, J. Meijs (2012). Kaderrichtlijn water: Strengere spui-normen staan voor de deur. Onder Glas januari 2012. p12-15
- Knaap J. van de, (2012), Drainwaterzuivering als oplossing voor emissiebeperking , Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 6 april 2012
- Knaap J. van de, (2012), Drainwaterzuivering als oplossing voor emissiebeperking , (3x) Roos. Actueel, Gerbera. Actueel en Chrysant. Actueel Gewasnieuwsbrief LTO Groeiservice 21 april 2012
- Maas, B van der; Os, E van; Blok, C; Beerling, E & Enthoven, N (2012). Zuivering recirculatiewater in de rozenteelt, duurproef. Werkpakket 1. Wageningen UR Rapport GTB-1198
- Maas, B van der; Raaphorst, M & Beerling, E (2012). Monitoren bedrijven met toepassing van geavanceerde oxidatie als waterzuiveringsmethode. Werkpakket 1. Wageningen UR Rapport GTB-1199
- Maas, B van der; Meijer, R; Driever, S; Warmenhoven, M; Boer, P de; Blok, C; Marrewijk, I; Holtman W; Oppedijk B (2012). Opsporen en meten van groeiremming vanuit het recirculatiewater. Werkpakket 2. Wageningen UR Rapport GTB-1200
- Nouweland C. van den (2012), Innovatie door samenwerking op Kennisdag Water, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 28 september 2012
- Os, E.A. van; Staaij, M. van der; Michielsen, J.M.G.P. (2012) Spatial distribution of plant protection products in soilless cultivation in a greenhouse and effect on emission to surface water. Wageningen. Conference Int. Adv. in Pesticide Application 2012, 2012-01-10
- Os, E.A. van; Maas, A.A. van der; Meijer, R.J.M.; Khodabaks, M.R.; Blok, C.; Enthoven, N.L.M. (2012). Advanced oxidation to eliminate growth inhibition and to degrade plant protection products in a recirculating nutrient solution in Rose cultivation. In: ISHS 28th Int. Horticultural Congress - Science and Horticulture for People (IHC 2010): International Symposium on Greenhouse 2010 and Soilless Cultivation. - Acta Horticulturae 927 . - p. 941 - 947. Lisbon, Portugal : ISHS, - p. 941 - 947. ISHS 28th Int. Horticultural Congress - Science and Horticulture for People (IHC 2010): International Symposium on Greenhouse 2010 and Soilless Cultivation, 2010-08-22/ 2010-08-27
- Os, E van; Jurgens, R; Appelman, W; Enthoven, N; Bruins, M; Creusen, R; Feenstra, L; Santos Cardoso, D; Meeuwse, B & Beerling, E. (2012). Technische en economische mogelijkheden voor het zuiveren van spuiwater. Wageningen UR Rapport GTB-1205
- Os, E.A. van; Vermeulen, T.; Voogt, W. (2012). Good water quality to improve an efficient use of water and nutrients in soilless cultivation. Shanghai, Ch. : Wageningen UR Glastuinbouw, ICESC: Shanghai Symposium on soilless culture, ISHS,, / 2012-05-25
- Schoenmakers M (2012) Proef met drainwaterzuivering op een rozenbedrijf, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 2 februari 2012
- Schoenmakers M (2012) Drainwaterzuivering om lozing te voorkomen, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 8 maart 2012
- Schoenmakers M (2012), Themabijeenkomst Water in de substraatteelt in Limburg, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 11 oktober 2012
- Schoenmakers M (2012), De waterdagen komen er weer aan, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 23 augustus 2012
- Schoenmakers M (2012), Drainwaterzuivering in de groenteteelt, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 4 juli 2012
- Schoenmakers M (2012), Optimalisatie hergebruik en drainwaterzuivering in de groenteteelt, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 18 juni 2012
- Schoenmakers, M. (2012). Inventarisatie knelpunten emissiebeperking pot-orchideeën. L. Groeiservice.
- Schoenmakers M (2012), Zuiveringsmethoden in de praktijk, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice 11 oktober 2012

- Schoenmakers M (2012), Waterkringloopsluiting in de potplantenteelt, gepubliceerd in alle gewasnieuwsbrieven potplanten, aug 2012
- Schoenmakers M (2012), Watermanagement steeds belangrijker in de snijbloemeteelt, alle gewasnieuwsbrieven snijbloemen, LTO Groeiservice sept 2012
- Schoenmakers M (2012), Watermanagement in de groenteteelt steeds belangrijker, alle gewasnieuwsbrieven groenteteelt, LTO Groeiservice sept 2012
- Schoenmakers, M., C. Blok, et al. (2012). "Project Glastuinbouw Waterproof, substraat levert oplossingsrichtingen op!" Nieuwsbrief LTO.
- Slegers, J. (2012) Teler krijgt grip op waterkringloop. Vakblad voor Bloemisterij 43: 50-51
- Slegers, J. (2012) Calamiteiten daargelaten kunnen lozingen sterk terug. Vakblad voor Bloemisterij 22: 32-33
- Slegers, J & Neefjes, H (2012). Diverse alternatieven voor emissieloze substraatteelt. Vakblad voor Bloemisterij 40 (2012): p 12-13
- Visser, P. (2012) Zuiveren spui sluit kringloop. Groenten en Fruit 26 07 2012 (p 11)
- Visser, P. and C. (Blok (2012). "Zuivering spui sluit kringloop." Demo day at Olij Roses 28 june 2012. G+F: 11.
- Voogt, W.; Swinkels, G.L.A.M.; Os, E.A. van (2012). 'Waterstreams': A model for estimation of crop water demand, water supply, salt accumulation and discharge for soilless crops. In: Proc. IVth International Symposium on Models for Plant Growth, Environmental Control and Farm Management in Protected Cultivation - HortiModel2012. - Acta Horticulturae 957 . - p. 123 - 130. Leuven : ISHS, - p. 123 - 130. Proc. IVth International Symposium on Models for Plant Growth, Environmental Control and Farm Management in Protected Cultivation - HortiModel2012

2013

- Kierkels, T (2013). Minder spuien, het kan! Beperken lozing beste optie om aan stikstofnorm te voldoen. Interview met E. Beerling. Onder Glas januari 2013
- Staalduinen, J. (2013) Minder spuien is ook een kwestie van durven. Interview met E. Beerling en telers Van Leeuwen en Zwinkels. Onder Glas januari 2013
- Tielens, J. (2013). Eerste stappen naar nullozing. Interview met E. Beerling. KennisOnline januari 2013