

# Recirculatie van water in de glastuinbouw

Winst voor u en het milieu



*Water is een kostbaar goed dat in de toekomst nog schaarser zal worden. Het duurzaam en efficiënt omspringen met water is één van de uitdagingen van de moderne tuinbouw.*

*Het installeren van een recirculatiesysteem met hergebruik van drainwater past volledig in dit concept. Water en meststoffen worden efficiënter gebruikt, de kostenefficiëntie van de teelt verhoogt en de milieubelasting daalt. Daarom stimuleert de Vlaamse overheid recirculatiesystemen al sinds 2000 door investeringssteun via het Vlaams Landbouwinvesteringsfonds (VLIF).*

*Recirculatie van voedingsoplossingen vereist echter een verscherpte aandacht van de teler. Er worden hogere eisen gesteld aan de kwaliteit van het aanmaakwater en de samenstelling van de gerecirculeerde voedingsoplossing moet nauwlettend opgevolgd worden. Om het risico op de verspreiding van ziekteverwekkende micro-organismen te vermijden, wordt in vele gevallen geopteerd voor een ontsmettingsstelsel.*

*De voorbije drie jaar werd, via een aantal ALT-demonstratieprojecten, veel informatie verzameld over recirculatie van drainwater in de sierteelt, groenteteelt en aardbeienteelt. De projectleiders hebben samen met de afdeling Voorlichting van de Administratie voor het Beheer en de Kwaliteit van de Landbouwproductie van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap de handen in elkaar geslagen om de veelheid aan informatie over ontsmettings- en recirculatiesystemen overzichtelijk en bevattelijk in een brochure weer te geven.*

*Deze brochure is een handige leidraad bij de keuze voor, en de installatie en het gebruik van een recirculatiesysteem. Ze tracht een antwoord te geven op zowel technische vragen als op vragen met betrekking tot de wetgeving.*

*Kortom, met deze brochure kunt u als teler van de toekomst aan de slag om met recirculatie van drainwater zowel voor uzelf als voor het milieu winst te boeken.*

*Noël Van Ginderachter  
directeur-generaal (wnd.)  
Administratie Beheer en Kwaliteit  
van de Landbouwproductie*

*Jules Van Liefferinge  
directeur-generaal  
Administratie Land- en  
Tuinbouw*

Inleiding	5
1. Hoe water hergebruiken?	6
<b>1.1. Aanmaakwater</b>	<b>6</b>
<b>1.1.1. Waterkwaliteit</b>	<b>6</b>
1.1.1.1. Richtwaarden voor de kwaliteit van het aanmaakwater	6
1.1.1.2. Watersamenstelling	7
<b>1.1.2. Waterbronnen</b>	<b>8</b>
1.1.2.1. Regenwater	8
1.1.2.2. Boorputwater	9
1.1.2.3. Openputwater	9
1.1.2.4. Leidingwater	9
<b>1.1.3. Opslag van water</b>	<b>9</b>
1.1.3.1. Opslagmogelijkheden	9
1.1.3.2. Optimale benutting van regenwater	10
1.1.3.3. Algengroei	10
<b>1.2. Recirculatiesystemen</b>	<b>11</b>
<b>1.3. Ontsmetting</b>	<b>12</b>
<b>1.3.1. Ontsmettingssystemen</b>	<b>13</b>
1.3.1.1. Langzame zandfiltratie	13
1.3.1.2. Uv-ontsmetting	15
1.3.1.3. Verhitting	17
1.3.1.4. Ozonisatie	18
<b>1.3.2. Controle van de efficiëntie van ontsmetting</b>	<b>18</b>
<b>1.4. Restdrain</b>	<b>19</b>
<b>1.4.1. Rietvelden</b>	<b>19</b>
1.4.1.1. Types rietvelden	19
1.4.1.2. Werking	20
1.4.1.3. Praktijkvoorbeelden	21
<b>1.4.2. Restdrain benutten op landbouwgrond</b>	<b>22</b>
2. Teelt per teelt	23
<b>2.1. Sierteelt</b>	<b>23</b>
<b>2.1.1. Snijbloemen</b>	<b>23</b>
2.1.1.1. Kwaliteit van het aanmaakwater	23
2.1.1.2. Watergift en -opslag	23
2.1.1.3. Grenswaarden voor drainwater	23
2.1.1.4. Recirculatiesystemen	24
2.1.1.5. Pathogenen	24
2.1.1.6. Ontsmettingssystemen	24
<b>2.1.2. Azalea</b>	<b>25</b>
2.1.2.1. Kwaliteit van het aanmaakwater	25
2.1.2.2. Watergift en -opslag	25
2.1.2.3. Grenswaarden voor drainwater	25
2.1.2.4. Recirculatiesystemen	25
2.1.2.5. Pathogenen	26
2.1.2.6. Ontsmettingssystemen	26

<b>2.1.3. Potplanten</b>	<b>26</b>
2.1.3.1. <i>Kwaliteit van het aanmaakwater</i>	26
2.1.3.2. <i>Watergift en -opslag</i>	27
2.1.3.3. <i>Grenswaarden voor drainwater</i>	27
2.1.3.4. <i>Recirculatiesystemen</i>	27
2.1.3.5. <i>Pathogenen</i>	28
2.1.3.6. <i>Ontsmettingssystemen</i>	28
<b>2.2. Groenteteelt</b>	<b>28</b>
<b>2.2.1. Vruchtgroenten</b>	<b>28</b>
2.2.1.1. <i>Kwaliteit van het aanmaakwater</i>	28
2.2.1.2. <i>Watergift en -opslag</i>	29
2.2.1.3. <i>Grenswaarden voor drainwater</i>	29
2.2.1.4. <i>Recirculatiesystemen</i>	30
2.2.1.5. <i>Pathogenen</i>	30
2.2.1.6. <i>Ontsmettingssystemen</i>	31
<b>2.2.2. Bladgewassen en kruiden</b>	<b>31</b>
2.2.2.1. <i>Kwaliteit van het aanmaakwater</i>	31
2.2.2.2. <i>Watergift en -opslag</i>	31
2.2.2.3. <i>Recirculatiesystemen</i>	31
2.2.2.4. <i>Pathogenen</i>	31
2.2.2.5. <i>Ontsmettingssystemen</i>	32
<b>2.3. Aardbeienteelt</b>	<b>32</b>
<b>2.3.1. Kwaliteit van het aanmaakwater</b>	<b>32</b>
<b>2.3.2. Watergift en -opslag</b>	<b>33</b>
<b>2.3.3. Grenswaarden voor drainwater</b>	<b>33</b>
<b>2.3.4. Recirculatiesystemen</b>	<b>34</b>
<b>2.3.5. Pathogenen</b>	<b>34</b>
<b>2.3.6. Ontsmettingssystemen</b>	<b>34</b>
<b>3. Wat zegt de wet?</b>	<b>35</b>
<b>3.1. Europese Kaderrichtlijn Water en Vlaams Decreet Integraal Waterbeleid</b>	<b>35</b>
<b>3.2. Winning van regen-, grond- en oppervlaktewater</b>	<b>36</b>
<b>3.2.1. Vergunningen</b>	<b>36</b>
3.2.1.1. <i>Vergunning voor de winning van regenwater</i>	36
3.2.1.2. <i>Vergunning voor de winning van grondwater</i>	36
3.2.1.3. <i>Vergunning voor de captatie van oppervlaktewater</i>	37
<b>3.2.2. Heffingen</b>	<b>37</b>
3.2.2.1. <i>Heffing op de winning van grondwater</i>	37
3.2.2.2. <i>Heffing op de captatie van oppervlaktewater</i>	38
3.2.2.3. <i>Heffing op waterverontreiniging</i>	38
<b>3.3. Lozen van afvalwater</b>	<b>40</b>
<b>3.3.1. Ligging van het bedrijf in een bepaalde zuiveringszone</b>	<b>40</b>
<b>3.3.2. Lozen van afvalwater volgens herkomst</b>	<b>40</b>
<b>4. Literatuur</b>	<b>43</b>
<b>5. Bijlagen</b>	<b>45</b>
<b>5.1 ALT-demonstratieprojecten</b>	<b>45</b>
<b>5.2 Nuttige adressen</b>	<b>46</b>
<b>5.3 Afkortingen</b>	<b>47</b>
<b>5.4 Verklarende woordenlijst</b>	<b>47</b>
<b>5.5 Omrekeningstabel elementen</b>	<b>48</b>



*Water is één van de belangrijkste productiefactoren in de glastuinbouw. Het is echter niet onbeperkt voorradig en ook andere sectoren hebben nood aan grote hoeveelheden water van goede kwaliteit. Recirculatie is daarom aangewezen. Steeds meer gewassen worden op substraat geteeld. In het drainwater zijn nog voedingsstoffen aanwezig. Daarom is het waardevol om opnieuw gebruikt te worden. Voordelen van het hergebruiken van drainwater zijn de besparing van water en meststoffen en de verminderde lozing in het milieu.*

*Hoofdstuk 1 geeft een gedetailleerd overzicht over hoe water kan hergebruikt worden. De eisen waaraan het aanmaakwater moet voldoen, zijn strenger bij het hergebruiken dan bij het niet hergebruiken van drainwater. In dit hoofdstuk worden richtlijnen gegeven voor de kwaliteit en de opslag van het aanmaakwater. Bij recirculatie wordt best regenwater gebruikt omdat het weinig of geen ballastzouten bevat. Om het drainwater te ontsmetten worden gewoonlijk langzame zandfilters en uv-ontsmetters gebruikt. Beide methoden hebben voor- en nadelen. Andere methoden worden ook kort aangehaald. Toepassing op landbouwgrond en rietvelden kunnen een oplossing bieden voor het lozen van restdrain.*

*Hoofdstuk 2 gaat per teelt dieper in op de aandachtspunten voor recirculatie: de kwaliteit van het aanmaakwater, watergift en -opslag, grenswaarden voor drainwater, recirculatiesystemen, pathogenen en ontsmettingssystemen. De sierteelt (snijbloemen, azalea en potplanten), de teelt van vruchtgroenten en de aardbeienteelt worden behandeld. Kort wordt ook ingegaan op de, tot nu toe op beperkte schaal toegepaste, grondloze teelt van bladgewassen en kruiden.*

*De regelgeving betreffende lozing verbiedt dat restdrain die onder andere meststoffen bevat, zonder zuivering in beken en grachten geloosd wordt. Het vergunningen- en heffingenbeleid legt bovendien het oppompen van grondwater steeds meer aan banden en maakt het duurder. Hoofdstuk 3 vertelt wat de wet zegt over vergunningen voor en heffingen op winning van regen-, grond- en oppervlaktewater, en over de heffing op waterverontreiniging. De voorwaarden voor lozing van afvalwater komen ook aan bod.*

*Voor wie er nog meer over wil weten, geeft hoofdstuk 4 een lijst met verwijzingen naar bijkomende literatuur. Hoofdstuk 5 bevat onder andere nuttige adressen.*

## 1. Hoe water hergebruiken?

Bij een recirculatiesysteem wordt het drainwater verzameld en hergebruikt in de teelt. Hergebruik vindt meestal plaats na ontzetting van het water om verspreiding van eventueel aanwezige pathogenen te voorkomen. De kwaliteit van het aanmaakwater en van het drainwater vragen speciale aandacht.

In de glastuinbouw is regenwater de waterbron bij uitstek. Regenwater kan gemakkelijk in grote hoeveelheden opgevangen worden dankzij de grote glasoppervlaktes. Bij tekort wordt aangevuld met andere waterbronnen zoals grondwater.

Een ander aandachtspunt is het feit dat de restdrain niet zomaar in oppervlaktewateren kan geloosd worden. Bij lozing van restdrain mag de waterkwaliteit van de ontvangende waterloop niet achteruitgaan.

### 1.1. Aanmaakwater

Omdat bepaalde elementen accumuleren, zijn de eisen waaraan het aanmaakwater moet voldoen strenger bij het hergebruiken van drainwater dan bij het niet hergebruiken. De herkomst van het water is bepalend voor de kwaliteit. Regenwater is ideaal als aanmaakwater. Vandaar dat verder dieper ingegaan wordt op de opslag ervan.

#### 1.1.1. Waterkwaliteit

Bij een standaard wateranalyse worden naast de zuurtegraad (pH) en de elektrische geleidbaarheid (EC), de hoofd- en sporelementen geanalyseerd.

##### 1.1.1.1. Richtwaarden voor de kwaliteit van het aanmaakwater

Tabel 1 geeft een overzicht van algemene richtwaarden voor de waterkwaliteit. Een vergelijking van de ontledingsuitslag van het aanmaakwater met deze waarden laat toe de geschiktheid van het water voor een substraatteelt te beoordelen. Voor specifieke teelten is het mogelijk dat de normen voor waterkwaliteit nog strenger zijn. Daarop wordt in hoofdstuk 3 'Teelt per teelt' ingegaan.

Tabel 1. – Richtwaarden voor de kwaliteit van aanmaakwater bij hergebruik van drainwater

Parameter	Richtwaarde	
PH	> 5,0	
EC (mS/cm) bij 25 °C	< 0,55	
Element	Concentratie	
	In mmol/l	In mg/l
Kalium (K <sup>+</sup> )	< 2,0	< 78
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	< 0,5	< 12
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	< 2,0	< 80
Natrium (Na <sup>+</sup> )	< 0,5	< 11
Ammonium-N (NH <sub>4</sub> -N <sup>+</sup> )	< 0,5	< 7
Silicium (Si)	< 0,4	< 11
Nitraat-N (NO <sub>3</sub> -N)	< 0,5	< 7
Fosfor (P)	< 0,5	< 15
Chloriden (Cl <sup>-</sup> )	< 0,5	< 18
Sulfaten (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	< 0,5	< 48
Bicarbonaten (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	< 4,0	< 244
	In µmol/l	In mg/l
IJzer (Fe <sup>2+</sup> )	< 11	< 0,6
Mangaan (Mn <sup>2+</sup> )	< 10	< 0,5
Koper (Cu <sup>2+</sup> )	< 1	< 0,063
Zink (Zn <sup>2+</sup> )	< 5	< 0,3
Boor (B)	< 25	< 0,3
Molybdeen (Mo)	< 0,5	< 0,05



## 1.1.1.2. Watersamenstelling

### **Zuurtegraad of pH**

De pH van water ligt meestal tussen 4,5 en 8,5. De pH moet altijd samen met het bicarbonaatgehalte worden geïnterpreteerd. Bicarbonaat is een belangrijke buffer voor pH-waarden tussen 5,5 en 7,5: bij toevoeging van zuur aan water dat meer dan 1 mmol/l bicarbonaat bevat, verandert de pH weinig. Anderzijds daalt de pH onmiddellijk bij de minste toevoeging van zuur aan aanmaakwater met weinig bicarbonaat, minder dan 0,5 mmol/l. Toevoeging van zuurwerkende meststoffen, bijvoorbeeld ammoniumhoudende meststoffen, aan aanmaakwater met een laag bicarbonaatgehalte is daarom af te raden.

### **Elektrische geleidbaarheid of EC**

De EC van gietwater is een maat voor het totale gehalte aan aanwezige ionen. Het verschaft geen informatie over de aard van de ionen. De belangrijkste ionen in grond- en oppervlaktewater zijn kalium, natrium, chloride, calcium, magnesium, sulfaat, nitraat en bicarbonaat. Sommige van deze ionen, zoals kalium, calcium, magnesium, nitraat en sulfaat, zijn voedingselementen, andere ionen, zoals natrium en chloride, niet.

De EC wordt uitgedrukt in mS/cm bij 25 °C. Bij meting bij een andere temperatuur moet de waarde gecorrigeerd worden. De betere EC-meters zijn voorzien van een temperatuurcorrector.

Water met een te hoge EC kan ontzout worden met omgekeerde osmose. Boorputwater met een EC van bijvoorbeeld 1,6 mS/cm kan gezuiverd worden tot water met een EC van 0,01 mS/cm. Bepaalde ionen worden moeilijk tegengehouden door de osmosemembranen. Om bijvoorbeeld boor uit het aanmaakwater te halen, kunnen supplementair speciale harsen gebruikt worden.

### **Natrium en chloride**

Natrium en chloride zijn geen voedingselementen. Gezien deze elementen accumuleren, is het gehalte ervan in het aanmaakwater bij voorkeur lager dan 0,5 mmol/l.

### **Stikstof, fosfaat en kalium**

Onder normale omstandigheden bevat grondwater slechts beperkte hoeveelheden, niet meer dan enkele tienden mmol/l, stikstof, fosfaat en kalium. Hogere gehalten duiden veelal op sterke verontreiniging van het water met bijvoorbeeld drainwater van land- of tuinbouwgronden, industrieel of huishoudelijk afvalwater. Beneden bepaalde grenzen is de aanwezigheid van stikstof, fosfaat en kalium in het water niet schadelijk, omdat deze elementen dienen als plantenvoeding. Hoge gehalten aan ammonium duiden op een organische verontreiniging. Het is aanbevolen altijd aard en oorzaak van de verontreiniging op te sporen.

### **Calcium, magnesium en sulfaat**

Calcium en magnesium zijn voedingselementen voor de plant. Indien hun gehalte in het gietwater echter hoger is dan door de plant kan worden opgenomen, blijven ze in het substraat achter en verhoogt de ionenconcentratie van de voedingsoplossing onnodig. Bovendien kunnen calcium en magnesium neerslaan met bicarbonaat; calcium kan ook een neerslag vormen met sulfaat. Calcium en magnesium zijn dus slechts schadelijk indien hun gehalten bepaalde grenzen overschrijden. Bij recirculatie accumuleert calcium. Bijgevolg wordt bij kalkrijk aanmaakwater na enige tijd recirculeren zonder kalknitraat gewerkt. Sulfaat is noodzakelijk voor de plantengroei. Vrijwel alle grondwater bevat enig sulfaat, soms zelfs in hoge gehalten. Hoge concentraties zijn niet meteen schadelijk voor de meeste gewassen. Maar ze verhogen onnodig het zoutgehalte van gietwater en zijn nadelig als ze een overschrijding van de EC-richtwaarden tot gevolg hebben. Bij hoge sulfaatgehalten kan bij het over het gewas heen geven van water een neerslag van calciumsulfaat ontstaan. Deze neerslag is vaak moeilijk te verwijderen omdat gips vrijwel niet oplost in water. Voor de voeding van de meeste gewassen volstaat 0,5 à 1 mmol/l sulfaat. Bij hogere gehalten in het aanmaakwater accumuleert sulfaat, waardoor het na een tijd niet meer mogelijk is sulfaathoudende meststoffen te gebruiken.

### **IJzer**

IJzer dat in het water hoofdzakelijk voorkomt onder de tweewaardige vorm (ferro), wordt door aanraking met zuurstof of door beluchting omgezet in de driewaardige vorm (ferri). Er ontstaat ijzerhydroxide dat neerslaat. Als op voorhand niet ontijzerd wordt, kan dit proces zich in de leidingen afspelen, met mogelijk verstopping van sproeidoppen of druppelaars tot gevolg. Bij meer dan 0,6 mg/l ijzer in het aanmaakwater is ontijzering aanbevolen. Bij een lichte overschrijding van deze norm, tot 1,2 mg/l, kan het water via beluchting ontijzerd worden. Het overpompen van het putwater in een open put langs een fontein bevordert een efficiënte oxidatie van het aanwezige ijzer, waardoor het ijzerhydroxide neerslaat op de bodem van de vijver. Bij hogere ijzergehalten is het wenselijk een ontijzeringsinstallatie te gebruiken.



## Spoorelementen

Als algemene regel geldt dat de concentraties van spoorelementen in het aanmaakwater niet hoger mogen zijn dan die in de standaardvoedingsoplossing. Bepaalde elementen, zoals boor, zink, mangaan, koper en silicium, kunnen in gietwater al bij zeer lage concentraties schadelijk zijn voor de plantengroei. De schade wordt veroorzaakt door opname van een te grote, voor de plant toxische, hoeveelheid van deze elementen.

Boor accumuleert in de voedingsoplossing. Bijgevolg mag het boorgehalte in het aanmaakwater niet meer dan 25  $\mu\text{mol/l}$  bedragen.

Zink komt vooral voor in water dat met verzinkte materialen in aanraking is geweest, zoals regenwater van verzinkte serredeken of water dat in verzinkte buizen wordt getransporteerd. Voor de voeding van de gewassen volstaat een zinkgehalte van 3 tot 5  $\mu\text{mol/l}$ . Bij recirculatie is het zinkgehalte van het aanmaakwater bij voorkeur kleiner dan 5  $\mu\text{mol/l}$ .

Een te hoog mangaangehalte komt vrijwel uitsluitend voor in boorputwater. Het is veelal minder bezwaarlijk dan een hoog zinkgehalte van gietwater omdat mangaan bij hoge pH gemakkelijk wordt geoxideerd en neerslaat als mangaanoxide. Bij lage pH is er weinig of geen oxidatie. Voor recirculatie is het mangaangehalte van het aanmaakwater liefst niet hoger dan 10  $\mu\text{mol/l}$ . Voor mangaangevoelige teelten moet het gehalte nog lager zijn.

Voor de voeding van gewassen is 0,5 à 1  $\mu\text{mol/l}$  koper nodig. Bij gehalten van 2 à 3  $\mu\text{mol/l}$  in het aanmaakwater zal meestal geen vergiftiging in het gewas optreden, zeker niet als in potgrond wordt geteeld. Koper wordt in de grond namelijk sterk geadsorbeerd aan het humuscomplex. Hoge gehalten moeten vermeden worden om onnodige ophoping in het gewas te voorkomen.

In heel wat putwater komt van nature silicium voor. Silicium komt voor in zeer veel mineralen, zoals kwarts en mica, en maakt 28,2 % van de aardkorst (tot 16 m diepte) uit. Het is een bestanddeel van zand en kan in oplossing komen in water. Putwater heeft gewoonlijk een siliciumgehalte van 0,4 à 0,8 mmol/l.

## 1.1.2. Waterbronnen

### 1.1.2.1. Regenwater

Regenwater is door de zeer lage elektrische geleidbaarheid (EC) uitermate geschikt als aanmaakwater voor gesloten teeltsystemen op substraat. Opgevangen regenwater bevat vaak zink, afkomstig van het gegalvaniseerde serredek.

De pH van regenwater bedraagt meestal ongeveer 7. Kenmerkend is het laag bicarbonaatgehalte, minder dan 0,5 mmol/l. Regenwater is dus water met weinig buffer voor zuur. Om het bicarbonaatgehalte te verhogen en voor een vlotte zuurregeling wordt regenwater vaak gemengd met boorputwater of leidingwater.

Table 2. – Voorbeeld van een analyseresultaat van boorputwater met een lage EC maar een veel te hoog ijzergehalte, voor gebruik als aanmaakwater

Parameter	Ontledingsuitslag			Beoordeling
PH	6,8			tamelijk hoog
EC (mS/cm) bij 25 °C	0,288			normaal
Element	Concentratie			
	In mg/l	In meq/l	In mmol/l	
Kalium (K <sup>+</sup> )	2,0	0,05	0,05	laag
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	1	0,08	0,04	laag
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	45	2,25	1,12	normaal
Natrium (Na <sup>+</sup> )	7	0,30	0,30	laag
Ammoniumstikstof (NH <sub>4</sub> -N <sup>+</sup> )	0,2	0,01	0,01	normaal
Silicium (Si)	9,5		0,34	normaal
Nitraatstikstof (NO <sub>3</sub> -N)	3,4	0,24	0,24	normaal
Fosfor (P)	0	0	0	normaal
Chloriden (Cl)	12	0,34	0,34	normaal
Sulfaten (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	2	0,04	0,02	normaal
Bicarbonaten (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	140	2,29	2,29	normaal
Zuurverbruik tot pH 6,5		0,66		
	In mg/l		In $\mu\text{mol/l}$	
Ijzer (Fe <sup>2+</sup> )	12,68		226,95	zeer hoog
Mangaan (Mn <sup>2+</sup> )	0,39		7,06	hoger dan normaal
Koper (Cu <sup>2+</sup> )	0		0	normaal
Zink (Zn <sup>2+</sup> )	0,01		0,13	normaal
Boor (B)	0,03		2,78	normaal
Molybdeen (Mo)	< 0,010		< 0,10	normaal

Bron: Bodemkundige Dienst van België, Heverlee

## 1.1.2.2. Boorputwater

Niet alle boorputwater is geschikt als aanmaakwater voor de substraatteelt. Ondiepe boorputten, minder dan 20 m diep, geven vaak een te hoog ijzergehalte. Diepe boorputten bevatten dikwijls een te hoge concentratie van keukenzout (natriumchloride) en boor. In bepaalde regio's zoals Zuid-Limburg bevat putwater veel kalk.

Tabel 2 toont een voorbeeld van een analyse van boorputwater met een lage EC maar een veel te hoog ijzergehalte.

## 1.1.2.3. Openputwater

Water afkomstig van een open put is vaak een mengsel van regenwater, water dat vanuit de omliggende bodemlagen in de open put infiltreert, en boorputwater dat bijgepompt wordt tijdens droge perioden. De samenstelling van openputwater kan in de loop van het seizoen wijzigen. In de zomer bijvoorbeeld, wanneer het weinig regent en het waterverbruik groot is, bestaat het voor het grootste deel uit water aanwezig in de bovenste bodemlagen, al dan niet gemengd met boorputwater. Afhankelijk van de samenstelling van de bodem en het eventueel toegevoegde boorputwater kan het water zouten of opgelost ijzer bevatten die het minder geschikt maken voor bepaalde teelten. Wanneer 's winters veel regenwater wordt opgevangen van het serredek en het gewas in de serre weinig water vraagt, vormt het overschot aan regenwater een waterbel die extra water bergt in de bodemlagen rond de open put. Die waterbel levert regenwater na de winter en in het voorjaar. Afhankelijk van de weersomstandigheden en de regenval kan de open put soms tot diep in de zomer gietwater van goede kwaliteit leveren. Hoe groter de open put en hoe meer opvang, des te langer kan men genieten van de resten van het regenwater.

Er is in Vlaanderen vrij veel openputwater dat het hele jaar een zeer goede kwaliteit heeft. Regelmatige controle van de elektrische geleidbaarheid (EC) laat toe de kwaliteit van het water in de loop van het seizoen op te volgen.

## 1.1.2.4. Leidingwater

Leidingwater is vrij duur en niet steeds geschikt voor hergebruik. In bepaalde regio's is het leidingwater te rijk aan natrium en chloride, zoals in West- en Oost-Vlaanderen, of te rijk aan kalk, zoals in Zuid-Limburg. Bij hergebruik van kalkrijk water accumuleert calcium in het drainwater, met als gevolg dat er na korte tijd geen calciumnitraat meer nodig is in het voedingsschema. Bij verdere accumulatie loopt de verhouding van calcium tot andere ionen te ver uit balans, wat de opname van deze elementen verstoort.

## 1.1.3. Opslag van regenwater

In Vlaanderen valt jaarlijks ongeveer 780 l neerslag per m<sup>2</sup>. In de praktijk zijn er echter grote verschillen in regenval tussen de jaren en kan niet alle regenwater opgeslagen worden. Bijgevolg is het in de meeste gevallen toch nog nodig beroep te doen op een andere waterbron dan regenwater, bijvoorbeeld grondwater.

### 1.1.3.1. Opslagmogelijkheden

Voor opslag van regenwater worden watersilo's of foliebassins gebruikt. De wateropslag bevindt zich meestal deels in de grond en deels boven de grond. Er bestaan ook systemen waarbij water onder de serre of andere gebouwen wordt gestockeerd.

Watersilo's zijn plaatstalen silo's met een kunststoffolie erin. Foliebassins zijn uitgegraven vijvers die voorzien zijn van een kunststoffolie. Een watersilo neemt minder plaats in dan een foliebassin, maar is over het algemeen duurder dan een foliebassin. Enkel bij kleine types, kleiner dan 500 m<sup>3</sup>, is de kostprijs vergelijkbaar met die van een foliebassin. Een watersilo kan gemakkelijk afgedekt worden om algengroei tegen te gaan. Bij foliebassins is het veel moeilijker om het water af te schermen van licht en kunnen algenproblemen ontstaan.



Voor opslag van regenwater worden watersilo's of foliebassins gebruikt. Een watersilo neemt minder plaats in dan een foliebassin, maar is over het algemeen duurder dan een foliebassin.

### 1.1.3.2. Optimale benutting van regenwater

In de glastuinbouw is de oppervlakte van het serredek gelijk aan de teeltoppervlakte. Al het regenwater dat boven de teeltoppervlakte valt, kan in principe opgevangen worden. Gezien water een kostbaar goed is, is het aan te raden het zo veel mogelijk op te slaan. Om economische redenen is het echter meestal niet verantwoord om alle regenwater op te vangen. De extra regenwaterbenutting weegt vanaf een bepaalde opslag grootte niet meer op tegen de extra kosten voor opslag. Niettemin kan zelfs bij relatief kleine foliebassins of watersilo's een grote hoeveelheid regenwater op een glastuinbouwbedrijf benut worden. Tabel 3 geeft een overzicht van de gemiddelde benutting van regenwater voor een tomatenteelt van 1 ha onder Nederlands klimaat. Deze cijfers zijn ook bruikbaar voor Vlaanderen omdat de weersomstandigheden weinig of niet verschillen. Zelfs bij een wateropslag van 500 m<sup>3</sup> per ha is het mogelijk meer dan de helft van het regenwater op te slaan, omdat de regen verspreid over het jaar valt en er continu ook verbruik van water is. Bij behoefte aan een grote wateropslag wordt bijna altijd geopteerd voor een foliebassin. Daarom staan in de tabel geen gegevens vermeld voor watersilo's groter dan 2.000 m<sup>3</sup>. Waterbassins groter dan 4.000 m<sup>3</sup> per ha teelt hebben in de praktijk eigenlijk geen zin omdat de regenval in Vlaanderen beperkt is tot 780 l/m<sup>2</sup>/jaar en het regenwater met een bassin van 4.000 m<sup>3</sup> per ha teelt bijna volledig opgevangen wordt.

Tabel 3. – Regenwaterbenutting, grondoppervlakte en opvang per jaar voor watersilo's of foliebassins met verschillende inhoud voor 1 ha tomaat

Inhoud regenwateropvang (m <sup>3</sup> ) (1)	Benutting (%) (2)	Grondoppervlak (m <sup>2</sup> )		Opvang per jaar (m <sup>3</sup> )
		Watersilo	Foliebassin	
500	60	225	500	4.600
1.000	70	450	850	5.400
1.500	75	675	1.100	5.800
2.000	80	900	1.350	6.200
2.500	83	(3)	1.850	6.400
3.000	86	(3)	2.000	6.700
4.000	95	(3)	2.500	7.400

(1) netto of effectief bruikbaar volume

(2) t.o.v. theoretisch maximaal mogelijke regenwateropvang van 7.800 m<sup>3</sup>

(3) geen gegevens

Bron: Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2003-2004

### 1.1.3.3. Algengroei

Bij opslag van water is algengroei een probleem dat tijdig moet aangepakt worden. Algen zijn microscopisch kleine organismen die licht en warmte nodig hebben voor hun groei en koolzuurgas (CO<sub>2</sub>) voor de fotosynthese. Hun ontwikkeling kan erg sterk zijn wanneer voldoende voedingsstoffen (onder andere nitraten en fosfor) in het water aanwezig zijn. Algen maken het water meer alkalisch of zorgen dus voor een pH-stijging. Verder kunnen ze het irrigatiesysteem verstoppen en problemen veroorzaken bij de waterontsmetting. Langzame zandfilters slijben bijvoorbeeld gemakkelijker dicht als er veel algen in het water aanwezig zijn.

In de praktijk worden allerlei methoden om algen te bestrijden met wisselend succes toegepast (Tabel 4). Het water afschermen van licht is de beste oplossing, maar dat is enkel bij watersilo's gemakkelijk uitvoerbaar. Bij foliebassins is een drijvend afdekzeil een mogelijkheid. Alternatieve middelen als drijvende kunststofballen zijn duur en hevige wind kan hier spelbreker zijn. Op veel bedrijven wordt gebruik gemaakt van ultrasoonstoestellen om algen te bestrijden. Een ultrasoonstoel is echter duur. De invloed van waterplanten en watervlooiën op algen als mogelijke oplossing is volop in onderzoeksfase. Het gebruik van chemische middelen kan problemen opleveren met de waterkwaliteit en bovendien zijn deze middelen in België voor deze toepassing niet erkend.

Tabel 4. - Voorbeelden van methoden om algen te bestrijden in water

Techniek	Voorbeelden	Opmerking
Lichtafscherming	zeil, kunststofballen	zeer effectief
Ultrasone geluidsgolven	ultrasoonstoel	effectief, mits goede afstelling
Waterplanten	gele lis en andere waterplanten	drijvend op het water of als begroeide lavafilter
Mengen/beluchten van water	stromend water, beluchter	eventueel in combinatie met ultrasoonstoel

#### Meer info over algen:

nieuwsbrieven geïntegreerde bestrijding (Vissers, M. et al., 2005a en 2005b) (zie literatuurlijst achteraan deze brochure). Deze nieuwsbrieven kunnen aangevraagd worden bij het Proefcentrum voor Sierteelt in Destelbergen via e-mail: [info@pcsierteelt.be](mailto:info@pcsierteelt.be) of tel. 09 353 94 94.



Op het Proefcentrum voor Sierteelt in Destelbergen werd een ultrasoon-toestel tegen algen getest. De foto's 'voor en na' spreken voor zich. De linkse foto werd genomen op 25 juli, de rechtse op 8 augustus.



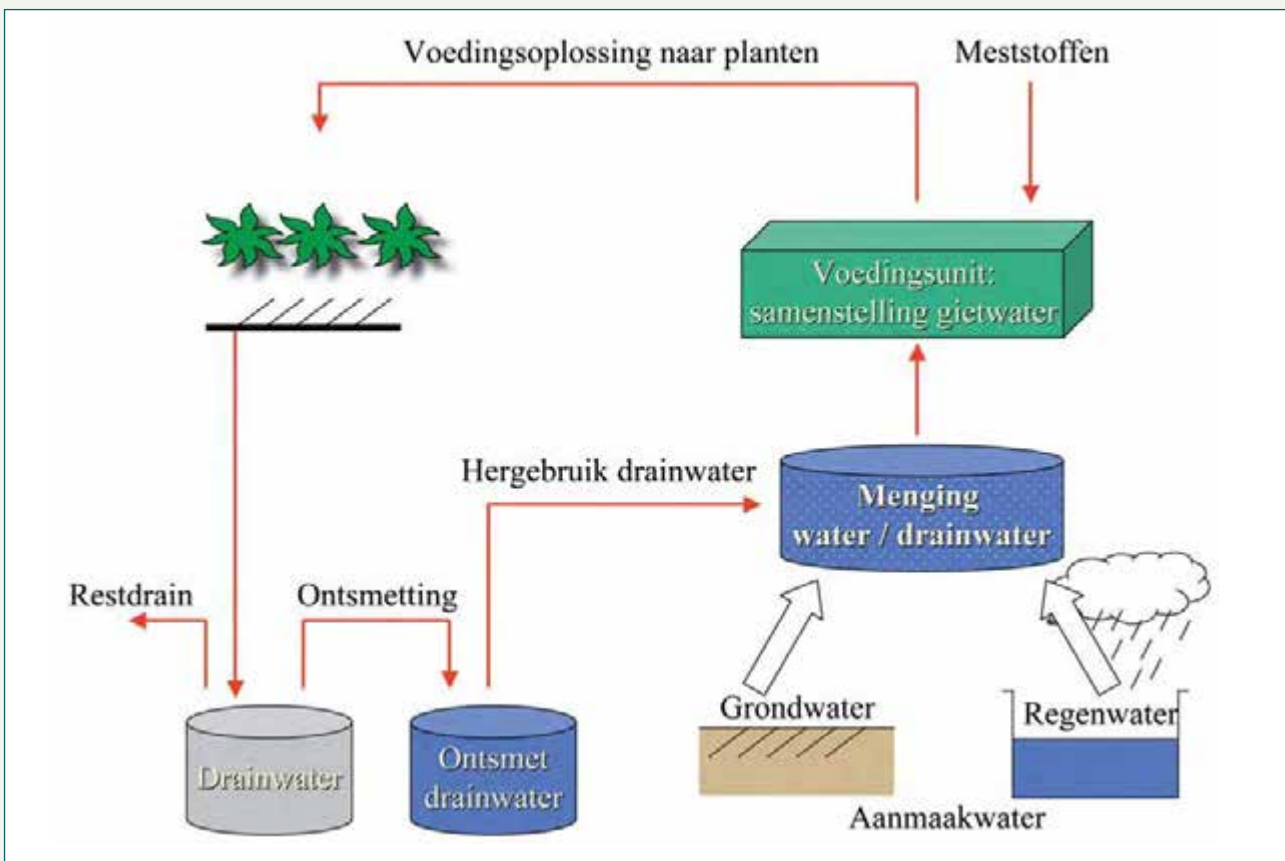
Soms wordt een beluchter samen met een ultrasoon-toestel tegen algen ingezet.

## 1.2. Recirculatiesystemen

Bij een recirculatiesysteem wordt het drainwater hergebruikt in de teelt. Daartoe wordt het opgevangen, verzameld, gefilterd, ontsmet, gemengd met vers water en gevoed met meststoffen. Water en meststoffen worden hergebruikt, wat een kostenbesparing oplevert. Bij teelten met een hoge bemestingsbehoefte, zoals tomaat en paprika, is het financiële rendement gunstiger dan bij teelten met een lagere bemestingsbehoefte, zoals aardbeien.

In Figuur 1 wordt een algemeen schema van een recirculatiesysteem met aanduiding van de verschillende waterstromen weergegeven. De moeilijkste stappen zijn de waterontsmetting en de bemesting.

Figuur 1. – Schema van een recirculatiesysteem



In de tuinbouw worden, afhankelijk van de teelt en teeltwijze, verschillende types recirculatiesystemen gebruikt, gewoonlijk bestaande uit volgende onderdelen:

- een verzamelsysteem voor het drainwater, bijvoorbeeld drainslangen, hangende goten, lavabedden,
- een opslagbassin voor het niet ontsmette water,
- een waterontsmetter, bijvoorbeeld uv-installatie, langzame zandfilter, verhitter,
- een opslagbassin voor het ontsmette water,
- een meng- en bemestingsunit,
- een irrigatie-/fertigatiesysteem,
- een teeltsysteem (substraatmatten, potten, containers).

In hoofdstuk 3 'Teelt per teelt' wordt in detail ingegaan op de recirculatiesystemen die in de betreffende teelten gangbaar zijn. Hergebruik vindt meestal plaats na ontsmetting van het water, om verspreiding van ziektekiemen (pathogenen), die aanwezig kunnen zijn in het drainwater, te voorkomen.

Het mengen van het drainwater met regen- en/of grondwater gebeurt voor of na de ontsmetting. Meestal wordt gemengd na ontsmetting. Menging van het drain- en regen- en/of grondwater kan op verschillende manieren: het drainwater wordt bijgevoegd in de opslag voor regenwater, of het drainwater en het regen- en/of grondwater worden in de bemestingstanks gemengd. Het mengen gebeurt met behulp van een mengkraan volgens een vaste volumeverhouding of wordt gestuurd op basis van de elektrische geleidbaarheid (EC). In het tweede geval wordt een exacte EC-waarde van het mengsel nagestreefd, wat resulteert in een betere sturing van het mineralenevenwicht in het water.

Bij hergebruik van het water dient een opvangmogelijkheid (watersilo of betonnen bassin) voor het niet ontsmette drainwater aanwezig te zijn. De capaciteit van de ontsmettingsinstallatie en de grootte van het opvangbassin dienen dus afgestemd te zijn op de hoeveelheid drainwater op een piekdag. Die verschilt naargelang de teelt (zie hoofdstuk 3 'Teelt per teelt'). Als regenwater mee ontsmet wordt, dient rekening gehouden te worden met het gezamenlijke verbruik van drain- en regenwater op een piekdag.

Een recirculatiesysteem op het bedrijf vraagt van de teler vakkennis en een goede opvolging. De samenstelling van het aanmaakwater is minder constant, omdat het naast regen- en/of grondwater, voor een deel uit drainwater bestaat. Een regelmatige, bijvoorbeeld veertiendaagse, analyse van het drain- of substraatwater is vereist om de bemesting optimaal af te stemmen op de samenstelling van het drainwater en op de behoefte van het gewas in een bepaald teeltstadium.

Bij recirculatie van drainwater moet ophoping van ballastzouten in het substraat (matten, potten, containers) vermeden worden. Daarom is de kwaliteit van het aan het drainwater toegevoegde water van zeer groot belang. Om die reden dient bij recirculatie maximaal gebruik gemaakt te worden van regenwater, dat weinig of geen ballastzouten bevat. Bovendien wordt er overgeïrrigeerd om te vermijden dat het zoutgehalte in het substraat zou stijgen, met een hoeveelheid drainwater tot gevolg. Bij vruchtgroenten bedraagt het drainpercentage 25 à 30 %, in de sierteelt kan het variëren van 10 tot zelfs meer dan 50 %.

**Gesloten teeltsystemen worden via het Vlaamse Landbouwinvesteringsfonds (VLIF) financieel ondersteund.**

**Meer info:**

**Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Land- en Tuinbouw (ALT),  
Afdeling Land- en Tuinbouwondersteuningsbeleid (LTO), Vlaams Landbouwinvesteringsfonds  
Leuvenseplein 4 (3e verdieping), 1000 Brussel, tel. 02 553 63 21, fax 02 553 63 05**

### 1.3. Ontsmetting

Om een massale verspreiding van ziekteverwekkers op het tuinbouwbedrijf te voorkomen is het aanbevolen om, naast het preventief toepassen van een algemene goede bedrijfshygiëne, het recirculatiewater te ontsmetten. Een besmetting kan op allerlei manieren worden veroorzaakt, bijvoorbeeld via besmet regen- of oppervlaktewater of via geïnfecteerd plantenmateriaal. In vergelijking met een open teeltsysteem bestaat bij recirculatie van het voedingswater een verhoogde kans op de verspreiding van ziekteverwekkende micro-organismen. Voornamelijk wortelziekten kunnen problemen geven in de substraatteelt, in het bijzonder ziekten die worden veroorzaakt door *Pythium* of *Phytophthora*. Deze micro-organismen produceren zwemsporen die zeer goed zijn aangepast voor verspreiding in het water binnen een gesloten teeltsysteem. Ook andere schimmels die geen zwemsporen vormen, zoals *Fusarium*, en bacteriën, virussen en nematoden kunnen zich bij hergebruik van het drainwater verspreiden over het bedrijf. Wanneer aan het drainwater regenwater wordt toegevoegd en het regenwaterbassin veel kiemen bevat (bijvoorbeeld *Fusarium*), is het aangeraden het regenwater mee te ontsmetten.

De keuze voor een ontsmettingssysteem wordt bepaald door de benodigde capaciteit, de kostprijs en de beschikbare ruimte. In de praktijk wordt meestal geopteerd voor langzame zandfiltratie, uv-ontsmetting of verhitting.

Het is aangeraden om regelmatig het water voor en na ontsmetting te laten onderzoeken op de aanwezigheid van pathogene micro-organismen. Op die manier wordt de efficiëntie waarmee micro-organismen door de ontsmetter worden afgedood gecontroleerd en kunnen eventuele problemen met de ontsmettingsinstallatie worden opgespoord.

## 1.3.1. Ontsmettingssystemen

### 1.3.1.1. Langzame zandfiltratie

Langzame zandfiltratie is één van de oudste waterzuiveringsmethoden en een goedkope manier om water te ontsmetten.

#### Werking

Een langzame zandfilter heeft naast de fysische werking een biologische werking. Wanneer het water door de zandfilter stroomt, wordt een biologisch actieve slijm laag afgezet. Aan de zandkorrels en de slijm laag worden organische stoffen geadsorbeerd die via oxidatie afgebroken worden. De antimicrobiële werking bestaat erin dat bacteriën en andere micro-organismen worden geadsorbeerd. Ze zijn een voedingsbron voor nuttige micro-organismen die voorkomen in de bovenste lagen van het filtermedium. Dit nuttige biologische leven produceert antagonistische stoffen zoals antibiotica die dodelijk zijn voor de pathogenen. Sporen van plantpathogenen bijvoorbeeld worden geadsorbeerd aan de zandkorrels en dan onder invloed van micro-organismen afgebroken.

#### Opbouw

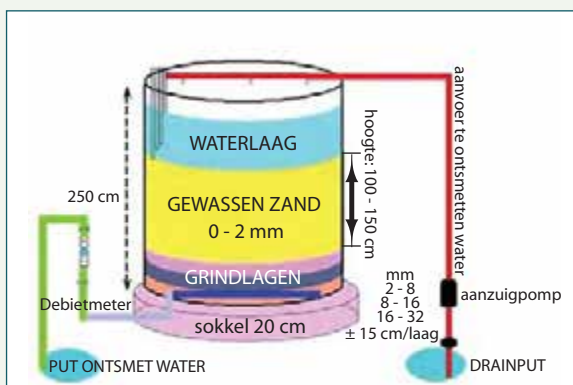
Een langzame zandfilter bestaat uit:

- een waterdichte silo,
- een laag drainwater,
- een filterbed, bestaande uit een zandlaag,
- een drainagesysteem, bestaande uit grindlagen en drainageslang,
- een debietmeter.

De meestal ronde, waterdichte silo is minimaal 2,5 m diep en bestaat meestal uit meerdere metalen ringen. Hij is gevuld met drie grindlagen en een laag gewassen zand (Figuur 2). Van onder naar boven wordt de silo als volgt gevuld:

- een grindlaag van 15 cm dik met korreldiameter tussen 16 en 32 mm; in deze laag ligt een drainageslang die verbonden is met de uitlaat van de filter,
- een grindlaag van 15 cm dik met een korreldiameter tussen 8 en 16 mm,
- een grindlaag van 15 cm dik met een korreldiameter tussen 2 en 8 mm,
- een laag van minimaal 80 cm gewassen zand, om frequent aanvullen te voorkomen best zelfs tussen 100 en 150 cm, met een korreldiameter tussen 0,15 en 2 mm of beter nog tussen 0,15 en 0,35 mm.

Figuur 2. – Schematische voorstelling van een langzame zandfilter met drie grindlagen en een zandlaag



Opbouw van een langzame zandfilter

De functie van het grind is het water goed uit het zand te laten stromen en te voorkomen dat er zand in het drainagesysteem terechtkomt. De zandlaag zuivert het water. De samenstelling van deze laag is dus cruciaal en het zand moet voldoen aan een aantal voorwaarden:

- gewassen en vrij van leem, klei en organisch materiaal. Dat geldt ook voor het grind. Aanwezigheid van kleideeltjes kan de filter doen dichtslibben, met als gevolg dat frequent reinigen nodig zal zijn;
- kalkarm, om een constante pH te kunnen handhaven in het medium;
- uniform. Een niet uniform zandbed geeft wijzigingen in volume en afname van de porositeit, en vertraagt het filtratieproces. Het zand wordt gekarakteriseerd door de uniformiteitscoëfficiënt (UC), die gelijk is aan het quotiënt van  $D_{60}$  en  $D_{10}$  ( $UC = D_{60}/D_{10}$ ).  $D_{10}$  is de maasgrootte van de zeef waarbij 10 % van het totale gewicht aan zand de zeef passeert. Bij  $D_{60}$  is dat 60 % van het zand. De UC moet lager zijn dan 3, en liefst liggen tussen 1,5 en 2;
- de korreldiameter van de verschillende lagen is zeer belangrijk voor een goede werking; hiervoor wordt best een analyse bij de leverancier van het zand opgevraagd.

Na het vullen met grind en zand wordt de zandfilter met water gevuld langs de uitlaat, dus van onder naar boven toe. Hierdoor wordt de aanwezige lucht verwijderd. Nadat de filter gevuld is, wordt het drainwater meestal via sproeiers over het oppervlak verdeeld. Bovenop het zand bevindt zich een 50 tot 150 cm dikke waterlaag. Deze laag duwt het water door de zandlaag. Om de slijm laag niet te beschadigen, is het belangrijk dat het water niet onder te grote druk op het filterbed terechtkomt.

Na installatie is het belangrijk een periode van twee tot vier weken te voorzien waarin de biologische activiteit binnen de filter wordt opgebouwd. Om voldoende biologische activiteit te garanderen is het belangrijk dat de temperatuur minimum 10 à 15 °C bedraagt. Voor warme kasteelten kan het noodzakelijk zijn maatregelen te treffen om deze minimumtemperatuur te handhaven, door de zandfilter te isoleren of binnen te plaatsen. Voor koude kasteelten of buitenteelten zijn deze maatregelen minder noodzakelijk.

Een debietmeter aan de uitstroombuis van de filter controleert de doorstromingsnelheid.

Bij sommige teelten, zoals azalea en boomkwekerijgewassen, is het aangewezen het water voor te filteren, bijvoorbeeld met een zeefbocht, en zo te ontdoen van grof organisch materiaal zoals bladresten en takjes.



*Bij sommige teelten wordt een zeefbocht gebruikt om het water voor te filteren en zo te ontdoen van grof organisch materiaal vooraleer het te ontsmetten met een langzame zandfilter.*

### Onderhoud

Door accumulatie van onzuiverheden in het zandbed neemt het poriënvolume af, vermindert de filtratie van het drainwater en dringt reiniging van de zandfilter zich op. Er moet meer gereinigd worden naarmate meer organisch materiaal in het drainwater aanwezig is, de doorstromingsnelheid hoger is en/of het zand fijner is. Om de filter te reinigen volstaat het meestal om de bovenste 1 à 2 cm van de zandlaag te verwijderen. Het is niet nodig om de volledige zandlaag te vervangen. Vaak wordt aangeraden om gewoon de bovenste 3 à 5 cm van het zandbed om te woelen, zonder zand te verwijderen. Hierdoor herstelt het biologisch evenwicht in de bovenste laag zich vlug.

Ook algen kunnen de werking van de zandfilter verstoren. Daarom is het aan te raden de zandfilter af te dekken zodat de algen geen licht krijgen en hun groei bijgevolg onmogelijk wordt.

### Efficiëntie

De efficiëntie van een langzame zandfilter wordt beïnvloed door de korrel diameter van het zand, idealiter tussen 0,15 en 0,35 mm, en de doorstromingsnelheid. De aanbevolen doorstromingsnelheid van het water ligt tussen 100 en 200 l/m<sup>2</sup> zandoppervlak/h. Hoe trager het water door de filter gaat, hoe langer het water in contact is met de biofilm en hoe effectiever de zuivering verloopt. Tijdens de werking van de zandfilter mag het zand niet uitdrogen om het biologische evenwicht niet te verstoren. Langzame zandfiltratie is interessant bij teelten die te maken hebben met schimmels (*Pythium*, *Phytophthora*, *Olpidium*, *Cylindrocladium*, *Thielaviopsis*) of bacteriën (*Xanthomonas*, *Pseudomonas*, *Erwinia* en *Corynebacterium*). Bij problemen met schimmels die kleine sporen produceren, zoals *Fusarium*, is een lage doorstromingsnelheid, ongeveer 100 l/m<sup>2</sup>/h, het meest efficiënt. Aaltjes en virussen worden onvoldoende verwijderd door een langzame zandfilter. Ze worden initieel tegengehouden, maar zakken vervolgens heel langzaam door de filter en kunnen gedurende zeer lange tijd nog besmettingsgevaar opleveren (van Os et al., 1997).

### Voordelen

- eenvoudige techniek, de installatie kan zelf gebouwd worden;
- lage kostprijs;
- water wordt gezuiverd van organisch materiaal, troebelheid en gesuspenderde deeltjes;
- veel ziekteverwekkers worden verwijderd (schimmels en bacteriën);
- nuttige microflora overleeft.

## Nadelen

- volumineus, maar dient anderzijds ook voor wateropslag;
- de werking is temperatuursafhankelijk;
- niet alle ziekteverwekkers worden tegengehouden.

### 1.3.1.2. Uv-ontsmetting

#### Werking

Bij uv-ontsmetting worden pathogenen afgedood door uv-bestraling. Uv-stralen hebben een golflengte van 100 tot 400 nm. De uvc-stralen, met een golflengte tussen 200 en 280 nm, hebben een kiemdodende werking. Zij beschadigen de DNA-structuur van de micro-organismen zodat de cellen afsterven of minstens hun functie verliezen. DNA wordt het meest efficiënt afgebroken bij een golflengte van 265 nm.

#### Opbouw

Ontsmetting met uv-bestraling wordt uitgevoerd in een buisreactor met in het midden een kwikdamplamp beschermd door een kwartsbuis. De voedingsoplossing stroomt tussen de kwartsbuis en de buitenwand van de reactor. Als stralingsbron wordt een uv-lamp met lage- of hogedrukdruk gebruikt. Bij lagedruklampen is een inert gas met kwikatomen aangebracht onder lage druk, lager dan 0,1 hPa, en wordt voornamelijk uv-straling met een golflengte van 254 nm uitgezonden. Wanneer het gas met kwikatomen onder hoge druk wordt aangebracht, wordt een golflengtespectrum tussen 200 en 280 nm uitgezonden, waarvan een gedeelte van de straling rond 254 nm.

Lagedruklampen hebben een vermogen van 5 tot 50 W (klassiek) of 50 tot 300 W (amalgaam); bij hogedruklampen is dat 3.000 tot 8.000 W. Dat betekent dat er meerdere lagedruklampen nodig zijn om hetzelfde vermogen te garanderen als een hogedruklamp. Hogedruklampen zetten gemiddeld 10 % van de energie om in uvc-straling, lagedruklampen hebben een hoger rendement en zetten 40 % van de energie om in uvc. Tabel 5 vergelijkt hogedruk- en lagedruk-uv-ontsmetting. De gegevens in de tabel zijn slechts richtwaarden. De reële waarden zijn afhankelijk van de uv-installatie. Voor meer gedetailleerde informatie wordt best contact opgenomen met een installateur van uv-ontsmetters.

Tabel 5. – Vergelijking hogedruk- en lagedruk-uv-ontsmetting

	Hogedruk-uv	Lagedruk-uv
Ruimtebezetting	plaatsbesparing door één lamp	meer ruimte nodig door lampen in serie
Levensduur lampen (uur)	3.000-4.000	6.000-8.000
Kostprijs lampen	duurder dan lagedruk-uv	goedkoper dan hogedruk-uv
Vermogen per lamp (W)	3.000-8.000	klassiek: 5-50; amalgaam 50-300
Uvc output per lamp (W/cm)	9-15	klassiek: 0,2; amalgaam: 0,6
Straling met golflengte 254 nm (%)	27-44	90
Efficiëntie energieomzetting (%)	uvc: 10 %; warmte: 75 %	uvc: 40 %; warmte: 45 %
Debiet per lamp (m <sup>3</sup> /h)	hoog: 1,5-10	laag: 0,05-0,3
Temperatuur (°C)	600-800	40-50
Controle over systeem	gemakkelijk: slechts één lamp	moelijker: groter aantal lampen die niet alle kunnen voorzien worden van sensor
Aankoopprijs	hoger	lager

Bij lagedruk-uv is er minder controle over de transmissie (zie verder) en dus over de effectiviteit van de ontsmetting. De controle moet bijgevolg gebeuren door regelmatige staalnames voor en na ontsmetting. Het is wel mogelijk lagedruk-uv-lampen bij te plaatsen indien de effectiviteit van de ontsmetting niet voldoende is of bij uitbreiding van de teeltoppervlakte. Bediening en technische controle van de hele installatie zijn wel eenvoudiger.

Een nadeel van uv-ontsmetters is de afbraak van het ijzerchelaat in de oplossing. De afbraak is groter bij hogedruk-uv dan bij lagedruk-uv. Bij een lagedruk-uv-systeem wordt bij selectieve ontsmetting (enkel afdoding van schimmels en bacteriën, niet van virussen), met een dosis van 100 mJ/cm<sup>2</sup>, een afname van 0 tot 3 % geconstateerd. Bij een volledige ontsmetting, met een dosis van 250 mJ/cm<sup>2</sup>, ligt de afname tussen 20 en 40 %. Bij een hogedruk-uv-installatie kan bij een dosis van 100 mJ/cm<sup>2</sup> het gehalte aan ijzer gereduceerd worden met 77 %, bij een dosis van 277 mJ/cm<sup>2</sup> wordt tot 92 % van het aanwezige ijzerchelaat afgebroken. Na ontsmetting is het bij beide systemen nodig om de ijzerconcentratie opnieuw aan te passen.

Hogedruk-uv-installaties zijn technisch complexer dan lagedruk-uv-installaties. De controle van de verschillende parameters, zoals doorstroomsnelheid en transmissie, gebeurt met de hard- en software in het systeem. De teler dient dus de nodige informatie en opleiding te krijgen om het systeem vlot te kunnen bedienen.

Bij alarm kan hij een aantal problemen zelf oplossen, maar er zal ook regelmatig beroep moeten gedaan worden op de installateur. De controle op de effectiviteit van de ontsmetting is wel groter bij hogedruk-uv dan bij lagedruk-uv.





*Hogedruk-uv-ontsmetter*

#### *Transmissie*

#### **Transmissie**

De transmissie van het te ontsmetten drainwater is het percentage kiemdodend uv-licht dat nog over is nadat het licht doorheen een waterlaag van 10 mm is gegaan. Organische stoffen en ijzerverbindingen verminderen de transmissie van de voedingsoplossing. Tijdens de uv-behandeling worden ijzerchelaten gedeeltelijk afgebroken. Ze slaan neer in de vorm van ijzer-oxiden op het kwartsomhulsel of in de leidingen, waardoor het ijzer niet meer beschikbaar is voor de planten. Het type ijzerchelaat beïnvloedt de afbraaksnelheid tijdens de uv-behandeling. IJzer onder DTPA-vorm is het meest stabiele chelaat en verlaagt het minst de transmissie. In verband met de transmissie is de ijzerconcentratie van het chelaat belangrijk. De concentratie van ijzer in het chelaat moet minstens 6 % zijn. Bij een lagere concentratie is er meer risico van onzuiverheden in het chelaat.

De transmissiewaarde is van groot belang omdat ze mee bepalend is voor het berekenen van de ontsmettingsdosis. De transmissiewaarde van drainwater afkomstig van teelten op inert substraat, bijvoorbeeld steenwol, ligt meestal tussen 20 en 40 %; de waarden bij teelten op organische substraten liggen meestal lager.

Transmissie van het te ontsmetten water kan verhoogd worden door het bijmengen van zuiver water en/of door voorfiltratie met een multimediafilter (snelle zandfilter) of een langzame zandfilter. Een multimediafilter bestaat uit drie scheidingslagen, namelijk gravel, zand en antraciet, waardoor het water van grof naar fijn gefilterd wordt en een diepe filtratie, tot 15 µm, bekomen wordt.

#### **Efficiëntie**

De efficiëntie van de uv-ontsmetter wordt enerzijds bepaald door de dosis uv-straling en anderzijds door de transmissie van het water. Hoe lager de transmissie, hoe hoger de benodigde dosis om het gewenste effect te behalen.

De stralingsdosis is afhankelijk van de stralingsintensiteit ( $\text{mW}/\text{cm}^2$ ), de doorstromingsnelheid of dus de contacttijd met de ziektekiemen, en het type af te doden pathogenen. Voor de bestrijding van schimmels en bacteriën wordt een dosis van  $100 \text{ mJ}/\text{cm}^2$  aangeraden. Voor een volledige ontsmetting waarbij ook virussen worden uitgeschakeld, is een dosis van  $250 \text{ mJ}/\text{cm}^2$  aangewezen. Tabel 6 toont de letale uvc-dosissen voor enkele pathogenen. Bacteriën en eitjes van aaltjes worden relatief gemakkelijk afgedood. Voor schimmels hangt de efficiëntie af van het soort overlevingssporen dat gevormd wordt. Virussen vragen een voldoende hoge dosering. Uit divers onderzoek blijkt dat aaltjes zeker bij een stralingsdosis van  $200 \text{ mJ}/\text{cm}^2$  worden afgedood. De benodigde stralingsdosis is afhankelijk van de soort aaltjes.

Om een goede efficiëntie te waarborgen is het nodig de kwartsbuizen regelmatig te reinigen.



*Lagedruk-uv-ontsmetter*

Tabel 6. - Letale uvc-dosis voor enkele ziekteverwekkers

Groep	Species	Structuur	Letale dosis (mJ/cm <sup>2</sup> )
Bacteriën	<i>Corynebacterium fascians</i>		24
	<i>Erwinia chrysanthemi</i>		20
	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Pelargonii</i>		26
Schimmels	<i>Aspergillus niger</i>	conidia	550
	<i>Botrytis cinerea</i>	conidia	300
	<i>Ceratocystis fimbriata</i>	conidia	100
	<i>Cylindrocladium scoparium</i>	conidia	100
	<i>Fusarium culmorum</i>	macroconidia	100
	<i>Fusarium oxysporum</i>	microconidia	40
	<i>Penicillium</i> sp.	conidia	120
	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	zoösporen	30
	<i>Phytophthora nicotianae</i>	mycelium, sporangiën	70
	<i>Pythium ultimum</i>	mycelium, sporangiën, oösporen	100
	<i>Rhizoctonia solani</i>	mycelium	120
	<i>Thielaviopsis basicola</i>	chlamydosporen	> 3.000
	<i>Verticillium dahliae</i>	microsclerotia	> 600
Virussen	tabakmozaïekvirus		440
	pepinomozaïekvirus		150
Nematoden		eitjes	9,2

Bron: Wohanka, 1992; Runia, 1994

## Voordelen

- minder volumineus dan een langzame zandfilter;
- volledige ontsmetting mogelijk: bacteriën, schimmels, nematoden en virussen worden uitgeschakeld met een uvc-dosis van 250 mJ/cm<sup>2</sup>;
- werking is controleerbaar.

## Nadelen

- hoge kostprijs van de installatie;
- hoge energiekosten;
- transmissie is belangrijk;
- afbraak van ijzerchelaten.

### 1.3.1.3. Verhitting

Verhitting is in Nederland een veel toegepaste ontsmettingstechniek; in België wordt de techniek veel minder gebruikt dan langzame zandfiltratie en uv-ontsmetting.

## Werking

Verhitting vernietigt de structuur van de eiwitten in de ziektekiemen, waardoor ze worden afgedood. De temperatuur en de tijd dat deze temperatuur wordt aangehouden, zijn bepalend voor het afdoden van de micro-organismen. Courant wordt een temperatuur van 95 °C gedurende 30 seconden gehanteerd. Dat is voldoende om alle pathogenen te doden. Bij lagere temperaturen moet de tijdsduur worden verlengd. Wanneer geen virusbesmetting te verwachten is, is er voldoende afdoding door het aanhouden van een temperatuur van 60 °C gedurende 2 minuten.

## Opbouw

Er zijn twee technieken op de markt om drainwater door hitte te ontsmetten: door een warmtewisselaar of via vlamontsmetting. Vlamontsmetting wordt in de tuinbouw minder courant gebruikt.

Het gebruik van de warmtewisselaar wordt ook wel indirecte ontsmetting genoemd. Er bestaan twee types warmtewisselaars. Het eerste type werkt met een ketel op de installatie, het tweede type met de bestaande ketel van de stookinstallatie. Bij het eerste type wordt het drainwater door twee warmtewisselaars verhit tot de gewenste temperatuur (95 °C). Deze temperatuur wordt gedurende 30 seconden aangehouden alvorens het water opnieuw snel af te koelen. De warmte die bij het terugkoelen vrijkomt, wordt gebruikt om onbehandeld water te verhitten. Bij het tweede type, dat via de ketel van de stookinstallatie werkt, wordt het water verhit tot 85 °C gedurende 3 minuten.

Bij vlamontsmetting wordt de voedingsoplossing, na filtratie en opwarming via een warmtewisselaar, rechtstreeks verneveld in de vlam van de gasbrander gedurende 16 seconden.

De capaciteit van een verhittingsinstallatie varieert van 2,5 tot 15 m<sup>3</sup> per uur.

### Voordelen

- zeer efficiënt tegen alle pathogenen;
- temperatuur en verblijftijd zijn eenvoudig te controleren.

### Nadelen

- dure techniek, economisch verantwoord vanaf 1 ha serre;
- hoog energieverbruik: bij verhitting tot 95 °C wordt 1,2 m<sup>3</sup> gas per m<sup>3</sup> water gebruikt. Bij het type warmtewisselaar waarbij de ketel van de stookinstallatie wordt gebruikt, ligt het energieverbruik een stuk gunstiger;
- aanzuren van het water vóór ontsmetting tot een pH van maximum 5 is nodig om neerslag van calciumzouten op de platen van de warmtewisselaar te vermijden;
- voorfiltratie (50-70 µm) is aangewezen ter voorkoming van vervuiling van de warmtewisselaar;
- het ontsmette water is na het proces 5 °C warmer dan bij aanvang waardoor de infectiedruk kan verhogen.

#### 1.3.1.4. Ozonisatie

Ozon is een zeer onstabiel gas met sterk oxiderende eigenschappen dat wereldwijd wordt gebruikt in de behandeling van drinkwater en afvalwater. Omwille van de instabiliteit van de molecule wordt ozon ter plaatse aangemaakt, meestal door elektrische ontlading of eventueel via een uv-lamp. Het geproduceerde ozon wordt in het water geïnjecteerd. Waterbehandeling door ozon doodt zowel schimmels en bacteriën als virussen.

Ozon is echter een vrij dure ontsmettingstechniek en kent daardoor weinig toepassing in de tuinbouw.

#### 1.3.2. Controle van de efficiëntie van ontsmetting

Het is belangrijk de werking van de ontsmettingsinstallatie regelmatig te laten controleren. Het uitvoeren van een mycologische analyse op het ontsmette en het niet ontsmette water laat dat toe. Daarbij bepaalt het labo hoeveel sporen van belangrijke plantpathogene schimmels, namelijk *Pythium*, *Phytophthora* en *Fusarium*, er in het water aanwezig zijn. Voor de analyse wordt een hoeveelheid water gefilterd en het filtraat wordt ofwel rechtstreeks, ofwel via verdunningen, uitgeplaat op een selectieve voedingsbodem. Na enkele dagen wordt bepaald hoeveel schimmels er in het water aanwezig zijn.

Een andere mogelijkheid is het uitvoeren van een 'bladloктоets'. Hierbij worden rododendronblaadjes in een netje gebracht en gedurende een viertal dagen in de reservoirs met ontsmet en niet ontsmet water gelegd. De blaadjes trekken zwemsporen van *Pythium* en *Phytophthora* aan. De sporen infecteren de blaadjes en er worden lesies gevormd, herkenbaar als bruine vlekjes. De blaadjes worden op lesies gecontroleerd. Indien lesies aanwezig zijn, worden de blaadjes naar het labo gestuurd en uitgeplaat op een specifieke voedingsbodem waarop de eventueel aanwezige schimmels uitgroeien. Deze methode heeft het voordeel dat een veel grotere hoeveelheid water kan worden gecontroleerd en de detectielimiet dus een pak lager ligt dan bij de filtratiemethode. Nadeel is dat enkel *Pythium* en *Phytophthora* kunnen worden gedetecteerd en dat voornamelijk de aan- of afwezigheid van deze schimmels wordt bepaald en dus niet de exacte aantallen die aanwezig zijn.



Voorbeeld van een *Phytophthora* en *Pythium* bladloктоets met rododendronblaadjes. De eerste twee blaadjes vormen de negatieve controle en zijn dus getest in zuiver water, de volgende twee in niet ontsmet water en de laatste twee in met uv ontsmet water.

Belangrijk bij uv-ontsmetters is de controle van de transmissie. Een te lage transmissie kan een negatieve invloed hebben op de ontsmettende werking van de installatie. Bij sommige installaties is er een monitoring van de transmissie voorzien, maar bij een aantal systemen, vooral bij lagedruk-uv-ontsmetters, wordt bij slechts één lamp of zelfs bij geen enkele de transmissie gecontroleerd. Bij mycologische analyse van waterstalen wordt ook steeds de transmissie gemeten zodat de teler zicht heeft op deze parameter.

Regelmatige reiniging van de kwartsbuizen is belangrijk omdat vuil op de kwartsbuis het uv-licht tegenhoudt en een goede ontsmetting onmogelijk maakt. Ook dienen de lampen tijdig te worden vervangen. Na verloop van tijd neemt hun vermogen immers af, wat kan leiden tot een slechte ontsmetting.

Meer info over het nemen van waterstalen kan je vinden op: <http://www.clo.fgov.be/diagnosecentrum/staalname.htm>

## 1.4. Restdrain

In uitzonderlijke omstandigheden is het drainwater niet meer bruikbaar als gietwater, omwille van aanrijking met één of meerdere nutriënten waardoor kritische grenzen worden overschreden of bij opstapeling van ballastzouten. Een mogelijke, nog verder te ontwikkelen techniek om op een reglementaire manier de restdrain te lozen, is een rietveld. In de toekomst is misschien ook toediening van dit water op weiland een mogelijkheid.

### 1.4.1. Rietvelden

Het drainwater dat als gietwater kan worden hergebruikt, wordt bij voorkeur ontsmet door één van de hiervoor beschreven ontsmettingstechnieken. Rietvelden zijn daartoe minder geschikt omdat de meststoffen in het drainwater niet kunnen worden gerecupereerd. Bij lozing van restdrain kan een rietveld wel de oplossing bieden om te voldoen aan de VLAREM-normen.

De meest geschikte plant voor een rietveld is gewoon riet (*Phragmites australis*). Het vormt een uitgebreid wortelstelsel en stelt weinig eisen.



Om de restdrain te zuiveren en dus op een reglementaire manier te kunnen lozen, kan een rietveld gebruikt worden.

#### 1.4.1.1. Types rietvelden

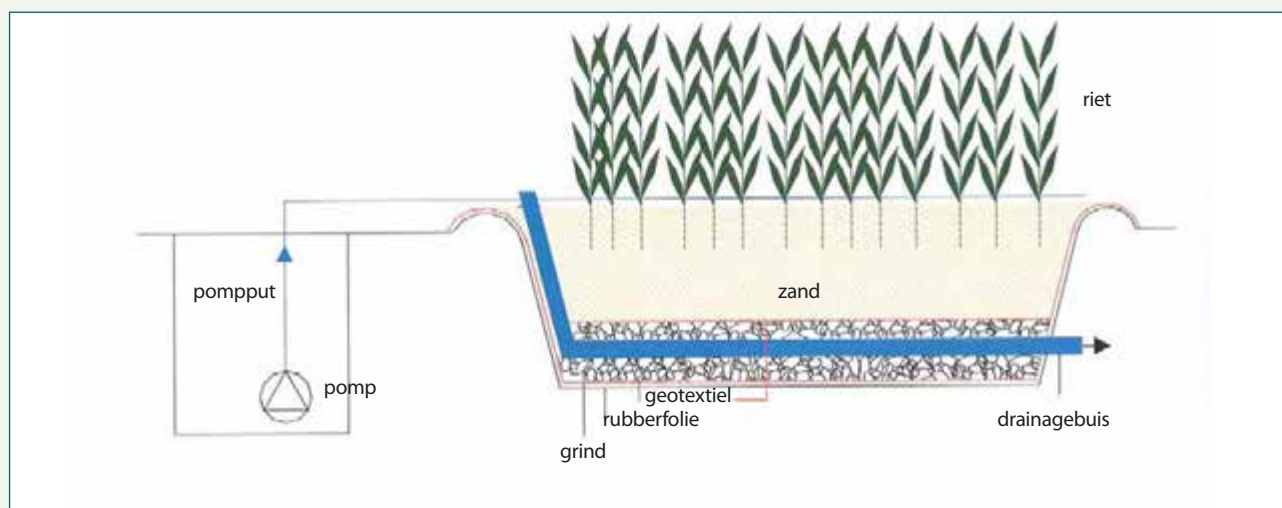
Er zijn drie types rietvelden, elk met een aantal varianten. Verder kunnen combinaties van rietvelden toegepast worden. De uiteindelijke keuze van het type rietveld is afhankelijk van onder andere het aanmaakwater, de dimensie, de werking, de beschikbare oppervlakte en de reeds aanwezige infrastructuur.

Vooraleer restdrain over een rietveld wordt gebracht, wordt het ontdaan van bladresten, organisch materiaal en andere zwevende delen (primaire zuivering). Voor de vulling van een rietveld moet steeds gewassen zand worden gebruikt.

#### Percolatierietveld

Op een percolatierietveld wordt afvalwater periodiek bovenop een beplant veld gebracht. Het water sijpelt verticaal door het veld en wordt afgevoerd door drainagebuizen (Figuur 3). Door de zuigende werking van het doorsijpelende water wordt extra zuurstof in het rietveld gebracht.

Figuur 3. – Opbouw van een percolatierietveld



De zuivering gebeurt voornamelijk door de filterende werking van het zand, de aërobe bacteriën rond de plantenwortels, de bodembacteriën en de bodem (filtratie en binding). Een percolatierietveld zorgt zowel voor een secundaire als voor een tertiaire zuivering. De secundaire zuivering is de hoofdzuivering waarbij het merendeel van de organische componenten verwijderd wordt. De tertiaire zuivering is de verwijdering van nitrieten, nitraten en fosfaten. Om voldoende zuivering te garanderen moet het rietveld minimaal 80 cm diep zijn. De verwerkingscapaciteit is ongeveer 50 l/m<sup>2</sup> rietveld/dag.

Voor een beter fosforvastleggend vermogen worden ijzerverbindingen toegevoegd in de bovenste 30 à 40 cm van de filter en/of wordt calciumrijk zand gebruikt.

#### Wortelzonerietveld

Een wortelzonerietveld wordt horizontaal en verticaal doorstroomd. Het afvalwater stroomt vooraan in de filter en het gezuiverde water wordt achteraan ondergronds opgevangen. De ondergrondse doorvloeïng zorgt voor een verhoogd filtereffect.

De totale oppervlakte is groter dan die van een percolatierietveld. De minimale lengte is 5 à 6 m. Bij de meestal rechthoekige rietvelden bedraagt de diepte aan de inlaat ongeveer 60 cm en aan de uitlaat ongeveer 80 cm. De ideale helling van het rietveld is 1 %.

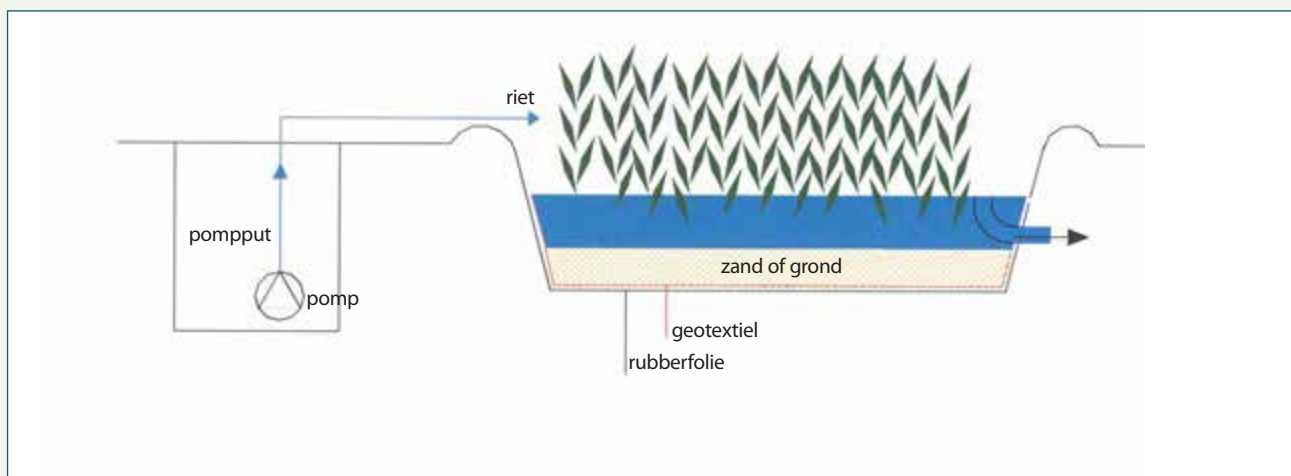
Deze filter is in staat nitraat- en fosfaatrijke afvalwaters te behandelen, maar doet met betrekking tot de afbraak van organische stoffen en Kjeldahl-stikstof (ammonium-stikstof en organische stikstof) onder voor het percolatierietveld.

#### Vloeirietveld

In een vloeirietveld wordt een waterstand van ongeveer 50 cm aangehouden en blijft het afvalwater minimum tien dagen in het rietveld (Figuur 4). De zwevende deeltjes krijgen de tijd om te bezinken om daar verder te ontbinden. Ook hier gebeurt zowel een secundaire als een tertiaire zuivering. Het rendement van de tertiaire zuivering, de nutriëntverwijdering, is bij dit type rietveld veel lager dan bij de vorige types. Het vloeirietveld is een licht hellend beplant veld dat horizontaal doorvloeid wordt; het afvalwater stroomt vooraan op het veld en het gezuiverde water wordt op het einde verzameld.

vloeirietvelden kunnen goed ingepast worden in een lange, eerder smalle sloot (lengte/breedte-verhouding liefst groter dan 10/1).

Figuur 4. – Opbouw van een vloeirietveld



#### 1.4.1.2. Werking

Voordat het afvalwater op het rietveld wordt gebracht, moet het ontdaan worden van alle drijvende stoffen om verstoppingen te voorkomen. In de tuinbouw is dat meestal geen probleem: het water wordt opgevangen in een vijver of bassin waar de voorbezinking gebeurt.

Een rietveld verwijdert zwevende stoffen, stikstof en fosfor, en schadelijke bacteriën uit het water. De hoeveelheid zuurstof die micro-organismen verbruiken om grote organische moleculen af te breken wordt het biochemisch zuurstofverbruik (BZV) genoemd, in het Engels 'biochemical oxygen demand' (BOD). Het chemisch zuurstofverbruik (CZV), in het Engels 'chemical oxygen demand' (COD) is de zuurstof nodig om het niet biologisch afbreekbaar organisch materiaal af te breken. Beide worden uitgedrukt in mg O<sub>2</sub>/l.

Stikstof komt onder verschillende vormen voor: organische stikstof (gebonden aan organische moleculen), ammoniakale stikstof, nitraat- en nitrietstikstof.

Bacteriële afbraak uit organische stikstofverbindingen resulteert in ammonium, dat goed oplost in water (ammonificatie).

De omzetting van ammonium via nitriet naar nitraat heet 'nitrificatie'. De eerste stap gebeurt voornamelijk door bacteriën van het geslacht *Nitrosomonas*, de tweede onder meer door organismen van het geslacht *Nitrobacter*. Belangrijk voor een goede nitrificatie zijn de temperatuur, de ammoniumconcentratie, de concentratie opgeloste zuurstof (optimaal boven 4 mg/l) en de pH (tussen 5,5 en 9).

Nitraat kan verder omgezet worden tot stikstofgas tijdens de denitrificatie. Dat proces verloopt in zuurstofarme omgevingen. Stikstofgas is een product dat ongeveer 80 % uitmaakt van de omgevingslucht. Het is een inert en onschadelijk eindproduct van het zuiveringsproces. Heel wat heterotrofe organismen kunnen instaan voor de denitrificatie. Die van het geslacht *Pseudomonas* zijn het meest courant.

Toevoeging van een externe koolstofbron is essentieel omdat dikwijls hoge gehalten nitraat voorkomen in het drainwater: koolstof is de energiebron bij de denitrificatie. Indien bij de aanleg van het rietveld geen externe koolstofbron werd toegevoegd, bijvoorbeeld door het ondermengen van stro, of als na verloop van tijd de koolstofbron uitgeput is en de aanvoer van nieuw organisch materiaal door afsterven van rietplanten onvoldoende is, kan toediening van een nieuwe koolstofbron, bijvoorbeeld suikermelasse, noodzakelijk zijn.

Het is van belang te beschikken over een buffer waar restdrain kan gestockeerd worden zodat voldoende tijd kan gelaten worden voor het denitrificatieproces in het rietveld.

### 1.4.1.3. Praktijkvoorbeelden

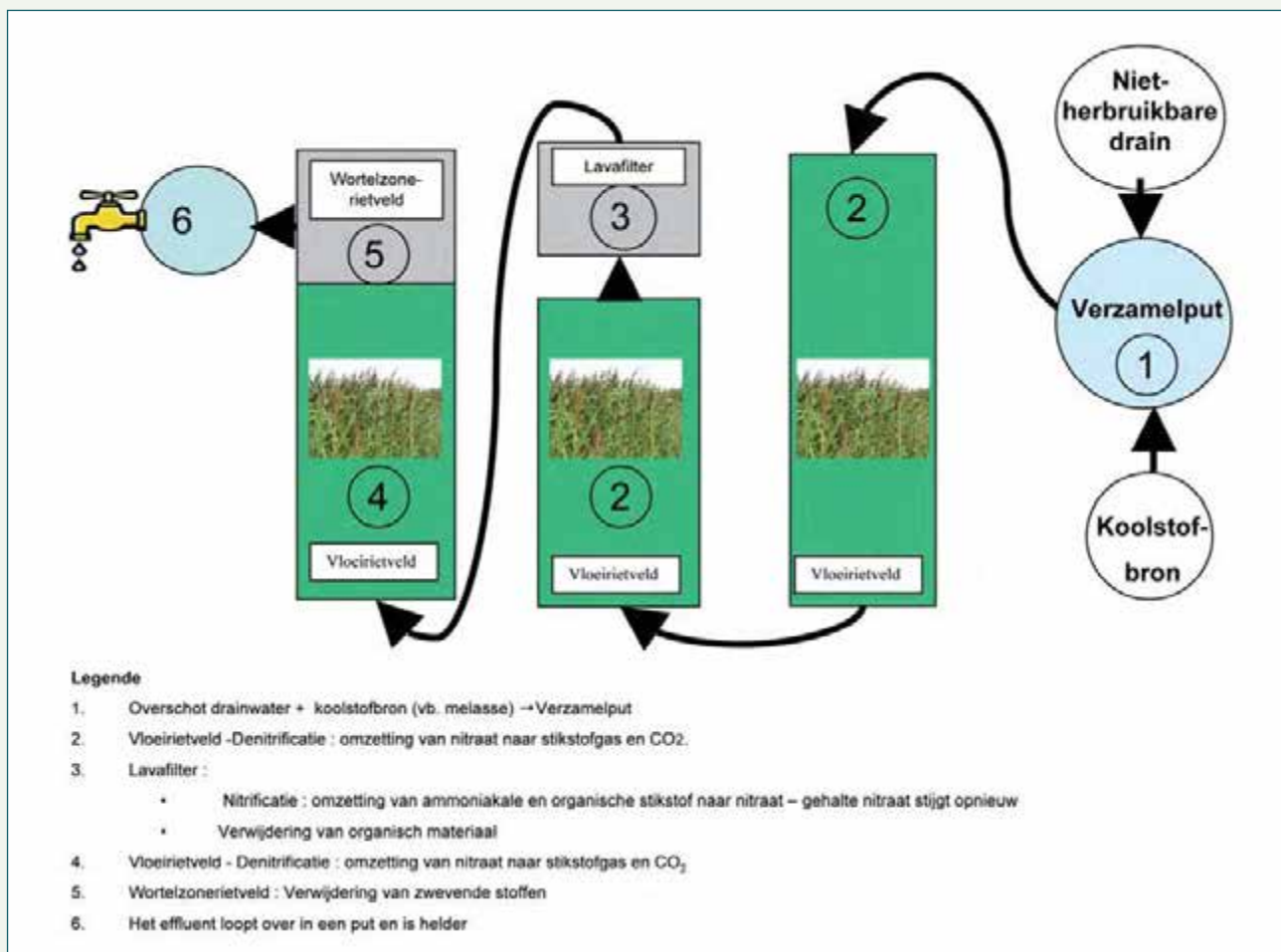
#### Tweetrapsrietveld

Een tweetrapsrietveld wordt courant toegepast, dit is een percolatierietveld gekoppeld aan een wortelzonierietveld. Een voorbeeld is te bezichtigen op het Proefcentrum voor Sierteelt (PCS) in Destelbergen. In een tweetrapsrietveld vinden in het percolatierietveld vooral de oxidatieve reacties plaats, namelijk ammonificatie en nitrificatie. In het wortelzonierietveld wordt nitraat omgezet in stikstofgas tijdens de denitrificatie. De nutriëntenverwijdering verloopt vlot in de zomer, moeizaam in de winter.

#### Combinatie vloerrietveld met lavafilter en wortelzonierietveld

Op het Proefcentrum Hoogstraten wordt de restdrain gezuiverd met de combinatie van een vloerrietveld met lavafilter en een wortelzonierietveld (Figuur 5). Het drainwater wordt in een betonnen put gemengd met een koolstofbron opdat de omzetting door de bacteriën efficiënt zou gebeuren. Dan loopt het water in een eerste vloerrietveld waar de denitrificatie gebeurt. Daarna loopt het water door een lavafilter waarin nitrificatie plaatsvindt en een belangrijk gedeelte van de nog aanwezige organische stof wordt afgebroken.

Figuur 5. - Schematische voorstelling van het rietveldencomplex op het Proefcentrum Hoogstraten



Vervolgens wordt het water over een tweede vloeirietveld geleid dat eindigt in een wortelzonierietveld. De functie van het tweede vloeirietveld is de nitraatstikstof die in de lavafilter gevormd wordt, om te zetten naar stikstofgas. Het wortelzonierietveld verwijdert de laatste organische stof die in het water is achtergebleven.

Voor de goede werking van het rietveldcomplex is de keuze van de koolstofbron, de energiebron voor de bacteriën, van groot belang. In een eerste fase van het project werd er gewerkt met sanitair afvalwater als koolstofbron. De zuivering van het water functioneerde optimaal maar de reductie van minerale elementen was vooral voor nitraten onvoldoende. Oorzaak was de toevoeging van het sanitaire water dat een grote hoeveelheid ammoniakale stikstof bevat, die door de lavafilter werd omgezet tot nitraat. De verblijftijd in het laatste rietveld was onvoldoende om deze nitraten opnieuw om te zetten tot stikstofgas.

In een tweede fase van het project werd melasse (suikeroplossing) als koolstofbron voor het bacterieleven gebruikt en werd geen ammoniakale stikstof via sanitair water meer toegevoegd. Hierdoor trad geen aanrijking met nitraat meer op waardoor de reductie van minerale elementen wel op een positieve manier kon verlopen.



*In de lavafilter op het Proefcentrum Hoogstraten, die onderdeel is van het rietveldencomplex, vindt nitrificatie plaats en wordt een belangrijk gedeelte van de nog aanwezige organische stof afgebroken.*

Uit het onderzoek is gebleken dat een goed gedimensioneerd rietveld, mogelijks combinatie van vloei- en percolatierietveld, een oplossing is voor het verwerken van restdrain. Vrij veel mineralen worden uit het water verwijderd. Op het einde van het rietveldcomplex is het water ook gezuiverd van de meeste organische belasting en vervuiling waardoor het op alle vlakken geschikt is om te lozen als oppervlaktewater. De rietveldencomplexen hierboven beschreven, hebben al hun nut bewezen voor het verwerken van restdrain. Dat geldt zeker voor koude teelten met een lage nutriëntenbelasting in de winter en een hogere belasting in de zomer.

#### **1.4.2. Restdrain benutten op landbouwgrond**

Een ALT-demonstratieproject toonde aan dat de overtollige restdrain van het glastuinbouwbedrijf veilig kan aangewend worden op landbouwgrond. Op twee locaties werden resten van drainwater geïnjecteerd op grasland. Op die manier kan de glastuinder op milieuvriendelijke wijze restdrain verwijderen van zijn bedrijf zonder het oppervlaktewater te belasten. De landbouwer kan de restdrain nuttig gebruiken op zijn teelten in vervanging van chemische meststoffen. Verschillende andere verwerkingsmogelijkheden uit de literatuur of proeven werden voorafgaand aan het project vergeleken, maar bleken vaak niet bewezen of onhaalbaar duur.

Om de restdrain oordeelkundig te gebruiken, is het noodzakelijk de aanvoer van voedingselementen door het drainwater te berekenen en de behoefte aan voedingselementen van de teelt op landbouwland te kennen. De restdrain kan dan ingepast worden in het bemestingsplan. Uit de resultaten van het ALT-demonstratieproject werden geen problemen met de groei van het gras vastgesteld. Uit de metingen bleek de grasproductie zelfs te verhogen waar drainwater geïnjecteerd werd. Deze productieverhoging kan allicht ook eenvoudigweg het gevolg zijn van de toediening van water: de inhoud aan voedingselementen toegediend via restdrain was immers erg beperkt tegenover de totale voedingsbehoefte van gras.

Landbouwkundig en uit oogpunt van de verminderde belasting van het oppervlaktewater met restmeststoffen lijkt dit een techniek met veel potentie. Er wordt momenteel gewerkt aan het vereenvoudigen van de wettelijke procedure voor het benutten van restdrain als meststof op landbouwland of op openluchtteelten.

## 2. Teelt per teelt

### 2.1. Sierteelt

#### 2.1.1. Snijbloemen

Sinds de jaren tachtig evolueert de snijbloemensector van vollegrond naar substraat voor onder andere de teelt van roos, *Gerbera*, anjer en *Anthurium*. Bij teelt op substraat is het van belang om meer water toe te dienen dan noodzakelijk voor het gewas, dit om ophoping van ballastzouten en verschillen in watergehalte, veroorzaakt door verschillen in verdamping, weg te werken. Hierbij wordt in functie van de teelt 10 tot 50 % drainwater gerealiseerd.



Rozen op substraat

##### 2.1.1.1. Kwaliteit van het aanmaakwater

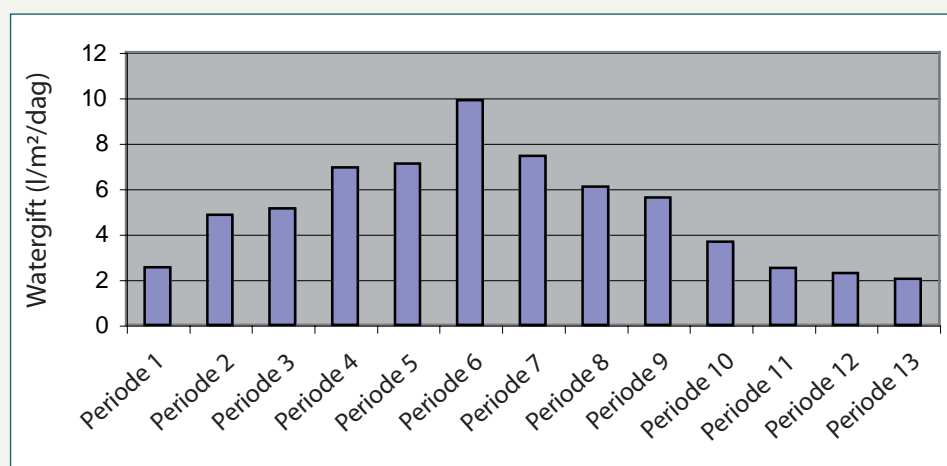
Elke teelt heeft zijn specifieke zoutgevoeligheid. Vandaar dat de EC van de druppeloplossing aangepast wordt aan de teelt. Voor *Anthurium* op steenwol wordt er gedruppeld met een EC van 0,8, de standaard druppeloplossing bij roos op substraat heeft een EC van 1,6 mS/cm.

Het voorhanden zijn van gietwater van goede kwaliteit is dan ook van groot belang. Natrium- en chlorideconcentraties in het gietwater moeten lager zijn dan respectievelijk 0,2 en 0,3 mmol/l.

##### 2.1.1.2. Watergift en -opslag

Bij roos en *Gerbera* op kokos of steenwol wordt in de praktijk een gemiddeld drainpercentage van 40 tot 50 % gehanteerd. In Figuur 6 wordt per vier weken de gemiddelde watergift weergegeven die dagelijks aan een rozengegewas werd toegediend in 1999. Deze hoeveelheid varieert van 2 l/m<sup>2</sup> in de winter tot 10 l/m<sup>2</sup> in de zomer. Het is aan te raden een opvangcapaciteit van regenwater te voorzien van 2.000 à 3.000 m<sup>3</sup> per ha.

Figuur 6. - Gemiddelde dagelijkse watergift per periode van vier weken bij de teelt van snijrozen, gegevens afkomstig van vier bedrijven in 1999



##### 2.1.1.3. Grenswaarden voor drainwater

De standaard druppeloplossing voor de teelt van roos heeft een EC van 1,6 mS/cm. Bij hergebruik van drainwater is dit de som van de EC van het drainwater en de EC van de verse voedingsoplossing die wordt toegediend. Veelal wordt 0,4 tot 0,6 mS/cm verse voedingsoplossing toegediend.

De zouttolerantie is niet voor elke plant identiek: anjers zijn zouttolerant, roos en *Gerbera* zijn slechts matig tolerant. Daar natrium geen voedingselement is, zal het bij hergebruik accumuleren in de voedingsoplossing. Het gehalte aan natrium en chloride in het drainwater ligt bij voorkeur lager dan 1,5 mmol/l. Voor de meeste teelten op substraat geldt dat de gehalten aan natrium en chloride in het aanmaakwater en in het wortelmilieu best zo laag mogelijk zijn.



#### 2.1.1.4. Recirculatiesystemen

De teelt van roos en *Gerbera* op substraat gebeurt doorgaans op verhoogde teeltsystemen met goten waarin substraatmatten of potten worden geplaatst. Het drainwater wordt via de goten afgevoerd naar een bassin voor drainopvang. Bij de teelt van anjers liggen de substraatmatten op een plastic folie op de genivelleerde bodem. Het overtollige drainwater wordt met behulp van drainageslangen afgevoerd.

Bij de aanmaak van de voedingsoplossing wordt gemiddeld 30 % drainwater aan het vers gietwater toegevoegd. Op die manier kan een besparing van 30 % op de meststoffen worden gehaald. Een goede monitoring van de drainwatersamenstelling, door een twee- tot driewekelijkse chemische analyse, is noodzakelijk.

#### 2.1.1.5. Pathogenen

Tabel 7 geeft voor verschillende snijbloemeteelten een overzicht van een aantal ziekteverwekkers die in het drainwater kunnen voorkomen.

Tabel 7. - Ziekteverwekkers in het drainwater in snijbloemeteelten

	Schimmels	Nematoden	Virussen	Bacteriën
<i>Alstroemeria</i>	<i>Pythium</i>	wortelaaltjes	tabaksratelvirus	
Anjer	<i>Fusarium</i> <i>Cylindrocarpon</i> <i>Phytophthora</i>	wortelaaltjes	anjervlekkenvirus	<i>Erwinia</i>
<i>Anthurium</i>	<i>Pythium</i>	wortelaaltjes		<i>Xanthomonas</i>
Chrysant	<i>Fusarium</i> <i>Pythium</i>	wortelaaltjes		<i>Erwinia</i>
<i>Freesia</i>	<i>Fusarium</i>	wortelaaltjes	freesiabladnecrosevirus	
<i>Gerbera</i>	<i>Fusarium</i> <i>Phytophthora</i> <i>Myrothecium</i>	wortelaaltjes		
Lelie	<i>Fusarium</i> <i>Cylindrocarpon</i> <i>Phytophthora</i>	wortelaaltjes		<i>Corynebacterium</i>
Orchidee	<i>Pythium</i>	wortelaaltjes	<i>Cymbidium</i> -mozaïekvirus <i>Odontoglossum</i> -kringvlekkenvirus	<i>Erwinia</i> <i>Pseudomonas</i>
Roos	<i>Phytophthora</i> <i>Cylindrocladium</i> <i>Gnomonia radicola</i>	wortelaaltjes		

Bron: Proefstation Bloemisterij en Glasgroente

#### 2.1.1.6. Ontsmettingssystemen

De meest gebruikte ontsmettingsinstallaties in de snijbloemensector zijn de langzame zandfilter, de uv-ontsmetter en de verhitter. Voor de verwijdering van schimmels volstaat een langzame zandfilter. Wanneer echter aaltjes in het drainwater kunnen verwacht worden, is ontsmetting met een uv-ontsmetter of een verhitter noodzakelijk. Andere factoren die de keuze van de ontsmettingsinstallatie bepalen zijn kostprijs, capaciteit en ruimte.

De dagvoorraad moet minstens ontsmet drainwater voor een (piek)dag bevatten. Op een piekdag kan tot 5 l/m<sup>2</sup> drain gerealiseerd worden; op een bedrijf van 1 ha betekent dat 50 m<sup>3</sup> drainwater.

Een ontsmettingsinstallatie dient in één dag de piekhoeveelheid te kunnen ontsmetten. Voor 1 ha is dus een ontsmetter met een minimumcapaciteit van 2 m<sup>3</sup>/h nodig. Indien ook het regenwater ontsmet wordt, is een capaciteit van 4 m<sup>3</sup>/h nodig.

Aandachtspunten:

- een uv-ontsmetter vereist een voldoende hoge transmissie van het water. De transmissie is bij teelten op steenwol doorgaans hoger dan bij teelten op kokos. Bepaalde ijzerchelaten kunnen de transmissie beïnvloeden. Toevoeging van regenwater is een oplossing om de transmissie te verbeteren;
- bij jaarrondgebruik van de langzame zandfilter is het aangewezen dat hij in een verwarmde omgeving staat, daar de werking van de biofilter bij temperaturen lager dan 12 °C verslechtert.

### 2.1.2. Azalea

De teelt van azalea's, zowel onder glas als in openlucht, evolueerde de laatste jaren snel naar een teelt op afgedekte bodem. In 2005 worden heel wat azalea's op afgedekte bodem geteeld, maar is recirculatie van het drainwater nog onvoldoende ingeburgerd.

#### 2.1.2.1. Kwaliteit van het aanmaakwater

De EC van het gietwater bij de teelt van azalea varieert van 0,5 tot 1,5 mS/cm in functie van de gewasfase. Azalea is een zoutgevoelige plant. Hergebruik van het voedingswater houdt in dat de teelt moet gestuurd worden met een gietwaterkwaliteit die niet steeds optimaal is te houden. In regenarme periodes kan dit gietwater geleidelijk aanrijken in nutriënten. Dat resulteert in een toename van het totale zoutgehalte, alsook een toename van ballastzouten (sulfaten, natrium en chloriden).

Opvolging van de gietwaterkwaliteit in 2001 bij een azaleabedrijf dat recirculeert, toonde van eind mei tot begin augustus een toename van sulfaatconcentraties met factor 2,5 aan; de tijdelijke hardheid steeg van 2,5 naar 9,6 midden augustus. Dit zijn cijfers in een gemiddeld groeiseizoen met regelmatige neerslag.

Daarenboven is goede gietwaterkwaliteit niet voor alle bedrijven beschikbaar. De kwaliteit van het opgepompte grondwater kan sterk variëren. Indien de teelt wordt gestart met matig tot hard water (hoog calcium- en bicarbonaatgehalte) dan zal dit probleem bij hergebruik tijdens de teelt toenemen. De bemesting wordt moeilijker stuurbaar en de alkaliniteit van het water resulteert in een toename van de pH van het substraat wat voor de zuurminnende azalea in kwaliteitsverlies kan resulteren. Het is dus niet verwonderlijk dat tijdens het bijzonder droge groeiseizoen 2003 de gietwaterkwaliteit de belangrijkste bekommernis van de azaleateelers en hun voorlichters was. Ter illustratie: het kritische niveau voor natriumchloride bij azalea bedraagt 1 mmol/l. In augustus 2003 werden concentraties tot 3 mmol/l teruggevonden bij een beperkte bedrijfsenquête. Deze hoge waarden werden teruggevonden door het oppompen van grote hoeveelheden minder geschikt grondwater. Het kwaliteitsverlies met oogstderving als gevolg kon wellicht vermeden worden bij hergebruik van het drainwater. Hoe beter de waterkwaliteit van het gietwater, hoe minder snel accumulatie optreedt van deze elementen. Het voorzien van voldoende grote opvang van regenwater is zeer belangrijk.

#### 2.1.2.2. Watergift en -opslag

Het ALT-demonstratieproject 'Op weg naar gesloten teeltsystemen voor de sierteelt' leverde een bijdrage tot een betere waterbeheersing en een milieuvriendelijkere omgang met water en meststoffen tijdens de productie van sierteeltgewassen.

Horizontaal afwaterende systemen hebben veelal een lager drainpercentage, ongeveer 30 %. Op verticaal afwaterende systemen kan een drainpercentage tot 70 % voorkomen, afhankelijk van het begietingssysteem en de begietingsduur per beurt. Zo'n hoog drainpercentage duidt het belang aan van het hergebruik van drainwater. Aangewezen is, zeker op verticale afwateringssystemen (lava, noppen, keien,...), enkel in combinatie met hergebruik van drainwater te telen (zie 2.1.2.4.).

Vaak wordt 8 l/m<sup>2</sup> per gietbeurt geïrrigeerd, afhankelijk van de gietwijze en de ouderdom van de planten. In de zomer gebeurt dit dagelijks, op extreem warme dagen twee- tot zelfs driemaal per dag voor de oudste planten, in de winter één keer op drie weken tot wekelijks. Afhankelijk van het afdekkingsmateriaal is er een opslagcapaciteit voor regenwater nodig van minstens 2.000 m<sup>3</sup>/ha.

#### 2.1.2.3. Grenswaarden voor drainwater

Azalea is een kalkvrezende plant en op bepaalde tijdstippen in de teelt wordt het turfsubstraat bemest met een EC van 0,5 à 0,6 mS/cm. Om die redenen mag bij hergebruik van drainwater enkel aanmaakwater met een zeer lage EC, lager dan 0,3 mS/cm, gebruikt worden.

#### 2.1.2.4. Recirculatiesystemen

Azalea wordt meestal geteeld op afgedekte grond, ongeveer voor de helft buiten en de helft onder glas of plastic folie. De buitenteelt gebeurt op containervelden. Deze velden zijn vaak afgedekt met plastic folie en daarboven antiworteldoek. Er is een heel gamma van



Buitenteelt van azalea op containerveld, afgedekt met plastic folie en antiworteldoek

mogelijke afdekkingsmaterialen beschikbaar. In horizontale afwateringssystemen worden plastic folie en antiworteldoek met diverse types tussendoeken gecombineerd, of zijn de drie lagen ineen gelast. Anderzijds zijn er heel wat verticale afwateringssystemen voorhanden zoals lava, keienbedden en noppen. De watergift en het drainpercentage zijn heel divers naargelang het afwateringstype.

De irrigatie gebeurt via bovenberegening op de containervelden: courant via een gietwagen, in moeilijk bereikbare hoeken of om trager te beregenen met minder waterverbruik met libellesproeiers. Onder glas of plastic wordt eveneens via bovenberegening geïrrigeerd. Enkel tijdens de forceriefase wordt op tafels met onderbevloeiing gewerkt.

#### 2.1.2.5. Pathogenen

Voor *Phytophthora*-gevoelige teelten zoals azalea moet bij hergebruik ontsmetting van het drainwater worden overwogen. Uit onderzoek werd duidelijk dat *Phytophthora* vanuit een aangetaste plant op het containerveld effectief andere planten in de omgeving infecteert. Na verloop van tijd wordt de schimmel ook in het wateropvangbekken teruggevonden van waaruit hij het volledige bedrijf kan besmetten.

Bijna even belangrijk is de aantasting door *Cylindrocladium*. Beide vormen zijn belangrijk: zowel de stam- en wortelaantasting als de bladvlekkenziekte zijn een belangrijke oorzaak van oogstderving.

Andere schimmels zoals *Pythium*, *Fusarium*, *Botrytis* of *Rhizoctonia* komen in minder belangrijke mate voor.

#### 2.1.2.6. Ontsmettingssystemen

In de azaleateelt worden voor ontsmetting voornamelijk langzame zandfilters gebruikt die meestal buiten geplaatst worden. Het probleem van een tragere werking bij lagere temperaturen, lager dan 12 °C, speelt minder een rol gezien de hogere infectiedruk van *Phytophthora* in de zomermaanden en de snelle afname ervan naar de winter toe. Uv-ontsmetting is eveneens perfect mogelijk maar wordt weinig toegepast omwille van de hogere kostprijs.

Zowel in de azaleateelt als op rododendronbedrijven is er geen probleem met de transmissie van het water. De transmissie is vooral van belang bij uv-installaties. De transmissiewaarden bekomen op de bedrijven binnen het ALT-project 'Ontsmettingssystemen op azaleabedrijven' lagen gemiddeld rond 60 %.

Een ontsmettingsinstallatie dient in één dag de piekhoeveelheid te kunnen ontsmetten. Voor 1 ha is dus een ontsmetter met een minimum capaciteit van 2 m<sup>3</sup>/h nodig.

### 2.1.3. Potplanten

De meeste potplantenbedrijven zijn voorzien van teeltsystemen die het drainwater kunnen opvangen. De keuze voor een bepaald teeltsysteem (tafels, goten, betonvloeren) is sterk afhankelijk van de plantkeuze (plantensoort, potmaat,...) op het bedrijf. Op de meeste potplantenbedrijven wordt water gerecirculeerd zonder voorafgaand te ontsmetten. Dit houdt vanzelfsprekend een zeker risico in. Hierbij is het belangrijk de gevoeligheid van de planten voor pathogenen die via het water worden verspreid, te kennen.

#### 2.1.3.1. Kwaliteit van het aanmaakwater

De elektrische geleidbaarheid van het irrigatiewater is een eerste indicatie voor de waterkwaliteit. Bij hergebruik van irrigatiewater is de geleidbaarheid bij voorkeur lager dan 0,75 mS/cm. Anderzijds is het uitvoeren van een wateranalyse noodzakelijk om de hoeveelheid van elk individueel element te kennen. Gietwater met een natriumgehalte lager dan 2,17 mmol/l en een chloridegehalte lager dan 1,41 mmol/l kan als zeer gunstig beschouwd worden. In gesloten teeltsystemen worden zelfs gehalten lager dan 0,87 mmol/l voor natrium en dan 0,99 mmol/l voor chloor als richtwaarden gegeven. Voor sulfaat wordt 0,83 mmol/l als richtwaarde gegeven in gesloten teeltsystemen.

Naast de waterkwaliteit is het van belang de zoutgevoeligheid van de gewassen te kennen. Zoutgevoelige sierteeltgewassen vertonen al schade bij relatief lage zoutgehalten. Vooral de aanwezigheid van chloor, natrium, sulfaat en bicarbonaat bepaalt het zoutgehalte in het substraat. Hoe beter de waterkwaliteit van het gietwater, hoe minder snel accumulatie optreedt van deze elementen. De waterkwaliteit kan verbeterd worden door het ontzouten van het gietwater door het toepassen van omgekeerde osmose.

Tabel 8. - Zouttolerantie van sierplanten (totaal zoutgehalte van het wortelmilieu in mg/l potgrond)

Hoog 1.000 mg/l	Matig 750 mg/l	Laag 500 mg/l	Zeer laag 250 mg/l
chrysant <i>Asparagus</i>	<i>Begonia</i> <i>Cyclamen</i> (zomer) <i>Gerbera</i> <i>Poinsettia</i> <i>Hydrangea</i>	<i>Cyclamen</i> (winter) <i>Gesneriaceae</i> <i>Aracea</i> <i>Anthurium</i> <i>Primula</i>	orchideeën varens <i>Bromeliaceae</i>

### 2.1.3.2. Watergift en -opslag

De watergift bij de teelt van potplanten kan op diverse manieren: eb- en vloedsysteem, onderbevloeiing, bovenberegening of druppelaars. Bij elk van de systemen wordt meestal het drainwater in een opvangbassin verzameld en na ontsmetting in een ander bassin opgevangen. Bij een volgende watergift kan het vers gietwater (regenwater) aangevuld worden met een percentage van het ontsmette water.

De keuze voor een begietingssysteem is afhankelijk van de teeltmethode. De productie van potplanten gebeurt op teelttafels, betonvloeren, op goten of op (een zandbed met) anti-worteldoek. Bij elke teeltmethode is het mogelijk om water te recirculeren en na ontsmetting te hergebruiken. Om het risico van verspreiding van ziekten en plagen te beperken is het nuttig het teeltsysteem te reinigen en/of te ontsmetten bij teeltwisseling.

### 2.1.3.3. Grenswaarden voor drainwater

De meeste kalkvrezende sierplanten zijn eveneens zoutgevoelig. Kalkvrezende planten zijn bijzonder gevoelig voor natrium of chloride in het aanmaakwater. Voor de meeste teelten op substraat geldt dat de gehalten aan natrium en chloride best zo laag mogelijk zijn in het aanmaakwater en bijgevolg ook in het wortelmilieu.

Bij beregening boven het gewas kan bij een te hoog calcium- of magnesiumgehalte witte neerslag ontstaan op de bladeren zelf. De meeste potplanten worden gevoed met een voedingsoplossing die 10 µmol/l boor bevat. In het wortelmilieu is een gehalte van 25 µmol/l al hoog. Voor recirculatie ligt het mangaangehalte van het aanmaakwater liefst niet boven 10 µmol/l.

### 2.1.3.4. Recirculatiesystemen

#### *Eb- en vloedsysteem*

De tafels of betonvloeren worden gedurende 5 tot 15 minuten van een 2 à 5 cm hoge laag voedingsoplossing voorzien. Na de vloedbeurt stroomt het overtollige water terug naar een opvangbak. Bij dergelijke systemen kan de hoeveelheid drainwater oplopen tot 50 à 90 % van de watergift. Het is bijgevolg belangrijk dat het ontsmettingssysteem een hoge capaciteit heeft. Indien aangetaste planten voorkomen, is het risico van verspreiding van ziekten vrij groot omdat na de vloedbeurt water uit de potten terugstroomt. De kans is groot dat schimmelsporen in het systeem terechtkomen en meegevoerd worden naar de opvangbak.

#### *Onderbevloeiing*

Bij een watergift door onderbevloeiing stroomt het water tegen een lage snelheid langs de potten. De potgrond krijgt de tijd om via capillaire werking water op te nemen. Bij een voldoende lage bevloeiingssnelheid stroomt er bijna geen water uit de potgrond



Omdat na de vloedbeurt water uit de potten terugstroomt, is het bij een eb- en vloedsysteem oppassen geboden voor de verspreiding van ziekten.

naar het systeem en is er 0 à 30 % drainwater. De meer beperkte hoeveelheid drainwater kan ook makkelijker ontsmet worden. Het risico van verspreiding van ziektekiemen is veeleer lokaal.

### **Bovenberegening**

Beregening boven de planten gebeurt met vaste regenleidingen met op geregelde afstanden sproeidoppen of door een voortbewegende watergeefrobot met sproeidoppen. Nadeel van bovengrondse begieting is dat het gewas gedurende een tijd nat staat, waardoor de plant meer vatbaar wordt voor schimmels als *Botrytis*. Daarnaast kunnen via opspattende druppels schimmelsporen of bacterieziekten (bijvoorbeeld *Erwinia*) verder verspreiden. Afhankelijk van de ondergrond kan het water opgevangen en ontsmet worden.

### **Druppelaars**

Begieting met druppelaars gebeurt bijna uitsluitend bij hangpotten of op goten. Met druppelaars krijgt de plant een specifieke hoeveelheid water per pot. De hoeveelheid drainwater per plant is zeer klein in vergelijking met bijvoorbeeld bovenberegening en er kan dan ook makkelijk ontsmet worden.

#### **2.1.3.5. Pathogenen**

Bij potplanten komen regelmatig schimmelproblemen voor, veroorzaakt door *Phytophthora*, *Pythium*, *Fusarium*, *Cylindrocladium*, *Botrytis* of *Verticillium*. Andere problemen kunnen optreden omwille van aaltjes of bacteriën zoals *Erwinia* of *Xanthomonas*.

#### **2.1.3.6. Ontsmettingssystemen**

Bij *Phytophthora*- en *Pythium*-gevoelige gewassen is ontsmetting zeker aangewezen. In de praktijk wordt bij potplanten meestal geopteerd voor een langzame zandfilter of een uv-ontsmetter. Bij de keuze van een ontsmettingssysteem wordt vooral rekening gehouden met de mogelijke risicopathogenen. Aaltjes bijvoorbeeld worden niet voldoende tegengehouden met een langzame zandfilter.

## **2.2. Groenteteelt**

### **2.2.1. Vruchtgroenten**

Glasgroenten worden grotendeels op substraat geteeld: paprika en tomaat meestal op steenwol, maar soms ook op kokos of perliet, en komkommers meestal op perliet. Water wordt toegediend via druppelaars. Al het overtollige drainwater wordt opgevangen, maar nog niet alle bedrijven hergebruiken dat drainwater ook.

Op een aantal bedrijven wordt tomaat nog in de grond geteeld. Meestal gaat het dan om een korte teelt in het teeltplan in combinatie met een andere teelt, bijvoorbeeld sla. Watergift gebeurt in de grondteelt met druppelaars of een druppelleiding die langs de planten ligt. Het drainwater wordt niet opgevangen.

#### **2.2.1.1. Kwaliteit van het aanmaakwater**

Vooraf regenwater en grondwater worden in de groenteteelt als aanmaakwater gebruikt.

De standaard EC voor tomaat is 3 mS/cm; in de zomer kan de EC dalen tot 2,4 à 2,5 mS/cm. Bij de start van de teelt wordt soms met hogere EC-waarden gedruppeld, 4 à 5 mS/cm, om de planten voldoende te stimuleren tot vruchtzetting. Het percentage drainwater bedraagt gemiddeld 25 à 30 %. Voor het bekomen van een voedingsoplossing met een EC van 3 mS/cm wordt drainwater met een EC van maximum 1,5 toegevend.

In de teelt van paprika wordt er gedruppeld met een EC van 2,5 mS/cm, die in de zomer daalt tot 2 mS/cm. Bij paprika bedraagt de EC van het hergebruikte drainwater maximum 1,3 mS/cm.

Bij hergebruik van drainwater worden aan het aanmaakwater strengere eisen gesteld wat de aanwezige elementen betreft, vooral voor natrium en chloor, maar ook voor mangaan en sulfaat (Tabel 9).

Tabel 9. - Grenswaarden van de verschillende elementen in water voor irrigatie van vruchtgroenten bij een systeem met hergebruik van het drainwater

Element	Grenswaarde
Natrium (Na <sup>+</sup> ) (mmol/l)	1
Chloriden (Cl <sup>-</sup> ) (mmol/l)	1
Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) (mmol/l)	2,5
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> ) (mmol/l)	0,75
Sulfaten (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) (mmol/l)	1,5
Bicarbonaten (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mmol/l)	10
Ijzer (Fe <sup>2+</sup> ) (mg/l)	0,6
Mangaan (Mn <sup>2+</sup> ) (mg/l)	0,5
Boor (B) (mg/l)	0,3
Zink (Zn <sup>2+</sup> ) (mg/l)	0,5

Bron: Le Quilic, 2002

### 2.2.1.2. Watergift en -opslag

Tabel 10 geeft een overzicht van het gemiddelde waterverbruik en drainpercentages in de groenteteelt. Afhankelijk van de teeltwijze kunnen soms hogere of lagere waterhoeveelheden nodig zijn.

In het ALT-project over hergebruik van drainwater bij straatteelt tomaat onder glas en zuivering van drainwater werden gedurende een volledig seizoen de in- en uitgaande waterstromen in een teelt van tomaten opgevolgd. Bovendien beschikt het Proefcentrum Hoogstraten door de registratie van verschillende gewas- en klimaatsparameters bij tomaten- en paprikateelters over ruime gegevens over watergift en drainpercentages. Aan de hand van die gegevens werden de cijfers in de tabel voor tomaat en paprika berekend.

Komkommer wordt in de meeste gevallen jaarrond geteeld aan de hand van drie plantingen, respectievelijk in januari, mei en augustus. Daardoor verloopt het waterverbruik gedurende het jaar grilliger dan bij andere vruchtgewassen. Enerzijds verloopt het groeiproces van startend tot volgroeid gewas driemaal per jaar met een lager startverbruik. Anderzijds wordt het waterverbruik bij komkommer naargelang het seizoen en de gewasstand geraamd op 0,3 tot 8 l/m<sup>2</sup> per etmaal, terwijl dit bij tomaat schommelt van 0,3 tot 5 l/m<sup>2</sup> per etmaal.

Tabel 10. – Gemiddeld waterverbruik, drainpercentage en hoeveelheid drain bij vruchtgroenten

	Tomaat	Komkommer	Paprika
Watergift (l/m <sup>2</sup> /jaar)	1.000-1.300	900-1.100	850-1.050
Drainpercentage	25-35	30-40	25-40
Drainhoeveelheid (l/m <sup>2</sup> /jaar)	250-455	250-440	210-420

### 2.2.1.3. Grenswaarden voor drainwater

Tomaten verdragen nogal makkelijk iets hogere hoeveelheden zouten in het wortelmilieu. Een chloridegehalte van 3 mmol/l in het wortelmilieu is zelfs wenselijk. Aangezien chloride geen voedingselement is, wordt het niet opgenomen door de planten en is een hoger gehalte af te raden. Voor paprika en komkommer is het gehalte aan natrium en chloride in het drainwater bij voorkeur lager dan 1,5 mmol/l. Om alle drainwater te kunnen hergebruiken, dient het gehalte aan natrium en chloor in het aanmaakwater dan ook voldoende laag te zijn.

Wat spoorelementen betreft moet vooral aan boor en mangaan aandacht besteed worden. Tomaten zijn vrij tolerant voor boor in het wortelmilieu. De streefwaarde in het drainwater voor boor bij tomaten op substraat is 60 µmol/l. Vanaf 150 µmol/l kan bladpuntverbranding voorkomen.

Het mangaangehalte in het aanmaakwater is bij hergebruik best niet hoger dan 10 µmol/l. Een gehalte van 40 µmol/l in het drainwater is voor tomaat het maximum.

Omdat bij komkommer geen afremming van de vegetatieve groei nodig is zoals bij de doorteelt van tomaat, liggen de richtwaarde voor EC (3,0 versus 3,7) en dus ook het meststoffenverbruik globaal gezien iets lager dan bij tomaat.

Het ammoniumgehalte (pH-buffering) in de voedingsoplossing voor komkommer mag hoger zijn (0,1 à 0,5 mmol/l als matlimieten). Occasioneel wordt silicium toegevoegd aan 0,6 mmol/l matrichtwaarde (vruchtkwaliteit).

### 2.2.1.4. Recirculatiesystemen

In de groenteteelt worden hoofdzakelijk twee types recirculatiesystemen gebruikt:

- het substraat ligt op de grond op plastic folie. Het drainwater loopt onder het substraat over de plastic folie en vloeit via perforaties in de folie in een drainslang, uitgelegd op een opvangfolie. Via de drainslang wordt het drainwater afgevoerd naar het opvangvat;
- het substraat ligt in hangende teeltgoten. Op het einde van elke goot is een opvangsysteem voorzien waardoor al het drainwater centraal kan afgevoerd worden.



Bij de teelt van vruchtgroenten op goten kan al het drainwater centraal afgevoerd worden.

### 2.2.1.5. Pathogenen

Mogelijke pathogenen in de teelt van tomaten, komkommer en paprika zijn weergegeven in Tabel 11.

Tabel 11. – Meest voorkomende pathogenen in tomaat, komkommer en paprika

Pathogenen		Tomaat	Komkommer	Paprika
Bacteriën	<i>Pseudomonas syringae</i>	X	X	X
	<i>Xanthomonas campestris</i>	X	X	X
	<i>Clavibacter michiganensis</i>	X		
	<i>Erwinia</i> spp.	X	X	
	<i>Pseudomonas corrugata</i>	X		
Schimmels	<i>Didymella</i>	X	X	X
	<i>Fusarium oxysporum</i>	X	X	X
	<i>Fusarium solani</i>	X	X	X
	<i>Pyrenochaeta</i> spp.	X	X	
	<i>Phytophthora</i> spp.	X	X	X
	<i>Pythium</i> spp.	X	X	X
	<i>Phomopsis sclerotioides</i>		X	
	<i>Rhizoctonia solani</i>	X	X	X
	<i>Sclerotinia</i> spp.	X	X	X
	<i>Septoria lycopersici</i>	X		
	<i>Verticillium dahliae</i>	X	X	X
	<i>Verticillium alboatrum</i>	X	X	X
	Aaltjes	<i>Globodera</i> spp.	X	
<i>Meloidogyne</i> spp.		X	X	X
<i>Pratylenchus penetrans</i>		X	X	X
Virussen	komkommermozaïekvirus	X	X	X
	tomatenbronsvlekkenziekte	X		
	pepinomozaïekvirus	X		
	tomatenmozaïekvirus	X		

Bron: Jones et al., 1991; Pernezny et al., 2003; Zitter et al., 1996

### 2.2.1.6. Ontsmettingssystemen

In de teelt van vruchtgroenten onder glas zijn uv-ontsmetting en langzame zandfiltratie de meest gangbare ontsmettingssystemen.

Voor hergebruik van drainwater dient extra geïnvesteerd te worden in een opvangmogelijkheid, een watersilo of betonnen bassin, voor het niet ontsmette drainwater. Er is minstens een voorraad voor een piekdag aanwezig. Op een piekdag is er bij paprika ongeveer 3,2 l/m<sup>2</sup> drain en bij tomaat bijna 5,0 l/m<sup>2</sup>. Op een bedrijf van 2 ha betekent dat voor paprika een drainproductie van 64 m<sup>3</sup> op een piekdag en voor tomaat van 100 m<sup>3</sup>. In de praktijk wordt in beide gevallen veelal voor een opslag van minstens 50 m<sup>3</sup> gekozen.

Een ontsmettingsinstallatie dient in één dag de piekhoeveelheid te kunnen ontsmetten. Voor een paprikabedrijf van 2 ha is dus een ontsmetter met een capaciteit van 3 m<sup>3</sup>/h nodig, voor een tomatenbedrijf van 2 ha een met een capaciteit van 5 m<sup>3</sup>/h. Indien ook het regenwater mee ontsmet wordt, is een hogere capaciteit noodzakelijk. Op een piekdag bedraagt het waterverbruik bij paprika 8,5 l/m<sup>2</sup> en bij tomaat 10 l/m<sup>2</sup>. Op een bedrijf van 2 ha is het totaal waterverbruik respectievelijk 170 m<sup>3</sup>/dag en 200 m<sup>3</sup>/dag. Indien het irrigatiewater volledig ontsmet wordt, zal de ontsmetter op een paprikabedrijf van 2 ha dus een capaciteit van 7,5 m<sup>3</sup>/h dienen te hebben en op een tomatenbedrijf van 2 ha een capaciteit van 9 m<sup>3</sup>/h.

### 2.2.2. Bladgewassen en kruiden

De grondloze teelt van bladgewassen (kropsla en alternatieve slasoorten) en kruiden onder glas gebeurde oorspronkelijk in het NFT-systeem (Nutrient Film Technique: vaste goten met vaste of beweegbare deksels) maar momenteel in het MGS-systeem (mobiele gotensysteem met verlengde opkweek en assimilatiebelichting). De voordelen van deze grondloze teelt zijn onder meer geen bodemvervuiling, een relatief laag waterverbruik en de mogelijkheid om met fysische ontsmettingsmethoden wortelziektekiemen te bestrijden. Tot op heden wordt deze grondloze teelt op beperkte schaal toegepast, namelijk op een teeltoppervlakte van ongeveer 50 ha. Ze zal in de toekomst echter nog aan belang winnen, onder meer als alternatief voor chemische bodemontsmetting.

#### 2.2.2.1. Kwaliteit van het aanmaakwater

Mangaanovermaat verhoogt bij sla het risico van tulpvorming, waarbij de kroppen niet willen sluiten, maar in tulpvorm uitgroeien. Voor de teelt van sla op hydrocultuur mag het mangaangehalte van het aanmaakwater niet hoger zijn dan 1 µmol/l. Bij sla opgekweekt in turfperspotjes treedt bij hogere gehalten tulpvorming op. Turf heeft immers van nature uit een hoog gehalte van mangaan. Bij sla opgekweekt op een inert substraat moet evenwel 5 µmol/l mangaan toegevoegd worden aan de voedingsoplossing.

#### 2.2.2.2. Watergift en -opslag

Bij het oorspronkelijke NFT-systeem met zes teelten op jaarbasis kan het waterverbruik begroot worden op 300 l/m<sup>2</sup> per jaar. In het MGS-systeem wordt continu geproduceerd en schommelt het waterverbruik rond 500 l/m<sup>2</sup> per jaar.

De optimale opvangcapaciteit bedraagt 40 m<sup>3</sup>/ha: 20 m<sup>3</sup> in de eerste teelhelft en 20 m<sup>3</sup> in de tweede teelhelft. De voedingsoplossing bevat minder meststoffen omdat bij de bladgewassen, in vergelijking met de vruchtgewassen, gewerkt wordt met een lagere elektrische geleidbaarheid van 1,5 tot 2,0 mS/cm.

#### 2.2.2.3. Recirculatiesystemen

Het oorspronkelijke NFT-systeem met vaste goten is momenteel geëvolueerd naar het MGS-systeem (mobiele gotensysteem).

#### 2.2.2.4. Pathogenen

Bij de NFT-en MGS-teelt zijn *Pythium* en *Olpidium* (overdrager van bobbelblad en kringnecrose) de voornaamste belagers.



Alternatieve slasoorten op het mobiele gotensysteem



### 2.2.2.5. Ontsmettingssystemen

Partiële uvc-ontsmetting aan een gemiddelde dosis van 100 mJ/cm<sup>2</sup> geeft een afdoende beheersing van *Pythium* en *Olpidium*. Hierbij dient vooral gelet op de voorfiltratie van en de ijzervoorziening in de voedingsoplossing.

In de praktijk wordt zowel bij het NFT- als bij het MGS-systeem de voedingsoplossing permanent over de combinatie van een zandfilter en een actieve koolfilter gestuurd naar het opvangreservoir. Deze oplossing wordt dan volgens behoefte opnieuw in het systeem gebracht.

De actieve koolfilter werkt volgens het principe van adsorptie waardoor oplosbare stoffen uit de voedingsoplossing gehaald worden door actieve kool met een grote interne oppervlakte (500-1.500 m<sup>2</sup>/g).

Adsorptie gebeurt in drie stappen, namelijk macrotransport, microtransport en uiteindelijke sorptie of fysische aanhechting van het organische materiaal aan de actieve kool.

Actieve kool kan geregenereerd worden, maar moet omwille van efficiëntieverlies en verkrumeling van de kool uiteindelijk vervangen worden. Een recirculatiesysteem voor bladgewassen resulteert slechts eenmaal per jaar in 40 m<sup>3</sup>/ha aan restdrain die moet verwijderd worden uit het systeem.

## 2.3. Aardbeienteelt

De teelt van aardbeien onder bescherming (glas of plastic folie) is meestal een teelt van trayplanten op substraat in potten of bakken op hanggoten of stellingen. Ook in openlucht wordt deze manier van telen meer en meer toegepast, al dan niet onder afdekking. De teeltwijze heeft heel wat voordelen: de vruchten zijn proper, goed zichtbaar en gemakkelijker te plukken. Het drainwater, dat eerder beperkt is in vergelijking met vruchtgroenten onder glas, kan gemakkelijk verzameld en opgevangen worden. Een volgende stap is het hergebruik van het drainwater.



Aardbeien op goten onder glas



Stellingenteelt van aardbeien

### 2.3.1. Kwaliteit van het aanmaakwater

Het gebruik van regenwater als aanmaakwater is de beste keuze. Met putwater treden gemakkelijker fysiologische problemen op, bijvoorbeeld albinisme bij een te hoog siliciumgehalte. Aardbeien worden met een vrij lage EC, tussen 1,2 en 1,8 mS/cm gedruppeld. Hergebruik van drainwater en dus de mogelijkheid een deel drainwater toe te voegen aan het aanmaakwater vergt bijgevolg een lage EC van het aanmaakwater. Vandaar dat regenwater ideaal is. Voor gebruik als aanmaakwater moet de EC van putwater als aanmaakwater lager zijn dan 0,3 à 0,4 mS/cm. Het gehalte van de gemakkelijk uitspoelbare elementen moet nog wat lager zijn dan de maximaal toegelaten waarden die worden gehanteerd bij toepassing zonder hergebruik. De normen voor het aanmaakwater bij druppelen zijn weergegeven in Tabel 12.

Element	Grenswaarde (mmol/l)
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	< 2-2,5
Kalium (K <sup>+</sup> )	< 3
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	< 2
Sulfaten (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	< 1
Fosfaten (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	< 0,1
Silicium (Si)	< 0,2
Natrium (Na <sup>+</sup> )	< 0,3
Chloride (Cl)	< 1
Grenswaarde (µmol/l)	
IJzer (Fe <sup>2+</sup> )	< 10
Boor (B)	< 6-7
Zink (Zn <sup>2+</sup> )	< 5

Tabel 12. - Grenswaarden hoofd- en spoorelementen in aanmaakwater voor de aardbeienteelt bij hergebruik van het drainwater

### 2.3.2. Watergift en -opslag

Water en voedingsoplossing worden toegediend met druppelaars. Het gewenste drainpercentage varieert van 0 tot 35 %, afhankelijk van de teeltfase en het weertype.

Het waterverbruik in de productiefase van een aardbeienteelt op substraat is ongeveer 250 à 300 l/m<sup>2</sup>; jaarlijks wordt ongeveer 800 l/m<sup>2</sup> gedruppeld wanneer per jaar drie teelten onder glas worden uitgevoerd (Tabel 13). Daarnaast wordt water verbruikt voor dakberging en broezen. Tabel 14 geeft het totale waterverbruik weer voor substraatteelten onder glas.

Voor een productiebedrijf met 1 ha glas is een opvangbassin voor regenwater met een volume van 1.200 m<sup>3</sup> geschikt. In combinatie met andere teelten moet uiteraard een groter volume voorzien worden, tot 5.000 m<sup>3</sup> per ha.

Tabel 13. -Berekeningswijze van het jaarlijkse druppelwaterverbruik voor drie aardbeienteelten op substraat onder glas, met 2 druppelaars/m<sup>2</sup> en 150 ml/druppelbeurt

Aantal dagen met bepaald aantal beurten per dag	Waterverbruik (l/m <sup>2</sup> )
90 (1 beurt)	27
150 (4 beurten)	180
60 (10 beurten)	180
65 (20 beurten)	390
<b>Totaal</b>	<b>777</b>

Tabel 14. - Waterverbruik voor aardbeienteelten op substraat onder glas bij veel licht (veel zon) en minder licht (veel bewolkt weer)

	Waterverbruik (l/m <sup>2</sup> )			
	2 teelten/jaar		3 teelten/jaar	
	Licht	Donker	Licht	Donker
Druppelen	500	400	750	600
Dakberging	300	150	500	300
Broezen	400	200	600	450
<b>Totaal</b>	<b>1.200</b>	<b>750</b>	<b>1.850</b>	<b>1.350</b>

### 2.3.3. Grenswaarden voor drainwater

In de aardbeienteelt is het meststoffenverbruik vrij laag. De gewenste EC ligt afhankelijk van de teeltfase tussen 1,2 en 1,8 mS/cm. De EC van het drainwater ligt tussen 1,5 en 2,5 mS/cm. De samenstelling van het drainwater is afhankelijk van onder andere de aard van de voedingselementen (bivalente elementen worden minder snel geabsorbeerd), het ontwikkelingsstadium (vegetatief stadium: meer opname nitraten, calcium, magnesium; bloei en oogst: meer opname kalium) en het klimaat.

Door het lage drainpercentage wordt de concentratie van de elementen in het drainwater minstens gedeeld door drie door toevoeging van regenwater, met andere woorden maximaal wordt een derde van het drainwater gebruikt in de nieuwe oplossing. Bijgevolg komt het zelden voor dat concentraties van bepaalde elementen te hoog oplopen en het drainwater niet meer kan worden hergebruikt. Een regelmatige analyse van het drainwater is aan te raden zodat de voedingsoplossing kan worden aangepast.

#### **2.3.4. Recirculatiesystemen**

Een recirculatiesysteem bij aardbeien verschilt weinig van een standaard recirculatiesysteem. Bij de productieteelt op substraat worden de aardbeien geteeld in potten of bakken op goten, en bevloed via druppelaars. De goten maken het gemakkelijk om het drainwater op te vangen en te verzamelen. Omdat in veensubstraat wordt geteeld, wordt best gefilterd voor de ontsmetting.

Een productiebedrijf van 1 ha glas heeft 28 m<sup>3</sup> drain per dag per ha bij een maximale drain van 40 % en een watergift van 7 l/m<sup>2</sup>. Er wordt een opvangcapaciteit van twee dagen voorzien, namelijk 50 à 60 m<sup>3</sup>. Minder kan ook, maar geeft meer kans op overstroom of tekort.

Naast water voor het druppelen is water nodig voor dakberegening en broezen. Bovendien hebben veel aardbeientelers een trayveld in open lucht voor de opkweek van trayplanten. Ook het water afkomstig van dat trayveld kan worden opgevangen en hergebruikt, maar dat vereist extra opvang- en ontsmettingscapaciteit, 15 l/m<sup>2</sup> opvang per dag bij bovenberegening.

#### **2.3.5. Pathogenen**

In de aardbeienteelt komen bladparasieten en bodem- en wortelparasieten voor. De laatste vormen uiteraard het grootste probleem bij hergebruik van drainwater. Vooral de schimmels *Phytophthora* en *Verticillium*, in mindere mate *Pythium* en *Fusarium*, en de bacterie *Xanthomonas* kunnen problemen geven. Ontsmetten is dan ook aan te raden.

#### **2.3.6. Ontsmettingssystemen**

Bedrijven die het drainwater ontsmetten, gebruiken meestal de combinatie van langzame zandfilter met lagedruk-uv-ontsmetter. Enkele bedrijven ontsmetten enkel met lagedruk-uv. De bruine kleur van het water als gevolg van substraatuitlogging, maakt dat de transmissiewaarden laag zijn (lager dan 20 %) en de werking van de uv-ontsmetter niet ideaal is. Om die reden is het plaatsen van een langzame zandfilter voor de uv-ontsmetter aan te raden. Het verdunnen van het drainwater met zuiver regenwater om de transmissie van het drainwater te verhogen, is een andere mogelijkheid.

Voor de productieteelten heeft de ontsmetter een capaciteit van gemiddeld 2 m<sup>3</sup> per ha.



### 3. Wat zegt de wet?

De Europese en de Vlaamse overheid voorzien regels betreffende het gebruik en het lozen van water. Op Europees niveau werd eind 2000 de Europese Kaderrichtlijn Water<sup>1</sup> goedgekeurd. De richtlijn beoogt het verbeteren van de kwaliteit van de watersystemen en het bevorderen van het duurzame gebruik van water in de lidstaten van de Europese Unie. Ook wordt gestreefd naar een harmonisatie van de Europese waterwetgeving. In navolging van de Europese Kaderrichtlijn Water keurde het Vlaams Parlement in juli 2003 het Decreet betreffende het Integraal Waterbeleid<sup>2</sup> goed.

Het Vlaamse waterbeleid krijgt vorm via onder andere vergunningen, heffingen en bekken- en deelbekkenbeheerplannen. Voor de winning van grondwater, maar ook in bepaalde gevallen voor de winning van oppervlaktewater, moeten bedrijven over de nodige vergunningen beschikken en de nodige milieuheffingen betalen. Ook voor het lozen van restwaterstromen zijn vergunningen en normen van kracht. Bovendien dient bij gebruik van water een 'waterzuiveringsbelasting' betaald te worden. Deze milieuheffingen zijn gebaseerd op de omvang van de verschillende waterstromen op het bedrijf.

#### 3.1. Europese Kaderrichtlijn Water en Vlaams Decreet Integraal Waterbeleid

In de Europese Kaderrichtlijn Water wordt uitgegaan van de geografische afbakening van de watersystemen — en niet meer zoals vroeger van land-, provincie- of andere grenzen — en van een geïntegreerde aanpak met betrekking tot het waterbeleid. Een duurzaam integraal waterbeheer betekent het streven naar het ontwikkelen, instandhouden en herstellen van het watersysteem en het waarborgen voor de volgende generaties van alle functies van het waterbeheer, namelijk drinkwaterwinning, huishoudelijk, landbouwkundig en industrieel watergebruik, recreatie, natuur, transport en energiewinning.

In Vlaanderen zijn er twee internationale stroomgebieden, dat van de Schelde en dat van de Maas. Deze stroomgebieden worden verder opgedeeld in bekkens (bijvoorbeeld het netebekken). Vlaanderen telt elf verschillende bekkens. Voor elk bekken wordt in uitvoering van het Vlaamse Decreet Integraal Waterbeleid een bekkenbeheerplan opgemaakt. Het Vlaamse Gewest werkt tegen 2006 in samenspraak met de andere betrokken besturen de plannen voor alle bekkens uit.

#### Voor meer info:

[www.mina.be/water\\_integraal\\_waterbeheer.html](http://www.mina.be/water_integraal_waterbeheer.html) of [www.mina.be/afdwater.html](http://www.mina.be/afdwater.html) of [www.bekkenwerking.be](http://www.bekkenwerking.be)

Voor de glastuinbouw kan het decreet betreffende het integrale waterbeleid gevolgen hebben voor de vestiging van bedrijven. Het zal ook leiden tot de invoering van maatregelen met betrekking tot het maximaal benutten of infiltreren van hemelwater en het beschermen van oppervlakte- en grondwater tegen verontreiniging, bijvoorbeeld als gevolg van uitspoeling van meststoffen of lozen van restwaterstromen.

<sup>1</sup> Europese Kaderrichtlijn Water 2000/60/EG

<sup>2</sup> Decreet betreffende het Integraal Waterbeleid, Belgisch Staatsblad 4 november 2003

## 3.2. Wining van regen-, grond- en oppervlaktewater

### 3.2.1. Vergunningen

#### 3.2.1.1. Vergunning voor de wining van regenwater

Voor het winnen van hemelwater of regenwater is geen milieuvergunning nodig. Wel is een stedenbouwkundige vergunning vereist voor de aanleg van een watersilo of een foliebassin. Er worden steeds meer verplichtingen voor opvang en opslag van hemelwater van kracht.

Specifiek voor de glastuinbouw wordt in Nederland een hemelwateropslag van 500 m<sup>3</sup>/ha verplicht. De studie rond Best Beschikbare Technieken (BBT)<sup>3</sup> in de glastuinbouw geeft een eerste aanzet voor de invoering van sectorvoorwaarden betreffende hemelwateropslag in Vlaanderen.

Sinds 1 februari 2005 is in Vlaanderen een gewestelijke stedenbouwkundige verordening<sup>4</sup> betreffende hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen<sup>5</sup>, buffervoorzieningen<sup>6</sup> en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater van toepassing.

Deze verordening bevat minimale voorschriften voor de lozing van niet verontreinigd hemelwater afkomstig van verharde oppervlakken. Het algemene uitgangsprincipe is dat hemelwater in eerste instantie zo veel mogelijk wordt gebruikt.

De verordening is van toepassing op het bouwen of herbouwen van gebouwen of constructies met een horizontale dakoppervlakte groter dan 75 m<sup>2</sup>. Ze is eveneens van toepassing als de horizontale dakoppervlakte van een gebouw of constructie met meer dan 50 m<sup>2</sup> wordt uitgebreid, doch enkel op die uitbreiding. Voor landbouwbedrijven is het aanleggen van een hemelwaterput niet verplicht indien een infiltratievoorziening of een afvoerbegrenzer wordt voorzien.

#### 3.2.1.2. Vergunning voor de wining van grondwater

Sinds 1 mei 1999 is de grondwaterwining geïntegreerd in de VLAREM-regelgeving<sup>7</sup>. Dat betekent dat de vergunning voor grondwaterwining van meer dan 500 m<sup>3</sup> per jaar opgenomen is in de milieuvergunning van het bedrijf en er geen afzonderlijke vergunning voor de wining van grondwater dient aangevraagd te worden.

In VLAREM I wordt de wining van grondwater op basis van het opgepompte debiet ingedeeld in drie klassen (Tabel 15). De klassenindeling van een bedrijf in zijn totaliteit komt overeen met de klasse van de meest hinderlijke activiteit die in de inrichting plaatsvindt. Klasse 1-activiteiten zijn hinderlijker dan klasse 2-activiteiten, die op hun beurt hinderlijker zijn dan klasse 3-activiteiten.



<sup>3</sup> De studie Best Beschikbare Technieken (BBT) voor de glastuinbouw werd uitgevoerd door het BBT-Kenniscentrum van het VITO. De BBT-studie bereidt de milieuvergunningvoorwaarden voor de glastuinbouw voor. Zo werden er onder meer aanbevelingen gedaan rond nuttig gebruik van hemelwater en rond recirculatie van drainwater.

<sup>4</sup> Besluit van de Vlaamse Regering van 1 oktober 2004 houdende vaststelling van een gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater, Belgisch Staatsblad, 8 november 2004

<sup>5</sup> infiltratievoorziening: een buffervoorziening waarbij de vertraagde afvoer gebeurt door infiltratie, dit is het doorsijpelen van hemelwater in de bodem

<sup>6</sup> buffervoorziening: een voorziening voor het bufferen van hemelwater met een vertraagde afvoer en een noodoverlaat

<sup>7</sup> VLAREM: Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning

Een klasse 3-bedrijf dient een melding te doen bij het college van burgemeester en schepenen. Een klasse 2- en klasse 1-bedrijf richten de milieuvergunningaanvraag aan respectievelijk het college van burgemeester en schepenen en de bestendige deputatie van de provincie. Het meldingsformulier (klasse 3) of het milieuvergunningaanvraagformulier (klasse 1 en 2) kan verkregen worden op de milieudienst van de gemeente of gedownload worden op de website van het VITO (<http://www.emis.vito.be>).

Tabel 15. - Indeling grondwaterwinning in klassen op basis van opgepompt debiet in VLAREM I

Rubriek	Omschrijving	Klasse
53.8	Boren van grondwaterwinningsputten en grondwaterwinning met opgepompt debiet:	
	- van minder dan 500 m <sup>3</sup> /jaar	3
	- van 500 tot 30.000 m <sup>3</sup> /jaar	2
	- van 30.000 m <sup>3</sup> /jaar en meer	1

De milieuvergunningaanvraag dient gegevens te bevatten over de kenmerken van de aangesproken watervoerende laag en technische gegevens van de pomp en de watertellers. Elke grondwaterwinning van minstens 500 m<sup>3</sup> per jaar moet immers sinds 1 juli 1997 uitgerust zijn met een waterteller. De waterteller moet geplaatst worden voor het eerste aftappunt van het grondwaterleidingstelsel volgens een code van goede praktijk. Elke meter totaliseert het volume van het doorstromende water en wordt zo geplaatst dat de aflezing steeds in alle veiligheid kan plaatsvinden en dat beschadiging of verstoring van de meter vermeden wordt.

### 3.2.1.3. Vergunning voor de captatie van oppervlaktewater

In Vlaanderen wordt in de glastuinbouw slechts beperkt gebruik gemaakt van oppervlaktewater. Op de meeste bedrijven is de hoeveelheid beschikbaar oppervlaktewater en/of de kwaliteit van het oppervlaktewater onvoldoende voor gebruik als irrigatiewater. Daarom wordt hier slechts kort ingegaan op de wetgeving.

Voor de captatie van oppervlaktewater wordt onderscheid gemaakt tussen, volgens de atlas van de waterlopen, bevaarbare en onbevaarbare waterlopen. Voor winning van meer dan 500 m<sup>3</sup> oppervlaktewater per jaar uit bevaarbare waterlopen, kanalen en havens is een captatievergunning vereist. Voor het onttrekken van minder dan 500 m<sup>3</sup> uit een bevaarbare waterloop geldt een meldingsplicht. De captatievergunning wordt verleend door de Administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ) van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Mits motivering kan te allen tijde in het belang van de waterweg een tijdelijk verbod of beperking opgelegd worden, bijvoorbeeld bij uitzonderlijk lage waterstanden.

De oevereigenaar van een onbevaarbare waterloop kan het water vrij gebruiken, op voorwaarde dat geen afbreuk gedaan wordt aan de rechten van tegenover of lager gelegen oevereigenaars. Zolang de oevereigenaar het water uit de onbevaarbare waterloop haalt zonder oprichting van vaste constructies of bouwwerken heeft hij geen vergunning of machtiging van de bevoegde overheid voor wijzigingswerken aan de waterloop nodig. Indien de onbevaarbare waterloop zich binnen een poldergebied of watering bevindt, moet rekening gehouden worden met mogelijk binnen het gebied bestaande politiereglementen die de wateropvang afhankelijk stellen van een vergunning of toelating.

## 3.2.2. Heffingen

### 3.2.2.1. Heffing op de winning van grondwater

Om het zuinig en rationeel gebruik van grondwater te stimuleren bestaat voor het oppompen van grondwater een milieuheffing. Sinds 1998 is elke land- of tuinbouwer die in het Vlaamse Gewest één of meer grondwaterwinningen exploiteert en die in het jaar voorafgaand aan het heffingsjaar hieruit minimum 500 m<sup>3</sup> heeft onttrokken, aan deze heffing onderworpen. De heffing wordt berekend op basis van het grondwaterverbruik in het vorige jaar.

Voor grondwaterwinningen is zowel de heffing op het winnen van grondwater als de heffing op de waterverontreiniging van toepassing (zie 3.2.2.3. Heffing op waterverontreiniging). Sinds 1 januari 2000 is de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) voor beide heffingen bevoegd.

De heffing grondwaterwinningen van 500 tot en met 30.000 m<sup>3</sup> per jaar wordt als volgt berekend:

Heffing = 0,05 euro/m<sup>3</sup> x index

met index = indexcijfer consumptieprijzen december voorafgaand aan

heffingsjaar/indexcijfer consumptieprijzen december 2001 (1,0853 voor 2006)

De minimumheffing bedraagt: 124 euro x index.



Bij grondwaterwinningen van meer dan 30.000 m<sup>3</sup> per jaar is de heffing per m<sup>3</sup> lager, maar stijgt dit bedrag met toenemend grondwaterverbruik. Dergelijke groot grondwaterverbruik komt echter weinig of niet voor in de land- en tuinbouwsector. Indien de grondwaterwinning uitgerust is met een waterteller, wordt de heffing voor de opgepompte hoeveelheid grondwater berekend op basis van de hoeveelheid geregistreerd met de waterteller in het vorige jaar. Indien geen debietmeter aanwezig is, wordt de vergunde jaarhoeveelheid (of het vergunde dagdebiet) in rekening gebracht. Indien de grondwaterwinning niet vergund is, wordt de hoeveelheid grondwater berekend aan de hand van de totale waterbalans of aan de hand van de pompcapaciteit.

#### **Voorbeeld**

Een glastuinbouwbedrijf pompte in 2005 in totaal 4.700 m<sup>3</sup> grondwater op. De heffing voor het winnen van grondwater voor 2006 bedraagt:

$$\text{Heffing} = 0,05 \text{ euro/m}^3 \times 1,0853 \times 4.700 \text{ m}^3 = 255,05 \text{ euro}$$

Omwille van verdrogingsverschijnselen bij bepaalde grondwatervoerende lagen in Vlaanderen, zullen in de toekomst steeds meer maatregelen genomen worden om het grondwaterverbruik te verminderen. Grondwater zal duurder worden. De heffingen voor het oppompen van grondwater zullen stijgen en afhankelijk zijn van het gebied en de laag waaruit gepompt wordt. Streefdoel van het waterbeleid in Vlaanderen is afbouw van de grondwaterwinning in de kwetsbare grondlagen met 75 %.

#### **3.2.2.2. Heffing op de captatie van oppervlaktewater**

Enkel bij captatie van meer dan 500 m<sup>3</sup> water per jaar uit bevaarbare waterlopen, kanalen en havens dient een milieuheffing betaald te worden. Voor de schijf van minder dan 1.000.000 m<sup>3</sup>/jaar geldt 0,043381 euro/m<sup>3</sup> maar de minimum heffing bedraagt 125 euro. Aangezien het in de landbouwsector over relatief kleine hoeveelheden gaat, bedraagt de heffing nagenoeg altijd 125 euro vermenigvuldigd met de index (1,0853 voor 2006). Voor winning van water uit onbevaarbare waterlopen geldt een vrijstelling.

#### **3.2.2.3. Heffing op waterverontreiniging**

Iedereen die in het jaar voorafgaand aan het heffingsjaar op het grondgebied van het Vlaamse Gewest water heeft afgenomen via een openbare waterleidingsmaatschappij of een eigen waterwinning, of water heeft geloosd, is onderworpen aan de heffing op de verontreiniging van het oppervlaktewater, ook wel 'waterzuiveringsbelasting' genaamd. De heffing wordt berekend op basis van het waterverbruik in het voorgaande jaar.

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen:

- kleine verbruikers: minder dan 500 m<sup>3</sup> gefactureerd waterverbruik of eigen waterwinning met pompcapaciteit lager dan 5 m<sup>3</sup> per uur,
- grote verbruikers: meer dan 500 m<sup>3</sup> gefactureerd waterverbruik of eigen waterwinning met pompcapaciteit van 5 m<sup>3</sup> per uur of meer.

Grote verbruikers dienen jaarlijks vóór 15 maart een aangifte te doen. Hoewel de Vlaamse Milieumaatschappij belast is met de inning van de heffing moet het heffingsformulier van land- en tuinbouwbedrijven ingevuld en ondertekend teruggestuurd worden vóór 15 maart naar de provinciale afdeling van de Mestbank.

De berekening van de 'waterzuiveringsbelasting' kan uitgevoerd worden op basis van analyseresultaten van het geloosde water maar courant wordt de vuilvracht in de land- en tuinbouwsector op forfaitaire basis berekend. Hierbij wordt het water ingedeeld in leidingwater, grondwater, oppervlaktewater, water gewonnen op andere wijze (onder andere regenwater) en koelwater. De hoeveelheid water (m<sup>3</sup>) wordt vermenigvuldigd met een omzettingcoëfficiënt en een eenheidstarief per vervuilingseenheid. Dit eenheidstarief wordt jaarlijks aangepast volgens het indexcijfer der consumptieprijzen. Het bedraagt 28,61 euro in 2006, indien het tuinbouwbedrijf zelf zuivert en loost op oppervlaktewater, of indien het beschikt over een vergunning met normen voor lozing in gewone oppervlaktewateren en loost in de openbare riolering gelegen in zuiveringszone C. Voor de overige tuinbouwbedrijven bedraagt het eenheidstarief 29,00 euro in 2006. Tabel 16 vermeldt de omzettingcoëfficiënten voor de berekening van de 'waterzuiveringsbelasting'. De omzettingcoëfficiënt verschilt naargelang het type landbouwbedrijf.

**Tabel 16. - Omzettingcoëfficiënten voor berekening van de 'waterzuiveringsbelasting' per type landbouwbedrijf, voor kleine verbruikers en voor sanitair waterverbruik van werknemers**

Type landbouwbedrijf:	Omzettingcoëfficiënt
- pluimveebedrijven	0,0005
- varkenshouderijen	0,00125
- rundveebedrijven	0,0025
- andere veebedrijven	0,005
- andere bedrijven zoals akker- en tuinbouwbedrijven	0,00025
Kleine verbruikers, waterverbruik gezinsleden	0,025
Sanitair waterverbruik werknemers	0,027

De tabel maakt duidelijk dat de heffing op het huishoudelijke afvalwater en het sanitaire afvalwater van de werknemers relatief gezien veel hoger is dan op het bedrijfsafvalwater. Voor land- en tuinbouwers wordt per persoon van het gezin en per werknemer een forfaitair waterverbruik van 30 m<sup>3</sup> per jaar in rekening gebracht.

In 2005 werd de 'integrale waterfactuur' ingevoerd. Op die manier betaalt de consument door middel van één enkele factuur zowel de levering als de zuivering van het gebruikte leidingwater. Deze maatregel heeft geen invloed op de berekening van de heffing zoals hierboven wordt voorgesteld. Wel zal het uiteindelijk te betalen bedrag van de heffing worden verminderd met de bijdrage voor leidingwater die al in de loop van het jaar werd betaald. Ook een eventuele vergoeding aan de NV Aquafin voor het lozen op de riool en het zuiveren van het afvalwater zal in mindering worden gebracht.

Daarnaast komen sinds 2005 ook de grote verbruikers in aanmerking voor een gedeeltelijke vrijstelling van de heffing indien het huishoudelijke afvalwater wordt gezuiverd in een private zuiveringsinstallatie. De vrijstelling wordt enkel toegekend voor het gedeelte huishoudelijk afvalwater met een maximum van 30 m<sup>3</sup> per persoon per jaar.

### Voorbeeld

Een glastuinbouwbedrijf verbruikte in 2005 in totaal 8.500 m<sup>3</sup> grondwater voor zijn gezin en zijn bedrijf. Het bedrijf zuivert zelf zijn afvalwater vooraleer het te lozen op oppervlaktewater. Er zijn vier gezinsleden en twee werknemers.

De heffing op verontreiniging van oppervlaktewater bedraagt (als grootverbruiker) in 2006:

- heffing voor waterverbruik gezin:  $4 \times 30 \text{ m}^3$  (forfaitair verbruik per gezinslid)  $\times 0,025 \times 28,61$  euro = 85,83 euro;
- heffing sanitair verbruik werknemers:  $2 \times 30 \text{ m}^3$  (forfaitair verbruik per werknemer)  $\times 0,027 \times 28,61$  euro = 46,35 euro;
- heffing voor bedrijfsverbruik:  $(8.500 - 120 - 60) \times 0,00025 \times 28,61$  euro = 59,51 euro.

De totale heffing bedraagt:  $85,83 + 46,35 + 59,51 = 191,69$  euro.



### 3.3. Lozen van afvalwater

Op elk bedrijf komen een aantal afvalwaterstromen voor. Wat met dit afvalwater moet of mag gebeuren, is opgenomen in VLAREM I en II. De regels binnen VLAREM zijn enerzijds afhankelijk van de herkomst van het afvalwater, anderzijds van de ligging van het bedrijf.

#### 3.3.1. Ligging van het bedrijf in een bepaalde zuiveringszone

Vlaanderen kent gerioleerde en niet gerioleerde gebieden. De gerioleerde gebieden zijn opgesplitst in zuiveringszones, namelijk A, B en C, afhankelijk van de aanwezige zuiveringsinfrastructuur. In zuiveringszone A stroomt het afvalwater via de riolering naar een gemeenschappelijke waterzuiveringsinstallatie (RWZI). In zuiveringszone B is de aansluiting van de riolering op een RWZI voorzien binnen de vijf jaar, terwijl in zone C geen collectieve waterzuivering voorzien wordt. In de gebieden zonder riolering wordt het afvalwater in de gracht of op het oppervlaktewater geloosd. Indien het bedrijf in zone C of in een niet gerioleerd gebied ligt, dient het afvalwater gezuiverd te worden. Om te weten in welke zone het bedrijf ligt, richt u zich best tot de milieu- of technische dienst van de gemeente.

#### 3.3.2. Lozen van afvalwater volgens herkomst

VLAREM II legt voorwaarden voor de lozing van afvalwater op. Voor het lozen van huishoudelijk afvalwater gelden andere normen dan voor het lozen van bedrijfsafvalwater. Wanneer huishoudelijk afvalwater samen met bedrijfsafvalwater geloosd wordt, wordt het geheel aanzien als bedrijfsafvalwater. Bovendien zijn de lozingsnormen verschillend voor bedrijfsafvalwater dat geen gevaarlijke stoffen bevat en bedrijfsafvalwater met één of meer gevaarlijke stoffen.

Wat volgens de wetgeving precies gevaarlijke stoffen zijn, wordt vastgelegd in VLAREM I. Voorbeelden van gevaarlijke stoffen zijn organische en anorganische fosforverbindingen, ammoniak, nitrieten en zware metalen zoals koper en zink. De concentraties van deze gevaarlijke stoffen worden getoetst aan de kwaliteitsnormen van de ontvangende waterloop. Tabel 17 geeft enkele voorbeelden van basiskwaliteitsnormen voor oppervlaktewater.

Tabel 17. – Enkele voorbeelden van basiskwaliteitsnormen voor gevaarlijke stoffen in oppervlaktewater

Stof	Norm oppervlaktewater
Ammonium-stikstof (mg N/l)	< 5
Kjeldahl-stikstof (mg N/l)	< 6
Nitraat + nitriet (mg N/l)	< 10
Ortho-fosfaat (mg P/l)	< 0,3
Totaal fosfaat (mg P/l)	< 1

Zodra de concentratie van één van de stoffen in het afvalwater hoger is dan de milieukwaliteitsnorm van de ontvangende waterloop, gaat het om afvalwater dat gevaarlijke stoffen bevat. Voor het lozen van dergelijk afvalwater is steeds een milieuvergunning nodig (VLAREM I).

Als de afvalwaterlozing vergunningsplichtig is, worden de lozingsnormen waaraan het afvalwater moet voldoen, vermeld in de milieuvergunning. Voor het vastleggen van die normen baseert de vergunningverlener zich op de algemene lozingsnormen. Afhankelijk van de situatie kunnen in de milieuvergunning strengere grenswaarden worden vastgelegd voor bepaalde stoffen. Voor niet vergunningsplichtige lozingen gelden altijd de algemene lozingsvoorwaarden (Tabel 18).

Tabel 18. – Algemene voorwaarden voor lozing in oppervlaktewater

Parameter	Norm bedrijfsafvalwater
PH	6,5 tot 9
Biochemisch zuurstofverbruik (BZV) (mg O <sub>2</sub> /l)	< 25
Bezinkbare stoffen (ml/l)	< 0,5
Zwevende stoffen (mg/l)	< 60
Temperatuur (°C)	< 30
Apolaire koolwaterstoffen (mg/l)	< 5
Oppervlakte actieve stoffen (mg/l)	< 3
Verbod voor het lozen van stoffen die schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid van mens, fauna en flora	
Verbod van oliën, vetten of andere drijvende stoffen in het geloosde water	
Beperkte hoeveelheid pathogene kiemen	

## 4. Literatuur

- Barth, G. (1999). Slow flow Sand Filtration (SSF) for water treatment in nurseries and greenhouses. Nursery Papers, 3. [http://www.ngia.com.au/publication\\_resources/NP\\_Pdf/NP\\_1999-03.pdf](http://www.ngia.com.au/publication_resources/NP_Pdf/NP_1999-03.pdf)
- Benoit, F. & Ceustermans, N. (2000). UV-ontsmetting in de glasgroenteteelt. Proeftuinnieuws, 10(8), 37-38.
- Benoit, F. & Ceustermans, N. (2002). Consequenties van gesloten grondloze teelttechnieken. Deel 1: Water, recirculatie, alternatieve substraten. Proeftuinnieuws, 12(17), 51-53.
- Benoit, F. & Ceustermans, N. (2002). Consequenties van gesloten grondloze teelttechnieken. Deel 2: Mobiele teeltsystemen, fysieke ontsmetting. Proeftuinnieuws, 12(18), 35-37.
- Blindeman, L. (2004). ALT-demonstratieproject: recirculatie van voedingswater bij snijbloemenbedrijven met substraatteelten. Verbondsnieuws, 48(12), 27-28.
- Ceustermans, N. (2005). Ontsmetting en hergebruik van drainwater bij de substraatteelt van vruchtgroenten: een overzicht van enkele mogelijke ontsmettingstechnieken. Proeftuinnieuws, 15(10), 24-25.
- De Bruyn, P., Heungens, K., Deckers, S. & Sarrazyn, R. (2004). Monitoring van watergebruik bij aardbeien. Proeftuinnieuws, 14(17), 28-29.
- De Rocker, E., Goen, K., Heungens, K. & Ingels, M. (2004). Controle waterontsmetting op substraatbedrijven met vruchtgroenten. Proeftuinnieuws, 14(17), 26-28.
- De Rocker, E., Goen, K., Van Poucke, K. & Ingels, M. (2005). Ruime mogelijkheden voor ontsmetting van voedingswater op substraatbedrijven met tomaat. Proeftuinnieuws, 15(10), 26-27.
- Ehret, D.L., Alsanus, B., Wohanka, W., Menzies, J.G. & Utkhede, R. (2001). Disinfestation of recirculating nutrient solutions in greenhouse horticulture. Agronomie, 21, 323-339. <http://www.edpsciences.org/articles/agro/pdf/2001/04/a1402.pdf>
- Goen, K. (2004). Stand van zaken omtrent hergebruik en zuivering van drainwater bij tomaat onder glas. Proeftuinnieuws, 14(23), 33-34.
- Grantzau, E. (1999). Salze in Substraten. Deutscher Gartenbau, 11, 45-46.
- Grantzau, E. (2000). Gießwasser – ein wichtiger Produktionsfaktor. Deutscher Gartenbau, 10, 53-54.
- Jamart, G. (1998). De langzame zandfilter als biologische waterontsmetter. Verbondsnieuws, 42(14), 35-37.
- Jones, J.B., Jones, J.P., Stall, R.E. & Zitter, T.A. (1991). Compendium of Tomato Diseases. 3e druk. St. Paul, APS Press, The American Phytopathological Society, 73 p.
- Kint, S. & Van Neck, W. (2004). Drainwater inpassen op grassen. Proeftuinnieuws, 14(17), 32-33.
- Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2003-2004. Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 2003, 244 p.
- Le Quilicq, S. (2002). Gestion des effluents des cultures légumières sur substrat. CTIFL, 198 p.
- Newman, S.E. (2004). Disinfecting Irrigation Water for Disease Management. 20th Annual Conference on Pest Management on Ornamentals, February 20-22, 2004, San Jose, California. <http://www.ext.colostate.edu/hort/Newman/publications/DisinfectingWater.pdf>
- Pernezny, K.L., Roberts, P.D., Murphy, J.F. & Goldberg, N.P. (2003). Compendium of Pepper Diseases. St. Paul, APS Press, The American Phytopathological Society, 88 p.
- Proefstation Bloemisterij en Glasgroente. Ontsmetting van drainwater in de kastuinbouw. 5 januari 2006. <http://www.lenntech.com/tuinbouw-uv-ozon.htm>

- Runia, W.T. (1992). Hogedruk UV-unit pakt schimmel en virus aan. *Groenten en Fruit*, 2(5), 56-57.
- Runia, W.T. (1994). Elimination of root infecting pathogens in recirculating water from closed cultivation systems by ultra-violet light radiation. *Acta Hort.*, 361, 361-371.
- Schnitzler, W. H. (2004). Pest and Disease Management of Soilless Culture. *Acta Hort.*, 648, 191-203.
- Vanachter, A. & Runia, W. (1994). Vlamontsmetter doodt schimmelsporen effectief. *Vakblad voor de Bloemisterij*, 49(40), 46-47.
- Van Labeke, M.C. (2005). Ontsmetting en hergebruik van irrigatiewater. Technologisch Instituut Genootschap Plantenproductie en Ecosfeer. Studie- en vervolmakingsdag 'Duurzaam watergebruik in land- en tuinbouw'. CLO Melle, 97-109.
- van Os, E.A., Amsing, J. & Runia, W. (1997). Aaltjes ontsnappen aan langzame zandfilter. *Vakblad voor de Bloemisterij* 52(8), 44-45.
- van Os, E.A. (2001). New Developments in Recirculation Systems and Disinfection Methods for Greenhouse Crops. *Horticultural Engineering*, 16(2), 2. <http://aesop.rutgers.edu/~horteng/newsletter/2001/Vol16-2Mar2001.PDF>
- van Os, E.A. (2001). New Developments in Recirculation Systems and Disinfection Methods for Greenhouse Crops. *Horticultural Engineering*, 16(3), 4. <http://aesop.rutgers.edu/~horteng/newsletter/2001/Vol16-3May2001.PDF>
- Vissers, M. (2005). Aqua-Hort geeft eerste resultaten. *Verbondsnieuws*, 49(6), 29-32.
- Vissers, M., Blindeman, L., Planckaert, M., Van Parys, P., Haleydt, B., Saverwyns, A. & Goossens, F. (2005a). Dossier Algen in bassins 1. *Nieuwsbrief Geïntegreerde bestrijding (Pest Control)*, 4(2), 10 p.
- Vissers, M., Blindeman, L., Planckaert, M., Van Parys, P., Haleydt, B., Saverwyns, A. & Goossens, F. (2005b). Dossier Algen in bassins 2. *Nieuwsbrief Geïntegreerde bestrijding (Pest Control)*, 4(3), 8 p.
- Wohanka, W. (1992). Slow sand filtration and UV-radiation: low-cost techniques for disinfection of recirculating nutrient solution on surface water. *Proceedings 8th ISOSC – congress, South-Africa*, 407-511.
- Zitter, T.A., Hopkins, D.L. & Thomas, C.E. (1996). *Compendium of Cucurbit Diseases*. St. Paul, APS Press, The American Phytopathological Society, 120 p.

### **Nuttige brochures**

- Grondwaterwinningen: aanleg, onderhoud, peilmetingen en analyses (2003). AMINAL, Afdeling Water, 24 p.
- Kleinschalige waterzuivering in land- en tuinbouw (2003). Provincie Oost-Vlaanderen, 60 p.
- Landbouw en water, een overzicht van de reglementen en nuttige informatie (2005). Provincie Oost-Vlaanderen, 60 p.
- Pauwels, E. (2003). Aanleg en werking van een Rietveld. Proefcentrum voor de Sierteelt vzw, Destelbergen, 17 p.
- Water. Elke druppel telt. Groenteteelt op substraat. AMINAL, brochure in druk.
- Water. Elke druppel telt. Sierteelt. AMINAL, brochure in druk.

## 5. Bijlagen

### 5.1. ALT-demonstratieprojecten

Tabel 19 geeft een overzicht van de ALT-demonstratieprojecten die uitgevoerd werden van 2003 tot 2005 rond hergebruik en zuivering van water in de tuinbouw. De brochure werd samengesteld door uitvoerders van deze projecten.

Tabel 19. – ALT-demonstratieprojecten rond hergebruik en zuivering van water in de tuinbouw

Titel project	Periode	Uitvoerders van uitvoering
Stimuleren van het hergebruik van drainwater bij snijbloembedrijven met substraatteelten	2004-2005	- Proefcentrum voor Sierteelt Afdeling Snijbloemen
Opvolging van de werking van ontsmettingssystemen op azaleabedrijven	2004-2005	- Proefcentrum voor Sierteelt Afdeling Azalea
Monitoring van het herbruik van drainwater bij aardbeien op substraat op diverse praktijkbedrijven. Reductie van het watergebruik in opkweek van trayplanten aardbeien door introductie op demonstratiebedrijven van een tray met druppelbevloeiing	2004-2005	- Proefcentrum Hoogstraten - Provinciaal Onderzoeks- en Voorlichtingscentrum voor Land- en Tuinbouw West-Vlaanderen
Stroomschema's watergebruik in land- en tuinbouw: elke druppel telt	2004-2005	- Boerenbond-Consult - Proefcentrum voor Sierteelt - Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen - Katholieke Hogeschool Kempen
Recirculatie van voedingswater bij vruchtgroenten dankzij doeltreffende ontsmettingstechnieken	2004-2005	- Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen - Proefcentrum Hoogstraten
Valorisatie drainwater van substraatteelt op cultuurgronden	2003-2004	- Boerenbond-Consult - Bodemkundige Dienst van België
Opstellen van een totale waterbalans met herbruik van drainwater bij substraatteelt tomaat onder glas (deel I), zuivering van drainwater en organisch vervuild water bij substraatteelt tomaat via een systeem van beluchting met microbiële omzetting van mineralen in combinatie met rietveld	2003-2004	- Proefcentrum Hoogstraten

#### Contactgegevens uitvoerders:

Proefcentrum Hoogstraten (voormalig Proefbedrijf der Noorderkempen)  
Voort 71, 2328 Meerle, tel. 03 315 70 52, fax 03 315 00 87,  
info@proefcentrum.be, www.proefcentrum.be

Proefcentrum voor Sierteelt (PCS)  
Schaessestraat 18, 9070 Destelbergen, tel. 09 353 94 94, fax 09 353 94 95,  
info@pcsierteelt.be, www.pcsierteelt.be

Proefstation voor de Groenteteelt (PSKW)  
Binnenweg 6, 2860 Sint-Katelijne-Waver, tel. 015 55 27 71, fax 015 55 30 61,  
pst@pstdrc.be, www.proefstation.be

Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen (PCG)  
Karreweg 6, 9770 Kruishoutem, tel. 09 381 86 86, fax 09 381 86 99,  
pcg@proefcentrum-kruishoutem.be, www.proefcentrum-kruishoutem.be

Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO) (voormalig Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek (CLO)),  
Kenniseenheid Planten, Gewasbescherming  
Burgemeester Van Gansberghelaan 96 bus 2, 9820 Merelbeke, tel. 09 272 24 00, fax 09 272 24 29,  
dgb@ilvo.vlaanderen.be, www.ilvo.vlaanderen.be/dgb (dgb@clo.fgov.be, www.clo.fgov.be/dgb)

Bodemkundige Dienst België (BDB)

Willem de Croylaan 48, 3001 Leuven-Heverlee, tel. 016 31 09 22, fax 016 22 42 06,  
info@bdb.be, www.bdb.be

Boerenbond (BB)

Diestsevest 40, 3000 Leuven, tel. 016 28 61 01, fax 016 28 61 09,  
martine\_tilkens@boerenbond.be, www.boerenbond.be

Provinciaal Onderzoeks- en Voorlichtingscentrum voor Land- en Tuinbouw (POVLT) West-Vlaanderen  
leperseweg 87, 8800 Rumbeke-Beitem, tel. 051 27 32 00, fax 051 24 00 20,  
povlt@west-vlaanderen.be, www.povlt.be

Katholieke Hogeschool Kempen (KHK)

Campus HK Kempen Geel, Kleinhoefstraat 4, 2440 Geel, tel. 014 56 23 10, fax 014 58 48 59,  
info@khk.be, www.khk.be

## 5.2. Nuttige adressen

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Beheer en Kwaliteit van de Landbouwproductie (ABKL),  
Afdeling Voorlichting  
WTC III, S. Bolivarlaan 30, 12e verdieping, 1000 Brussel, tel. 02 208 41 97, fax 02 208 41 84,  
els.lapage@ewbl.vlaanderen.be, www.vlaanderen.be/landbouw

Groenten (glas- en vollegrondsgroenten): ir. Marleen Mertens

Burgemeester Van Gansberghelaan 115A, 9820 Merelbeke, tel. 09 272 23 02, fax 09 272 23 01,  
marleen.mertens@ewbl.vlaanderen.be

Sierteelt: ir. Adrien Saverwyns

Burgemeester Van Gansberghelaan 115A - 9820 Merelbeke, tel. 09 272 23 09, fax 09 272 23 01,  
adrien.saverwyns@ewbl.vlaanderen.be

Fruit: ir. Annie Demeyere

Vlaams Administratief Centrum, Koningin Astridlaan 50, bus 6, 3500 Hasselt, tel. 011 74 26 80, fax 011 74 26 99,  
annie.demeyere@ewbl.vlaanderen.be

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Land- en Tuinbouw (ALT), Afdeling Duurzame Landbouw  
Leuvenseplein 4 (4e verdieping), 1000 Brussel, tel. 02 553 63 59, fax 02 553 63 60,  
ingeborg.vanoost@ewbl.vlaanderen.be, www.vlaanderen.be/landbouw

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Land- en Tuinbouw (ALT), Afdeling Land- en  
Tuinbouwondersteuningsbeleid (LTO), Vlaams Landbouwinvesteringsfonds (VLIF)  
Leuvenseplein 4 (3e verdieping), 1000 Brussel, tel. 02 553 63 21, fax 02 553 63 05,  
kenny.debruyne@ewbl.vlaanderen.be, www.vlaanderen.be/landbouw

Administratie Milieu-, Natuur, Land- en Waterbeheer (AMINAL)

Graaf de Ferraris-gebouw (3e verdieping), Koning Albert II-laan 20, bus 8, 1000 Brussel, tel. 02 553 80 11, fax 02 553 80 05,  
aminal@lin.vlaanderen.be, www.aminal.be

Vlaamse Milieumaatschappij (VMM)

A. Van De Maelestraat 96, 9320 Erembodegem, tel. 053 72 62 11, fax 053 77 71 68,  
info@vmm.be, www.vmm.be

Vlaamse Landmaatschappij (VLM) - Mestbank

Gulden-Vlieslaan 72, 1060 Brussel, tel. 02 543 73 43, fax 02 543 73 98,  
mestbank@vlm.be, www.mestbank.be

### 5.3. Afkortingen

ABKL:	Administratie Beheer en Kwaliteit van de Landbouwproductie
ALT:	Administratie Land- en Tuinbouw
BBT:	Best Beschikbare Technieken
EC:	elektrische geleidbaarheid (electrical conductivity)
LZF:	langzame zandfilter
mS/cm:	milliSiemens/centimeter, de eenheid van elektrische geleidbaarheid
MGS:	mobiel gotensysteem
NFT:	Nutriënt Film Technique
RWZI:	rioolwaterzuiveringsinstallatie
UC:	uniformiteitscoëfficiënt
uv:	ultraviolet
VLAREM:	Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning
VLIF:	Vlaams Landbouwinvesteringsfonds

### 5.4. Verklarende woordenlijst

Aanmaakwater:	het uitgangswater waarmee de voedingsoplossing aangemaakt wordt.
Boorputwater:	grondwater dat uit een geboorde put wordt opgepompt.
Drainwater:	het overschot aan water in de substraatteelt dat de planten niet opgenomen hebben en dat terugkeert.
Grondwater:	water in de bodem, dat bepaalde elementen van de bodem kan opnemen en na een kortere of langere verblijftijd kan worden opgepompt.
Letale uvc-dosis:	de waarde van de dosis uvc-straling die de dood ten gevolge heeft.
Oppervlaktewater:	water uit allerhande waterlopen, zoals beken, grachten, rivieren, kanalen en zeeën.
Restdrain:	drainwater dat niet kan hergebruikt worden in de teelt, omwille van aanrijking met één of meerdere nutriënten waardoor kritische grenzen worden overschreden of bij opstapeling van ballastzouten.
Tijdelijke hardheid:	ook vaak bicarbonaathardheid genoemd. Dit is de hardheid veroorzaakt door calcium- en magnesiumcarbonaten en -bicarbonaten, die een neerslag vormen bij koken.
Transmissie:	de fractie van het oorspronkelijke licht die doorgelaten wordt door het monster. In deze brochure: het percentage kiemdodend uv-licht dat nog over is nadat het licht doorheen een waterlaag van 10 mm is gegaan.
Uv-stralen:	stralen met golflengte tussen 100 en 400 nm; de uvc-stralen hebben een golflengte tussen 200 en 280 nm en hebben een kiemdodende werking.
Watervoerende laag:	doorlatende bodemlaag waaruit grondwater kan gewonnen worden, ook wel aquifer genoemd.

## 5.5. Omrekeningstabel eenheden

Tabel 20 is een hulp bij het omrekenen van de concentratie van elementen van mg/l naar mmol/l of  $\mu\text{mol/l}$ .

Tabel 20. – Omrekeningstabel elementen, van mg/l naar mmol/l of  $\mu\text{mol/l}$

Element	Atoomgewicht
<b>Van mg/l naar mmol/l: hoeveelheid in mg/l/atoomgewicht= mmol/l</b>	
Kalium ( $\text{K}^+$ )	39,1
Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ )	24,3
Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )	40,1
Natrium ( $\text{Na}^+$ )	23,0
Ammonium-N ( $\text{NH}_4\text{-N}^+$ )	14,0
Silicium (Si)	28,1
Nitraat-N ( $\text{NO}_3\text{-N}^-$ )	14,0
Fosfor (P)	31,0
Chloriden (Cl)	35,5
Sulfaten ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	96 (= molecuulgewicht)
Bicarbonaten ( $\text{HCO}_3^-$ )	61 (= molecuulgewicht)
<b>Van mg/l naar <math>\mu\text{mol/l}</math>: hoeveelheid in mg/l*1000/atoomgewicht= <math>\mu\text{mol/l}</math></b>	
IJzer ( $\text{Fe}^{2+}$ )	55,9
Mangaan ( $\text{Mn}^{2+}$ )	54,9
Koper ( $\text{Cu}^{2+}$ )	63,6
Zink ( $\text{Zn}^{2+}$ )	65,4
Boor (B)	10,8
Molybdeen (Mo)	95,9

Voorbeelden

- Omrekening van mg/l naar mmol/l  
Een analyseverslag geeft een resultaat van 308 mg nitraat-N/l.  
In mmol/l is dit een getal van  $308/14 = 22$  mmol nitraat-N/l.
- Omrekening van mg/l naar  $\mu\text{mol/l}$   
Een analyseverslag geeft een resultaat van 0,432 mg B/l.  
In  $\mu\text{mol/l}$  is dit een getal van  $0,432*1000/10,8 = 40$   $\mu\text{mol B/l}$ .

Nummer wettelijk depot: D/2006/3241/008

Verantwoordelijke uitgever: N. Van Ginderachter  
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap

Drukkerij: PEN, Vosselaar

Redactie:

Liesbet Blindeman (Proefcentrum voor Sierteelt, Destelbergen)  
Norbert Ceustermans (Proefstation voor de Groenteteelt, Sint-Katelijne-Waver)  
Tsang Tsey Chow (Beleidsdomein Landbouw en Visserij, Dienst Communicatie, Brussel)  
Peter De Bruyn (Proefcentrum Hoogstraten, Meerle)  
Stan Deckers (Bodemkundige Dienst van België, Heverlee)  
Erwin De Rocker (Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt, Kruishoutem)  
Kris Goen (Proefcentrum Hoogstraten, Meerle)  
Els Lapage (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Beheer en Kwaliteit van de Landbouwproductie, Afdeling Voorlichting, Brussel)  
Marleen Mertens (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Beheer en Kwaliteit van de Landbouwproductie, Afdeling Voorlichting, Merelbeke)  
Hilde Nechelput (Aminal, Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid, Sectie Water)  
Els Pauwels (Proefcentrum voor Sierteelt, Destelbergen)  
Iris Penninckx (Boerenbond, Leuven)  
Mieke Planckaert (Proefcentrum voor Sierteelt, Destelbergen)  
Ilse Van De Populiere (Provincie Oost-Vlaanderen, Gent)  
Inge Van Oost (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Land- en Tuinbouw, Afdeling Duurzame Landbouw, Brussel)  
Kris Van Poucke (Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek, Merelbeke)

Eindredactie en eindsamenstelling:

Els Lapage en Marleen Mertens (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Beheer en Kwaliteit van de Landbouwproductie, Afdeling Voorlichting)

Beschikbaarheid:

Op bestelling bij de Administratie Beheer en Kwaliteit van de Landbouwproductie, Afdeling Voorlichting  
Downloadbaar in pdf-formaat [www.vlaanderen.be/landbouw](http://www.vlaanderen.be/landbouw)

Bestellingen:

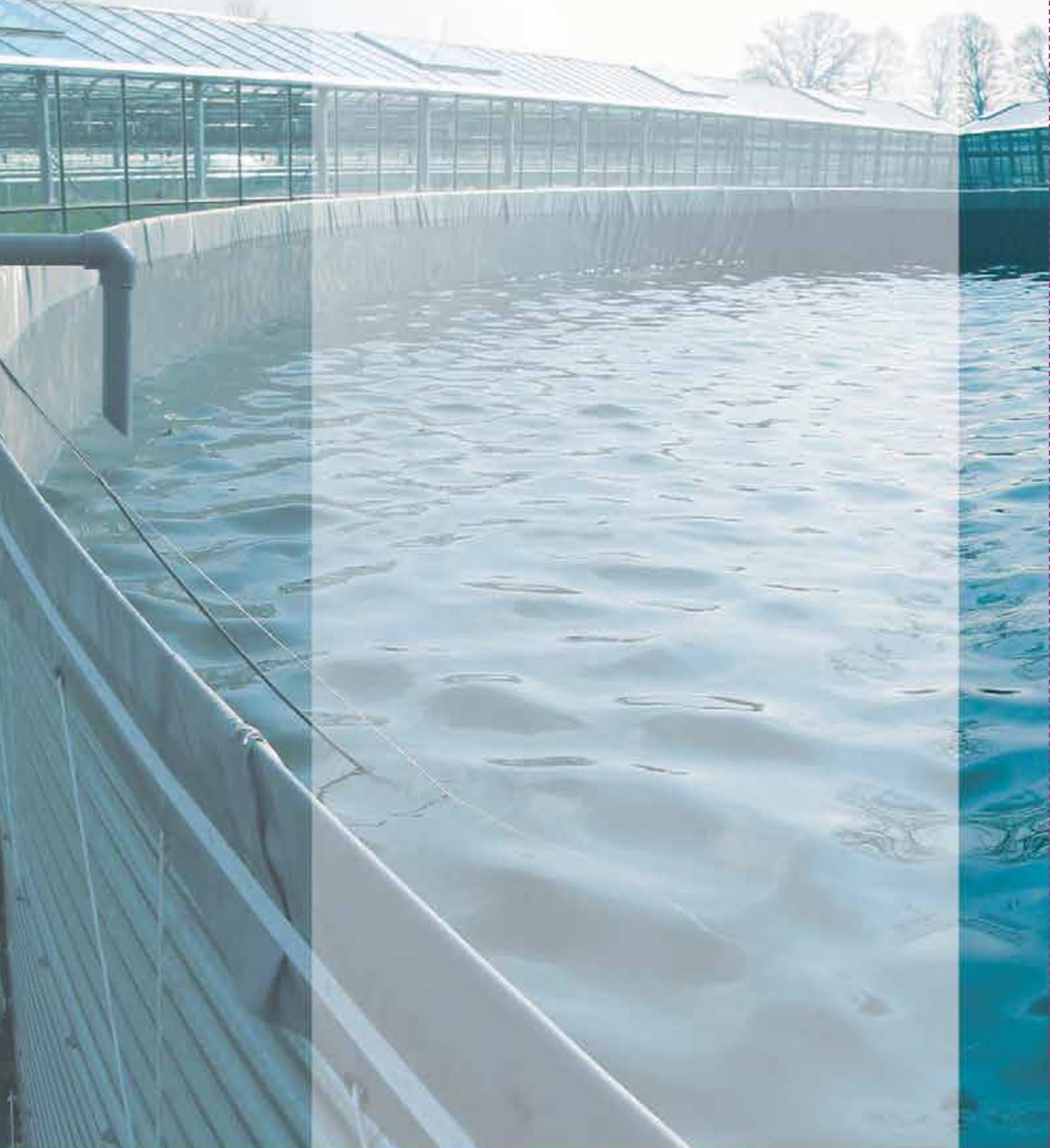
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap  
Administratie Beheer en Kwaliteit van de Landbouwproductie (ABKL)  
Afdeling Voorlichting (VLT)  
WTC III – 12e verdieping  
Simon Bolivarlaan 30  
1000 Brussel  
Tel. 02 208 41 53  
Fax 02 208 41 84  
[Carine.vaneeckhoudt@ewbl.vlaanderen.be](mailto:Carine.vaneeckhoudt@ewbl.vlaanderen.be)

Disclaimer:

De auteurs stellen zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan door het gebruik van de vermelde gegevens.

De informatie uit deze uitgave mag worden overgenomen mits bronvermelding.





Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap  
Beleidsdomein Landbouw en Visserij

