



# Emissiemanagement grondgebonden teelten

Monitoring water en meststoffen op praktijkbedrijven en ontwikkeling robuuste vochtsensor in 2014

Wim Voogt, Jos Balendonck, Aat van Winkel, Jan Janse en Gert-Jan Swinkels

Rapport GTB-1351

## **Referaat**

Het traject van begeleiding van de implementatie van tools voor emissie management kreeg een vervolg in 2014. Opnieuw werden bedrijven gemonitord. De emissie bij bio-bedrijven was opnieuw gering, bij bedrijven met snijbloemen is in een aantal gevallen een hoge emissie geregistreerd. Naast een flink beregeningsoverschot is er ook sprake van een bemestingsoverschot met stikstof. Een betere afstemming van de gift van zowel water als van stikstof op de gewasbehoefte is nodig. Voor deze stappen zijn betere vochtsensoren nodig maar ook aanpassing van de bemestingsstrategie. De ontwikkeling van een ideale vochtsensor is in gang gezet, maar kon door problemen van technische aard nog niet worden voltooid in 2014.

## **Abstract**

To make growers to be in control of the emission, a decision support system is developed for irrigation in soil grown crops. In 2014 the implementation was continued and several greenhouse crops were monitored. As was found earlier, the organic greenhouse growers are able to control irrigation in a way that emission is reduced to a minimum. The results obtained at (conventional) flower growers show sometimes high emission of nitrogen. This is due at one hand to high irrigation surpluses but also to high fertilisation of nitrogen. Better tuning of the water- and nitrogen supply to the crop demand is necessary. For these steps growers need better soil-moisture sensors. A start was made to develop the ideal, robust and wireless sensor, however due to technical problems this was not finished in 2014.

## **Rapportgegevens**

Rapport GTB-1351

Projectnummer: 3742180813

PT nummer: 14999.01/02

## **Disclaimer**

© 2015 Wageningen UR Glastuinbouw (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk, Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk, T 0317 48 56 06, F 010 522 51 93, E [glastuinbouw@wur.nl](mailto:glastuinbouw@wur.nl), [www.wageningenUR.nl/glastuinbouw](http://www.wageningenUR.nl/glastuinbouw). Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## **Adresgegevens**

### **Wageningen UR Glastuinbouw**

Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk

Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk

T +31 (0)317 48 56 06

F +31 (0)10 522 51 93

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
	1.1 Doel	7
<b>2</b>	<b>Vochtsensoren</b>	<b>9</b>
	2.1 Alternatieven	9
	2.2 DACOM vochtsensor 'Sensation'	9
	2.2.1 Testen Bleiswijk	10
	2.2.2 Resultaten vochtmetingen	11
	2.2.3 Interpretatie van meetwaarden	12
	2.2.4 Resultaten test stroomvoorziening	13
	2.2.5 Praktijktest	17
<b>3</b>	<b>Watergift gericht op minimale emissie</b>	<b>18</b>
	3.1 Biologische tomatenteelt	18
	3.2 Alstroemeria	20
	3.2.1 Technische aanpassingen lysimeter	20
	3.2.2 Nutrienten	22
	3.3 Chrysant	25
	3.3.1 Monitoring gegevens	25
	3.3.2 Resultaten	25
<b>4</b>	<b>Discussie en conclusie</b>	<b>31</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>33</b>



# Samenvatting

In vervolg op de eerdere projecten rond ontwikkeling en implementatie van emissie-management systemen voor grondgebonden zijn opnieuw bedrijven gemonitord. Een speerpunt was de ontwikkeling van het onderdeel regeling van de watergift via vochtsensoren. De ontwikkeling richtte zich op een robuuste, draadloze sensor. Een nieuwe sensor van DACOM, bestaande uit een geïntegreerde meetstok, met twee sensoren, voeding- (zonnecel) en communicatie-unit leek aan de eisen te voldoen. Een test is gedaan, hieruit bleek dat deze sensor op een aantal punten moet worden verbeterd, de robuustheid van het materiaal bleek onvoldoende. De bruikbaarheid van de zonnecel als voedingsunit is getest in kas condities met overgroeiing door gewas. Het blijkt dat zelfs onder winterse condities er voldoende stroom wordt geproduceerd voor signaalverwerking. Ook is er een protocol ontwikkeld voor de datacommunicatie, waarbij de gegevens worden doorgesluist via Letsgrow om uitgelezen te kunnen worden op de klimaatcomputer. Gesprekken zijn ook gevoerd met computerleveranciers voor rechtstreekse koppeling van de data aan de klimaatcomputer.

Een eenvoudiger versie van de lysimeter is doorontwikkeld tot eindproduct; met bedrijven uit de tuinbouwtoelevering is het tot een leverbaar product gekomen. Op drie bedrijven met resp. Fresia, Alstroemeria en Lysianthus is deze lysimeter geplaatst. Deze bedrijven zijn intensief gevolgd; de water en nutriënten-balans is gemonitord, specifiek van het teeltvak waarin de lysimeter zich bevond. Opvallend op alle drie de bedrijven is de hoge totale concentratie (EC) van de drainage in de lysimeter. Dit blijkt een combinatie van zowel nutriënten als ballastzouten. De concentratie N bleek vrij hoog bij alle drie, P was overal laag tot bijna 0. De waterbalans en daaraan gekoppeld de N uitspoeling verliep grillig en was ook zeer verschillend op de bedrijven. In sommige perioden was sprake van forse N-emissie, in andere perioden niet of nauwelijks. De monitoring is nog over een te korte periode uitgevoerd om conclusies aan te verbinden.

De monitoring van watergift en uitspoeling op bedrijven met een lysimeter is verder vervolgd. Specifiek voor de bedrijven met biologische groenteteelt is de data intensiever geanalyseerd. Het algemene beeld is dat bij de biotelers er weinig tot geen uitspoeling is. Een bedreiging is de hoge piek in N-min gehalten door de asynchrone beschikbaarheid van N uit organische mest en gewasbehoefte. Dit gaat soms gepaard met verhoogde watergiften, waardoor potentieel toch uitspoeling plaatsvindt. Op een enkel bedrijf is sprake van oplopende zoutgehalten, waardoor periodiek doorspoeling nodig is. Dit gaat dan gepaard met een forse N-emissie. Op de lange duur zou dit op alle biologische bedrijven een bedreiging kunnen zijn.

Op een chrysantenbedrijf met een lysimeter is gedurende drie teelten intensief de water en nutriëntenbalans gemonitord, waarbij getracht is een zo goed mogelijk sluitende balans op te stellen. Voor water is dit redelijk gelukt, wel bleek er een onderschatting te zijn door het verdampingsmodel in de warme zomerperiode. De N-balans blijkt – zoals verwacht – een groot tekort aan de afvoerkant te hebben. Dit is waarschijnlijk toe te schrijven aan denitrificatie (niet meetbaar). Verder bleek dat de mestgift (EC) op dit bedrijf groot is vergeleken met de gewasbehoefte, ook dat bij zonnig en warm weer het beregeningsoverschot toeneemt. Daardoor is de N-emissie in de zomer vrij groot.

Het sortiment vochtsensoren op de markt voldoet niet aan een aantal belangrijke eisen van de telers. Veel telers geven aan de watergift niet verder te kunnen beperken dan een bepaald minimum, vanwege toenemende ongelijkheid in groei, c.q. productieverlies. Dit minimum is echter hoger dan de gewasbehoefte, zodat uitspoeling aan de orde is.

Lysimeters zijn bij uitstek geschikt om uitspoeling fysiek te meten, echter door de hoge kostprijs en praktische bezwaren zijn telers niet bereid daarin te investeren. Het is de vraag of met vochtsensoren hetzelfde inzicht is te realiseren.



# 1 Inleiding

Bij de grondgebonden teelten is anders dan bij substraatteelt, hergebruik van drainwater niet goed mogelijk. Er is sprake van een vrij stabiel areaal van circa 1500 hectare grondgebonden kasteelt. Omschakeling naar substraatteelt is vooralsnog niet aan de orde, daarnaast is biologische teelt a priori grondgebonden. Bij de grondgebonden glastuinbouw is bij veel teelten sprake van een bemestingsoverschot én een beregeningsoverschot. De combinatie van beregenings- en bemestingsoverschot maakt het risico van uitspoeling van hoge concentraties nutriënten in de glastuinbouw vrij groot. De bodem is voor veel telers een 'black box'. De processen die zich daar afspelen zijn onzichtbaar en de parameters zijn moeilijk meetbaar. De watergift wordt daarom vaak gebaseerd op gevoel en ervaring. In de nieuwe regelgeving wordt telers duidelijk voor ogen gesteld dat zij zelf verantwoordelijk zijn de water- en mestgift af te stemmen op de behoefte. De opgave is dan ook de teler handvaten te geven om de watergift beter af te stemmen op de gewasbehoefte. Zodoende zijn in een aantal projecten sinds 2010, onder de overkoepelende titel 'glastuinbouw waterproof grondgebonden' tools ontwikkeld bedoeld als hulpmiddel voor telers bij het nemen van beslissingen bij de strategie van irrigatie- en bemesting.

'Glastuinbouw Waterproof Grondgebonden', is erop gericht verbetering te brengen in het watermanagement bij grondgebonden teelten. Het achterliggend doel is het terugdringen van de uitspoeling van nutriënten (N, P) en gewasbeschermingsmiddelen, naar zowel grond- als oppervlaktewater. Dit is noodzakelijk om als sector te kunnen voldoen aan de vereisten van de KaderRichtlijn Water (KRW) en Nitraatrichtlijn (NR). Een emissie management tool is ontwikkeld, bestaand uit drie modules: een lysimeter, vochtsensoren en rekenmodellen. Deze tool is geïnstalleerd en getest op bedrijven variërend in gewas, grondsoort en grondwatersituatie.

Uit het vorige traject bleek dat de strategie van watergeven en bemesten bij grondgebonden teelten complex is. Bij het nemen van operationele beslissingen spelen factoren als het gewasstadium, de grondsoort de hydrologie (grondwaterstand, wegzijging, inzijging, kwel, drainwaterhergebruik) mee. Bovendien is de watergift (beurtgrootte, frequentie) vaak verankerd in vaste patronen. Deze hangen enerzijds samen met teeltstrategie maar worden daarnaast ook in belangrijke mate door het gevoel bepaald. Om aan de emissiedoelstellingen c.q. zorgplicht te voldoen zal de teler zijn tot nu toe gebruikelijke werkwijze moeten aanpassen. Van groot belang is dan dat het "gevoel" van de teler overeenkomt met meetwaarden. Een complicerende factor is dat het gedrag van vochtsensoren en de lysimeter ook voor de experts nog niet altijd duidelijk en verklaarbaar is.

In dit rapport worden de vervolgstappen in het implementatietraject besproken. Op drie bedrijven is een lysimeter 'light' versie geïnstalleerd, bij andere bedrijven is de monitoring vervolgd. Voorts is samengewerkt met de firma DACOM aan de ontwikkeling van een robuuste vochtsensor. De resultaten behaald op de bedrijven worden aan de hand van drie casi besproken.

## 1.1 Doel

De lange termijn doelstelling is telers in staat stellen om de emissiedoelstellingen te kunnen behalen en zo aan de zorgplicht te kunnen voldoen.

De primaire doelstelling van dit project is de afstemming van watergift op de gewasbehoefte op grondgebonden glastuinbouwbedrijven, door de kennis uit het project 'Glastuinbouw waterproof grondgebonden' verder uit te bouwen en toe te passen.

Het project zal uiteindelijk moeten leiden tot breed in de subsector grondgebonden glastuinbouwbedrijven toegepaste technieken en strategieën voor watergift en bemesting die gericht zijn op de gewasbehoefte, waarmee een verhoging van de water efficiëntie en een sterke reductie van de emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen wordt bereikt.





## 2 Vochtsensoren

### 2.1 Alternatieven

In de periode tot aan najaar 2013 was ervaring opgedaan met een aantal sensoren (SM 200, SM 300 van DetaIT). Deze sensoren bleken om meerdere redenen echter niet te voldoen. In najaar 2013 is daarom een erkenning uitgevoerd naar mogelijke alternatieven, zie rapport GTB 1248 (Voogt *et al.* 2014). Een van de sensoren kwam daaruit naar voren met een hoog potentieel om als alternatief te kunnen dienen, namelijk de 'Sensation' van DACOM. Met DACOM zijn gesprekken gevoerd en deze firma is een ontwikkeltraject gestart om deze sensor geschikt te maken voor toepassing in het emissie-managementsysteem. De 'Sensation' komt voor een belangrijk deel tegemoet aan de wensen van de telers

Geen of zo min mogelijk bekabeling	Bevat geen kabels
Gemakkelijk plaatsbaar	Ja, door plaatsing in buis
Bij teeltwisseling snel wisselen	Idem
Waterdicht	Is gegarandeerd
Robuust, moet tegen stootje kunnen	Behuizing lijkt goed
Betrouwbaar meetsignaal	Moet nog blijken
Meerdere dieptes meten	Voldoet
Aansluitbaar op eigen computer	Dit is niet mogelijk, alleen indirect via bijv. Letsgrow
Betaalbaar	Moet nog blijken

Op grond van de uitkomst van een evaluatie met telers is besloten verder de mogelijkheid van de Sensation te onderzoeken

### 2.2 DACOM vochtsensor 'Sensation'

#### Omschrijving

De Sensation heeft een totale lengte van 1,42 meter. De sensoren bevinden zich in een buis van PVC van 1,10 meter (Figuur 2.1). Het is uitgevoerd in ASA (Acrylonitrile Styrene Acrylate), een materiaal dat robuust is, en duurzaam is onder de gebruikelijke kasomstandigheden. De buis is voorzien van een boorkop. Een boorhulp is gemonteerd om het indraaien mogelijk te maken. Bij plaatsing van de Sensation in klei-/zavelgronden is voorboren met een ondermaatse guts met een doorsnede van 25 mm noodzakelijk.

#### Datacommunicatie

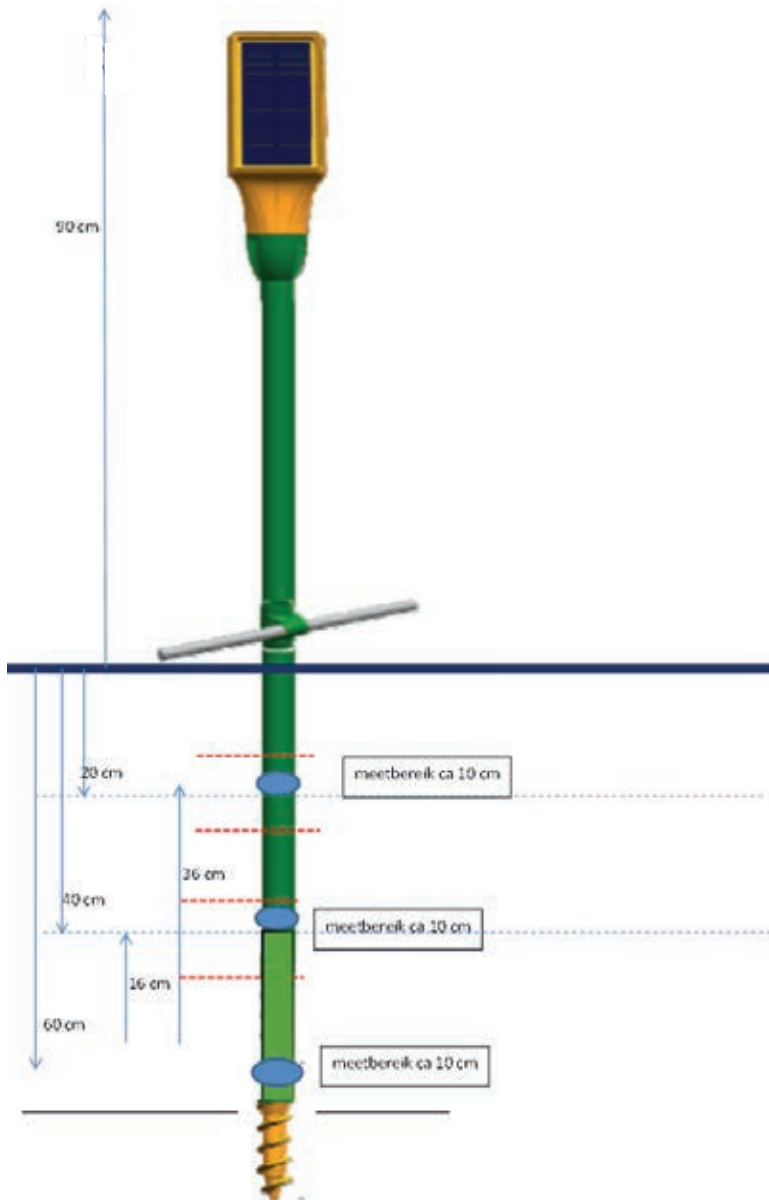
Het geïntegreerde communicatiegedeelte bestaat uit een zonnepaneel en een GPRS modem inclusief SIM kaart. Standaard kan de Sensation uitgelezen worden via een App op een SmartPhone of via een web-applicatie op de PC die de data van de DACOM database kan uitlezen. De mogelijkheid worden onderzocht om een interface te ontwikkelen waarmee de data rechtstreeks op de klimaat computer kunnen komen. De perspectieven hiervoor lijken gunstig.

#### Energie

Het zonnepaneel zou boven het gewas moeten blijven, om voldoende zonlicht op te vangen voor de stroomvoorziening. Echter het energieverbruik is zeer laag, dus hoogstwaarschijnlijk zal wat schaduwwerking van een gewas dat hoger komt dan de kop (> 1.00 m) niet hinderlijk zijn. In voorkomende gevallen is zelfs een gloeilamp voldoende voor de energieopwekking. Er zit ook een accu in, zodat enkele dagen donker ook kan worden overbrugd.

## Voelers

Standaard is de Sensetion uitgevoerd met 2 meetcellen. Voor de glastuinbouw wordt een versie gemaakt met 3 sensoren. De onderste sensor bevindt zich op 16 cm van de punt van de boor, de middelste op ca 35 cm en de bovenste sensor bevindt zich op 55 cm van de punt van de boor. De sensoren meten over een gemiddelde zone van 10 cm. (Zie tekening). De meetdiepte is afhankelijk van de diepte van indraaien. Globaal gesproken meet je op 15 cm, 35 cm en 60 cm diepte. Maar is afhankelijk van hoever je de buis in de grond zet en de hoogte van het gewas. Het zonnepaneel moet boven het gewas uitsteken.



**Figuur 2.1** Schematische weergaven van de Sensetion, uitgevoerd met drie sensoren.

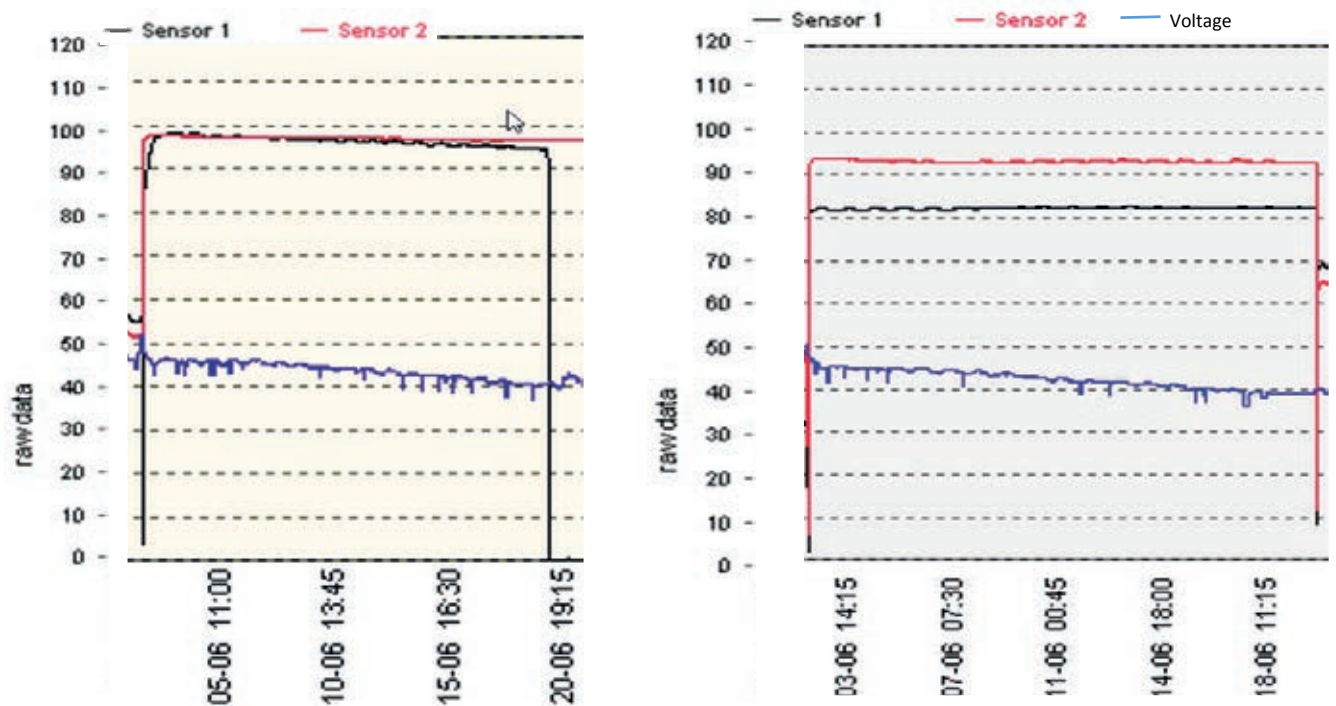
### 2.2.1 Testen Bleiswijk

Als eerste zijn een aantal Sensetion geplaatst in de bodem van een lege kas in Bleiswijk. Vervolgens is een test uitgevoerd met drie sensoren in een bestaande proef met tomaten, met een grondgebonden teelt. Gedurende een aantal weken is daar het verloop van de vochtgehalten in de bodem gevolgd, tegelijkertijd met registraties van watergift. Ook is bekeken of het bijladen van de accu d.m.v. het zonnepaneel voldoende plaatsvond, vanwege de sterke beschaduwing door het gewas.

De proef vond plaats in een kas met tomaten. De sensoren zijn gedurende een aantal weken tussen het gewas geplaatst.

## 2.2.2 Resultaten vochtmetingen

Om inzicht te krijgen in het gedrag van de sensoren in een bodem zijn een groot aantal testen uitgevoerd. In de eerste plaats zijn sensoren getest in een testopstelling bij Wageningen UR Glastuinbouw. Sensetions werden in een kasgrond geplaatst en later in een container met grond, waar tevens dichtheid en aparte vochtmetingen werden uitgevoerd. De vorm waarin de resultaten beschikbaar kwamen, was in de vorm van grafieken op de website van DACOM. Enkele van deze resultaten zijn opgenomen in figuren in dit verslag, als screenshots van deze website.

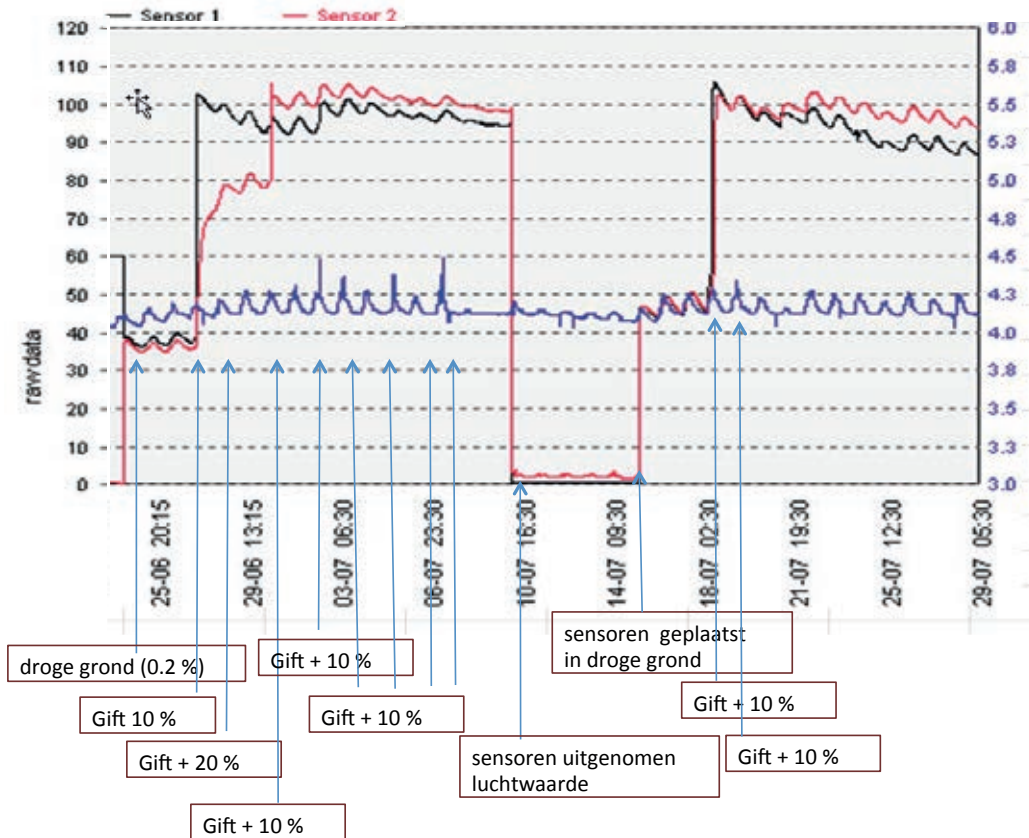


**Figuur 2.2** Meetwaarden van twee Sensetions geplaatst in een grondkas met tomaten, links sensor bij de plant, rechts tussen twee planten.

In Figuur 2.2 zijn de vochtgehalten van twee sensoren opgenomen geplaatst in een grondteelt met tomaten, met irrigatie via druppelbevloeiing. Het valt op dat de vochtgehalten zeer hoog zijn, de waarden tot aan 100 %. Ook is er nauwelijks dynamiek te zien van druppelbeurten en verdamping.

In Figuur 2.3 is het verloop weergegeven van een sensor die in een losse container met droge grond (0.2 % vocht) is geplaatst. De hoogte van de grondlaag was 50 cm, het volume 45 l. Hieraan is vervolgens stapsgewijs een vochtvolume toegevoegd, ter grootte van 10 % van het porienvolume. Het porienvolume is bepaald op 52 %.

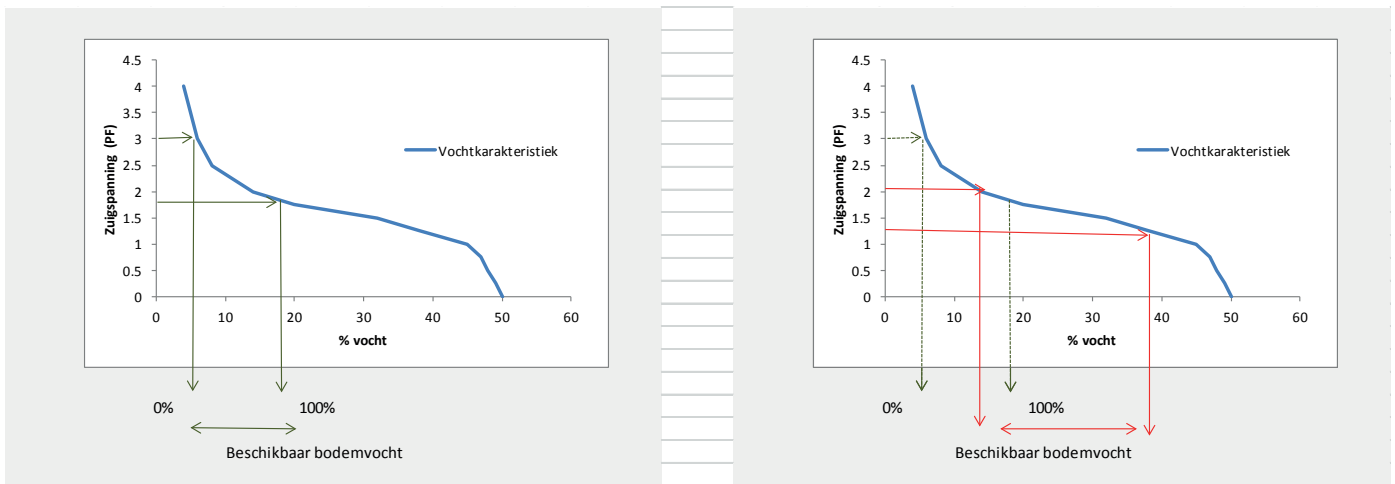
Na een week zijn de sensoren uitgenomen en is de proef herhaald. Het blijkt dat de sensoren in droge grond reeds een bepaalde waarde aannemen, die rond de 35 – 50 % ligt. Na toediening van vocht, reeds bij de eerste stap van 10 % vochtvolume is er een felle reactie van de meetcellen. De hoogstgeplaatste sensor (sensor 1, zwarte lijn) stijgt direct na de irrigatie, de dieper geplaatste reageert minder sterk maar is na de derde gietbeurt van 10% op hetzelfde hoge niveau beland. Het valt op dat de niveaus tot boven de 100 % stijgen. Gerealiseerd moet worden dat het vocht bovenin is aangebracht, en zich door verplaatsing moest herverdelen. Bij de herhaling is hetzelfde patroon te zien. Weliswaar is de initiële waarde in droge grond hoger dan in de eerste keer, maar wel van vergelijkbaar niveau. Na beëindigen van het experiment is er een daling van het vochtgehalte zichtbaar. Dit is het gevolg van herverdeling en van verdamping. Uit de resultaten van deze metingen volgt dat niet het vochtgehalte van de bodem wordt weergegeven, maar een afgeleid vochtverzadigings %.



**Figuur 2.3** Meetwaarden van een Sensetion vochtsensor geplaatst in een container met droge grond, waaraan stapsgewijs een watergift is toegevoegd (zie tekst).

### 2.2.3 Interpretatie van meetwaarden

In gesprekken met DACOM is dit bevestigd, voor de weergave van het vochtgehalte hebben zij gekozen voor een andere benadering. Niet het vochtgehalte, maar een weergave van de beschikbare hoeveelheid vocht. Dit type vochtsensor meet een signaal dat via software vertaald wordt naar een vochtgehalte. Het DACOM concept vertaalt de waarden naar een beschikbaar vochtgehalte, een gehalte dat gekoppeld is aan een specifieke bodem en dat – in de ogen van DACOM- het voor de boer en tuinder ook makkelijker te interpreteren is. Het blijkt echter dat het vochniveau in de bodem, waarbij we in de glastuinbouw telen, nauwelijks tot enige dynamiek in de weergegeven waarden leidt. Om dit te kunnen begrijpen is meer uitleg nodig van de werking en interpretatie van DACOM. In onderstaande grafieken is e.e.a uitgelegd (Figuur 2.4).



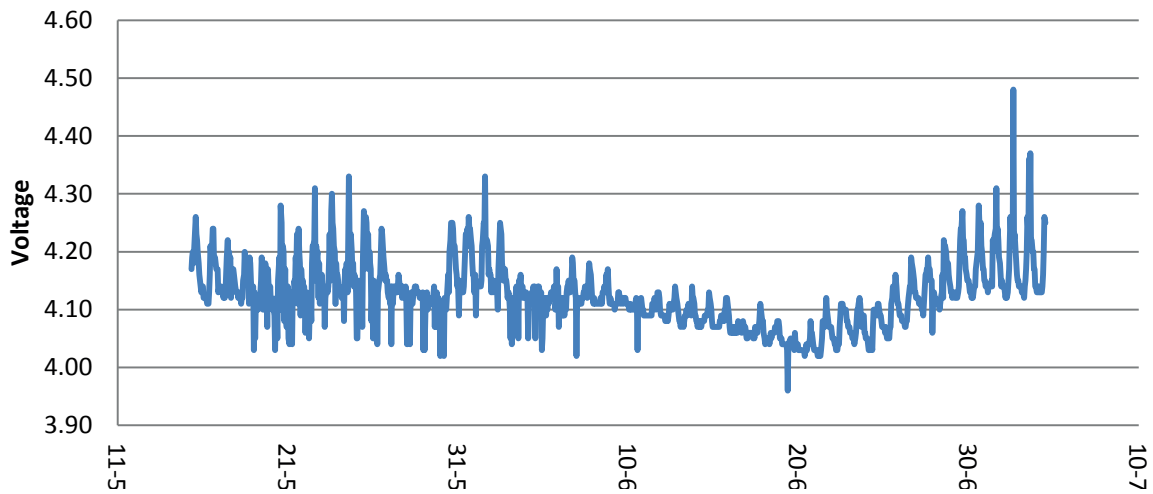
**Figuur 2.4** Links, de instellingen en interpretatie van DACOM, er is een veldcapaciteit (Zuigspanning PF2, ofwel evenwicht situatie bij een grondwaterstand van 100 cm en een Refill point, boven deze waarde is vocht niet meer makkelijk voor de plant beschikbaar. Tussen beide waarde is het "beschikbare vocht" en wordt weergegeven als het 0 en 100 % waarden in de grafiek zoals hierboven. Rechts, de situatie in een willekeurige glastuinbouwsituatie. Er wordt frequent watergegeven, zuigspanning van PF2 is meestal de onderkant van het traject, vaak in de bodem een zuigspanning van 1.5 of lager.

Het komt er op neer dat in de glastuinbouw bodems, de waarden van de DACOM sensoren altijd aan de bovenkant van het traject van 0-100 % zitten, of zelfs er bovenuit, als er lagere zuigspanningen heersen (< PF 2) dan de ingestelde.

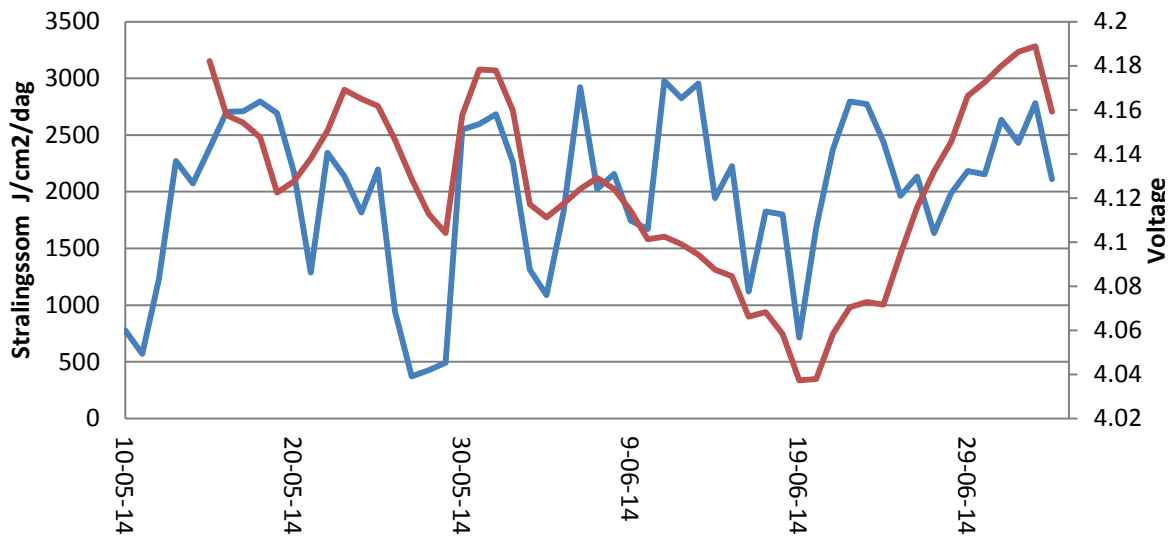
#### 2.2.4 Resultaten test stroomvoorziening

De figuren 2.5 t/m 2.7 laten zien dat bij plaatsing in een lege kas de voltages op peil blijven. Duidelijk is ook te zien dat er per dag een piek en een dalwaarde worden bereikt. De gemiddelde voltages lijken een trend te vertonen met het verloop van de stralingssom (Figuur 2.5). Het blijkt verder dat plaatsing in een volwassen tomatenkas, met een flinke bladbedekking niet problematisch hoeft te zijn (Figuur 2.7). Weliswaar neemt de spanning wat af, maar bereikt niet de ondergrens.

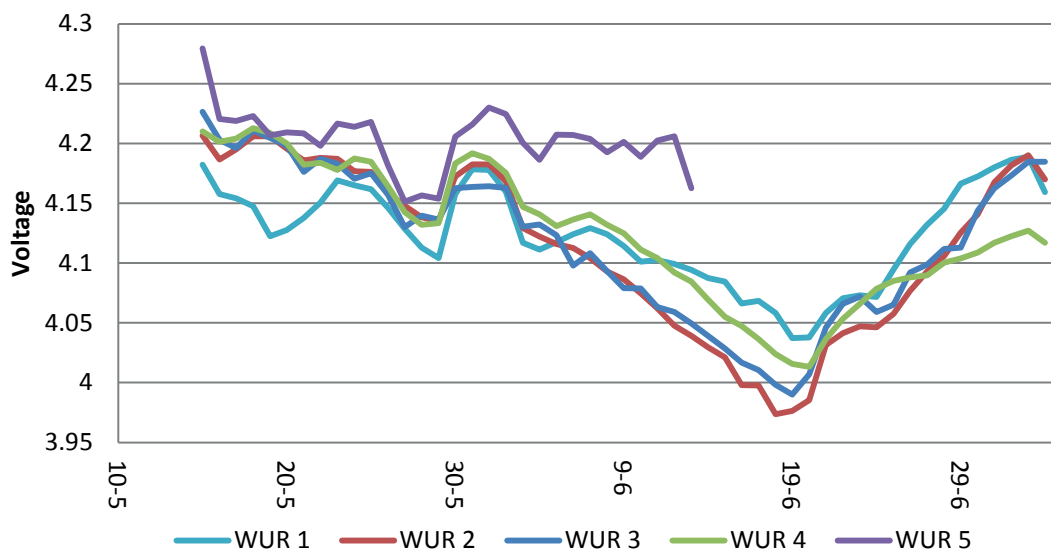
# WUR 1



**Figuur 2.5** Verloop van het voltage van een Sensetion geplaatst in een lege kas.



**Figuur 2.6** Verloop van de gemiddelde voltage van een Sensetion geplaatst in een lege kas en de totale som straling per etmaal.

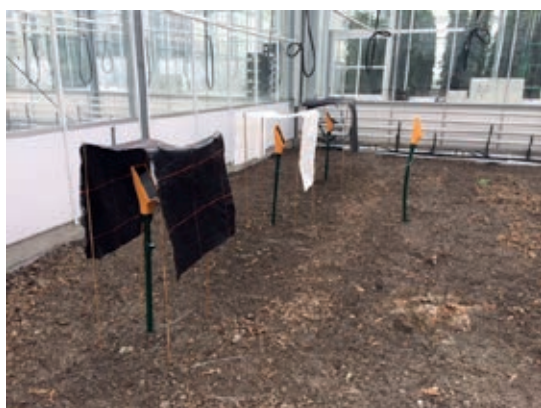


**Figuur 2.7** Verloop van de gemiddelde voltage van vier Sensetions. WUR 1 geplaatst in een lege kas, WUR 2, -3, -4 in een kas met tomaat, WUR 5 in een lege kas.

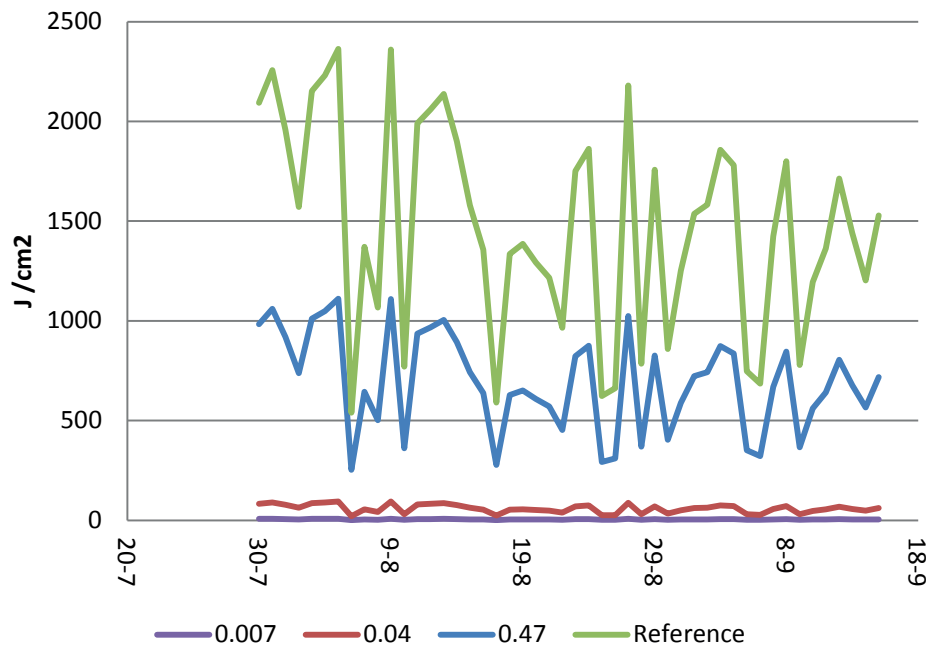
Een vervolgstap is gedaan met het bedekken van de zonnepanelen met doeken om zo een winter-licht situatie te simuleren. Er zijn vier behandelingen uitgevoerd:

**Tabel 2.1**  
Beschaduwbehandeling van de zonnepanelen van de sensetions.

Sensation	Screen	% licht intensiteit
WUR 4	Referentie geen bedekking	100
WUR 5	Wit geweven doek	47
WUR 6	Zwart geweven doek	4
WUR 7	Volledige afdekking	0.07

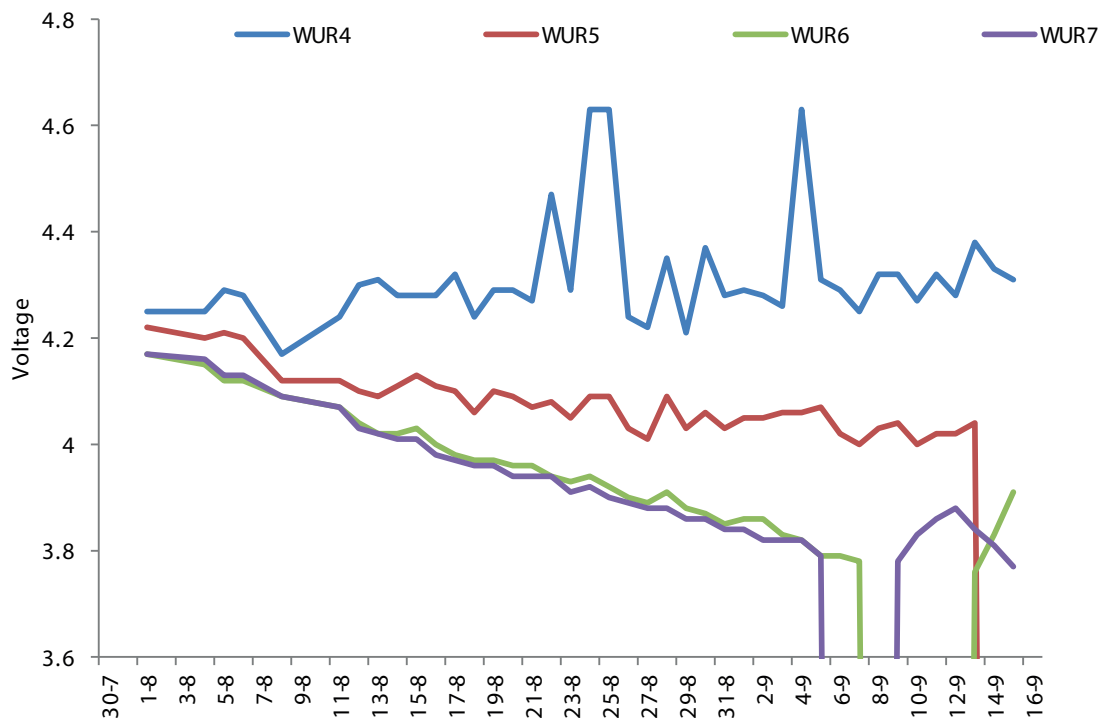


**Figuur 2.8** Testopstelling voor het bepalen van de effecten van bedekking van de zonnepanelen.



**Figuur 2.9** Stralingsom op het niveau van de Sensetion bepaald.

De opstelling laat zien dat er volledige bedekking was van de zonnepanelen door de verschillende doeken. Uit de gemeten straling blijkt ook dat de lichtreductie onder de verschillende schermdoeken zeer fors is geweest. Het blijkt dat de gemeten spanning vergeleken met de referentie voortdurend daalt. Het duurt bij de 100 % verduistering ruim vier weken voor de spanning dusdanig is gedaald dat er geen signaal meer wordt doorgegeven. Bij de 96 % duurt het 4 a 5 dagen langer en bij de 53 % duurt het nog 10 dagen langer voor er uitval is (Figuur 2.10). Bij herplaatsing in het volle licht komen alle drie de sensoren na enige tijd weer tot leven.



**Figuur 2.10** Verloop van het voltage tijdens de duur van de test.



Uit de test blijkt dat lichtreductie met 47 %, met de stralingsommen in augustus/september, die gemiddeld 1600 J/cm/etmaal bedraagt, al tot een gestage daling van de spanning leidt. Door het schermdoek daalt het stralingsniveau tot ca 600 J/cm/dag. Dit is nog altijd aanzienlijk meer dan het niveau op een gemiddelde winterse dag, waar het kan dalen tot onder 100 J/cm/dag. Dit zou kunnen betekenen dat het licht onvoldoende is om voldoende stroom te leveren en de spanning op peil te houden.

## 2.2.5 Praktijktest

Tegelijk met de testen in Bleiswijk zijn een aantal vochtsensoren geplaatst op een praktijkbedrijf met Chrysanten. Deze test had meerdere doelen. In de eerste plaats ervaring opdoen met het plaatsen, omdat er vaak en snelle teeltwisseling plaatsvindt. In de tweede plaats ervaring met de meting van de vochtgehalten onder praktijk omstandigheden van een chrysantengewas. In de derde plaats ervaring op te doen met de stroomvoorziening door de zonnepanelen in een groeiend gewas met ook schermdoek.

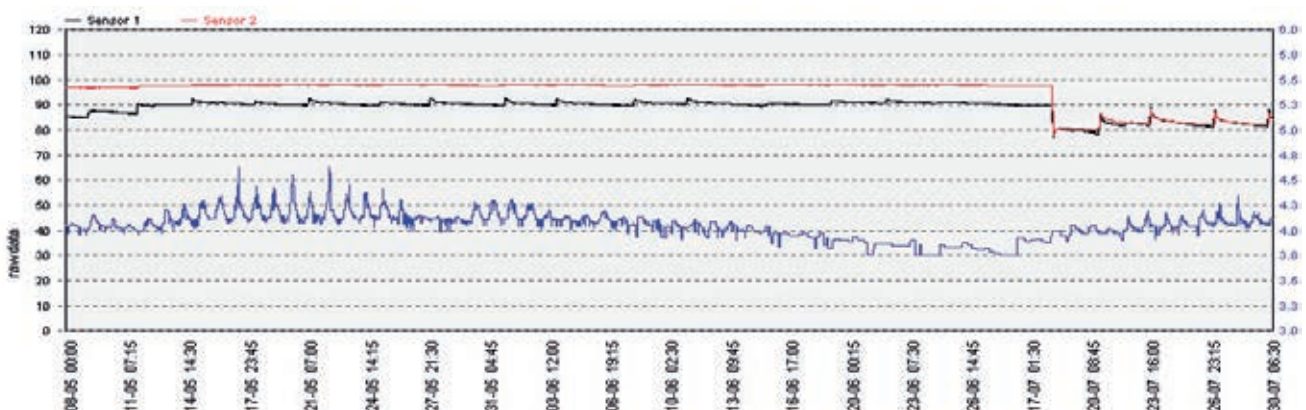
### Ervaring met het plaatsen

Het plaatsen van de buizen bleek op zich gemakkelijk. Het voorbereiden van een gat met een gutsboor bleek wel noodzakelijk. Na het voorbereiden is het betrekkelijk eenvoudig de buizen in de gemaakte gaten te plaatsen. De PVC buis zelf lijkt wel behoorlijk kwetsbaar. Het herplaatsen van een sensor neemt naar schatting maximaal 15 min. in beslag.

De ervaring leerde ook dat het activeren van de sensor (via het langs halen van een magneet) niet altijd het gewenste resultaat had. Ook was in een kas met omgevingsgeluid niet altijd goed hoorbaar of de activering plaatsvond. Voorzover kan worden nagegaan ontstonden er geen luchtspleten rondom de buizen.

### Ervaringen met het meetsignaal

Evenals de ervaring met de meetwaarden in de experimentele kassen, bleek ook bij de teler ohet vochtgehalte zich op de zeer hoge waarden tussen 80 en 100 % te bewegen. (Figuur 2.11) Dit geeft aan dat de beschikbare hoeveelheid vocht altijd zeer ruim is. Dit is in overeenstemming met de gevolgde werkwijze in een kasteelt, waar regelmatig een watergift wordt toegepast. In termen van de vocht karakteristiek, de pF waarde zit altijd beneden pF<sub>2</sub>, er vanuit gaand dat de grondwaterstand zich altijd maximaal op draandiepte, ca 90 cm = overeenkomend met ca pF 2, bevindt. De ervaring is ook dat bij herplaatsing de meetwaarden op een andere plek sterk kunnen verschillen. Het is niet gezegd dat ook de werkelijk vochtgehalten zullen verschillen, maar dat calibratie per plaatsing nodig is. Opvallend is wel dat ook de dynamiek van watergiften sterker is op de ene plek dan op de andere. (Figuur 2.11)



**Figuur 2.11** Verloop van de vochtgehalten en het voltage tijdens een periode van een van de sensetions geplaatst op een praktijkbedrijf.

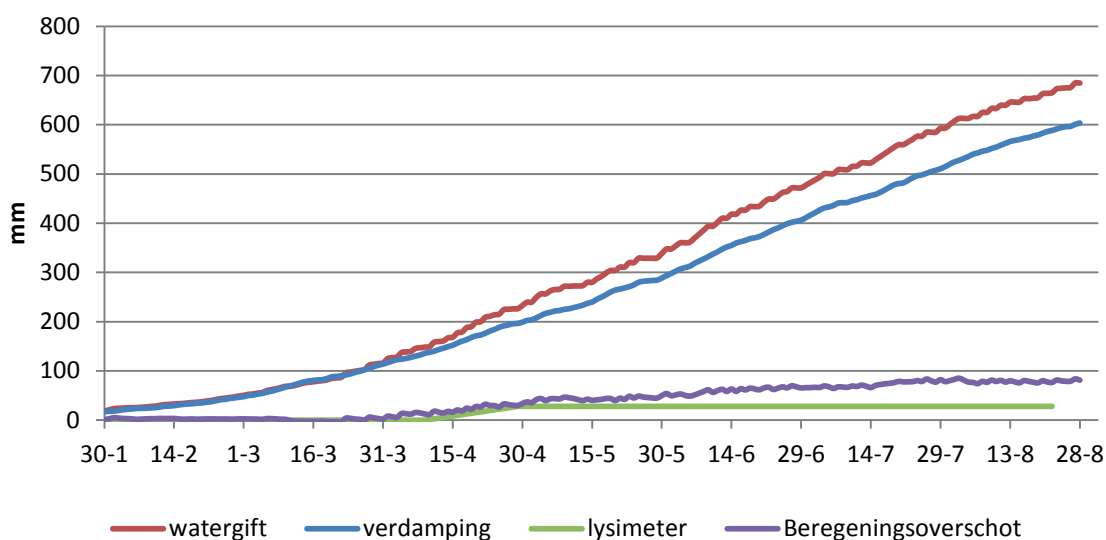


### 3 Watergift gericht op minimale emissie

In vervolg op het traject van implementatie van emissie-management, ingezet in 2011, zijn in 2014 opnieuw een aantal bedrijven gemonitord. Naast de watergift zijn gewas- en klimaatdata geregistreerd. Hieruit kon de gewasverdamping worden afgeleid. Het verschil tussen gift en verdamping levert dan een theoretisch beregeningsoverschot op. De bedrijven hebben zich ingezet om de watergift zo goed mogelijk af te stemmen op de gewasbehoefte. Daarbij lieten de telers zich leiden aan de ene kant door de hoeveelheid instraling, de grond te bemonsteren en handmatig beoordelen, of – in een enkel geval- vochtsensoren of tensiometers. Daarnaast speelde de eigen ervaring een belangrijke rol. De lysimeter is gebruikt als instrument om de uitspoeling te meten en het 'gevoel' te ijkken. In dit rapport worden een aantal casi getoond en besproken.

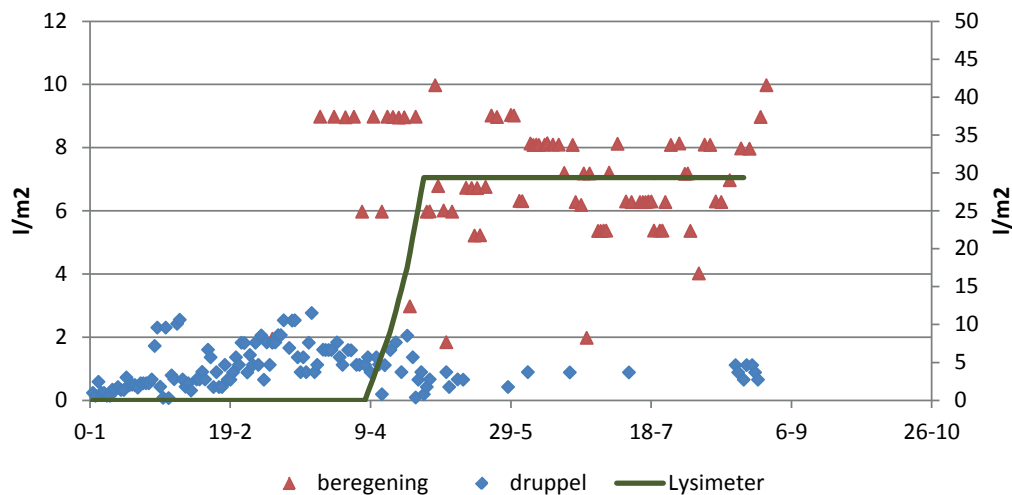
#### 3.1 Biologische tomatenteelt

Twee bedrijven met biologische groententeelt zijn gevolgd. Op beide bedrijven is al wat langer ervaring met irrigatie naar gewasbehoefte en het gebruik van de lysimeter (Voogt *et al.* 2012<sup>1</sup>, 2012<sup>2</sup>) In figuur 3.1 is het resultaat van de monitoring weergegeven van een van de bedrijven. Uit deze gegevens blijkt dat de watergift hoger is geweest dan de berekende verdamping, dit zou in theorie dan tot een beregeningsoverschot van ca 90 mm hebben gegeven, ofwel 13 % van de gift. In de lysimeter is echter niet meer dan 30 mm opgevangen, slechts 5 % van de gift. Een gedeelte van het verschil kan veroorzaakt zijn door effecten van buffering van de bodem; door de uitdroging in de periode: eind vorige en begin nieuwe teelt zal de bodem een grotere waterberging hebben gehad. Ook kan de berekende verdamping in werkelijkheid hoger zijn geweest. De hoeveelheid uitspoeling is op dit bedrijf zeer bescheiden. Voor het realiseren van 0-emissie zou ook dit laatste stukje overschot geëlimineerd moeten worden. Bij deze teeltwijze wordt zowel met beregening als met druppelbevloeiing gewerkt (Figuur 3.2). De periode waarin het overschot is gemeten op dit bedrijf blijkt samen te vallen met de periode dat er werd overgeschakeld van druppelen op beregenen. Als er al gezocht moet worden naar verbeteringen liggen hier aanknopingspunten.



**Figuur 3.1** Biologische tomatenteelt, cumulatieven van watergift, verdamping en de gemeten uitspoeling via de lysimeter.

Ook op het andere bio bedrijf bedroeg de uitspoeling niet meer dan 10 % van de gift. De resultaten in 2014 liggen in één lijn met eerdere monitoringsresultaten. Op de biobedrijven wordt bewust water gegeven naar gewasbehoefte, zodat de uitspoeling beperkt is. Dit komt voort uit de bewuste keuze voor duurzame productie. Anderzijds is er een teeltechnische reden; men wil gewas en bodem beperkt nat maken te voorkoming van schimmelinfecties.



**Figuur 3.2** Watergift regenleiding en via druppelbevloeiing bij een biologische tomatenteelt.

## 3.2 Alstroemeria

In maart 2014 is op een alstroemeriabedrijf een lysimeter geïnstalleerd. Enerzijds om ook telers met dit gewas te betrekken bij het proces van bewustwording van de problematiek van uitspoeling en emissies en anderzijds te leren welke mogelijkheden en beperkingen een gerichte watergift naar gewasbehoefte bij dit gewas naar voren komen. In de projecten hiervoor was gebleken dat de lysimeter met automatische drainmeter niet aansloot bij de wensen en mogelijkheden van de praktijk (Voogt *et al.* 2013), daarom is besloten tot aanleg van een lysimeter –light versie. Dit betekent dat er handmatig en dus minder frequent een meting aan drainwater heeft plaatsgevonden. Verder zijn op dit bedrijf de gebruikelijke data verzameld, zie hiervoor Voogt *et al.* 2012<sup>1</sup>.

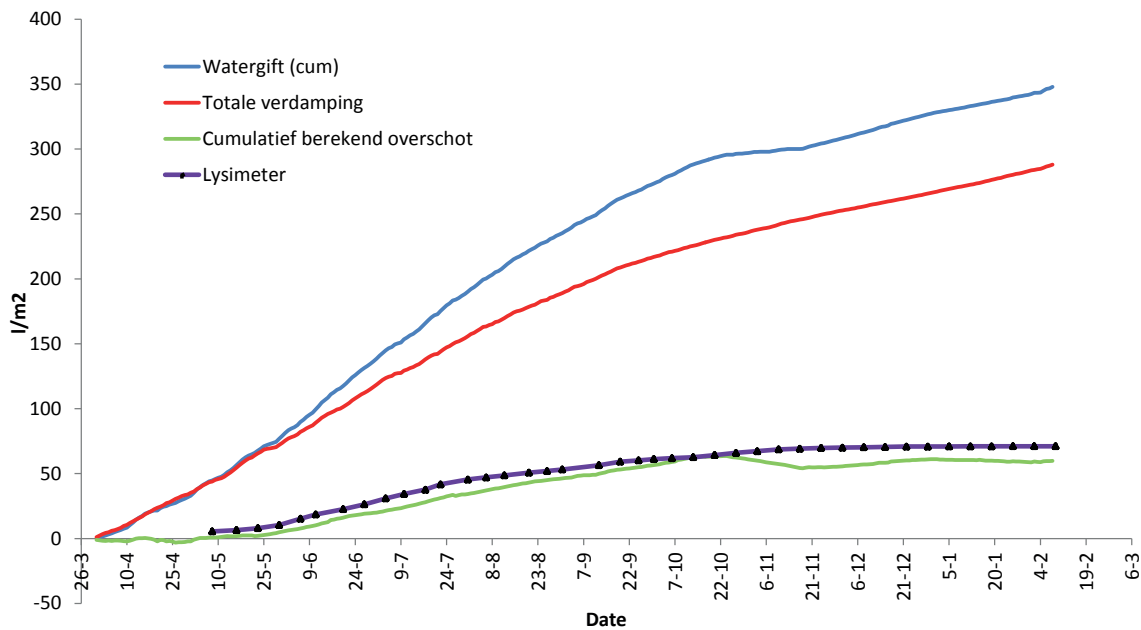
### 3.2.1 Technische aanpassingen lysimeter

De lysimeter is geplaatst in maart 2014. Omdat voor Alstroemeria de bodem gekoeld wordt in de zomerperiode, moest de lysimeter aangepast worden om de doorlopende koelsslangen in het bed door te laten, zonder dat er capillair contact van de bodem binnen- en buiten de lysimeter kon plaatsvinden. Hiertoe zijn een aantal uitsparingen in de RVS rand aan de voor- en achterzijde gemaakt, waarin doorvoeren zijn geplaatst voor de koelsslangen. De uitsparingen konden van bovenaf daarna weer dichtgeschoven. Dit maakt het mogelijk ook bij volgende teeltwisseling de koelsslangen te verwijderen zonder dat de bovenrand in zijn geheel te moeten verwijderen. De kans op watertransport van binnen naar buiten en vice versa is door deze voorziening tot een minimum beperkt.

Omdat er geen automatische drainmeting plaatsvindt ontbreekt ook een signalering of er drainwater aanwezig is. Er is daarom een mechanische voorziening aangebracht door middel van een vlotter en een peilstok die boven het gewas uitsteekt. Hiermee is vanaf het middenpad zichtbaar of er drainwater in de drainkoker aanwezig is.

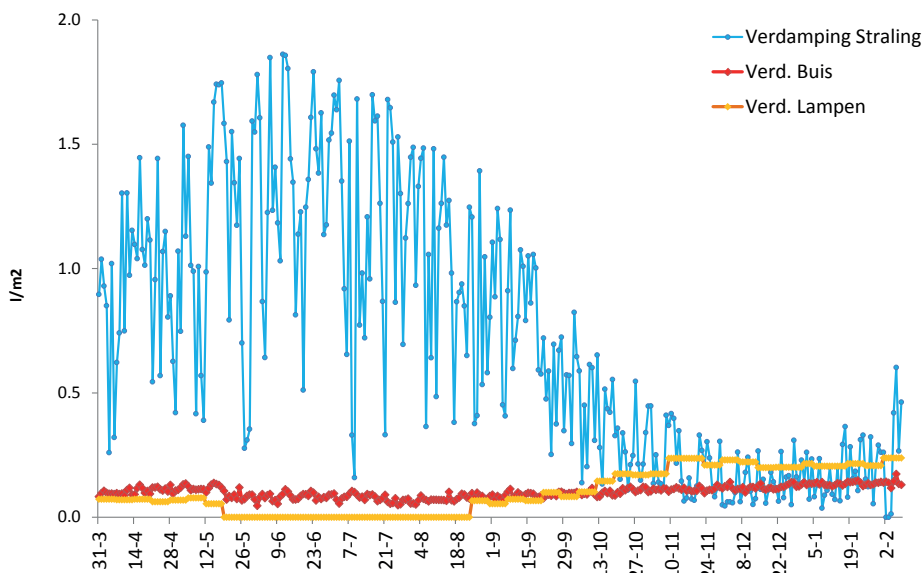
Kort na de installatie is nieuw geplant. De watervoorziening van het gewas was via druppelbevloeiing. De watergift was vooralsnog op inzicht van de teler zonder dat er in het bijzonder naar de uitspoeling via de lysimeter werd gekeken. De verdamping is berekend op basis van eerder uitgevoerd onderzoek naar de verdamping van Alstroemeria (Voogt 2006, niet gepubliceerde data).

Uit de resultaten van de monitoring blijkt dat er de eerste weken geen uitspoeling is geweest (Figuur 3.3). Vanaf eind mei ontstaat er drainwater in de lysimeter en is er tot in september vrijwel continu drainwater. Daarna vlakt het af en in de periode tot eind december geen drainwater meer. Het cumulatieve berekende overschot is vrijwel gelijk aan de gemeten uitspoeling. Dit houdt in dat de berekende verdamping een betrouwbare schatting is van de werkelijke verdamping. Voor het kunnen berekenen van de verdamping moet de waarde van een aantal parameters gekozen worden. De belangrijkste zijn de 'stralingsfactor' en de 'verwarmingsfactor'. De waarde van de laatste is  $1.8 \cdot 10^{-4}$ . Dit is gebaseerd op onderzoek door De Graaf aan diverse gewassen, zonder specifieke informatie over Alstroemeria. Voor de stralingsfactor is 1.1 gekozen, gebaseerd op het eerder genoemde onderzoek bij Alstroemeria (Voogt, 2006, niet gepubliceerd). In de periode maart tot oktober blijkt de verdamping voor het grootste deel afhankelijk van de straling (Figuur 3.4). Na half oktober wordt de invloed van verwarming en vooral die van assimilatielicht groter. In de periode november/december is de assimilatiebelichting verantwoordelijk voor meer dan 50 % van de totale verdamping.



**Figuur 3.3** Alstroemeria, cumulatieven van watergift, verdamping, berekend overschot en de gemeten uitspoeling via de lysimeter.

Met het oog op mogelijke verbeteringen in de watergeefstrategie naar 0-emissie, liggen er mogelijkheden. In de zomermaanden kan de gift nog wat worden verlaagd. In het winterhalfjaar ligt de watergift al beneden de verdamping.



**Figuur 3.4** Berekende verdamping uit instraling, stralingswarmte van de verwarming en van assimilatielampen.

### 3.2.2 Nutrienten

Het drainwater uit de lysimeter heeft een hoge EC waarde (Figuur 3.5). Deze is vrij constant op 4.5 mS/cm. De samenstelling wisselt echter, aanvankelijk is er ca 8 mmol/l  $\text{NO}_3^-$  aanwezig, dit stijgt door naar ca 14 mmol/l in zomer en najaar, waarbij  $\text{SO}_4$  en Cl relatief wat dalen. Aan de kationenkant blijkt er vrij veel Ca en Mg aanwezig, K is erg laag. De herkomst van de N is ongetwijfeld een restant van eerdere bemesting. Een klein deel kan afkomstig zijn uit vertering van veenresten; bij het uitgraven van de lysimeter werd veen aangetroffen in de ondergrond.

De hoge concentratie N in het drainwater, tezamen met het geproduceerde drainwater zorgt ervoor dat de totale emissie op ca 100 kg N/ha uitkomt (Figuur 3.6). Dit is gemeten over de periode mrt- dec. en wordt voornamelijk in de zomerperiode opgebouwd. Omdat de N-gift niet meer dan 500 kg N/ha jaar bedraagt is relatief gezien de uitspoeling aanzienlijk, met ruim 20 % van de gift.

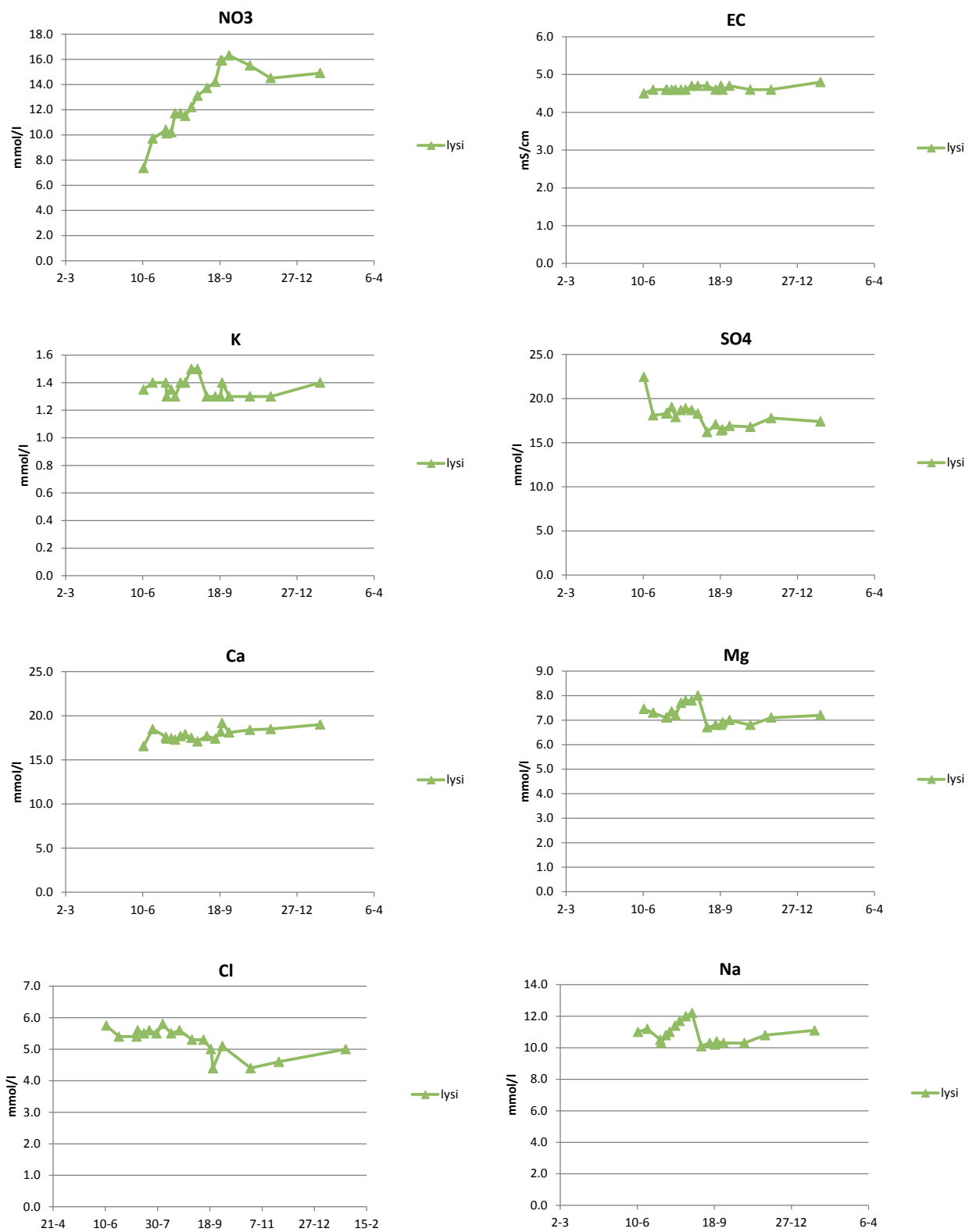
De P-uitspoeling is verwaarloosbaar klein, omdat klaarblijkelijk een groot deel van de P gebonden wordt in het profiel in de vorm van calciumfosfaten.

Om te achterhalen waar de hoge N cijfers in de drain van afkomstig zijn, is de grond tot op grote diepte in de lysimeter en daarbuiten onderzocht (Tabel 3.1). Het blijkt dat de EC en de voedingselementen in de drie onderzochte lagen, zowel binnen als buiten de lysimeter erg hoog zijn. Er blijkt nauwelijks een verandering op te treden in EC en N naarmate diepere lagen bemonsterd worden. De EC c.q.  $\text{NO}_3^-$  in het drainwater van de lysimeter hebben derhalve wel te maken met hoog voedingsniveau in de bodem. Ook blijkt er geen verschil van betekenis tussen de lysimeter en de bodem daarbuiten. Dit betekent dat het hoge niveau niet te maken heeft met het grond omzetten vanwege de plaatsing van de lysimeter. Hoogstwaarschijnlijk heeft dit daarom te maken met een langjarige ophoping van nutriënten door bemesting. Het is aan te bevelen de EC van de gift aan te passen. De Na en Cl gehalten in de bodem zijn niet hoog, echter, gezien de zoutgevoeligheid van *Alstroemeria* is aan te bevelen deze niet verder op te laten lopen.

Tabel 3.1

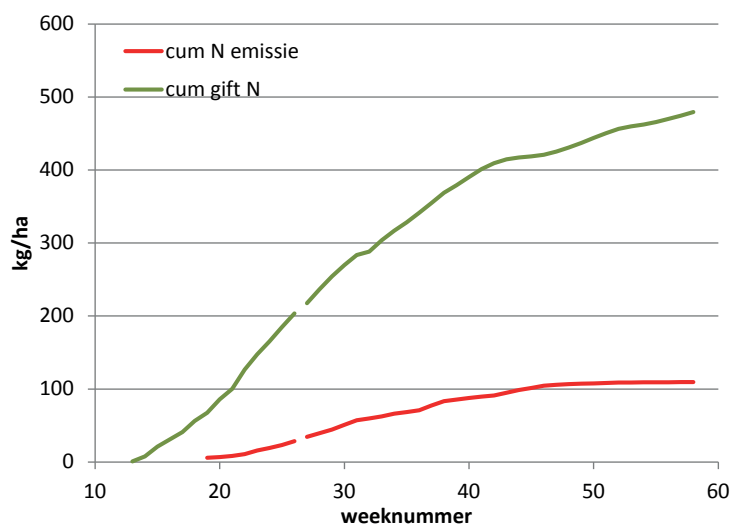
Analyseresultaten van grondmonsters (1:2 extract) over 3 diepten bemonsterd in de lysimeter en in het teeltvak.

	pH	EC	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4
lysimeter		mS/cm	mmol/l						
3e	7.3	1.4	1.3	2.6	3.5	1.4	6.4	1.0	2.1
2e	7.4	1.3	1.5	2.3	3.2	1.3	5.9	0.8	1.9
1e	7.1	1.5	2.5	2.5	3.1	1.6	7.2	1.1	1.8
kas									
3e	7.4	1.1	0.8	2.3	2.3	1.0	5.1	0.6	1.0
2e	7.2	1.2	1.6	2.2	2.3	1.1	6.3	0.7	1.0
1e	7.1	1.4	3.0	1.9	2.4	1.3	7.4	0.8	1.1



**Figuur 3.5** Concentratie van nutriënten en zouten in de drain van de lysimeter bij *Alstroemeria*.





**Figuur 3.6** Cumulatieve berekende N gift en de berekende N-emissie uit de lysimeter bij de alstroemeri-teelt.

### 3.3 Chrysant

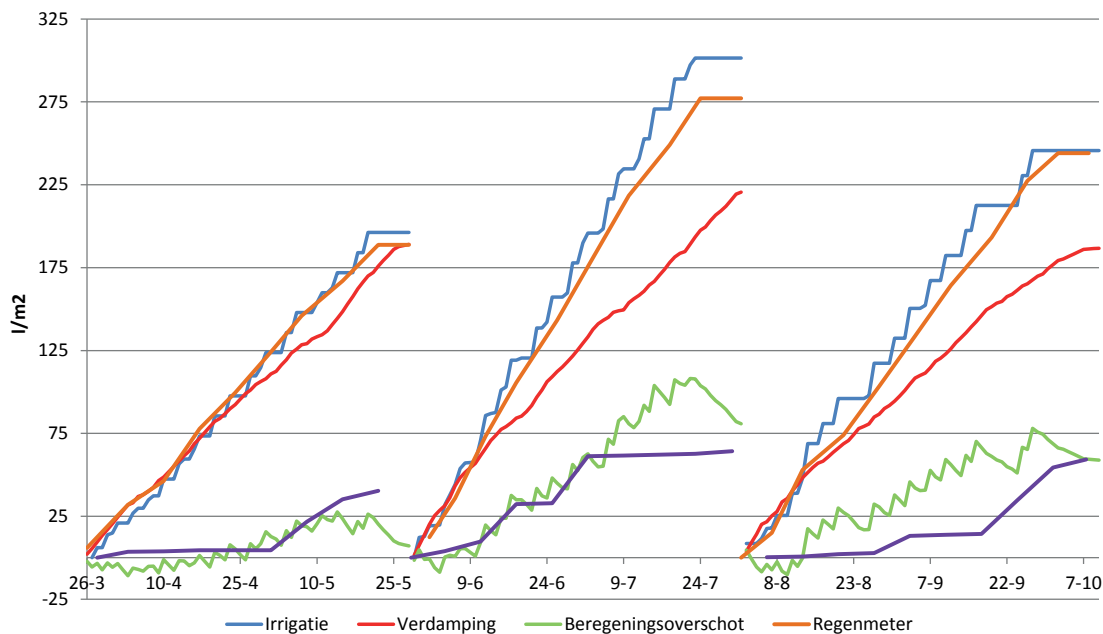
Bij chrysantentelers is sinds 2010 onderzoek gedaan aan de watergift en uitspoeling (Voogt *et al.* 2009; Voogt *et al.* 2012<sup>1</sup>; 2013; 2014) Zeer uiteenlopende resultaten zijn er gevonden, variërend van praktisch geen, tot vrij veel uitspoeling. Ook de verschillen in N-concentraties in de drain en daarmee de nutriënten emissies waren zeer aanzienlijk. De achtergronden voor deze verschillen zijn divers en waarschijnlijk terug te voeren op individuele aspecten. Effecten van grondsoort en hydrologie spelen mee, maar de inzichten van individuele telers over wat nodig is overheersen. Naast de watergift speelt ook de strategie van de bemesting een belangrijke rol. Om meer inzicht te krijgen in de samenhang van watergift en bemesting in relatie tot de gewasbehoefte is bij een teler tijdens drie achtereenvolgende teelten de water en mineralenbalans gevolgd.

#### 3.3.1 Monitoring gegevens

Bij een bedrijf met een lysimeter werden tijdens drie achtereenvolgende teelten gegevens verzameld over watergift, drain lysimeter, klimaat, bodemanalyses en bemesting. Ook werd wekelijks de gewasgroei en de mineralenopname door het gewas via metingen en bemonsteringen gevolgd.

#### 3.3.2 Resultaten

De watergift geregistreerd via de computer komt vrij goed overeen met de meting ter plekke via de regenmeters. Wel is er stelselmatig iets minder gemeten in de regenmeters. Dit kan veroorzaakt zijn door een "ongelukkige" plaatsing van de regenmeters, die dan toevallig minder ontvangen dan wat de literteller (computer) registreert, of dat er werkelijk ter plaatse minder valt dan gemiddelde in het beregeningsvak. Het kan natuurlijk ook dat de literteller afwijkt, dit is in dit onderzoek niet verder nagegaan. Wel is bekend uit ander onderzoek dat er een behoorlijk verschil kan zijn tussen de geregistreerde gift en de werkelijkheid. Dit kan aanleiding zijn tot flink misverstand in interpretatie van de gietstrategie. Voor de berekeningen hier is uitgegaan van de geregistreerde watergift (computer).



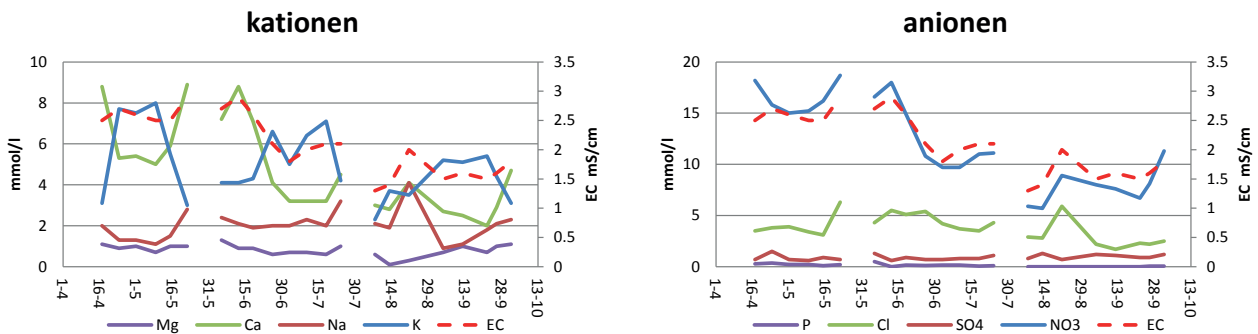
**Figuur 3.7** Chrysant, cumulatieven van watergift (uit computer en gemeten via regenmeter), verdamping, berekend overschot en de gemeten uitspoeling via de lysimeter.

In de eerste teelt is de watergift vrijwel gelijk aan de berekende verdamping, met een netto berekend beregeningsoverschot van nagenoeg 0. Desondanks is er toch een beperkte hoeveelheid drain gemeten in de lysimeter, overeenkomend met ca 15 % van de gift. Dit is veroorzaakt in de tweede helft van de teelt toen er net iets meer water is gegeven dan de verdamping. De uitputting in de laatste week (er wordt dan geen water meer gegeven) komt uiteraard niet meer tot uiting in de lysimeter; er wordt geen water teruggegeven. In de tweede teelt is er – logischerwijs wan zomerperiode- beduidend meer water gegeven, echter de stijging in de gift is veel meer dan de toename van de verdamping. Het beregeningsoverschot loopt op tot ca 100 mm en eindigt uiteindelijk op 82 mm, 27 % van de gift. In de lysimeter wordt 65 mm gemeten (22 % drain). Hoewel de drain in de lysimeter in de eerste weken parallel loopt met het berekend overschot, is dit in de laatste weken van de teelt niet meer het geval. De oorzaak is niet duidelijk, het is aannemelijk dat de berekende verdamping onderschat is voor die periode, het was toen uitzonderlijk warm weer, zodat er meer is geventileerd dan gebruikelijk. Dit kan de verdamping sterk hebben gestimuleerd. Ook in de derde teelt is de watergift ruimer dan in de eerste teelt, het beregeningsoverschot bereikt een piekwaarde van 78 mm (31 %) en komt uiteindelijk uit op 59 mm (24 %). Via de lysimeter wordt eveneens een kleine 60 mm uitspoeling gevonden. Over de drie teelten is er een overschot van ca 20 % (Tabel 3.2).

**Tabel 3.2**  
overzicht van de de waterbalans per teelt en het totaal.

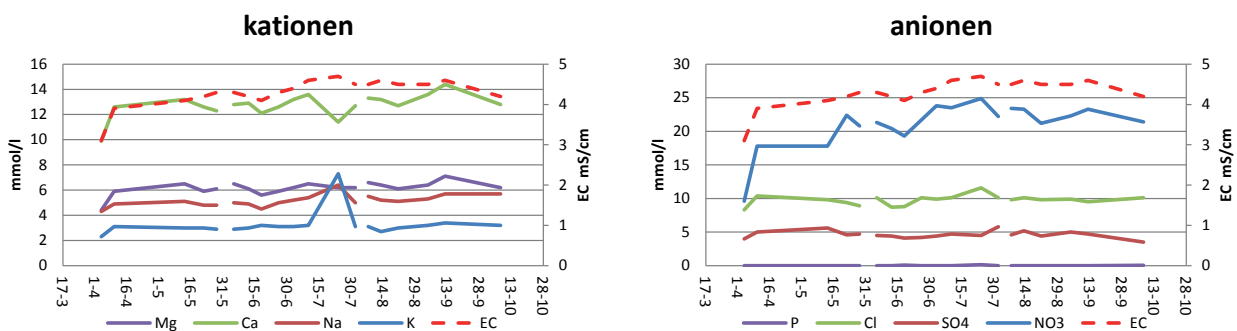
teelt	gift	verdamping	ber. Overschot	drain	% drain
1	196	189	7	40	21%
2	301	221	81	64	21%
3	246	187	59	59	24%
totaal	743	596	147	164	22%

Het opgevangen water in de regenmeters en drainmonsters uit de lysimeter zijn regelmatig geanalyseerd (Figuur 3.8 en 3.9). Het blijkt dat er in de loop van het seizoen een lagere EC is gedoseerd (Figuur 3.8); in de derde teelt is gemiddeld de helft gedoseerd van de eerste teelt. De concentraties in de gift zijn daarmee evenredig verlaagd. Het valt op dat er vrij grote schommelingen zijn in de K en Ca concentraties, klaarblijkelijk is er in de samenstelling een en ander gewijzigd. De aanwezigheid van Na in het gietwater duidt op het hergebruik van drainwater. De N concentraties zijn aanmerkelijk gedaald in de loop van de teelt en lopen vrijwel parallel aan de EC.



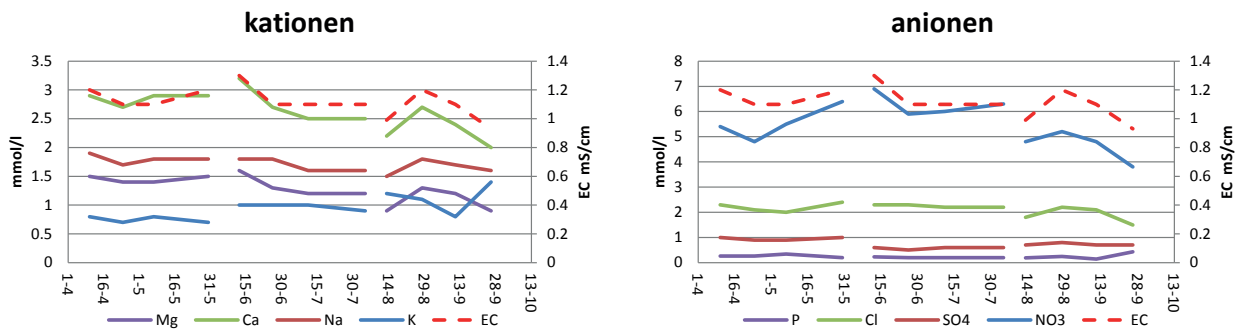
**Figuur 3.8** Concentraties van kationen en anionen (mmol/l) en de EC waarde (mS/cm) gemeten in het beregeningswater.

In het drainwater van de lysimeter is er weinig fluctuatie te zien in de tijd (Figuur 3.9). De EC is hoog, en wordt aan de kationenkant voor meer dan de helft bepaald door Ca en Mg en K is erg laag. Dit heeft alles te maken met de bodem, vastlegging van K en omwisseling met Ca en Mg, maar ook door oplossen van koolzure kalk. Het Na gehalte is vrij hoog, maar niet ongebruikelijk voor drainwater. Aan de anionenkant is meer dan de helft van de EC opgebouwd uit  $\text{NO}_3^-$ , er is dus veel N uitspoeling. De P-concentratie is vrijwel nihil. De Cl is vrij hoog.



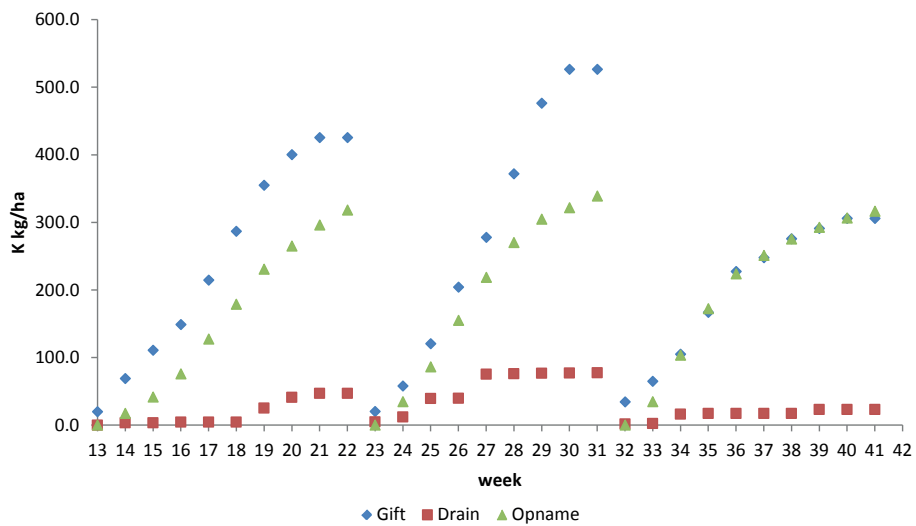
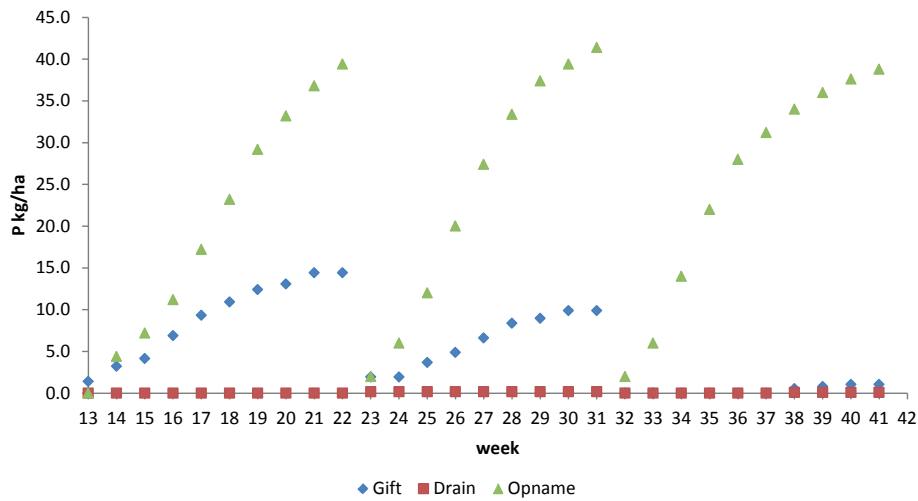
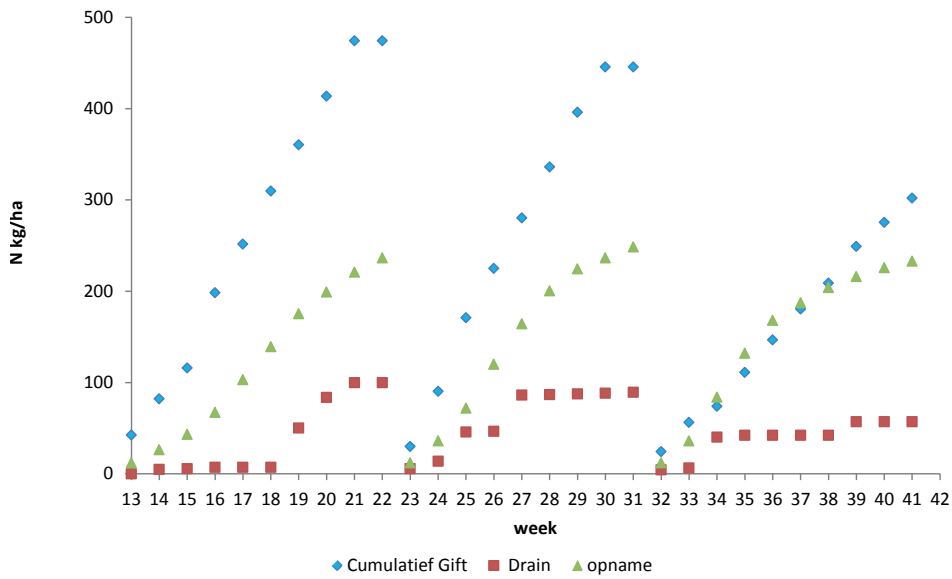
**Figuur 3.9** Concentraties van kationen en anionen (mmol/l) en de EC waarde (mS/cm) gemeten in het drainwater van de lysimeter.

De concentraties in de bodem zijn ook vrij stabiel, er is een tendens dat de EC licht daalt in de loop van de tijd, wat vooral tot uiting komt in een daling van het Ca gehalte (Figuur 3.10). Dit kan goed samenhangen met de daling in EC-gift. De  $\text{NO}_3^-$  cijfers lijken aanvankelijk nog wat te stijgen, maar dalen in de derde teelt flink. Dit zal samenhangen met enerzijds de daling in de gift en anderzijds het hoge beregeningsoverschot.

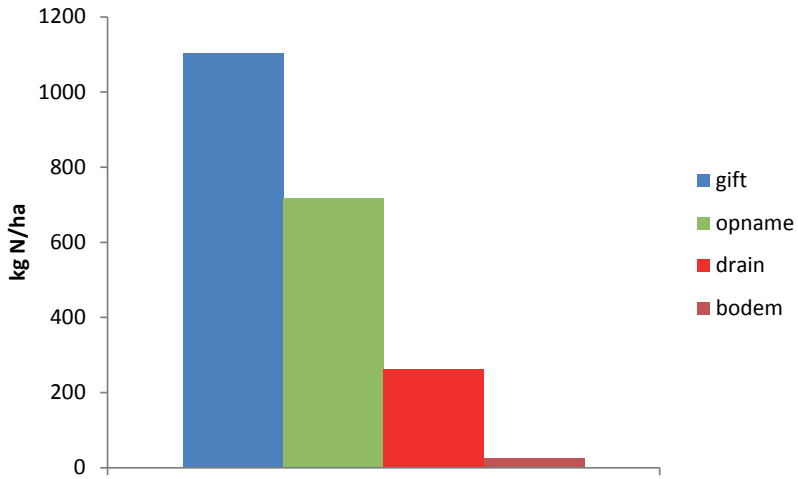


**Figuur 3.10** Concentraties van kationen en anionen (mmol/l) en de EC waarde (mS/cm) gemeten in de bodem, analyses via het 1:2 volume extract.

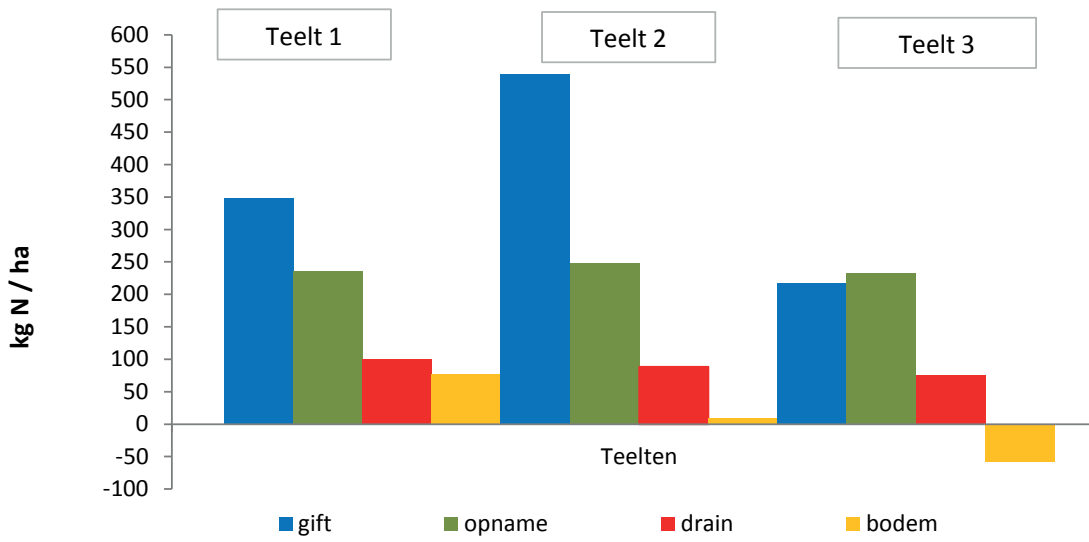
Uit de watergift en de gemeten concentraties zijn de totale vrachten van de nutriënten berekend. Dit is ook van de drainage gedaan. Van elke teelt is de totale opname van alle nutriënten bepaald, door een representatief aantal takken te oogsten, te meten en te analyseren op mineralen. Ook zijn wekelijks lengtemetingen gedaan. Aan de hand van de lengtemetingen is berekend welk deel per week opgenomen is. Deze data zijn uitgezet in de tijd tezamen met de gift en de drain (Figuur 3.11). Er is een groot verschil tussen gift en opname van N in de eerste twee teelten. Voor een deel draineert dit uit, een kleiner gedeelte is terug te vinden in een stijging van de gehalten in de bodem. In de derde teelt zijn gift en drain wel in evenwicht en is er een daling in de bodem, dus put de bodem uit; dit is nagenoeg in overeenstemming met de uitspoeling. Het grote verschil in de balans (Figuur 3.12 en 3.13) in de eerste twee teelten kan niet uit de meetresultaten worden verklaard. Het is aannemelijk dat er denitrificatie is opgetreden. In eerder onderzoek is vastgesteld dat er bij chrysant 10-tallen kg/ha kunnen verdwijnen. De voorwaarden voor denitrificatie: bodemleven/organisch materiaal/vrij  $\text{NO}_3^-$  zijn zeker aanwezig. Als er anaërobie optreedt gaat het proces van denitrificatie onmiddellijk van start, dit kan al bij een gietbeurt lokaal het geval zijn. Onduidelijk is waarom uit de balans bij de derde teelt dan geen denitrificatie zou blijken, terwijl de gietstrategie ten opzichte van de eerste en tweede teelt zeker niet droger van aard is.



**Figuur 3.11** Cumulatieve gift, drain en opname van N gedurende de drie teelten.



**Figuur 3.12** Balans van stikstof bij drie teelten chrysant.



**Figuur 3.13** Totale balans van stikstof bepaald over drie teelten chrysant.

## 4 Discussie en conclusie

De resultaten van de monitoring op de praktijkbedrijven laten opnieuw zien dat de variatie erg groot is. Sommige bedrijven blijken goed in staat de watergift af te stemmen op de gewasbehoefte, waardoor er nauwelijks uitspoeling ontstaat. Bij andere bedrijven lukt dat niet altijd en zijn er bepaalde perioden waarin de uitspoeling groot is. Ondanks dat bepaalde bedrijven al een aantal jaren ervaring hebben opgedaan met de lysimeter blijkt dat de drain niet altijd een parameter is om de watergift mede te helpen af te stemmen op de gewasbehoefte. Met name de zomermaanden blijken steeds een periode waarbij de watergift hoger is dan de gewasbehoefte.

De berekende gewasverdamping komt vrij goed overeen met de werkelijkheid, dit valt af te leiden uit het verschil tussen het berekende overschot en de gemeten drain. Bij chrysanthe is er mogelijk een onderschatting in (warme) zomerperioden. Het is denkbaar dat dit samenhangt met sterkere verdamping van de berekening vanaf het gewas na een berekening. Dit is namelijk niet in de modellen opgenomen.

De nutriëntenemissie (beoordeeld naar de probleem-elementen) bestaat vrijwel uitsluitend uit stikstof. De emissie van fosfaat is vrijwel verwaarloosbaar. De belangrijkste drijvende kracht achter de nutriënten emissie is het netto berekeningsoverschot. Niettemin zijn er ook in de bemesting verbeteringen mogelijk. Het blijkt dat er soms een groot N-overschot is, waarbij de concentraties in de drain aanzienlijk zijn. De oorzaak van de hoge N concentraties heeft vaak te maken bij de wens van telers een bepaalde EC te realiseren in de bodem, om bepaalde effecten op de groei of gewaskwaliteit te halen. Echter het is niet perse nodig om dit met N te doen, heeft onderzoek in het verleden al aangetoond. Praktisch gesproken zal dit betekenen dat in de voedingsoplossingen een deel van de  $\text{NO}_3^-$  zal moeten worden vervangen door  $\text{SO}_4$  of Cl meststoffen, hiermee kan toch de EC gerealiseerd.

Door het wateroverschot terug te dringen is de emissie beheersbaar en is nagenoeg 0-emissie haalbaar. Als daarnaast de bemestingsschema's aangepast worden naar lager  $\text{NO}_3^-$  kan ook het N-overschot teruggedrongen en lagere  $\text{NO}_3^-$  concentraties in de drain geven.

In de praktijk van het telen wordt de dagelijkse watergeefstrategie toch veelal bepaald door ervaring, waarbij vaste regimes de basislijn zijn. Aanpassingen worden vooral gedaan door de gift per moment bij te stellen naar gelang de straling hoger of lager is. Ook wordt veel gewerkt met een handmatige/visuele beoordeling van de grond vochtigheid aan de hand van een boring. de drain van de lysimeter speelt slechts een beperkte rol. De behoefte aan een goede vochtsensor is daarom groot, telers geven aan dat indien zij n zouden beschikken over een goede vochtsensor, daar wel degelijk rekening te houden met het patroon van uitspoeling.

In de vervolgfase zal de nadruk daarom moeten komen te liggen op het toepassen van vochtsensoren. Hierbij zullen enerzijds richtlijnen moeten worden ontwikkeld voor het vochtgehalte in de wortelzone. Anderzijds zal het verloop van de waarden bij de diepste sensoren gekoppeld moeten worden aan het verloop van de drainage in de lysimeter. Hiermee kunnen dan indicatoren worden ontwikkeld die uitspoeling signaleren.





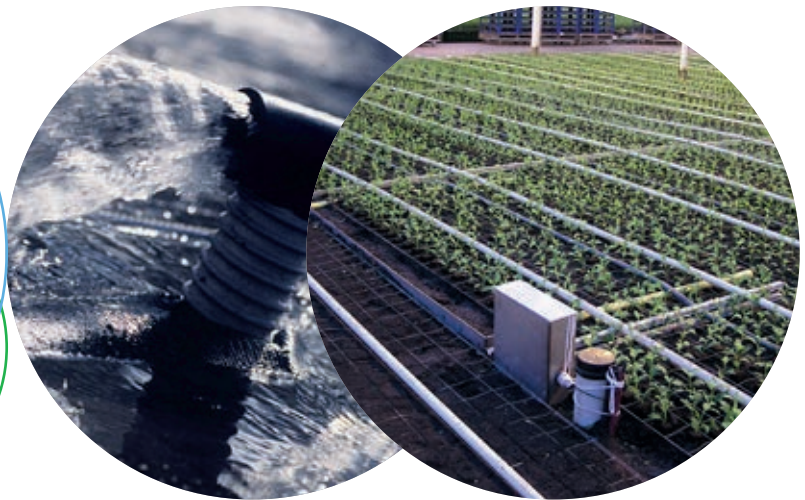
# Literatuur

- Balendonck, J.; Voogt, W.; Winkel, A. van; Swinkels, G.L.A.M.; Janssen, H.J.J.; Heinen, M.; Dorland, H. van; Zwinkels, F., 2012.  
*Ontwikkeling emissie-managementsysteem grondgebonden teelt; bodemvochtsensoren en modulaire opbouw van het systeem, Rapporten GTB 1191.* Wageningen : Wageningen UR Glastuinbouw.
- Heinen, M.; Assinck, F.B.T.; Voogt, W.; Swinkels, G.L.A.M.; Balendonck, J. 2013.  
*Ontwikkeling emissie-managementsysteem grondgebonden teelt; modellen, rapport Alterra-rapport 2369.* Wageningen : Alterra.
- Voogt, W.; Winkel, A. van; Houter, G., 2009.  
*Ontwikkeling en toetsing van de lysimeter voor chrysantenbedrijven met diep grondwater : meetinstrument voor N en P emissie op praktijkbedrijven, Rapport/Wageningen UR Glastuinbouw 295,* Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw.
- Voogt, W.; Balendonck, J.; Heinen, M.; Helm, F.P.M. van der; Janse, J.; Swinkels, G.L.A.M., 2014.  
*Implementatie emissie-managementsysteem grondgebonden teelten. Rapport GTB 1312,* Beiswijk, Wageningen UR Glastuinbouw.
- Voogt, W.; Helm, F.P.M. van der; Balendonck, J.; Heinen, M.; Winkel, A. van, 2012.  
*Ontwikkeling emissie-managementsysteem grondgebonden teelt; toetsing in de praktijk Rapporten GTB 1193.* Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw.
- Voogt, W.; Zwinkels, F.; Balendonck, J.; Dorland, H. van; Winkel, A. van, 2012.  
*Ontwikkeling emissie-managementsysteem grondgebonden teelt; de lysimeter en drainmeter, Rapporten GTB 1190.* Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw.
- Voogt, W.; Steenhuizen, J.W.; Winkel, A. van; Bosch, C.J.W., 2013.  
*Uitspoeling van zouten in een kasgrond: Onderzoek aan uitspoeling aan grondkolommen met natriumchloride- en natriumsulfaattoediening.* Rapport GTB 1260. Bleiswijk : Wageningen UR Glastuinbouw.





To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



Wageningen UR Glastuinbouw  
Postbus 20  
2665 ZG Bleiswijk  
Violierenweg 1  
2665 MV Bleiswijk  
T +31 (0)317 48 56 06  
F +31 (0) 10 522 51 93  
[www.wageningenur.nl/glastuinbouw](http://www.wageningenur.nl/glastuinbouw)

Glastuinbouw Rapport GTB-1351

Wageningen UR Glastuinbouw initieert en stimuleert de ontwikkeling van innovaties gericht op een duurzame glastuinbouw en de kwaliteit van leven. Dat doen wij door toepassingsgericht onderzoek, samen met partners uit de glastuinbouw, toeleverende industrie, veredeling, wetenschap en de overheid.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.