



# Water in glastuinbouw teeltsystemen: een inventarisatie van kwantiteit en kwaliteit

Rewarding WP1

Jim van Ruijven<sup>1</sup>, Nienke Koeman<sup>2</sup>, Jolanda van Medevoort<sup>3</sup>, Zejia Zheng<sup>1</sup>, Marc Lanting<sup>3</sup>

Openbaar



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH



# Water in glastuinbouw teeltsystemen: een inventarisatie van kwantiteit en kwaliteit

Rewarding WP1

Auteurs: Jim van Ruijven<sup>1</sup>, Nienke Koeman<sup>2</sup>, Jolanda van Medevoort<sup>3</sup>, Zejia Zheng<sup>1</sup>, Marc Lanting<sup>3</sup>

Instituut: Wageningen Food & Biobased Research<sup>3</sup>, Wageningen Plant Research BU Glastuinbouw<sup>1</sup>, KWR<sup>2</sup>

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Food & Biobased Research.

Wageningen Food & Biobased Research  
Wageningen, November 2024

---

Openbaar

Rapport 2612  
DOI: 10.18174/679711

---

WFBR Project nummer: 6224144600

Versie: Definitief

Reviewer: Floor Boon

Goedgekeurd door: Mascha Smit

Uitgevoerd door: Wageningen Food & Biobased Research

Dit rapport is: Openbaar

Het is de opdrachtgever toegestaan dit rapport integraal openbaar te maken en ter inzage te geven aan derden. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Wageningen Food & Biobased Research is het niet toegestaan:

- a. dit door Wageningen Food & Biobased Research uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;
- b. dit door Wageningen Food & Biobased Research uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of Wageningen Food & Biobased Research, geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin;
- c. de naam van Wageningen Food & Biobased Research te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.

© 2024 Wageningen Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research.

Postbus 17, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 00 84, E [info.wfbr@wur.nl](mailto:info.wfbr@wur.nl), [www.wur.nl/wfbr](http://www.wur.nl/wfbr). Wageningen Food & Biobased Research is onderdeel van Wageningen University & 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, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

---

# Inhoud

<b>Woord vooraf</b>	<b>4</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1    <b>Introductie</b></b>	<b>6</b>
1.1    Achtergrond	6
1.2    Onderzoeksvraag	6
1.3    Consortium en financiers	6
1.4    Methode	7
<b>2    <b>Resultaten</b></b>	<b>8</b>
2.1    Samenstelling grondwater	8
2.1.1    Gewenste gietwaterkwaliteit	11
2.2    Teeltsystemen en watergebruik	12
2.3    Benodigde hoeveelheid water en verdeling over het jaar	13
2.4    Impact lozing waterstromen op omgeving	14
2.5    Samenstelling waterstromen teelt	16
2.5.1    Drainwater	16
2.5.2    Waterstromen teeltwisseling substraatteelt	18
2.5.3    Onderbemaling bij substraatteelten	20
2.5.4    Filterspoelwater	20
2.5.5    Drainagewater grondteelten	21
2.6    Vergelijking grondwater vs. drainwater	22
<b>3    <b>Conclusie</b></b>	<b>24</b>
<b>Literatuur</b>	<b>25</b>

---

# Woord vooraf

Dit rapport maakt onderdeel uit van een serie rapporten in het kader van de PPS REWARDING (REcycle of WATER and Recovery of DIssolved Nitrate in Greenhouses) over het sluiten van water- en nitraatcycli in de glastuinbouw. Dit project is gericht op het identificeren, evalueren en ontwikkelen van duurzame (technische) oplossingen voor de behandeling van geconcentreerde waterstromen met een hoge concentratie aan zouten (natrium en chloride), nutriënten en andere componenten die worden gegenereerd in de glastuinbouw. In dit project wordt gekeken naar waterstromen aan de voorzijde van het proces, waarbij grondwater wordt ontzout als aanvulling op hemelwater, en aan de achterzijde van het proces, waar voorkomen moet worden dat restanten drainwater moeten worden afgevoerd met daarin gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten zoals nitraat. Aan de voorkant van het proces is het afvoeren van de geconcentreerde reststroom vanuit het ontzoutingsproces een milieutechnisch probleem, evenals het onttrekken van grondwater in sommige regio's. Aan de achterzijde van het proces wordt gestreefd naar nullozing van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen en dus voor het terugwinnen van water en nutriënten, en maximaliseren van hergebruik in verband met de Kaderrichtlijn Water.

Het project bestaat uit vier onderdelen:

- Inventarisatie van samenstelling en hoeveelheid van waterstromen in de verscheidenheid van glastuinbouw teeltsystemen;
- Inventarisatie van bestaande technieken voor het behalen/behouden van de benodigde waterkwaliteit voor de teelt en het voorkomen/verminderen van brijnwater en lozingswater;
- Optimaliseren van een selectie van deze technieken voor de bij tuinders te verwachten watermatrix, toegepast op labschaal;
- Implementatie en monitoring van de geoptimaliseerde technieken in een praktijksituatie van een coöperatie van teeltbedrijven op pilotschaal.

Dit rapport behandelt de eerste fase van het project en daarmee de inventarisatie van de waterstromen en zal worden gebruikt als input voor inventarisatie van technologieën.

In het project wordt intensief samengewerkt tussen KWR en Wageningen University & Research (Food & Biobased Research en Business Unit Glastuinbouw en Bloembollen), waarmee kennis van waterkwaliteit, watertechnologie en glastuinbouw wordt samengebracht. Het bedrijfsleven levert installaties voor het behandelen van water en de telers zijn aangesloten via het Glastuinbouwcompact Bommelerwaard & Tielerwaard. Waterschappen en provincies zijn aangesloten voor beleidsmatige ondersteuning van de projectresultaten.

---

# Samenvatting

In het voorliggende rapport is een overzicht gemaakt van de waterstromen op glastuinbouwbedrijven (WP1 van het project Rewarding). Doel van deze exercitie is het krijgen van inzicht in de samenstelling en hoeveelheid van waterstromen die een impact hebben op de omgeving, zodat in de volgende fase van het onderzoek technologie kan worden ingezet om emissies naar het milieu te verminderen of te voorkomen.

Er wordt ingezoomd op twee plaatsen in de waterketen:

1. Voorzijde van het proces: aanvullend gietwater dat in aanvulling op hemelwater uit de bodem wordt gewonnen.
2. Achterzijde van het proces: drainwater dat vrijkomt tijdens de teelt en in sommige gevallen moet worden geloosd.

## *Aanvullend gietwater*

Hemelwater is de belangrijkste bron voor gietwater in de Nederlandse glastuinbouw. Maar met name in het voorjaar en de zomer is dit water niet voldoende en is aanvullend gietwater nodig. Een belangrijke bron voor aanvullend gietwater is grondwater. De samenstelling van grondwater varieert door het land heen, met een tendens dat het water zouter wordt naarmate de bron dichterbij de kust ligt. Grondwater wordt in de huidige situatie (met name in het westen van het land) in veel gevallen behandeld met omgekeerde osmose voor het verwijderen van ongewenste zouten. Hierbij ontstaat schoon water dat als gietwater wordt gebruikt in de kas (water recovery van ~50%) en een geconcentreerde reststroom (brijn). Het is niet meer toegestaan om deze reststroom terug in de ondergrond te brengen. Dit wordt echter op veel plaatsen nog wel toegestaan door middel van middel van maatwerk bij gebrek aan een geschikt alternatief. De conclusie is dat het grondwaterverbruik verminderd kan worden door het verhogen van de recovery van schoon water uit grondwater. Daarmee wordt als reststroom een kleinere hoeveelheid brijn geproduceerd met een hogere concentratie. Voor die brijn moet nog wel een afzet worden geïdentificeerd.

## *Drain-/drainagewater*

Drainwater dat tijdens de teelt vrijkomt wordt in principe hergebruikt. Op sommige momenten is de kwaliteit van dit drainwater te laag om nog direct hergebruik mogelijk te maken, bijvoorbeeld door een te hoge concentratie aan natrium die de teelt negatief beïnvloedt. Drainagewater uit grondteelten wordt maar beperkt hergebruikt. Veel locaties hebben geen drainagesysteem door de lage grondwaterstand en op veel andere locaties komt veel kwel en inzijging vanuit de bodem voor, waardoor de hoeveelheid drainagewater te groot is om te hergebruiken.

De grenswaarden voor stoffen zoals natrium verschillen per gewas. Uit een desktopstudie blijkt dat bij substraatteelten de belangrijkste emissiestromen vrijkomen tijdens de teeltwisseling, waarbij telers met name bang zijn voor de concentratie natrium, en voor verspreiding van ziektes en onbekende stoffen die groeiremming in het nieuwe gewas kunnen veroorzaken. Voor bepaalde gewassen is het belangrijk dat de concentratie van andere elementen, zoals silicium en zink, niet te hoog wordt. Rond de teeltwisseling in de groenteteelt komen een aantal waterstromen vrij die door telers lastig te hergebruiken zijn, omdat ze reinigings- en ontsmettingsmiddelen bevatten. De conclusie voor drain-/drainagewater is om onderzoek te richten op het terugwinnen van nutriënten (o.a. stikstof en fosfaat) uit te lozen drain-/drainagewater, of het verwijderen van specifieke componenten die hergebruik van drain-/drainagewater verhinderen.

---

# 1 Introductie

## 1.1 Achtergrond

Water is een belangrijke grondstof voor de teelt van voedsel- en sierteeltproducten in Nederlandse kassen. Hoewel het samen met meststoffen maar ongeveer 1-3% van de kosten van kasproductie bedraagt, kan er zonder voldoende water van de juiste kwaliteit niet geteeld worden. De Europese Kaderrichtlijn Water eist van de lidstaten dat er geen gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten in het oppervlaktewater voorkomen. In Nederland is de oplossingsrichting voor de glastuinbouw om in 2027 een vrijwel emissieloze teelt te realiseren. Dit is in wetgeving vastgelegd voor substraatteelten via de emissienormen stikstof [11]. Stikstof is hiervoor de toetsstof, maar het doel is dat ook de emissie van de overige meststoffen wordt voorkomen. Voor grondteelten geldt de zorgplicht om emissies te beperken en zijn er wettelijke gebruiksnormen voor meststoffen. Voor beide teeltsystemen geldt de zuiveringsplicht voor het verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen uit lozingswater. Door de relatief lage kosten voor water en meststoffen in het productieproces, is er weinig financiële stimulans voor telers om emissies te beperken.

Tegelijkertijd is door klimaatverandering steeds minder hemelwater gelijkmatig door het jaar heen beschikbaar in de juiste hoeveelheden; de winters worden natter, de zomers worden droger. Telers hebben hierdoor grotere opvangbassins nodig om voldoende water te kunnen opslaan en hebben alternatieve bronnen nodig om in droge periodes te kunnen aanvullen op het hemelwater. Als aanvullende gietwaterbron wordt veelal behandeld grondwater toegepast, maar gebruik van grondwater staat ook onder druk. Bij de productie van gietwater uit grondwater komt een geconcentreerde waterstroom, een brijnstroom, vrij. Deze wordt momenteel terug de grond ingebracht. Dit is niet meer toegestaan, maar wordt op veel plaatsen nog wel toegestaan via maatwerk [12].

## 1.2 Onderzoeksvraag

In het voorliggende rapport worden de resultaten van WP1 van het project gedeeld, waarbij de volgende onderzoeksvragen zijn beantwoord:

Voorzijde van het proces (gietwater):

- Hoeveel gietwater is er nodig vanuit grondwater (na ontzouting) in aanvulling op hemelwater?
- Wat is de grondwatersamenstelling van een aantal glastuinbouwgebieden in NL?
- Waar moet het water, qua samenstelling, aan voldoen?

Achterzijde van het proces (drain- en drainagewater):

- Welke samenstelling heeft het water dat nu door de telers wordt geloosd en in welke frequentie komt dit water vrij?
- Hoeveel drain- of drainagewater komt er in de verschillende fasen van het teeltproces vrij?
- Waar moet het water aan voldoen om het geschikt te houden voor hergebruik?

## 1.3 Consortium en financiers

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Landbouw, natuur en voedselveiligheid (LNV) binnen het kader van het topsectorproject Rewarding. Binnen dit project wordt samengewerkt met Aquastill B.V., AquaMinerals B.V., Dorset Green Machines B.V., Glastuinbouw pact Bommelerwaard & Tielerswaard, Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Provincie Gelderland, Provincie Zuid-Holland, Technisch Bureau W.M. Bruine de Bruin B.V., Trintech B.V., Water Future B.V., en Waterschap Rivierenland. Het onderzoek wordt onafhankelijk uitgevoerd door Wageningen University & Research, afdelingen Food & Biobased Research en Glastuinbouw & Bloembollen en KWR.



---

## 1.4 Methode

Voor de glastuinbouw is in voorgaand onderzoek informatie verzameld over de samenstelling, de hoeveelheden en de verdeling over het jaar van waterstromen. De data zijn niet altijd eerder gepubliceerd, maar in dit kader samengevoegd om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvragen. Er is ook data aangeleverd door projectpartners. Door middel van een desktopstudie is een overzicht gemaakt van deze informatie. Daarnaast zijn er voor het onderdeel productie van gietwater aanvullende metingen gedaan. De verzamelde gegevens worden in het vervolg van het project gebruikt om technologie voor waterbehandeling te selecteren en testen.

## 2 Resultaten

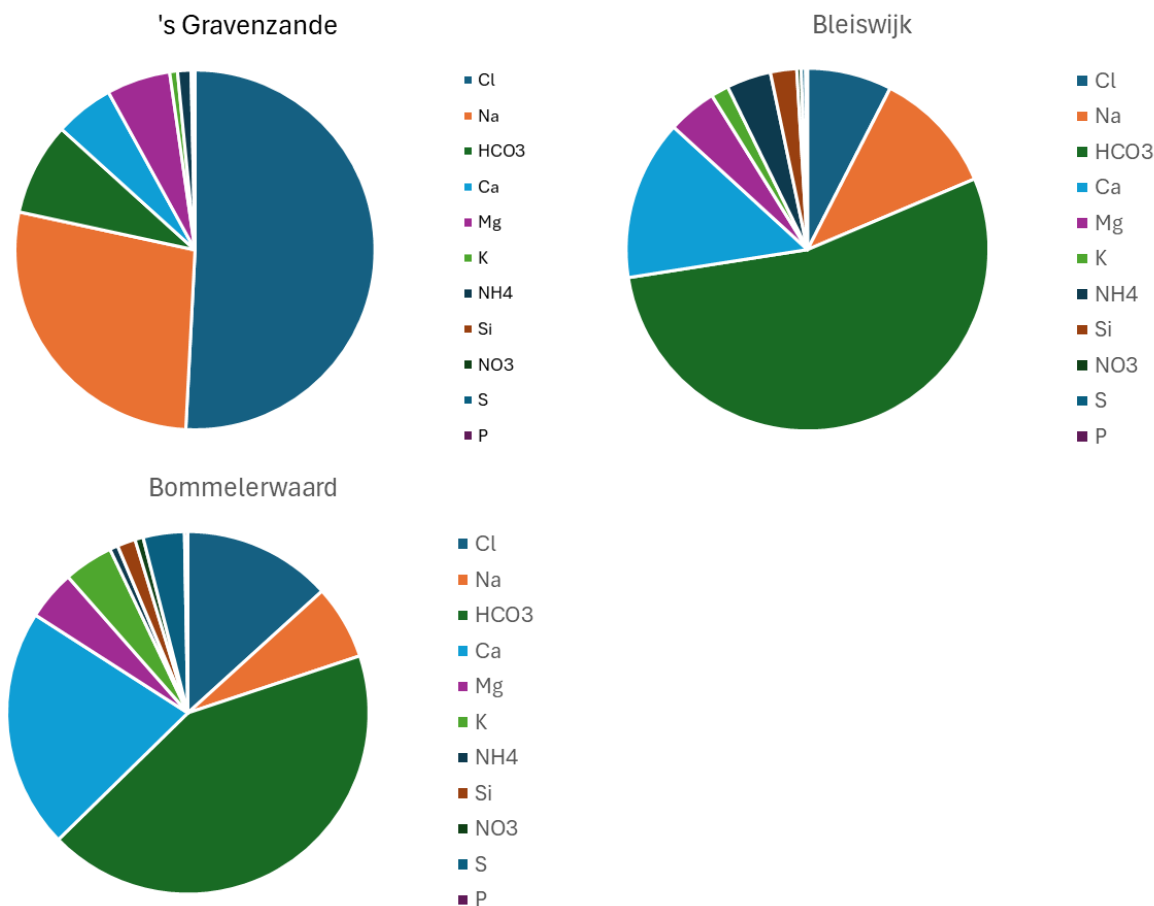
### 2.1 Samenstelling grondwater

Als voornaamste bron voor gietwater wordt regenwater ingezet. Echter wanneer dit onvoldoende is, is er behoefte aan een aanvullende gietwaterbron. Veel telers gebruiken hiervoor grondwater. De grondwatersamenstelling is sterk afhankelijk van de locatie en van de diepte waar water gewonnen wordt. Het grondwater van regio's aan de kust zal meer zouten (veelal in de vorm van NaCl) bevatten dan van regio's in het midden van het land. Tabel 1 toont als voorbeeld de grondwatersamenstelling van 's Gravenzande (hoge zout concentratie), Bleiswijk (middel zout concentratie) en Bommelerwaard (lage zout concentratie). De gegevens uit de verschillende locaties zijn enkelvoudige metingen, op 1 bedrijf per locatie. De gegevens zijn enkel bedoeld om in indicatie te geven van de variatie in samenstelling tussen 3 locaties. Grondwater uit 's Gravenzande is geanalyseerd in 2017 (data van KWR), grondwater uit Bleiswijk is geanalyseerd in 2024 namens Wageningen Plant Research voor dit project, en de grondwateranalyse uit Bommelerwaard is in 2019 met een standaard analyse bij een tuinder geanalyseerd (verkregen via projectpartner Bruine de Bruin). Een te hoog zoutgehalte kan groeiremmend werken, waardoor ontzouten noodzakelijk is. Individuele zouten kunnen ervoor zorgen dat het water niet direct gebruikt kan worden, vooral natrium is hierbij beperkend, maar ook bijvoorbeeld de bicarbonaat die in Bleiswijk gevonden worden. Afhankelijk van de locatie kan behandeling gericht zijn op volledige ontzouting, maar aangezien diverse componenten ook nutriënten zijn, is deel ontzouting wellicht ook mogelijk.

**Tabel 1: Samenstelling grondwater in 's Gravenzande, Bleiswijk en Bommelerwaard.**

Component	Eenheid	's Gravenzande Waarde	Bleiswijk Waarde	Bommelerwaard Waarde
pH	-	7,4	6,8	7,4
EC	mS/cm	11,1	1,4	0,9
Cl	mmol/L	94	1,9	1,8
Na	mmol/L	51	2,8	0,9
HCO <sub>3</sub>	mmol/L	15,4	136	5,8
Ca	mmol/L	9,8	3,6	2,9
Mg	mmol/L	10,6	1,1	0,6
K	mmol/L	1,3	0,4	0,6
NH <sub>4</sub>	mmol/L	2,25	1	0,1
Si	mmol/L	0,4	0,59	0,22
NO <sub>3</sub>	mmol/L	0,1	0,1	0,1
S	mmol/L	0,1	0,1	0,5
P	mmol/L	0,025	0,04	0,04
B	µmol/L	618	17	18
Fe	µmol/L	84,3	18	35
Mn	µmol/L	11,8	18	11
Zn	µmol/L	0,5	<0,1	<0,1
Mo	µmol/L	0,3	<0,1	<0,1
Al	µmol/L	0,5		
Cu	µmol/L	0,05	<0,1	<0,1

Figuur 1 toont de in Tabel 1 weergegeven data als taart diagram om een inzicht te geven in de verschillende verhoudingen tussen de componenten.

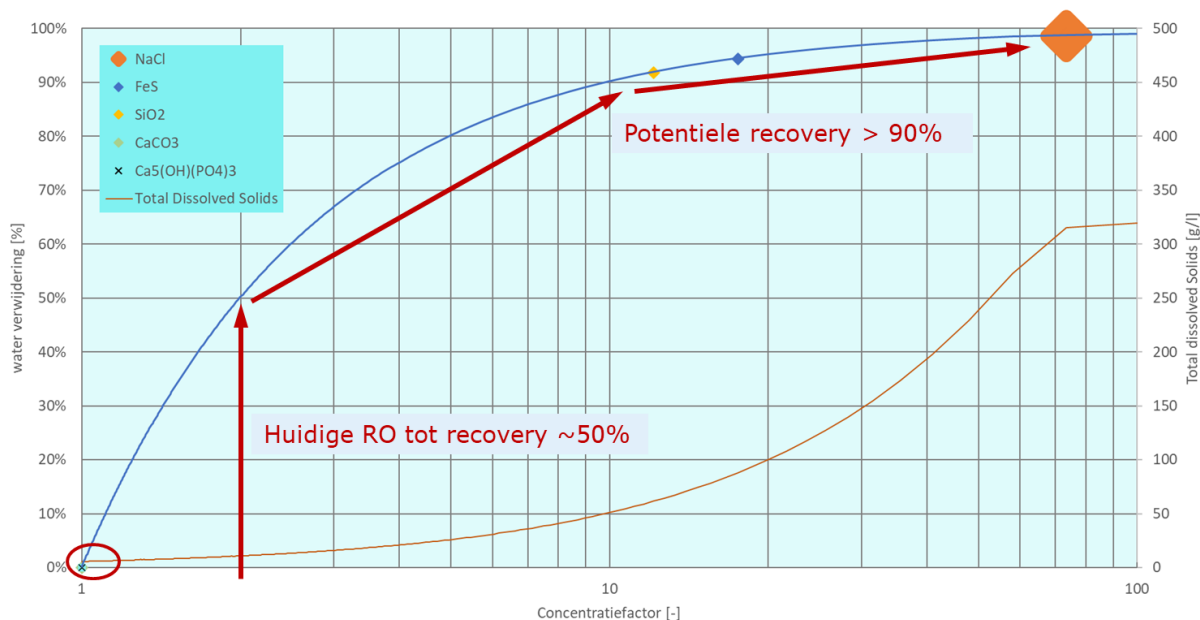


**Figuur 1: Grondwater samenstelling 's Gravenzande, Bleiswijk en Bommelerwaard.**

Op dit moment wordt vooral omgekeerde osmose (RO) gebruikt met een schoon water recovery van ongeveer 50%. Dit is de recovery van een standaard single pass RO-systeem. Hier wordt deels voor gekozen om scaling tijdens RO tegen te gaan, maar een andere overweging is ook om te voorkomen dat het zoutgehalte in de reststroom te hoog oploopt, wat nadelig is indien de reststroom in een ander watervoerend pakket (over het algemeen dieper dan de bron) terug wordt ingebracht in de ondergrond.

Het terugvoeren van het concentraat staat om meerdere redenen onder druk. De Kaderrichtlijn Water stelt eisen aan een goede kwantitatieve en chemische toestand van grondwater [17]. De wens is om terugvoeren van concentraat van RO op grondwater niet meer toe te staan. Echter zonder geschikte alternatieven wordt dat middels maatwerk nog wel toegestaan. Dit project richt zich voor wat betreft de gietwaterproductie daarom op het verhogen van de schoon water recovery per opgepompte kuub grondwater en het vinden van een oplossing voor de daaruit volgende reststroom (sterk concentraat; brijn).

Om een indicatie te geven van het potentieel van verdere water recovery uit RO brijn, is voor één van de grondwaterbronnen, die van 's Gravenzande, een evaluatie uitgevoerd met behulp van OLI Studio: Stream Analyzer 11.5 (revision 11.5.1.7) [18]. Dit is een softwarepakket waarmee evenwichten berekend kunnen worden op basis van de invoer van de samenstelling van in dit geval het grondwater van 's Gravenzande, zoals weergegeven in Tabel 1. Na invoer van de samenstelling is een survey uitgevoerd waarbij water is "verwijderd" uit het grondwater en waarbij gevraagd is aan OLI om de solids te tonen afhankelijk van de totale hoeveelheid water in de mix. Dit is verwerkt tot de in Figuur 2 weergegeven grafiek. Op de x-as is de concentratie factor weergegeven, op de linker y-as de water recovery en op de rechter y-as de TDS (total dissolved solids, totaal opgeloste stoffen). Hierbij zijn de x-as en de rechter y-as een maat voor de hoeveelheid zouten in de brijn en de linker y-as een maat voor de hoeveelheid gewonnen water.



**Figuur 2: Modelberekeningen van verwijderen van water uit grondwater met de samenstelling van 's Gravenzande. Met op de x-as de concentratie factor, op de linker y-as (blauwe lijn) de water recovery en op de rechter y-as (oranje lijn) de TDS (total dissolved solids, totaal opgeloste stoffen). Hierbij zijn de x-as en de rechter y-as een maat voor de hoeveelheid zouten in de brijn en de linker y-as een maat voor de hoeveelheid gewonnen water.**

Om e.e.a. verder toe te lichten, is bijvoorbeeld bij een concentratie factor van 10 voor grondwater van 's Gravenzande 90% van het water verwijderd. Uitgaande van 100 liter grondwater komt dit overeenkomt met 90 liter (giet)water en 10 liter brijn. De TDS is daarbij toegenomen van 5 naar 50 g/L (rechter y-as). Bij een water recovery van <5% ontstaat al een neerslag van  $\text{CaCO}_3$  en  $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$  (aangegeven met de rode cirkel). Bij een concentratiefactor van 10 zijn er (behalve genoemde  $\text{CaCO}_3$  en  $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ ) geen verdere neerslagen gevormd. Wanneer de concentratiefactor verder oploopt, zal als eerste  $\text{SiO}_2$  uitkristalliseren, en vervolgens FeS. Pas bij een concentratiefactor van 98% kristalliseert ook NaCl uit. De huidige gemiddelde situatie voor RO is ook weergegeven, waarbij met een typische recovery van 50% een brijn geproduceerd is met een concentratie van 12 g/L TDS, en dus uit elke 100 liter grondwater, 50 liter brijn en 50 liter gietwater is geproduceerd.

Met deze evaluatie in OLI is een indicatie gegeven van de potentie voor het verhogen van de water recovery voor gietwaterproductie uit grondwater, en is tevens inzichtelijk gemaakt welke potentiële onderzoeksvragen voor de vervolgfase in dit project (technologie evaluatie) naar boven komen. Zo geven de punten in de grafiek de momenten aan waarop (thermodynamisch gezien) verwacht mag worden dat precipitatie ontstaat, en van welke component.

De totale concentraties zouten (TDS) en nitraat (als toetsstof voor KRW) in grondwater van drie eerdergenoemde locaties (Bommelerwaard, Bleiswijk, en 's Gravenzande) zijn samengevat in Tabel 2, waarbij is uitgegaan van 10.000 m<sup>3</sup>/ha/jaar gietwater, waarvan 70% afkomstig is van regenwater en 30% van behandeld grondwater. Indien wordt uitgegaan van de maximaal mogelijke water recovery van 100%, wordt al het water uit grondwater gewonnen voor gietwaterproductie en blijft er verder alleen vast zout over. In dat geval moet er een theoretisch minimale hoeveelheid grondwater opgepompt worden, en wordt er ook een minimale hoeveelheid zout geproduceerd. Hierbij moet vermeld worden dat de hoeveelheid grondwater die moet worden opgepompt, en dus ook de absolute hoeveelheid zout en nitraat, hoger worden als de water recovery lager wordt. Daarom geven de waarden in de laatste twee kolommen in Tabel 2 een indicatie van de minimale hoeveelheden zout en nitraat die geproduceerd worden bij een aanvullend schoon water productie van 3.000 m<sup>3</sup>/ha/jaar met een schoon water recovery van 100%.

**Tabel 2: Totale concentratie zout en nitraat in grondwater van drie verschillende locaties, uitgaande van 3,000 m<sup>3</sup>/ha/jaar productie van aanvullend gietwater.**

Locatie	TDS (g/L)	pH	EC (mS/cm)	NO <sub>3</sub> (mg/L)	aanvullend gietwater (m <sup>3</sup> /ha/jaar)	Minimaal totaal aantal zout (kg/ha/jaar)	Totaal NO <sub>3</sub> (kg/ha/jaar)
's Gravenzande	6,2	7,4	11,1	6,2*	3.000	+/- 19.000	<18,6*
Bleiswijk	1,2	6,8	1,4	6,2*	3.000	+/- 3.700	<18,6*
Bommelerwaard	0,7	7,4	0,9	6,2*	3.000	+/- 2.000	<18,6*

\*Deze waarden liggen onder de nitraat detectielimiet van 0.1 mmol/L. Echter, uit analyses van het concentraat van alle drie de locaties blijkt dat de nitraat concentratie toch rond deze limiet liggen. Daarom nemen we deze detectielimiet aan als waarde voor de nitraatconcentratie in dit rapport.

Wat opvalt is dat bij de productie van gietwater aanzienlijke hoeveelheden zouten geproduceerd worden, en dat de totale hoeveelheid nitraat relatief laag is. Het verschil in de hoeveelheid zout dat per hectare per jaar geproduceerd kan worden als bijproduct in 's Gravenzande en Bommelerwaard (en Bleiswijk) is groot. In 's Gravenzande zou bij volledige waterverwijdering bijna tien keer zoveel zout geproduceerd worden bij de productie van gietwater als in de Bommelerwaard. In Bommelerwaard is de zout concentratie lager, en voldoet het grondwater al bijna aan de normen voor de glastuinbouw (door de meeste telers wordt een EC (geleidbaarheid) van <0,2 mS/cm aangehouden, maar elementen zijn hierin leidend). Dat maken deze twee locaties, door de verschillende samenstelling, interessante cases om verder te onderzoeken om na te gaan hoe op deze locaties op een efficiënte manier gietwater geproduceerd kan worden. En vooral ook of voor beide locaties de optimale aanpak vergelijkbaar of juist verschillend moet zijn.

Momenteel is de recovery van grondwater 50%, waardoor 6.000 m<sup>3</sup>/ha/jaar moet worden opgepompt voor de productie van 3.000 m<sup>3</sup>/ha/jaar gietwater. Wanneer de recovery naar nagenoeg 100% gebracht kan worden, kan de hoeveelheid grondwater dus al tot bijna de helft worden gereduceerd.

### 2.1.1 Gewenste gietwaterkwaliteit

In een volledig gesloten teeltsysteem wordt het steeds belangrijker om te weten welke elementen in het teeltsysteem worden ingebracht via het water. Accumulatie van elementen treedt op als het gewas minder opneemt dan er wordt toegevoegd, waardoor het risico bestaat dat elementen een schadegrens bereiken. Verschillende gewassen hebben verschillende schadegrenzen en voor veel stoffen is nog geen schadegrens bekend. Voor de meeste gewassen kan natrium een probleem zijn [13], maar het niveau waarop schade optreedt is bijvoorbeeld voor tomaat veel hoger dan voor potorchideeën. Er is dus niet een algemene standaard te plaatsen voor een niveau voor natrium in het gietwater, maar over het algemeen geldt dat hoe minder erin zit, hoe beter het is. Over het algemeen wordt 0,1-0,3 mmol Na/L opgenomen door de plant, en wordt gietwater met een natrium concentratie van onder de 0,5 mmol/L als goede kwaliteit gietwater beschouwd [19].

Zink kan ook een probleem zijn voor de waterkwaliteit, vooral in teelten waarin gegalvaniseerd stalen onderdelen voor het teeltsysteem worden gebruikt. Zink lost op in het water en kan zelfs bij het niet meer actief toevoegen als voedingselement oplopen in concentratie. Een overmaat aan zink uit zich als een gebrek aan ijzer [8]. Dit geldt vooral voor phalaenopsis en gerbera.

Vanuit het gietwater kan in gesloten teeltsystemen ook borium een probleem worden. Bij te hoge concentraties kan dit het transport van calcium in de plant blokkeren [15]. Deze stof wordt door omgekeerde osmose niet volledig uit het opgepompte grondwater verwijderd. Borium wordt echter ook als voedingselement door de teler aan de voedingsoplossing toegevoegd, waardoor de voedingsmix geoptimaliseerd kan worden afhankelijk van de locatie en de aanwezigheid van Borium in het grondwater en het geproduceerde gietwater.

---

Tenslotte geldt voor aardbei dat silicium problemen kan opleveren. Bij te hoge concentraties ontstaat vorming van witte vruchten, die niet verkoopbaar zijn. Door stichting RHP wordt een advies voor de concentratie in gietwater gegeven van maximaal 0,2 mmol/L [16].

Van een aantal stoffen die potentieel gevormd worden door waterbehandeling is bekend dat ze in te hoge concentraties groeiremming veroorzaken. Dit geldt bijvoorbeeld voor nitriet, wat gevormd kan worden door behandeling van drainwater met daarin nitraat met UV. Ook microbiële processen in het wortelsysteem kunnen zorgen voor de vorming van nitriet, bijvoorbeeld in de microbiële omzetting van ureum naar nitraat. Andere stoffen mogen niet voorkomen in het eetbare eindproduct, omdat ze (potentieel) kankerverwekkend zijn. Een voorbeeld hiervan is perchloraat, wat aanwezig is in chilisalpeter (alleen gebruikt in biologische teelten), maar ook gevormd kan worden uit desinfectiemiddelen op basis van chloor (chloordioxide, natriumhypochloriet). Een ander voorbeeld is de vorming van bromaat uit bromide door behandeling van water met een overmaat aan ozon. Het is niet duidelijk in welke mate bromide in tuinbouw teeltsystemen aanwezig is, omdat dit een stof is die niet standaard wordt gemeten in de analysepakketten van de onderzoekslaboratoria. In de collectieve waterzuivering op de rioolwaterzuivering in Hoek van Holland wordt ozon toegepast voor de verwijdering van restanten gewasbeschermingsmiddelen en medicijnresten, maar daar werden geen waarden voor bromaat gevonden die de normen overschrijden (pers. comm. Guus Meis, Glastuinbouw Nederland).

## 2.2 Teeltsystemen en watergebruik

Het systeem waarin een gewas wordt geteeld, heeft grote invloed op de hoeveelheid benodigd water. Ook stellen het teeltsysteem en het geteelde gewas eisen aan de samenstelling van het water, bijvoorbeeld voor de hoeveelheid natrium die aanwezig mag zijn. De meeste groentegewassen (tomaat, paprika, komkommer, aardbei, etc.) worden geteeld in substraten los van de ondergrond in een systeem met druppelirrigatie. Potplanten worden ook los van de ondergrond geteeld, maar maken over het algemeen gebruik van eb/vloed systemen of een beregeningsinstallatie. Veel snijbloemen worden nog geteeld in de vollegrond met een beregeningsinstallatie, waarbij water over het gewas heen wordt beregend. Tenslotte worden veel bladgroenten steeds vaker geteeld in deep water cultures (DFT) of in nutrient film technology (NFT).

### *Druppelirrigatie*

In een systeem met druppelirrigatie wordt over het algemeen 20-60% meer water gegeven dan het gewas nodig heeft. Dit komt door ongelijkheden tussen planten en afgifte van de druppelaars, zodat ook de planten met de grootste behoefte of de druppelaars met de laagste afgifte nog zorgen voor voldoende water. Het water dat teveel wordt gegeven, het zogenaamde drainwater, wordt opgevangen, ontsmet of anderszins behandeld, en de samenstelling wordt geanalyseerd. Vervolgens wordt dit water aangevuld met verse meststoffen en gietwater, op de juiste pH gebracht, en weer opnieuw gebruikt.

### *Eb/vloed irrigatie*

Systemen met eb/vloed irrigatie kunnen op tafels of op een betonvloer uitgevoerd worden. Er wordt een laag van 3-5 cm water opgebracht met een standtijd van 5-10 min, waarna het waterniveau weer wordt verlaagd. In deze tijd wordt 10-20% van het water opgenomen door het gewas, de rest komt als drainwater terug. Door de grote volumes aan water die weer terugkomen, wordt meestal geen fijne filtratie en desinfectie toegepast. Grove delen worden over het algemeen wel verwijderd, bijvoorbeeld met een zeefbocht.

### *Bovenlangs beregenen*

Voor een aantal gewassen is het gebruikelijk om via een regenleiding bovenlangs te beregenen, bijvoorbeeld in de meeste vollegronds snijbloemen (chrysanth, lelie, lisianthus, etc.), maar ook in de teelt van potplanten als phalaenopsis en bromelia. In vollegrondsteelten is het lastig om drainagewater op te vangen als de grondwaterstand dieper is dan de drainage. Indien het drainagewater kan worden opgevangen, is het lastig her te gebruiken: in veel gevallen heeft de teler te maken met (zout) kwelwater, soms zelfs meer dan de gegeven hoeveelheid water. Hergebruik van dit drainagewater komt wel steeds vaker voor, waarbij in ieder geval filtratie en soms ook ontsmetting wordt toegepast [5]. Voor de teelt van phalaenopsis wordt het water opgevangen op de bodems onder de teelttafels, waarna het water wordt behandeld (ontsmet) en hergebruikt.

### Deep Flow Technology (DFT)

In een DFT-systeem [1] worden planten geplant in een drijvende tray, waarbij de planten met hun wortels in een vijver van 20 cm diep hangen. Het water stroomt langzaam onder de drijvers door en wordt zo ververst. In sommige systemen wordt het water in deelstroom behandeld, in andere systemen wordt er geen water behandeld. Verdeling van zuurstof en ophoping van elementen in het water zijn de belangrijkste uitdagingen, naast het ziektevrij houden van de systemen.

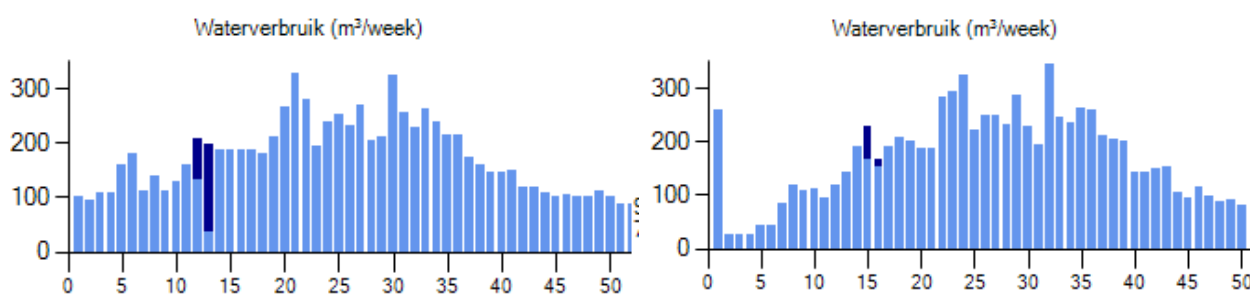
### Nutrient Film Technology (NFT)

In NFT-systemen [1] hangen de planten met hun wortels in een dunne laag snelstromend water. Het systeem wordt meestal gebruikt voor de teelt van sla en kruiden en kan ook mobiel gemaakt worden om arbeid te kunnen centraliseren en automatiseren. Aan het einde van de teeltgoot wordt het water opgevangen en eventueel na behandeling (ontsmetting) teruggevoerd het proces in.

## 2.3 Benodigde hoeveelheid water en verdeling over het jaar

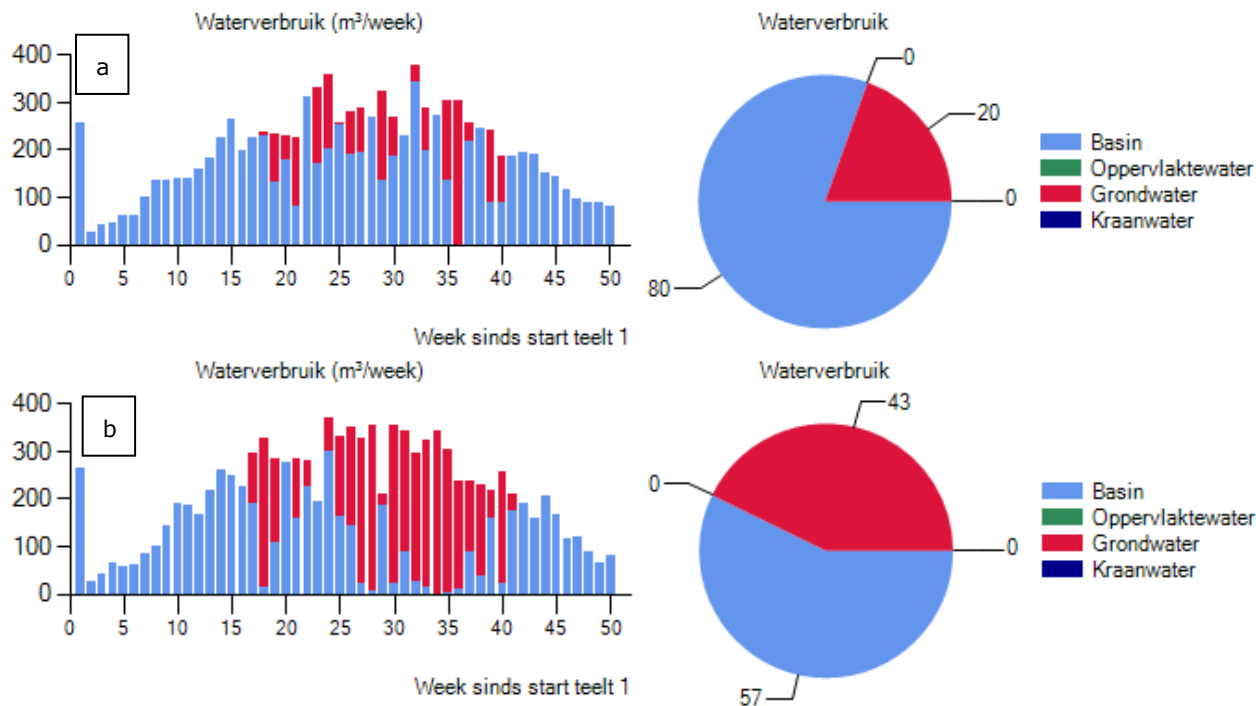
Verdamping van water uit het gewas is sterk afhankelijk van het gekozen gewas en het toegepaste teeltsysteem, en wordt mede bepaald door de beschikbare hoeveelheid licht, temperatuur en luchtvochtigheid. Een teler die belichting toepast in zijn teelt heeft daarom meer water nodig dan een teler van hetzelfde gewas zonder belichting, simpelweg omdat de verdamping toeneemt door een langere dag of toegenomen hoeveelheid licht. Ook de hoeveelheid drainwater waarop gestuurd wordt, verschilt per gewas; dit is met name afhankelijk van de ongelijkheid van de groei van de individuele planten. Dit is in gerbera bijvoorbeeld veel hoger dan in andere gewassen. Hierdoor wordt bij gerbera vaak gestuurd op een drainpercentage (hoeveelheid drainwater ten opzichte van de watergift gemeten over een dag, en niet per gietbeurt) van 50-60%, terwijl dit voor groentegewassen vaak rond de 30% ligt. In eb-vloed systemen is het percentage drain nog hoger (80-90%) en ook in de teelt van phalaenopsis met een beregeningssysteem wordt vanwege overhang van bladeren van de ene pot naar de andere gezorgd dat ook de pot die het meest bedekt is voldoende water krijgt (drainpercentage 70-90%).

Het patroon voor waterverbruik door het jaar heen is voor gerbera en (onbelichte) tomaat weergegeven in Figuur 3, in dit geval voor een jaar met een gemiddeld weerpatroon en een hemelwaterbassin van 500 m<sup>3</sup>. Het totale waterverbruik is in gerbera 7.958 m<sup>3</sup>/ha/jaar en voor de onbelichte tomaat 8.427 m<sup>3</sup>/ha/jaar.



**Figuur 3: Waterverbruik (m<sup>3</sup>/week) door het jaar heen voor gerbera (1 ha kas, links) en onbelichte tomaat (1 ha kas, rechts) in een jaar met gemiddeld weerpatroon en een hemelwaterbassin van 500 m<sup>3</sup>/ha. Gebruik van hemelwater is weergegeven als lichtblauw, water uit aanvullende bronnen is donkerblauw (Model waterstromen Wageningen University & Research BU Glastuinbouw [10]).**

Voor tomaat is duidelijk de teeltwisseling te zien in week 1, waarin de nieuwe matten worden gevuld met water en de weken erna met het jonge gewas is nog maar weinig water nodig. Het water voor het schoonmaken van het teeltsysteem is in deze scenarioberekeningen met het model waterstromen [10] niet meegenomen. In Figuur 4 is het waterverbruik weergegeven voor een belichte tomatenteelt in een gemiddeld en een droog weerjaar met een hemelwaterbassin van 1.000 m<sup>3</sup>/ha, met een totale benodigde hoeveelheid gietwater van 10.750 m<sup>3</sup>/ha/jaar. Bassingrootte is verdubbeld ten opzichte van een onbelichte teelt, omdat dit realistischer is in relatie tot de benodigde hoeveelheid gietwater.



**Figuur 4: Waterverbruik door het jaar heen voor een belichte tomatenteelt in een gemiddeld weerjaar (a) en in een droog jaar (b) bij een hemelwaterbassin van 1.000 m<sup>3</sup>/ha en een kas van 1 ha. Taartdiagram weergave met eenheid % (Model waterstromen Wageningen University & Research BU Glastuinbouw [10]).**

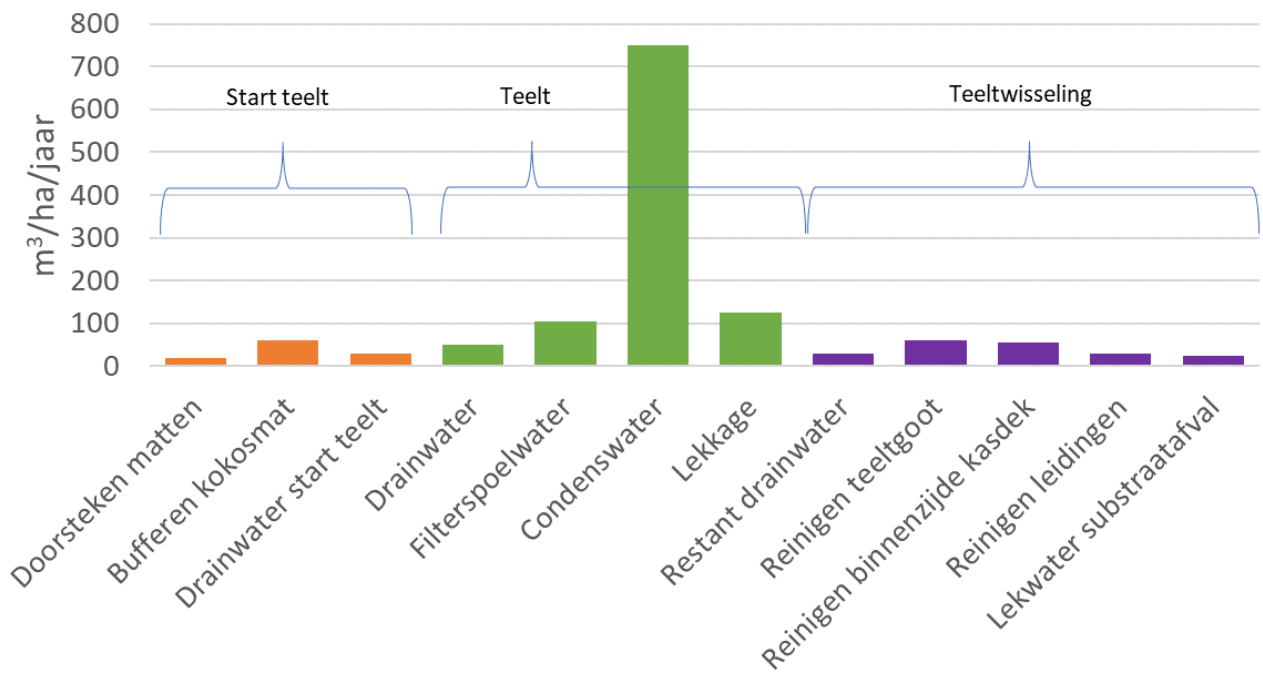
In rood is weergegeven hoeveel water er uit een alternatieve waterbron nodig is in aanvulling op hemelwater. In een gemiddeld weerjaar is voor deze teelt 2.000 m<sup>3</sup>/ha/jaar aanvullend gietwater nodig, in een droog weerjaar 4.600 m<sup>3</sup>/ha/jaar. In het geval van dit bedrijf wordt hemelwater aangevuld met grondwater na behandeling met omgekeerde osmose. Bij een recovery van 50% wordt in een gemiddeld weerjaar 4.000 m<sup>3</sup>/ha water opgepompt uit de bodem, waarvan 2.000 m<sup>3</sup>/ha als brijn weer wordt teruggepompt.

## 2.4 Impact lozing waterstromen op omgeving

In Figuur 5 tot en met Figuur 7 wordt een overzicht gegeven van de volumes en de impact (kg N/ha/jaar en mg gewasbeschermingsmiddelen/ha/jaar) van de waterstromen op een teeltbedrijf. Niet alle waterstromen zijn bij elk type teelt relevant en er zijn behoorlijke variaties tussen de bedrijven met dezelfde teelt, afhankelijk van de keuze die een teler maakt. In paragraaf 2.5 worden de waterstromen verder toegelicht. De achterliggende data zijn verzameld in het project Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten [9] en Waterefficiënte teelt op substraat [3].

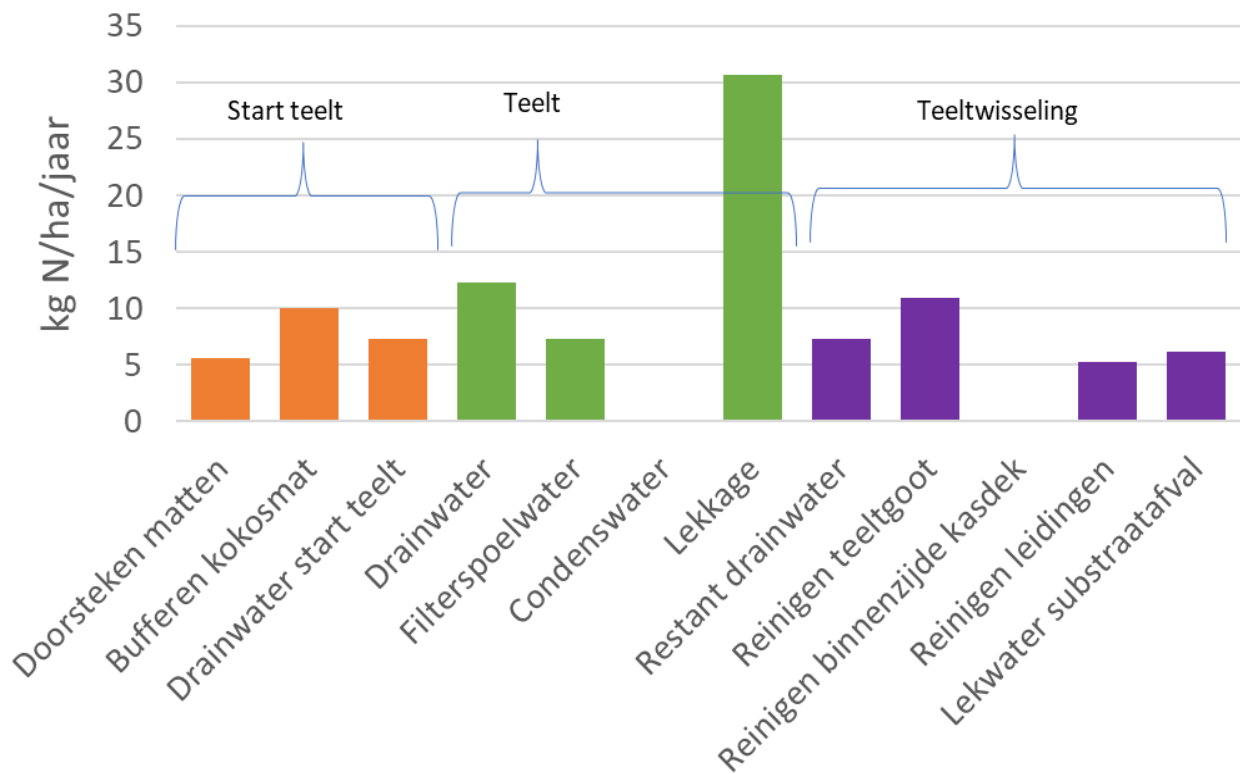
De waterstromen die in Figuur 5 zijn weergegeven onder het kopje start teelt zijn relevant voor de teelt van groentegewassen. Afhankelijk van het type substraat komt water vrij bij het doorsteken van de matten (steenwol) of het bufferen van het kokossubstraat. Sommige telers kiezen ervoor om deze waterstromen te hergebruiken in de teelt. De weergegeven hoeveelheid drainwater tijdens de teelt is het volume dat telers kunnen lozen binnen de stikstofemissionormen. Het totale volume aan drainwater door het jaar heen is veel hoger. Het volume condenswater is heel groot in verhouding tot de andere waterstromen, maar heeft een verplichting tot hergebruik en mag dus door de teler niet geloosd worden.





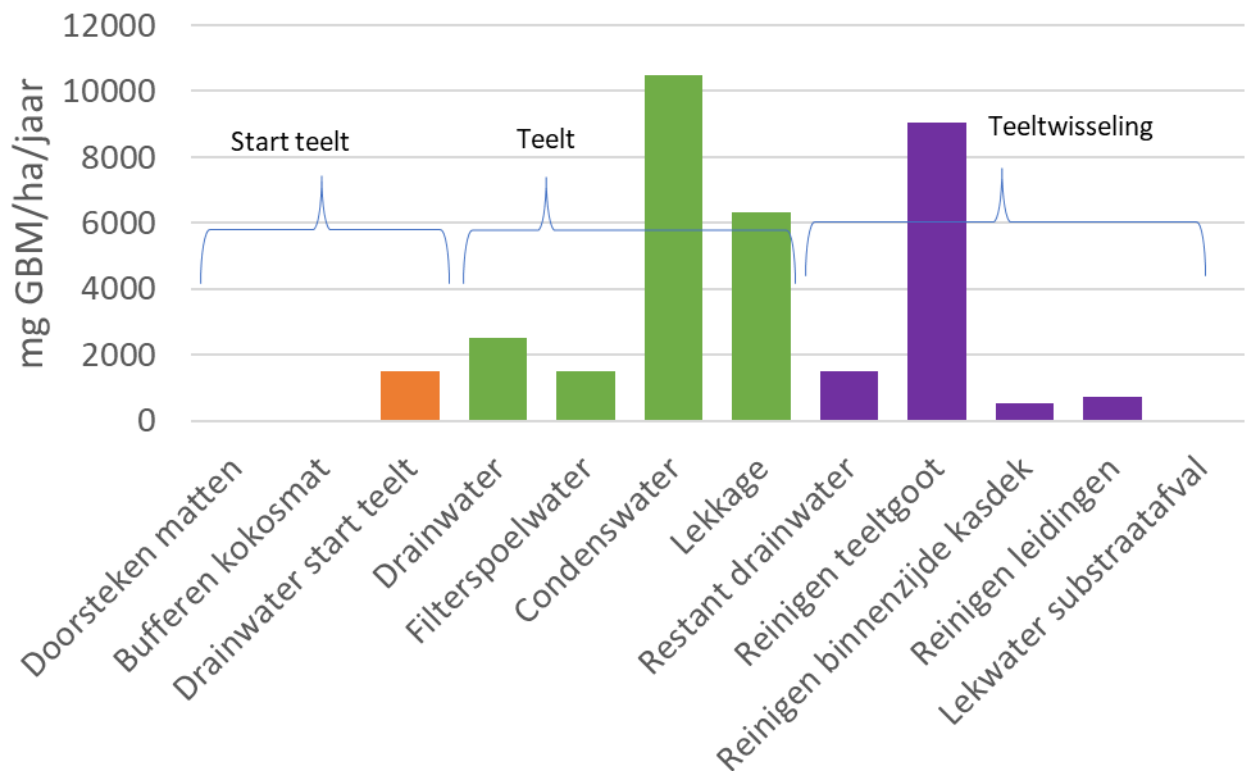
**Figuur 5: Volumes (m³/ha/jaar) van de waterstromen die vrij kunnen komen [3], [9].**

Het volume is niet bepalend voor de impact van lozing van waterstromen op de omgeving, de vracht (volume \* concentraties) stikstof en gewasbeschermingsmiddelen (GBM) is hiervoor veel meer bepalend. In Figuur 6 is te zien dat de impact van lekkage op de omgeving het grootst is, waarbij moet worden aangetekend dat deze emissie niet met waterbehandeling kan worden voorkomen. Hiervoor zijn maatregelen nodig die lekkages voorkomen of beperken.



**Figuur 6: Vrucht (kg N/ha/jaar) aan stikstof die het bedrijf via de waterstromen kan verlaten [3], [9].**

In Figuur 7 is de vracht gewasbeschermingsmiddelen weergegeven in de verschillende waterstromen. Opvallend is dat vooral het water dat vrijkomt bij het schoonspuiten van de teeltgoten veel GBM bevat.



**Figuur 7: Vrucht (mg/ha/jaar) gewasbeschermingsmiddelen (GBM) die in de waterstromen aanwezig is, optelsom van alle middelen gevonden in de samples [3], [9].**

## 2.5 Samenstelling waterstromen teelt

Voor het evalueren en selecteren van technologie is de samenstelling (de hele watermatrix) van belang. In deze paragraaf is een overzicht gegeven van de samenstelling van de verschillende waterstromen. Hierbij moet worden aangetekend dat de samenstelling per teelt, maar ook per teler binnen een teeltgroep, sterk kan afwijken en dat de samenstelling ook door het jaar heen niet stabiel is.

### 2.5.1 Drainwater

Drainwater komt tijdens de hele teelt vrij en wordt in principe hergebruikt in het klaarmaken van de nieuwe voedingsoplossing, zoals ook voorgeschreven in milieuwetgeving (Emissieloos telen in 2027, [11]). Om dit water te kunnen hergebruiken, passen de telers over het algemeen filtratie (100 – 25 µm) toe voor het verwijderen van deeltjes en passen ze ontsmetting toe voor preventie van ziekteverspreiding door toepassing van verhitting, UV of ozon. In Tabel 3 is voor komkommer, aardbei en phalaenopsis een overzicht gegeven van verschillende samenstellingen van drainwater, gemeten bij verschillende telers. Het drainwater van tomaat is niet gegeven, maar zal niet sterk afwijken van die van komkommer. Het volume aan drainwater wordt voor het grootste deel hergebruikt. Binnen de emissienormen stikstof kan een teler nog maar ongeveer 200 m<sup>3</sup>/ha/jaar aan drainwater lozen, afhankelijk van de concentratie stikstof in het water.

**Tabel 3: Samenstelling en volume van drainwater [3].**

Gewas	Komkommer	Komkommer	Aardbei	Aardbei	Phalaenopsis	Phalaenopsis
m <sup>3</sup> /ha/jaar	3.000	3.000	3.000	3.000	7.000	7.000
EC (mS/cm)	2,4	1,2	1,3	2,5	1,3	1,2
pH	6,3	5,9	7	5,1	6,9	5,9
NH <sub>4</sub> (mmol/L)	1,8	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
K (mmol/L)	3,3	3,8	2,4	1,2	4,9	3,9
Na (mmol/L)	2,2	0,9	0,3	0,4	0,5	0,5
Ca (mmol/L)	4,8	1,6	4	11,5	1,8	1,9
Mg (mmol/L)	2,5	0,9	1,1	2,3	1,1	1,1
NO <sub>3</sub> (mmol/L)	14,7	7	7,4	17,1	7,3	6,2
Cl (mmol/L)	1,3	0,3	<0,1	<0,1	0,4	0,3
SO <sub>4</sub> (mmol/L)	2,2	0,9	1,9	4,2	0,6	0,6
HCO <sub>3</sub> (mmol/L)	0,1	<0,1	0,6	<0,1	1,8	0,3
P (mmol/L)	0,08	0,12	0,44	1,3	0,54	1,4
Si (mmol/L)	0,18	<0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
Fe (µmol/L)	2,5	4,4	24,9	102	8,1	8,6
Mn (µmol/L)	6,9	2,2	0,9	43,5	4	6,8
Zn (µmol/L)	93	14,5	10,5	25,2	9,1	10,3
B (µmol/L)	21	14	9	<4	8,5	13
Cu (µmol/L)	0,9	0,4	1,1	1,4	2	2,9
Mo (µmol/L)	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,82
Al (µg/L)		14,3	1,3	22,6		5,6
As (µg/L)		0,15	0,35	0,5		1,1
Ba (µg/L)		7,7	62,8	88,6		2,4
Cd (µg/L)		<0,1	0,13	0,4		0,4
Cr (µg/L)		0,73	0,46	1,2		0,1
Co (µg/L)		2,4	3	4,7		1,3
Hg (µg/L)		<0,05	<0,05	<0,05		<0,05
Pb (µg/L)		0,1	2,9	0,9		0,2
Ni (µg/L)		17,7	8	9,3		14,8
Sn (µg/L)		<1	<1	<1		<1
Ag (µg/L)		<0,5	<0,5	<0,5		1,7

Voor het experimenteren en/of doorrekenen van technologieën voor drainwater behandeling wordt vaak Standaard Water [14] als uitgangspunt gebruikt. Dit Standaard Water wordt gebruikt omdat het een realistische worst-case samenstelling van drainwater is (zie Tabel 4). Daarnaast is ook weergegeven hoeveel schoon water en nitraat er maximaal teruggewonnen kan worden uit Standaard Water, en hoeveel zouten er theoretisch maximaal als bijproduct geproduceerd kunnen worden als we uitgaan van 200 m<sup>3</sup>/ha/jaar drainwater wat geloosd mag worden. Hier valt uit af te leiden dat in Standaard Water veel meer nitraat aanwezig is dan in grondwater (zie Tabel 2).

**Tabel 4: Totale concentratie zout en nitraat in drainwater, zoals in Standaard Water. Maximale water, zout en nitraat hoeveelheden zijn op basis van lozen van 200 m<sup>3</sup> drainwater/ha/jaar.**

	TDS (g/L)	pH	EC (mS/cm)	NO <sub>3</sub> (mg/L)	Max water (m <sup>3</sup> /ha/jaar)	Max totaal aantal zout (kg/ha/jaar)	Totaal NO <sub>3</sub> (kg/ha/jaar)
<b>Drainwater</b>	2,8	5,5	3	1.050	200	550	210

Ondanks dat drainwater veel hergebruikt wordt, kunnen er verschillende redenen zijn voor telers om drainwater te lozen:

- Oplopende concentratie van een element (in de praktijk wordt de samenstelling van het drainwater per element eens per 1 – 2 weken gemeten door monsternamen en analyse op een onderzoekslab); er wordt meer het systeem ingebracht dan het gewas kan opnemen, waardoor uiteindelijk een concentratie bereikt wordt die schade of groeiremming geeft:

- Het meest genoemde element waarvoor dit het geval is, is natrium. Natrium komt het teeltsysteem in via het gietwater (weinig via hemelwater, meer via grond- en oppervlaktewater), sommige soorten substraat en in mindere mate via meststoffen en schoonmaakproducten. Er is veel bekend over schadegrenzen voor natrium, vastgesteld in het project Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten (1 en 2) [13].
- Zink is een ander element waarvoor ophoping kan optreden, met name in de teelt van phalaenopsis en gerbera. In deze teelten lost zink op vanuit het teeltsysteem (gaastafels, staanders van potten). Er zijn geen schadegrenzen bekend, probleem uit zich vooral als een tekort aan ijzer [2].
- Onbalans in nutriëntensamenstelling.
- Teveel drainwater met te hoge geleidbaarheid (een indicatie voor de totale zoutconcentratie (EC)) om te kunnen bijmengen. Dit komt af en toe voor bij telers van phalaenopsis en heeft mogelijk te maken met het gebruik van slow release fertilizers.
- (Angst voor) verspreiding van ziekten.
- Gevoel dat groeiremming van het gewas optreedt.
- Uit gewoonte.

## 2.5.2 Waterstromen teeltwisseling substraatteelt

Tijdens de teeltwisseling in substraatteelten wordt in meerdere stappen water gebruikt om het teeltsysteem schoon te maken en de nieuwe teelt op te kunnen starten. Dit water komt ook vrij als drain-/afvalwater:

- Drainwater van doorsteken steenwolmatten: bij de start van de teelt komt een flinke golf water uit de steenwolmatten. Sommige telers zijn bang voor stoffen die uit het nieuwe substraat vrij kunnen komen. Onderzoek heeft aangetoond dat het eerder de reinigingsproducten van de teeltwisseling zijn die deze groeiremming veroorzaken. Het is dus verstandig om het systeem zeer goed na te spoelen met schoon water, voor de start van de teelt. Water wordt opgevangen in het drainsysteem, maar wordt na zuivering geloosd vanwege de samenstelling.
- Water van bufferen kokosmat: bij de start van de teelt op kokossubstraat moeten enkelwaardige ionen (natrium en kalium) vervangen worden door magnesium en calcium om tekorten later in de teelt te voorkomen. Het is ook mogelijk gebufferde kokos aan te schaffen. Verwijderen van natrium uit het opgevangen water kan noodzakelijk zijn voor hergebruik.
- Drainwater van start teelt: bij voldoende spoelen van het teeltsysteem na het schoonmaken, is de samenstelling gelijk aan drainwater tijdens de teelt, zie Tabel 3.
- Reinigen van de teeltgoot: tijdens de teeltwisseling worden de teeltgoten schoongespoten. Deel valt op de vloer, een deel wordt opgevangen in het drainsysteem. Dit water kan reinigings- of ontsmettingsmiddelen bevatten, die een probleem kunnen vormen voor de volgende teelt.
- Reiniging binnenzijde kasdek: tijdens de teeltwisseling wordt de binnenzijde van het kasdek schoongemaakt om zo veel mogelijk licht te benutten in de nieuwe teelt. Hiervoor worden vaak producten op basis van fluoride gebruikt om het glas licht te etsen. Een deel van het water wordt opgevangen in het condenswatersysteem, een deel valt op de grond. Hergebruik na intensieve waterbehandeling voor de verwijdering van deeltjes, fluoride en ontsmetting eventueel mogelijk.
- Reiniging binnenzijde irrigatieleidingen: tijdens de teeltwisseling worden de leidingen gereinigd van biofilm en neergeslagen meststoffen. Dit wordt in meerdere stappen uitgevoerd, onder andere met zuur, loog en ontsmettingsmiddel. Water komt meestal terecht op het betonpad door de eindkap van de druppelleiding eraf te draaien. Een retourleiding kan hiervoor een oplossing zijn. Verwijderen van deeltjes, ongewenste stoffen en ontsmetten kan noodzakelijk zijn om hergebruik mogelijk te maken. Ook is aandacht nodig voor de pH van het water.
- Reiniging teeltvloeren: betonvloeren in opkweek van jonge groenteplanten en verschillende plantenteelten worden geregeld schoongemaakt en ontsmet om verspreiding van ziekten te voorkomen.
- Bodemslib drainsilo: tijdens de teelt ontstaat er een sliblaag op de bodem van drainsilo's. Deze dikke fractie moet verwijderd worden om te voorkomen dat het een broedplaats voor pathogenen wordt.

In het rapport "Kwantificering waterige reststromen glastuinbouw" [3], wordt voor al deze waterstromen de hoeveelheid en de frequentie in de verschillende teelten verder uitgewerkt, waarvan in Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7 en Tabel 8 een samenvatting is weergegeven.

**Tabel 5: Samenstelling waterstromen tijdens teeltwisseling [3].**

Waterstroom	Doorsteken steenwolmat	Doorspoelen steenwol-blokjes	Doorsteken steenwolmat	Doorsteken steenwolmat	Bufferen kokosmat	Reinigen teeltgoot	Reinigen teeltgoot	Reinigen teeltgoot	Reinigen binnenzijde kasdek	Reinigen binnenzijde kasdek	Reinigen binnenzijde kasdek	Reinigen irrigatie-leidingen	Reinigen irrigatie-leidingen	Reinigen irrigatie-leidingen	Bodemslib drainsilo	Bodemslib drainsilo
Gewas	Tomaat	Gerbera	Roos	Komkommer		Tomaat	Komkommer	Paprika	Tomaat	Paprika	Komkommer	Tomaat	Komkommer	Paprika	Komkommer	Phalaenopsis
m <sup>3</sup> /ha/jaar	20	20	20	20	60	60	60	60	60	60	60	20 - 40	20 - 40	20 - 40		
EC (mS/cm)	1,5	0,9	1,5	2	6	2,9	1,7	2,2	0,32	0,31	0,62	0,11	1,4	7,3	11	0,45
pH	6	6	6	6	2,4	6,8	8,1	5,6	3,4	5,1	5,9	4,1	7,7	2	4,7	6,9
NH <sub>4</sub> (mmol/L)	1	0,75	1	1,25	0,6	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,6
K (mmol/L)	6,5	4,5	4,5	8	9,3	11,1	0,5	3,8	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	2,8	0,1	4,2	0,1
Na (mmol/L)	0	0	0	0	2,6	0,9	10,7	5,2	0,2	0,5	0,7	0,3	0,6	0,3	51,6	<0,1
Ca (mmol/L)	2,8	1,6	3,25	4	2,5	5,5	2,8	4,5	<0,1	0,4	0,6	<0,1	3,9	0,3	31,5	<0,1
Mg (mmol/L)	1	0,4	1,5	1,38	1,4	2,4	0,3	1,6	<0,1	0,2	0,2	<0,1	1,4	<0,1	6	<0,1
NO <sub>3</sub> (mmol/L)	10,8	7,25	11,25	16	12,9	6,9	0,9	10,8				0,3	6,2	20,2	38,8	0,8
Cl (mmol/L)	0	0	0	0	6,1	10,5	8,3	3,6	0,3	0,9	0,4	0,3	0,7	0,3	55,2	0,6
SO <sub>4</sub> (mmol/L)	1,5	0,7	1,25	1,38	0,4	3,4	0,4	2,3	0,3	0,8	1,6	<0,1	1,3	<0,1	3,3	<0,1
HCO <sub>3</sub> (mmol/L)	0	0	0	0	0,2	1,3	30	0,1	<0,1	0,2	0,3	<0,1	3,6	<0,1	<0,1	3,9
P (mmol/L)	1,3	0,6	1,25	1,25	0,29	0,75	0,05	0,63	<0,1	<0,1	0,3	<0,05	0,4	0,15	12	<0,05
Fe (µmol/L)	15	25	25	15	1,6	8,4	0,7	17,8	<0,05	0,1	<0,05	0,6	11,2	15,4	26,1	1,2
Mn (µmol/L)	10	5	5	10	2,8	6	0,1	6,6	2,1	1,6	5,6	0,4	7,8	6,3	628	0,3
Zn (µmol/L)	4	3	3,5	5	2,9	31,2	3	87,3	0,5	4,7	1,1	1,6	4,2	17	81,5	1,1
B (µmol/L)	20	20	20	25	17	38	6	62	34,3	24,2	1,397	<4	18	<4	217	<4
Cu (µmol/L)	0,8	0,5	0,75	0,75	0,2	1,3	0,4	1,1	<4	7	8	<0,1	0,6	1,3	5,3	<,1
Mo (µmol/L)	0,5	0,5	0,75	0,5	0,1	1,1	<0,1	0,14	0,1	0,3	0,4	<0,1	0,44	<0,1	0,17	<0,1
CZV (mg/L)						58	27	150	10	12	56	<10	12,6	2,360	16,900	
TOC (mg/L)						36	25	59	7	16	24	9,1	8,5	22		
F (mg/L)									42	5	124					

Voor telers is vooral de concentratie natrium belangrijk, van de overige elementen wordt vooral naar de onderlinge verhouding gekeken.

Bij het reinigen van de binnenzijde van het kasdek wordt vaak gebruik gemaakt van fluoride houdende producten. Overige reinigingsmiddelen worden niet in de tabel weergegeven, maar van verschillende van deze middelen is wel bekend dat ze groeiremming in het jonge gewas kunnen veroorzaken [7].

### 2.5.3 Onderbemaling bij substraatteelten

Bij een deel van de substraattelers is een drainagesysteem aanwezig onder de teeltvloer, waarmee normaal gesproken alleen het grondwaterpeil wordt geregeld. Het vrijkomende water wordt onderbemalingswater genoemd. Water dat via lekkage van het teeltsysteem op de vloer terecht komt, komt ook in deze waterstroom terecht. Deze waterstroom wordt over het algemeen niet gebruikt voor irrigatie van de teelt, maar zou daar eventueel wel geschikt voor kunnen worden gemaakt. Zouten zullen het grootste probleem vormen voor toepassing in de teelt, maar ook borium en bicarbonaat kunnen problemen veroorzaken. Hoeveelheden lopen sterk uiteen, afhankelijk van de locatie. Samenstelling van dit water van drie teelten is weergegeven in Tabel 6. De getoonde metingen zijn drie voorbeelden van een samenstelling van onderbemalingswater en geven een indicatie van de variatie waarmee rekening moet worden gehouden bij de toepassing van waterbehandeling. De samenstelling van het onderbemalingswater is in sterke mate afhankelijk van de samenstelling en hoeveelheid kwel en inzijging. Bij phalaenopsis lijkt het water vooral uit de ondergrond omhoog te komen (zoute kwel), doordat de EC vooral bestaat uit natrium en calcium en veel bicarbonaat bevat. Bij paprika is wat meer nitraat aanwezig, zodat waarschijnlijk meer drainwater/lekkage naar het onderbemalingsstelsel plaatsvindt.

**Tabel 6: Samenstelling onderbemalingswater substraatteelten [3].**

Gewas	Paprika	Phalaenopsis	Freesia
EC (mS/cm)	2,2	1,6	0,22
pH	7,9	6,9	6,8
NH <sub>4</sub> (mmol/L)	<0,1	0,6	0,3
K (mmol/L)	2	0,4	0,3
Na (mmol/L)	2,5	6,5	0,3
Ca (mmol/L)	9,4	3,9	0,2
Mg (mmol/L)	1,7	1,5	0,2
NO <sub>3</sub> (mmol/L)	5,9	0,1	1,1
Cl (mmol/L)	1,8	6	0,3
SO <sub>4</sub> (mmol/L)	5,2	0,6	<0,1
HCO <sub>3</sub> (mmol/L)	7,5	10,1	0,4
P (mmol/L)	0,1	0,05	0,1
Fe (µmol/L)	2,8	16,5	4,4
Mn (µmol/L)	8,1	11,5	0,3
Zn (µmol/L)	0,6	0,2	0,6
B (µmol/L)	38	43	<4
Cu (µmol/L)	0,2	<0,1	<0,1
Mo (µmol/L)	0,21	<0,1	0,19
CZV (mg/L)	22		
TOC (mg/L)	13		
F (mg/L)		0,38	0,18

### 2.5.4 Filterspoelwater

Er zijn allerlei methoden beschikbaar om het lozen van filterspoelwater te voorkomen [4]. Het gebruik van een doekfilter voorkomt de vorming van spoelwater. In veel gevallen wordt het spoelwater ook teruggevoerd naar de vuil draintank om de deeltjes daar te laten bezinken. Deeltjes moeten dan later worden afgevoerd door verwijderen van het bodemslib van de drainsilo. In Tabel 7 wordt van vier bedrijven de samenstelling

van het filterspoelwater weergegeven, waarbij gespoeld is met hemelwater of drainwater. De metingen zijn hier in enkelvoud uitgevoerd.

**Tabel 7: Samenstelling filterspoelwater, in komkommer gespoeld met hemelwater, in phalaenopsis gespoeld met drainwater, in gerbera bedrijf 1 gespoeld met drainwater, in gerbera bedrijf 2 gespoeld met drainwater [9].**

Gewas	Komkommer	Phalaenopsis	Gerbera bedrijf 1	Gerbera bedrijf 2
m <sup>3</sup> /ha/jaar	10 – 200	10 – 200	10 – 200	10 – 200
EC (mS/cm)	<0,1		2.7	0.96
pH	5,6		6	5.6
NH <sub>4</sub> (mmol/L)	<0,1	<0,1	<0.1	<0.1
K (mmol/L)	<0,1	<0,1	5.9	2.4
Na (mmol/L)	0,2	0,3	1.4	0.8
Ca (mmol/L)	<0,1	0,2	6.6	2.1
Mg (mmol/L)	<0,1	<0,1	3.1	0.8
NO <sub>3</sub> (mmol/L)	<0,1	14,1	16.5	4.8
Cl (mmol/L)	0,3	0,3	3.6	1.2
SO <sub>4</sub> (mmol/L)	<0,1	<0,1	2.2	0.9
HCO <sub>3</sub> (mmol/L)	<0,1	<0,1	0.3	<0.1
P (mmol/L)	<0,05	<0,05	0.7	0.45
Fe (µmol/L)	6,1	31,6	35.5	23.3
Mn (µmol/L)	2,5	0,9	1.6	1.5
Zn (µmol/L)	1,2	4,5	18	8.8
B (µmol/L)	10	<4	22	16
Cu (µmol/L)	0,2	1,9	1.1	0.6
Mo (µmol/L)	0.13	<0.1	0.36	0.27
CZV (mg/L)	22			
TOC (mg/L)	11			

### 2.5.5 Drainagewater grondteelten

In grondteelten kan ook een deel van de overirrigatie worden opgevangen via het drainagesysteem onder de teelt (drainagewater). Dit systeem is niet bij alle telers aanwezig, omdat de omstandigheden van de bodem dit moeten toelaten. Als er geen drainagesysteem aanwezig is, spoelt alle overirrigatie uit naar de diepere ondergrond. De hoeveelheid water dat via het drainagewater opgevangen wordt, is sterk afhankelijk van de irrigatiestrategie van de teler en de fysieke omstandigheden op het bedrijf (diepte van de grondwaterstand ten opzichte van de diepte van het drainagesysteem). Er zijn methodes ontwikkeld die de teler kunnen helpen om water te geven zonder dat er uitspoeling optreedt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een fysieke of een virtuele lysimeter [6], die de hoeveelheid drainagewater meet en op basis van klimaat- en bodemgegevens en berekent hoeveel water er moet worden gegeven om uitspoeling te voorkomen.

Op veel locaties komt ook water vanuit de ondergrond omhoog (kwel en inzijging), wat in het drainagesysteem terecht komt, wat tot extra drainwater leidt. Afhankelijk van de locatie dan dit kwel water zout zijn, wat daarmee ook tot extra zoutlast zorgt.

De samenstelling van het drainagewater van twee grondteelt bedrijven is weergegeven in Tabel 8 [5].

**Tabel 8: Samenstelling van drainagewater in grondteelten. Het gaat hierbij om twee steekmonsters, die zijn daarmee een voorbeeld van de variatie die kan voorkomen afhankelijk van teelt en locatie [5].**

Gewas	Lelie	Chryasant
EC (mS/cm)	4,2	3,2
pH	7,1	7,4
NH <sub>4</sub> (mmol/L)	0,1	0,1
K (mmol/L)	3,7	3,8
Na (mmol/L)	4,5	3,7
Ca (mmol/L)	12,8	11,3
Mg (mmol/L)	8	4,6
NO <sub>3</sub> (mmol/L)	11,1	7,6
Cl (mmol/L)	7,7	5,6
SO <sub>4</sub> (mmol/L)	10,3	6,6
HCO <sub>3</sub> (mmol/L)	10,7	11,5
P (mmol/L)	0,16	0,15
Fe (µmol/L)	0,67	0,5
Mn (µmol/L)	1,1	3,7
Zn (µmol/L)	3,4	4
B (µmol/L)	0,4	0,9
Cu (µmol/L)	43	37
Mo (µmol/L)	0,4	0,5
Al (µg/L)	24,6	
As (µg/L)	33,4	
Ba (µg/L)	279	
Cd (µg/L)	2,7	
Cr (µg/L)	10,4	
Co (µg/L)	6,3	
Hg (µg/L)	0	
Pb (µg/L)	0,39	
Ni (µg/L)	43,8	
Sn (µg/L)	0	
Ag (µg/L)	0,78	

## 2.6 Vergelijking grondwater vs. drainwater

In de glastuinbouw wordt grondwater gebruikt als aanvulling op regenwater voor gietwaterproductie. De gebruikte hoeveelheid aanvullend gietwater is ongeveer 3.000 m<sup>3</sup>/ha/jaar, waarbij afhankelijk van de locatie minimaal 2.000 – 19.000 kg/ha/jaar zout vrijkomt als afvalstroom, en <18,6 kg/ha/jaar nitraat (zie paragraaf 2.1. Dit is bij een waterrecovery van 100%. In de huidige situatie, met een recovery van 50%, komen twee keer zo grote hoeveelheden vrij als afvalstroom, en is de concentraatstroom 3.000 m<sup>3</sup>/ha/jaar.

Zoals in paragraaf 2.5.1 wordt besproken, wordt er momenteel gemiddeld 200 m<sup>3</sup>/ha/jaar aan drainwater geloosd. Dit bevat 550 kg/ha/jaar aan zouten, en 210 kg/ha/jaar nitraat.

Hieruit blijkt dat de hoeveelheden zout die vrijkomen bij de productie van gietwater uit grondwater veel groter zijn dan vrijkomen in drainwater, en dat voor nitraat juist het omgekeerde geldt. Momenteel komt bij een recovery van 50% ook 3.000 m<sup>3</sup>/ha/jaar concentraat vrij bij de productie van gietwater uit grondwater. Dit is een veel groter volume dan het drainvolume wat vrij komt.

Logische conclusie is dus om bij de productie van gietwater in dit project vooral te kijken naar het verhogen van de water recovery en daarmee minimalisatie van de hoeveelheid zouten die vrijkomen, en op de waardevolle terugwinning van deze zouten. Bij drainwater zal de focus juist liggen op nutriënten terugwinning (met stikstof als toetsstof).



---

Wanneer de recovery naar nagenoeg 100% gebracht kan worden, kan de hoeveelheid grondwater dus al tot bijna de helft worden gereduceerd, van 6.000 m<sup>3</sup>/ha/jaar naar ruim 3.000 m<sup>3</sup>/ha/jaar. Wanneer ook nog eens wordt ingezet op volledig hergebruik van de afvalwaterstromen (of ten minste het drainwater, 200 m<sup>3</sup>/ha/jaar), is er nog maar 2.800 m<sup>3</sup>/ha/jaar aanvullend gietwater nodig naast regenwater. Dat betekent dat er in het ideale geval totaal 54% minder grondwater opgepompt hoeft te worden.

---

## 3 Conclusie

Goede kwaliteit gietwater is een belangrijke voorwaarde om in substraatteelten de waterkringloop op het bedrijf gesloten te kunnen houden. De belangrijkste bron van gietwater is hemelwater, maar in sommige periodes in het jaar is een aanvullende bron nodig. Hiervoor wordt grondwater gebruikt, maar dat is in veel regio's te zout om direct te kunnen gebruiken. Ontzouten met behulp van omgekeerde osmose zorgt momenteel voor goede kwaliteit gietwater, maar creëert een probleem met het afvoeren van brijn (geconcentreerde reststroom met zouten). Aangezien de grondwatersamenstelling verschilt per regio, moet er gekeken worden per locatie wat een mogelijke technologische oplossing is voor de brijnen. Ook moet er voor deze brijnen een afzetmarkt gevonden worden.

Daarnaast kunnen bepaalde stoffen zich tijdens de teelt ophopen in het teeltsysteem als ze meer worden toegevoegd dan dat het gewas ze kan opnemen. Als concentraties te hoog oplopen, kunnen telers ervoor kiezen om het drainwater te lozen en worden deze stoffen afgevoerd. Binnen de milieuwetgeving (als Nederlandse invulling van de Europese Kaderrichtlijn Water) zijn er grenzen afgesproken voor de vracht stikstof (in kg N/ha/jaar) die mag worden geloosd, en er is een plicht om gewasbeschermingsmiddelen te verwijderen.

De belangrijkste emissiestromen uit substraatteelten komen vrij tijdens de teeltwisseling, waarbij telers met name bang zijn voor de concentratie natrium, en voor verspreiding van ziektes en onbekende stoffen die groeiremming in het nieuwe gewas kunnen veroorzaken. Voor bepaalde gewassen zijn naast natrium nog specifieke elementen belangrijk om niet te hoog te laten oplopen in concentratie (bijvoorbeeld silicium en zink).

Het advies voor het vervolgonderzoek op gietwaterproductie uit grondwater is om het grondwaterverbruik te verminderen door het verhogen van de schoon water recovery uit grondwater. Hierdoor wordt een kleinere hoeveelheid brijn met een hogere concentratie geproduceerd als reststroom. Er kan worden toegewerkt naar waardevolle winning van de zouten voor hergebruik. Door toe te werken naar nagenoeg 100% recovery van het grondwater en in te zetten op volledig hergebruik van afvalwaterstromen, kan een besparing van 54% grondwater worden gerealiseerd. Voor vervolgonderzoek op het drainwater ligt de focus op het terugwinnen van nutriënten (stikstof) uit te lozen drainwater of het verwijderen van specifieke componenten die hergebruik in de weg staan.

---

# Literatuur

- [1] Van Os, E., Blok, C., Waked, L., 2016. Deep Flow Technique (DFT) and Nutrient Film technique (NFT) for the cultivation of Lettuce. Technical information sheet. <https://edepot.wur.nl/403804>
- [2] B. Eveleens, J.P.M. van Ruijven, 2023. Zink in recirculerende teeltsystemen. Rapport WPR-1297. [https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/nieuws/selectief-zinkmembraan-kan-kwaliteit-drainwater-verbeteren/#\\_](https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/nieuws/selectief-zinkmembraan-kan-kwaliteit-drainwater-verbeteren/#_)
- [3] Van Ruijven, J.P.M., 2023. Kwantificering waterige reststromen glastuinbouw. Rapport WPR-1228. DOI: <https://doi.org/10.18174/642068>
- [4] Van Ruijven, J., Eveleens, B., Koeman, N., 2023. Optimalisatie filtratie. Rapport WPR- 1295. DOI: <https://doi.org/10.18174/650160>.
- [5] Van Os, E., Van Ruijven, J., Eveleens, B., Oud, N., 2024. Kringloopbestendig telen en in grond en zandbedden. Rapport WPR-1290. DOI: <https://doi.org/10.18174/648541>
- [6] W. Voogt, J. Stoenner, J. Balendonck, A. van Winkel, 2023. Validatie van de virtuele lysimeter. Rapport WPR-1224
- [7] E. van Os, I. Stijger, B. Eveleens, N. Oud, S. Breeuwsma, J. Steenhuizen, 2022. Methodiekontwikkeling schadegrensbepaling reinigings- en ontsmettingsmiddelen. Rapport WPR-1149.
- [8] B. Eveleens, J.P.M. van Ruijven, 2023. Zink in recirculerende teeltsystemen. Rapport WPR-1297.
- [9] Van Ruijven, J.P.M., Koeman, N., 2019. Voorkomen en bestrijden emissies kasteelten. Rapport WPR-821. DOI: <https://doi.org/10.18174/477551>
- [10] <https://www.glastuinbouwmodellen.wur.nl/waterstromen>
- [11] <https://iplo.nl/thema/water/afvalwater-activiteiten/agrarische-activiteiten/telen-kweken-gewassen-kas/substraatteelt-kas/>
- [12] [https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/nieuws/uitvraag-verlengen-maatwerk-brijnlozing-door-dcmr-milieudienst-rijnmond/#\\_](https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/nieuws/uitvraag-verlengen-maatwerk-brijnlozing-door-dcmr-milieudienst-rijnmond/#_)
- [13] [https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/onderzoeken/telen-met-toelating-van-meer-natrium-ii/#\\_](https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/onderzoeken/telen-met-toelating-van-meer-natrium-ii/#_)
- [14] <https://iplo.nl/thema/water/afvalwater-activiteiten/agrarische-activiteiten/telen-kweken-gewassen-kas/vaststellen-zuiveringsrendement/#hd288a47a-2b2a-1ac4-5f5c-bad1410b1b65>
- [15] <https://www.yara.nl/gewasvoeding/tomaat/tomaat-groeistadia-en-de-rol-van-voedingselementen/rol-van-borium-in-de-tomatenteelt/>
- [16] <https://www.rhp.nl/nl/rhp-advies-kokossubstraat-voor-aardbeien>
- [17] <https://iplo.nl/thema/water/oppervlaktewater/kaderrichtlijn-water/grondwater-krw/>
- [18] <https://www.olisystems.com/software/oli-studio/>
- [19] [https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/nieuws/bij-natrium-onderscheid-tussen-wortelmilieu-en-plantopname-maken/#\\_](https://www.glastuinbouwwaterproof.nl/nieuws/bij-natrium-onderscheid-tussen-wortelmilieu-en-plantopname-maken/#_)



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



Wageningen Food & Biobased Research  
Bornse Weilanden 9  
6708 WG Wageningen  
E info.wfbr@wur.nl  
wur.nl/wfbr

Rapport 0000  
ISSN 0000-0000

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, 7.700 medewerkers (7.000 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 13.100 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.

