

Eindrapportage Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water



1. Gegevens project

- projectnummer: KRW09063
- projecttitel: Emissiemanagement grondgebonden teelt
- penvoerder: Productschap Tuinbouw
- contactpersoon penvoerder: Ir. J. Klap
- begin- en einddatum van het project: 1 mei 2010 – 31 okt 2012
- datum van inzending:

2. Samenvatting

Het hoofddoel van het project was het ontwikkelen van een aantal middelen voor telers van grondgebonden teelten onder glas, waarmee zij emissiedoelstellingen kunnen halen. Hierdoor komt er een vermindering van de concentraties nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater in concentratiegebieden van grondgebonden glastuinbouw, zodat de KRW doelen kunnen worden gehaald. De leidende gedachte hierbij is dat een gesloten waterkringloop als bij substraatteelten onhaalbaar is voor grondgebonden teelten onder glas. Emissiereductie zal vooral via het waterspoor behaald moeten worden en daarom is een aanpak van de input kant (irrigatie) het meest effectief. Het project omvat in de eerste plaats het ontwikkelen en combineren van een aantal technische hulpmiddelen en in de tweede plaats het installeren en testen daarvan in de praktijk en het daarin samen met telers ontwikkelen van 'best practices' voor irrigatie en bemesting. Het project is in een aantal onderdelen (werkpakketten) onderverdeeld, welke achtereenvolgens worden besproken.

Lysimeter. In nauw overleg met telers en toeleverende bedrijven is een robuuste lysimeter ontworpen, gemaakt en op negen bedrijven geïnstalleerd en vervolgens gedurende ruim 1,5 jaar succesvol getest. Een bijbehorende drainmeter is eveneens ontworpen, gebouwd en getest. Na ongeveer een halfjaar bleek een herontwerp van de drainmeter noodzakelijk vanwege een aantal grote knelpunten. Bij het herontwerp is nauw overlegd met installatiebedrijven. De nieuwe robuuste drainmeter is vervolgens uitvoerig getest en op alle bedrijven geïnstalleerd.

Status: uitvoerig getest, afgerond en opgeleverd met werktekeningen en overdracht aan installatiebedrijven.

Betrokken partners: WUR-Glastuinbouw, WUR-Alterra.

Sensoren. Op basis van een marktverkenning is een keuze gemaakt voor een bepaald type bodemvochtgehaltesensor. Op alle negen bedrijven zijn deze sensoren geïnstalleerd. Praktijk ervaringen leren dat de toepasbaarheid per teler sterk kan verschillen door verschillen in grondsoort, hydrologie en gewas. Duidelijk is dat sensoren op 60 cm diepte weinig toegevoegde waarde hebben, terwijl die op 30 cm het meest waardevol zijn voor de bewaking van vernatting of verdroging, en dat de sensor op 15 cm vooral van belang is voor teeltsturing. Robuustheid en aansluitbaarheid op de klimaatcomputer bleken cruciale factoren. De gekozen sensoren voldeden hieraan niet volledig en daarom is in de laatste fase nog gericht gezocht naar een aantal alternatieven.

Status: Uitvoerige test, formulering van een set randvoorwaarden, gericht advies aan (tuinbouw-)toelevering, installatiebedrijven en telers slechts beperkt mogelijk. Er is nog volop ontwikkeling, met name op de robuustheid, de hanteerbaarheid en plaatsing en de mogelijke aansluiting op klimaatcomputers of alternatieven voor dit laatste.

Betrokken instellingen: WUR-Glastuinbouw, WUR-Alterra, Priva, Hortimax BV en Hoogendoorn BV.

Modellen. Een integratie van een verdampingsmodel en een bodemmodel is gemaakt. Datacommunicatie voor de diverse onderdelen van het systeem is tot stand gebracht. De modelresultaten zijn als output naar buiten gebracht als het berekende vochtgehalte van drie bodemlagen en de berekende drain binnen en buiten de lysimeter. Er is een aanzet voor zelfkalibratie van de modelberekening via automatische terugkoppeling van de drainmeting. De datacommunicatie bleek echter door allerlei oorzaken onvoldoende robuust zodat bepaalde input parameters niet altijd up-to-date waren, met als gevolg dat de modelberekeningen niet altijd konden worden uitgevoerd.

Status. Beperkte test en toepassing door telers. Automatische terugkoppeling van resultaten lysimeter en modelkalibratie perspectiefvol, maar onvoldoende ontwikkeld.

Betrokken instellingen: WUR-Alterra, WUR-Glastuinbouw, Priva, Hoogendoorn BV.

Praktijknetwerk

Er is een groep van negen deelnemende glastuinbouwbedrijven verspreid over regio's, gewassen en bodem/grondwater situaties bereid gevonden deel te nemen, hier werden de onderdelen geïnstalleerd en gedurende ruim 1,5 jaar getest. In de regio's werden praktijknetwerken gevormd rondom de deelnemende telers, verder bestaande uit geïnteresseerde telers, betrokken waterschappen en teeltadviseurs.

Status: Uitgevoerd, betrokkenheid geïnteresseerde telers is beperkt gebleven tot een kleine groep. Betrokkenheid waterschappen beperkt door, afhankelijk van de regio, beperkte interesse van het waterschap of weerstand bij telersgroepen.

Betrokken partners: LTO-Groei-service, WUR-Glastuinbouw, Rivierenland, Hollands Noorderkwartier, Peel en Maasvallei, Delfland, Hollandse Delta.

Praktijktest

Telers is geleerd de gegevens te interpreteren en toe te passen in het dagelijkse watermanagement. Het is duidelijk geworden dat dit een leerproces is wat een lange adem vraagt. Samenvattend zijn drie categorieën telers te onderscheiden. 1) De 'bewust droge' teler, is vrij intensief met het systeem bezig en gebruikt de mogelijkheden hiervan om de uitspoeling succesvol te minimaliseren. 2) De 'zoekende' teler, is eveneens bewust bezig het systeem toe te passen en probeert een optimaal resultaat te bereiken, maar slaagt daar (nog) niet altijd in. 3) De 'natte' teler, wil geen concessie doen aan de op eigen ervaring gestoelde watergift. Uit de werkwijzen van de eerste twee categorieën zijn een aantal 'best practices' voor duurzaam watermanagement geformuleerd.

Status: Uitgevoerd en afgerond voor dit project. Afspraken gemaakt voor vervolg en uitbreiding met telers en groepen.

Betrokken partners: Productschap Tuinbouw, WUR-Glastuinbouw, WUR-Alterra, LTO-Groei-service, waterschappen: Waterschap Rivierenland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Waterschap Peel en Maasvallei, Hoogheemraadschap Delfland, Waterschap Hollandse Delta, computerbedrijven Hoogendoorn BV, Hortimax BV en Priva.

3. Resultaten en conclusie per taak

Lysimeter. In de eerste fase is in overleg met telers en technische toeleveranciers een zogenaamde robuuste lysimeter ontwikkeld. Het ontwerp was gebaseerd op resultaten van voorgaande projecten. In dit ontwerp is rekening gehouden met alle mogelijke randvoorwaarden, zoals de praktische inpasbaarheid vanwege de teelten, teeltsystemen, kasconstructie, mechanisatie (grondbewerking), watergeefsystemen e.d., alsmede randvoorwaarden vanwege de bodemfysica, hydrologie en meetbaarheid. Dit alles in combinatie met technische uitvoerbaarheid en kostprijs. Het ontwerp is beschreven in een technisch document en beschikbaar gesteld aan installatiebedrijven. Als essentieel noodzakelijk onderdeel verbonden aan de lysimeter moest ook een automatische continue drainmeter worden ontwikkeld. Het aanvankelijke ontwerp was een geïntegreerd systeem, met pomp, pompschakeling, meetapparaat en dataopslag en -communicatie, het geheel ook compact gemonteerd, op uitdrukkelijke wens van de telers. Dit systeem bleek het eerste halfjaar goed te voldoen. Echter na enige tijd bleek het drainwater in een aantal gevallen door ijzer-, kalk- of slibafzetting ernstige verstoppingen aan het pomp- of het meetsysteem te geven. Ook bleek het systeem dermate gevoelig voor vochtinwerking dat de elektronica uitviel. Om deze redenen is besloten tot een drastische aanpassing van het meetsysteem. Een nieuw ontwerp voor een drainmeter werd gemaakt: 1) met alle apparatuur bovengronds, 2) met zo min mogelijk bewegende delen, en 3) met de toepassing van zelf-aanzuigende pompen die ongevoelig zijn voor verstoppende componenten in het water. Een prototype is eerst gedurende een halfjaar getest, vervolgens is dit op de overige bedrijven geïnstalleerd. Bij dit proces is nauw samengewerkt met installatiebedrijven.

Conclusie: De lysimeter voldeed prima, er deden zich geen noemenswaardige problemen voor met de gewasgroei, zetting van de bodem bleek op een enkele uitzondering na geen bottleneck. Bij een geringe watergift bestaat het gevaar voor uitdroging, additioneel zal handmatig water in de bak moeten worden gegeven. De combinatie van de lysimeter met vochtsensoren zal dat probleem vroegtijdig kunnen signaleren. Randapparatuur zoals de drainmeter moet robuust worden uitgevoerd, drainwater kan gemakkelijk verstoppingen

geven en er mag geen elektronica in contact komen met vocht. De lysimeter blijkt een traag reagerend systeem en is niet bruikbaar voor dagelijkse controle van de gift.

Sensoren. Bij de keuze voor het type bodemvochtgehalte sensoren waren een aantal factoren van belang: meetnauwkeurigheid, robuustheid (stoombaarheid), prijs en mogelijkheid tot aansluiting op de klimaatcomputer. Een concessie moest worden gedaan aan dit laatste aspect. Het bleek niet mogelijk 'de ideale' sensor te kiezen die aan alle randvoorwaarden voldeed. Er werden zes sensoren geplaatst, drie binnen en drie buiten de lysimeter, op drie dieptes: 15, 30 en 60 cm. Helaas werd het meetsignaal op sommige bedrijven ernstig verstoord, vermoedelijk door bepaalde machines. Ondanks diverse aanpassingen is het niet gelukt dit probleem op te heffen. Stoombaarheid bleek betrekkelijk omdat in een aantal gevallen later uitval optrad. Ook bleek corrosie op te treden van kabelverbindingen, vanwege verkeerde materiaalkeuze van de fabrikant. Deze zijn echter allen vervangen. Bij één teler is een tweede type sensor ingezet die een eenvoudige koppeling met de klimaatcomputer mogelijk maakte. Bij één andere teler zijn staafvormige sensoren geëvalueerd die eenvoudig herplaatst kunnen worden wanneer de sensoren voor bodembewerking of stomen uit de grond genomen moeten worden. De ervaringen met de sensoren waren wisselend. De sensor op 60 cm bleek in alle gevallen nauwelijks dynamiek te geven, om die reden is geconcludeerd dat deze gemist kan worden. De sensor op 15 cm wordt door de telers vooral gezien als een controle op de watergift. De middelste sensor is het meest bruikbaar omdat daaruit een vernatting of verdroging kan worden afgeleid. Ten behoeve van de praktijktoepassing is een set randvoorwaarden voor vochtmeting in grond bij kasteelten opgesteld. Overigens blijkt het goed interpreteren en op juiste waarde schatten van de meetresultaten en het verloop van de vochtgehalten in de tijd voor veel telers lastig. Conclusie: Sensoren vormen een waardevol hulpmiddel bij de lysimeter. Het is ook mogelijk de sensoren 'stand-alone' te gebruiken, maar de meerwaarde zit in de combinatie waarbij de watergift precies kan worden afgestemd. Twee sensoren zijn in principe al voldoende, een sensor op 60 cm heeft weinig toegevoegde waarde. Technisch dient er nog veel te worden verbeterd. Vooral de kennisoverdracht naar telers over hoe sensoren toegepast moeten worden is belangrijk.

Modellen. Dit onderdeel bestond uit een verdampingsmodel, waarmee de watervraag door het gewas kan worden benaderd en een bodemmodel dat de dynamiek van het vochtanbod (irrigatie) en de vraag (verdamping) vertaalt in vochtlevering, vochtberging of uitspoeling van en naar opeenvolgende bodemlagen. Naast de wateropname (verdamping en opname voor groei) door het gewas werd als output van het bodemmodel het berekende vochtgehalte van de drie eerder genoemde bodemlagen gegeven en als resultaat de berekende drain binnen en buiten de lysimeter. Ook is een begin gemaakt met een automatische terugkoppeling van de gemeten drainage aan het verdampingsmodel, om hiermee automatisch een bedrijfs- en gewasspecifieke kalibratie uit te voeren. De noodzakelijke input-data werden geleverd door de klimaatcomputer en een separate regenmeter, als controle op de watergift ter plaatse. De datacommunicatie, zowel de input voor, evenals de resultaten van, de modellen verliep via een internetplatform ('LetsGrow'). Helaas bleek de datacommunicatie door allerlei oorzaken onvoldoende robuust, waardoor de modelberekeningen niet altijd konden worden uitgevoerd. Bij aanvang van het project zouden we ook aandacht besteden aan de stikstofuitspoeling (metingen en modellering). Omdat we lopende het project alle aandacht nodig hadden om het waterspoor technisch en praktisch aan de praat te krijgen en te houden (zie ad 6), is besloten de stikstofmodellering niet uit te voeren (het aantal metingen was ook te beperkt om model te kunnen toetsen). Conclusie: Betrouwbaarheid van de modelresultaten staat of valt met betrouwbare invoerdata en parameters. Op een praktijkbedrijf is dit niet altijd mogelijk, alleen voor de gemotiveerde en goed onderlegde teler is dit een tool waar meerwaarde kan worden geleverd. Enkele telers zien wel meerwaarde in een verdampingsmodel. Voor het bodemmodel ontbreekt momenteel een draagvlak bij de telers, maar dit is mede veroorzaakt door de haperingen in de levering van resultaat.

Praktijknetwerk

Het systeem van lysimeter, sensoren en modellen is op negen glastuinbouwbedrijven geïnstalleerd en gedurende ruim 1,5 jaar gebruikt. Hierbij is getracht een groot aantal variabelen mee te nemen, qua regio's, grondsoort, hydrologie en gewassen. Vier regio's (Limburg (vier), Zuid-Hollands glasdistrict (twee), de Venen (een), Zuid-Hollandse eilanden (een), Bommelerwaard (een)) waren betrokken, met de gewassen chrysant (vier), zomerbloemen (twee), biologische vruchtgroenten (twee) en sla (een). Er waren vijf bedrijven met overwegend grondwater emissie (allen zandgrond) en vier bedrijven met oppervlaktewaterlozing (twee klei, een venige klei, een zand). In de vier regio's werden praktijknetwerken gevormd bestaande uit de deelnemende telers en geïnteresseerde naburige telers, betrokken waterschappen (Rivierenland, Peel en Maasvallei, Delfland) en teeltadviseurs. Tijdens alle bijeenkomsten werd de voortgang van het project toegelicht en werd aan de hand van voorbeelden de toepassing in de praktijk bediscussieerd. Doordat in het eerste jaar sprake was van het zoeken naar technische oplossingen, kwam het praktisch kunnen werken en het kunnen discussiëren over de resultaten later op gang. Hierdoor was er voor een aantal telers de nieuwsaarde van de bijeenkomsten gering. Dit heeft een weerslag gehad op de betrokkenheid van een deel van de telers binnen de praktijknetwerken.

Conclusie: De betrokkenheid van telers liet bij een deel van de praktijknetwerken wat te wensen over, de bijeenkomsten waren bij een aantal groepen minder bezocht dan voorzien. De één-op-één benadering van telers verliep uitstekend.

Praktijktoeepassing

Na een periode van leren omgaan met het systeem zijn telers aan de gang gegaan met het systeem. Zoals te verwachten, waren het leerproces, de wijze van toepassingen en het uiteindelijke resultaat sterk wisselend. Dit was mede afhankelijk van de stand van de techniek, de verwachtingen en de innerlijke 'drive' van de deelnemende telers. Ook speelt de grondsoort en de hydrologische situatie een belangrijke rol. Samenvattend kunnen de telers in drie groepen worden onderscheiden.

- 1) De 'droge' teler. Deze teler is zich bewust van de doelstellingen en nadrukkelijk bezig emissie te beperken. Er wordt volop gebruik gemaakt van de meetdata. De gemeten drainage is vaak laag tot soms zelfs nul en is uiteindelijk veel minder dan 10% van de gift. De gemeten N-emissie zit tussen 0 en enkele tientallen kg N ha⁻¹ jr⁻¹.
- 2) De 'zoekende' teler. Deze categorie, tevens de grootste groep, is ook bewust bezig met het systeem en probeert het optimale resultaat te bereiken van de teelt. De teler is vooral op zoek naar het juiste vochtgehalte van de bodem, waarbij hij zijn eigen ervaring uit het verleden probeert te ijken aan een bepaald gemeten vochtgehalte met sensoren, maar ook het moment waarop er drainage in de lysimeter ontstaat. Bij sommigen blijft de ervaring wel leidend, evenals de meningen van collega's. De drainage beweegt zich tussen 10 en 20% en vertoont in de loop van het project een dalende tendens. De N-emissie daalde eveneens van enkele honderden tot enkele tientallen kg N ha⁻¹ jr⁻¹.
- 3) De meest lastige groep zijn de zogenaamde 'natte' telers. Deze telers willen geen concessie doen aan de watergift, ondanks soms forse beregeningsoverschotten. De achtergronden hiervoor zijn divers. Voor deze groep staat het teeltresultaat voorop, men is beducht voor een verminderde groei, productie of kwaliteit of ook meer ongelijkheid in de kas.

Uit de werkwijzen van de eerste twee categorieën zijn een aantal 'best practices' voor duurzaam watermanagement geformuleerd. Dit betreft dan het toepassen van de meetwaarden in de dagelijkse strategie van watergeven. De basale gietstrategie wordt aangepast zodat er net een geringe drainage uit de lysimeter komt en de bijbehorende uitslag van de sensoren op 15 cm. Duidelijk is dat er meerwaarde is van het gebruik van vochtsensoren naast de lysimeter, die vroegtijdig vernatting of verdroging signaleert. Ook is er nu bij telers duidelijk inzicht gekomen dat de hoge startgiften niet effectief blijken en dat het beter is deze uit te smeren over langere perioden met een kleinere gift.

Uit de terugkerende gedachteswisselingen met de telers blijkt echter wel dat het systeem voor veel telers toch een stap te ver vooruit is. Met uitzondering van het

verdampingsmodel is men sceptisch over de modelberekeningen en niet overtuigd van de toegevoegde waarde. Daarnaast schrikt men terug voor de investeringen, die als fors kunnen worden beschouwd. Daarom hebben we ons in de laatste fase gericht op het ontwikkelen van een modulair systeem. Hierbij zijn de afzonderlijke onderdelen zoals lysimeter, drainmeter, sensoren en de modellen van elkaar losgekoppeld. Iedere teler kan nu afhankelijk van de doelstellingen met zijn bedrijf een keuze maken en instappen op het gewenste niveau.

Conclusie: Het blijkt dat de belangrijkste meerwaarde voor de telers is dat men inzicht krijgt in bepaalde bodemprocessen, die men vervolgens voor het eigen bedrijf goed kan toepassen. Tegelijkertijd blijkt dat de variatie tussen bedrijven, vanwege grondsoort effecten, hydrologie en gewassen erg groot is. Het werken met het emissiemodel vraagt daarom leertijd, maar biedt, een enkele uitzondering daargelaten, de teler perspectief. Hierbij speelt het bedrijfsdoel en de innerlijke drijfveer een grote rol, maar ook de betrouwbaarheid van het systeem.

Conclusie

Het ontwikkelen van een set aan technische hulpmiddelen voor telers waarmee zij het watermanagement kunnen verbeteren, en daarmee emissie kunnen beperken, is gehaald. Ook kan worden geconcludeerd dat het systeem, ondanks nog een aantal technische onvolkomenheden, een bruikbaar instrument is en inzicht geeft in de waterstromen in de bodem. Dit laatste wordt door de meeste telers benadrukt als het meest waardevolle aspect van het systeem, men wil meer inzicht in de bodem krijgen om de teelt beter te kunnen beheersen. Vermindering van de uitspoeling c.q. emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen is voor hen geen topprioriteit, maar een aantal ziet het belang hiervan wel in. Op een aantal bedrijven is de emissie ook sterk verminderd door toepassing van het systeem. Het project is daarmee op dit onderdeel succesvol. Tegelijkertijd moet worden vastgesteld dat toepassing van het systeem een constant leerproces is, dat pas vruchten afwerpt in de loop van de tijd. De belangrijkste oorzaak hiervan is de diversiteit aan grondsoorten, gewassen en de hydrologische situatie. Ook het formuleren van 'best practices' is een zaak die in de loop der tijd ontwikkeld moet worden, hiermee is slechts een aanvang gemaakt. Ook moet worden erkend dat implementatie niet gemakkelijk is, er zijn nogal wat weerstanden die moeten worden overwonnen. Voor een deel ligt dit aan een moeizame discussie met telers over investeringen die in hun ogen alleen ten bate van 'het milieu' gemaakt moeten worden, anderzijds is dit inherent aan het feit dat als grenzen opgezocht gaan worden, de risico's voor de teelt toenemen. Wat betreft de implementatie is het project dus minder succesvol geweest. Ook zijn we in het project er niet in geslaagd aandacht te besteden aan de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen.

4. Toelichting op wijzigingen ten opzichte van het projectplan

Het projectplan is op de volgende onderdelen gewijzigd:

- Geen modellering van de stikstof en/of fosfaatuitspoeling. De reden was dat dit voor de waterstromen het geheel al behoorlijk gecompliceerd was en de betrouwbaarheid van de data-acquisitie te wensen overliet, waardoor de betrouwbaarheid van de uitkomsten bij voorbaat dubieus zouden zijn. Er zijn wel nutriënten analyses gedaan van bodem en drain, waardoor de emissievracht wel kon worden berekend. Dit heeft het realiseren van het hoofddoel van het project niet in de weg gestaan.
- Er zijn geen analyses verricht aan de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen. Het ontbrak hiervoor aan medewerking van de telers en er is daarom van afgezien. Het is jammer dat dit niet gelukt is, het had het inzicht in de emissieproblematiek vergroot. Echter het heeft het doel van het project niet gehinderd.
- De directe koppeling van sensoren aan de klimaatcomputer is niet uitgevoerd. Hoofdzakelijk vanwege de grote diversiteit aan computersystemen in de praktijk, maar ook vanwege de hoge kostprijs van interfaces, en de lange voorbereiding-, lever- en installatietijd is hiervan afgezien. Dit probleem heeft het draagvlak bij telers duidelijk kleiner gemaakt en verhinderde een groter succes van dit project.
- Genoemde wijzigingen zijn in goed overleg met de projectpartners in de projectgroep besloten en ook met de klankbordgroep afgestemd.

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. Er is wel een verschuiving geweest doordat de materiele kosten, onder andere door het ontwikkelen van een nieuwe drainmeter onvoorzien hoger uitvielen. Er konden daardoor minder personele uren gemaakt worden. Er vielen ook uren vrij omdat afgezien is van modelleren van N-stromen.

Er zijn ook minder uren gedeclareerd door de partners uit de computerbedrijven. Een paar waterschappen hebben er voor gekozen om hun bijdrage in het project niet te declareren.

6. Knelpunten

Systeem: Aangezien een lysimeter bedoeld is als meetinstrument en slechts een beperkt oppervlak van de kas representeert, is het cruciaal dat deze op een representatieve plek ligt. Dit geldt ook voor de sensoren. Het is daarom een voorwaarde dat de kas, het irrigatiesysteem, de bodem en het gewas zo uniform mogelijk zijn. Dit is niet altijd het geval, bovendien zijn er op een bedrijf soms meerdere gewasstadia, gewassen, of cultivars tegelijk aanwezig. Interpretatie en extrapolatie van de gegevens naar de andere situaties is soms erg lastig.

Een lysimeter is uitgevoerd met een vaste diepte, met in ons ontwerp drainage op 90 cm. De werkelijke grondwaterstand varieert en geeft zeker bij de diepere grondwaterstanden een afwijkend stromingspatroon. Dit maakt de vertaalslag naar de werkelijke uitspoeling gecompliceerd. Een lysimeter functioneert alleen inzichtelijk als er enige drain wordt gerealiseerd. Dit strookt niet met het streven naar nul-emissie. Wat de modelberekeningen betreft, nog niet voor alle gewassen zijn gewasparameters bekend die nodig zijn om de verdamping nauwkeurig genoeg te kunnen simuleren.

Technisch: Het lukte niet om het meetsignaal van de bodemvochtsensoren geheel vrij van storingen te krijgen. Vanwege technische problemen, o.a. door verstoppingen en corrosie in het eerste ontwerp van het drainsysteem, en problemen met corrosie en uitvallen van sensoren waren een groot aantal reparaties en technische aanpassingen nodig aan de systemen. Er is daardoor behoorlijke vertraging ontstaan in de uitvoering en zijn een aantal malen flinke gaten in de datasets ontstaan. Ook bleek de datacommunicatie gecompliceerder dan gedacht en was de configuratie op de bedrijven niet altijd geschikt en is compleetheid van data op sommige onderdelen niet haalbaar gebleken. Dit heeft met name de modelberekeningen parten gespeeld, voor een aantal bedrijven waren deze dan ook niet mogelijk. In het onderzoek is wel aangetoond dat het kalibreren van het verdampingsmodel op basis van op langere termijn gemeten drain, een goede mogelijkheid biedt om een beter water management bij andere gewasstadia te realiseren, in die teeltvakken waar geen lysimeter of sensoren staan.

Organisatorisch: Aanvankelijk hadden veel bedrijven zich aangemeld voor deelname aan de praktijknetwerken, de uiteindelijke opkomst tijdens de bijeenkomsten viel echter tegen. Vanwege weerstanden bij sommige telersgroepen is de directe betrokkenheid van de partner-waterschappen wat in het gedrang gekomen. Om de voortgang met de telers niet te frustreren is in onderling overleg de inbreng van de waterschappen daarom beperkt. Op het niveau van de projectgroep en klankbordgroep is de samenwerking wel goed verlopen.

Implementatie: Toepassing van het systeem zal een constant leerproces zijn en werpt pas vruchten af in de loop van de tijd. De diversiteit aan grondsoorten, gewassen en de hydrologische situatie is groot. Implementatie is niet gemakkelijk, doordat er nogal wat weerstanden zijn vanwege het ontbreken van een duidelijke prikkel bij telers om investeringen te doen die alleen ten bate van 'het milieu' komen.

7. Output

De belangrijkste output in het project bestaat uit de continue datastroom die via het programma 'LetsGrow' van Hoogendoorn zichtbaar werden gemaakt. Een bloemlezing en voorbeelden zijn weergegeven in het rapport 'Ontwikkeling emissie-managementsysteem,

grondgebonden teelt; praktijktoepassing'. Concrete output is verder het ontwerp van een robuuste lysimeter en drainmeter, en een lijst met randvoorwaarden voor vochtsensoren. Ook de beschrijving van het optionele modulaire systeem is opgeleverd.

Voorts zijn er vele presentaties verzorgd voor praktijknetwerken, telersgroepen, en diverse bijeenkomsten van verschillende stakeholders. Een overzicht is gegeven in Bijlage I. Diverse artikelen zijn verschenen in de vakpers voor telers. Voorts zijn er workshops, themadagen etc. gehouden. Gedurende de looptijd van het project zijn er digitale nieuwsbrieven verstuurd naar alle grondtelers waarin de voortgang van dit project werd beschreven.

Om de eindresultaten te presenteren is er een Kennisdag Water georganiseerd voor een breed publiek. Op deze bijeenkomst is ook stilgestaan bij de mogelijkheden en belemmeringen bij implementatie van het systeem. Daarnaast zijn er themadagen Water in de Grond georganiseerd in verschillende regio's in het land.

De eindresultaten zijn gepresenteerd in een aantal artikelen, maar ook in een flyer met veel praktische informatie over het emissie-managementsysteem. Deze flyer is bij diverse gewasbijeenkomsten verspreid onder telers. Daarnaast was de voortgang van het project te volgen op de website, momenteel staan op een separate webpagina de eindresultaten gepresenteerd <http://www.groeiservice.nl/water-emissie/grondgebonden/>. Op deze manier is ook in de nabije toekomst toegang tot deze informatie gegarandeerd, voor zowel telers, adviseurs als toeleveranciers.

8. Samenwerking

Werkoverleg

De samenwerking en afstemming kreeg in de eerste plaats gestalte op de werkvloer tussen collega onderzoekers binnen WUR. Een aantal ad-hoc bijeenkomsten werden georganiseerd voor alle betrokken onderzoekers om de voortgang en planning te bespreken. Er was iedere 3 weken een gestructureerd werkoverleg van de onderzoekers die de telers begeleidden. Ongeveer elke 3 maanden was er overleg tussen LTO-groeiservice en WUR-glastuinbouw over de praktijknetwerken. De samenwerking verliep goed.

Kernteam

De hoofduitvoerders (WUR Glastuinbouw, WUR Alterra, LTO Groeiservice en de penvoerder (Productschap Tuinbouw) hebben samen een kernteam gevormd wat elke 3 maanden bij elkaar kwam. In dit overleg werden technische knelpunten, knelpunten in uitvoering, de afstemming, de planning, en communicatie activiteiten besproken. De samenwerking tussen de hoofduitvoerders en de penvoerder verliep goed.

Projectteam

Het projectteam bestond uit een vertegenwoordiging van de projectpartners en financiers. Ongeveer elk halfjaar kwam het projectteam bij elkaar, in totaal was dit vijf maal tijdens het project. Het hoofddoel was het informeren over de voortgang en vragen om input van de partners bij te nemen beslissingen over vervolgstappen.

Klankbordgroep

Er was een klankbordgroep geformeerd, bestaande uit een afvaardiging van de deelnemende telers, LTO-glaskracht, de Unie van Waterschappen, Hoogheemraadschap Delfland, en de gemeente Westland. De klankbordgroep is in totaal viermaal samengekomen, waarbij de voortgang en de resultaten zijn toegelicht en de input van de stakeholders op de richting van het project is gevraagd.

Tussen de uitvoerende partijen WUR-glastuinbouw, WUR-Alterra en LTO-groeiservice werd goed samengewerkt. De inhoudelijke kennisuitwisseling verliep goed, op communicatiegebied zijn veel gezamenlijke producten opgeleverd.

9. KRW bijdrage

Primair had het project ten doel de vermindering van de concentraties nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater in concentratiegebieden van grondgebonden glastuinbouw, zodat de KRW doelen worden gehaald. Door de aanpak via het waterspoor zal de hoeveelheid te lozen drainagewater en uitspoelend water naar het grondwater sterk afnemen en daarmee de hoeveelheid en concentratie nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen sterk worden gereduceerd. De aanpak is via het ontwikkelen van een methodiek, die pas na toepassing effect sorteert. Via de methodiek zelf is effectief nul-emissie bereikbaar, door gericht naar geen of een geringe drainage in de lysimeter toe te werken, dit te bewaken aan de hand van het verloop van vochtsensoren en het geheel via modelberekeningen te ondersteunen. Van belang is dan wel uniformiteit van kas, bodem, en gewas om dezelfde resultaten in de rest van de kas te bereiken. Echter de effectiviteit ten aanzien van de KRW doelstellingen blijkt pas uit de toepassing in de praktijk.

Voor de grondgebonden bedrijven zal de lozing aan N, P en gewasbeschermingsmiddelen effectief afnemen. Dit is gebleken uit de projectresultaten. Weliswaar was een nulmeting niet mogelijk (immers de werkelijke uitspoeling op de bedrijven kan pas na de installatie van een lysimeter gemeten worden), maar uit de resultaten blijkt dat die bedrijven die bewust bezig zijn met het systeem, de emissievracht van N effectief verlaagden van enkele honderden $\text{kg N ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ tot enkele tientallen $\text{kg N ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$. Ook hier zal de bekende 80-20 regel van toepassing zijn, dat 80% reductie van de emissie gemakkelijk behaald kan worden en de laatste 20% meer inspanning vergt. De P emissie bleek overigens op alle bedrijven sowieso niet meer dan enkele $\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$ te bedragen. Redelijkerwijs mag worden aangenomen dat met het terugdringen van de emissie van nutriënten, door de reductie van de uitspoeling via het waterspoor, ook de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen sterk zal worden verlaagd.

Echter van een volledige nullozing zal ook op termijn geen sprake kunnen zijn. Een teler zal altijd dusdanig irrigeren dat de droogste plek voldoende krijgt, dientengevolge zal de natste plek dan teveel krijgen en netto uitspoeling veroorzaken. Hierbij is ook van belang te melden dat het toepassen van een beregeningsstrategie gericht op geringe uitspoeling alleen duurzaam mogelijk is indien goed gietwater wordt gebruikt om zoutophoping te voorkomen en dat de bemesting optimaal verloopt.

Alternatieven

Omschakeling van grondgebonden teelten onder glas naar substraatteelt zou een eerste alternatief kunnen zijn. Recirculatie van drainwater zal dan de emissie zeer sterk kunnen beperken, echter de problematiek van lozing van spuiwater komt dan ook in het vizier. Er zijn diverse redenen waarom er wel altijd nog grondgebonden teelten zullen blijven bestaan. Dit heeft een teelttechnische (letterlijk "grondgebonden", biologische teelt, bol- en knolgewassen) of economische (duur teeltsysteem) reden.

Een tweede alternatief is hergebruik van drainagewater. In principe ontstaat hierbij ook geen emissie, echter er zijn wel een aantal kanttekeningen:

- a) Alleen toepasbaar daar waar een effectief werkend drainagesysteem is. Indien er wegzijging optreedt, zoals bij grondwaterstanden net onder het drainniveau is er sprake van emissie. Hergebruik is dan een schijnzekerheid van nul-emissie omdat wegzijging niet zichtbaar is.
- b) Niet toepasbaar bij diep (>1 m) grondwater. Een drainagesysteem kan alleen werken bij contact met grondwater. Voor deze situaties biedt het geen oplossing voor emissie.
- c) Alleen toepasbaar indien geen verzouting optreedt via inzijging of kwel in het systeem. Anders zal op termijn extra spui nodig zijn vanwege zoutaccumulatie in de teelt.
- d) Beperkt toepasbaar waar inzijgend oppervlaktewater of kwel kwantitatief voor teveel drainagewater zorgt. In veel gevallen is er periodiek (veel neerslag, winterperiode) door inzijging zoveel drainagewater dat niet alles gebruikt kan worden en alsnog spui noodzakelijk is.

Kortom er zijn slechts weinig situaties waar dit probleemloos kan worden toegepast. Het emissie-managementsysteem heeft als voordeel dat het in alle situaties kan worden toegepast.

10. Kosteneffectiviteit

Kosten

De kosten van het geïntegreerde meetsysteem zijn moeilijk in te schatten. Weliswaar zijn er in dit project een negental systemen geïnstalleerd, echter hierin zit een grote post ontwikkelkosten en verwacht mag worden dat bij grotere aantallen schaalvoordelen te behalen zijn. Als ruwe schatting kan gesteld worden dat een compleet systeem ca. 10 k€ per installatie zal kosten, opgebouwd uit een lysimeter (2 k€), drainmeter (3,5 k€), sensoren (3 k€) en aansluitingen + software (ca. 1,5 k€). Bij een modulair systeem zullen de kosten voor de genoemde onderdelen in dezelfde orde van grootte liggen. Voor een compleet systeem zullen de jaarkosten bestaande uit afschrijving, rentekosten en onderhoud uitkomen op € 1500 tot € 2000. Voor een modulair systeem is dit afhankelijk van het niveau waarop men instapt en tussen € 100 en € 1000. Het is te verwachten dat een gemiddeld teeltbedrijf, met één gewas, met één systeem kan volstaan. Afhankelijk van de bedrijfsgrootte zal dit dan neerkomen op jaarkosten van minder dan € 0,05 m⁻² tot ca. € 0,15 m⁻² voor respectievelijk een groot en een klein bedrijf. De besparing op water- en meststofkosten zijn zodanig dat dit voor bedrijven die nu ruim water geven in dezelfde orde van grootte ligt. Echter voor veel telers is de besparing niet eens van belang, men vindt meer inzicht in de teelt reeds voldoende argumentatie om tot aanschaf over te gaan.

Kosteneffectiviteit

De kosteneffectiviteit van de maatregel kan het beste worden beoordeeld door een vergelijking te maken met de kosten die gemaakt zouden moeten worden om het drainwater te zuiveren van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen. Voor de kosten van zuivering van specifiek drainwater uit glastuinbouw zijn echter weinig kengetallen bekend. Als referentie zijn daarom de resultaten van het KASZA project genomen (STOWA publicatie 28-2007). In dit concept is berekend welke opties er zijn voor decentrale zuivering van een gemiddelde tuinbouwcluster van 40 ha. Voor de berekening van de kosten is men daarbij uitgegaan van gemiddeld 3000 m³ ha⁻¹ jr⁻¹ geloosd drainwater. Voor een vergelijking zijn we ervan gegaan dat met de maatregel minimaal 90% reductie behaald kan worden, dus een restlozing van 300 m³ ha⁻¹ jr⁻¹. Onder maatregel verstaan we hier de toepassing van een lysimeter en emissie-managementsysteem om de uitspoeling te minimaliseren.

In de referentie situatie is er dus sprake van 3000 m³ ha⁻¹ jr⁻¹ lozing. Indien dit gezuiverd moet gaan worden komen de jaarkosten neer op € 5500 - € 7500 ha⁻¹ jr⁻¹ (STOWA publicatie 28-2007), dit komt neer op € 1,83 - € 2,50 per m³ drainwater. Met de voorgestelde maatregel is er sprake van een lozing van 300 m³ ha⁻¹ jr⁻¹. De jaarlijkse kosten van de maatregel lopen uiteen van € 1500 - € 2000 (zie hierboven). Er blijft echter sprake van een restlozing. Indien deze gezuiverd moet gaan worden komen daar nog kosten bij van € 550 tot € 750 ha⁻¹ jr⁻¹. De totale jaarkosten van de maatregel komen derhalve neer op de jaarkosten van het systeem plus de kosten van de restlozing. Voor een klein bedrijf van 2 ha met één systeem komen de kosten dan neer op max € 3500. Voor een groot bedrijf van 10 ha met twee systemen zijn de kosten € 11500. In de referentiesituatie zijn de maximale kosten voor deze bedrijven echter respectievelijk € 15000 en € 75000. Het blijkt dus dat de maatregel zeer kosteneffectief is

Alternatieven

Zoals hierboven aangegeven zijn er niet direct geschikte alternatieven, bovendien ook moeilijk vergelijkbaar. Het omschakelen naar substraatteelt vraagt een veelvoud van de investeringen (orde van grootte 100 - 200 k€ ha⁻¹). Hergebruik van drainagewater vraagt een investering en jaarkosten in dezelfde orde van grootte en is echter zoals gezegd beperkt toepasbaar.

11. Niet KRW-effecten

In de glastuinbouw probeert men zoveel mogelijk de teelt te sturen door de groei- en omgevingsfactoren zoveel mogelijk te beheersen. Voor veel telers zijn de bodemomstandigheden en bodemprocessen echter onvoldoende beheersbaar, de 'black box'. Met behulp van de ontwikkelde tools neemt dit inzicht enorm toe. Alleen al het beschikken over data en grafieken waarin het verloop van een aantal bodemparameters zichtbaar is geeft de telers al het gevoel de teelt beter te kunnen begrijpen en te sturen. Het emissie-management systeem draagt zo bij aan een betere beheersing van de groei en ontwikkeling van het gewas.

12. Vertaalbaarheid van uw projectresultaten

De resultaten zijn primair bedoeld voor alle telers van grondgebonden glastuinbouw. In principe is het voor alle teelten en situaties toepasbaar. Voor elke teelt is een vertaalslag nodig voor wat betreft het verdampingsmodel, immers niet voor alle gewassen zijn de specifieke parameters bekend. Echter, de kracht van dit instrument is dat er in de loop van de tijd een kalibratie mogelijk is.

Het ligt voor de hand te bedenken dat de emissie-management tool ook kan worden toegepast bij andere sectoren in land- en tuinbouw. Met name daar waar irrigatie structureel wordt toegepast, zoals in de intensieve vollegrondsgroenteteelt, de sierteelt (snijbloemen, snijheesters) en de intensieve boomteelt. Als randvoorwaarde geldt uiteraard dat de sturingsmogelijkheden afhankelijk zijn van de neerslag, zo zal het opnemen van een neerslagvoorspelling noodzakelijk zijn. Voor de techniek geldt dat de andere infrastructuur (bekabeling, ontbreken klimaatcomputers) en noodzakelijke vorstbeveiliging met extra kosten gepaard gaat.

Bijlage Publiciteit

Algemene presentaties

2010

- Heinen, M., Bakker, G., Assinck, F.B.T., Voogt, W. (2010). Emissie meten met een lysimeter? Bleiswijk, Wageningen UR, Kennisdag Water, 2010-06-03.
- Voogt, W. (2010). Emissiemanagement grondgebonden kasteelt. Bleiswijk, Wageningen UR Glastuinbouw, Glastuinbouw Waterproof - Kennisdag Water georganiseerd door Productschap Tuinbouw, LTO Groeiservice en Wageningen UR Glastuinbouw, 2010-06-03.
- Voogt, W. (2010). De Lysimeter: Meetinstrument voor controle watergift en emissie. Bleiswijk, Wageningen UR Glastuinbouw, Kennisdag Water, 2010-06-03.
- Heinen, M., S. Verzandvoort, F. Assinck, G. Bakker, W. Voogt, G.-J. Swinkels, J. Balendonck, H. Jansen. (2010). Ondersteunende modellen voor emissiemanagement. Bleiswijk, Telers netwerkoverleg, 2010-10-08.
- Voogt, W. (2010). De Lysimeter. Bleiswijk, Wageningen UR Glastuinbouw, Startbijeenkomst Glastuinbouw Waterproof Grondgebonden, 2010-10-08.
- Klap, J.C. (2010). Uitvoeringsagenda en PT. Gilze-Rijen, ZLTO, Duurzaam water in en om de kas, 2010-10-25.
- Klap, J.C. (2010). Uitvoeringsagenda en PT. Asten: ZLTO, Duurzaam water in en om de kas, 2010-11-11.
- Klap, J.C. (2010). Uitvoeringsagenda water Glastuinbouw waterproof en KRW projecten: Naaldwijk: OVTO-AVAG Jaarvergadering 2010-11-16.
- Klap, J.C. (2010). Glastuinbouw Waterproof: Grondgebonden teelt: Utrecht: Kennis moet stromen, Kosten en effectiviteit van landbouwmaatregelen op KRW en de nitraatrichtlijn doelen, 2010-11-18.
- Voogt, W.; Winkel, A. van (2010). Watergift, bemesting en uitspoeling bioteelt: Stand van zaken, knelpunten, acties. Dronten : Wageningen UR Glastuinbouw, BioKennisdag 2010 Warmonderhof, 2010-11-25.

2011

- Balendonck, J. (2011). Sensoren en datakoppeling. Bleiswijk: Wageningen UR, Kennisdag Chrysant, 2011-02-09.
- Klap, J.C. (2011). Glastuinbouw Waterproof: Grondgebonden teelt: Utrecht: Kennis moet stromen, Maatregelen op bedrijfsniveau met als doel reduceren van nutriëntenbelasting oppervlakte water en emissie andere problemstoffen, 2011-09-13.
- Voogt, W.; Beerling, E.A.M. (2011). Demo van lysimeter en waterstromen in teeltsysteem. Amsterdam, HortiFair, Wageningen UR Glastuinbouw, 2011-10-31.
- Balendonck, J.; Swinkels, G.J.; Winkel, A. van; Voogt, W.; Zwinkels, F.; Dorland, H. van (2011). Sensoren en Data-Acquisitie, Bleiswijk: Wageningen UR, 2011-12-16.
- Elings, A.; Beerling, E.A.M.; Balendonck, J.; Blok, C.; Hemming, J.; Os, E. van; Voogt, W. (2011). Water use in horticulture. Madrid, : Wageningen UR Greenhouse Horticulture, Spanish-Dutch Water Event, 2011-10-13
- Voogt, W.; Balendonck, J.; Heinen, M.; Janse, J.; Helm, F.P.M. van der; Swinkels, G.L.A.M. (2011) Emission management tool for soil grown crops, Amsterdam : Wageningen UR Glastuinbouw, Workshop Water Horti fair, 2011-11-06
- Voogt, W.; Janse, J. (2011). Gericht watergeven bij de slateelt; onderzoek toepassing emissie management systeem grondgebonden teelten. 's-Gravenzande : Wageningen UR Glastuinbouw, Landelijke Slamiddag, 2011-12-09

2012

- Schoenmakers, M. (2012). Toepassing emissiemanagement systeem LC Chrysant. 2012-01-03.
- Balendonck, J.; Swinkels, G.J.; Winkel, A. van; Voogt, W.; Heinen, M.; Zwinkels, F.; Dorland, H. van (2012). Lysimeter Project - Transitie naar een praktijksysteem. Drainmeter, Sensoren, Data-Acquisitie en Modellen, Bleiswijk: Wageningen UR, 2012-03-09.
- Voogt, W. (2012). Optimalisatie watergift en beperken emissie. De Lysimeter. 's Gravenzande, Wageningen UR Glastuinbouw, Landelijke chrysantenmiddag, 2012-04-05.

- Balendonck, J.; Swinkels, G.J.; Winkel, A. van; Voogt, W.; Heinen, M.; Zwinkels, F.; Dorland, H. van (2012). Op weg naar een Praktijksysteem: Drainmeter, Sensoren, Data-Acquisitie en Modellen, Bleiswijk: Wageningen-UR, presentatie t.b.v. installateurs Bleiswijk, 2012-04-16.
- Schoenmakers, M. (2012). KRW en de lelieteelt. Bijeenkomst LC van de LTO Lelie, 2012-05-22.
- Voogt, W; Balendonck J; Heinen M.; Swinkels G.J., Janse J, Van der Helm F. (2012). Ervaringen met de lysimeter. Maasdijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Glastuinbouw Waterproof – Themamiddag water georganiseerd door LTO Groeiservice en Wageningen UR Glastuinbouw, 2012-09-20.
- Schoenmakers, M. (2012). Duurzaam omgaan met water. Maasdijk: LTO Groeiservice, Themadag Water in de grondteelt, 2012-09-20.
- Voogt, W; Balendonck J; Heinen M.; Swinkels G.J., Janse J, Van der Helm F. (2012). Ontwikkeling Emissie Management Tool. Zoetermeer: Wageningen UR Glastuinbouw, Glastuinbouw Waterproof - Kennisdag Water georganiseerd door Productschap Tuinbouw, LTO Groeiservice en Wageningen UR Glastuinbouw, 2012-09-27.
- Balendonck J, Voogt, W., Heinen M.; Swinkels G.J., Zwinkels F.; Van Dorland F., (2012). Modulaire opbouw systeem voor emissie management grondgebonden teelten: "de lysimeter". Zoetermeer: Wageningen UR Glastuinbouw, Glastuinbouw Waterproof - Kennisdag Water georganiseerd door Productschap Tuinbouw, LTO Groeiservice en Wageningen UR Glastuinbouw, 2012-09-27
- Balendonck, J.; Voogt, W.; Heinen, M.; Swinkels, G.L.A.M.; Winkel, A. van; Zwinkels, F.; Dorland, H. van (2012). Emissie management grondgebonden teelten "de lysimeter". Zoetermeer: Wageningen UR Glastuinbouw, Kennisdag Water, 2012-09-27.
- Balendonck, J. (2012). Sensor Activated Irrigation Control: State of the Art and Future Challenges. Rothamsted Research, Harperden (UK): Workshop "New Measurement methods in soil physics: future frontiers", 2012-10-01.
- Voogt, W; Balendonck J.; Heinen M.; Swinkels G.J., Janse J, Van der Helm F. (2012). Ervaringen met de lysimeter. Maasbree: Wageningen UR Glastuinbouw, Glastuinbouw Waterproof – Themamiddag water georganiseerd door LTO Groeiservice en Wageningen UR Glastuinbouw, 2012-10 -23.
- Schoenmakers, M. (2012). Duurzaam omgaan met water. Maasbree: LTO Groeiservice, Themadag Water in de glastuinbouw, 2012-10-24.

Presentaties voor bijeenkomsten van praktijknetwerkgroepen

2010

- Voogt, W. (2010). Ervaringen praktijktoepassingen lysimeters Project 'bemesten met beleid'. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, werkgroep emissienormen GLAMI, 2010-02-12
- Voogt, W. (2010). Emissie management grondgebonden teelten (Glastuinbouw Waterproof - Grondgebonden). Zuilichem: Wageningen UR Glastuinbouw, Themadag Water - Telen met Toekomst, 2010-10-06.

2011

- Heinen, M.; Verzandvoort, S.J.E.; Assinck, F.B.T.; Bakker, G.; Voogt, W.; Swinkels, G.L.A.M.; Balendonck, J.; Jansen, H. (2011). Ondersteunende modellen voor emissie management. Venlo: Wageningen UR, Bijeenkomst Praktijknetwerkgroep Limburg, 2011-01-05.
- Balendonck, J. (2011). Sensoren en datakoppeling. Venlo: Wageningen UR, Bijeenkomst Praktijknetwerkgroep Limburg, 2011-01-05.
- Voogt, W.; Heinen M, Swinkels, G.L.A.M.; Balendonck, J. (2011). Praktijktype robuuste lysimeter. Venlo: Wageningen UR, Bijeenkomst Praktijknetwerkgroep Limburg, 2011-01-05
- Voogt, W.; Winkel, A. van; Balendonck, J.; Heinen, M.; Zwinkels, F. (2011). Lysimeter onderdeel Emissie management systeem. Hensbroek: Wageningen UR Glastuinbouw, Workshop Chrysant, 2011-02-18.
- Voogt, W. Winkel, A. van; Balendonck, J.; Heinen, M (2011). Emissie management systeem. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst Praktijknetwerk ZHG Bloemen, 2011-02-23.
- Voogt, W.; Klap, J.; Heinen, M.; Balendonck, J.; Welles, H. (2011). Project glastuinbouw waterproof; emissie management systeem. Vlijmen: Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst Praktijknetwerk midden Nederland, 2011-04-08.
- Voogt, W.; Janse, J. (2011). Emissie management systeem; lysimeter bij sla. 's Gravenzande: Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst Telersgroep ZHG Groente, 2011-05-18.

- Voogt, W.; Janse, J.; Helm, F.P.M. van der; Winkel, A. van (2011). Toepassing emissie management systeem; wat kan een teler ermee in de praktijk. Nieuwaal: Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst midden Nederland, 2011-06-08.
- Voogt, W.; Balendonck, J.; Heinen, M. (2011). Emissie managementsysteem; techniek, metingen en modellen. Nieuwe Wetering: Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst Telersgroep de Venen, 2011-06-22.
- Voogt, W.; Janse, J.; Helm, F.P.M. van der; Winkel, A. van (2011). Wat kan een teler ermee in de praktijk; toepassing emissie management systeem. Nieuwe Wetering: Wageningen UR Glastuinbouw, Telersgroep De Venen, 2011-06-22.
- Voogt, W.; Helm, F.P.M. van der (2011). Emissie management grondgebonden; ervaringen afgelopen zomer. Venlo: Wageningen UR Glastuinbouw, Praktijknetwerkgroep Limburg, 2011-09-14.
- Heinen, M., W. Voogt. (2011). Praktijknetwerk ZHG. Ervarenen afgelopen zomer. 's-Gravensande: Glastuinbouw Waterproof grondgebonden, Telers netwerk overleg, 2011-09-16.
- Voogt, W. Janse, J.; Winkel, A. van (2011). Emissie management grondgebonden teelt; ervaringen en stand van zaken. Nieuwerkerk aan de IJssel: Bijeenkomst telersgroep ZHG groenten, 2011-11-18.
- Voogt, W.; Winkel, A. van (2011). Workshop uitgekend watermanagement en bemesten: lysimeters, vochtsensoren, emissie management. Dronten: Wageningen UR Glastuinbouw, BioKennis Jaarbijeenkomst, 2011-11-23.
- Voogt, W.; Janse, J. (2011). Glastuinbouw Waterproof Grondgebonden Groep Bommelwaard eo: Ervarenen afgelopen periode. Vlijmen: Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst Telersgroep Rivierengebied, 2011-11-25.
- Voogt, W.; Janse, J. (2011). Glastuinbouw waterproof grondgebonden; Ervarenen afgelopen periode. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst telersgroep ZHG, 2011-11-25.
- Voogt, W.; Helm, F.P.M. van der (2011). Voortgang glastuinbouw waterproof grondgebonden november; groep Limburg bloemen en groenten. Venlo: Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst telersgroep Limburg, 2011-11-30.
- Voogt, W.; Janse, J. (2011). Gericht watergeven bij de slateelt; onderzoek toepassing emissie management systeem grondgebonden teelten. 's-Gravensande: Wageningen UR Glastuinbouw, Landelijke Slamiddag, 2011-12-09.
- Voogt, W.; Balendonck J, Heinen M, Janse J., van der Helm, F Van Winkel A. (2011). Stand van zaken KRW project; Hoe gaan we verder Vlijmen: Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie telersgroep project, 2011-12-19.

2012

- Schoenmakers, M. (2012). Emissie grondteelt/omgaan met zorgplicht. 's Gravensande: LTO Groeiservice, praktijknetwerk ZHG, 2012-03-16.
- Voogt, W.; Janse J, Balendonck J, Heinen M, Van Winkel A. (2012). Lysimeter sensoren en bodemmodel, resultaten en stand van zaken Naaldwijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst telersgroep ZHG, 2012-03 -16.
- Voogt, W.; Janse J, Balendonck J, Heinen M, Van Winkel A. (2012). Lysimeter sensoren en bodemmodel, resultaten en stand van zaken. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst telersgroep ZHG bloemen, 2012-03 -22.
- Voogt, W.; Janse J, Balendonck J, Heinen M, Van Winkel A. (2012). Lysimeter sensoren en bodemmodel, resultaten en stand van zaken. Brakel: Wageningen UR Glastuinbouw, Bijeenkomst telersgroep Rivierengebied, 2012-03-28.
- Balendonck, J.; Swinkels, G.J.; Winkel, A. van; Voogt, W.; Heinen, M.; Zwinkels, F.; Dorland, H. van (2012). Op weg naar een Praktijksysteem: Drainmeter, Sensoren, Data-Acquisitie en Modellen, Bleiswijk: Wageningen-UR, presentatie t.b.v. telerbijeenkomst, 2012-06-14.
- Janse J, Voogt, W; Van der Helm F. (2012). Ervarenen met de lysimeter. Tinte: Wageningen UR Glastuinbouw, Glastuinbouw Waterproof – Bijeenkomst telersgroep bioteelt, 2012-10-03.

Presentaties voor projectgroep en klankbordgroep

2010

- Voogt, W.; Balendonck, J., Heinen, M., Van Winkel, A. (2010). Praktijktoepassing lysimeters - een update. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie Voor de Werkgroep emissienormen GLAMI, 2010-02-12.

- Heinen, M., F. Assinck, G. Bakker, W. Voogt. (2010). Lysimeter: modelstudie. Bleiswijk: Presentatie Voor de Werkgroep emissienormen GLAMI, 2010-02-12.
- Heinen, M. (2010). Modelling lysimeter: samenvatting modelresultaten. Bleiswijk: Projectoverleg Lysimeter, 2010-03-12.
- Voogt, W.; Balendonck, J., Heinen, M. (2010). Emissiemanagement grondgebonden glastuinbouw. Bleiswijk: Begeleidingscommissie 'Verbeter de Lysimeter', 2010-05-28.
- Heinen, M., F. Assinck, G. Bakker, W. Voogt. (2010). Lysimeter: modelstudie. Bleiswijk: Begeleidingscommissie 'Verbeter de Lysimeter', 2010-05-28.
- Heinen, M., S. Verzendvoort, F. Assinck, G. Bakker, W. Voogt, G.-J. Swinkels, J. Balendonck, H. Jansen. (2010). Ondersteunende modellen voor emissiemanagement. Bleiswijk: Projectgroep Glastuinbouw Waterproof, grondgebonden, 2010-10-27
- Voogt, W.; Balendonck J., Heinen, M. (2010). Glastuinbouw waterproof grondgebonden. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie projectgroep, 2010-10-27.
- Welles, H. (2010). Regionale netwerken. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie projectgroep, 2010-10-27.

2011

- Heinen, M., S. Verzendvoort, F. Assinck, G. Bakker, W. Voogt, G.-J. Swinkels, J. Balendonck, H. Jansen. (2011). Ondersteunende modellen voor emissiemanagement. Bleiswijk: Projectgroep overleg. Glastuinbouw Waterproof, grondgebonden, 2011-02-09.
- Voogt, W.; Balendonck J, Heinen, M. (2011). Glastuinbouw waterproof grondgebonden; stand van zaken. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie projectgroep, 2011-02-09.
- Welles, H. (2011). Praktijknetwerken en Communicatie. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie projectgroep, 2011-02-09.
- Voogt, W.; Zwinkels, F.; van Winkel, A. (2011). Ontwikkeling van een praktijktype van de lysimeter. . Bleiswijk: Begeleidingscommissie 'Verbeter de Lysimeter', 2011-02-22.
- Voogt, W.; Balendonck J, Heinen, M. (2011). Voortgang van het project glastuinbouw waterproof-grondgebonden . Bleiswijk: Begeleidingscommissie 'Verbeter de Lysimeter', 2011-02-22.
- Heinen, M. (2011). Lysimeter: visie vanuit de bodem. Bleiswijk: Begeleidingscommissie 'Verbeter de Lysimeter', 2011-02-22.
- Heinen, M. J. Balendonck. (2011). Glastuinbouw Waterproof, grondgebonden. Metingen en modellen. Bleiswijk: Projectgroep Glastuinbouw Waterproof, grondgebonden overleg, 2011-06-16.
- Schoenmakers, M. (2011). Praktijknetwerken en Communicatie Bleiswijk: Projectgroep Glastuinbouw Waterproof, grondgebonden overleg, 2011-06-16.
- Voogt, W.; Balendonck, J., Heinen, M. , Swinkels, G.J., Janse, J., van der Helm, F., van Winkel, A. (2011). Toepassing emissie management systeem. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie projectgroep, 2011-06-16.
- Voogt, W.; Janse J., van der Helm, F.; Van Winkel A. (2011). Resultaten emissie. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie projectgroep, 2011-06-16.
- Heinen, M., G.-J. Swinkels, J. Balendonck, W. Voogt. (2011). Ondersteunende modellen voor emissiemanagement. Zoetermeer: Projectgroep Glastuinbouw Waterproof grondgebonden, 2011-12-16.
- Voogt, W.; Balendonck, J., Heinen, M. ,Janse J., van der Helm, F., van Winkel, A. (2011). Toepassing in de praktijk; ervaringen afgelopen periode. Zoetermeer: Projectgroep Glastuinbouw Waterproof grondgebonden, 2011-12-16.
- Schoenmakers, M. (2011). Voortgang praktijknetwerken, Zoetermeer: Projectgroep Glastuinbouw Waterproof grondgebonden, 2011-12-16.
- Voogt, W.; Janse, J., van der Helm, F. (2011). Een aanzet tot 'Best practices'. Zoetermeer: Projectgroep Glastuinbouw Waterproof grondgebonden, 2011-12-16.

2012

- Voogt, W. ;Balendonck, J.; Janse, J.; van der Helm, F. (2012). Praktijktoepassing lysimeters - een update. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie Voor de Werkgroep emissienormen GLAMI, 2012-02-12.
- Voogt, W. ; Janse, J.; van der Helm, F.; Heinen, M.; Balendonck, J.; Swinkels G.J.; van Winkel, A., (2012). Praktijktoepassing van het emissiemanagementsysteem - een update. Bleiswijk: Begeleidingscommissie 'Verbeter de Lysimeter', 2012-03-04.

- Balendonck, J.; Swinkels, G.J.; Winkel, A. van; Voogt, W.; Heinen, M.; Zwinkels, F.; Dorland, H. van (2012). Stand van zaken: Techniek "Transitie naar een praktijksysteem: Drainmeter, Sensoren, Data-Acquisitie en Modellen". Bleiswijk: BCO-vergadering, 2012-04-03.
- Heinen, M. (2012). Verdamping Glastuinbouw Waterproof, grondgebonden. Glastuinbouw Waterproof, Bleiswijk: Telers bijeenkomst, 2012-06-14.
- Schoenmakers, M. (2012). Communicatie Glastuinbouw Waterproof, grondgebonden, 2012-07-03.
- Van der Helm, F; Voogt, W.; Janse J., Van Winkel A. (2012). Toepassing in de praktijk.; voorbeelden van ervaringen. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie projectgroep, 2012-07-03.
- Heinen, M., F. Assinck, W. Voogt, G.-J. Swinkels, J. Balendonck. (2012). Modellen Glastuinbouw Waterproof, grondgebonden., Zoetermeer: Projectgroep Glastuinbouw Waterproof grondgebonden, 2012-07-03.
- Voogt, W.; Balendonck, J.; Swinkels, G.J.; Winkel, A. van; Heinen, M.; Zwinkels, F.; Dorland, H. van (2012). Stand van zaken meetsysteem: Lysimeter en sensoren, Bleiswijk, Wageningen-UR, projectgroep vergadering, 2012-07-03.
- Voogt, W.; Janse, J., Van Winkel, A., Van der Helm, F. (2012). Resultaten emissiemetingen. Bleiswijk: Wageningen UR Glastuinbouw, Projectgroep Glastuinbouw Waterproof grondgebonden, 2012-07-03.
- Voogt, W.; Janse, J., Balendonck, J., Heinen, M., Van Winkel, A. (2012). Lysimeter sensoren en bodemmodel, resultaten en stand van zaken. Den Haag: Wageningen UR Glastuinbouw, Presentatie Voor de Werkgroep emissienormen. 2012 04-10.
- Beerling, E. (2012). KRW resultaten bij de klankbordgroep waterschappen/gemeenten. 2012-09-05.
- Heinen, M. (2012). Glastuinbouw Waterproof, Grondgebonden: Lysimeterproject. Wageningen: Teamoverleg, 2012-10-08.

Gewasnieuwsbrieven

- Schoenmakers, M. (2012). Telers met lysimeter leren veel over water. Gewasnieuwsbrief chryasant, Januari 2012.
- Schoenmakers, M. (2012). Watermanagement steeds belangrijker in de snijbloemeteelt. Gewasnieuwsbrieven snijbloemen, LTO Groeiservice, September 2012.
- Schoenmakers, M. (2012). Watermanagement in de glastuinbouw. Publicatie in bladen waterschappen en overige partners, Oktober 2012.

Digitale nieuwsbrief

2010

- Voogt, W. (2010). Voortgang lysimeteronderzoek. Gewasnieuws Zomerbloemen 13 (1), p. 3.
- Voogt, W. (2010). Voortgang lysimeteronderzoek. Gewasnieuws Chryasant 13 (1), p. 2.

2011

- Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 1 (1), Maart 2011.
- Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 1 (2), Juni 2011.
- Balendonck, J. (2011). Welke data komen er uit de lysimeter? Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 1 (1).
- Heinen, M. (2011). Het emissie-managementmodel. Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 1 (1), Maart 2011
- Heinen, M. (2011). Het bodem- en verdampingsmodel. Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 1 (2), Juni, 2011.
- Schoenmakers, M. (2011). Positieve berichten over de lysimeter, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2011-06-23.
- Schoenmakers, M. (2011). Voortgang lysimeter als tool voor watermanagement, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2011-06-30.

Schoenmakers, M. (2011). Telers met lysimeter leren veel over waterhuishouding, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2011-12-22.

Voogt, W. (2011). De lysimeter. Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 1 (1).

2012

Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 2 (1), April 2012.

Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 2 (2), 23 April 2012.

Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 2 (3), September 2012.

Heinen, M. (2012). Werken met modellen. Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 2 (1), April 2012.

Heinen, M. (2012). Ontwikkelingen modellen. Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 2 (3), September 2012.

Zuidgeest, K. (2012). Telers met lysimeter leren veel over waterhuishouding, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2012-03-29.

Schoenmakers, M. (2012). Een jaar ervaring met de lysimeter! Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2012-04-05.

Schoenmakers, M. (2012). De waterdagen komen er weer aan, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2012-08-22.

Schoenmakers, M. (2012). Themabijeenkomst Water in de grondteelt in Maasdijk, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2012-09-13.

Schoenmakers, M. (2012). Themabijeenkomst Water in de grondteelt in Brakel, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2012-09-13.

Schoenmakers, M. (2012). Themabijeenkomst Water in de grondteelt in Maasdijk, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2012-09-20.

Schoenmakers, M. (2012). Themabijeenkomst Water in de grondteelt in Maasbree, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2012-09-20.

Nouweland, C. van den (2012). Innovatie door samenwerking op Kennisdag Water, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2012-09-28.

Schoenmakers, M. (2012). Themabijeenkomst Water in de glastuinbouw, Digitale nieuwsbrief LTO Groeiservice, 2012-10-26.

Voogt, W. (2012). Voortgang GTB waterproof grondgebonden: Lysimeter. Nieuwsbrief glastuinbouw waterproof grondgebonden 2 (2), p. 1-5.

Artikelen

2010

Bouwman-van Velden, P.; Voogt, W. (2010). Emissie meten makkelijker gezegd dan gedaan: Lysimeter moet waterstromen in chrysantenteelt in kaart brengen (interview met Wim Voogt en Marius Heinen). *Onder Glas* 7 (3), p. 56-57.

Voogt, W.; Winkel, A. van (2010). Emissie meten in grondteelt nog steeds lastig. *Vakblad voor de Bloemisterij* 65 (11), p. 38-39.

2011

Anoniem. (2011). Robuuste lysimeter de grond in (onderzoek Wim Voogt). *Vakblad voor de Bloemisterij* 66 (6), p. 10-11.

Arkesteijn, M.; Voogt, W. (2011). Minder emissie én beter inspelen op de behoeften van het gewas: Glastuinbouw waterproof moet win-win situatie opleveren (interview met Wim Voogt). *Onder Glas* 8 (11), p. 62-63.

Beerling, E.A.M.; Voogt, W.; Vermeulen, T.; Verkerke, W.; Heinen, M. (2011). Complying with society's demands - solving the emission problem caused by irrigation surplus in greenhouses. In: *Proceedings of the Sixth International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, 2-6 November 2009, Viña del Mar, Chile*. *Acta Horticulturae* 889, p. 53-57.

Heinen, M., G. Bakker, F. Assinck, & W. Voogt. (2011). Lysimeter als emissiemeter. *Flyer BO-12.03-010-002.01*, Beleidsondersteunend onderzoek voor ministerie EL&I.

- Langen, E.; Voogt, W. (2011). Waterfootprint stapje voor stapje (interview met o.a. Wim Voogt). Kas Magazine / Tuinbouw Communicatie 3 (4), p. 14-16.
- Visser, P.; Voogt, W. (2011). Emissie in grondteelten meten met lysimeter (interview met Wim Voogt). Groenten en Fruit Actueel 2011 (20), p. 15.
- Voogt, W.; Winkel, A. van (2011). Ondersteuning chrysantentelers bij zoektocht naar mogelijkheden emissiereductie, Thema: Emissieloze kas BO-12.03-010.003.
- Voogt, W. (2011). We weten nog onvoldoende wat er in de grond gebeurt (interview met Wim Voogt). Vakblad voor de Bloemisterij 65 (51/52), p. 20.
- Voogt, W. (2011). Nauwkeurige meting emissie-uitstroom grondgebonden teelt binnenkort mogelijk? Glastuinbouwtechniek Magazine 6 (1), p. 58-59.
- Voogt, W. (2011). Meetresultaten lysimeter voorlopig vooral leerzaam (interview met Wim Voogt). Vakblad voor de Bloemisterij 66 (27), p. 39.
- Voogt, W.; Heinen, M.; Balendonck, J.; Klap, J.; Welles, H. (2011). Can lysimeters be used to reduce emission in soil based glasshouse horticulture?. In: Proceedings of the Wageningen Conference on Applied Soil Science - Soil Science in a Changing World, 18-22 September 2011, p. 259. Wageningen, The Netherlands.

2012

- Arkesteijn, M.; Voogt, W. (2012). Zorgplicht voor grondtelers op weg naar emissieloze glastuinbouw (interview met Wim Voogt). Onder Glas 9 (1), p. 20-21.
- Bos, H.; Balendonck, J. (2012). Bodensensor meet meer dan vocht (interview met o.a. Jos Balendonck). Groenten & Fruit 2012 (1), p. 36-37.
- Visser, P.; Voogt, W. (2012). Lysimeter draagt bij aan verbetering watermanagement (interview met Wim Voogt). Groenten en Fruit Actueel 2012 (1), p. 11.
- Voogt, W.; Balendonck, J.; Zwinkels, F.; Dorland, H. van (2012). Nieuwe, robuuste drainmeter voor de lysimeter. Glastuinbouwtechniek Magazine 7 (3), p. 16-18.
- Voogt, W. (2012). "Watergift grondteelten kan beter": Interview met Wim Voogt. Nieuwe oogst / LTO Noord. Editie Noord 8 (38), p. 25. Algemene folder met 5 inliggende flyers over de deelonderwerpen (Knaap, J. van de, Schoenmakers M (LTO Groeiservice) en WUR Glastuinbouw).

Rapporten

2010

- Bakker, G.; Heinen, M.; Assinck, F.B.T.; Voogt, W. (2010). Lysimeter als meetinstrument voor emissies in grondgebonden glastuinbouw: modelmatige inventarisatie van randvoorwaarden en knelpunten voor een robuuste en betrouwbare lysimeter voor emissiemeting. Wageningen: Alterra, Alterra-rapport 2105.

2011

- Voogt, W.; Verkerke, W. (2011). Herontwerp en bouw van een nieuwe lysimeter, Thema: Emissieloze kas BO-12.03-010-002.02.

2012

- Voogt, W., F. Zwinkels, J. Balendonck, H. van Dorland, A. van Winkel, M. Heinen. (2012). Ontwikkeling emissie-managementsysteem; lysimeter en drainmeter. Rapport GTB-1190, Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk.
- Balendonck, J., W. Voogt, A. van Winkel, H. van Dorland, G.-J. Swinkels, H. Janssen, F. Zwinkels en M. Heinen (2012). Ontwikkeling emissie-managementsysteem; bodemvochtsensoren en modulaire opbouw. Rapport GTB-1191, Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk.
- Heinen, M. F. Assinck, W. Voogt, G.-J. Swinkels, J. Balendonck. (2012). Ontwikkeling emissie-managementsysteem; modellen. Rapport GTB-1192, Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk. Tevens verschenen als Alterra-rapport 2369, Wageningen UR Alterra, Wageningen.
- Voogt, W., J. Janse, F. van der Helm, J. Balendonck, M. Heinen en A. van Winkel (2012). Ontwikkeling emissie-managementsysteem; Praktijktoetsing. Rapport GTB-1193, Wageningen UR Glastuinbouw, Bleiswijk.