MOGELIJKHEDEN OPSLAG EN OPWAARDEREN VAN ALTERNATIEVE WATERBRONNEN

Inhoud

1 Waterkwaliteit 3
1.1 Chemische waterkwaliteit 3
1.1.1 Zuurtegraad (pH) 3
1.1.2 EC 3
1.1.3 Ammonium 3
1.1.4 Sulfaat 3
1.1.5 Ijzer 4
1.1.6 Andere elementen 4
1.2 Fysische waterkwaliteit 4
1.3 Microbiologische waterkwaliteit 5
2 Waterzuivering 7
2.1 Filtratie 7
2.1.1 Voorfiltratie 7
2.1.2 Hoofdfiltratie 8
2.1.3 Nafiltratie 11
2.2 Ontijzering 12
2.2.1 Welke zijn de normen? 12
2.2.2 Hoe beginnen met ontijzering? 12
2.3 Verwijderen van geur, kleur en smaak 13
2.3.1 Actieve kool 13
2.4 Algenbestrijding bij bovengrondse wateropslag 14
2.4.1 Lichtafscherming 14
2.4.2 Ultrasone geluidsgolven 14
2.4.3 Waterplanten 14
2.4.4 Beluchting of omroeren van het water 15
2.4.5 Watervlooien (Daphnia spp.) 15
2.4.6 Strobalen 15
2.4.7 Andere methoden 16
3 Waterontsmetting 17
3.1 Dosering ontsmettingsmiddel 17
3.1.1 Actieve chloor 17
3.1.2 Chloordioxide 18
3.1.3 Waterstofperoxide 18
3.2 Elektrolyse van water 18
3.3 UV-straling 19
3.4 Langzame zandfiltratie 20
3.5 Hittebehandeling 22

1 Waterkwaliteit

De kwaliteit van bepaalde waterbronnen kan zowel verbeterd worden door bijmenging van andere waterbronnen, als door specifieke waterbehandeling.
Bijmengen van regenwater aan ondiep grondwater kan bijvoorbeeld het zout- of ijzergehalte tot een aanvaardbaar niveau terugbrengen. Investering in opvang en opslag van hemelwater kan dan goedkoper zijn dan investeren in bvb een omgekeerde osmosesysteem of een ontijzeringsinstallatie.
Als de kwaliteit van het water niet voldoet, zijn er in het geval van bacteriologische verontreiniging tal van ontsmettingsproducten en technieken in de handel om het water te behandelen. Het spreekt voor zich dat ook de verwijdering van de bron van de besmetting een oplossing kan bieden. Bacteriologische besmettingen op veeteeltbedrijven vinden bijna steeds hun oorsprong in een bevuiling door mest of in het ontstaan van een biofilm in de leidingen.
Ook bij chemische verontreinigingen is het belangrijk om de bron van vervuiling te elimineren.

1.1 Chemische waterkwaliteit

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

1.1.1 Zuurtegraad (pH)

De pH van water ligt meestal tussen 4,5 en 8,5. De pH moet altijd worden geïnterpreteerd in samenhang met het aanwezige bicarbonaatgehalte. 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, zijn de veranderingen in pH slechts gering. Bij de minste toevoeging van zuur aan aanmaakwater met weinig bicarbonaat, minder dan 0,5 mmol/l, daalt de pH onmiddellijk. Toevoeging van ammoniumhoudende meststoffen aan aanmaakwater met een laag bicarbonaatgehalte is daarom af te raden. Een te lage pH (<5) kan verbranding opleveren.

1.1.2 EC

De geleidbaarheid (EC) van water is een maat voor het totale gehalte aan aanwezige ionen. Het verschaft geen informatie over de aard van de ionen. De geleidbaarheid wordt uitgedrukt in mS/cm bij 25 °C. De belangrijkste ionen die in grond- en oppervlaktewater voorkomen, zijn kalium, natrium, chloor, calcium, magnesium, sulfaat, nitraat en bicarbonaat. Onder normale omstandigheden worden in grondwater slechts beperkte hoeveelheden stikstof, fosfaat en kalium gevonden.

1.1.3 Ammonium

Hoge gehalten aan ammonium duiden op een organische verontreiniging. Het verdient aanbeveling altijd aard en oorzaak van de verontreiniging op te sporen. Voor gebruik van regenwater, oppervlaktewater of open putwater als drinkwater voor dieren zijn de normen voor nitraten en ammonium vaak wel streng. Het ammoniumgehalte kan in regenwater verhoogd zijn door ammoniakemissie uit (oudere) stallen.

1.1.4 Sulfaat

Vrijwel alle grondwater bevat enig sulfaat, soms zelfs in hoge gehalten. Sulfaat is noodzakelijk voor de plantengroei. Hoge concentraties zijn niet specifiek schadelijk voor

de meeste gewassen. Omdat ze onnodig het zoutgehalte van gietwater verhogen, zijn ze toch nadelig indien de grenzen voor de EC daardoor worden overschreden. Bij hoge sulfaatgehalten kan bij water geven over het gewas heen neerslag van calciumsulfaat ontstaan. Een dergelijke neerslag is vaak moeilijk te verwijderen omdat gips vrijwel niet meer in oplossing is te krijgen. Voor de meeste gewassen is 0,5-1 mmol/l sulfaat voldoende voor de voeding. Bij hogere gehalten in het aanmaakwater is er accumulatie, waarbij na een tijd geen sulfaathoudende meststoffen meer kunnen gebruikt worden.

1.1.5 Ijzer

IJzer, dat in het water hoofdzakelijk voorkomt onder de tweewaardige vorm (ferro), dient door aanraking met zuurstof of door beluchting de kans te krijgen over te gaan in de driewaardige vorm (ferri). Er ontstaat dan ijzerhydroxide dat neerslaat. Wordt op voorhand niets ondernomen, dan kan dit proces zich in de leidingen afspelen. Sproeidoppen, druppelaars of drinknippels kunnen na korte tijd verstoppen.

1.1.6 Andere elementen

Ook andere elementen kunnen in water al bij zeer lage concentraties schadelijk zijn. De schade wordt veroorzaakt door opname van een te grote, voor planten of dieren toxische hoeveelheid van dit element. Boor, zink, mangaan, koper en silicium kunnen zo voor plantengroei vrij snel problemen geven. Boor is een element dat accumuleert in de voedingsoplossing. Zink komt vooral voor in water dat met verzinkte materialen in aanraking is geweest. Regenwater van verzinkte serredekken of water dat in verzinkte buizen wordt getransporteerd, kan zink bevatten. Een te hoog mangaangehalte komt vrijwel uitsluitend voor in boorputwater. In heel wat putwater komt van nature silicium voor. Silicium is een bestanddeel van zand, dat in oplossing kan komen in water.

1.2 Fysische waterkwaliteit

Vaste partikels die meegevoerd worden in het water kunnen oorzaak zijn van verstoppingen van irrigatiesystemen (druppelaars) of drinkwatersystemen (drinknippels). Bepaalde verstoppingen kunnen echter ook ontstaan door neerslag van ijzer of andere chemische verbindingen.

Verstoppingen door vaste partikels kunnen voorkomen worden met een juiste filtratie van het uitgangswater. Voor verwijdering van zand zijn zeeffilters of schijvenfilters geschikt. Bij aanwezigheid van veel algen, bacteriën en organisch materiaal is een zandfilter aangewezen. In alle gevallen is tijdige reiniging van het filter (vb. terugspoelen zandfilter) van groot belang voor een goede werking. Bovendien dient de juiste fijnheid van het filter gekozen te worden. De zuurtegraad of pH is eveneens een belangrijke parameter om neerslag te vermijden. Kalkneerslag in leidingen en dergelijke ontstaat bij een pH boven 6,2. Bij uitgangswater met een te hoge pH kan het water worden aangezuurd.

Tabel: Problemen met verstopping in functie van waterkwaliteit bij druppelirrigatie

Parameter	klein probleem	middelmatig probleem	groot probleem
Vaste partikels (mg/l)	<50	50-100	>100
pH-waarde	<7,0	7,0-8,0	>8,0
Hardheid (ppm $CaCO_3$)	<150	150-300	>300
Mangaan (Mn in mg/l)	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Ijzer (Fe in mg/l)	<0,2	0,2-1,5	>1,5
Waterstofsulfide (H_2S in mg/l)	<0,2	0,2-2,0	>2,0
Bacteriën (aantal/ml)	<10000	<50000	>50000

Bron: Mosler, 1998

1.3 Microbiologische waterkwaliteit

Naast de chemische, fysische en visuele waterkwaliteit, is de microbiologische waterkwaliteit van groot belang. Er kunnen immers ziekteverwekkers voor plant, mens en/of dier in het water aanwezig zijn.

Als ziekteverwekkers voor planten kunnen zowel bacteriën, virussen als schimmels en zelfs aaltjes in irrigatiewater voorkomen.

Bacteriën kunnen aanwezig zijn in water en biofilm: *Pseudomonas spp*. (vb.nerfrot bij sla), *Xanthomonas spp.* (vb. bij aardbei), *Erwinia spp.* Schimmels kunnen voorkomen in water als beweeglijke zwemsporen (vb. *Pythium*, *Phytophthora*) of als niet-beweeglijke sporen (vb. *Fusarium*, *Verticilium*). Bij recirculatie van drainwater in de sierteelt kunnen aaltjes eveneens een probleem vormen (vb. in snijrozen).

Opsporen van plantpathogene schimmels in water is mogelijk met behulp van klassieke uitplating, moleculaire detectie (DNA-technieken als Real-Time PCR), bladloktoetsen of immunologische detectiemethoden.

Om de veiligheid van water voor dieren (en mensen) na te gaan kan analyse (bacterieel) op indicatororganismen via uitplatingen gebeuren. Bij de interpretatie van de analyseresultaten is het belangrijk om rekening te houden met de betekenis van de parameters. Bij bepaling van het mesofiel aëroob kiemgetal worden bijvoorbeeld ook gunstige bacteriën mee bepaald. *Salmonella* en *Escherichia coli* zijn voorbeelden van ziekteverwekkende bacteriën bij dieren die in water kunnen voorkomen.

Tabel: Parameters ter controle van bacteriële ziekteverwekkers in water voor dieren

Parameter		Betekenis
Mesofiel aëroob kiemgetal	22°C, bact/ml	indicator voor totaal aantal bacteriën
Coliformen	bact/100 ml	zowel gunstige als ongunstige bacteriën indicator voor humane of dierlijke besmetting, hygiëneparameter
Fecale coliformen	bact/100 ml	groep bevat veel ziekteverwekkers hygiëneparameter, besmetting via uitwerpselen korte levensduur dus recente besmetting

Fecale enterococcen	bact/100 ml	hygiëneparameter, besmetting via uitwerpselen lange levensduur dus systematische besmetting

Bron: Willems, 2007

2 Waterzuivering

Indien de chemische of fysische waterkwaliteit niet volledig beantwoordt aan de eisen, kan een waterbehandeling overwogen worden. Belangrijke vormen van waterzuivering zijn filtratie en ontijzering. Ook algenbestrijding kan gewenst zijn bij opslag van water.

2.1 Filtratie

Veel uitgangswater is niet meteen bruikbaar. Elk soort water (oppervlaktewater, grondwater, regenwater,...) kent zijn eigen vervuiling. Vaste vervuiling kan bestaan uit organische of minerale deeltjes. Organische deeltjes zijn bacteriën, algen, mos, onkruid, onkruidzaden, bladeren, insectenlarven, enz. Voorbeelden van minerale deeltjes zijn zand, leem en klei (bodemdeeltjes).

Dergelijke vaste vervuiling kan zorgen voor verstoppingen, slijtage of andere problemen in het watergeefsysteem. Vervuiling kan ook zorgen voor aanrijking van nutriënten in het water en kan zo de groei van bacteriën in leidingen stimuleren. De verspreiding van onkruidzaden kan voor een sterkere onkruiddruk zorgen op de velden.

Daarom is het gebruik van filters van essentieel belang. Het type en de plaats van de filters hangen af van de soort vervuiling en de gevoeligheid van het systeem voor verstoppingen.

Doorgaans zijn oppervlaktewater en regenwater uit een opvangbassin het sterkst vervuild met vaste deeltjes. Grondwater vereist gewoonlijk een minder sterke filtratie. Hoe gevoeliger het systeem voor verstoppingen, hoe zuiverder het uitgangswater dient te zijn. Daarom is filtratie bij druppelirrigatie belangrijker dan bij beregeningssystemen.

Bij de keuze van de opbouw van de filtereenheid dient in belangrijke mate een onderscheid gemaakt naargelang de aard van de vervuiling in minerale deeltjes (vb. zand) en organische deeltjes (vb. algen). Schermfilters zijn bijvoorbeeld goed geschikt om minerale zanddeeltjes te verwijderen, maar veel minder om organische vervuiling adequaat te verwijderen. Zandmediafilters zijn dan weer wel geschikt om grote hoeveelheden organisch materiaal uit te filteren.

In bepaalde gevallen kan een deel van de vervuiling ook vermeden worden. Algen kunnen bijvoorbeeld bestreden worden door lichtintreding in het water te beletten. Dit kan ondermeer door een anti-algen zeil over het bassin of het reservoir aan te brengen.

De filtratie van het irrigatiewater gebeurt meestal in meerdere stappen. Eerst kan een bezinking (en ontmenging) gebeuren in een reservoir of bezinkingsbekken. Een voorfiltratie van grof materiaal is mogelijk ter hoogte van de aanzuigleiding van de pomp. De eigenlijke filtereenheid kan verder uit meerdere filtertypes (hoofd- en nafilter) bestaan.

2.1.1 Voorfiltratie

Een voorfiltratie is vooral noodzakelijk bij gebruik van oppervlaktewater. De voorfiltratie is bedoeld om te voorkomen dat grote stukken afval, bladeren, takken of zelfs vissen terecht zouden komen in de zuigleiding. Voorfiltratie kan bijvoorbeeld met een grof rooster of met een zeefbocht.

Een zeefbocht is een fijn inox rooster met een bepaalde kromming zodat de grove fractie er vanzelf afglijdt. De gleufjes van het rooster zijn op een speciale manier ontworpen

zodat ze niet snel verstoppen. Uit een wordt met een pomp het afvalwater naar de zeefbocht gepompt. Grof vuil en het grofste zand blijven achter op het rooster en het water stroomt door het rooster en wordt afgeleid naar het volgende compartiment van het bezinkbassin. Een zeefbocht brengt veel zuurstof in het water, maar is wel relatief duur en vereist een extra pomp om het water over de zeefbocht te pompen.

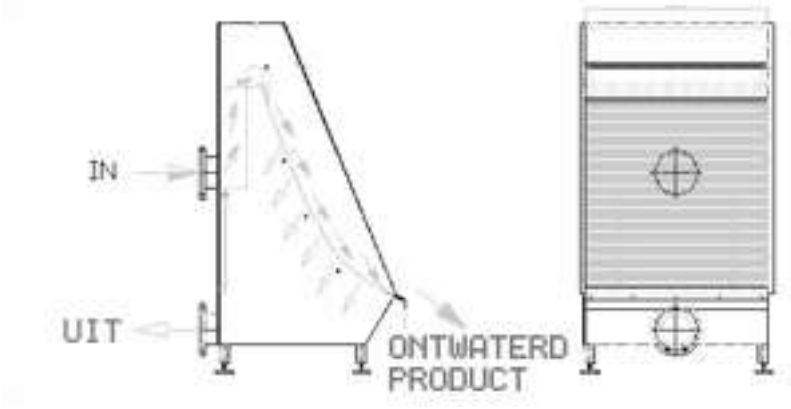


Foto zeefbocht

2.1.2 Hoofdfiltratie

Filters zorgen ervoor dat de (zwevende) verontreinigingen uit het water verwijderd worden waardoor de helderheid van het water toeneemt. Het aanbod aan filters is zeer uitgebreid, hieronder een kort overzicht van de meest voorkomende filters.

2.1.2.1 Korffilter



Korffilters bestaan uit een filterhuis vervaardigd uit gietijzer, carbon staal, RVS, of een ander materiaal, met daarin een roestvrijstaal filterelement (korf), met metaalgaas. De vorm van de korf kan verschillen: enkelvoudig, dubbel of bestaande uit meerdere manden. Filtratie vanaf 10µm is mogelijk

2.1.2.2 Zakkenfilter



In een filterhuis wordt een filterzak geplaatst. Deze zak bestaat uit polyester, polypropyleen of nylon. Zakkenfilters vervaardigd uit nylon zorgen voor oppervlaktefiltratie waarbij het water van binnen naar buiten stroomt door 'de zak'. De vuildeeltjes worden tegengehouden door het filtermateriaal en blijven in de wand van de zak kleven. Filtratie van 5µm tot 2000µm is mogelijk. Het nylon filtergaas kan makkelijk worden gereinigd en de zak kan (beperkt) worden hergebruikt. Dit is meteen ook het grote voordeel van dit soort filterzakken. De uit polypropyleen vervaardigde zakkenfilters zorgen voor een dieptefiltratie: het water stroomt van binnen naar buiten door het vilt, waarbij de vuildeeltjes in het naaldvilt worden vastgehouden. De dikte van het naaldvilt bepaalt mee de fijnheid die we kunnen filteren. Naaldviltfilters kunnen filteren tot 1µ.

Fijnere efficiënties kunnen worden bereikt door gebruik te maken van speciale filterzakken met verschillende lagen (absorptie van gelachtige vervuiling of absorptie van olie, absoluut filtratie<1µ,...)

2.1.2.3 Kaarsenfilter



Deze filter is de kleinste filter en heeft de meeste opvolging nodig. Het gamma filterkaarsen geeft u een grote flexibiliteit bij het kiezen van filtratieoplossingen: nominaal en absoluut werkende polypropyleen filterkaarsen, draad gewikkelde acrylvezel filterkaarsen, hars gebonden filterkaarsen, actief-kool filterkaarsen. De filterkaarshuizen zijn leverbaar in plastic, polypropyleen, of roestvrij staal.

2.1.2.4 Snelle zandfilter

Foto zandfilter

Zandmediafilters worden als primaire filter (na een eventuele voorzeving) gebruikt om relatief grote hoeveelheden organisch en niet-organisch vast materiaal te verwijderen. Zandmedia filters zijn goed bruikbaar als hoofdfilter, wanneer veel organisch materiaal in het uitgangswater aanwezig is.
Een zandmediafilter is gevuld met zand of andere vaste deeltjes als gebroken graniet of silica materiaal. Nieuw filtermateriaal dient gespoeld te worden voor gebruik om het eventueel aanwezige stof te verwijderen.
Meestal loopt het water verticaal van boven naar beneden door de filter. Bovenin de tank is een soort sproeisysteem voorzien om het ongefilterde water beter te verdelen over het filtermedium. Onderaan de tank is een drainagescherm aangebracht om het gefilterde water door te laten en het filtermedium tegen te houden. Boven de drain ligt een laag grind.
De fijnheid van het filter wordt vaak uitgedrukt in Mesh. Deze filtergraad is bepalend voor de grootte van de deeltjes die doorheen het filter nog kunnen passeren. Hoe hoger de Mesh-waarde, hoe fijner de filtratie.
Terugspoelen is nodig om de filters te reinigen. Als de filters regelmatig teruggespoeld worden blijven de meeste verontreinigingen in de bovenste centimeters van het zandmedium. Terugspoeling kan manueel of automatisch, op basis van tijd of druk. Typische drukverschillen om terug te spoelen zijn ongeveer 0,5 bar boven het drukverschil van een schone filter (0,20 tot 0,35 bar). Er kan ook teruggespoeld worden zodra één van beide parameters (tijd, drukverschil) overschreden wordt.

2.1.2.5 Zandseparator of cycloonfilter

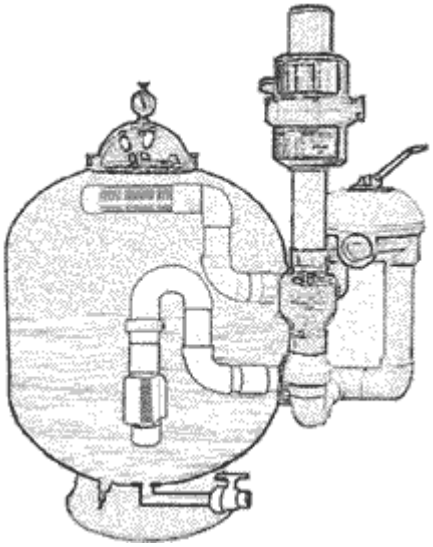


Bij dit type filter worden vaste deeltjes via een tollende waterbeweging verwijderd. Door de draaiende beweging van het water worden zwaardere vaste deeltjes naar de buitenkant gedreven, terwijl het zuivere water verwijderd wordt uit de cycloonfilter vanuit het binnenste deel. Cycloonfilters zijn geschikt om vaste deeltjes met een

dichtheid van minstens 1.5 g/cm3 te verwijderen. Ze zijn daarom goed geschikt om zand uit te filteren, maar niet organisch materiaal. Zandseparatoren worden aangeraden wanneer in het water grote hoeveelheden grof zand aanwezig zijn.

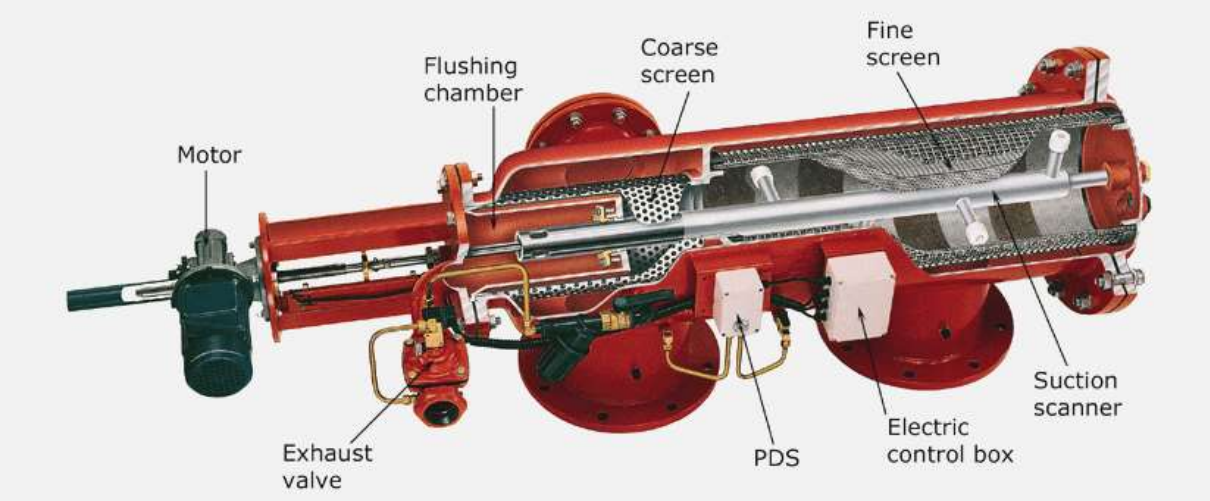
Periodiek dient het geaccumuleerde zand (manueel of automatisch) gespuit te worden, om een goede werking te blijven behouden. De mate waarin het zand verwijderd wordt is afhankelijk van de stroomsnelheid. Deze dient daarom juist ingesteld te zijn, om zand maximaal te verwijderen. Aangezien niet alle zand verwijderd wordt en vooral bij opstarten en stoppen van de irrigatie veel zand kan passeren, dient na de zandseparator nog een schermfilter geplaatst te worden.

2.1.2.6 Beadfilter



Beadfilters zien eruit als een zandfilter maar werken toch op een andere manier.
De filter is gevuld met duizenden zogenaamde "beads" of plastic korreltjes.
Doordat de korreltjes perfect tegen elkaar aansluiten, creëert men enerzijds een enorme hechtingsoppervlakte (1500m² per m³) voor bacteriën op een beperkt volume. Deze bacteriën kunnen instaan voor het afbreken van ammonium en nitriet.
Anderzijds zullen vuildeeltjes in de korrels blijven hangen en kunnen dergelijke fijne vuildeeltjes uit het water worden filteren.
De beadfilter is een gesloten systeem onder druk. Wel moet er voor de beadfilter een voorfilter geplaatst worden om te voorkomen dat grof vuil, zoals algen en bladeren, de inlaatklep zou blokkeren.
Bij het reinigen van de filter worden door middel van een krachtige luchtpomp (blower) de balletjes door elkaar blazen. Door de turbulentie komen de vuildeeltjes los en voorkomt men het samenklitten van de beads. Daarna kan via een terugspoeling het vuil naar het riool gepompt worden.

2.1.2.7 Automatische filters



Bij grotere tuinbouwbedrijven kan gekozen worden voor industriële filters met automatische terugspoeling. Deze zijn compacter dan klassieke zandfilters, vereisen

minder water voor terugspoeling en kanaalvorming zoals bij onvoldoende terugspoelen van een zandbed (in zandfilter) kan niet optreden.
SAF-filters combineren de voordelen van schermfilters (groffilter voor zand), met de dieptewerking (meerlagig fijnfilterscherm in RVS) die nodig is voor het uitfilteren van organisch materiaal (algen, potgronddeeltjes). Automatische reiniging gebeurt met behulp van een 'suction scanner' aangedreven door een electromotor, waarbij het vuil spiraalsgewijs van de binnenkant van het scherm wordt afgezogen en afgevoerd.

2.1.3 Nafiltratie

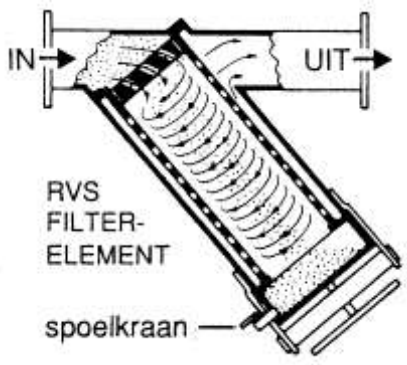
2.1.3.1 Gaasfilter, schermfilter

Foto gaasfilter en schermfilter

Een gaas- of schermfilter kan gebruikt worden als nafilter of secondair filter na een hoofdfilter (zandmediafilter) gebruikt worden. Dit filter doet dan dienst als veiligheidsfilter bij falen of onvoldoende werking van het hoofdfilter. Dit secondair filter dient niet al te fijn te zijn (vb. 300 µm).
Bij een gaasfilter bestaat het filterelement uit een fijnmazig, buisvormig gaas, dat is aangebracht op steunmateriaal. De maaswijdte bepaalt de fijnheid van het filter. Omdat het water onder druk de gaaswand passeert, zijn gaasfilters in de regel minder geschikt om water met relatief veel organisch materiaal (oppervlaktewater, bassinwater) te filteren.
Het reinigen van het filter dient minder vaak te gebeuren aangezien het water via een wervelende beweging in het filter gebracht wordt en zo de grofste vuildeeltjes aan de onderzijde verwijderd worden. Automatisch spoelen van het filter kan door aan de binnenzijde een borstelmechanisme of ronddraaiende zuigmonden te monteren. Door gebruik van een meerlagig fijnfilterscherm kunnen automatische industriële filters beter ingezet worden om ook organische materiaal (algen, potgronddeeltjes) uit te filteren.

2.1.3.2 Ringenfilter

Bij een ringenfilter bestaat het filterelement uit een reeks gegroefde ringen die met een veer op elkaar gedrukt worden. De groeven liggen willekeurig over elkaar gekruisd en zorgen voor de filterende werking. De fijnheid van de groeven bepaalt de fijnheid van het filter.



Figuur: circulatiefilter (Verschoren,1999)

Tabel 2: Fijnheid filter (in Mesh) met bijhorende grootte van de filteropeningen en korrelgrootte (Mosler, 1998)

Mesh-waarde	Filteropening (mm)	Grondsoort	Korrelgrootte (mm)
40	0.42	Grof zand	0.63-2
80	0.18	Matig grof zand	0.2-0.63
120	0.125	Fijn zand	0.063-0.2
150	0.105	Grove leem	0.02-0.063
180	0.089	Matig grove leem	0.0063-0.02
200	0.074	Fijne leem	0.002-0.0063
270	0.053	klei	<0.002

2.2 Ontijzering

Ijzer is vaak een probleem bij ondiep grondwater. Ijzer is op zich weinig toxisch voor gewassen en dieren, doch ijzerhoudend water kan verschillende technische problemen met zich mee brengen zoals verstopping van sproeidoppen, druppelaars, drinknippels en leidingen. Voorts kan een te hoog ijzergehalte zorgen voor een roestneerslag op gewassen of een onaangename geur en smaak geven aan het water.

2.2.1 Welke zijn de normen?

De normen voor ijzer in irrigatiewater verschillen naargelang het irrigatiesysteem en het gewas. Als drinkwater voor dieren ligt de grens lager bij varkens dan bij runderen. Tevens hangt het af van het gehalte aan bicarbonaat in het water, omdat dit het gedrag van ijzer beïnvloedt.

Algemeen gezien worden volgende normen gehanteerd:

- reinigen van melkmachines en melktank: Fe < 0,2 mg/l
- drinkwater voor dieren: Fe tussen 0,2- 5 mg/l
- beregeningswater: beregeningssproeiers verstoppen vanaf Fe >1 mg/l

2.2.2 Hoe beginnen met ontijzering?

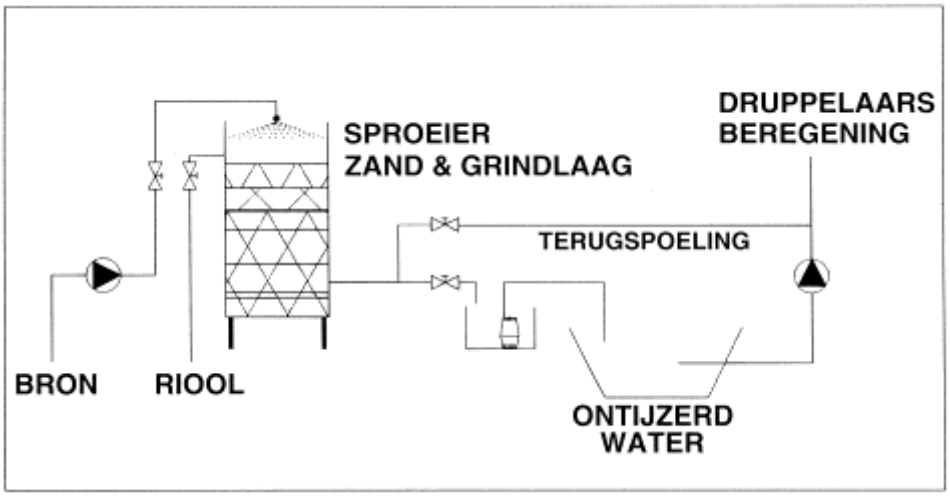
Ontijzering is gebaseerd op een eenvoudige behandeling: ijzerhoudend grondwater wordt belucht en het ijzer slaat daardoor neer als ijzervlokken. Deze methode bestaat uit oxidatie en precipitatie. Het ijzer zowel als het mangaan komen onder tweewaardige vorm voor in opgeloste toestand, in afwezigheid van zuurstof. Onder deze vorm komen zij als kleurloze en goed oplosbare verbindingen voor. Door de reactie met zuurstof worden ze echter geoxideerd tot Fe 3+ en Mn 3+ en vormen slecht oplosbare verbindingen.

De snelheid van deze methode hangt af van de hoeveelheid ijzer en de hoeveelheid zuurstof. Buiten deze twee factoren speelt de factor pH ook een belangrijke rol. Bij een pH van 7 verloopt de oxidatie in 15 minuten. Bij een pH van 6.5 duurt dit al 30 minuten en bij een pH lager dan 5.5 verloopt de reactie vrijwel niet. Daar het meeste grondwater niet in het gewenste pH-gebied voorkomt, moet men de pH laten toenemen door ofwel het gevormde CO_2 af te blazen ofwel door kalk aan het water toe te voegen.

IJzer kan op verschillende manieren geoxideerd en daarna verwijderd worden:

- Door middel van beluchting. Het beluchten van water kan op verschillende manieren gebeuren:
    - Gebruik maken van een groot bassin waarin het water verneveld wordt. Door deze verneveling komt het water met veel zuurstof in contact en kan het ijzer omgezet worden naar de bezinkbare vorm.

- Aanbrengen van luchtcompressor op een tank of een vat waarin het ijzerhoudend water zit.



- Bij een chemisch systeem gebeurt de oxidatie door middel van chemicaliën kaliumpermanganaat, ozon of chloor in plaats van zuurstof afkomstig van de beluchting.
- Adsorptie-oxidatie. Hier wordt het ijzer (II) geadsorbeerd aan een vast ijzeroxide-oppervlak, dit gebeurt onder zuurstofloze condities. Wanneer dit oppervlak volledig bezet is, wordt er zuurstofhoudend water langs geleid, hierdoor vindt er oxidatie van het ijzer plaats. Door de oxidatie is er aangroei van het filtermateriaal (rond de zandkorrels of ander filtermateriaal vormt het ijzer een laagje).

Na de vorming van vlokken dienen deze nog verwijderd te worden, dit kan via filtratie of via bezinking. Als eerste kan er gebruik gemaakt worden van zandfiltratie. Bij de dimensionering van de zandfilter zijn het type, de bedhoogte, de oppervlaktebelasting en de fractieverdeling van het filterzand van belang, zeker om een goede werking te verkrijgen.

De methode en dimensionering van dergelijke systemen hangen volledig af van het waterverbruik, de hoeveelheid te verwijderen ijzer en de pH. Plaats nooit een ontijzeringsinstallatie zonder dat er een grondige analyse van uw water werd uitgevoerd en de noodzakelijke testen werden gedaan. Pas dan heb je de zekerheid dat een bepaalde installatie zal werken

Figuur: Ontijzeren van irrigatiewater (Verschoren, 1999)

Ontijzering met hars?

2.3 Verwijderen van geur, kleur en smaak

2.3.1 Actieve kool

Een actief koolfilter filtert het water door middel van een eenmalige of een continue doorstroom doorheen de filterkolom. Actieve kool is een adsorptiemiddel dat bestaat uit gebroken korrels van steenkool of turf en zeer poreus is. Bij adsorptie hechten de moleculen zich aan de buitenkant van het adsorptiemateriaal.



Een actief koolfilter wordt niet teruggespoeld maar dient 2 à 3 keer per jaar (afhankelijk van de vervuiling van het water) vervangen te worden. De actieve kool wordt door gespecialiseerde bedrijven teruggenomen en geregenereerd op hoge temperatuur door bijvoorbeeld de kool terug te wassen met stoom. Na het wassen kan de actieve kool opnieuw gebruikt worden, zij het met een afgenomen efficiëntie van 5 à 10%.

Opmerking:

Indien het te behandelen water bevuild is door zwevende deeltjes, moet de actief koolfilter voorafgegaan worden door een snelle zandfilter of ander filtermedia.

2.4 Algenbestrijding bij bovengrondse wateropslag

Bij opslag van water in een folievijver, een watersilo of een open put dient rekening gehouden te worden met eventuele algenbloei. Algen behoren tot het plantenrijk en hebben bijgevolg licht nodig voor hun groei. De beste methoden om algen te bestrijden is dan ook de afscherming van het water van het licht. Bij een watersilo kan dit door de silo af te dekken met een anti-algenzeil. Bij folievijvers is afscherming van het licht moeilijker en duur. Daarom worden ook andere bestrijdingsmethoden tegen algen met weliswaar wisselend succes toegepast.

2.4.1 Lichtafscherming

De meest effectieve techniek om algengroei in het water te voorkomen, blijft nog altijd het afschermen van het water tegen licht, omdat dan geen fotosynthese mogelijk is. In metalen watersilo's is dit vrij eenvoudig uitvoerbaar met een anti-algenzeil dat lichttoetreding in het watersilo verhindert. Voor kleinere watersilo's kan dit met een anti-algenzeil over de silo heen. Voor grotere watersilo's kan een drijvend anti-algenzeil gebruikt worden.

Bij foliebassins is het afdekken tegen licht veel moeilijker te realiseren, waardoor veelal naar andere oplossingen gezocht dient te worden. Een drijvend anti-algenzeil kent hier vaak problemen bij hevige wind en het is ook niet uitgesloten dat uiteindelijk zaden gaan kiemen op het zeil en zelfs boompjes bovenop het zeil ontstaan. Systemen met drijvende bollen op het water zijn eveneens gevoelig voor sterke wind en de bollen zijn bovendien erg prijzig.

2.4.2 Ultrasone geluidsgolven

Anti-algentoestellen op basis van ultrasone geluidsgolven worden vaak ingezet op open (folie)vijvers. Ultrasone geluidsgolven, d.i. geluid met een frequentie hoger dan 20 kHz, kunnen algen in water afdoden. Vaak worden hier goede resultaten naar algenbestrijding mee bekomen, maar na verloop van tijd kan er soms wel een zekere adaptatie van de algen aan de geluidsfrequentie optreden. Sommige nieuwere toestellen werken op meerdere frequenties. Nadeel van ultrasoontoestellen blijft echter de kostprijs.

2.4.3 Waterplanten

Soms wordt aan bepaalde waterplanten (gele lis, eendenkroos, waterpest,…) algenremmende eigenschappen toegeschreven. Sommige planten zouden stoffen in het water brengen die de groei van algen afremmen (allellopathie). Dit effect echter is bij wateropslag op tuinbouwbedrijven niet duidelijk aangetoond.

Bij sommige planten kan het effect ook onrechtstreeks zijn. Eendenkroos zorgt bijvoorbeeld voor een afscherming van het licht in het water. Eendenkroos heeft wel als nadeel dat de groei in het voorjaar vaak trager op gang komt dan de algenbloei zelf en dat het bij afsterving in de winter organisch materiaal achter laat in het water. Een ander onrechtstreeks effect kan zijn dat waterplanten een verblijfplaats vormen voor ander organismen, zoals vb. watervlooien.

Het Waterportaal van Oost-Vlaanderen volgde de ontwikkeling van waterplanten op drijvende vlotten op in een paar folievijvers. Hier bleek vooral het aan de groei krijgen van de waterplanten in water met lage nutriëntenconcentraties een knelpunt. Op waterzuiveringssystemen of in oppervlaktewater met hogere nutriënteninhoud gaan de planten op de drijvende vlotten wel gemakkelijk aan de groei.

2.4.4 Beluchting of omroeren van het water

Een oloïd is een roerapparaat dat gebaseerd is op een Zwitserse uitvinding die oorspronkelijk bedoeld was als alternatieve aandrijving voor schepen. Het wordt gebruikt om het water te mengen en te beluchten. Het toestel werkt enkel preventief. Het doodt de algen niet rechtstreeks. Er wordt extra zuurstof in het water gebracht. Een oloïd heeft het voordeel ten opzichte van een klassieke waterpomp dat het water aan een laag energieverbruik in beweging gebracht wordt. Daartegenover staat wel de hoge aanschafkost voor het toestel.



Soms wordt geadviseerd om een oloïd in combinatie met een ultrasoon toestel te gebruiken. Op die manier verbetert de werking van het ultrasoon toestel, omdat het water naar het ultrasoon toestel toegebracht wordt. Deze combinatie maakt de toepassing echter nog duurder. Op zich is de oloïd bovendien een vrij gevaarlijk apparaat (ronddraaiende delen). Er dient zeker op toegezien te worden dat geen spelende (zwemmende) kinderen of andere personen in de buurt van het toestel kunnen komen.

2.4.5 Watervlooien

Watervlooien (o.a. Daphnia magna) kunnen grote hoeveelheden algen als voedselbron gebruiken. In een beperkte proefopstelling op het PCG bleken ze effectief te zijn om algenbloei te bestrijden in water. Verder onderzoek is echter nodig om dit ook op praktijkschaal te implementeren. De randvoorwaarden waarin de watervlooien zich ontwikkelen (watertemperatuur, afwezigheid van vissen, wat met filters?,…) dienen eerst verder onderzocht te worden. In principe mogen er bv. in het water geen vissen aanwezig zijn, omdat de watervlooien als voeding voor de vissen kunnen dienen. Waterplanten kunnen dan weer een bescherming vormen voor de watervlooien.

2.4.6 Strobalen

In Frankrijk wordt reeds enkele jaren vrij uitgebreid onderzoek gedaan door GIE Fleurs et plantes du Sud-Ouest (Deogratias J.-M.) naar het inzetten van strobalen ter bestrijding van algen in het water. Ook in de UK is veel geëxperimenteerd met deze techniek.

Bij de afbraak van stro in het water komen bepaalde voor algen giftige stoffen vrij. Andere wetenschappers menen dat het vrije zuurstofradicalen zijn die zo schadelijk voor algen zijn. Tegenstanders beweren dat – ondanks het feit dat het zou werken – het de werkelijke oorzaak van de algenbloei niet tegengaat. Gerstestro zou de beste resultaten

opleveren. De maximale werking zou echter maar optreden nadat de strobalen al een half jaar in het water dobberen. Voor een optimaal effect zijn er daarom altijd verse en minder verse balen tegelijk nodig.

2.4.7 Andere methoden

Er bestaan ook nog andere methoden die met wisselend succes gebruikt kunnen worden. Zo kan het aanzuren van water eveneens gebruikt worden om de groei van algen tegen te gaan. Het voorkomen van nutriënten in het water (geen grondwater, geen drainwater) kan ook de groei van algen belemmeren.

Soms worden ook vissen als graskarpers ingezet, maar deze kunnen via hun uitwerpselen terug nutriënten (voedingsstoffen voor de algen) in het water brengen en kunnen door hun activiteit vuil op de bodem van het waterbekken opwoelen.

Biomiddelen, zoals bacteriënpreparaten, zijn zeer duur voor toepassing op grote waterbassins en moeten normaal vrij frequent toegediend worden. Ze zorgen voor een geleidelijke afdoding van algen. Chemische middelen, zoals waterstofperoxiden, zorgen voor een directe afdoding, maar hebben ook slechts een kortetermijneffect en zijn veel te duur voor behandeling van grote bassins.

3 Waterontsmetting

Indien niet voldaan wordt aan de microbiële normen, kan overgegaan worden op ontsmetting van het water. Er zijn verschillende ontsmettingsmiddelen op de markt, gaande van het (goedkope) bleekwater tot de duurdere commerciële mengsels of toestellen. Alle technieken hebben hun voor- en nadelen. Hieronder vindt u een lijst met een aantal van die producten/technieken en hun (theoretische) voor- en nadelen.

Aantal ontmettingsproducten/-technieken en hun (theoretische) voor- en nadelen							
Eigenschap	Natrium-hypochloriet	Chloor-dioxide	Peroxide	Elektro-chemische activatie	UV-desinfectie	Ozonisatie	Thermisch ontsmetten
Bacteriedodend	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Restdesinfectie	Ja	Ja	Ja	Ja	Neen	Beperkt	Neen
Biofilm-afbrekend	Neen	Ja	Ja	Ja	Neen	Minimaal	Enkel binnen reactor
Smaakbeïnvloedend	Ja	Neen	Neen	Beperkt	Neen	Neen	Neen
Niet-gewenste bijproducten	Ja	Neen / Ja	Neen	Beperkt mogelijk	Neen	Beperkt mogelijk	Neen
Houdbaarheid	Dalende ontsmettings-activiteit	Ter plaatse aan te maken	Dalende ontsmettings-activiteit	Ter plaatse aangemaakt	Levensduur lamp	Ter plaatse aan te maken	-
Corrosief	Ja	Minder	Neen	Minder	Neen	Ja	Verhoogd corrosierisico door hogere temperatuur

3.1 Dosering ontsmettingsmiddel

3.1.1 Actieve chloor

Dosering van chloor is door zijn oxiderende werking effectief tegen bacteriën en virussen. Tevens kan hiermee de geur uit regenwater gehaald worden door oxidatie van de verantwoordelijke stoffen. Bij ontsmetting van water met chloor wordt gebruikt gemaakt van chloorgas of chloor onder de vorm van natrium- of calciumhypochloriet.

Chloor inactiveert bacteriën snel maar reageert ook snel weg in aanwezigheid van organische materie (CZV). Het is van belang dat er voldoende chloor aanwezig is om een doeltreffende ontsmetting te garanderen. Daarom moet chloor in die mate gedoseerd worden zodat een zeker residu aan chloor kan gegarandeerd worden. Chloor moet gemeten worden als vrij chloor (geen totaal chloor), aangezien vrij chloor de antimicrobiële component is. Chloor dient gebruikt te worden bij een pH lager dan 7 om maximale antimicrobiële werking te garanderen. Er wordt aangeraden te werken bij pH 6,5. Werken bij pH waarden lager dan 5 veroorzaakt de vorming van ongewenst chloorgas en vergroot het corrosief vermogen. Om een effectieve bacteriële ontsmetting

te bekomen moet het water zeker 20 minuten in contact staan met het chloor en wordt aangeraden de concentratie aan de chloorverdeler op 2 à 3 ppm te houden. In de drinkers van vee zelf zou ongeveer 0,5 ppm moeten teruggevonden worden. Afhankelijk van de graad van de bacteriële besmetting kan een hoge dosis nodig zijn. De residuen mogen echter niet te hoog zijn. Dit om schade aan groenten en fruit of neveneffecten bij dieren te vermijden. Het (ineens) doseren van teveel chloor moet ook vermeden worden. Dit leidt tot nodeloos verbruik en vergroot de kans op het vormen van nevenproducten. Daarom is het van groot belang om correct te doseren en afhankelijk van de bestemming van het water het chloorresidu te controleren.

3.1.2 Chloordioxide

Deze methode komt uit de waterleidingindustrie. Chloordioxide wordt op het bedrijf zelf aangemaakt door zoutzuur met natriumchloriet te laten reageren. Het gevormde gas wordt in een lage concentratie aan het gietwater toegevoegd. Chloordioxide is niet afhankelijk van de pH en de temperatuur. Het werkt snel en lang en het gas lost volledig op. Er ontstaan ook geen bijproducten. Chloordioxide geeft een goede en langdurige waterontsmetting en verandert de smaak of geur van het water niet. Een eenvoudige doseerpomp volstaat om de oplossing in de waterleiding te doseren. De hoeveelheid oplossing is afhankelijk van het gewenste resultaat.

3.1.3 Waterstofperoxide

Waterstofperoxide is een krachtig oxideermiddel dat een goede werking heeft tegen micro-organismen. Het reageert met een groot aantal stoffen. Een eenvoudige doseerpomp volstaat om de oplossing in de waterleiding te doseren. Bij de reactie komt er gas (lucht) vrij. Belangrijk is dat de installatie (op het hoogste punt) automatisch kan ontlucht worden!

Waterstofperoxide is een heel onstabiel oxidans. Daarom worden er stabilisatoren zoals zilvernitraat of perazijnzuur toegevoegd. Hierdoor heeft het peroxide een langere houdbaarheid. De activering van waterstofperoxide wordt beïnvloed door de pH van het water, de temperatuur en de reactietijd. Er ontstaan geen bijproducten, maar bij een hoge dosering kan waterstofperoxide schade aan de wortelpunten veroorzaken. Met zogenaamde peroxide-teststrookjes is de concentratie in het water vast te stellen.

3.2 Elektrolyse van water

Elektrolyse is een chemische reactie waarbij onder invloed van een elektrische stroom samengestelde stoffen worden ontleed tot enkelvoudige stoffen en/of andere samengestelde stoffen. Bij de elektrolyse van water wordt, wegens het slechte geleidingsvermogen van zuiver water, een lage concentratie van natrium- of kaliumchloride gedoseerd. In de vloeistof worden twee elektroden gedompeld: de kathode en de anode. Tussen deze elektroden wordt een elektrische spanning aangebracht. Hierdoor zullen positief geladen deeltjes (kationen) naar de kathode bewegen en negatief geladen deeltjes (anionen) naar de anode. De oplossing aan de anode heeft een sterk desinfecterende en steriliserende werking. De oplossing aan de kathode is een antioxiderende en basische oplossing, meestal toegepast als schoonmaakmiddel.

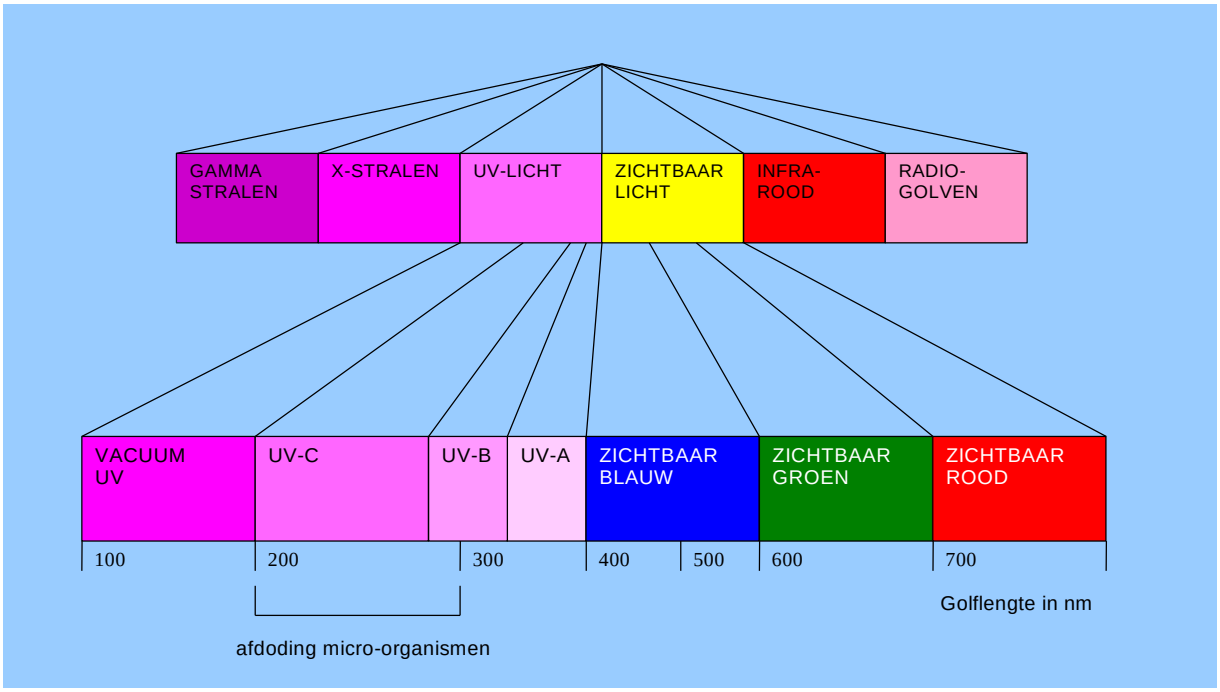
ECA (Elektro Chemical Activated) water bevat bestanddelen van zowel anode als kathode en is een sterk oxiderende oplossing. ECA water wordt veelal gebruikt als een waterbehandeling en is in feite een potente mix van reeds bestaande technologieën zoals waterstofperoxide, ozon en chloor. Mede dankzij de hoge pH van het geproduceerde ECA water zijn de actieve bestanddelen in een stabiele vorm aanwezig. Dit geeft het product

een lange bewaartijd. Voor het behandelen van water kan veelal worden volstaan met een dosering van 2-3 ml per liter water. De toename van de EC van het irrigatiewater, als gevolg van ECA water dosering, is in tegenstelling tot andere vergelijkbare systemen te verwaarlozen. Bovendien is het zout wat gebruikt wordt om het ECA water te produceren een meststof. (kaliumchloride). Ook wordt door de lage dosering de pH van het te behandelen water niet beïnvloed.

3.3 UV-straling

UV-straling (ultraviolet) is voor het menselijk oog onzichtbaar en maakt deel uit van het elektromagnetisch spectrum. Deze straling heeft een plaats in dit spectrum tussen het zichtbare licht en X-straling, bij een golflengte tussen de 200 en 400 nm. Dit golflengtegebied wordt verder onderverdeeld in drie velden (UV-A, UV-B, UV-C). Voor een goede ontsmetting van water en lucht is UV-C zeer geschikt. Deze straling met de kortste golflengte (200 – 280 nm) en met de hoogste energie brengt reacties teweeg die leiden tot de afdoding van de cel.





Figuur: Electromagnetisch spectrum met aanduiding van UV-gebied, waarbinnen micro-organismen afgedood worden

De UV-stralen veroorzaken schade aan de DNA-structuur van de micro-organismen. De afdoding is het meest effectief bij een golflengte van 254 nm. Om een ideale instraling te hebben moet het water zo helder mogelijk zijn. Vandaar is een voorfiltratie aangeraden. Ook dienen de lampen op geregelde tijdstippen gereinigd te worden. De UV-stralen worden opgewekt door kwiklampen nl. hoge druklampen (HDUV) of lage druklampen (LDUV). De lage druklampen hebben een vermogen van 200 W, de hoge druklampen daar en tegen hebben een vermogen van 3000 à 8000 W. De lage druklampen hebben een levensduur van 6000 – 8000 uur, de hoge druklampen 3000-4000 uur. De UV-dosis wordt bepaald door de intensiteit(in W/cm²) en de stralingstijd (in seconden).

De LDUV-ontsmetters bestaan meestal uit een reeks van lampen, zo bekomt men hetzelfde effect van een HDUV-filter. De nodige stralingsdosis hangt af van welke organismen men in het water wil afdoden. Als men bacteriën en schimmels, maar geen virussen wenst af te doden, wordt van selectieve ontsmetting gesproken en is een lagere stralingsdosis nodig, dan wanneer men totale ontsmetting, waarbij ook virussen afgedood worden, wenst toe te passen.

Tabel: Adviesdosis voor UV-straling bij selectieve, respectievelijk totale ontsmetting

	Afdoding	Minimale stralingsdosis (mJ/cm^2)
Selectieve ontsmetting	bacteriën, schimmels	100
Totale ontsmetting	bacteriën, schimmels, virussen	250

Tabel: Technische kenmerken van hoge druk-UV-ontsmetting en lage druk-UV-ontsmetting

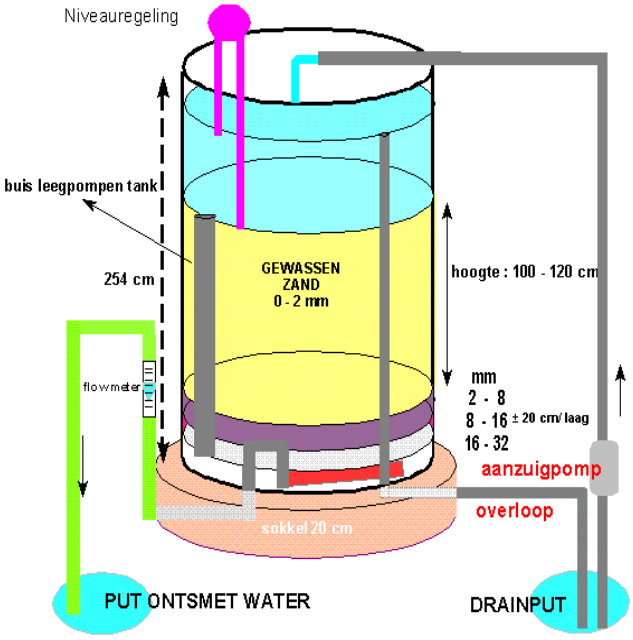
	Hogedruk-UV	Lagedruk-UV
Ruimtebezetting	één stralingslamp	meerdere UV-lampen in serie
Levensduur lampen (uur)	3.000-4.000	6.000-8.000
Vermogen per lamp	3000-8000 W	5-50W (klassiek); 50-300 W (amalgaam)
UV-C output per lamp	9-15 W/cm	0,2W/cm (klassiek); 0,6W/cm (amalgaam)
% straling bij 254 nm	27-44%	90%
Efficiëntie energieomzetting (%)	10% in UV-C; 75% in warmte	40% in UV-C; 45% in warmte
Debiet per lamp	Hoog	Laag
Temperatuur	600-800 °C	40-50 °C

3.4 Langzame zandfiltratie

3.4.1 Werking en opbouw

Bij langzame zandfiltratie berust de zuiverende werking op een samenwerking van filtratie en afbraak door micro-organismen. De langzame zandfilter bestaat uit meerdere lagen. De totale hoogte varieert van 2.5 tot 4m.
De eerste zandlaag (1 à 1,5 m dik) bestaat uit fijn gewassen zand, vrij van klei, leem en kalk. De korrelgrootte is kleiner dan 2 mm. Uit onderzoek blijkt de werking het meest optimaal bij een korrelgrootte tussen 0.15 en 0.35 mm, maar in de praktijk wordt – om het verstoppingsgevaar van de zandfilter te verminderen – vaak iets grover zand genomen. Deeltjes met een diameter die groter is dan de poriën van de zandfilter worden tegengehouden door de zeefwerking. Rond de zandpartikels ontwikkelen zich micro-organismen die een biofilm vormen. De opbouw van de biofilm duurt ongeveer drie

weken, vanaf dan werkt de zandfilter optimaal. De biofilm breekt ziektekiemen af. De bacteriologische werking is meest werkzaam in de bovenste laag van het filterbed en daalt gradueel volgens de diepte van het bed.
Onder het zandpakket bevinden zich 2 grindlagen. Deze zijn beiden meestal 15 cm dik. Ze zijn wel van een verschillende diameter (grindlaag 1: korrelgrootte 8-16 mm ; grindlaag 2: 16-32 mm). De grindlagen voorkomen dat het zand in het drainagesysteem binnendringt en zorgen ervoor dat het water vlot uit het zand stroomt. Onderaan de langzame zandfilter zijn er dan drainageslangen aanwezig om het ontsmette water af te voeren.
De verscheidenheid in het type en de grootte van het filtermateriaal heeft een belangrijke invloed op de werking van de filter. De filtratiesnelheid bij een langzame zandfilter bedraagt 4 m³/uur/m².
Bij het opstarten van een langzame zandfilter brengt men best van onderuit water in de filter, om alle aanwezige luchtbellen gemakkelijk te verwijderen. Omdat de toplaag van de langzame zandfilter gevoelig is voor verslemping, gebeurt er best een voorfiltratie om fijne vuildeeltjes en algen te verwijderen. Hiervoor kan bijvoorbeel een multimediafilter gebruikt worden.





Figuur: Opbouw langzame zandfilter

Door de eenvoudige techniek is de kost van dergelijk ontsmetttingssysteem redelijk laag. Organisch materiaal, troebelheid en gesuspendeerde deeltjes verdwijnen uit het water. Veel ziekteverwekkers zoals schimmels (Pythium, Cylindrocladium, Phytophthora, Thielaviopsis en Olpidium) en bacteriën (Xanthomonas, Pseudomonas, Erwinia en Corynebacterium) worden uit het water verwijderd. Voor Fusarium en Verticilium is het verwijderingpercentage lager.
De constructie neemt veel ruimte in, maar doet ook dienst als wateropslag. Echter, het microbieel leven heeft enkele weken rijping nodig. Daarnaast is de werking van een

zandfilter temperatuursafhankelijk (watertemperatuur min 10 à 15°C - ruimtetemperatuur best 15°C). Niet alle ziekteverwekkers worden even goed verwijderd.

3.4.2 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 doorstroomsnelheid 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. Vaak wordt aangeraden om gewoon de bovenste 3 à 5 cm van het zandbed om te woelen, zonder zand te verwijderen. Hierdoor herstelt het biologische 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.

3.5 Hittebehandeling

Door het verhitten wordt het DNA van de aanwezige micro-organismen aangetast. Het water gedurende 30 seconden op 95°C brengen of een behandeling van 85°C gedurende 3 minuten, doodt alle pathogenen. De tijdsduur moet verlengd worden bij lagere temperaturen. Als er geen virusbesmetting is te verwachten volstaat een temperatuur van 60°C gedurende 2 minuten.

Ontsmetten door verhitting kan op twee manieren: door middel van een warmtewisselaar of via vlamontsmetting. Om vervuiling van de warmtewisselaar te vermijden, is een voorfiltratie aangewezen.

3.6 Ozonisatie

Ozon is een zeer onstabiel gas met sterk oxiderende eigenschappen dat wereldwijd wordt gebruikt in de behandeling van drinkwater en afvalwater. Omwillen 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. Een ozonontsmetter breekt alle organische bestanddelen in het water af, inclusief micro-organismen . Ozonisatie levert een volledige ontsmetting, maar de effectiviteit is moeilijk te controleren.

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