Mogelijkheden verminderen emissie stikstof tijdens teeltwisseling amaryllis (Hippeastrum)

Jim van Ruijven, Arca Kromwijk en Erik van Os

Rapport WPR-1071

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Stichting
Kennis in je Kas

TOPSECTOR
TUINBOUW & UITGANGSMATERIALEN

Referaat
In de teelt van amaryllis (Hippeastrum) komt ieder jaar ca. 350 m^3/ha aan spoelwater vrij bij het spoelen van het substraat gedurende de teeltwisseling. Dit spoelwater bevat gemiddeld 75 kg N/ha/jaar en is daarmee hoger dan de huidige emissienormen voor stikstof in Amaryllis. Drie oplossingsrichtingen zijn onderzocht voor het verlagen van deze hoeveelheid: 1. Voorkomen/verminderen van het lozen van spoelwater; 2. Hergebruik van spoelwater; 3. Verminderen hoeveelheid stikstof in geloosd spoelwater. Belangrijkste knelpunten voor hergebruik zijn de bestrijding van narcismijt en fusarium, de lage opname van natrium door het gewas en de lage tolerantie voor natrium in de voedingsoplossing. Door oneindig hergebruik van het substraat en emissieloos telen tijdens het teeltseizoen is de enige afvoer van natrium uit het teeltsysteem via het spoelwater na de teelt. Vervangen van het substraat is kostentechnisch niet haalbaar en vanuit duurzaamheidsperspectief niet gewenst. Opvangen van het spoelwater en hergebruik tijdens de teelt na verwijdering van natrium is pas op de middellange termijn haalbaar als installaties voor selectieve verwijdering van natrium verder geoptimaliseerd en goedkoper geworden zijn. Opvolgend gebruiken van water uit de drie spoelstappen zorgt voor verlaging van de hoeveelheid water die geloosd moet worden, maar niet voor een verlaging van geloosd stikstof (de vracht). Spoelen tijdens de teelt verhoogt de plantgezondheidsrisico's. Voor de lange termijn kan een herontwerp van het teeltsysteem met een kleiner substraatvolume en het plaatsen van de bollen in een aparte pot per bol mogelijk een oplossing bieden.

Abstract
In the cultivation of amaryllis (Hippeastrum) every year about 350 m^3/ha of rinsing water is released during the regeneration (flushing) of the substrate during crop interchange. This rinsing water contains on average 75 kg N/ha/year and is therewith higher than current emission standards for nitrogen. Three solution approaches were studied to decrease the emitted amount of nitrogen: 1. Prevention/decrease emission of rinsing water; 2. Reuse of rinsing water during cultivation; 3. Decrease nitrogen in rinsing water. Most important bottlenecks are protection against bulb scale mite, the low uptake of sodium by the crop and the low tolerance towards sodium in the nutrient solution. By endless reuse of the substrate and zero liquid discharge during cultivation, the only discharge of sodium is via the rinsing water after the cultivation cycle. Replacement of substrate is expensive and not sustainable. Capture of rinsing water and reuse during cultivation after selective removal of sodium can only be feasible at the middle long term if installations for selective removal of sodium are optimized and cheaper. Cascading of rinsing water only decreases the amount of water discharged, not the amount of nitrogen (load). Rinsing during cultivation increases the risks for plant health. Redesign of the cultivation system with a smaller substrate volume and bulb singulation (every bulb in a separate root compartment, pot) can be a solution for the longer term.

Rapportgegevens

Rapport WPR-1071
Projectnummer: 3742288600
DOI: 10.18174/566479
Thema: Water

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van Topsector Tuinbouw & Uitgangsmateriaal, Stowa, Stichting Kennis in je Kas en de gewasgroep amaryllis.

Disclaimer

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Glastuinbouw, Postbus 20, 2665 MV Bleiswijk T 0317 48 56 06, www.wur.nl/plant-research.
Kamer van Koophandel nr.: 09098104
BTW nr.: NL 8113.83.696.B07
Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.
Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Adresgegevens

Wageningen University & Research, BU Glastuinbouw
Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06

Inhoud

Samenvatting **5**

1 Inleiding **9**

1.1 Teeltsysteem amaryllis 9
1.2 Probleemstelling 12
1.3 Doelen 13
1.4 Organisatie 13

2 Potentieel emissiebeperkende maatregelen **15**

2.1 Voorkomen/verminderen lozing spoelwater 15
2.1.1 Korte termijn 15
2.1.1.1 Afdekken substraat 15
2.1.1.2 Vervangen van substraat bij teeltwisseling 15
2.1.1.3 Aanpassing verdeling druppelaars 16
2.1.2 Middellange termijn 16
2.1.2.1 Cascaderen spoelwater 16
2.1.2.2 Nieuwe methode spoelen 17
2.2 Hergebruik spoelwater 17
2.2.1 Korte termijn 17
2.2.1.1 Spoelwater opvangen en hergebruik in andere teelt 17
2.2.2 Middellange termijn 18
2.2.2.1 Spoelwater opvangen, later hergebruiken 18
2.2.2.2 Eerste twee spoelingen lozen, derde spoeling hergebruiken 19
2.2.2.3 Spoelen tijdens de teelt en hergebruik 20
2.3 Verminderen stikstof in spoelwater 21
2.3.1 Korte termijn 21
2.3.1.1 Verlagen nitraat in voedingsoplossing 21
2.3.2 Middellange termijn 21
2.3.2.1 Verlagen nitraat bij lozing spoelwater 21

3 Oplossingen voor langere termijn **23**

4 Conclusie **25**

Literatuur **27**

Samenvatting

Amaryllis (Hippeastrum) wordt als snijbloem in kassen geteeld in teeltsystemen los van de ondergrond, in een substraat van kleikorrels of perliet. De teelt duurt over het algemeen drie jaar, waarna door verhoogd risico op plaaginsecten (narcismijt) en door ophoping van nutriënten en zouten in het substraat de teelt moet worden gestopt. Per jaar wordt op een derde van het oppervlak van het bedrijf de teelt gewisseld. Tijdens de teeltwisseling worden de bollen verwijderd uit het substraat, wordt het substraat gestoomd en gespoeld, zodat het weer klaar is voor gebruik in de volgende teelt. Het spoelwater (100 L/m^2) wordt geloosd.

Glastuinbouwteelten hebben te maken met emissienormen voor stikstof, waarmee een beperking wordt gesteld aan de hoeveelheid stikstof (en gekoppeld daaraan ook de andere nutriënten) die via drainwater het bedrijf mag verlaten. Bij gebruik van goede kwaliteit gietwater (met daarin weinig tot geen natrium) is het voor de telers van amaryllis mogelijk om al het drainwater her te gebruiken tijdens de teelt. Echter, gedurende de drie teeltjaren hoopt zich met name in de bovenste laag van het substraat een grote hoeveelheid zouten op. Deze zouten zorgen ervoor dat het substraat eerst geregenereerd (ontzout) of vervangen moet worden, voordat een nieuwe teelt kan beginnen. Door hoge kosten is vervangen van het substraat geen reële mogelijkheid en daarnaast is regeneratie door middel van doorspoelen en daarna hergebruik van het substraat duurzamer.

Voor het regenereren wordt het substraat in drie spoelrondes gespoeld met in totaal 100 L/m^2 (350 m^3/ha/jaar) schoon water, voor het verwijderen van de opgehoopte zouten. In de huidige teeltmethode wordt dit water via een BZG-goedgekeurde zuiveringsinstallatie geloosd. Tot 1 januari 2021 paste de hoeveelheid stikstof in het spoelwater nog precies binnen de emissienormen voor stikstof (75 kg N/ha/jaar voor amaryllis). Per 1 januari 2021 is de emissienorm echter nog maar 50 kg N/ha/jaar. Daarom is onderzocht of er haalbare oplossingen zijn om de emissie van stikstof via het spoelwater te verminderen.

Er zijn drie potentiële oplossingsrichtingen onderzocht:

1. Voorkomen/verminderen van het lozen van spoelwater

    1.1 Korte termijn

Afdekken substraat

Teelt:	Afdekken van het substraat onder plastic folie.
Na de teelt:	Minder zouten in het substraat.
Resultaat:	Mogelijk minder spoelwater nodig.
Haalbaarheid:	Niet haalbaar, veel meer last van narcismijt.

Vervangen van substraat bij teeltwisseling

Teelt:	Als gebruikelijk.
Na de teelt:	De bollen rooien en het substraat vervangen of extern regenereren.
Resultaat:	Afvoer van zouten (inclusief natrium en stikstof) met het substraat, geen lozing van spoelwater.
Haalbaarheid:	Niet realistisch, want duur en niet duurzaam en de afvoer van stikstof blijft gelijk.

Aanpassing verdeling druppelaars

Teelt:	Meer druppelaars per meter.
Na de teelt:	Spoelen van substraat.
Resultaat:	Minder spoelwater nodig, vanwege minder ophoping zouten tijdens de teelt.
Haalbaarheid:	Nog geen goed irrigatiesysteem beschikbaar voor het volledig natmaken en doorspoelen van het oppervlak waarbij er geen gietwater in de bolhals komt. Effect op ophoping van zouten is niet bekend omdat dit nog niet eerder is uitgezocht.

1.2 Middellange termijn

Cascaderen spoelwater

Teelt:	Als gebruikelijk.
Na de teelt:	Gebruiken spoelwater derde ronde om in volgende vak eerste spoelronde uit te voeren.
Resultaat:	Minder lozing spoelwater, geen effect op lozing stikstof door hogere concentratie in spoelwater.
Haalbaarheid:	Apart opvangen van verschillende rondes spoelwater op de bedrijven is praktisch niet haalbaar, omdat de spoelrondes in verschillende vakken door elkaar heen worden uitgevoerd. Bij nieuwbouw kan het leidingwerk zo georganiseerd worden dat het technisch moet kunnen. Bovendien: de hoeveelheid spoelwater wordt wel verlaagd, maar de af te voeren hoeveelheid zouten (incl. stikstof) niet.

Nieuwe methode spoelen

Teelt:	Als gebruikelijk.
Na de teelt:	Spoelwater opbrengen door middel van een douchekop voor het bereiken van een hoge dichtheid water op de plek waar het nodig is.
Resultaat:	Minder spoelwater nodig, daardoor minder buffercapaciteit voor opvang spoelwater nodig. Hoeveelheid geloosde stikstof en afvoer van natrium zal gelijk blijven;
Haalbaarheid:	Door ontwikkeltijd niet op korte termijn haalbaar. Kan een bijdrage leveren aan de haalbaarheid van opslag van het spoelwater, lost het lozingsprobleem op zichzelf niet op.

2. <u>Hergebruik van spoelwater</u>

2.1 Korte termijn

Spoelwater opvangen en hergebruik in andere teelt

Teelt:	Als gebruikelijk.
Na de teelt:	Spoelwater opvangen en (eventueel na indikking) afvoeren naar een andere teelt.
Resultaat:	Minder lozing spoelwater.
Haalbaarheid:	Eventueel haalbaar bij een klein aantal bedrijven met eigen buitenteelt. Voor de overige bedrijven: niet haalbaar; vervoeren van afvalwater is volgens wetgeving niet toegestaan en daarnaast een dure oplossing. Het is onduidelijk welke teelt (glastuinbouw of buiten) de waterstroom kan gebruiken op het moment dat het vrijkomt.

2.2 Middellange termijn

Spoelwater opvangen, later hergebruiken

Teelt:	Als gebruikelijk, bijmengen opgevangen spoelwater later in de teelt.
Na de teelt:	Spoelwater opvangen, eventueel natrium verwijderen, hergebruik in nieuwe teelt.
Resultaat:	Minder/geen lozing spoelwater, alleen afvoer natriumrijk concentraat.
Haalbaarheid:	Niet haalbaar voor de korte termijn. Voor de middellange termijn mogelijk haalbaar als installaties voor selectieve verwijdering van natrium verder geoptimaliseerd zijn en goedkoper geworden zijn. Knelpunten zijn de slechts gedeeltelijke verwijdering van natrium (25-30%), 10% reststroom met nitraat en benodigde dubbele opslagcapaciteit van het spoelwater omdat het spoelwater meerdere keren behandeld moet worden. Daarnaast is ook een investering nodig voor het vergroten van de buffercapaciteit voor opvang van spoelwater. Financiële haalbaarheid van toepassing natriumverwijderaar niet bekend. Praktische haalbaarheid vanwege beschikbare ruimte voor extra buffercapaciteit verschilt per bedrijf en kan ten koste gaan van het teeltoppervlak.

Eerste twee spoelingen lozen, derde spoeling hergebruiken

Teelt:	Als gebruikelijk, hergebruik van spoelwater.
Na de teelt:	Apart opvangen water derde spoelronde.
Resultaat:	Minder lozing spoelwater, beperkt effect op lozing stikstof.
Haalbaarheid:	Apart opvangen van verschillende rondes spoelwater op de bestaande bedrijven is praktisch niet haalbaar. Ook bij nieuwbouw is het milieurendement laag t.o.v. de benodigde investering.

Spoelen tijdens de teelt en hergebruik

Teelt:	Vol zetten van het substraat met schoon water (2 uur) voor de start van het koelseizoen.
Na de teelt:	Minder spoelen nodig en het spoelwater bevat minder zout.
Resultaat:	Minder spoelwater bij teeltwisseling en hergebruik spoelwater tijdens de teelt, eventueel met verwijdering natrium;
Haalbaarheid:	Waarschijnlijk niet haalbaar, effect van vol zetten van het teeltbed op EC en kwaliteit en ziektegevoeligheid van bol, gewas en bloemstelen na de koeling onbekend. Natrium wordt niet afgevoerd uit het teeltsysteem, alleen bij toepassing van een selectieve natriumverwijderaar.

3. Verminderen stikstof in spoelwater

3.3 Korte termijn

Verlagen nitraat in voedingsoplossing

Teelt:	Vervangen van calciumnitraat door calciumchloride in de voedingsoplossing.
Na de teelt:	Als gebruikelijk.
Resultaat:	Minder lozing van stikstof met het spoelwater, maar effect is beperkt.
Haalbaarheid:	Haalbaar; wordt inmiddels veelal toegepast, maar effect op hoeveelheid nitraat in spoelwater lijkt beperkt.

3.4 Middellange termijn

Verlagen nitraat bij lozen spoelwater

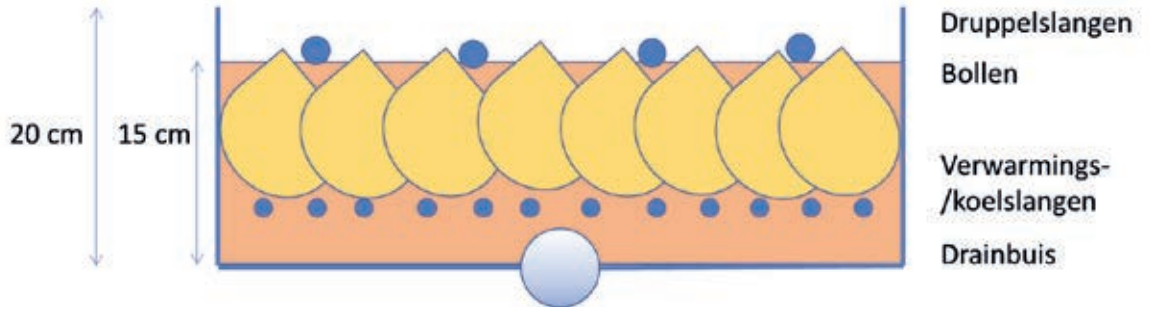
Teelt:	Als gebruikelijk.
Na de teelt:	Terugwinnen van nitraat uit het spoelwater.
Resultaat:	Minder lozing van stikstof met het spoelwater.
Haalbaarheid:	Haalbaarheid onbekend; grote waterstroom moet in korte tijd behandeld worden, niet bekend of de beschikbare techniek hiervoor geschikt is en of het economisch haalbaar is in de teelt van amaryllis.

Zoals bovenstaand te lezen, is er geen mogelijkheid om het spoelen van het substraat te voorkomen in de huidige teeltmethode met hergebruik van substraat. De belangrijkste knelpunten hiervoor zijn verhoogd risico op schade door narcismijt en Fusarium bij afdekking van het substraat en de zeer beperkte opname van natrium door het gewas. Het opvangen van het spoelwater tot het moment dat het water in de teelt weer kan worden hergebruikt, na selectieve verwijdering van natrium lijkt op middellange termijn technisch de meest haalbare optie om lozen van stikstof via het spoelwater te voorkomen binnen de huidige teeltmethode met hergebruik van substraat. Knelpunten zijn de slechts gedeeltelijke verwijdering van natrium (25-30%), 10% reststroom met nitraat en benodigde dubbele opslagcapaciteit van het spoelwater. Het is niet bekend of deze methode ook financieel uit kan voor de telers. Voor de langere termijn zou een aanpassing van het teeltsysteem mogelijk ook voor die verlaging kunnen zorgen. Daarvoor is eerst een herontwerp van het teeltsysteem nodig waarbij goede sturing van de boltemperatuur voor amaryllis essentieel is.

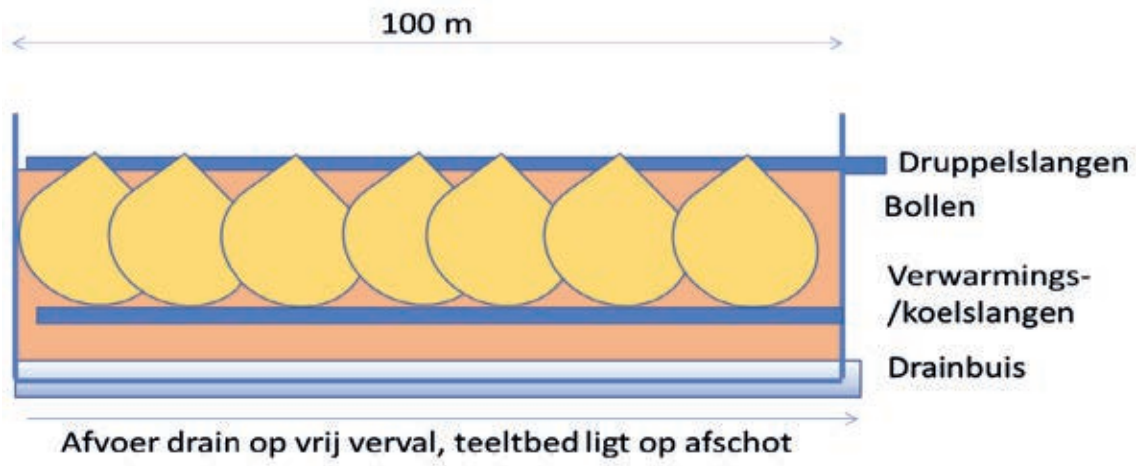
1 Inleiding

1.1 Teeltsysteem amaryllis

Amaryllis wordt geteeld in een teeltsysteem los van de ondergrond, op perliet of kleikorrels als substraat. Het substraat ligt in een laag van ongeveer 15 cm in teeltbedden van 20 cm diep (zie Figuur 1 en Figuur 2 voor een doorsnede van het teeltsysteem en foto in Figuur 3) en het teeltbed is ongeveer 1.20 m breed. Het substraatvolume is daarmee 150 L/m^2. In het midden van het bed ligt een verdiepte drainslang voor het verzamelen en afvoeren van drainwater naar de drainwateropslag. Verwarmings-/koelslangen onderin het substraat zorgen voor de juiste temperatuur van de bollen, zodat de groei en knopvorming gestimuleerd en de bloeiperiode gestuurd kan worden. Bovenop het substraat liggen druppelslangen voor het aanvoeren van de voedingsoplossing (water en meststoffen). Van oudsher hangen er ook regenleidingen bovenin de kas waarmee water kan worden gegeven. Deze regenleidingen worden tijdens de teelt niet meer gebruikt, omdat het nat worden van het binnenste van de bol tijdens de teelt kan leiden tot ziekteproblemen (koprot; Doorduin en Engelaan, 2003). In nieuwere bedrijven zijn daarom ook geen regenleidingen meer aanwezig. De bollen worden tussen de druppelslangen in het substraat geplant. De teeltbedden zijn net zo lang als de breedte van de kas. In de meeste gevallen ligt het teeltbed in de breedte vanaf de zijkanten naar het midden toe iets op afschot zodat het drainwater naar de drainslang in het midden van het bed loopt. Deze drainslang ligt verzinkt in het bed waardoor geen afschot in de lengterichting van het bed nodig is.



Figuur 1 *Dwarsdoorsnede van het teeltsysteem van amaryllis op substraat. De onderkant van het bed ligt vanaf de buitenkanten naar het midden toe iets onder afschot, naar de verdiepte drainslang in het midden van het bed.*



Figuur 2 *Doorsnede in de lengte van het teeltbed van amaryllis op substraat. De bollen staan nagenoeg bovenop de verwarmings-/koelslangen die op de bodem van het bed liggen. Het drainwater wordt via verdiepte drainslang afgevoerd uit het bed.*

De bollen worden in het substraat geplant en geven dan drie jaar snijbloemen, die in de periode tussen september en maart (met een piek rond Kerstmis) geoogst worden. Na het planten of na de oogst is een groeifase van zo'n 40 weken met hoge bodemtemperatuur (ca. 22°C) nodig, waarin de bol blad aanmaakt en nieuwe knoppen ontwikkelt. In deze fase legt de plant ook een assimilatenvoorraad aan in de bol, om na de koelfase voldoende energie te hebben voor de uitgroei van de bloemstelen en het nieuwe blad. In de koelfase van ongeveer 10 weken bij lage temperatuur wordt de knoprust van de bloemknoppen doorbroken. Na de koelfase wordt het blad afgemaaid en de bodemtemperatuur verhoogd om het gewas in bloei te laten komen.

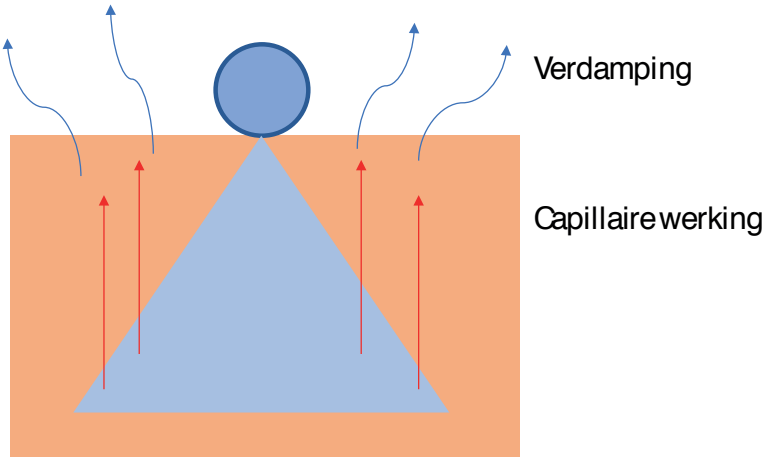
Figuur 3 *Teeltbedden met kleikorrels met verwarmings-/koelslangen (oranje peil) en verdiepte drainslang in het midden van het bed (groene peil).*

Figuur 4 *Bollen met blad in het teeltbed, met daartussen de zwarte druppelslangen en witte verwarmingsbuizen, op perliet.*

De belangrijkste reden voor het lozen van drainwater tijdens de teelt is een oplopende concentratie natrium. Via het gietwater en de meststoffen komt dan meer natrium het teeltsysteem in dan dat het gewas kan opnemen. Amaryllis neemt nauwelijks natrium op, waardoor de concentratie in de voedingsoplossing zelfs bij lage concentraties in het gietwater of in de meststoffen al gaat oplopen. Bij gebruik van goed gietwater met een lage concentratie natrium is aangetoond (Kromwijk *et al.* 2015) dat een nulemissie tijdens de teelt goed mogelijk is. Ook praktijkervaring leert dat hergebruik van drainwater tijdens de teelt geen problemen met groeiremming veroorzaakt.

In de teelt van amaryllis wordt bij de meeste bedrijven ieder jaar op een derde van het areaal de bollen gerooid, gezoold, gekookt, gedroogd en opnieuw geplant. Op deze manier hebben de telers iedere drie jaar het hele areaal voorzien van nieuwe bollen en hebben ze de mogelijkheid tot het schoonmaken en ontsmetten van het teeltsysteem. De belangrijkste reden voor deze teeltwisseling is de aanwezigheid van de narcismijt of Fusarium, waarvoor het teeltsysteem moet worden ontsmet door middel van stomen. Dit is de eerste stap na het rooien van de bollen. Vervolgens wordt het substraat, in tegenstelling tot in andere glastuinbouwteelten, op het bedrijf geregenereerd, waardoor geen nieuw substraat nodig is. Regeneratie van het substraat is nodig, omdat tijdens de drie teeltjaren een hoeveelheid zout ophoopt in het substraat, die bij nieuwe bollen groeiremming kan veroorzaken door een te hoog zoutgehalte (EC). Deze zouten moeten uit het substraat verwijderd worden, zodat op een goede manier aan een nieuwe teeltcyclus van drie jaar kan worden begonnen. Het hele proces van de teeltwisseling duurt van rooien tot planten ongeveer drie weken.

Verzouting substraat
Kleikorrels en perliet zijn inerte substraten die geen invloed hebben op de samenstelling van de voedingsoplossing, maar vooral zorgen voor een structuur waar de plant in kan groeien en voor het vasthouden van water en meststoffen in het wortelmilieu. Water wordt van bovenaf op het substraat toegediend door middel van druppelirrigatie en zakt langzaam door het substraat heen naar beneden (Figuur 5). Onderweg houdt het substraat water en nutriënten vast, waar de wortels van het gewas dit kunnen opnemen. Door de opname van het gewas en verdamping vanuit het substraat (mede door bodemverwarming) verlaagt het waterniveau in het substraat en moet er opnieuw water gegeven worden. Bij verdamping verdwijnt alleen water uit het substraat, en blijven nutriënten achter. Door capillaire werking van het substraat wordt water met meststoffen naar bovenin het teeltbed getransporteerd, waar het water wederom kan verdampen. Hierdoor vindt uiteindelijk ophoping van meststoffen en zouten bovenin het substraat plaats, die alleen direct onder de druppelaar worden uitgespoeld bij een nieuwe gietbeurt. Buiten het bereik van de druppelaars blijft dit zout in het substraat achter en zorgt na drie jaren teelt voor een te hoge EC in een groot deel van het substraat. Door het proces van rooien en stomen wordt het substraat gemengd en komt het zout weer in het hele substraat terecht. Dit is bij de start van de teelt niet gunstig voor de groei van het gewas en daarom moet het substraat voor de start van de teelt gespoeld worden.



Figuur 5 *Zoutophoping in het substraat ontstaat door een combinatie van verdamping en capillaire werking.*

1.2 Probleemstelling

Na het stomen wordt het substraat tijdens de teeltwisseling gespoeld met schoon (hemel)water voor het afvoeren van de opgehoopte zouten. De teeltbakken worden tweemaal vol gezet met schoon water, via de druppelslangen, de bovenberegening of door een vulslang in het teeltbed te hangen, waarbij tegelijkertijd de drainafvoer wordt dichtgezet. Het water wordt na 24 uur afgevoerd door het openen van de drainafvoer. Tenslotte wordt het systeem met schoon water gespoeld met een open drainafvoer. In deze drie spoelstappen wordt in totaal ongeveer 100 L/m^2 schoon water gebruikt, waarvan 90-95% terugkomt via de drainafvoer. Dit spoelwater wordt opgevangen en via een zuiveringsinstallatie voor het verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen afgevoerd naar de riolering. Op deze manier worden overtollige zouten afgevoerd uit het teeltsysteem. Er zijn voor de telers twee belangrijke redenen om dit water niet opnieuw te gebruiken in de teelt:

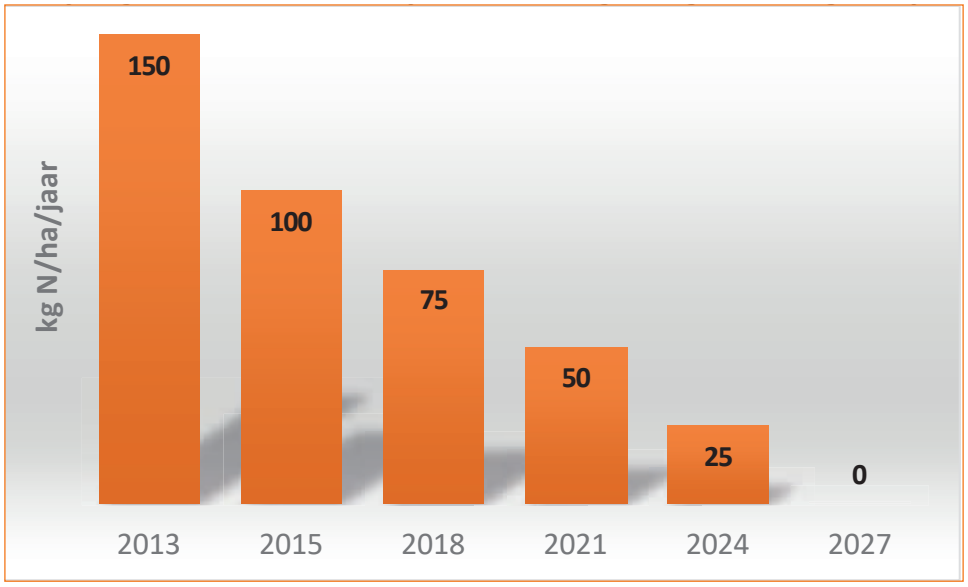
1. Het spoelwater bevat een hoge concentratie zouten (EC) die niet allemaal goed opneembaar zijn door het gewas (zie Tabel 1). Natrium is het hoofdprobleem voor hergebruik, omdat dit vrijwel niet wordt opgenomen en bij oplopende concentratie zorgt voor schade aan het gewas (Van den Bosch, 1996). De schadegrens voor natrium is echter nooit vastgesteld.
2. De hoeveelheid spoelwater is te groot om te kunnen opvangen in de bestaande buffers voor drainwater.

In het project 'Recirculatie bij snij-amaryllis' (Kromwijk *et al.* 2016) en het project 'Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten' (Van Ruijven *et al.* 2018) is de samenstelling van het spoelwater tijdens de teeltwisseling bij amaryllis onderzocht. Een samenvatting van deze resultaten is weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1
Overzicht van samenstelling van spoelwater bij amaryllis in de praktijk.

Jaar	Bedrijf	Substraat	Spoelronde	Analyse	EC	Natrium	Nitraat
2018	A	Perliet	1	water	4.4	7.1	24.7
2018	A	Perliet	2	water	1.2	1.7	4.1
2018	A	Perliet	3	water	0.97	1.3	2.9
2015	B	Perliet	1	water	4.1	8.5	23.2
2015	B	Perliet	2	water	3.4	6.9	18
2015	B	Perliet	3	water	1.4	2.4	6
2015	B	Perliet	na spoelproces	substraat	0.36	0.3	0.4
2015	C	Kleikorrels	1	water	3.8	3.5	10.4
2015	C	Kleikorrels	2	water	2.9	2.1	8.5

Naast de zuiveringsplicht, die per 1 januari 2018 alle bedrijven met een bedekte teelt verplicht het lozingswater te behandelen voor het verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen, moeten deze bedrijven ook voldoen aan de emissienormen stikstof. In deze wettelijk vastgestelde normen is vastgelegd hoeveel stikstof (in de vorm van nitraat en ammonium) per jaar het bedrijf mag verlaten via het lozingswater. Per periode van drie jaar wordt deze norm verlaagd, met als uiteindelijke doel een (nagenoeg) nulemissie vanaf 2027. In de periode 2018-2021 mocht er in de teelt van amaryllis 75 kg N/ha/jaar geloosd worden, vanaf 1 januari 2021 mag dit nog maar 50 kg N/ha/jaar zijn (zie Figuur 6).



Figuur 6 *Emissienormen stikstof voor amaryllis, met (nagenoeg) emissieloos in 2027.*

Met het spoelwater komt ongeveer 75 kg N/ha/jaar vrij, precies binnen de emissienormen voor de periode tot 2021. Vanaf 2021 is ook het spoelen van het substraat niet meer binnen de normen mogelijk. Het hergebruiken van het substraat zorgt hier dus voor een probleem met de hoeveelheid water die mag worden afgevoerd, omdat het substraat alleen maar herbruikbaar is met een voldoende lage EC.

1.3 Doelen

Doel van dit project is het verkennen en onderbouwen van de (on)mogelijkheden voor het beperken van de emissie van stikstof tijdens de jaarlijkse teeltwisseling, zowel technisch, praktisch als financieel haalbaar.

1.4 Organisatie

Vanuit Wageningen University & Research was Jim van Ruijven betrokken als projectleider van het overkoepelende project 'Waterefficiënte teelt op substraat' en inhoudelijk betrokken rond regelgeving en watertechniek. Arca Kromwijk is inhoudelijk betrokken als teeltexpert en Erik van Os als expert teeltsystemen. Vanuit Glastuinbouw Nederland zijn Edwin van Geest, Joke Vreugdenhil en Marrah Pfister betrokken als netwerkcoördinator voor amaryllis en Guus Meis als beleidsspecialist Water & Omgeving. Vanuit de groep amaryllistelers zijn Martin Boers, Ab van Paassen, Maarten Sonneveld en Edwin Vellekoop betrokken.

2 Potentieel emissiebeperkende maatregelen

In dit hoofdstuk worden de potentieel geschikte emissiebeperkende maatregelen beschreven met voor- en nadelen en praktische bezwaren. De oplossingen bestaan uit drie richtingen: 1. Voorkomen/verminderen van het lozen van spoelwater; 2. Hergebruik van spoelwater; 3. Verminderen hoeveelheid stikstof in geloosd spoelwater. De oplossingen zijn onderverdeeld in oplossingen voor korte termijn, middellange termijn en lange termijn.

2.1 Voorkomen/verminderen lozing spoelwater

2.1.1 Korte termijn

2.1.1.1 Afdekken substraat

Vanuit de bovenste laag van het substraat verdampt het water en blijven de zouten achter. Een potentiële oplossing is het afdekken van het substraat rond de planten met een folie, zodat de verdamping beperkt wordt en daarmee de verzouting van het substraat ook vermindert. Deze oplossingsrichting is eerder onderzocht door een teler op een commercieel bedrijf (geen rapportage beschikbaar). Het zorgde voor een explosieve groei van narcismijt onder de plastic afdekfolie, de belangrijkste plaag in de teelt van amaryllis. De telers kunnen de plaag bovendien moeilijk bereiken met bestrijding (chemisch en biologisch) doordat hij verborgen zit onder de folie en zouden hierdoor schade oplopen aan het gewas. Daarnaast verandert het microklimaat onder de folie (hogere luchtvochtigheid), waardoor schimmels als fusarium makkelijker kunnen ontkiemen. Dit maakt deze potentiële technische oplossing praktisch niet toepasbaar. Afdekken van het substraat met styromull of biofoam zou een alternatief zijn voor plastic folie, maar onbekend is wat het effect hiervan is op de groei en bestrijding van narcismijt en wat het effect is op de verdamping uit het substraat.

Samenvatting

Teelt:	Afdekken van het substraat met plastic folie.
Na de teelt:	Minder zouten in het substraat.
Resultaat:	Mogelijk minder spoelwater nodig.
Haalbaarheid:	Niet haalbaar, veel meer last van narcismijt.

2.1.1.2 Vervangen van substraat bij teeltwisseling

Telers van amaryllis kiezen ervoor om het substraat aan het einde van de teeltcyclus van drie jaar te regenereren op het eigen bedrijf, door het spoelen van het substraat voor het verwijderen van overtollige zouten. Dit in tegenstelling tot groentetelers, die het substraat (steenwol of kokos) tijdens de teeltwisseling afvoeren met daarin ook restanten stikstof, en potplantentelers (veen, kokos of bark), waarbij het substraat met het eindproduct mee naar de consument gaat. Hierdoor wordt het substraat in deze teelten niet hergebruikt en is er dus ook geen spoelwater nodig. Het afgevoerde substraat bevat ook de overtollige zouten (natrium), zodat er een moment is waarbij zouten worden afgevoerd (bevat overigens ook stikstof en fosfaat). De stikstof die in het afgevoerde substraat zit in de teelt van groente of potplanten worden niet meegerekend bij de emissienormen voor stikstof. Hergebruik van het substraat in de teelt van amaryllis zorgt ervoor dat minder grondstoffen nodig zijn voor de teelt (duurzaam). Het volledig vervangen van het substraat zou ervoor zorgen dat de overtollige zouten (inclusief stikstof) met het substraat worden afgevoerd van het bedrijf (zoals in de groenteteelt), zodat er geen spoelwater meer nodig is tijdens de teeltwisseling. Al het substraat moet hiervoor uit de teeltbakken gehaald worden, afgevoerd worden, nieuw substraat moet worden aangeschaft en weer worden uitgereden in de teeltbakken. De telers achten het vervangen van het substraat om kosten- (€30,-/m^2) en milieutechnische redenen niet realistisch. Extern regenereren van het substraat is ook een optie, maar ook daarvoor geldt dat de kosten (en tijdsduur!) voor arbeid en transport van het verwijderen van het substraat hoog zijn. Daarnaast zijn de volumes relatief klein, zodat het voor externe partijen weinig interessant is om te investeren in de mogelijkheid tot regeneratie. Bovendien, voor nieuw substraat is ook een bewerking nodig: perliet moet worden natgemaakt en kleikorrels moeten worden gespoeld voor het afvoeren van overtollig kalk, al komt hier minder spoelwater bij vrij dan bij het regenereren van het substraat. Dit spoelwater bevat geen stikstof, omdat het verse substraat geen stikstof bevat.

Samenvatting

Teelt:	Als gebruikelijk.
Na de teelt:	De bollen rooien en het substraat vervangen of extern regenereren.
Resultaat:	Afvoer van zouten (inclusief natrium en stikstof) met het substraat, geen lozing van spoelwater.
Haalbaarheid:	Niet realistisch, want duur en niet duurzaam en de afvoer van stikstof blijft gelijk.

2.1.1.3 Aanpassing verdeling druppelaars

Per strekkende meter van het teeltbed zijn 40 bollen geplant en lopen vier strengen irrigatieslangen met in totaal 16 druppelaars, dus op 25 cm tussenafstand. Ophoping van de zouten in de bovenste laag van het substraat ontstaat doordat niet het hele oppervlak bij iedere gietbeurt wordt doorgespoeld met verse voedingsoplossing. In een ideale situatie is de afstand tot een druppelaar voor iedere plant gelijk en wordt het hele oppervlak van het teeltbed nat gemaakt. Ingedroogde meststoffen worden hierdoor bij iedere gietbeurt doorgespoeld uit de bovenste substraatlaag. De meststoffen worden hierdoor beschikbaar voor opname door de plant en verzouting van het substraat vindt niet/minder plaats. In het klaarmaken van de voedingsoplossing met drainwater kan het oplopen van de EC van het recirculatiewater voorkomen worden. Met druppelaars is het in dit substraat onmogelijk om het volledige oppervlak nat te maken of door te spoelen met verse voedingsoplossing tijdens één gietbeurt. Eventueel zou gewerkt kunnen worden met sproeipennen, maar het is niet bekend of dit extra ziekteproblemen (koprot, Doorduin en Engelaan, 2003) met zich meebrengt doordat de bollen mogelijk ook nat worden.

Samenvatting

Teelt:	Meer druppelaars per meter.
Na de teelt:	Spoelen van substraat.
Resultaat:	Minder spoelwater nodig, vanwege minder ophoping zouten tijdens de teelt.
Haalbaarheid:	Nog geen goed irrigatiesysteem beschikbaar voor het volledig natmaken en doorspoelen van het oppervlak. Effect op ophoping van zouten is niet bekend omdat dit nog niet eerder is uitgezocht.

2.1.2 Middellange termijn

2.1.2.1 Cascaderen spoelwater

Het cascaderen van spoelwater kan ervoor zorgen dat de totale hoeveelheid te lozen spoelwater kan worden verlaagd, waardoor minder buffercapaciteit nodig is. Het water uit de derde spoelbeurt van een vak (dat relatief weinig zouten bevat) kan dan gebruikt worden als eerste spoelwater in het volgende teeltvak. Hiervoor is het noodzakelijk dat de verschillende spoelfases apart kunnen worden opgevangen, maar in de praktijk is dit bij geen enkel teeltbedrijf mogelijk. Er is één verzamelleiding en buffertank voor drainwater, waarin tegelijkertijd met het spoelwater ook het drainwater uit de resterende teelt terechtkomt. Dit vraagt om meerdere drainputten, transportleidingen en buffertanks die per kraanvak met kranen kunnen worden ingeschakeld tussen de spoelbeurten door. Verder worden de vakken ook door elkaar heen gespoeld, het spoelwater van de verschillende cycli kan dus niet apart worden opgevangen. Het is ook niet bekend of met gecascadeerd spoelwater voldoende verlaging van de EC van het substraat bereikt kan worden. Alleen met nieuwe leidingen op nieuwe bedrijven kan deze verlaging van de hoeveelheid te lozen spoelwater een oplossing bieden. De totale hoeveelheid stikstof in het lozingswater zal niet kleiner worden, alleen de hoeveelheid spoelwater wordt kleiner.

Samenvatting

Teelt:	Als gebruikelijk;
Na de teelt:	Gebruiken spoelwater derde ronde om in volgende vak eerste spoelronde uit te voeren;
Resultaat:	Minder lozing spoelwater, geen effect op lozing stikstof door hogere concentratie in spoelwater;
Haalbaarheid:	Apart opvangen van verschillende rondes spoelwater op de bedrijven is praktisch niet haalbaar, omdat de spoelrondes in verschillende vakken door elkaar heen worden uitgevoerd. Bij nieuwbouw kan het leidingwerk zo georganiseerd worden dat het technisch moet kunnen. Bovendien: de hoeveelheid spoelwater wordt verlaagd, de af te voeren hoeveelheid zouten (incl. stikstof) niet.

2.1.2.2 Nieuwe methode spoelen

Het doorspoelen van het substraat met de druppelaars of de bovenberegening vraagt veel water. De druppelaars maken niet het hele oppervlak nat, zodat het teeltbed volledig moet worden gevuld. De bovenberegening maakt wel het hele oppervlak nat, maar daarbij valt ook veel water naast het teeltbed en is de dichtheid van het water erg laag, zodat er niet erg effectief wordt gespoeld. Een nieuwe spoelmethode kan bestaan uit een rijdende douchekop met precies de breedte van het bed, die met een bepaalde snelheid over het teeltbed kan worden gereden. Het water kan hierdoor met hoge dichtheid in het bed ingebracht worden, zodat mogelijk minder spoelwater nodig is om hetzelfde eindresultaat te bereiken. Deze methode bestaat nog niet en zal dus moeten worden ontwikkeld en getest, voordat toepassing op de bedrijven mogelijk is. De hoeveelheid afgevoerde zouten (inclusief stikstof) zal hierdoor niet veranderen, omdat de startsituatie en de eindsituatie hetzelfde blijven.

Samenvatting

Teelt:	Als gebruikelijk.
Na de teelt:	Spoelwater opbrengen door middel van een douchekop voor het bereiken van een hoge dichtheid water op de plek waar het nodig is.
Resultaat:	Minder spoelwater nodig, daardoor minder buffercapaciteit voor opvang. Hoeveelheid geloosde stikstof en afvoer van natrium zal gelijk blijven.
Haalbaarheid:	Door ontwikkeltijd niet op korte termijn haalbaar. Kan een bijdrage leveren aan de haalbaarheid van opslag van het spoelwater, lost het lozingsprobleem van stikstof niet op.

2.2 Hergebruik spoelwater

Bij het hergebruiken van het spoelwater (bijmengen bij drain en verse voeding) wordt er geen water meer van het bedrijf afgevoerd en daarmee worden er ook geen overtollige zouten (natrium) meer van het bedrijf afgevoerd. Zonder hergebruik van spoelwater is het mogelijk om het drainwater tijdens de teelt op te vangen en volledig her te gebruiken, als de teler gebruik maakt van goede kwaliteit gietwater. Door de hoge concentratie natrium in het spoelwater (2 – 7 mmol/L) zorgt hergebruik van het spoelwater ervoor dat volledig hergebruik van drainwater tijdens de teelt ook niet mogelijk is.

2.2.1 Korte termijn

2.2.1.1 Spoelwater opvangen en hergebruik in andere teelt

Het spoelwater kan tijdens het spoelproces worden opgevangen en opgeslagen in een (tijdelijke) buffer. Vanuit deze buffer kan het water in tankwagens worden gepompt om te vervoeren naar andere teelten die in dit seizoen wel water kunnen gebruiken en de geleverde kwaliteit water kunnen verwerken. De eerste beperking hiervoor zit in de wetgeving: zodra het spoelwater het bedrijf verlaat krijgt de teler te maken met de afvalwetgeving. De ontvangende partij wordt hiermee afvalverwerker, wat niet is toegestaan voor een teeltbedrijf. De tweede beperking zit in de transportafstand: het ontvangende bedrijf moet binnen een paar kilometer van de opvanglocatie zijn om de kosten beperkt te houden (Balendonck *et al.* 2012). Bij grotere afstand wordt de kostprijs van dit water te hoog voor de ontvangende partij. De derde beperking zit met name in de hoeveelheid natrium in het spoelwater. Andere teelten op substraat passen ook zoveel mogelijk maatregelen toe om te voorkomen dat natrium het bedrijf binnenkomt. Eerst verwijderen van natrium voor transport naar een ander bedrijf werkt sterk kostenverhogend. De laatste beperking zit op de overige nutriëntensamenstelling van het spoelwater, die niet stabiel is gedurende het spoelproces. Dit maakt het voor de ontvangende partij lastig om in te passen in het voedingsschema. Mogelijk is het spoelwater wel te gebruiken in de samenstelling waarin het vrijkomt in grondgebonden teelten, omdat de samenstelling van de voedingsoplossing daarin iets minder nauw komt en natrium een minder groot probleem is. Hergebruik in een buitenteelt van amaryllis op het eigen bedrijf op het moment dat het water vrijkomt is ook niet haalbaar, omdat het gewas in deze periode van het jaar geen water en meststoffen opneemt.

Indikken van het spoelwater met bijvoorbeeld omgekeerde osmose maakt de transportkosten van het water lager. Het concentraat kan mogelijk gebruikt worden in de teelt van voederbieten of gras als veevoer, waarbij het belangrijk is dat natrium aanwezig is. De timing van het vrijkomen van het spoelwater is hierbij alleen niet optimaal, omdat het gras en de voederbieten in deze periode van het jaar nog geen meststoffen opnemen en het spoelwater dus niet over het grasland mag worden uitgereden (i.v.m. het uitspoelen van stikstof).

Samenvatting

Teelt:	Als gebruikelijk.
Na de teelt:	Spoelwater opvangen en (eventueel na indikking) afvoeren naar andere teelt.
Resultaat:	Minder lozing spoelwater.
Haalbaarheid:	Eventueel haalbaar bij een klein aantal bedrijven met een eigen buitenteelt, maar langdurige opslag is nodig. Voor de overige bedrijven: niet haalbaar; vervoeren van afvalwater is volgens wetgeving niet toegestaan en daarnaast een dure oplossing. Het is onduidelijk welke teelt (glastuinbouw of buiten) de waterstroom kan gebruiken op het moment dat het vrijkomt.

2.2.2 Middellange termijn

2.2.2.1 Spoelwater opvangen, later hergebruiken

Het spoelwater kan worden opgevangen via het normale drainsysteem, zonder dat een scheiding mogelijk is tussen de spoelrondes en het drainwater uit de rest van de teelt. Voor het opvangen van al het spoelwater is ongeveer 350 m^3/ha aan (tijdelijke) buffercapaciteit nodig, bovenop het opgeslagen drainwater uit de teelt. Momenteel is deze buffercapaciteit op geen van de bedrijven aanwezig, omdat met de huidige spoelmethode het water direct bij het opvangen in de vuil draintank door de zuiveringsinstallatie naar het riool gaat. Op de meeste bedrijven is de ruimte niet beschikbaar om een vaste grotere draintank neer te zetten, omdat het beschikbaar oppervlak zoveel mogelijk wordt ingezet voor de teelt. Mogelijk kan gebruik worden gemaakt van tijdelijke buffers, bijvoorbeeld in mestzakken (https://www.albersalligator.com/mestopslag/alligator-mestzak/), maar ook hiervoor is ruimte nodig die een paar maanden beschikbaar moet zijn voor het bijmengen met de voedingsoplossing. Als onvoldoende ruimte beschikbaar is voor volledig opvangen van het spoelwater, dan kan het opvangen en hergebruiken van een deel van het spoelwater de emissie van stikstof al verlagen. Bij het plaatsen van extra vaste buffercapaciteit, kan deze capaciteit na hergebruik van het spoelwater ingezet worden voor het opslaan van hemelwater, al komt deze ruimte pas vrij als het regenseizoen al voorbij is. Als er meer hemelwater ingezet kan worden, zal er ook minder natrium ingebracht worden, wat tot minder natriumproblemen in de teelt kan leiden.

Het opgevangen spoelwater moet vervolgens hergebruikt worden in de teelt. Op het moment dat het spoelwater vrijkomt tijdens de teeltwisseling, heeft de rest van het gewas in de kas nauwelijks watervraag. Hierdoor moet het spoelwater een aantal maanden opgeslagen worden. Een watergift met een EC van ongeveer 2.2 is gebruikelijk in de teelt, waarbij 0.8 – 1.2 EC kan worden bijgemengd vanuit drainwater. De EC van het spoelwater is echter zo hoog, dat slechts een klein deel van het spoelwater tegelijk kan worden bijgemengd. Tegelijkertijd bevat het spoelwater een hoge concentratie natrium. Er zijn installaties die natrium ‘selectief’ uit drainwater kunnen verwijderen (Ridder Nona+, WaterIQ Opticlear Diamond Forward Nano en Moor Filtertechniek Poseidon), maar deze zijn niet voor de korte termijn praktijkrijp voor toepassing in de teelt van amaryllis. Deze installaties zijn ontwikkeld om in een groenteteelt gedurende het seizoen steeds een deel van de natrium in de recirculatie te verwijderen (25-30% per passage), waardoor het moment van lozen kan worden uitgesteld of voorkomen.

De Nona+ van Ridder kost voor een installatie van 1 m^3/uur €40.000, waarmee per passage 25-30% van de aanwezige natrium wordt verwijderd. Om uit 350 m^3/ha water uit de teelt van amaryllis 75% te verwijderen zijn drie tot vier passages door de installatie nodig. Met een installatie van 1 m^3/uur kost het ruim 1000 uur (5-6 weken) nodig om dit voor elkaar te krijgen voor een bedrijf van 1 hectare. Het restwater van deze installatie (ongeveer 10% van het behandelde water) bevat daarnaast ook nog een deel van de nitraat, zodat het emissieprobleem ook met deze techniek niet volledig wordt opgelost. Ook de overige genoemde technieken zijn niet 100% gesloten voor nitraat. Eventueel zou nog een techniek kunnen worden nageschakeld voor het terugwinnen van nitraat, maar de kosten daarvoor zijn aanvullend €10.000 (https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/nieuws/harsfilter-brengt-terugwinning-nitraat-uit-looswater-stap-dichterbij/). Deze installatie werkt op basis van ionenwisseling. Als een installatie op basis van ionenwisseling wordt gebruikt (niet BZG-goedgekeurd), dan kan het probleem dat wordt veroorzaakt ook groter zijn dan de kwaal: deze installaties worden meestal geregenereerd met zouten op basis van chloride, waarbij een hoge concentratie chloride in het restwater achterblijft. Lozen van dit water geeft problemen met rubber afsluitringen van de pompen in het riool, waardoor deze snel vervangen moeten worden. Vervangen van kaliumchloride door kaliumhydroxide kan dit probleem oplossen.

Samenvatting

Teelt:	Als gebruikelijk, bijmengen opgevangen spoelwater.
Na de teelt:	Spoelwater opvangen, eventueel natrium verwijderen, hergebruik in nieuwe teelt.
Resultaat:	Minder/geen lozing spoelwater, alleen afvoer natriumrijk concentraat.
Haalbaarheid:	Niet haalbaar voor de korte termijn. Voor de middellange termijn mogelijk haalbaar als installaties voor selectieve verwijdering van natrium verder geoptimaliseerd zijn en goedkoper geworden zijn. Daarnaast is ook een investering nodig voor het vergroten van de buffercapaciteit voor opvang van spoelwater. Bij huidige verwijderingscapaciteit zijn zelfs 2 extra opslagbassins nodig omdat het water meerdere keren behandeld moet worden. Financiële haalbaarheid van toepassing natriumverwijderaar niet bekend. Praktische haalbaarheid vanwege beschikbare ruimte voor extra buffercapaciteit verschilt per bedrijf.

2.2.2.2 Eerste twee spoelingen lozen, derde spoeling hergebruiken

In het spoelwater van de eerste twee ronden zijn de meeste zouten opgelost, zowel voor natrium als nitraat loopt de concentratie sterk terug bij opvolgende spoelrondes (zie Tabel 1). Door de eerste twee spoelrondes te lozen, wordt een groot deel van de natrium afgevoerd uit het teeltsysteem, maar ook een flinke hoeveelheid stikstof. Het effect van het hergebruiken van het spoelwater van de derde spoelronde heeft daardoor ook maar een beperkt effect op de geloosde hoeveelheid stikstof. De hoeveelheid natrium die in de derde spoelronde overblijft kan ook nog steeds problemen geven met volledig hergebruik tijdens de teelt. Deze methode vereist een teeltsysteem waarin het spoelwater uit de derde spoelronde apart kan worden opgevangen. In de praktijk is dit niet haalbaar voor bestaande bedrijven, omdat al het drainwater en spoelwater via hetzelfde systeem en in dezelfde buffertank worden opgeslagen. Technische aanpassingen aan het teeltsysteem om dit te kunnen organiseren zouden het watersysteem veel complexer maken en maar een relatief kleine verbetering opleveren voor de geloosde hoeveelheid stikstof.

Samenvatting

Teelt:	Als gebruikelijk, hergebruik van spoelwater;
Na de teelt:	Apart opvangen water derde spoelronde;
Resultaat:	Minder lozing spoelwater, beperkt effect op lozing stikstof;
Haalbaarheid:	Apart opvangen van verschillende rondes spoelwater op de bestaande bedrijven is praktisch niet haalbaar. Ook bij nieuwbouw is het milieurendement laag t.o.v. de benodigde investering.

2.2.2.3 Spoelen tijdens de teelt en hergebruik

Tijdens de teeltwisseling is niet voldoende buffercapaciteit beschikbaar voor opslag van al het spoelwater voor later gebruik in de teelt, zoals beschreven in paragraaf 2.2.2.1. Bovendien moet het water langere tijd opgeslagen worden, omdat het spoelproces plaatsvindt in het seizoen waarin het resterende gewas relatief weinig verdampt en daardoor nauwelijks water nodig heeft. Een oplossingsrichting zou kunnen zijn (een deel van) het spoelproces uit te voeren tijdens het groeiseizoen van het gewas, waardoor het spoelen plaatsvindt terwijl er nog gewas in het substraat staat. Het spoelproces zou dan verspreid over de kraanvakken kunnen plaatsvinden en verspreid over een langere periode, zodat kan worden volstaan met een kleinere buffercapaciteit voor spoelwater. Het opgevangen spoelwater kan dan (eventueel na verwijdering van natrium, zie beperkingen in paragraaf 2.2.2.1) ook sneller worden bijgemengd in de nieuwe voedingsoplossing, omdat het gewas aan het groeien is. Door het substraat ieder jaar te spoelen met schoon water, is de EC in het substraat aan het einde van een teeltcyclus van 3 jaar lager en hoeft er minder gespoeld te worden tijdens de teeltwisseling.

De bovenberegeningsinstallatie is het meest effectief voor het spoelen van het substraat, omdat de bovenzijde van het substraat goed natgemaakt kan worden. Echter, als er gewas in het substraat staat komt via de bovenberegening het meeste water op het blad terecht en stroomt daardoor naar de kern van de bol. Het spoelresultaat is hierdoor slecht en het risico op schade aan de bol (koprot) en het gewas is groot (Doorduin en Engelaan, 2003). Dit is een ongewenste situatie en is ook de reden dat de meeste telers zijn afgestapt van watergift via de bovenberegening. Tijdens de teelt moet dus voor het spoelen de druppelslang gebruikt worden.

Het korte tijd vol zetten van het substraat (2 uur) met schoon water kan zorgen voor een verlaging van de EC. Dit kan met kleikorrels waarschijnlijk iets makkelijker dan met perliet. Om de bol goed te laten drogen zal dit voor de start van het koelseizoen uitgevoerd moeten worden, dus tussen april en juni. Het effect van het spoelen tijdens de teelt op de EC van het substraat en op de kwaliteit en gezondheid van de bol en bloemstelen later in de teelt is niet bekend.

Ook met deze methode wordt geen natrium afgevoerd uit het teeltsysteem, tenzij het specifiek met een natriumverwijderaar uit het spoelwater wordt gehaald (zie voor beperkingen paragraaf 2.2.2.1).

De samenstelling van het spoelwater tijdens de teeltwisseling is eerder geanalyseerd door Kromwijk *et al.* (2016). Naast natrium, werden in het spoelwater hoge gehaltes aan magnesiumsulfaat, bicarbonaat, koper, borium en molybdeen teruggevonden. Dit kan hergebruik van het spoelwater bemoeilijken. Indien tijdens de teelt wordt gespoeld en spoelwater wordt bijgemengd bij de voedingsoplossing, kunnen deze elementen tijdens de teelt minder worden meegegeven, zodat een te hoge concentratie in de voedingsoplossing wordt voorkomen.

Samenvatting

Teelt:	Vol zetten van het substraat met schoon water (2 uur) voor de start van het koelseizoen.
Na de teelt:	Minder spoelen nodig en het spoelwater bevat minder zout.
Resultaat:	Minder spoelwater bij teeltwisseling en hergebruik spoelwater tijdens de teelt, eventueel met verwijdering natrium.
Haalbaarheid:	Waarschijnlijk niet haalbaar, effect van vol zetten van teeltbed op EC en kwaliteit en gezondheid van bol, gewas en bloemstelen later in de teelt onbekend. Natrium wordt niet afgevoerd uit het teeltsysteem, alleen bij toepassing van een selectieve natriumverwijderaar.

2.3 Verminderen stikstof in spoelwater

2.3.1 Korte termijn

2.3.1.1 Verlagen nitraat in voedingsoplossing

In theorie is het mogelijk om de hoeveelheid stikstof in het spoelwater te verlagen door tijdens de teelt minder nitraat toe te passen in de voedingsoplossing. Er wordt al veel minder stikstof gegeven tijdens het teeltseizoen dan 5 jaar geleden, er loopt nu onderzoek naar de effecten hiervan op de teelt. $Ca(NO_3)_2$ wordt deels vervangen door $CaCl_2$ in de voedingsoplossing (van 12 mmol/L naar 10.5 mmol/L). Een aantal telers past deze methode al toe, maar dat lijkt er niet toe te leiden dat het spoelwater minder stikstof bevat (Kromwijk *et al.* 2015). Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de stikstof die wel wordt meegegeven aan de voedingsoplossing alsnog via capillaire opstijging en indroging in de bovenste laag van het substraat terechtkomt. Momenteel loopt er een proef door de telers in samenwerking met Groen Agro Control waarin getest wordt met drie verschillende concentraties stikstof (normaal, veilig en laag). Ontwikkeling van een "einde teeltstrategie" (waarin stikstof uit het substraat richting het einde van de teelt wordt opgebruikt) zou misschien verlichting kunnen geven, maar dit mag niet ten koste gaan van de kwaliteit van de bol, die in de volgende teelt weer gebruikt wordt.

Samenvatting

Teelt:	Vervangen van calciumnitraat door calciumchloride in de voedingsoplossing.
Na de teelt:	Als gebruikelijk.
Resultaat:	Minder lozing van stikstof met het spoelwater, maar effect is er niet/nauwelijks.
Haalbaarheid:	Haalbaar; wordt inmiddels veelal toegepast, maar effect op hoeveelheid nitraat in spoelwater lijkt beperkt.

2.3.2 Middellange termijn

2.3.2.1 Verlagen nitraat bij lozing spoelwater

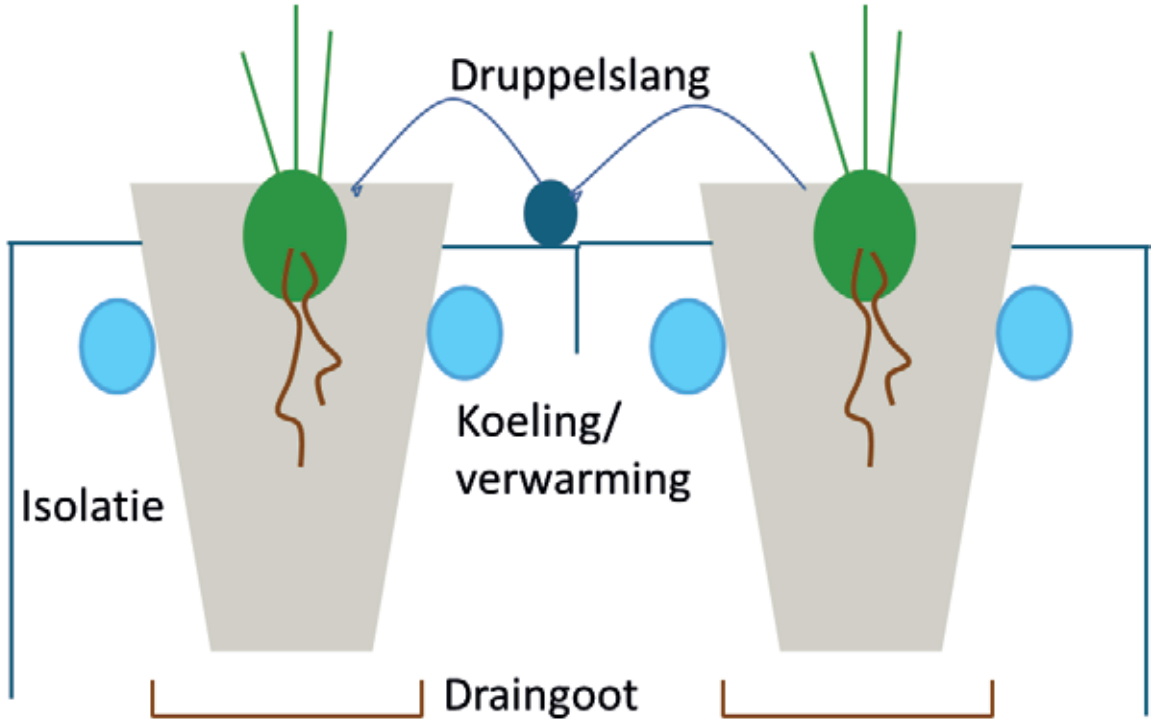
Er is ook techniek beschikbaar voor het terugwinnen van nitraat uit waterstromen, zodat het opnieuw kan worden ingezet als meststof (https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/content/3Onderzoek/202104_Flyer_eindresultaat_Stikstof_emissie_beperking_in_de_glastuinbouw.pdf), maar er is niet onderzocht of dit technisch en economisch haalbaar is voor de teelt van amaryllis. De techniek is eventueel ook in te passen na een natriumverwijderingstechniek, zodat alleen een kleine hoeveelheid geconcentreerd restwater hoeft te worden behandeld. De kosten voor verse stikstofmeststoffen zijn relatief laag, dus er is weinig financiële stimulans om dit op te pakken. Op deze manier wordt de emissie van stikstof beperkt, maar overige meststoffen worden wel geloosd. Kosten voor deze techniek (op basis van harsfilter, regenereren met kaliumhydroxide) zijn <€10.000.

Samenvatting

Teelt:	Als gebruikelijk;
Na de teelt:	Terugwinnen van nitraat uit het spoelwater;
Resultaat:	Minder lozing van stikstof met het spoelwater;
Haalbaarheid:	Haalbaarheid onbekend; niet bekend of de beschikbare techniek geschikt is voor behandelen van het spoelwater en of het economisch haalbaar is in de teelt van amaryllis. Overige meststoffen worden wel geloosd.

3 Oplossingen voor langere termijn

In hoofdstuk 2 is de haalbaarheid beschreven van oplossingsrichtingen voor het verminderen van lozen van stikstof via het spoelwater die op korte en middellange termijn technisch haalbaar zouden kunnen zijn. Hier wordt vooral gezocht naar optimalisatie van het huidige teeltsysteem, zonder grote aanpassingen aan de teelt. Een oplossingsrichting voor de langere termijn is mogelijk een fundamentele aanpassing van het teeltsysteem. Hiervoor is nog veel onderzoek nodig naar de haalbaarheid (technisch, praktisch en financieel). Momenteel wordt voor de teelt van freesia (er wordt op zandbedden geteeld, met bodemkoeling en verwarming) een toekomstbeeld geschetst van een nog duurzamer teeltsysteem. Vermindering van de hoeveelheid substraat en verenkeling van de teelt is hierbij een belangrijke basiskeuze die kan bijdragen aan een verbetering. Een verenkeling van de teelt zou betekenen dat iedere bol in een eigen afgesloten deel van het substraat staat met eigen watervoorziening. Ook voor amaryllis zou deze ontwikkeling kunnen zorgen voor het voorkomen van spoelwater aan het einde van de teelt. In Figuur 7 is een voorbeeld gegeven van een schets van hoe het systeem eruit zou kunnen komen te zien.



Figuur 7 *Voorbeeld van hoe het teeltsysteem voor amaryllis er in de toekomst uit zou kunnen zien, waarbij de bollen zijn verenkeld in potten met druppelirrigatie, in een teeltsysteem vergelijkbaar met gerbera met toegevoegde isolatie rond de wortels.*

In essentie gaat het hier om een teeltsysteem dat lijkt op de teelt van gerbera, waarbij potten met een enkele plant in een teeltrek hangen. In iedere pot hangt een druppelaar, zodat een zeer uniforme watergift kan worden gerealiseerd. De basis van het systeem wordt omhuld door isolerend materiaal, zodat de invloed van het buitenklimaat op de knol/boltemperatuur wordt geminimaliseerd. Met de koel-/verwarmingsslangen kan in de gewenste periode van het jaar de gewenste boltemperatuur bereikt worden. Bij de teeltwisseling kunnen de potten uit het teeltsysteem verwijderd worden voor het regenereren van het substraat en het opnieuw planten van de bollen. Door het veel kleinere volume aan substraat (nu: 150 – 200 L/m^2; dan: 15 - 20 L/m^2) is veel minder water nodig voor regeneratie en mogelijk ook veel minder energie voor het stomen. Analoog aan lelieteelt op kratten kan er in een stoomcel ontsmet worden.

Het ontwikkelen van een nieuw teeltsysteem is een kostbaar en tijdrovend proces, wat voor de telers bij implementatie ook tot hogere kosten kan leiden. Een aantal jaar aan onderzoek en tijd voor implementatie zou nodig zijn voordat dit een effect op de emissie zou kunnen hebben.

4 Conclusie

Amaryllis wordt uit de grond in een substraat (kleikorrels/perliet) geteeld, waardoor het mogelijk is om drainwater op te vangen en her te gebruiken. Door het toepassen van een goede kwaliteit gietwater (met een lage concentratie natrium) is het tijdens de teelt mogelijk om al het drainwater her te gebruiken, zonder te lozen. Door het indrogen van de bovenste laag van het substraat tijdens de teelt, bouwt zich een concentratie zouten in of op het substraatmateriaal op. Na een teeltcyclus van drie jaar is deze concentratie zo hoog, dat de (op) nieuw te planten bollen hier last van hebben en niet goed groeien. In plaats van het afvoeren van het substraat met daarin de zouten, wordt het substraat op het bedrijf geregenereerd door het te spoelen met schoon water. Het substraat kan hierdoor in principe oneindig hergebruikt worden, wat een duurzame eigenschap van dit teeltsysteem is. Het spoelwater tijdens de teeltwisseling levert echter milieutechnisch een probleem op, door de hoeveelheid stikstof die hiermee geloosd wordt (ca. 75 kg N/ha/jaar).

In dit rapport is in een deskstudy een aantal potentiële oplossingen onderzocht voor het voorkomen of verminderen van de lozing van spoelwater of het verlagen van de lozing van stikstof bij het spoelen. De belangrijkste knelpunten voor de technisch denkbare oplossingen op korte en middellange termijn zijn:

1. De benodigde hoeveelheid aanvullende opslagcapaciteit (350 m^3/ha) die ten koste gaat van teeltoppervlak en de timing van het spoelen waardoor het water lang moet worden opgeslagen. Methoden voor het verminderen van de hoeveelheid spoelwater zorgen voor:
    a. Verhoogde plaagdruk (narcismijt) door afdekken van het substraat.
    b. Veel hogere kosten en een hogere milieubelasting door vervangen van het teeltsubstraat.
    c. Een minder goed spoelresultaat door hergebruik van spoelwater uit de laatste spoelronde in de eerste spoelronde van een volgend teeltvak.
2. De hoeveelheid natrium in het teeltsysteem, zelfs bij gebruik van goed gietwater. Hergebruik van het spoelwater zorgt voor:
    a. Hogere concentratie natrium tijdens de teelt, zodat daar ook lozingen nodig zijn.
    b. Hogere kosten en beperkte milieuwinst door toepassing van ‘selectieve’ natriumverwijderaars.

Zoals bovenstaand te lezen, is er geen mogelijkheid om het spoelen van het substraat te voorkomen in de huidige teeltmethode met hergebruik van substraat. De belangrijkste knelpunten hiervoor zijn verhoogd risico op schade door narcismijt en Fusarium bij afdekking van het substraat en de zeer beperkte opname van natrium door het gewas. Het opvangen van het spoelwater tot het moment dat het water in de teelt weer kan worden hergebruikt, na selectieve verwijdering van natrium, lijkt op middellange termijn technisch de meest haalbare optie om lozen van stikstof via het spoelwater te voorkomen binnen de huidige teeltmethode met hergebruik van substraat. De techniek zal hiervoor eerst geoptimaliseerd moeten worden. Het is niet bekend of deze methode ook financieel uit kan voor de telers.

Voor de lange termijn kan een herontwerp van het teeltsysteem, met verenkeling van de bollen en vermindering van de hoeveelheid substraat, mogelijk bijdragen aan het verminderen van de lozing van stikstof tijdens de teeltwisseling. Daarnaast zou met deze methode mogelijk ook het energieverbruik voor het stomen verlaagd kunnen worden.

Literatuur

Balendonck, J., Feenstra, L., Van Os, E., Van der Lans, C., 2012.
Glastuinbouw Waterproof: Haalbaarheidsstudie valorisatie van concentraatreststromen (WP6). Rapport GTB-1204.

Doorduin, J.C., Engelaan, L.Th., 2003.
Terugdringen van koprot bij amaryllis (Hyppaestrum) m.b.v. watergeefsysteem. PPO GT 13068.

Kromwijk, A., De Gelder, A., Driever, S., Overkleeft, J., Grootscholten, M., Van Baar, P.H., 2015.
Opbrengstverhoging snij-amaryllis (*Hippeastrum*); Teelt voor kerstbloei in 3-jarig gewas van 2010 t/m 2012. Rapport GTB-1264.

Kromwijk, A., Van den Burg, R., Nijs, L., Overkleeft, J., Eveleens, B., Blok, C., Van Os, E., Van Baar, P.H., Grootscholten, M., Woets, F., 2016.
Recirculatie bij snij-amaryllis (*Hippaestrum*) in drie teeltjaren (2013-2015); Behoud plantgezondheid en voorkomen groeiremming bij hergebruik drainwater. Rapport GTB-1398.

Van den Bosch, A.L., 1996.
EC in relatie tot het type substraat bij de bollenteelt van amaryllis in een gesloten systeem. Rapport 55.

Van Ruijven, J., Koeman-Stein, N., 2018.
Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten; WP1. Waterstromen afwijkend van drainwater. Rapport WPR-821.

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

Wageningen University & Research,
BU Glastuinbouw
Postbus 20
2665 ZG Bleiswijk
Violierenweg 1
2665 MV Bleiswijk
T +31 (0)317 48 56 06
www.wur.nl/glastuinbouw

Rapport WPR-1071

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research 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.