

WATERFABRIEK DE NIEUWE BRON

An aerial photograph of a large water treatment plant. The image shows several large, circular concrete tanks filled with blue water. A walkway with a red metal railing runs along the edge of one of the tanks. In the background, there are more tanks and some buildings under a blue sky with scattered white clouds. The entire image is overlaid with a white grid pattern.

ENERGIE EN
Grondstoffen
FABRIEK

WAT ER IN STAAT

"There is no waste water, only water that is wasted"

- Z.M. koning Willem-Alexander, 2010

Een productie van de Energie- en Grondstoffenfabriek (www.efgf.nl).

Mede mogelijk gemaakt door:

Krisjan van Laarhoven (Waterschap Aa en Maas)
Jan Willem Mulder (Evides Industriewater)
Jo Nieuwlands (Waterschap Scheldestromen)
Hans Bousema (Brabant Water)
Ruud van Nieuwenhuijze (Brabant Water)
Jaap Nonnekens (Waterschap Vechtstromen)
Diderick Niehof (Waterschap Drents Overijsselse Delta)
Ruby Neervoort (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier)
Erik de Haan (Provincie Zuid-Holland)
Ferdinand Kiestra (Waterschap Aa en Maas)

En met grote dank aan diverse meelezende collega's!

Amersfoort, juni 2019

Concept/design: Scheepens reclame Tilburg

www.waterfabriek.nl

Een nieuwe bron van inspiratie

de minister van Infrastructuur en Waterstaat

1. **Wat er speelt**
2. **Waterfabrieken: Wat er voor nodig is**
 - a. Afzetmogelijkheden
 - b. Wetgevend kader
 - c. Waterkwaliteiten
 - d. Technologie en kosten
 - e. Schaalgrootte en kwantiteit
 - f. Afstand en transport
 - g. Energie
3. **Wat er haalbaar is:** vier cases uitgewerkt
4. **Waterkansen in Nederland**
5. **Wat er kan!**
6. **Wat er nog op ons pad komt**

Wat er nog meer bij zit

WATERFABRIEK

EEN NIEUWE BRON VAN INSPIRATIE

Gemiddeld gebruiken we per persoon zo'n 120 liter water per dag. Water is zo vanzelfsprekend dat we er weinig bij stilstaan. Totdat het water schaars wordt. Bijvoorbeeld door een lange periode van droogte zoals in de zomer van 2018.

Binnenvaartschepen konden veel minder vaak varen door de lage waterstand in de rivieren. De landbouw had veel last van oprukkende verzilting. Er dreigde een tekort aan voldoende zoet water. Tal van maatregelen waren nodig om de kwaliteit en kwantiteit van ons water te beschermen. De enorme betekenis van water werd indringend zichtbaar. Net als de deskundigheid en creativiteit van veel mensen, die nodig zijn om het water in alle opzichten op peil te houden.

Die deskundigheid heeft ons land gelukkig in ruime mate. En die blijft hard nodig. De droogte roept nieuwe vraagstukken op. Nieuwe ideeën en innovaties zijn hard nodig om ons water zo goed mogelijk te gebruiken en geen druppel te verspillen.

De Waterfabriek is hiervan een mooi voorbeeld. Het laat zien welke kansen er liggen om gezuiverd afvalwater weer in te zetten voor bijvoorbeeld landbouw en industrie. De Efteling gebruikt gezuiverd

afvalwater al meer dan 20 jaar. Dat is geen sprookje!

Deze publicatie biedt concrete handvatten en ideeën om afvalwater niet langer als afval te zien. Water is lang niet zo vanzelfsprekend als we denken en kan in veel opzichten een nieuwe bron zijn. Ik hoop dan ook dat de publicatie inspireert en leidt tot nieuwe initiatieven!

A portrait of Cora van Nieuwenhuizen, Minister of Infrastructure and Water. She is a woman with shoulder-length brown hair, wearing a dark blue top and pearl earrings. Her hands are clasped in front of her.

CORA VAN NIEUWENHUIZEN
MINISTER VAN INFRASTRUCTUUR
EN WATERSTAAT

1. WAT ER SPEELT



Voldoende zoetwater niet langer vanzelfsprekend

Als je zegt Nederland, dan zeg je land van water. Maar dat water helemaal niet zo vanzelfsprekend is, bleek wel uit de warme en droge zomer van 2018. En in de toekomst kan dit steeds vaker voorkomen. De gevolgen voor natuur en landbouw zijn aanzienlijk. Ook de industrie moet meer en meer inzetten op duurzaam watergebruik. Iedereen is op zoek naar een oplossing om efficiënt en zorgvuldig met het watersysteem om te gaan. Er zijn

hiervoor alternatieve bronnen nodig voor grondwater en oppervlaktewater, waarop we altijd kunnen blijven rekenen. Ons antwoord hierop: de Waterfabriek.

Waterfabrieken als alternatieve bron

De waterschappen kunnen met diverse partners het gezuiverde water uit de rioolwaterzuiveringen (RWZI's) vergaand zuiveren én nuttig inzetten voor nieuwe afzetketens. Deze Waterfabrieken worden steeds interessanter

omdat het effluent van de RWZI's nóg schoner gaat worden door de verwijdering van o.a. medicijnresten. Verder maken nieuwe technologieën het mogelijk om concurrerend water van elke gewenste kwaliteit te leveren. De RWZI's worden daarmee een interessante alternatieve bron voor de zoetwatervoorziening.

Kansen voor circulair water zijn groot

Genoeg aanleiding dus om de kansen voor deze Waterfabrieken

in kaart te brengen. En wat blijkt? Binnen een straal van 10 km rondom een RWZI is in veel gevallen tegen concurrerende prijzen een gewenste waterkwaliteit te leveren. Daardoor kunnen nieuwe ketens tussen waterschappen, landbouw, industrie en drinkwaterbedrijven ontstaan. Laat u dus inspireren door de inzichten in dit boekje en help mee om de belangrijkste grondstof op aarde duurzaam in te zetten!

2. WATERFABRIEKEN: WAT ER VOOR NODIG IS



Waterfabrieken zijn rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) waarvan het effluent wordt opgewerkt tot een hogere kwaliteit om het te kunnen leveren aan specifieke afnemers. Dat gebeurt nu echter nog maar heel beperkt (inspirerende voorbeelden in de bijlage). Tot nu toe is er nog onvoldoende urgentie om alternatieven te zoeken (beschikbaarheid, prijs, regelgeving), maar er bestaat ook nog veel onbekendheid rondom de beschikbaarheid van effluent. Wanneer deze mogelijkheid dan

tóch verkend wordt komen ook de mogelijke risico's rondom waterkwaliteit in beeld.

Tijd dus om te bepalen wat er nodig is om het effluent van RWZI's tot een interessant alternatief te maken voor afnemers. Op de volgende pagina's worden de mogelijkheden verkend aan de hand van:

- de benodigde **waterkwaliteit**: welke waterkwaliteit hebben de afnemers nodig?
- de beschikbare **technologie**: is die kwaliteit met de huidige technologie haalbaar?

- de **schaalgrootte**: is er voldoende volume beschikbaar?
- het **transport**: tot welke afstand is binnen acceptabele kosten water te leveren?
- de **kosten**: is effluent met al deze randvoorwaarden financieel nog steeds aantrekkelijk?

In een later hoofdstuk zijn vier scenario's uitgewerkt voor zowel landbouw als de industrie. Daarmee kan ook ingegaan worden op de kansen en aandachtspunten van specifieke gevallen.

WATER

Water (H_2O ; aqua of aq.; zelden diwaterstofoxide of oxidaan genoemd) is de chemische verbinding van twee waterstofatomen en een zuurstofatoom. Water komt in de natuur voor in de drie verschillende hoofdfasen: als vloeistof, als vaste stof en als gas. Bij kamertemperatuur is water een vloeistof zonder specifieke kleur en geur. Water bedekt 71% van het aardoppervlak. Van al het aanwezige water is minder dan 1% vloeibaar zoetwater.

EFFLUENT

Gezuiverd water van een rioolwaterzuivering dat doorgaans wordt benut ter aanvulling van het oppervlaktewater.

WATERFABRIEKEN: WAT ER VOOR NODIG IS

AFZETMOGELIJKHEDEN

Water is misschien wel de belangrijkste grondstof voor het functioneren van onze maatschappij. De afzetmogelijkheden van effluent zijn dan ook legio.

Watersysteem: ons (oppervlakte) watersysteem bestaat uit rivieren, beken en sloten. De RWZI's lozen hun effluent op dit watersysteem en vormen daarmee in droge perioden een belangrijke bron van watervoeding. Denk hierbij ook aan benutting voor natuur, zwemwater of het tegengaan van verzilting. Dat watersysteem, incl. het grondwaterpakket, kan ook worden ingezet als waterbuffer. Zo'n voorraad is cruciaal voor het hergebruik van water, omdat toepassingen vaak sterk locatie- en tijdsgebonden

zijn. Door water slim te sturen of zelfs te infiltreren, ontstaat een strategische watervoorraad voor overbrugging van droogte of zelfs als grondstof voor de drinkwaterproductie.

Landbouw: een grootverbruiker van zoet water voor onze voedselvoorziening. Met specifieke kansen van effluent voor:

- teeltintensieve vochteisende gewassen rondom een RWZI;
- peilgestuurde irrigatie: regelbare aan- en afvoer van water via bestaande drainagebuizen;



**LANDBOUW: EEN
GROOTVERBRUIKER
VAN WATER**

- glastuinbouw: een verbruiker die hoge eisen stelt aan de waterkwaliteit (gietwater).

Industrie: deze groep potentiële afnemers is zeer divers in samenstelling en kent een breed spectrum aan benodigde waterkwaliteiten, van spoelwater tot aan ultrapuur water. Maatwerk is hier het kernwoord. Een bijzondere sector is de voedingsmiddelenindustrie die uiteraard hoge eisen stelt aan de waterkwaliteit (microbiologisch betrouwbaar).

Huishoudens en bedrijven die drinkwater gebruiken: opgewerkt effluent kan een alternatief bieden voor toepassingen waarvoor geen drinkwaterkwaliteit nodig is. Dit kan alleen als geen afbreuk wordt gedaan aan wettelijke kwaliteitseisen of het publieke vertrouwen.

WATERFABRIEKEN: WAT ER VOOR NODIG IS

WETGEVEND KADER

Welke regelgeving geldt, is afhankelijk van de toepassing van het opgewerkte effluent. De belangrijkste wetgeving en normen om rekening mee te houden ziet u hier.

Effluent is juridisch gezien een afvalstof: maar het is gelukkig goed mogelijk deze tóch als grondstof in te zetten. In de Kaderrichtlijn Afvalstoffen en de Wet Milieubeheer staat dat afvalstoffen niet langer afvalstoffen zijn, wanneer zij een behandeling voor nuttige toepassing hebben ondergaan én voldoen aan enkele voorwaarden (zie bijlage voor details).

Oppervlaktewater: vanaf 2027 moet de waterkwaliteit voldoen aan de Europese KaderRichtlijn Water (KRW). Lozingen op oppervlaktewater mogen geen verslechtering van de waterkwaliteit veroorzaken.

Grondwater: bij het gebruik van (opgewerkt) effluent voor infiltratie van grondwater-aquifers, geldt het infiltratiebesluit bodembescherming.
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0005957/2009-12-22>



Noordzee & Waddenzee: komt het effluent door lozing of hergebruik terecht in de zee? Dan moet het voldoen aan de Kader Richtlijn Marine Strategie (KRM).

Landbouw: voor voedselproductie bestaat een Europese (concept) normering voor effluenthergebruik. Gietwater voor kassenteelt kent geen aparte regelgeving, maar vereist wél een zeer hoge waterkwaliteit.
<http://ec.europa.eu/environment/water/reuse.htm>



Industrie: voor voedingsindustrie is het Drinkwaterbesluit de meest gebruikte norm, maar andere kwaliteiten zijn ook gangbaar.
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0030111/2018-07-01>



Drinkwater: alleen de Nederlandse drinkwaterbedrijven mogen drinkwater produceren. Voor die zeer hoge waterkwaliteit geldt het Drinkwaterbesluit als wettelijk kader. De parameters die daarin van belang zijn, zijn in de bijlagen nog weergegeven.
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0030111/2018-07-01>



WATERFABRIEKEN: WAT ER VOOR NODIG IS

WATERKWALITEITEN

De benodigde waterkwaliteit die de afnemer nodig heeft is uiteraard leidend voor het hergebruik van het effluent. De regelgeving en wetten daarvoor zijn al beschreven in de voorgaande paragraaf. Dan resteert eigenlijk de vraag:

Hoe ver is de huidige effluentkwaliteit nog verwijderd van de benodigde waterkwaliteit?

De volgende tabel toont enkele belangrijke parameters voor effluenthergebruik in hoofdgroepen. Een uitgebreidere tabel, met alle bekende stoffen die in effluent zitten, staat in de bijlage. Deze tabel laat ook de specifieke waarden voor de verschillende onderliggende stoffen zien.

En wat blijkt? De gemiddelde effluentkwaliteit komt voor veel parameters al heel dicht bij de benodigde waterkwaliteiten voor hergebruik. Met de huidige wet- en regelgeving vormen ziekteverwekkers, zoals virussen en bacteriën, (ook wel pathogenen genoemd) nu de grootste uitdaging. Daar komen vervolgens de microverontreinigingen bij: chemische verbindingen die veelal in lage concentraties aanwezig zijn, zoals medicijnresten of pesticiden.

Vergelijking effluentkwaliteit met bekende waterkwaliteitseisen

Parameters ¹	EU - Klasse A (Landbouw)	Drinkwaterbesluit	Gietwater ²	Ultrapuur ³
Organische micro verontreinigingen ⁴				
Nutriënten				
Zware metalen				
Natrium (Na)				
Chloride (Cl)				
Geleidbaarheid				
Pathogenen				
Onopgeloste bestanddelen (OB)				
BZV ₅				

* Geleidbaarheid is de bepalende parameter

Legenda

	Voldoet		Weinig zuivering nodig		Vergaande zuivering nodig
--	---------	--	------------------------	--	---------------------------

WATERFABRIEKEN: WAT ER VOOR NODIG IS

TECHNOLOGIE

Drinkwatertechnologie?

De waterkwaliteit van het effluent mag dan wel dicht in de buurt liggen van mogelijke toepassingen, het moet natuurlijk nog wel 'even' opgewerkt worden.

En daarvoor heb je beduidend andere technologie nodig dan die de huidige rioolwaterzuiveringen gebruiken. Niet geheel verrassend kom je dan uit bij technologieën die drinkwaterbedrijven al langer toepassen. Een mooie kans om meer samen op te trekken en kennis te delen!

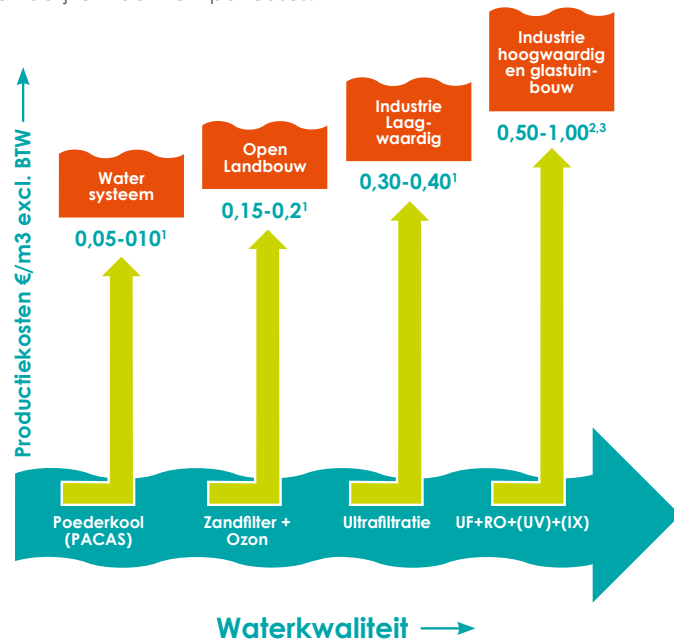
High Tech

De volgende figuur laat de benodigde technieken, of combinaties van technieken zien, die de eerdergenoemde waterkwaliteiten kunnen bereiken. Denk dan bijvoorbeeld aan membraanfiltratie (ultrafiltratie(UF) of reversed osmosis(RO)), maar ook aan oxidatieve technieken zoals UV of ozon. Die laatste technieken zorgen voor het chemisch afbreken van specifieke verbindingen. Om het water helemaal op maat te maken, kunnen specifieke ionen nog worden uitgewisseld in een ionenwisselaar (IX). Allemaal al bewezen technologie! Hoe mooi is dat?

TECHNOLOGIE & KOSTEN

En is dat dan nog betaalbaar?

Nou, ten opzichte van de alternatieve waterbronnen eigenlijk best wel. De benodigde kwaliteit kan gewoon gehaald worden en de kostprijs is heel vergelijkbaar met tarieven van alternatieve waterbronnen. In een volgend hoofdstuk worden daarvoor vier cases in meer detail uitgewerkt. De kosten zijn indicatief op basis van diverse referenties, maar is uiteindelijk maatwerk per casus.

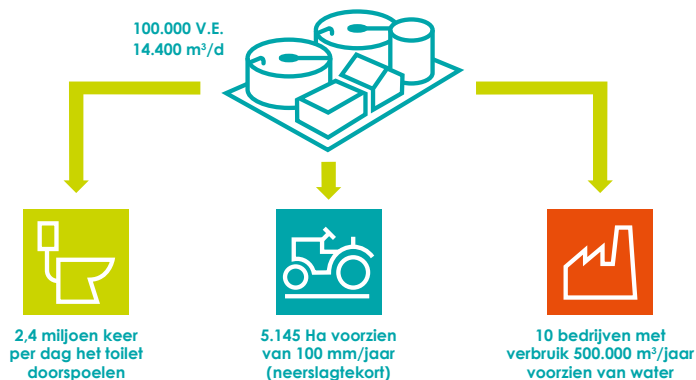


WATERFABRIEKEN: WAT ER VOOR NODIG IS

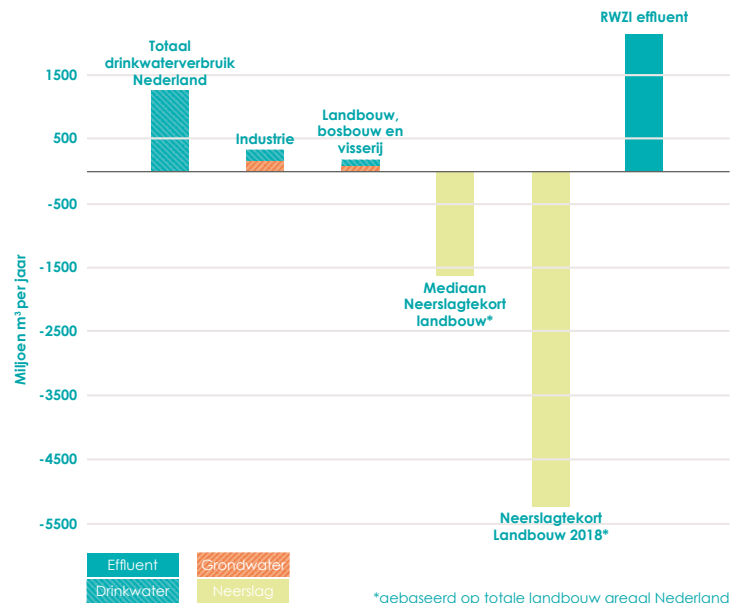
SCHAALGROOTTE EN KWANTITEIT

Dragen de effluentvolumes van RWZI's wel significant bij? Jazeker! Maar het blijft maatwerk. Daarom op de volgende pagina's enkele kentallen om een gevoel te krijgen bij de hoeveelheden.

Uit die getallen wordt duidelijk dat het totale effluentvolume van de Nederlandse RWZI's significant kan bijdragen. Het wordt, logischerwijs, voor het grootste deel bepaald door het drinkwatergebruik in Nederland. Het volume is zelfs bijna acht keer zo groot als het totale grond- en drinkwaterverbruik van de Nederlandse industrie. Kortom, zeker geen druppel op een gloeiende plaat!



Waterverbruik in Nederland, watertekort landbouw vs beschikbaar effluent



- **Totaal effluent RWZIs:** 1905 miljoen m³ per jaar (CBS, 2016)
- **Totaal drinkwaterverbruik Nederland:** 1260 miljoen m³ per jaar (CBS, 2016)
- **Landbouw:** bij neerslagtekort van 100 mm/jr = 1.000 m³/ha/jr nodig
- **Industrie:** zeer uiteenlopende verbruiken (duizend tot miljoen m³/jaar)
- **Drinkwater:** gemiddeld verbruik van 120 liter/dag/persoon.

WATERFABRIEKEN: WAT ER VOOR NODIG IS

AFSTAND EN TRANSPORT

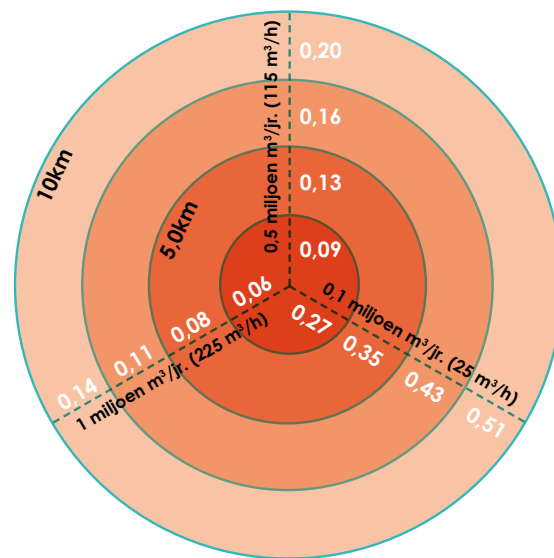
Om het water op de plek van bestemming te krijgen, gaat het op transport. Een tankwagen blijkt daarvoor al snel te duur (al gauw 3 €/m³), maar met een aparte leiding vallen de kosten lager uit.

In de figuur hiernaast zijn de transportkosten ingeschat voor drie verschillende jaarvolumes bij vier verschillende afstanden weergegeven (obv praktijkcases en module D1100, leidraad Riolering). In de bijlage is een 3D-grafiek voor meerdere varianten weergegeven.

En is dat dan nog betaalbaar?

Afhankelijk van de alternatieve bronnen, de regio in Nederland en de gewenste waterkwaliteit, kan effluent een heel concurrerend alternatief zijn. Zie daarvoor ook de uitgewerkte scenario's in het hoofdstuk hierna.

VOORBEELD TRANSPORTKOSTEN (€/M³)



Uitgangspunten:

Pijpleiding:

- excl. BTW
- Optimale flow: 0,7 m/s
- PVC pijpleiding
- Aanneمة van 3 gestuurde boringen (bijv. voor dijk, kanaal, spoorweg, etc.)

Pomp:

- Aantal dagen actief: 365
- Uur per dag: 12
- Afschrijving: 20 Jaar



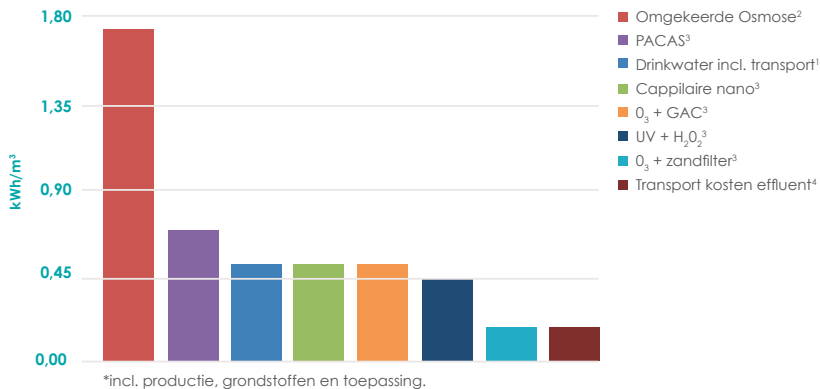
WATERFABRIEKEN: WAT ER VOOR NODIG IS

ENERGIE

Vergelijkbaar energieverbruik als drinkwaterproductie

Al deze nieuwe technologieën vragen natuurlijk ook extra energie. Voor deze hergebruiksdoeleinden zouden we dus altijd duurzame energie moeten gebruiken! In onderstaande tabel vergelijken wij het energieverbruik van de technologieën. Het energieverbruik voor opwerking van effluent is vergelijkbaar met dat van de productie en transport van drinkwater (uit grondwater).

Gross energy requirement (GER)^{5*}



3 WAT ER HAALBAAR IS: VIER CASES UITGEWERKT

De haalbaarheid van het leveren van opgewerkt effluent is afhankelijk van vele parameters, zo blijkt uit voorgaande analyse. Daardoor kunnen we hier geen generieke uitspraken over doen. Om toch een algemene indruk van de haalbaarheid te krijgen, hebben we vier scenario's

uitgewerkt voor de levering voor:

1. Irrigatie open landbouw
2. Gietwater glastuinbouw
3. Industrie met drinkwaterkwaliteit
4. Industrie met ultrapuur waterkwaliteit

Uitgangspunten voor de uitwerking van de cases zijn:

- volume van 500.000 m³/jaar;
- genoemde kosten/m³ zijn incl. kapitaalslasten en operationele kosten;
- alle kosten zijn excl. transportkosten (zie hoofdstuk 'Afstand en transport').

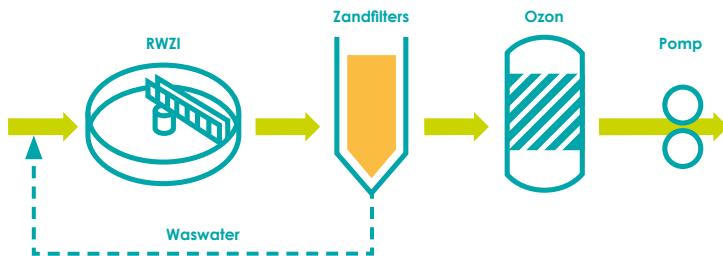
WAT ER HAALBAAR IS: VIER CASES UITGEWERKT

CASE IRRIGATIE OPEN LANDBOUW

Voor irrigatie van landbouwgronden moet de waterkwaliteit minimaal voldoen aan de hiervoor opgestelde EU richtlijn. Daarvoor zal aanvullend moeten worden gezuiverd. De benodigde waterkwaliteit is afhankelijk van het type gewas.

Het zuiveringsproces

Door middel van een (nitrificerend) zandfilter worden onopgeloste Bestanddelen (OB), organische stof en ammonium (NH_4) verwijderd. Een alternatief is het gebruik van een doekenfilter. Nabehandeling door middel van ozon (O_3) dient als desinfectiestap en breekt daarnaast ook organische micro's af.



Afhankelijk van het effluent van de RWZI voldoet deze combinatie aan Klasse A water voor hergebruik in de landbouw. Eventueel kan men het zandfilter vervangen door een actieve koolfilter om een hoger rendement te behalen op organische micro's.

Kosten

De kosten voor het hier gepresenteerde zuiveringsproces liggen tussen de 0,15 - 0,20 €/m³. Op basis van de waarde van het gewas, mag het water grofweg 0,20-0,40 euro/m³ kosten. De waarde is uiteraard afhankelijk van het gewas, maar er lijkt voldoende marge om het eventuele transport nog te kunnen bekostigen.

Aandachtspunten

- De seizoensafhankelijkheid speelt een grote rol. De watervraag is groot in de zomer en nihil in de winter.
- Transport kan eventueel via natuurlijke waterwegen.

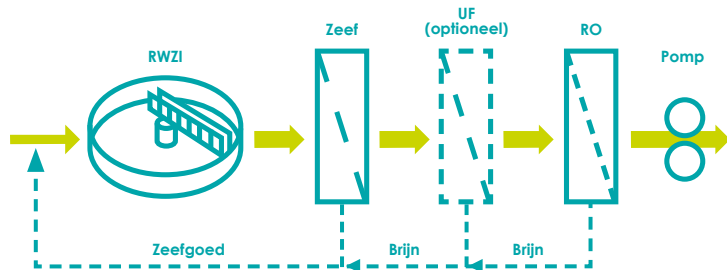
WAT ER HAALBAAR IS: VIER CASES UITGEWERKT

CASE IRRIGATIE GLASTUINBOUW

Voor gietwater in de tuinbouw mogen er geen organische microverontreinigingen en microbiologische activiteit aanwezig zijn in het water. Verder moet het natriumgehalte extreem laag zijn om aan de klasse 1 normering voor gietwater te voldoen. Op die manier kan het water langer gerecirculeerd worden in de kas.

Het zuiveringsproces

Een zeefinstallatie zorgt voor het verwijderen van een groot deel van de onopgeloste bestanddelen ($>3 \mu\text{m}$). Het ultra-filtratiemembraan (UF) heeft een desinfecterende functie en is tevens een bescherming voor het opvolgende reversed osmose (RO) membraan.



Het RO-membraan verlaagt het natriumgehalte en verwijdert de resterende organische microverontreinigingen uit het effluent. De geleidbaarheid van het water kan dan uiteindelijk lager dan 30 mS/m uitkomen.

Kosten

Een dergelijke schakeling van technieken kost ca. $0,50 - 0,60 \text{ €/m}^3$ gezuiverd water. In de praktijk zijn de kosten voor gietwater (grondwaterontzouting in het Westland) tussen de $0,6 - 1 \text{ €/m}^3$. Daarmee lijkt er voldoende financiële marge te bestaan om het transport te bekostigen.

Aandachtspunten

- De kosten voor het opwerken van effluent liggen in deze glastuinbouwgebieden vaak lager dan drinkwaterbereiding (landelijk grote prijsvariatie!).
- De kwaliteit is hoger dan drinkwater door de lagere natriumwaarden van het effluent na de RO.

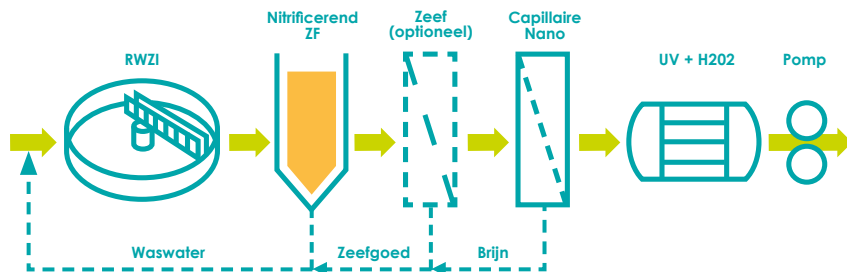
WAT ER HAALBAAR IS: VIER CASES UITGEWERKT

CASE INDUSTRIEEL HERGEBRUIK

Voor deze case houden we de parameters van het Drinkwaterbesluit aan; een kwaliteit die voor veel industriële toepassingen afdoende is om als proceswater te benutten.

Het zuiveringsproces

Het (nitrificerende) zandfilter (ZF) zorgt voor een verlaging van het NH₄ gehalte zodat dit voldoet aan het Drinkwaterbesluit. Optioneel kan men kiezen voor een zeefinstallatie als extra bescherming voor de nageschakelde capillaire nanofiltratie (NF). Na NF is het water deeltjesvrij en is bijna alle opgeloste organische stof verwijderd, op een deel van de organische micro's na. Daarnaast heeft de NF ook een desinfecterende functie. Het deeltjesvrije water wordt vervolgens zeer effectief



nabehandeld met ultra violet licht (UV) + waterstofperoxide (H₂O₂). Dit zorgt voor verwijdering van de overgebleven organische micro's. Verder is er de combinatie van UV+H₂O₂ als 2^e desinfectiestap om pathogeenvrij water te garanderen.

Kosten

Deze configuratie kost tussen de 0,50-0,60 €/m³. Dit is concurrerend met de laagste drinkwatertarieven in Nederland (0,45 - 1,5 €/m³ uit grondwater), maar dan moet het nog getransporteerd worden. Bij grotere volumes (>250.000 m³/jaar) lijkt een leveringsafstand van 5 tot 10 km heel goed haalbaar te zijn.

Aandachtspunten

- De haalbaarheid is sterk afhankelijk van de kosten van drinkwater of alternatieve waterbronnen.
- Capillaire Nanofiltratie maakt het mogelijk om water te zuiveren zónder dat alle zouten worden verwijderd. Dit voorkomt het probleem van te 'arm' water.

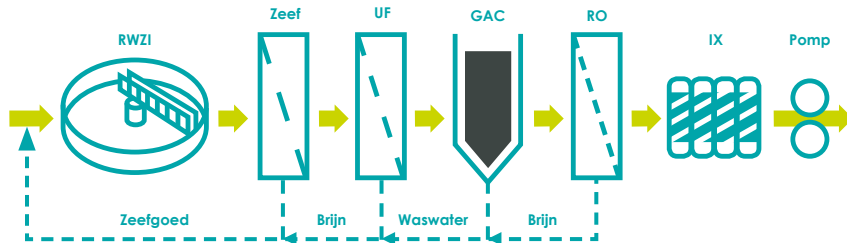
WAT ER HAALBAAR IS: VIER CASES UITGEWERKT

CASE INDUSTRIE ULTRAPUUR WATER

Voor bepaalde industriële processen is ultrapuur water nodig. Feitelijk bestaat dit water alleen nog uit watermoleculen. Om deze kwaliteit te bereiken is de meest vergaande zuivering nodig.

Het zuiveringsproces

De eerste stap is het polijsten van het water door middel van een zeefinstallatie. Hiermee wordt een groot deel van de onopgeloste bestanddelen verwijderd. Het water gaat daarna door de ultrafiltratie (UF) voor verdere verwijdering van onopgeloste en colloïdale stoffen ter ontlasting van de reversed osmose (RO) installatie. Na de RO-installatie gaat het water door een mengbed Ionenuisselaar (IX) om de laatste restanten zouten uit het water te verwijderen.



Kosten

De kosten voor een dergelijke installatie zullen, afhankelijk van het volume, uitkomen tussen de 0,70-1,00 €/m³. Dit is nog onder de huidige kostprijs in de industrie (1,00 – 1,25 €/m³), maar dan moet het water wel nog getransporteerd worden. Bij grotere volumes (>250.000 m³/jaar) is een transportafstand van 10 km zeer realistisch.

Aandachtspunten

De ingaande kwaliteit van een dergelijke installatie heeft weinig impact op de uiteindelijke productiekwaliteit. Hierdoor is RWZI effluent een zeer aantrekkelijke optie t.o.v. alternatieve waterbronnen. Bij relatief grote volumes kunnen de retourstromen (brijn en waswater) het zoutgehalte van het resterende effluent significant verhogen.

4 WATERKANSEN IN NEDERLAND

Rioolwaterzuiveringsinstallaties en potentiële afnemers op bedrijventerreinen zijn overal in NL te vinden! Deze kaart geeft een eerste indruk van de leveringsmogelijkheden voor Nederland: alle rioolwaterzuiveringen van Nederland inclusief de bedrijventerreinen die binnen een straal van 5 km liggen.

Legenda

- RWZI
- Bedrijventerreinen binnen 5 km van RWZI
- Bedrijventerreinen verder dan 5 km van RWZI



Bron: Nationaal Georegister

5 WAT ER KAN

De kansen voor de inzet van gezuiverd afvalwater (effluent) als alternatieve waterbron voor onze zoetwatervoorziening zijn groot, zeker nu het effluent al steeds schoner wordt. De urgentie voor alternatieven wordt ook steeds groter, zowel voor de industrie als de landbouw, maar ook als aanvulling van het grondwatersysteem ten behoeve van natuur en drinkwaterproductie. In Zuid-Europa speelt dat al langer, maar er ontstaat nu ook een groter draagvlak voor het hergebruik van effluent in Nederland.

En effluent is een aantrekkelijke alternatieve waterbron, zo blijkt uit de volgende inzichten:

1. De benodigde waterkwaliteiten voor industrie, landbouw of voor aanvulling van het grondwatersysteem zijn technisch heel goed haalbaar;
2. De beschikbare effluentvolumes zijn ruimschoots voldoende om een groot deel van de industrie te voorzien én een groot deel van de landbouwtekorten te kunnen oplossen;
3. De kosten die gemaakt moeten worden voor industriewaterkwaliteit zijn vergelijkbaar met de laagste drinkwatertarieven (uit grondwater) van Nederland;
4. Ook de kosten voor het bereiden van landbouwwater zijn concurrerend: vergelijkbaar met de kosten voor gietwater in kassen, dan wel kostendekkend in tijden van droogte;
5. Transport van het gezuiverde water is bij grotere volumes concurrerend mogelijk tot afstanden van 10 km.

**EFFLUENT (GEZUIVERD
AFVALWATER)
IS EEN AANTREKKELIJKE
ALTERNATIEVE WATERBRON**



6 WAT ER NOG OP ONS PAD KOMT

Veel aspecten zijn nu helder als het gaat om hergebruik van effluent van RWZI's. Natuurlijk lopen we bij de realisatie ook nog tegen aandachtspunten aan. Met onderstaande moet zeker rekening gehouden worden:

- Voor deze hergebruiksprojecten moet ook gesproken worden over de rollen van de betrokken partijen. Dan gaat het ook over kwaliteitsbewaking, redundantie, leveringszekerheid, etc. Die kosten zijn hierin nu nog niet opgenomen.
- De potentie bij de industrie is mogelijk groter dan gedacht. Tussen koelwater en ultrapuur water bestaan nog 1001 'proceswater' soorten. Samen met de eindgebruikers en de NVWA moet gekeken worden of drinkwaterkwaliteit altijd noodzakelijk is;
- De monitoring van effluent kan beter. Op heel veel hergebruiksparementen wordt het effluent niet gemonitord. Met name pathogenen ontbreken vaak.
- Business cases voor hergebruik zijn sneller positief wanneer specifieke innovatieve technologieën worden ingezet. Denk aan capillaire nanofiltratie of enzymatische filters.
- In sommige regio's trekken meerdere partijen nu al aan de effluentbron. Hoe gaan we om met dat verdelingsvraagstuk? Een landelijke strategie hiervoor kan helpen.
- **Het begint met durven doen! En we helpen graag mee om de eerste stappen te zetten!**
www.waterfabriek.nl

**SPECIFIEKE INNOVATIEVE
TECHNOLOGIEËN Zouden
CASES VOOR HERGEBRUIK
SNELLER DICHTERBIJ
KUNNEN BRENGEN**



WAT ER **NOG MEER BIJ ZIT**





REFERENTIES

Waterkwaliteiten

1. Beschikbare parameters van effluent, maar géén volledige lijst t.o.v. de gestelde normen. Het drinkwaterbesluit bijv. kent een veel langere lijst parameters.
2. KWR (2017) Kennisdocument hergebruik van restwater voor de landbouwwatervoorziening
3. Watson database gemiddelde 2012-2018
4. CBS 2016
5. Bijv. medicijnresten en pesticiden; Uit de Watson-database blijkt dat, van de ca. 700 gemeten stoffen sinds 2010,

het 90-percentiel van 21 stoffen de norm overschrijdt

6. Geleidbaarheid RWZI Harnaschpolder van 2011-2013

Technologie

1. STOWA (2017) Verkenning technologische mogelijkheden voor verwijdering van geneesmiddelen uit afvalwater
2. E. Van Houtte and J. Verbauwhede (2008) Operational experience with indirect potable reuse at the Flemish Coast. Desalination. 218(1-3): p. 198-207. (0,24-0,53)

3. Linares, R. V., Li, Z., Yangali-Quintanilla, V., Ghaffour, N., Amy, G., Leiknes, T., & Vrouwenvelder, J. S. (2016). Life cycle cost of a hybrid forward osmosis-low pressure reverse osmosis system for seawater desalination and wastewater recovery. Water research, 88, 225-234.

Energie

1. Ministerie van infrastructuur en milieu (2016) Prestatievergelijking drinkwater bedrijven.
2. Stillwell, A. S., & Webber, M. E. (2016). Predicting the

- specific energy consumption of reverse osmosis desalination. Water, 8(12), 601. (brakwater)
3. STOWA (2017) Verkenning technologische mogelijkheden voor medicijnresten verwijdering.
 4. Gesimuleerd energieverbruik voor transport over 5 km bij een pompvermogen van 80m³/h en een hoogteverschil van 3.5m.
 5. Gebaseerd op groen stroomverbruik.

WAT ER NOG MEER BIJ ZIT

INSPIRERENDE VOORBEELDEN

DOW Terneuzen

Samen met Evides Industriewater wordt effluent van de RWZI Terneuzen opgewerkt tot voedingswater voor de stoomproductie bij DOW Benelux BV.

Klaterwater

De Efteling gebruikt sinds 1997 gezuiverd effluent (zandfiltratie en een helofytenfilter) als alternatief voor grondwater (besparing 400.000 m³/jaar). Het water wordt in diverse attracties ingezet.

Puurwaterfabriek

In Emmen wordt sinds 2010 RWZI effluent opgewerkt tot ultrapuur water (membraanfiltratie en elektrodeïonisatie) voor de Nederlandse Aardolie Maatschappij. Door Waterschap Maatschappij, Door Waterschap Vechtstromen en WMD Water.

Delft Blue Water

Onderzoek naar de inzet van RWZI effluent voor de zoetwatervoorziening van de glastuinbouw. Samenwerking van HH van Delfland, Evides Industriewater en Delfluent Services BV.

Irrigatie Haaksbergen

Sinds 2013 worden landbouwpercelen rondom de RWZI Haaksbergen geïrrigeerd met RWZI effluent. KWR en KnowH2O onderzoeken het effect van direct effluenthergebruik op de landbouw.

Waterfabriek Wilp

Waterschap Vallei en Veluwe werkt met meerdere partners aan de waterzuivering van de toekomst. Inzet van fysisch/chemische technieken moet elke druppel afvalwater tot waarde brengen.

De Zoetwaterfabriek

Bij de RWZI de Groote Lucht wordt met ozonisatie en zandfiltratie vergaande verwijdering van nutriënten, microverontreinigingen en pathogenen bereikt voor een lokaal zwemwater.

Ge(o)zond Water

Een pilot van PWN en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier bij de RWZI in Wervershoof om effluent op te waarderen voor hoogwaardig industriewater.



DRINKWATERBESLUIT



MICROBIOLOGISCHE PARAMETERS

Voor microbiologische parameters is de eis dat er geen pathogenen aanwezig zijn in het water. Dit betekent in de praktijk een eis van 0 kve/100ml. Een andere eis is een geometrisch jaargemiddelde van maximaal 100 kve/ml bij 22°C voor alle aanwezige microbiologie.



CHEMISCHE PARAMETERS

Deze parameter omvat een zeer breed spectrum aan probleemstoffen, waaronder zware metalen, pesticiden, chloorverbindingen en stikstofverbindingen. Aan de hand van de toxiciteit van de stoffen wordt de maximumconcentratie bepaald. Zo wordt voor pesticiden een maximumgrens van 0,1 µg/l aangehouden terwijl bij een zwaar metaal zoals arseen een maximum van 10 µg/l als norm geldt.



ORGANOLEPTISCHE/ESTHETISCHE PARAMETERS

Bij drinkwater zijn de eisen voor de smaak, geur en het uiterlijk van het water hoog. Deze waarden zullen echter voor de meeste hergebruiktoepassingen van minder belang zijn. Voor sommige specifieke toepassingen is een aantal parameters echter wel van belang, zoals bijv. natrium in het geval van gietwater (max 150 mg/l).



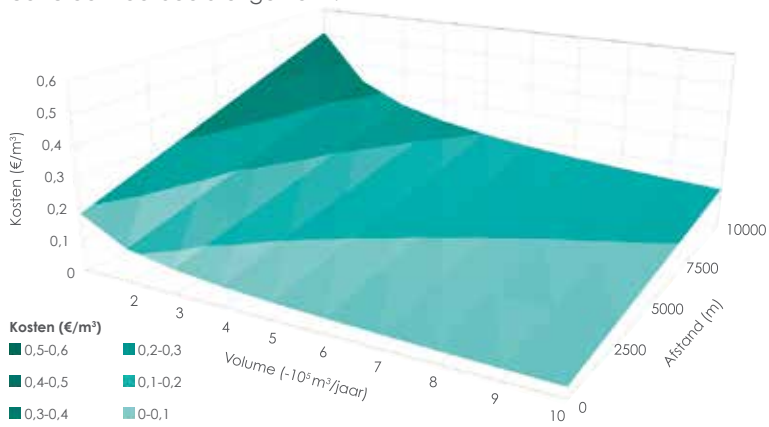
SIGNALERINGS- PARAMETERS

Hierbij houdt men een signaleringswaarde van 1 µg/l aan voor alle antropogene stoffen. Deze waarden zijn vooral bedoeld om de kwaliteit van de bron te bewaken. Bij een waarde van 1 µg/l is er geen risico voor de volksgezondheid, maar is een nader onderzoek verplicht.

WAT ER NOG MEER BIJ ZIT

DETAILLERING TRANSPORTKOSTEN

Het verpompte volume heeft naar verhouding meer invloed op de kostprijs dan de overbrugde afstand. In de volgende figuur is een concreet voorbeeld uitgewerkt.



Uitgangspunten:

Pijpleiding:

- excl. BTW
- Optimale flow: 0,7 m/s
- PVC pijpleiding
- Aanname van 3 gestuurde boringen (bijv. voor dijk, kanaal, spoorweg, etc.)

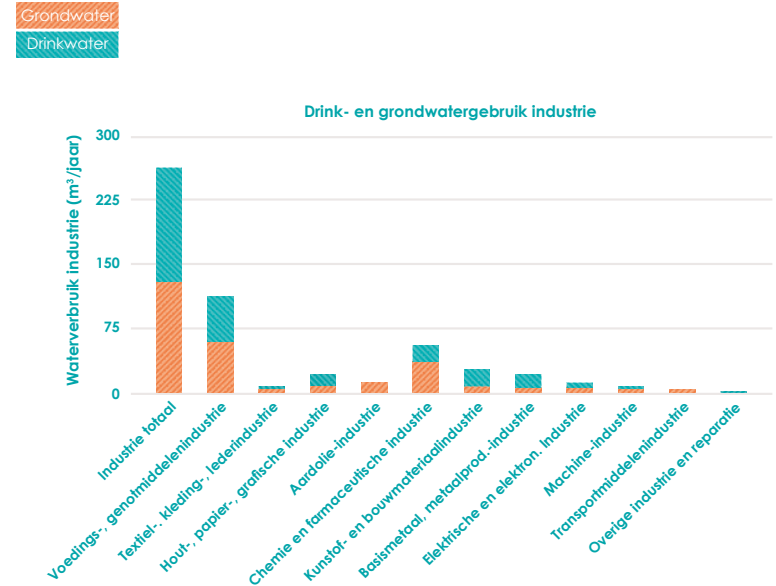
Pomp:

- Aantal dagen actief: 365
- Uur per dag: 12
- Afschrijving: 20 Jaar

Boring nodig voor obstructie? Dan kost dat ca. €80.000,- per boring.

WAT ER NOG MEER BIJ ZIT

WATERVERBRUIK INDUSTRIE



WAT ER NOG MEER BIJ ZIT

KADERRICHTLIJN WATER

Kaderrichtlijn Water (KRW)

De KRW-doelstellingen zijn van belang voor effluenthergebruik omdat zij de norm bepalen voor de oppervlaktewaterkwaliteit, en de effluenteisen daarvan worden afgeleid. Een doel hiervan is het monitoren van opkomende stoffen die mogelijk een probleem vormen voor

drinkwatervoorziening uit oppervlaktewater. Om dit te kunnen testen zijn zogenoemde signaleringswaarden voor drinkwaterbronnen vastgesteld. Hierbij geldt een signaleringswaarde van 0,1 µg/l voor alle antropogene stoffen die een bedreiging voor drinkwatervoorziening zijn.



WAT ER NOG MEER BIJ ZIT

EU KWALITEITSNORMEN VOOR LANDBOUW

Water kwaliteits klasse	Gewassen-categorie	Toegestane irrigatiemethoden	E. coli (kve/100 ml) ¹	Biologisch Zuurstof Verbruik (mg/l) ²	Zwevend Stof (NTU)	Turbiditeit (NTU)	Aanvullende eisen
A	Alle gewassen die rauw worden gegeten en waarbij het eetbare deel in direct contact komt met gezuiverd effluent.	Alle irrigatie methoden	≤10 of niet detecteerbaar [eens per week] ³	≤10 [eens per week]	≤10 [eens per week]	≤5	Legionella spp.1 <1000 kve/l als er risico tot aërosolisatie [eens per week].
B	Gewassen die rauw worden gegeten waarbij het eetbare deel niet in direct contact komt met gezuiverd effluent.	Alle irrigatie methoden	≤100 [eens per week]	≤25	≤35	n.a.	Intestinale nematode (helminth eieren) ² ≤1 ei/l voor het irrigeren van
C	Gewassen die verwerkt worden bij voedingsproductie, gewassen die niet worden gebruikt voor voedselproductie of gewassen die als veevoeder worden gebruikt.	Alleen Druppel irrigatie	≤1000 [tweemaal per maand]	[Metingen volgens Urban waste water treatment directive 91/271/EEC]	[Metingen volgens Urban waste water treatment directive 91/271/EEC]	n.a.	weides of voeder gewassen [tweemaal per maand of afhankelijk van de hoeveelheid aangetroffen eieren].
D	Gewassen die voor industriële doeleinden, energie en zaadproductie worden geteeld.	Alle irrigatie methoden	≤10000 [tweemaal per maand]			n.a.	

¹ 90% van de meetwaarden moet voldoen en géén van de meetwaarden mag een maximum overschrijden van 1 log unit boven de gestelde eis. ² Total Suspended Solids (TSS) en Biological Oxygen Demand (BOD); 90% van de meetwaarden moet voldoen en géén van de meetwaarden mag een maximum overschrijden van tweemaal de gestelde eis. ³ Geëstimate interval voor meetmomenten.

WAT ER NOG MEER BIJ ZIT

SPECIFIEKE VOORWAARDEN AFVALSTOFFENWETGEVING

In de basis is effluent aangemerkt als een afvalstof. Maar het is gelukkig goed mogelijk tóch tot een levering te kunnen komen. In artikel 6 van de Kaderrichtlijn Afvalstoffen en artikel 1.1, lid 6 van de Wet Milieubeheer staat dat afvalstoffen niet langer afvalstoffen zijn, wanneer zij een behandeling voor nuttige toepassing hebben ondergaan en voldoen aan de volgende voorwaarden:

1. de stof of het voorwerp wordt gebruikelijk toegepast voor specifieke doelen;
2. er is een markt voor of vraag naar de stof of het voorwerp;
3. de stof of het voorwerp voldoet aan de technische voorschriften voor de specifieke doelen en aan de voor producten geldende wetgeving en normen; en tevens
4. het gebruik van de stof of het voorwerp heeft over het geheel genomen geen ongunstige effecten voor het milieu of de menselijke gezondheid.



WAT ER NOG MEER BIJ ZIT

DETAILTABEL WATERKWALITEITEN

Parameters ¹	RWZI effluent ⁴ (2012-2018)	EU - Class A (Landbouw)	Drinkwater- besluit	Grietwater ³	ultrapuur: 0,0054 -> 0,005	Eenheid
Onopgeloste bestanddelen (OB)	7 ⁵	10	-	-	-	NTU
BZV ₅	4,6	10	-	-	-	mg/l
E. Coli	2,7 • 10 ^{5,6}	10	0	-	-	kve/100 ml
Legionella spp.	<100 ²	1000	100	-	-	kve/l
Antropogene stoffen	-	-	1 ⁷	-	-	µg/l
Geleidbaarheid	100 ⁸	-	125	30	0,0054	mS/m
NH ₄	3,9	-	0,2	0,4	-	mg/l
NO ₂	0,35	-	0,1	-	-	mg/l
NO ₃	2,8	-	50	217	-	mg/l
PO ₄	0,8	-	-	27	-	mg/l
IJzer (Fe)	290,6	-	200	250	-	µg/l
Koper (Cu)	0,006	-	2,0	0,2	-	mg/l
Chroom (Cr)	0,03	-	50	1000	-	µg/l
Zink (Zn)	0,05	-	3,0	0,196	-	mg/l
Lood (Pb)	0,85	-	10	50	-	µg/l
Mangaan (Mn)	90,3	-	50	250	-	µg/l
Cadmium (Cd)	0,03	-	5,0	10	-	µg/l
Nikkel (Ni)	3,9	-	20	200	-	µg/l
Kwik (Hg)	0,006	-	1,0	-	-	µg/l
Arseen (As)	1,2	-	10	50	-	µg/l
Natrium (Na)	129,6	-	150	2,3	-	mg/l
Chloride (Cl)	148,1	-	150	17,7	-	mg/l

1. Beschikbare parameters van effluent, maar géén volledige lijst tov de gestelde normen. Het drinkwaterbesluit bijvoorbeeld, kent een veel langere lijst parameters.
2. Legionella Aa & Maas steekproef <100 cfu/l in effluent voor alle waterzuiveringen.
3. KWR, kennisdocument hergebruik van restwater voor de landbouwwatervoorziening.
4. Watson database gemiddelde 2012-2018
5. CBS 2016 6. Stowa (2018) de rol van afvalwater
7. Uit de Watson-database blijkt dat, van de ca. 700 gemeten stoffen sinds 2010, het 90-percentiel van 21 stoffen de norm overschrijdt.
8. Geleidbaarheid RWZI Harnaschpolder van 2011-2013



ENERGIE EN
Grondstoffen
FABRIEK