



Reductie stikstofuitstoot door precisie bemesting

Aanvullende metingen voor STOWA in de Water Efficiënte Emissieloze kas

Chris Blok, Bram van der Maas en Aat van Winkel

Rapport GTB-1348



WAGENINGEN UR
For quality of life

Referaat

Emissie van tuinbouw drainagewater brengt onacceptabele hoeveelheden nitraat, fosfaat en gewasbeschermingsmiddelen in oppervlakte en grondwater. Aangenomen wordt dat telers minder moeite hebben nul-emissie te realiseren, als ze middelen hebben om de fluctuaties van voedingselementen in het drainagewater te verkleinen. STOWA (Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer) financierde aanvullende metingen van Wageningen UR Glastuinbouw in een lopend project. De metingen waren gericht op het aantonen dat onveilige fluctuaties in voedingselementen beheersbaar zijn.

De in een komkommerteelt uitgevoerde metingen zijn gebruikt om de plantopname van voedingselementen in mmol/m²/D weer te geven en om de plantopname per element te koppelen aan de stralingsom. De nieuwe informatie leidde tot betere beslissingen over aanpassing van het voedingsschema dan wanneer alleen concentraties van de voedingselementen in de voedingsoplossing werden gebruikt. De afwijkingen tussen aanbod en gemeten opname waren kleiner met de nieuwe informatie. Er is tijdens de teelt niet gespuid waardoor emissieloos is geteeld.

Voorstellen voor een vervolg worden genoemd.

Abstract

Emission of greenhouse drain water is bringing unacceptable quantities of nitrate, phosphate and crop protection agents into the surface water and ground water. Growers are expected to accept zero emission of drain water easier if they have tools to reduce fluctuations in individual nutrient quantities in the drain water. STOWA (Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer) financed additional measurements by Wageningen UR Greenhouse Horticulture in a running project. The measurements were aimed to control (unsafe) fluctuations of nutrient supply compared to uptake.

In cucumber cultivation extra measurements were used to calculate the plant uptake per element in mmol/m²/D and to relate this uptake per element to the radiation sum. The new information led to better decisions on adaptation of the nutrient supply schedule than when decisions were based on just concentration. The fluctuations between supply and uptake of nutrients expressed as mmol/m²/D (load) were smaller when using the new information. During the cultivation no nutrient solution was emitted.

Initiatives to further introduce the new methods are proposed.

Rapportgegevens

Rapport GTB-1348

Projectnummer: 3742202800

PT nummer:



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, 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

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Achtergrond	7
	1.2 Doelomschrijving	8
	1.3 Organisatie	8
2	Aanpak	9
	2.1 De WEEK context	9
	2.2 Project specifieke aanpak	10
3	Resultaten	11
	3.1 Aanpassen voedingsgift per element	11
	3.2 Van concentratie naar hoeveelheid	11
	3.3 Plantopname en instraling	13
4	Conclusies en aanbevelingen	17
	Literatuur	19
	Bijlage 1 Plattegrond proefkassen met meetpunten	21
	Bijlage 2 Standaard komkommervoeding	23

Samenvatting

Emissie van tuinbouw drainagewater brengt onacceptabele hoeveelheden nitraat, fosfaat en gewasbeschermingsmiddelen in oppervlakte en grondwater. STOWA is voor de beheerders van oppervlaktewater kwaliteit nauw betrokken bij initiatieven de emissie vanuit de glastuinbouw terug te dringen. In 2014 stemde STOWA in met financiering van extra metingen en analyses van gewasopname in de WEEK-kas.

De WEEK (Water Efficiënte Emissieloze Kas, onderdeel van Wageningen UR Glastuinbouw te Bleiswijk) demonstreert voor de praktijk dat zonder teeltproblemen emissieloos geteeld kan worden. De huidige bemestingsrecepten gaan uit van een "veilige" overmaat. Dit kan leiden tot onbalans in de voedingsoplossing met als gevolg het spuien van drainwater. Vanuit Wageningen UR Glastuinbouw bestond de wens binnen het WEEK project waarnemingen uit te voeren om de stuurbaarheid van voeding op individuele elementen te bestuderen.

Doel van de extra metingen was telers te laten zien hoe een meet en regelsysteem dat de plantopname volgt en compenseert:

- Beter is voor de gewasgroei.
- Onbalans in de voeding voorkomt.
- Emissieloos en veilig is (0-spui).

Ad A. Aangetoond is dat het berekenen van de plantopname van voedingselementen in $\text{mmol/m}^2/\text{D}$ aanvullend inzicht geeft in de voedingstoestand van het gewas. De aanvullende informatie leidt tot betere beslissingen over aanpassing van het voedingsschema dan wanneer alleen concentraties van de voedingselementen in de voedingsoplossing worden gebruikt.

Ad B. De gevonden relatie van plantopname van K en Ca met instraling geeft nog meer mogelijkheden om de samenstelling van de voedingsoplossing beter aan te passen aan het verwachte verbruik van het gewas.

Dat is in deze proef aannemelijk gemaakt door een aanbod op basis van straling te veronderstellen. Dit veronderstelde aanbod bleek minder te fluctueren ten opzichte de gemeten opname dan de gebruikte praktijkregeling.

Ad C. Er is tijdens de teelt niet gespuid waardoor de laatste doelstelling, emissieloos telen, uiteraard gehaald is.

Het gebruik van vracht ($\text{mmol/m}^2/\text{d}$) i.p.v. concentratie (mmol/L) is nieuw voor telers. Het gebruik van vracht verlaagt/voorkomt emissie. Een goede en enige tijd volgehouden kennisoverdracht naar de praktijk en aandacht voor acceptatie van deze nieuwe denkwijze is dus belangrijk (partner Groen Agro Control).

Daarnaast is regel software nodig om de dosering op basis van straling en vracht op een bedrijf uitvoerbaar te maken (Partner Priva).

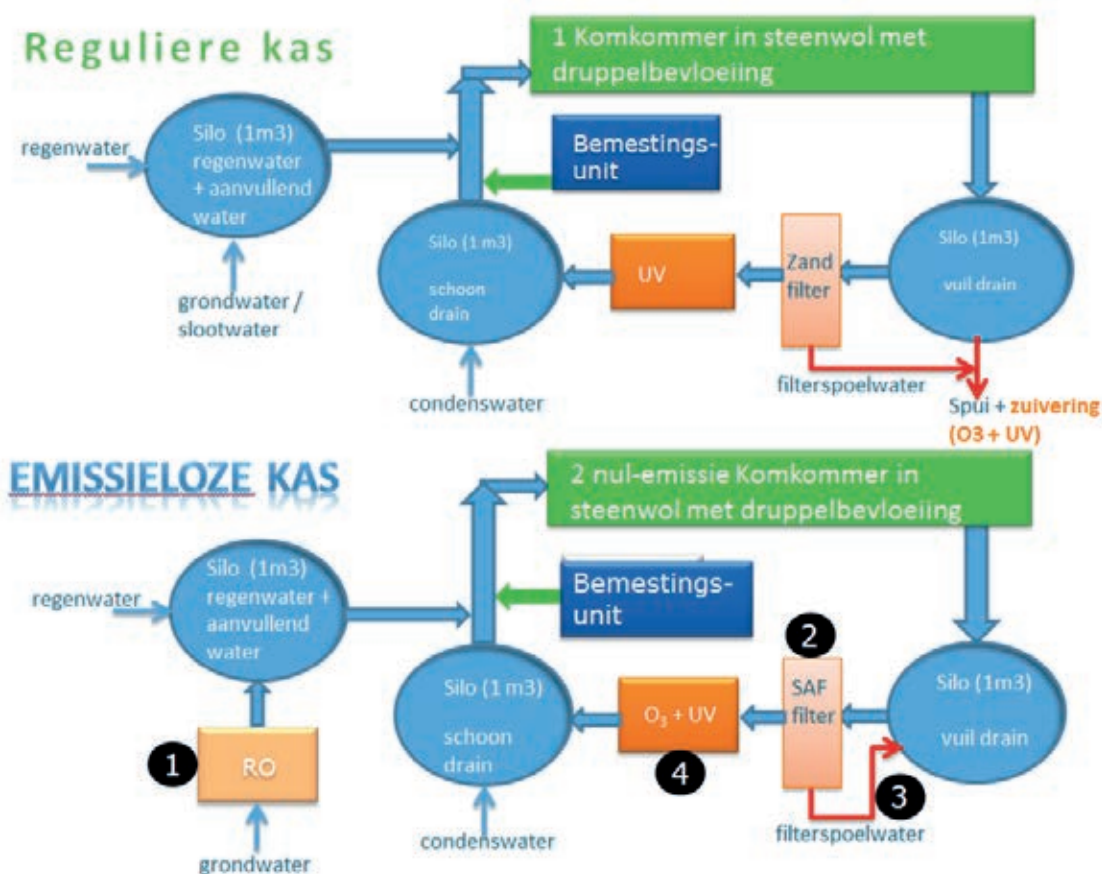
1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Emissie van tuinbouw drainagewater brengt onacceptabele hoeveelheden nitraat, fosfaat en gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlakte en grondwater. Vanuit het onderzoek wordt in verschillende projecten gewerkt aan oplossingen om de emissie te reduceren en uiteindelijk tot nul te brengen.

Bestaande opvattingen over bemesting in de glastuinbouw zijn vastgelegd in de BemestingsAdvies Basis (BAB) uit 1999. De BAB recepten gaan uit van een "veilige" overmaat. Dit kan leiden tot een onbalans in de voedingsoplossing met als gevolg het spuien van drainwater. Met deze werkwijze is het moeilijk om de vastgestelde emissienormen voor stikstof met als einddoel een nul-emissie in 2027 te behalen.

De WEEK (Water Efficiënte Emissieloze Kas, onderdeel van Wageningen UR Glastuinbouw te Bleiswijk) wil als pilot fungeren voor het algemeen belang. Zij gaan een teelt lang recirculeren zonder spui. Figuur 1 laat de opzet zien van de Emissieloze Kas in vergelijking met een standaard teelt in de reguliere kas. De gedachte voor de Emissieloze Kas is om proactief in plaats van reactief te doseren. De getekende bemestingsunit in de Emissieloze Kas wordt gekoppeld aan onderzoek naar vormen van precisiebemesting. Ook andere telers en bedrijven (Prominent en Hortinova) onderkennen het probleem en onderschrijven de oplossingsrichting.



Figuur 1 Schematische weergave van de opzet van de standaard teelt van een komkommertekst en de komkommertekst in de emissieloze kas. De cijfers 1 t/m 4 geven de belangrijkste wijzigingen aan.

Vanuit Wageningen UR Glastuinbouw bestond de wens binnen het WEEK project waarnemingen uit te voeren om de stuurbaarheid van voeding op individuele elementen te bestuderen. Dit onderzoek sloot aan op net afgesloten onderzoeken naar precisiebemesting. Dit betreft projecten met ammoniumgift in gerbera (Blok *et al.* 2012) en ammonium en calciumgift in komkommer (van der Maas *et al.* 2013). In beide projecten werd onderzocht hoe de emissie van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten via water verlaagd konden worden met een doseerapparaat voor precisie bemesting (partners Horticoop en Priva).

STOWA is voor de beheerders van de Nederlandse oppervlakte water kwaliteit nauw betrokken bij initiatieven de emissie vanuit de glastuinbouw terug te dringen. In 2014 stemden zij in met de financiering van extra uitgevoerde metingen en analyses van gewasopname in de WEEK-kas.

1.2 Doelomschrijving

Doel van de extra uitgevoerde metingen is om aan te tonen hoe een meet en regelsysteem dat de plantopname volgt en compenseert:

- Beter is voor de gewasgroei.
- Onbalans in de voeding voorkomt.
- Emissieloos en veilig is.

SMART doelen (fasennummer/volgnummer):

- 1.1 Nul-spuï omdat de voedingsoplossing nauwkeurig en frequent wordt aangepast aan het werkelijke verbruik van de plant. Met andere woorden er ontstaat geen onwerkbaar onbalans in het recirculatiewater. Er is een besparing op meststoffen/reductie in emissie van 10-15% te verwachten*.
- 1.2 Verbetering gewas- en productkwaliteit. Teeltvoordeel wordt gerealiseerd in de vorm van gezondere en kwalitatief betere producten en incidenteel hogere opbrengsten. Een incidenteel hogere opbrengst wordt bereikt door het vermijden van ziekten door onbalans van voeding (bijvoorbeeld Botrytis en Fusarium binnenrot). Een incidenteel hogere opbrengst wordt ook bereikt als kwaliteitsafwijkingen door voedingsonbalans afnemen (b.v. neusrot en wankleur).

1.3 Organisatie

Het onderzoek is uitgevoerd door Chris Blok (projectleider) Aat van Winkel (waarnemingen) en Bram van der Maas (deel verslaglegging). Vanuit STOWA waren Theo Cuijpers (HH Schieland en de Krimpenerwaard) en René Rijken (Waterschap Brabantse Delta) betrokken.

Het WEEK project waarvan gebruik gemaakt werd geleid door Ellen Beerling, Erik van Os en Jim van Ruijven (allen Wageningen UR Glastuinbouw).

*) Emissie reductie per bedrijf; de huidige uitstoot is (geëxtrapoleerd vanuit data van 2011) 500 m³ haj-1 voor gerbera; 300 m³ haj-1 voor komkommer en 200 m³ haj-1 voor tomaat. Met NO₃ gehalten in het drainwater van 12, 19 en 23 mmol L⁻¹ gaat het over een stikstof uitstoot van 6000 mol haj-1; 5700 mol haj-1 en 4600 mol haj-1. In kg nitraat 378 kg haj-1; 359 kg haj-1 en 290 kg haj-1. Omdat de drain EC hoger wordt bij minder opname geldt dat het spui% in water 36%, 25% en 18% zijn, terwijl het % nitraat-spuï 40%, 35% en 27% is.

2 Aanpak

2.1 De WEEK context

Voor het WEEK project is geteeld in Venlo kas compartimenten van 12 x 12 meter. In de compartimenten, kas 6.10 en 6.12, is komkommer geteeld (ras Proloog, Rijk Zwaan), 1.56 planten per m², dat is 12 planten per goot en 12 goten in de kas (Figuur 2 en 3).

Behandelingen en plattegrond (Bijlage 1):

1. Standaard teelt kas 6.10.
2. Voeding, regel en waterbehandelingsapparatuur kas 6.11.
3. Emissieloze kas kas 6.12.

Hierin werd als volgt geteeld (voeding in Bijlage 2):

4. 6.10 Telen met lozen om het normale opbrengstniveau te kennen.
5. 6.12 Telen zonder lozen om een gelijke opbrengst te halen als behandeling 1.
6. Beiden: Telen met handmatig of half automatisch bijstellen van elementenverhouding om opbrengst/kwaliteit te verhogen.
7. 6.11 Opsporen bronnen van verontreiniging.

Metingen

- Voedingsanalyses 3 keer 2-3 dagen meerdere keren per dag (bij zo mogelijk gelijk weer per 2-3 dagen).
- Opbrengst; stuks en gewicht.
- Aanvoer en drain liters.
- Aanvoer en drain EC (elektronisch).

Statistiek

3 herhalingen in de tijd met vergelijk van de situatie voor tijdens en na veranderen.

Teeltinstellingen

Klimaat: Standaard komkommer klimaat

Voeding: Standaard komkommer voeding (bijlage 2)

Water: Bassinwater (regenwater aangevuld met omgekeerde osmose water)



Figuur 2 Vooraanzicht kas.



Figuur 3 Draadloze meter WG – EC – T.

2.2 Project specifieke aanpak

Door de gedoseerde voeding (mol/L) te vermenigvuldigen met de gegeven liter (L/m²/d) werden tabellen opgesteld met de aangevoerde hoeveelheid voeding als vracht (mol/m²/d). Deze waarden werden vergeleken de stralingssom (J/m²/d).

Metingen

- Registratie watergift per dag.
- Meting hoeveelheid drain per dag.
- Analyse concentratie voedingselementen in gietwater.
- Analyse concentratie voedingselementen in drainwater.
- Meting instraling (mJ/cm²/D).

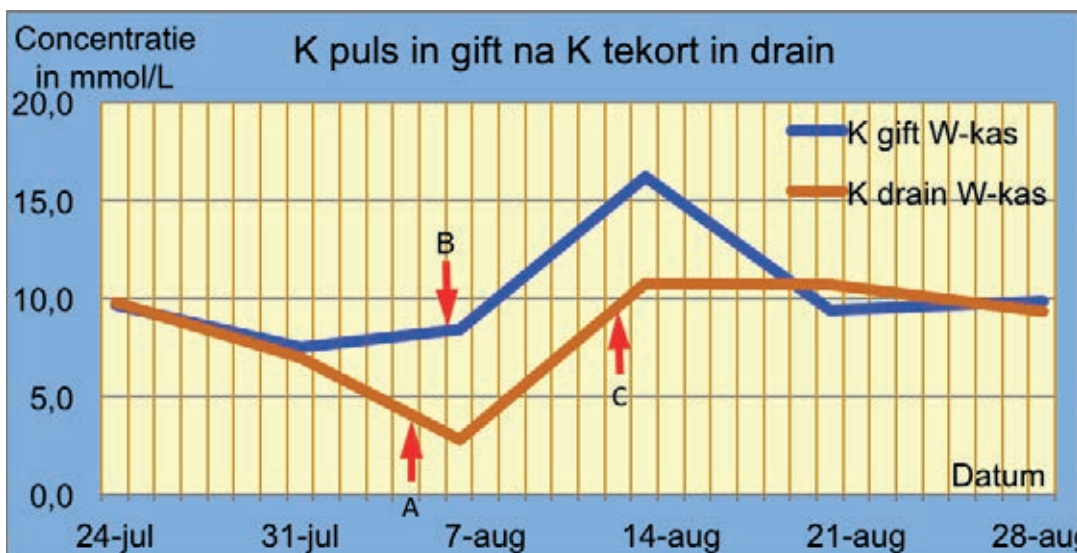
Berekeningen

- Berekening aanvoer hoeveelheid voedingselement per oppervlakte-eenheid per dag (mmol/m²/D).
- Berekening drain hoeveelheid voedingselement per oppervlakte-eenheid per dag (mmol/m²/D).
- Berekening opname voedingselement door gewas per oppervlakte-eenheid per dag (mmol/m²/D).
- Berekenen elementopname door plant afhankelijk van de instraling.

3 Resultaten

3.1 Aanpassen voedingsgift per element

Tijdens de meetperiode zijn verschillende veranderingen in de voedingsgift doorgevoerd en gemeten. De opname van de plant wordt per dag gemeten en aanpassingen in de gift worden gebaseerd op de plantopname. In Figuur 4 is een voorbeeld gegeven van een aanpassing in de kalium-gift.



Figuur 4 Verloop kalium-concentratie in het drainwater na aanpassing kalium-gift.

De blauwe lijn toont de Kalium concentratie in de gift. De oranje lijn toont de K concentratie in het drainage water.

- Op moment A werd de ondergrens voor kalium in het drainwater bereikt.
- Op moment B werd de concentratie K in de gift verhoogd. Moment B ligt zo dicht mogelijk bij moment A (maar is afhankelijk van het controle interval).
- Op moment C wordt de bovengrens voor K in het drainwater bereikt.

Deze eenvoudige aanpassing was niet nodig in de referentiekas. Het voorval leert:

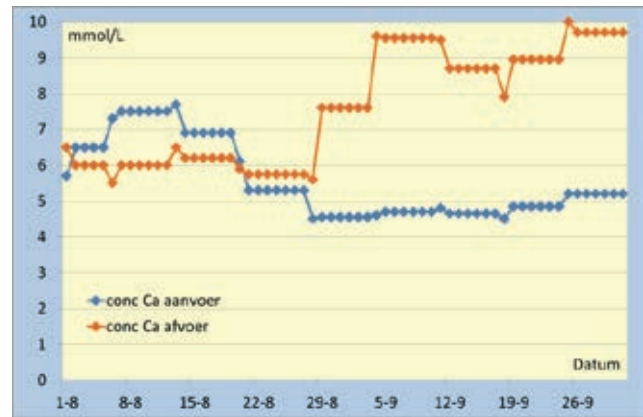
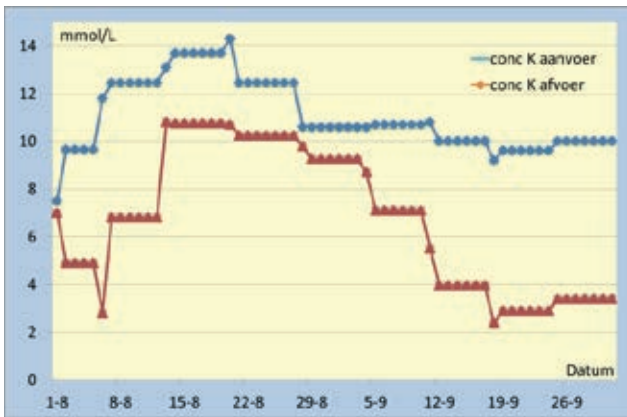
- a. Dat aanpassen bij emissieloos telen nodig is.
- b. Dat het interval tussen metingen kort moet zijn.
- c. Dat per element aangepast moet worden (elementen behalve nitraat waren stabiel).

3.2 Van concentratie naar hoeveelheid

Een gangbare maat voor de voedingssituatie van nutriënten in het gietwater en drainwater is een concentratie in mmol/l of $\mu\text{mol/l}$ voor enkele sporenelementen.

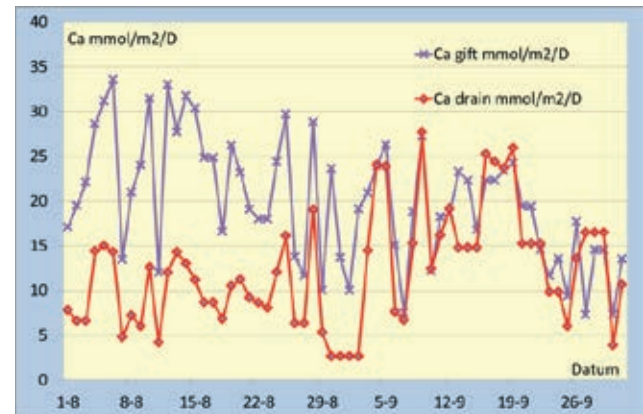
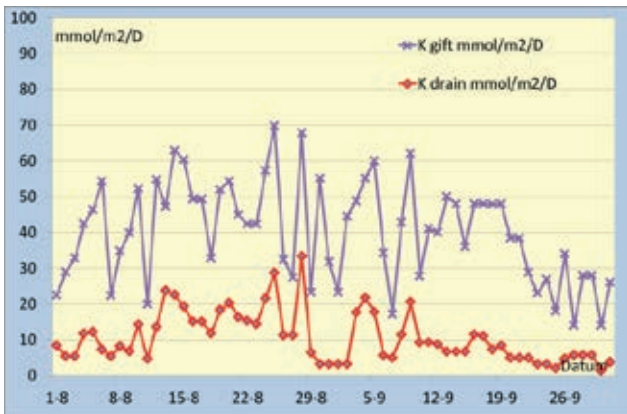
In een standaardteelt regelt een tuinder op de aanvoer en afvoer van voeding, beiden uitgerukt als concentratie.

Dat de concentratie niet altijd de juiste maat is om op te regelen, bleek tussen 01-08 en 01-10. In Figuur 5-6 zijn de analyseresultaten weergegeven van kalium en calcium voor de periode 1 augustus t/m 1 oktober 2014 in de emissieloze-kas. De hoeveelheid kalium in het drainwater van een komkommerteelt neemt af terwijl het gehalte calcium na een toename eind augustus gelijk blijft in september. Omdat de K/Ca-verhouding belangrijk is om in evenwicht te houden voor een goede gewaskwaliteit, lijkt er hier een teeltrisico te zijn.



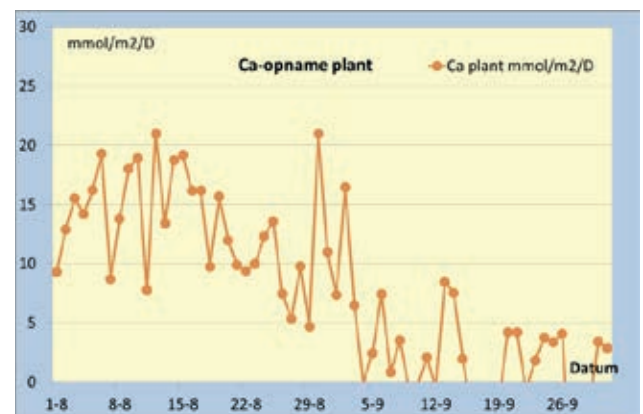
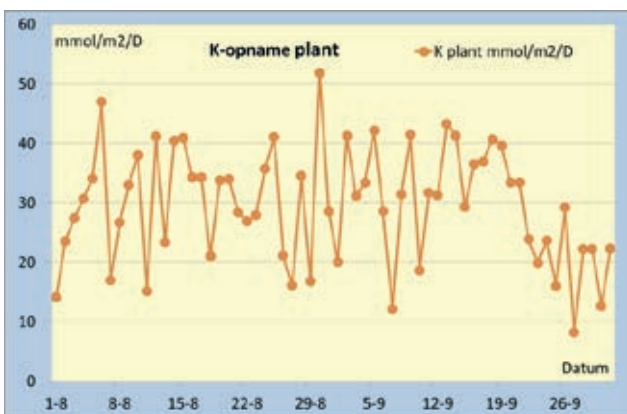
Figuur 5-6 Druppelwater aanvoer (blauw) en drainafvoer (rood) van kalium (links) en calcium (rechts) in mmol/L.

In Figuur 7-8 wordt gekeken naar de absolute hoeveelheid voeding die de plant opneemt per oppervlakte eenheid en per tijdseenheid. De concentraties in aan en afvoer zijn vermenigvuldigd met de hoeveelheid liters/m². De ontstane eenheid is de hoeveel voeding in mmol/m²/d. Alle basis- gegevens die hiervoor nodig zijn, worden al standaard door bedrijven vastgelegd.



Figuur 7-8 Druppelwateraanvoer (blauw) en drainafvoer (rood) van kalium (links) en calcium (rechts) in mmol/m²/D.

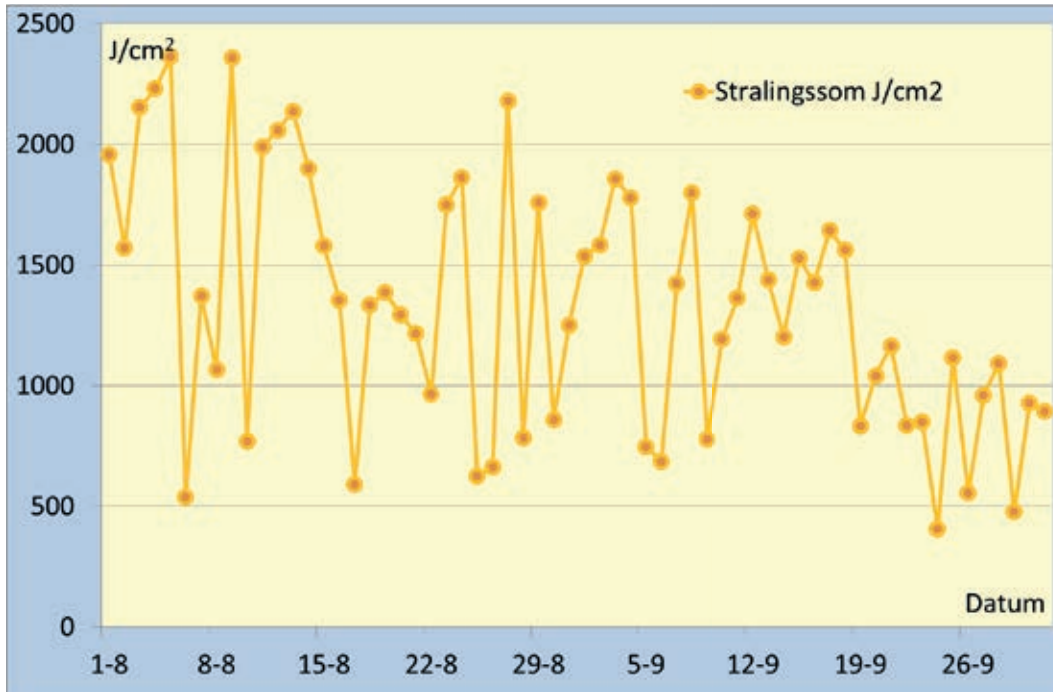
Figuur 9-10 toont het verschil tussen aanvoer en afvoer in mmol/m²/d, als schatting voor de plantopname. De plantopname van K blijkt nu stabiel, ondanks de scherpe daling in Figuur 5. Meer kaliumgift is dus niet (direct) nodig. Geconcludeerd wordt dat plantopname in absolute hoeveelheid zinvol aanvullend inzicht biedt over de teelt.



Figuur 9-10 Plantopname schatting van kalium (links) en calcium (rechts) in mmol/m²/D.

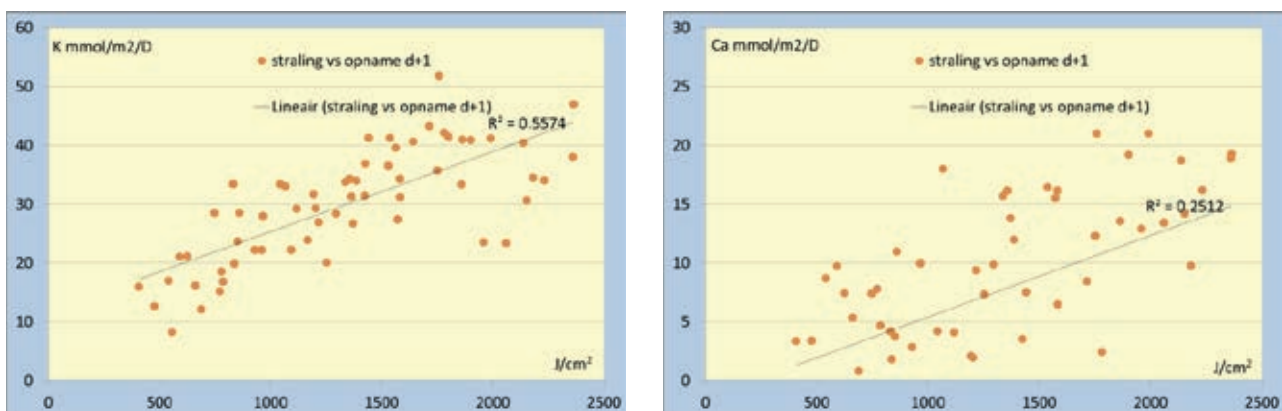
3.3 Plantopname en instraling

Figuur 9-10 toont de plantopname gebaseerd op het verschil tussen aanvoer en afvoer in $\text{mmol/m}^2/\text{d}$. De straling in dezelfde periode staat in figuur 11. Merk op dat de straling sterk overeenkomt met de aangevoerde hoeveelheden voeding in $\text{mmol/m}^2/\text{D}$, omdat de aanvoer gestuurd wordt op een verdampingsmodel dat o.a. afhangt van straling.



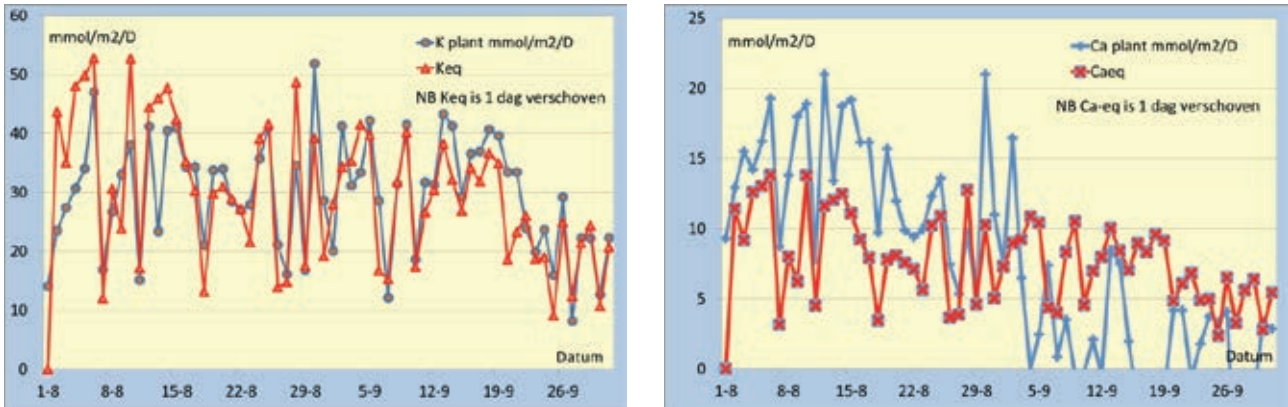
Figuur 11. Stralingsom gedurende het experiment in $\text{J/cm}^2/\text{D}$.

Het is nu mogelijk de plantopname tegen de straling uit te zetten (Figuur 12-13). Hierbij is al gebleken dat er een vertraging van ongeveer een dag is tussen de straling en de opname door het gebruik van de drainmeting (die na-ijlt). Er blijkt een lineair verband tussen straling en opname. Met de lineaire relatie tussen instraling en opname is het mogelijk op basis van de weersverwachting te voorspellen welke hoeveelheid voeding nodig zal zijn onafhankelijk van de watergift. Bedenk hierbij dat het verband tussen straling en verdamping niet lineair is: bij toenemende instraling neemt de verdamping meer dan evenredig toe. Daarom moet bij toenemende instraling de EC van de gift dalen.



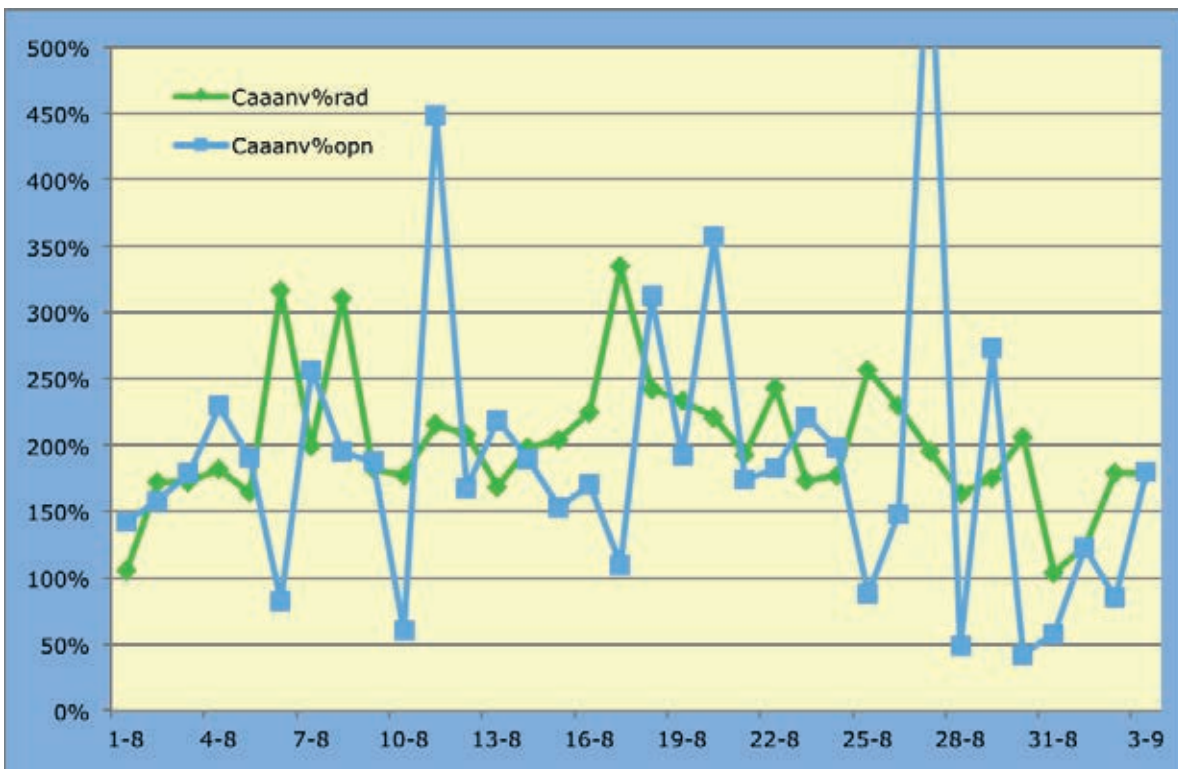
Figuur 12-13 Plantopnameschatting van kalium (links) en calcium (rechts) $\text{mmol/m}^2/\text{D}$ versus de straling in $\text{J/cm}^2/\text{D}$.

In Figuur 14-15 zijn de gemeten plantopname van kalium en calcium en de berekende plantopname op basis van instraling in de proefperiode vergeleken. Het eerder genomen vertragingseffect tussen instraling en opname van 1 dag is in de figuren meegenomen. De overeenkomst voor kalium is erg goed. Voor calcium blijkt een verschil dat met de traditionele methode niet opgemerkt was. Een opname schatting kan dus dienen om de meting te controleren en problemen met het gewas op te merken, lang voor symptomen ontstaan.



Figuur 14-15 Plantopname van kalium (links) calcium (rechts) in $\text{mmol/m}^2/\text{D}$ (beiden blauw), vergeleken met op basis van straling geschatte plantopname (in rood).

Dit betekent dat de berekende plant opname van calcium vanaf 5 september niet vertrouwd wordt. De waarden voor calcium opname zijn in vanaf 5 september vaak onwaarschijnlijk laag. De schatting op basis van straling laat een getal zien dat de onderzoekers veel realistischer lijkt.



Figuur 16 Aanbod van calcium in % van de gemeten plantopname (blauw, beide in $\text{mmol/m}^2/\text{D}$), vergeleken met aanbod van calcium in % van de op basis van straling geschatte plantopname (in groen, beide in $\text{mmol/m}^2/\text{D}$).

De data tot 5 september zijn gebruikt om in Figuur 16 de aanvoer als % van de opname weer te geven (beide in $\text{mmol/m}^2/\text{D}$) voor opname gemeten als aanvoer minus drain en voor opname geschat als deel van de straling. Opvallend is dat de fluctuaties van aanvoer als % van de gemeten opname veel meer fluctueert dan wanneer de opname geschat op basis van straling wordt gebruikt. Dit zou betekenen dat een calcium aanvoer op basis van (voorspelde) straling rustiger is dan de huidige regeling.

Een voorbehoud is op zijn plaats omdat voor de figuur nogal wat aannamen gelden. Zo is in plaats van een stralingsom voorspelling de achteraf gemeten waarde gebruikt; is geen rekening gehouden met wat de plant nog tijdelijk kan bufferen; zijn er onbekende effecten van na-ijlen van opname op straling en is er nauwelijks stralingsverlaging op de EC toegepast.

4 Conclusies en aanbevelingen

Doel van de in dit project uitgevoerde metingen was om aan te tonen hoe een meet en regelsysteem dat de plantopname volgt en compenseert:

- A. Beter is voor de gewasgroei.
- B. Onbalans in de voeding voorkomt.
- C. Emissieloos en veilig is.

Ad A. Aangetoond is dat met het berekenen van de plantopname van voedingselementen in mmol/m²/D aanvullend inzicht wordt verkregen in de voedingstoestand van het gewas. De aanvullende informatie leidt tot andere beslissingen over aanpassing van het voedingsschema dan wanneer alleen de concentraties van de voedingselementen in de voedingsoplossing worden gebruikt.

Ad B. De gevonden relatie van plantopname van K en Ca met instraling geeft mogelijkheden om de samenstelling van de voedingsoplossing beter aan te passen aan het verwachte verbruik van het gewas.

Dat is in deze proef aannemelijk door een aanbod op basis van straling te veronderstellen. Dit veronderstelde aanbod bleek minder te fluctueren ten opzichte de gemeten opname dan de gebruikte praktijkregeling.

Deze veronderstelling is nog geen gemeten bewijs. In praktijk zou het resultaat slechter kunnen zijn door fouten in de weersverwachting; door het gebruik van een stralingsverlaging op de EC van de gift; door na-ijlen van het systeem op de gift etc. Het is dus noodzakelijk dit in een vergelijkende meting eens en voor altijd vast te stellen.

Ad C. Er is tijdens de teelt niet gespuid waardoor de laatste doelstelling, emissieloos telen, uiteraard gehaald is.

De Smart-doelstelling "nul-spu" is ook gehaald inclusief het ontbreken van verschillen in opbrengst of gewasstand. Alleen de Smart-doelstelling "Verbetering gewas- en productkwaliteit" is niet bereikt. Dit doel kon ook niet worden bereikt omdat er geen referentie meting is opgenomen voor verbeteren binnen de recirculatieregeling. We hebben dus gezien dat de waarnemingen in Figuur 4 leidden tot ingrijpen, maar niet wat er gebeurd zou zijn als er niet of later ingegrepen zou zijn.

Het gebruik van vracht i.p.v. concentratie is nieuw voor telers. Zij werken met concentratie, terwijl het werken met vracht emissie kan verlagen of voorkomen. Een goede kennisoverdracht naar de praktijk en aandacht voor acceptatie van deze nieuwe denkwijze is essentieel. Contacten met partner Groen Agro Control blijven hiervoor belangrijk. Groen Agro Control heeft momenteel een telersgroep waarmee een aanpak op basis van vracht wordt uitgetoond.

Daarnaast is regel software nodig om de dosering op basis van straling en vracht op een bedrijf uitvoerbaar te maken. Partner Priva beraad neemt deel aan een eventueel vervolg maar aarzelt nieuwe software te ontwikkelen.

Presentatie van de resultaten op een internationaal congres en het publiceren in vakbladen zijn bewezen vormen van kennisoverdracht.

Literatuur

Blok, C, J. Steenhuizen, A. van Winkel, A. Ayik, H. Lekkerkerk en P. Klein, 2012.

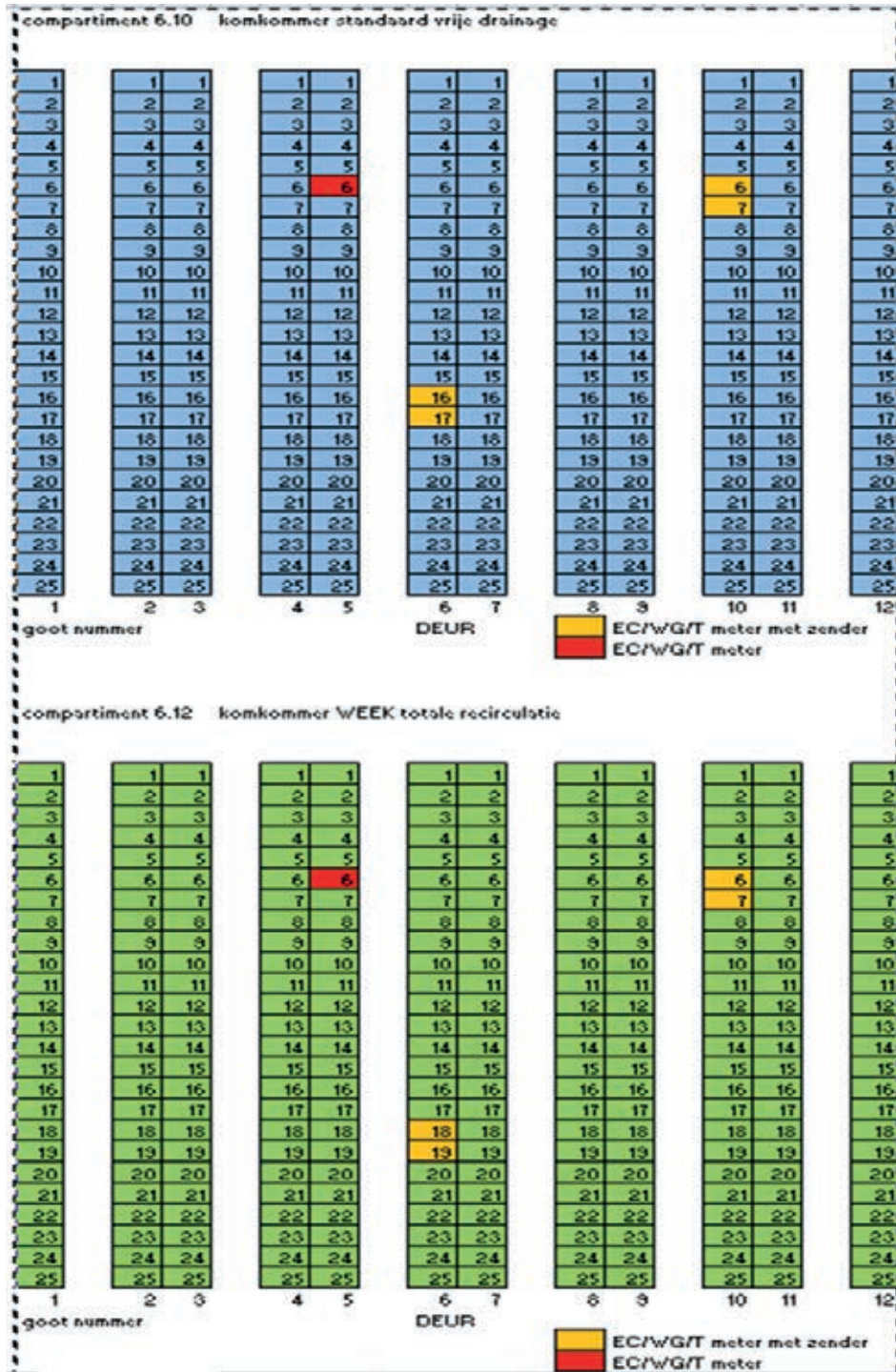
Meten met Ion Specifieke meters; praktijkervaringen in een gerbera- en paprikateelt.

Maas, B. van der, A. van Winkel, B. Eveleens, C. Blok, H. Lekkerkerk, N. Enthoven en P. Klein, 2013.

Doseersysteem voor element correcties; aanpassingen en ammonium en calcium gift, gebaseerd op pH en ammoniumvrucht.

Bijlage 1 Plattegrond proefkassen met meetpunten

00



Bijlage 2 Standaard komkommervoeding

Voedingsoplossing SUBSTRAFEED

Standaard EC : 2.2
Gewenste EC : 3.5

Gewas : Komkommer in steenwol
Datum : 23-07-2014 13:46:14
Naam : Eijk006
Ingestelde pH : 5.5 (standaard)

sloot
6.10 en 6.12

Hoeveelheden per m3	Ooplossing mmol in bak	Correctie mmol
1 kalisalpeterzuur (NITRAKAL) : 0.766 l	NH4 : 0.650	-0.600
2 kalizwavelzuur (ZWAKAL) : 0.552 l	K : 11.688	-1.000
3 kalifosforcarbonaat (BFK) : 0.586 l	Ca : 7.455	0.500
4 kalicarbonaat (BASKAL) : 0.558 l	SO4 : 2.188	0.000
5 Reserve (reserve) : 0.000 l	SO4 : 0.000	0.000
6 kalksalpeter (CALSAL) : 1.593 l	Mg : 2.286	0.000
7 magnesiumnitraat (MAGNITRA) : 0.418 l	NO3 : 25.455	0.000
8 ammoniumnitraat (AMNITRA) : 0.082 l	P : 1.989	0.000
9 Calciumchloride (CaCl2) : 0.000 l	SO4 : 0.000	0.000
10 ijzerchelaat DTPA 6% : 0.375 l	Fe : 15.000	0.000
11 borax : 1.000 l	B : 25.000	0.000
12 kopersulfaat : 0.500 l	Cu : 0.750	0.000
13 natriummolybdaat : 0.500 l	Mo : 0.500	0.000
14 zinksulfaat : 1.000 l	Zn : 5.000	0.000
15 mangaansulfaat : 1.000 l	Mn : 10.000	0.000

OPMERKINGEN:

Dit is een evaluatieversie i.v.m. toevoegen CaCl2.

Voedingsoplossing in de mestunit ingevoerd door:

Naam :

Datum :

Paraaf:

Laatste update: 05/01/2009 door F. Steinbuch.

WUR/ICTIS stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij het gebruik van de berekende gegevens

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

Glastuinbouw Rapport GTB-1348

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.