KWR 2023.066 | December 2023

Haalbaarheid van benutting van effluent van RWZI Westerschouwen

KWR

Bridging Science to Practice

Colofon

Haalbaarheid van benutting van effluent van RWZI Westerschouwen

KWR 2023.066 | December 2023

Opdrachtnummer
404397

Projectmanager
Klaasjan Raat

Opdrachtgever
Gemeente Schouwen-Duiveland

Auteurs
Henk Krajenbrink, Klaasjan Raat, Maria Lousada Ferreira

Kwaliteitsborger
Ruud Bartholomeus, Roberta Hofman (paragraaf 3.2)

Verzonden naar
Gemeente Schouwen-Duiveland

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgever van het adviesproject. KWR zal zich onthouden van verspreiding van dit rapport en het rapport derhalve niet verstrekken aan derden, tenzij partijen anders overeenkomen. Opdrachtgever is gerechtigd het rapport te verspreiden.

Keywords

effluent, hergebruik, watersysteem, zoetwaterbeschikbaarheid

Jaar van publicatie
2023

Meer informatie
dr.ir. Henk Krajenbrink
T +31 (0)30 60 69 647
E henk.krajenbrink@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

December 2023 ©
Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier.

Samenvatting

In het Fieldlab Burghsluis, het gebied tussen Burgh-Haamstede en Burghsluis, werken agrariërs, natuurorganisaties, de gemeente en het waterschap samen toe naar een klimaatrobuust watersysteem. Het gebied staat onder invloed van zoute kwel vanuit de Oosterschelde en ervaart bovendien de laatste jaren de gevolgen van langdurige droogte. Er is binnen de landbouw en andere sectoren behoefte aan extra zoet water. In het gebied bevindt zich ook RWZI Westerschouwen, die dagelijks een aanzienlijke hoeveelheid afvalwater zuivert en het effluent loost op de Oosterschelde. Een klein deel van het effluent wordt enkele maanden per jaar benut door een agrariër in de nabijheid van de RWZI. Het Fieldlab Burghsluis wil onderzoeken of effluenthergebruik ook in de toekomst in het gebied kan worden toegepast om de zoetwaterbeschikbaarheid te vergroten, rekening houdend met de nieuwe normen voor hergebruik.

Dit project heeft de volgende twee doelen: 1) Een eerste inzicht verkrijgen in de kansen, knelpunten en randvoorwaarden voor effluenthergebruik in Fieldlab Burghsluis (o.a. beschikbaarheid, kwaliteit, juridische voorwaarden), en 2) Vaststellen van een voorkeursvariant voor effluenthergebruik voor landbouwdoeleinden in de omgeving.

RWZI Westerschouwen loost gemiddeld 6000 m^3/dag effluent op de Oosterschelde. In droge perioden gaat het om ruim 3000 m^3/dag. In een gemiddeld jaar bedraagt de hoeveelheid effluent 2,2M m^3. De EC van het water is vrij stabiel, variërend tussen 0 en 2 mS/cm, met een lichte stijging vanaf 2020. Naast de EC worden wekelijks metingen verricht aan o.a. diverse nutriënten, en incidenteel worden ook zware metalen, geneesmiddelen en overige microverontreinigingen bemeten.

Bij hergebruik van effluent kunnen twee categorieën worden onderscheiden: direct hergebruik, dat wil zeggen het direct transporteren van effluent van de bron naar de gebruiker, en (bewust) indirect hergebruik, dat wil zeggen het gebruik van effluent om het watersysteem (grondwater of oppervlaktewater) aan te vullen, waarna het desgewenst kan worden gebruikt. Recentelijk is een EU-verordening vastgesteld inzake de minimumvereisten van direct hergebruik van stedelijk afvalwater voor landbouwdoeleinden. Momenteel zijn nog niet alle Nederlandse voorwaarden en vereisten voor vergunningverlening bekend, maar de verordening wordt onderdeel van de nieuwe Omgevingswet (2024). De kwaliteit van het effluent van RWZI Westerschouwen is op dit moment niet voldoende voor hergebruik. Om te voldoen aan de eisen voor direct hergebruik zal in ieder geval een extra desinfectiestap nodig zijn voor de verwijdering van micro-organismen. Een combinatie van het gebruik van UV met ozon of een (membraan- of zand-)filtratie lijkt hiervoor geschikt. Wel moet worden onderzocht of deze extra zuiveringstap ook past binnen andere toekomstige vereisten aan de kwaliteit van effluent, bijvoorbeeld in het kader van een update van de Richtlijn stedelijk afvalwater. Direct hergebruik is de laatste jaren getest in enkele praktijkproeven. De resultaten ten aanzien van vochthuishouding zijn veelbelovend, maar met name waterkwaliteit blijft een belangrijk aandachtspunt, bijvoorbeeld als het gaat om pathogenen en organische microverontreinigingen. Subirrigatie kan een manier van toediening zijn om een deel van de risico's voor het gewas en met betrekking tot verspreiding van pathogenen door de lucht te ondervangen. Wel blijven er risico's voor bodem en grondwater, die nader moeten worden onderzocht.

In eerder onderzoek zijn de juridische kaders van indirect hergebruik van industrieel restwater verkend. In vervolgonderzoek zal moeten worden onderzocht of dezelfde toetsingskaders van toepassing zijn op stedelijk afvalwater. Het lozen of infiltreren in de bodem is met het oog op de huidige effluentkwaliteit momenteel niet toegestaan door Waterschap Scheldestromen. De huidige kwaliteit van het effluent is vergeleken met enkele toetsingskaders voor lozing en infiltratie en met de huidige kwaliteit van het oppervlaktewater. De concentraties

van enkele nutriënten (nitraat, fosfaat) en zware metalen (chroom, koper, zink) zijn vooralsnog te hoog voor lozing op het lokale oppervlaktewater. De diffuse verspreiding van organische microverontreinigingen door beregening uit oppervlaktewater krijgt landelijk steeds meer aandacht en is ook hier een belangrijk aandachtspunt.

In deze studie zijn vier varianten voor hergebruik van het effluent van RWZI Westerschouwen opgesteld. Het betreft drie varianten van bewust indirect hergebruik (aanvullen van het oppervlaktewatersysteem op verschillende locaties, waarna onttrekking uit oppervlaktewater mogelijk is) en één variant van direct hergebruik middels tappunten in de omgeving van de RWZI. In een gebiedsbijeenkomst met de deelnemers van het Fieldlab is door de aanwezige agrariërs de voorkeur uitgesproken voor direct hergebruik via tappunten. De belangrijkste kennislacunes die in vervolgonderzoek nader moeten worden onderzocht, zijn de microbiologische veiligheid, de wijze van productie en distributie van het effluent, en de contractvorm voor afname van het water. Tevens zal het vergunningstraject en de bijbehorende risicobeoordeling waarschijnlijk een ingewikkeld en langdurig traject zijn. In het algemeen kan worden gesteld dat dat zowel direct als indirect hergebruik van effluent binnen het Fieldlab Burghsluis een grote stap betekent voor waterschap Scheldestromen, waarover weloverwogen een besluit moet worden genomen. In vervolgonderzoek is een pilot een mogelijkheid om het traject te verkennen en de kennislacunes nader te onderzoeken.

Inhoud

Colofon **2**

Samenvatting **3**
Inhoud **5**

1 Inleiding **6**
1.1 Aanleiding en doel 6
1.2 Leeswijzer 6

2 Beschikbaarheid en kwaliteit van effluent **7**
2.1 Beschikbaarheid 7
2.2 Kwaliteit 8

3 Effluenthergebruik: kansen en obstakels **14**
3.1 Beleid, wet- en regelgeving 14
3.2 Zuiveringstechnieken 16
3.3 Manieren van transport, opslag en toediening – globaal overzicht van ervaringen uit praktijkproeven 18

4 Opties voor benutten effluent RWZI Westerschouwen **20**
4.1 Opties voor indirect hergebruik – varianten A, B, C 21
4.1.1 Variant A: aanvulling oppervlaktewater in zoete zone 21
4.1.2 Variant B: aanvulling oppervlaktewater in brakke zone 21
4.1.3 Variant C: aanvulling oppervlaktewater nabij RWZI 21
4.1.4 Aandachtspunten bij varianten met indirect hergebruik 21
4.2 Direct hergebruik via tappunten 22

5 Synthese en voorkeursvariant **24**

6 Bronnenlijst **26**

Bijlagen **28**
I Statistieken van effluentvolume en nutriënten **29**

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In het gebied tussen Burgh-Haamstede en Burghsluis werken agrariërs, natuurorganisaties, de gemeente en het waterschap samen binnen het Fieldlab Burghsluis, met als doel een klimaatrobuust watersysteem. Het gebied binnen het Fieldlab staat onder invloed van zoute kwel vanuit de Oosterschelde. Daarnaast heeft het gebied de laatste jaren de gevolgen ervaren van langdurige droogte, net als de rest van Schouwen-Duiveland, waardoor de behoefte aan zoet water binnen de landbouw en andere sectoren nog urgenter is geworden. Verdere verzilting van grond- en oppervlaktewater is een bedreiging voor de zoetwatervoorziening van de landbouw in het gebied. In het gebied bevindt zich ook de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) Westerschouwen, die dagelijks een aanzienlijke hoeveelheid afvalwater zuivert en het effluent loost op de Oosterschelde. Dit effluent is een potentiële bron van zoet water in een verder zilte omgeving.

Sinds geruime tijd wordt het effluent al op kleine schaal benut door een agrariër in de nabijheid van de RWZI. Op korte termijn is dit directe hergebruik in de huidige vorm niet meer mogelijk door veranderende wettelijke normen voor het hergebruik van effluent voor landbouwdoeleinden. Het Fieldlab Burghsluis wil graag onderzoeken of het effluent voor een groter gebied kan worden toegepast om de zoetwaterbeschikbaarheid te vergroten, rekening houdend met de nieuwe normen voor hergebruik. Het doel het project is tweeledig:

1. Een eerste inzicht verkrijgen in de kansen, knelpunten en randvoorwaarden voor effluenthergebruik in Fieldlab Burghsluis, waaronder beschikbaarheid en kwaliteit van het effluent, juridische voorwaarden, beschikbare zuiveringstechnieken en mogelijkheden van transport, opslag en toediening van effluent;
2. Vaststellen van een voorkeursvariant voor het hergebruik van effluent uit RWZI Westerschouwen voor landbouwdoeleinden in de omgeving. Deze variant kan in een vervolgtraject nader worden onderzocht in een haalbaarheidsstudie en eventuele pilot.

1.2 Leeswijzer

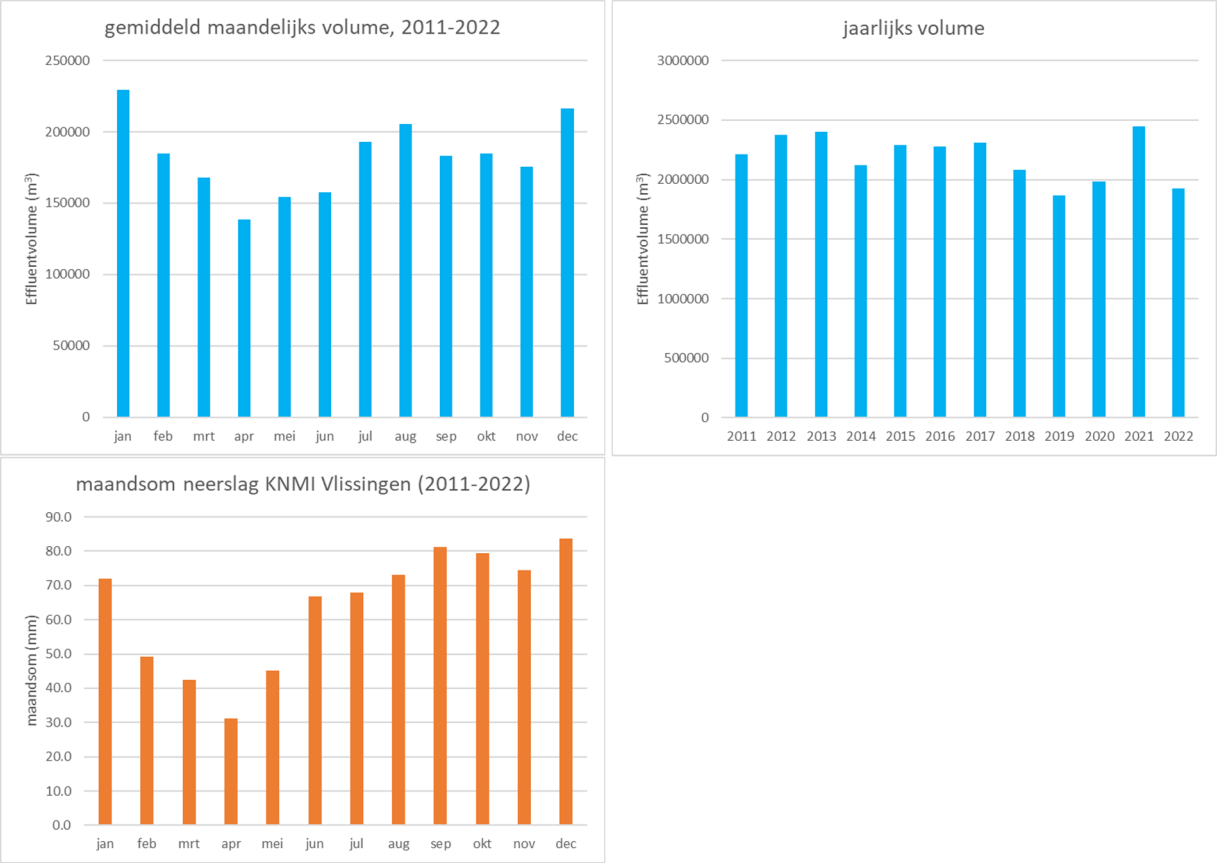
Hoofdstuk 2 behandelt de gegevens over de volumes (vanaf 2011) en waterkwaliteit (vanaf 2018) van het effluent dat wordt geproduceerd op RWZI Westerschouwen. De verschillende randvoorwaarden van effluenthergebruik op het gebied van wet- en regelgeving en de verschillende technologieën voor aanvullende zuivering worden behandeld in hoofdstuk 3. Tevens bevat dit hoofdstuk een overzicht van ervaringen met effluenthergebruik uit praktijk aan de hand van een aantal pilots in Nederland. Op basis van de verzamelde gegevens hebben KWR en Aequator in een gezamenlijke sessie vier opties voor hergebruik in het Fieldlab uitgetekend, die in hoofdstuk 4 worden behandeld. In het afsluitend hoofdstuk 5 worden de belangrijkste resultaten en vervolgvragen uit de studie samengevat. Daarnaast worden de voorkeursvarianten voor hergebruik benoemd, zoals die naar voren zijn gekomen in de gebiedsbijeenkomst van het Fieldlab op 10 oktober 2023.

2 Beschikbaarheid en kwaliteit van effluent

RWZI Westerschouwen is een van de drie RWZI's op het eiland Schouwen-Duiveland, gelegen aan de Koudekerkseweg, ten zuidoosten van Burgh-Haamstede. De installatie loost het effluent via een buis direct op de Oosterschelde. Bij Waterschap Scheldestromen zijn tijdreeksen opgevraagd van de hoeveelheden effluent en metingen van kwaliteit van het effluent. Deze data worden in dit hoofdstuk samengevat en in Hoofdstuk 3 vergeleken met verschillende wettelijke vereisten.

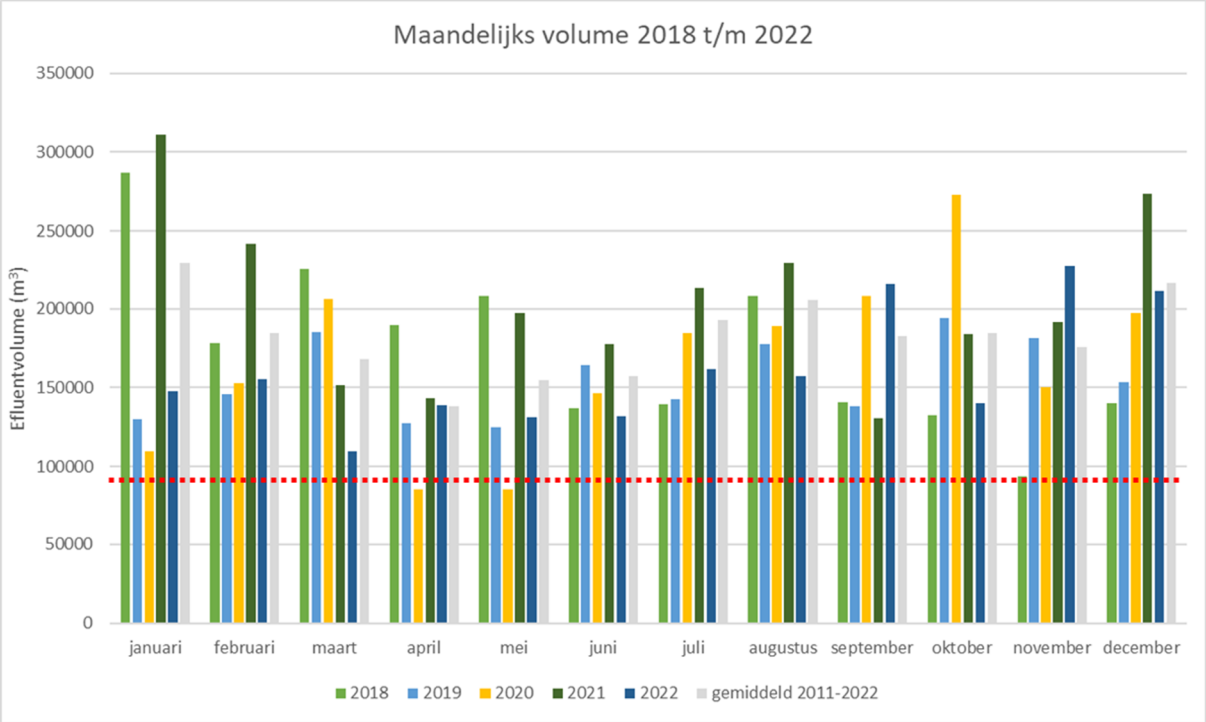
2.1 Beschikbaarheid

Effluent bestaat uit verschillende deelstromen. Naast de deelstroom (huishoudelijk) afvalwater, ook wel droogweerafvoer (DWA) genoemd, bestaat effluent uit hemelwaterafvoer (HWA) en rioolvreemd water (o.a. drainage). Volgens Van de Kerk (2005) bestaat het jaarlijkse effluentvolume voor ongeveer 50% uit DWA. Tijdreeksen met dagelijkse hoeveelheden geloosd effluent van RWZI Westerschouwen zijn beschikbaar sinds 2011. Gemiddeld wordt circa 6000 m^3/dag geloosd. De hoeveelheden kunnen per dag sterk variëren, maar 80% van de tijd ligt het dagelijkse effluentvolume tussen de 3330 en 10.190 m^3. Het gemiddelde maandelijkse effluentvolume bedraagt ongeveer 183.000 m^3 (Figuur 1; linksboven). De variatie door het jaar heen is sterk gerelateerd aan de hoeveelheid neerslag, zoals te zien is in de vergelijking met de maandelijkse neerslaghoeveelheden op KNMI-station Vlissingen (Figuur 1; linksonder). Op jaarbasis produceert de RWZI circa 2,2 miljoen m^3 effluent. In recente droge jaren, zoals 2019, 2020 en 2022, is de jaarlijkse hoeveelheid minder dan 2 miljoen m^3 (Figuur 1; rechtsboven).



Figuur 1: Effluentvolumes per maand en per jaar op RWZI Westerschouwen. Linksboven: effluentvolumes per maand; rechtsboven: effluentvolumes per jaar; linksonder: neerslagsom per maand op KNMI-station Vlissingen.

In Figuur 2 is het maandelijkse effluentvolume voor de jaren 2018 t/m 2022 uitgesplitst. De rode stippellijn geeft bij benadering de hoogte van de maandelijkse DWA-stroom (ongeveer 91.500 m^3/maand), berekend door het theoretische jaarlijkse DWA (50%) te delen door 12. Het valt op dat het maandelijkse effluentvolume sterk kan verschillen. Zo is het effluentvolume in april en mei 2020 (gele balkjes) ongeveer zo groot als het berekende DWA. Het lijkt erop dat er in die maanden vrijwel geen hemelwater via het riool is afgevoerd en dat de effluentstroom vrijwel geheel uit DWA bestond. Een aantekening bij onderstaande grafiek is dat de theoretische maandelijkse hoeveelheid DWA hier constant wordt voorgesteld, hoewel er weinig bekend is over de seizoensvariatie van de DWA-stroom. Daarnaast is niet bekend of de berekende hoeveelheid DWA (circa 50% van het totaal) ook geldt voor RWZI Westerschouwen. De eenvoudige analyse geeft niettemin snel inzicht in de minimale hoeveelheid beschikbaar effluent in een periode van langdurige droogte.

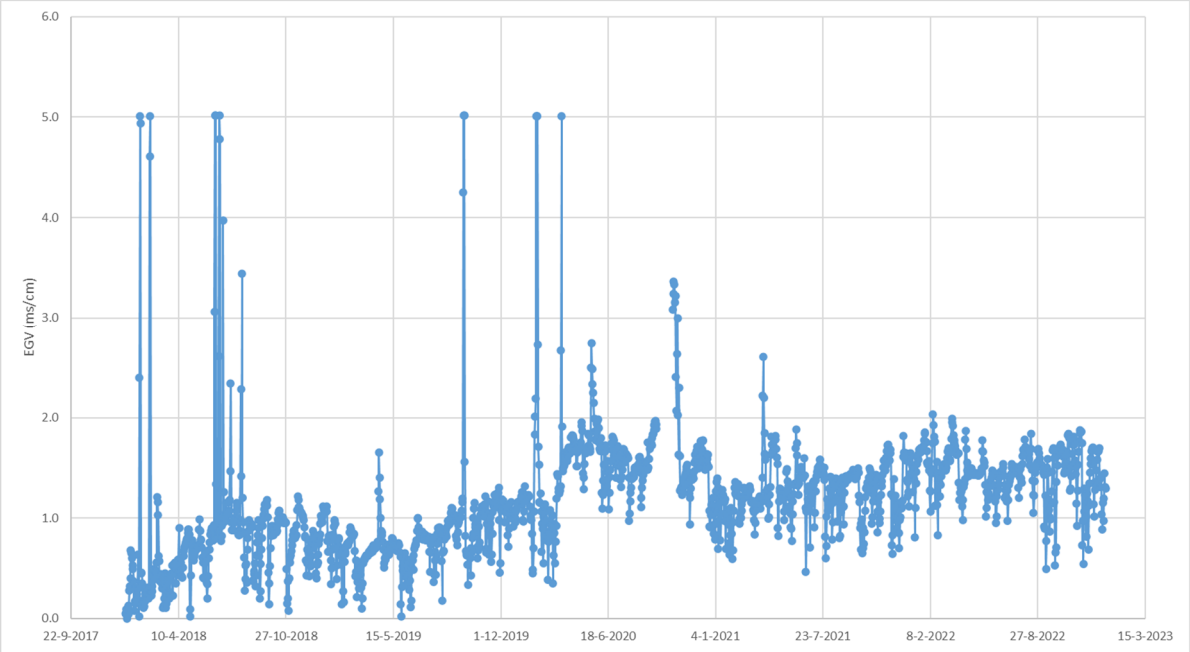


Figuur 2: Variatie in maandelijks effluentvolume in de jaren 2018-2022. De rode stippellijn geeft een indicatie van de maandelijkse DWA-stroom.

2.2 Kwaliteit

Gegevens van de waterkwaliteit van het effluent zijn beschikbaar vanaf 2018 en zijn geanalyseerd tot en met 2022 (vijf jaar). Het elektrisch geleidingsvermogen (EGV, ook wel EC = *Electric Conductivity*) wordt in principe dagelijks gemeten. Uit Figuur 3 valt af te leiden dat de EC over het algemeen vrij stabiel is, met het grootste deel van de metingen tussen de 0 en 2 mS/cm. Over de hele periode valt een licht stijgende trend waar te nemen, waarbij de waarden vanaf 2020 iets hoger zijn dan in de periode ervoor. In de wintermaanden (november t/m januari) lijkt de EC iets lager dan in de rest van het jaar.

In Tabel 1 is voor enkele categorieën gewassen de bovengrens van de chlorideconcentratie en bijbehorende EC-waarde gegeven. De EC in het effluent van Westerschouwen ligt in de meeste gevallen onder de maximale waarde voor gevoelige gewassen.

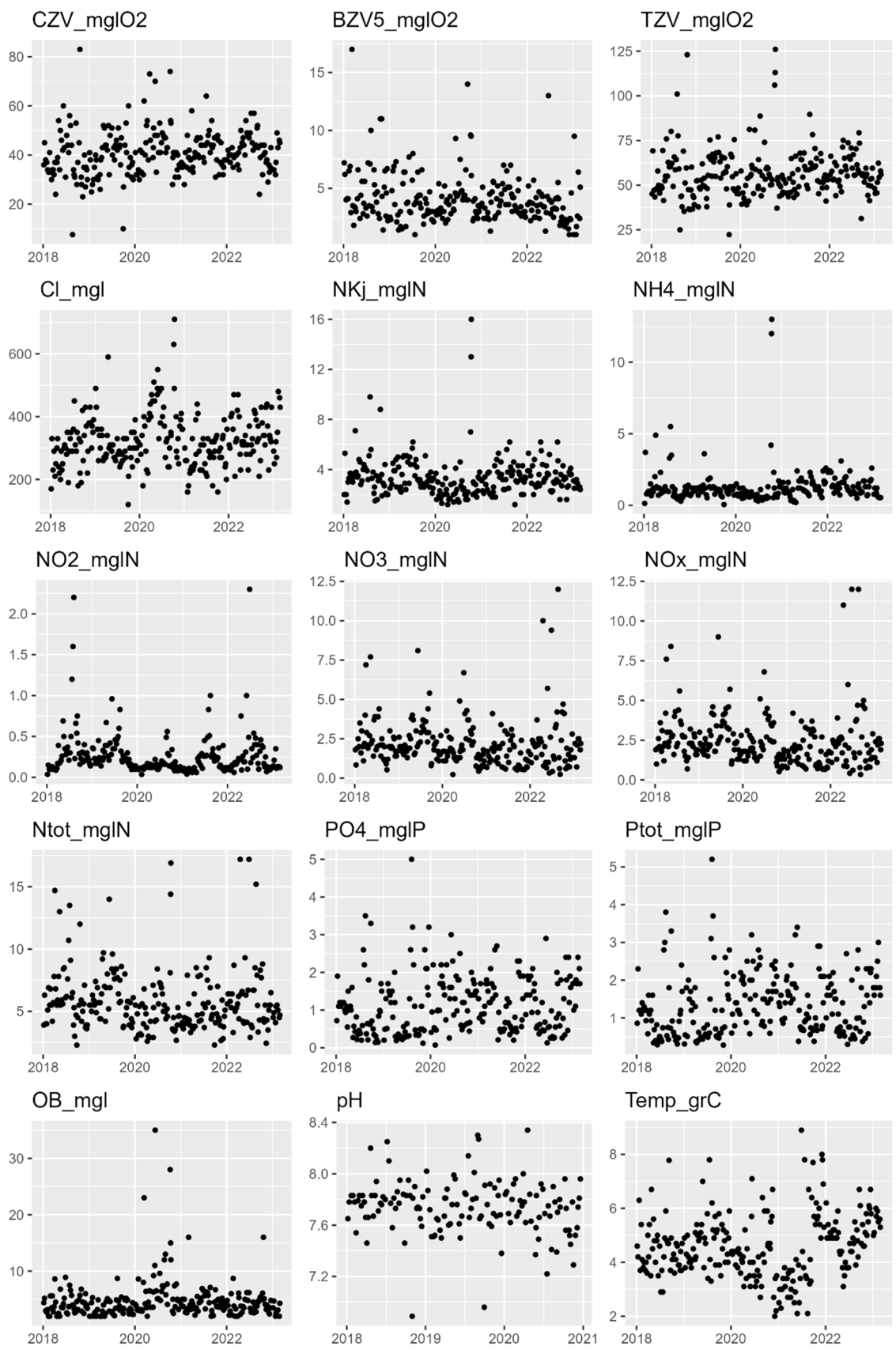


Figuur 3: EC-waarden van het effluent van RWZI Westerschouwen in de periode 2018-2022.

Tabel 1: Gevoeligheid van landbouwgewassen voor de chlorideconcentratie van irrigatiewater. Tabel ontleend aan Aggenbach en Krajenbrink (2021); getallen destijds aangeleverd door ZLTO.

Klasse	Bovengrens chlorideconcentratie (mg/L)	EC (mS/cm) (schatting)	Gewas
Gevoelig	300	2,1	Winterpeen; aardbeien; sla; ijsbergsla; stambonen; was- en bospeen; fruitgewassen; lelie en gladiool
Matig gevoelig	600	2,9	Zaaiuien; snijmaïs; aardappel; bloemkool; tuinbonen; tulp
Matig tolerant	1200	4,6	Wintertarwe, witlof; sluitkool; prei; laan- en parkbomen
Tolerant	2400	7,9	Grasland; suikerbiet

Wekelijks worden metingen verricht van nutriënten, de pH en zwevende stof. Grafieken van de metingen van 2018 t/m 2022 zijn weergegeven in Figuur 4. Berekende statistieken (gemiddelde, mediaan en 90^{e} percentiel) over de gehele meetreeksen van de genoemde stoffen, inclusief effluentvolume en EC, zijn opgenomen in Tabel 2. Statistieken per maand en jaar zijn opgenomen in Tabel 10 en Tabel 11 in Bijlage I.



Figuur 4: Wekelijkse meetgegevens van nutriënten, pH en temperatuur in het effluent van RWZI Westerschouwen, 2018-2022.

Tabel 2: Statistieken effluentvolume en waterkwaliteitsvariabelen (nutriënten) op RWZI Westerschouwen, berekend over de volledige meetreeksen.

Stof/Q	Gemiddelde	Mediaan (p50)	90e percentiel (p90)
Effluent (m^3/d)	6000	4961	10209
EC (mS/cm)	1.2	1.2	1.7
CZV (mg/L)	40.9	40.5	52.0
BZV (mg/L)	4.1	3.6	6.6
TZV (mg/L)	56.3	54.8	70.3
Chloride (mg/L)	322	310	430
Kjeldahl-Stikstof (mg N/L)	3.4	3.2	5.0
Ammonium (mg N/L)	1.3	1.1	2.0
Nitriet (mg N/L)	0.3	0.2	0.5
Nitraat (mg N/L)	2.2	1.9	3.7
NOx (mg N/L)	2.4	2.1	4.2
Totaal N (mg N/L)	5.8	5.4	8.4
Fosfaat (mg P/L)	1.1	1.0	2.1
Totaal P (mg P/L)	1.4	1.2	2.4
OB (mg/L)	4.7	4.0	7.1
pH (-)	7.7	7.8	8.0
Temperatuur (°C)	4.6	4.5	6.0

Op RWZI Westerschouwen worden incidenteel ook metingen gedaan aan zware metalen (Tabel 3), restanten van geneesmiddelen (Tabel 4) en andere microverontreinigingen (Tabel 5) in het effluent. In de periode 2018-2022 gaat het om 4-8 metingen per stof(groep), grotendeels verricht in 2020.

Tabel 3: Metingen van concentraties zware metalen in het effluent van RWZI Westerschouwen. '<' geeft aan dat de waarde beneden de detectielimiet van de desbetreffende variabele ligt.

Stof	Eenheid	6-1-2020	3-4-2020	7-7-2020	12-10-2020	6-1-2023	Gemiddeld
Arseen	µg/L	**3,30**	**3,70**	**1,70**	**3,30**	**4,30**	**3,26**
Cadmium	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	0,20	0,20	<0,20
Chroom	µg/L	**2,90**	**1,30**	<1,00	**2,90**	<1,00	1,82
Koper	µg/L	**7,50**	**13,0**	**5,60**	**15,0**	**3,40**	**8,90**
Kwik	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Lood	µg/L	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Nikkel	µg/L	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8
Zink	µg/L	**41,0**	**34,0**	**26,0**	**26,0**	**35,0**	**32,4**

Tabel 4: Metingen van concentraties geneesmiddelen in het effluent van RWZI Westerschouwen. '<' geeft aan dat de waarde beneden de detectielimiet van de desbetreffende variabele ligt. Een lege cel betekent dat de variabele op die datum niet is bemeten.

Stof	Eenheid	22-2-2020	4-5-2020	7-8-2020	3-11-2020	29-3-2020	4-5-2022	7-8-2022	3-11-2022	6-3-2023
Diclofenac	µg/L	0,30	0,50	0,70	0,30	1,80	<2,60	1,20	1,30	1,10
Clozapine	µg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10					

Metformine	µg/L	1,80	1,70	2,20	2,20	1,20	2,00	2,00	1,60	<0,50
Metoprolol	µg/L	0,90	1,60	2,50	0,90	3,70	3,80	3,60	2,50	1,40
Oxazepam	µg/L	0,10	0,20	0,20	<0,10					
Salbutamol	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1					
Sotalol	µg/L	0,60	1,10	1,50	0,70					
Som estrogene stoffen	*ng*/L	0,26	0,41	0,60	0,41					
Som glucocorticoide stoffen	*ng*/L	40,0	71,0	32,0	29,0					

Tabel 5: Metingen van organische microverontreinigingen (PAK's, bestrijdingsmiddelen, E-nummers) en minerale oliën in het effluent van RWZI Westerschouwen. '<' geeft aan dat de waarde beneden de detectielimiet van de desbetreffende variabele ligt. Een lege cel betekent dat de variabele op die datum niet is bemeten.

Stof	Eenheid	6-1-2020	3-4-2020	7-7-2020	12-10-2020	6-1-2023
Acenafteen	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Acenaftyleen	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Acesulfame K	µg/L	<10.000	<10.000	<10.000	<10.000	
Antraceen	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Benzo(a)antraceen	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Benzo(a)pyreen	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	0,039	<0,020
Benzo(b)fluorantheen	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	0,035	<0,020
Benzo(ghi)peryleen	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	0,025	<0,020
Benzo(k)fluorantheen	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Chryseen	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Cyanide	µg/L					1,40
Dibenzo(a,h)antraceen	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Diuron	µg/L					0,033
Fluoride	µg/L					520
Fenantreen	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	0,041	0,020
Fluoreen	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Flonicamid	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	
Fluorantheen	µg/L	0,024	<0,020	<0,020	0,086	<0,020
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	0,026	<0,020
Isoproturon	µg/L					<0,010
C10C12	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
C10C40	µg/L	220	<50	<50	<50	<50
C12C16	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10
C16C21	µg/L	63,0	<10	<10	<10	<10
C21C30	µg/L	110	<16	<16	<16	<16
C30C35	µg/L	27,0	<10	<10	<10	<10
C35C40	µg/L	<10	<10	<10	<10	<10

Stof	Eenheid	6-1-2020	3-4-2020	7-7-2020	12-10-2020	6-1-2023
Natriumcyclamaat	µg/L	<1000	<1000	<1000	<1000	
Naftaleen	µg/L	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Pyreen	µg/L	0,024	<0,020	<0,020	0,084	<0,020
Saccharine	µg/L	<10.000	<10.000	<10.000	<10.000	
Som adsorbeerbare organische halogeenverbindingen	mg/L					0,026
Som extraheerbare organische halogeenverbindingen	µg/L	<1	<1	1,60	3,50	<1
Simazine	µg/L					0,020
Som 10 polyaromatische koolwaterstoffen (VROM)	µg/L	<0,29	<0,29	<0,29	<0,29	<0,29
Som 16 polyaromatische koolwaterstoffen (EPA)	µg/L	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Som 6 polyaromatische koolwaterstoffen (Borneff)	µg/L	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12
Thiacloprid	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	
Thiamethoxam	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	

3 Effluenthergebruik: kansen en obstakels

Het hergebruik van gezuiverd huishoudelijk afvalwater kent verschillende randvoorwaarden. Zo is het gebruik van effluent in de landbouw aan wetten en regels gebonden. Er bestaan verschillende technologieën om afvalwater (aanvullend) te zuiveren om het geschikt te maken voor hergebruik, elk met hun eigen aandachtspunten voor toepasbaarheid. In dit hoofdstuk geven we een beknopt overzicht van de belangrijkste randvoorwaarden en aandachtspunten met betrekking tot effluenthergebruik voor landbouwdoeleinden. Dat er daadwerkelijk kansen zijn voor hergebruik van restwater, bewijzen de verschillende praktijkproeven met effluenthergebruik die de afgelopen jaren op verschillende plekken in Nederland zijn uitgevoerd. Daarom is in dit hoofdstuk ook een overzicht opgenomen van de belangrijkste ervaringen met effluenthergebruik, inclusief lessen en aanbevelingen, gebaseerd op een selectie van pilots.

3.1 Beleid, wet- en regelgeving

Een belangrijk onderscheid dient te worden gemaakt tussen direct en indirect hergebruik van restwater. Bij direct hergebruik wordt restwater direct van de bron naar de agrarische gebruiker verplaatst, via bijvoorbeeld een leiding. Bij bewust indirect hergebruik wordt restwater teruggebracht in het watersysteem (oppervlaktewater of grondwater), waaruit het vervolgens kan worden onttrokken voor landbouwdoeleinden. Op deze wijze worden de effecten van onttrekkingen door watergebruikers zoals de agrarische sector uit ditzelfde watersysteem relatief gezien verminderd. De verschillende wijzen van hergebruik hebben verschillende juridische eisen en voorschriften. Ze worden samengevat in Tabel 6 aan het eind van deze paragraaf.

In mei 2020 is in het Europees Parlement een verordening vastgesteld inzake de minimumvereisten van direct hergebruik van stedelijk afvalwater voor landbouwdoeleinden. Deze eisen zijn afhankelijk van de wijze van toediening (bijvoorbeeld beregenen, druppelirrigatie) en de gewascategorie (bijvoorbeeld voedselgewassen die al dan niet direct met irrigatiewater in aanraking komen). De verordening is officieel in werking getreden op 26 juni 2023 en bevat drie kernpunten die met elkaar samenhangen: 1) minimumeisen ten aanzien van de kwaliteit van het effluent; 2) vergunning; en 3) risicobeheerplan. Recentelijk heeft de Nederlandse overheid een uitvoeringsbesluit[1] opgesteld dat uitvoering van de verordening regelt tot het moment dat de Omgevingswet ingaat. Het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) zal hiervoor op enkele plaatsen moeten worden gewijzigd. De eisen voor vergunningverlening zijn op dit moment nog niet geheel duidelijk. Wel zal het nodig zijn om een risicobeheerplan op te stellen door de exploitant van het water en/of de eindgebruikers. Pilots zijn waarschijnlijk onder voorwaarden vrijgesteld van vergunning. De Provincie zal optreden als bevoegd gezag, waarbij een aantal taken wordt gedelegeerd aan een omgevingsdienst.

Waterschap Scheldestromen heeft dit jaar een werkgroep opgezet die de verordening gaat bestuderen en de mogelijkheden en vereisten van effluenthergebruik bij alle zuiveringen in kaart gaat brengen. Zo is inmiddels gestart met PFAS-bemonstering bij alle zuiveringen. Naast het in kaart brengen van de implicaties van de verordening, gaat het waterschap bij al zijn zuiveringen onderzoek doen naar de mogelijkheden van hergebruik van het effluent in de nabije omgeving. Het gaat hierbij niet enkel om toepassingen in de landbouw, maar ook het hergebruik van effluent in de industrie of voor het peilbeheer. Tot slot neemt de werkgroep een besluit over de rol en positie van het waterschap, bijvoorbeeld als het gaat om prioriteiten en voorkeuren van hergebruiksopties. Zo wordt onder meer het idee verkend om de benodigde extra zuivering en de uiteindelijke levering van het effluent

[1] https://wetten.overheid.nl/BWBR0048283/2023-07-15

uit te besteden aan een extern commercieel bedrijf, die zijn activiteiten waarschijnlijk buiten het terrein van de zuivering zal uitvoeren. Naar verwachting zal de werkgroep het traject in 2024 afronden.

De opties voor bewust indirect hergebruik (opties 2 en 3 in Tabel 6) zijn gebaseerd op een inventarisatie van alternatieve routes voor industrieel restwater, die in een eerdere KWR-studie zijn verkend (Krajenbrink et al., 2022). Naar verwachting is het overzicht grotendeels ook van toepassing op huishoudelijk effluent, maar dit dient in een vervolgonderzoek verder uitgezocht te worden. Daarnaast is alleen het juridisch kader geschetst onder de nieuwe Omgevingswet, die naar verwachting op 1 januari 2024 zal ingaan. Het waterschap stelt dat bodemlozing en/of infiltratie van effluent op dit moment nog niet toegestaan zijn gezien de huidige kwaliteit van het effluent. Indien in de toekomst aanvullende zuiveringsstappen worden geïmplementeerd, kan dit opnieuw worden overwogen. Wel zal waarschijnlijk per stof moeten worden bepaald wat nog in het effluent aanwezig is en hoe het zich verhoudt met de gehaltes in het grondwater.

Tabel 6: Overzicht van de juridische eisen en voorschriften van direct (optie 1) en bewust indirect effluenthergebruik (opties 2 en 4; ontleend aan Krajenbrink et al., 2022).

	1. Direct hergebruik	2. Lozing op oppervlaktewater	4. Infiltratie
Algemeen	Restwater wordt direct ingezet voor waterbehoefte in de landbouw. Levering wellicht via externe commerciële partij.	Aanvulling van het watersysteem via oppervlaktewaterlozing, waarna hieruit kan worden beregend.	Aanvulling van het grondwater middels infiltratie met oog op terugwinning. Infiltratie ≠ lozing in de bodem
Benodigde vergunning	Omgevingsvergunning voor milieubelastende activteit; precieze invulling op moment van schrijven nog niet bekend	Omgevingsvergunning voor lozingsactiviteit op een oppervlaktewater-lichaam	Omgevingsvergunning: - wateronttrekkingsactiviteit (omvang ≥ 150.000 m^3/j) - op grond van waterschaps-verordening (omvang < 150.000 m^3/j)
Bevoegd gezag	- Provincie, gedelegeerd bij Omgevingsdienst	- Rijk (nationale wateren) - Waterschap (regionale wateren)	- Provincie (omvang ≥ 150.000 m^3/j) - Waterschap (omvang < 150.000 m^3/j)
Kwaliteitseisen	Vereisten voor E. coli, BZV, TSS, troebelingsgraad, Legionella, rondwormen	Geen verslechtering van ontvangende opp.water. Binnen waterwingebied: pesticiden 0,1 (afzonderlijk) – 0,5 µg/l (som)	Infiltratiebesluit bodembescherming. Drempelwaarden zoete grondwaterlichamen Scheldestromen: aansluiten bij Bkmw (2009). Enkele normen: zie Tabel 7.

De kwaliteitseisen voor verschillende wijzen van hergebruik zijn vergeleken met aangetroffen concentraties in het effluent en het oppervlaktewater voor een aantal stoffen (Tabel 7). Voor stofconcentraties in het oppervlaktewater is gebruik gemaakt van enkele meetpunten in KRW-lichamen in het kader van de Landelijke Enquête Waterkwaliteit (LEW)[2]. Uit de tabel volgt dat het effluent momenteel op een aantal punten nog niet van voldoende kwaliteit is voor lozing in het lokale oppervlaktewater (kolom 5) in plaats van op de Oosterschelde. Zo zijn de concentraties van een aantal nutriënten (o.a. nitraat en fosfaat) en zware metalen (chroom, koper en zink) momenteel te hoog. De concentratie fosfaat voldoet evenmin aan de infiltratie-eis vanuit het Infiltratiebesluit bodembescherming (Ib). Voor direct hergebruik is momenteel nog geen toetsingskader beschikbaar voor de stoffen in Tabel 7.

[2] https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/oppervlaktewaterkwaliteit

Tabel 7: Concentraties van verschillende stoffen in het effluent, aangetroffen concentraties in oppervlaktewater en kwaliteitseisen voor lozing en infiltratie. De rood gemarkeerde concentratie geeft aan dat het effluent momenteel niet aan de eis voldoet.

Stof/stofgroep	Eenheid	Concentratie effluent	Concentratie oppervlaktewater (enkele meetpunten)	KRW-eis oppervlaktewater	Infiltratie-eis (Scheldestromen* / Ib**)
BZV5	mg O_2/L	4,1	3,4 – 4,1		
Nitraat	mg N/L	2,2	0,27 – 1,14		11,3* / 5,6**
Chloride	mg/L	322	2550 – 4200		160* / 200**
Arseen	µg/L	3,26	5 – 10		13,2 – 18,7* / 10**
Cadmium	µg/L	<0,2	<0,4		0,35*
Chroom	µg/L	1,8	<1		2**
Koper	µg/L	8,9	<3,8		15**
Nikkel	µg/L	<4,80	<4,0		20* / 15**
Lood	µg/L	<5,00	1,2 – 5		7,4* / 15**
Zink	µg/L	32,4	17,5		65**
Totaal-fosfaat	mg P/L	1,1	0,14 – 0,25		2,0 – 6,9* / 0,4**
Totaal-stikstof (N-tot)	mg N/L	5,8	2,7 – 4		
Bestrijdings-middelen (indiv)	µg/L	<0,1		0,1**	0,1**
Bestrijdings-middelen (som)	µg/L	<0,1		0,5**	0,5**

3.2 Zuiveringstechnieken

Binnen de nieuwe EU-verordening voor effluenthergebruik in de landbouw zullen minimumvereisten gelden voor de kwaliteit van het effluent. Om deze minimumvereisten te halen, zullen aanvullende zuiveringstechnieken nodig zijn op het huidige zuiveringsproces op RWZI Westerschouwen. Deze paragraaf geeft een beknopt en globaal beeld van de beschikbare technieken, met een inschatting van wat nodig is voor de desinfectie van effluent voorafgaand aan hergebruik.

Het belangrijkste doel van aanvullende zuivering is de verwijderingen van micro-organismen (ziekteverwekkers zoals virussen en bacteriën), waarvoor een aanvullende desinfectiestap nodig zal zijn. Verschillende aspecten en wensen bepalen of een desinfectietechnologie geschikt is. Zo valt te denken aan de volgende randvoorwaarden (Metcalf & Eddy Inc., 2014):

- Deodoriserend (ontgeurend) vermogen;
- Zo min mogelijk interactie met ander materiaal, bijvoorbeeld de constructie van de zuivering (o.a. geen adsorptie, corrosie of kleuring);
- Doordringing: het vermogen om door oppervlakken van deeltjes heen te dringen;
- Toxiciteit: niet giftig voor mens en dier, maar wel voor micro-organismen (en het liefst bij omgevingstemperatuur);
- Veiligheid: de benodigde grondstoffen moeten veilig kunnen worden vervoerd, opgeslagen, gehanteerd en gebruikt;
- Oplosbaarheid in water;
- Stabiliteit: beperkte afname van de werking in de tijd;

- Beschikbaarheid van de techniek of benodigde grondstoffen.

Er bestaan verschillende desinfectietechnieken. Wereldwijd is chloreren een veel gebruikte techniek, die in Nederland echter zelden wordt toegepast voor drinkwater. Andere technieken zijn UV-straling en ozon. In Tabel 8 worden de drie genoemde technieken samengevat op basis van vereisten en randvoorwaarden.

Tabel 8: Overzicht van de belangrijkste aspecten en aandachtspunten van drie desinfectietechnieken (gebaseerd op Metcalf & Eddy Inc., 2014).

	Ozon	UV-straling	Chloreren met natriumhypochloriet
Ontgeurend vermogen	Zeer hoog	Hoog	Matig
Interactie met organisch materiaal	Oxideert OM	Absorptie van Uv-straling	Oxideert OM
Bijtende werking	Zeer bijtend	N.v.t.	Bijtend
Giftig voor mens en dier	Giftig	Giftig	Zeer giftig
Doordringing op deeltjes	Hoog	Matig	Hoog
Veiligheidsprobleem	Matig	Laag	Matig tot hoog
Oplosbaarheid	Matig	N.v.t.	Hoog
Stabiliteit	Instabiel	N.v.t.	Licht instabiel
Effectief tegen:			
bacteriën	Uitstekend	Goed	Uitstekend
protozoa	Goed	Uitstekend	Redelijk tot slecht
virussen	Uitstekend	Goed	Uitstekend
Bijproductvorming	Bromaat	Geen bekend	THM en HAA (2)
Verhoging TDS (totaal opgeloste stoffen)	Nee	Nee	Ja
Kosten	Matig hoog	Matig hoog	Vrij laag

Desinfectie met UV-straling is een krachtige techniek tegen de meeste micro-organismen (EPA, 2012). Het gebruik van UV-straling is tegenwoordig relatief kosten- en energie-efficiënt. De keuze van het type UV-lampen is daarbij wel belangrijk. Een belangrijk aandachtspunt is het feit dat deeltjes groter dan 10 µm, die regelmatig in afvalwater aanwezig zijn, het UV-licht kunnen afschermen en hierdoor de werking van de techniek negatief beïnvloeden. Daarnaast bevat effluent vaak een relatief hoog gehalte aan opgelost organisch materiaal, waardoor de transmissie van het water voor UV laag is en het proces relatief veel energie kost (Hofman-Caris et al., 2016). Daarom zal voor toepassing op effluent vooraf een extra filtratiestap waarschijnlijk nodig zijn, bijvoorbeeld zandfiltratie. Ozon is geschikt voor de verwijdering van zeer zorgwekkende stoffen, verwijdering van kleur en geur, en voor de afbraak van grotere organische verbindingen en verhoging van de transmissie van UV (EPA, 2012). Een aandachtspunt is de vorming van bromaat tijdens het desinfectieproces. Naarmate de ozondosis hoger is, wordt er meer bromaat gevormd. Daardoor is het waarschijnlijk lastig voldoende desinfectie te verwezenlijken zonder het bromaatgehalte

te hoog te laten worden. De combinatie van UV met ozon of een (membraan- of zand-)filtratie lijkt een goede en noodzakelijke combinatie van technieken voor de desinfectie van effluent voorafgaand aan hergebruik, waarmee waarschijnlijk kan worden voldaan aan de minimumvereisten voor direct hergebruik.
Uit onderzoek naar het sluiten van de watercyclus in Noord Holland is gebleken dat ook keramische membraanfiltratie significant bijdraagt aan de desinfectie van effluent (Bertelkamp et al., 2020). In dat onderzoek werd behandeling met ozon hiermee gecombineerd.

Een belangrijk aandachtspunt voor eventuele toepassing van de desinfectiestap is het feit dat RWZI's binnenkort te maken zullen krijgen met een update van de Richtlijn stedelijk afvalwater. De update vereist een extra inspanning voor de verwijdering van nutriënten en van organische microverontreinigingen (OMV's) zoals medicijnresten en resten van persoonlijke verzorgingsproducten. De benodigde extra zuiveringsstap voor OMV's omvat waarschijnlijk actieve kool of ozon, en/of mogelijk een op UV gebaseerd proces. De extra zuiveringsstap is van belang voor alle RWZI's ongeacht beoogd hergebruik, hoewel Waterschap Scheldestromen heeft aangegeven dat voor een kleine zuivering als Westerschouwen op korte termijn geen strengere eisen worden verwacht. Hoewel zowel voor desinfectie als verwijdering van OMV's UV kan worden toegepast, is het waarschijnlijk dat de vereisten voor de bedrijfsvoering verschilt tussen beide doelen. Er is meer onderzoek nodig, bijvoorbeeld in de vorm van een kleinschalige pilot, om nader te onderzoeken in hoeverre de benodigde aanpassingen voor beide zuiveringsstappen kunnen worden gecombineerd.

3.3 Manieren van transport, opslag en toediening – globaal overzicht van ervaringen uit praktijkproeven

De afgelopen jaren zijn diverse pilots uitgevoerd over alternatieve watervoorziening voor de landbouw en verschillende wijzen van toediening. In een aantal gevallen werd gebruik gemaakt van gezuiverd restwater als bron voor de watervoorziening. Tabel 9 geeft een beknopt overzicht van de karakteristieken, belangrijkste resultaten en aandachtspunten van een selectie van praktijkproeven die in de afgelopen jaren in Nederland zijn uitgevoerd. In het overzicht is tevens het onbewust indirect hergebruik van effluent opgenomen, zoals dit in de zomer op veel locaties in Nederland kan voorkomen.

Uit het overzicht volgt dat in veel pilots het water is toegediend via regelbare drainage (subirrigatie). In enkele gevallen is ook gebruik gemaakt van het oppervlaktewater. In de pilots zijn overwegend positieve ervaring opgedaan wat betreft de vochthuishouding in de percelen. Het ontstaan van putverstopping (door ijzer of biomassa) is genoemd als aandachtspunt (Bartholomeus et al., 2018). Tevens is de waterkwaliteit een belangrijk aandachtspunt. Zo is onder andere in de proef in Haaksbergen geconcludeerd dat de huidige effluentkwaliteit onvoldoende is, onder andere wat betreft organische microverontreinigingen (o.a. geneesmiddelen). In Cirkel et al. (2017) wordt verder gewezen op het risico van te hoge concentraties ijzer en fecale coliformen. Of en in welke mate stoffen een probleem vormen, hangt sterk af van de vracht, de wijze van toediening en het type gewas. Zo kunnen risico's van bijvoorbeeld pathogenen sterk worden teruggebracht door ondergronds te irrigeren (subirrigatie), waardoor geen verspreiding via aerosolen plaatsvindt. De bodempassage zorgt daarbij voor aanvullende zuivering, zowel voor pathogenen als organische microverontreinigingen, hoewel dit afhankelijk is van onder andere stofeigenschappen en bodemsamenstelling (Narain-Ford et al., 2022). Voor verspreiding van stoffen via het grondwater zijn met name de persistente, mobiele stoffen van belang (Tang et al., 2023). Het risico van opname van organische microverontreinigingen door gewassen lijkt klein, maar dient nader onderzocht te worden in langjarige studies. Dit geldt eveneens voor het effect op de omgeving.

Tabel 9: Karakteristieken, bevindingen en aandachtspunten van praktijkproeven met alternatieve watervoorziening voor landbouwdoeleinden in Nederland.

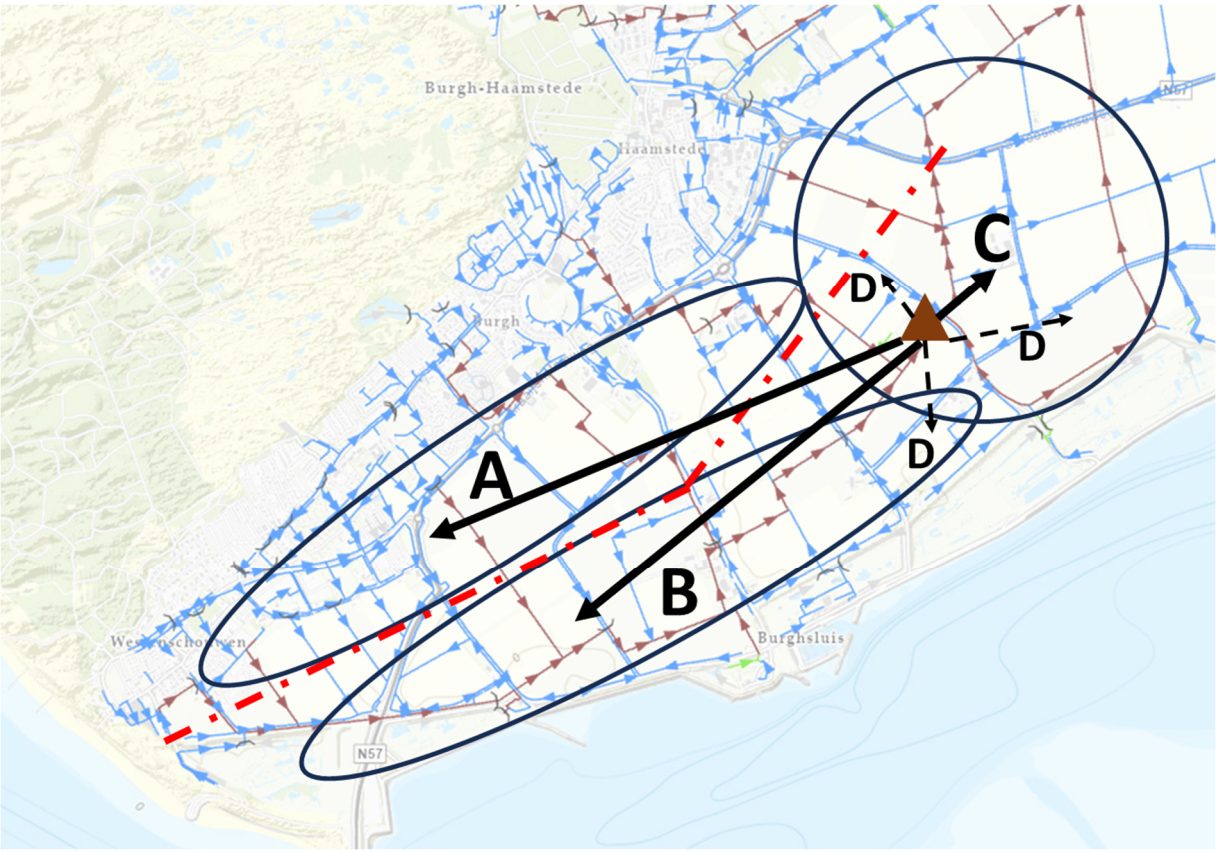
Pilot	Type water	Transport	Opslag	Toediening	Resultaten en aandachtspunten	Referenties
Haaksbergen	Effluent RWZI	Leidingwerk	Geen	Subirrigatie via drainagesysteem (KAD)	Positief effect op vochthuishouding gewassen. Horizontale verspreiding stoffen afhankelijk van o.a. achtergrondstroming en weer (droge perioden); stoffen bereiken nauwelijks de wortelzone. Verticale verspreiding naar diepe grondwater was beperkt, maar in een andere geohydrologische setting kan dat anders zijn. Een deel van de in het effluent aanwezige organische microverontreinigingen hecht aan de bodem en blijft daar achter.	Stofberg et al., 2021
Bavaria, Lieshout	Industrieel restwater	Leidingwerk en kanaal	Deels oppervlakte-water (buffer)	Subirrigatie via drainagesysteem	Positief effect op lokale waterhuishouding, weinig/geen effect op waterkwantiteit op grotere afstand. Risico van ophoping nutriënten en natrium is een aandachtspunt Na verloop van tijd verstopping van de drains door biomassa, beïnvloedt rendement	Bartholomeus et al., 2018
Stegeren	Oppervlaktewater	Leidingwerk (verzamelleiding aangesloten op drainage)	Geen	Subirrigatie via drainagesysteem (KAD)	Benodigde hoeveelheid water hangt sterk af van locatie (grondwaterstand, kwel/wegzijging). Verlies naar grondwater en oppervlaktewater te groot. Afstemming met oppervlaktewaterbeheer van belang.	De Wit et al., 2021
Rusthoeve	Voornamelijk hemelwater	Trekker met watertank, leidingwerk	Regenwater-bassin + container	Subirrigatie via drainagesysteem	Combinatie van water vasthouden bij neerslagoverschot en subirrigatie heeft positief effect op vochthuishouding. Effect voor ondiep wortelende gewassen gering. Peilbeheer rondom percelen goed afstemmen op subirrigatie	Terink et al., 2023
DrainStore, Kruiningen	Drainagewater (subirrigatie)	n.v.t. (lokaal leidingwerk)	Ondergrond	Subirrigatie via drainagesysteem	Verticale verschuiving zoet-zoutgrensvlak ter plaatse (naar beneden bij infiltratie, omhoog bij onttrekking). Verstopping door o.a. ijzer is aandachtspunt	Van Dooren et al., 2022
Nieuw Prinsenland, Dinteloord	Industrieel restwater (suikerbieten)	Leidingwerk	Ondergrond	Via regenwaterbassins	Het restwater wordt vergaand gezuiverd door middel van ultrafiltratie en omgekeerde osmose voordat het ondergronds wordt opgeslagen; het betreft aldus vrijwel demi-water, vrij van verontreinigingen. Medio 2023 wordt in Nieuw Prinsenland geen gezuiverd industrieel restwater meer gebruikt, omdat een grote ondergrondse buffer zoet water is opgebouwd en tuinders nu ook overtollig regenwater infiltreren.	Zuurbier et al., 2017
Onbewust indirect hergebruik	Effluent, industrieel restwater	Oppervlaktewater	Oppervlaktewater-systeem	Onbewust, via beregening uit oppervlaktewater	In zomer kunnen kleine lokale waterlopen voor >50% uit effluent bestaan. Onttrekking van oppervlaktewater voor beregening is gebruikelijk. Dat op deze wijze in het effluent aanwezige microverontreinigingen diffuus verspreid worden, krijgt steeds meer aandacht.	Beard et al., 2019

4 Opties voor benutten effluent RWZI Westerschouwen

In een gezamenlijke sessie hebben onderzoekers van Aequator en KWR de resultaten van beide studies in het Fieldlab Burghsluis gecombineerd. Op basis hiervan zijn verschillende opties voor de toekomstige benutting van effluent uit RWZI Westerschouwen in de lokale landbouw uitgetekend. Het gaat om drie varianten van bewust indirect hergebruik en één variant van direct hergebruik:

A. Aanvulling van oppervlaktewater in 'zoete' zone;
B. Aanvulling oppervlaktewater in 'brakke' zone;
C. Aanvulling oppervlaktewater nabij RWZI Westerschouwen;
D. Direct hergebruik via tappunten.

De locaties van de verschillende varianten zijn in Figuur 5 weergegeven. In dit hoofdstuk worden de verschillende varianten globaal besproken, inclusief de belangrijkste aandachtspunten en onzekerheden. Dit is input voor de beslissing over de voorkeursvariant van effluenthergebruik in het Fieldlab.



Figuur 5: Vier opties voor effluenthergebruik rondom RWZI Westerschouwen (bruine driehoek). De rode onderbroken lijn geeft globaal de overgang van zoet (ten noorden van de lijn) en brak/zout oppervlaktewater aan.

4.1 Opties voor indirect hergebruik – varianten A, B, C

De eerste drie varianten zijn voorbeelden van (bewust) indirect hergebruik: effluent wordt niet direct ingezet voor agrarische doeleinden, maar wordt toegevoegd aan watersysteem. Hiermee kan de netto druk op het watersysteem worden verlicht (mits het water niet snel weer wordt afgevoerd), wat ook gunstig is voor andere gebruikers van het watersysteem, zoals de landbouw. Daarnaast worden de mogelijkheden voor beregening uit oppervlaktewater ruimer, mits de waterkwaliteit voldoende is. De onderbroken rode lijn in Figuur 5 geeft aan waar bij benadering de overgang van zoet (ten noordwesten van de lijn) naar brak/zout oppervlaktewater (ten zuidoosten van de lijn) zich bevindt. Deze overgang is proefondervindelijk vastgesteld door Aequator tijdens veldwerk binnen het Fieldlab Burghsluis. Dit veldwerk is uitgevoerd ter hoogte van Burghsluis, in het westen van het gebied op het kaartje (zone A en B). Ter hoogte van zone C is de overgang tussen zoet en brak/zout oppervlaktewater minder goed bekend. De hieronder beschreven varianten van indirect hergebruik geven een indruk van de mogelijke toepassingen van effluent in het lokale oppervlaktewater. Uiteraard is ook mogelijk om effluent in delen van de zones of in verschillende zones toe te passen.

4.1.1 Variant A: aanvulling oppervlaktewater in zoete zone

Het oppervlaktewater in zone A is het gehele jaar zoet door de aanvoer van zoete kwel vanuit de duinen ten noorden van Burgh-Haamstede. In zeer droge periodes, met name in de zomer, is de aanvoer van kwel zeer laag. Door de geringe tegendruk treedt indringing van zout oppervlaktewater vanuit zone B op. Door in droge perioden zoet effluent in het oppervlaktewatersysteem binnen zone A te lozen, kan het zoete systeem voldoende op druk worden gehouden om het indringende zoute water tegen te houden, waardoor het oppervlaktewater in zone A langer zoet blijft. Het zoete slootwater zou eventueel kunnen worden gebruikt als bron voor beregening in de landbouw.

4.1.2 Variant B: aanvulling oppervlaktewater in brakke zone

Zone B is de brakke tot zoute overgangszone tussen zone A en de zoute kwel vanuit de Oosterschelde. In een natte periode geeft de aanvoer van zoete kwel voldoende tegendruk tegen het indringende zoute oppervlaktewater. In droge perioden neemt de druk van zoete kwel af en kan brak/zout oppervlaktewater verder landinwaarts dringen. Door zoet effluent in de brakke/zoute sloten in zone B te brengen, kan druk op de inkomende zoute kwel worden gehouden en wordt als een ware een buffer gevormd die zone A beter zoet houdt.

4.1.3 Variant C: aanvulling oppervlaktewater nabij RWZI

Zone C is de omgeving van RWZI Westerschouwen. In plaats van het effluent te transporteren naar zone A of B, kan het ook in de omgeving van de RWZI in het oppervlaktewater worden gebracht, met als doel het lokale slotensysteem door te spoelen. Het voordeel hiervan is dat het effluent minder ver hoeft te worden getransporteerd, zodat minder infrastructuur nodig is. In zone C is de overgang van zoet naar brak/zout oppervlaktewater niet goed bekend. Afhankelijk van waar de grens zich bevindt en waar het effluent wordt aangevoerd, kan het zoete oppervlaktewater in de zomer worden aangevuld als tegenwicht tegen indringend zout water (zie variant A), of kan een buffer tegen zoute kwel in de brakke overgangszone worden gecreëerd (zie variant B).

4.1.4 Aandachtspunten bij varianten met indirect hergebruik

Er gelden verschillende aandachtspunten en onzekerheden bij de varianten voor indirect hergebruik, waarvoor in een aantal gevallen vervolgonderzoek nodig is. Een aantal punten gelden voor indirect hergebruik in het algemeen, sommige punten alleen voor een specifieke variant.

In het algemeen geldt dat het lozen van effluent op het lokale oppervlaktewater met name effect heeft op het oppervlaktewater zelf of de directe omgeving van de sloten. Het grondwater in de landbouwpercelen zal in de

droge periode naar verwachting alsnog uitzakken, zeker op enige afstand van de sloten. Om ook het grondwater in de percelen te kunnen beïnvloeden, kan de lozing van effluent worden gecombineerd met andere technische oplossingen. Door bijvoorbeeld het slootpeil (tijdelijk) op te zetten, is het mogelijk om de afvoer van grondwater uit de percelen te vertragen. Wat het effect is op deze locatie, moet nader worden onderzocht. Een juiste bodemgesteldheid, wat betreft doorlatendheid en vochtleverend vermogen, is een belangrijke voorwaarde.

Hoeveel effluent nodig is voor aanvulling, moet eveneens verder worden uitgezocht. Voor een eerste inschatting kan gebruik worden gemaakt van meetgegevens van Aequator van het debiet over drie stuwen die in zone A liggen. Het water dat over de stuwen komt, is een maat voor de afvoer van zoete kwel uit het duingebied en dus een indicatie voor de hoeveelheid water die nodig zou zijn om het oppervlaktewater benedenstrooms in zone A op peil te houden. Op verschillende momenten in 2023 zijn metingen verricht. Het debiet per stuw bedroeg ongeveer 10 liter/seconde in de winter, wat neerkomt op een totale afvoer van ongeveer 2600 m^3/dag over de drie stuwen richting zone A. Hoeveel water nodig zal zijn, hangt ook af van de grootte van het gebied dat zal worden aangevuld met effluent. Niettemin kan worden gesteld dat de hoeveelheid beschikbaar effluent (ruim 3000 m^3/dag in een droge periode) ruim voldoende is voor de aanvulling van het oppervlaktewater benedenstrooms van de drie stuwen. Voor het instellen van een buffer in zone B zal naar verwachting eenzelfde volume aan water nodig zijn, maar ook hiervoor is meer onderzoek nodig. Tot slot is niet bekend hoeveel water nodig is voor doorspoeling van het gebied rondom de RWZI (zone C); ook dit zal nader moeten worden onderzocht.

Een ander belangrijk aandachtspunt voor aanvulling van oppervlaktewater met effluent in het algemeen is de waterkwaliteit. Hoe de huidige kwaliteit van het effluent zich verhoudt tot de kwaliteit van het oppervlaktewater kan op basis van oppervlaktewatermetingen voor de KRW enigszins worden ingeschat (zie paragraaf 3.1), maar zal nader moeten worden onderzocht en is zeker voor eventuele vergunningverlening van groot belang. De huidige effluentkwaliteit zal hoogstwaarschijnlijk onvoldoende zijn, zodat aanvullende zuivering nodig is, maar in welke mate is nog niet bekend. Zone A en B liggen bovendien nabij het toeristische Burgh-Haamstede en er bevinden zich meerdere campings in het agrarische gebied. De microbiologische veiligheid van het oppervlaktewater is zodoende van groot belang, ook indien oppervlaktewater ook zou worden ingezet voor beregening. Landelijk krijgt de diffuse verspreiding van in het effluent aanwezige microverontreinigingen door bijvoorbeeld beregening uit oppervlaktewater steeds meer aandacht. Dit aandachtspunt speelt ook in Burghsluis indien het oppervlaktewater zou worden aangevuld met effluent en later als bron zou dienen voor beregening.

Voor aanvulling van het slotensysteem in de zones A en B geldt dat deze gebieden relatief ver verwijderd liggen van RWZI Westerschouwen. Daarnaast ligt het gebied iets hoger dan de omgeving van de RWZI. Door de transportafstand en de benodigde opvoerhoogte is meer infrastructuur (buizen en pompen) nodig, waardoor de opties A en B waarschijnlijk duurder uitvallen dan toepassing in zone C. Het kostenplaatje is een belangrijk onderdeel van eventueel vervolgonderzoek, zodat een financieel onderbouwde keuze kan worden gemaakt.

Tot slot geldt voor alle varianten van indirect hergebruik dat dit een nieuwe lozing op oppervlaktewater betreft, waar een nieuwe vergunning voor nodig is. Afhankelijk van de gestelde eisen en de waterkwaliteit kan dit een intensief traject zijn.

4.2 Direct hergebruik via tappunten

In de vierde variant is sprake van direct hergebruik: effluent wordt, na aanvullende zuivering, direct vervoerd naar verschillende tappunten, waar agrariërs het water kunnen gebruiken voor beregening wanneer dit nodig is. Deze variant is momenteel in kleine opzet al in praktijk gebracht bij agrariër Remijn. Daarnaast is enkele jaren geleden in Ardooie in Vlaanderen het project F2Agri van start gegaan om restwater van een groenteverwerker beschikbaar te stellen voor naburige agrariërs via een ringleiding. Evenals bij indirect hergebruik zal voor deze variant infrastructuur nodig zijn, al gaat het wel om kleinere volumes water die moeten worden vervoerd.

Een belangrijk aandachtspunt bij deze variant is de microbiologische veiligheid en het aanwezige organische microverontreinigingen in het effluent. Het eerder benoemde aandachtspunt van diffuse verspreiding van organische microverontreinigingen geldt ook hier. Een extra zuiveringsstap is essentieel om een veilig hergebruik van het effluent mogelijk te maken. Een mogelijkheid is dat deze extra zuivering niet door het waterschap zelf wordt gedaan, maar door bijvoorbeeld een commerciële derde partij buiten het terrein van de RWZI. Deze partij neemt het reguliere effluent af van het waterschap, voert de benodigde zuivering uit en verkoopt en levert het gezuiverde effluent vervolgens aan de agrarische afnemers. Een belangrijk aandachtspunt hierbij, ongeacht wie de leverende partij zal zijn, is dat een vorm van contract moet worden opgesteld tussen de leverende partij en de afnemers, waarin de voorwaarden en prijsafspraken voor levering zijn opgenomen. Tot slot is het goed om te beseffen dat beregening doorgaans maar enkele maanden in het jaar nodig is. Dit is een belangrijke factor om mee te nemen in de financiële afweging.

In het algemeen geldt dat voor direct hergebruik een vergunning en een risicobeoordeling nodig is. Hoewel de recente EU-verordening voor hergebruik van huishoudelijk restwater voor landbouwdoeleinden tot doel heeft dit direct hergebruik te stimuleren, zal het vergunningtraject niet eenvoudig en mogelijk zelfs nog uitdagender zijn dan in geval van indirect hergebruik. In vervolgonderzoek zullen deze juridische aspecten nader moeten worden uitgelicht, bij voorkeur in samenspraak met juridisch deskundigen.

5 Synthese en voorkeursvariant

RWZI Westerschouwen loost gemiddeld 6000 m^3/dag effluent op de Oosterschelde. In droge perioden gaat het om ruim 3000 m^3/dag. In een gemiddeld jaar bedraagt de hoeveelheid effluent 2,2M m^3. De EC van het water is vrij stabiel, variërend tussen 0 en 2 mS/cm, hoewel vanaf 2020 een lichte stijging is waar te nemen. Naast de EC worden wekelijks metingen verricht aan o.a. diverse nutriënten, en incidenteel worden ook zware metalen, geneesmiddelen en overige microverontreinigingen bemeten.

Bij hergebruik van effluent kunnen twee categorieën worden onderscheiden: direct hergebruik, dat wil zeggen het direct transporteren van effluent van de bron naar de gebruiker, en indirect hergebruik, dat wil zeggen het gebruik van effluent om het watersysteem (grondwater of oppervlaktewater) aan te vullen, waarna het kan worden benut (bewust of onbewust). Dit water kan bijvoorbeeld aangewend worden door de landbouw, via bijvoorbeeld subirrigatie of beregening. Recentelijk is een EU-verordening vastgesteld inzake de minimumvereisten van direct hergebruik van stedelijk afvalwater voor landbouwdoeleinden. Momenteel zijn nog niet alle Nederlandse voorwaarden en vereisten voor vergunningverlening bekend, maar de verordening wordt onderdeel van de nieuwe Omgevingswet (2024). Waterschap Scheldestromen heeft een werkgroep ingesteld om de mogelijkheden en vereisten van effluenthergebruik bij alle zuivering in kaart te brengen en een besluit te nemen over de eigen rol en positie in eventuele hergebruiksopties. De kwaliteit van het effluent is op dit moment niet voldoende voor hergebruik. Om te voldoen aan de eisen voor direct hergebruik zal in ieder geval een extra desinfectiestap nodig zijn voor de verwijdering van micro-organismen. Een combinatie van het gebruik van UV met ozon of een (membraan- of zand-)filtratie lijkt hiervoor geschikt. Wel moet worden onderzocht of deze extra zuiveringstap ook past binnen andere toekomstige vereisten aan de kwaliteit van effluent, bijvoorbeeld in het kader van een update van de Richtlijn stedelijk afvalwater. Direct hergebruik is de laatste jaren getest in diverse praktijkproeven. De resultaten ten aanzien van vochthuishouding kunnen positief zijn, maar met name waterkwaliteit blijft een aandachtspunt, bijvoorbeeld als het gaat om pathogenen en organische microverontreinigingen. Subirrigatie lijkt een kansrijke manier van toediening om een deel van de risico’s voor het gewas te ondervangen, maar de effecten voor het gewas en de omgeving op de lange termijn moet nader worden onderzocht.

Indirect hergebruik van effluent omvat alternatieven zoals aanvulling van het oppervlaktewater of het grondwater, of infiltratie met het oog op terugwinning. In eerder onderzoek zijn de juridische kaders van deze alternatieve routes verkend voor industrieel restwater. In vervolgonderzoek zal moeten worden onderzocht of dezelfde toetsingskaders van toepassing zijn op stedelijk afvalwater. Het lozen of infiltreren in de bodem is met het oog op de huidige effluentkwaliteit momenteel niet toegestaan door het waterschap. In deze studie is de huidige kwaliteit van het effluent vergeleken met enkele toetsingskaders voor lozing en infiltratie en met de huidige kwaliteit van het oppervlaktewater. De concentraties van enkele nutriënten (nitraat, fosfaat) en zware metalen (chroom, koper, zink) zijn vooralsnog te hoog voor de lozing op oppervlaktewater. De diffuse verspreiding van organische microverontreinigingen door beregening uit oppervlaktewater krijgt landelijk steeds meer aandacht en is ook hier een belangrijk aandachtspunt.

In deze studies zijn vier varianten voor hergebruik van het effluent van RWZI Westerschouwen opgesteld. Het betreft drie varianten van indirect hergebruik, meer bepaald het aanvullen van het oppervlaktewatersysteem op verschillende locaties in het Fieldlab Burghsluis, en één variant van direct hergebruik middels tappunten in de omgeving van de RWZI. De vier varianten zijn in een gebiedsbijeenkomst met de deelnemers van het Fieldlab besproken. Een deel van de aanwezige agrariërs uit het gebied heeft de voorkeur voor direct hergebruik van effluent via tappunten, zodat zoet water beschikbaar is op de momenten van langdurige droogte. Enkele ondernemers zien ook de voordelen van indirect hergebruik.

Deze studie is een eerste verkenning het hergebruik van effluent in het gebied Burghsluis. Er zijn nog diverse kennislacunes, die in deze beknopte studie niet konden worden behandeld maar die in vervolgonderzoek moeten worden beantwoord. Wat betreft direct hergebruik gaat het onder ander om de volgende aspecten:

- Microbiologische veiligheid;
- Wijze van productie en distributie van het effluent;
- Contractvorm voor afname van het water;
- Kosten-batenanalyse;
- Vergunningtraject en risicobeoordeling.

Ook bij (bewust) indirect hergebruik zijn er vragen die moeten worden beantwoord:

- Microbiologische veiligheid (diffuse verontreiniging);
- Benodigde hoeveelheid water voor aanvulling van het oppervlaktewater;
- Effect op grondwaterstand in nabijgelegen percelen;
- Wijze van transport naar locatie van toevoer;
- Kosten-batenanalyse;
- Vergunningtraject en risicobeoordeling.

In het algemeen kan worden gesteld dat zowel direct als indirect hergebruik van effluent binnen het Fieldlab Burghsluis een grote stap betekent voor waterschap Scheldestromen, waarover weloverwogen een besluit moet worden genomen. In vervolgonderzoek is een pilot een mogelijkheid om het traject te verkennen en de kennislacunes nader te onderzoeken.

6 Bronnenlijst

Aggenbach, C.J.S., H.J. Krajenbrink, 2021. Haalbaarheid van zoetwaterberging in twee natuurgebieden in Zeeland. KWR 2021.068

Bartholomeus, R. P., A.H. van Loon, M.H.J. van Huijgevoort, 2018. Hergebruik van industrieel restwater voor de watervoorziening van de landbouw. Praktijkproef subirrigatie met gezuiverd restwater van Bavaria. KWR 2018.089

Beard, J.E., M.F.P. Bierkens, R.P. Bartholomeus, 2021. Following the Water: Characterising de facto Wastewater Reuse in Agriculture in the Netherlands. Sustainability 11(2019)21, 05936. DOI: 10.3390/su1121593

Bertelkamp, C., M.M.L. Dingemans, K. Roest, L. Hornstra, C.H.M. Hofman-Caris, A.A. Reus, 2020. TKI Sluiten watercyclus Noord-Holland. KWR 2020.027

Cirkel, G., G. Van den Eertwegh, S. Stofberg, R. Bartholomeus, 2017. Kennisdocument Hergebruik van Restwater voor de Landbouwwatervoorziening. BTO 2017.009

Van Dooren, T.C.G.W., S.E.M. Ros, M.L. van der Schans, 2022. DrainStore: vergroten van zoetwaterbeschikbaarheid voor irrigatie door koppeling van peilgestuurde drainage en ondergrondse waterberging. Evaluatie praktijkproef Meulwaeter, Kruiningen. KWR 2021.114

EPA, 2012. Guidelines for Water Reuse. US Environmental Protection Agency

Hofman-Caris, R., W. Siegers, J. Hofman, 2016. Removal of pharmaceuticals from WWTP effluent. KWR 2016.064

Van de Kerk, A.J., 2005. DWAAS – vervolgonderzoek rioolvreemd water. STOWA 2005-20, ISBN 90.5773.309.9

Krajenbrink, H., S. Handgraaf, N. Koeman, G. Cirkel, 2022. Juridisch kader aanvulling watersysteem met industrieel restwater. KWR 2022.102

Metcalf & Eddy Inc, 2014. Wastewater Engineering, Treatment and Resource Recovery. 5th Edition, 2048p. McGraw-Hill. ISBN 9780073401188

Narain-Ford, D.M., A.P. van Wezel, R. Helmus, S.C. Dekker, R.P. Bartholomeus, 2022. Soil self-cleaning capacity: Removal of organic compounds during sub-surface irrigation with sewage effluent. Water Research 226, 119303. DOI: 10.1016/j.watres.2022.119303

Stofberg, S.F., R.P. Bartholomeus, G.A.P.H. van den Eertwegh, K.J. Raat, 2021. Hergebruik van gezuiverd restwater in de landbouw. Subirrigatie met RWZI effluent Haaksbergen 2015-2019. KWR 2021.026

Tang, D.W.S., S.E.A.T.M van der Zee, D.M. Narain-Ford, G. van den Eertwegh, R. Bartholomeus, 2023. Managed phreatic zone recharge for irrigation and wastewater treatment. Journal of Hydrology 626(A), 130208. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2023.130208

Terink, W., J. de Wit, D. van Deijl, R. Bartholomeus, G. van den Eertwegh, 2023. Ondergronds beregen op Proefboerderij Rusthoeve: Praktijkproef regelbare drainage met subirrigatie 2020-2022

De Wit, J., M. van Huijgevoort, G. van den Eertwegh, D. van Deijl, R. Bartholomeus, 2021. Technische rapportage veldproeven met watermaatregelen Stegeren. Ontwerp en monitoring van vijf veldproeven met (automatisch gestuurde) regelbare drainage met subirrigatie en slimme stuw in Stegeren (2017-2020). KWR 2021.029.

Zuurbier, K., P. Janmaat, K. Raat, S. Ros, G. ter Mors, 2017. Waterhergebruik en -berging met aquifer storage and recovery (ASR) op tuinbouwlocatie Nieuw-Prinsenland. H2O Online.

Bijlagen

I Statistieken van effluentvolume en nutriënten

Tabel 10: Maandelijkse statistieken van effluentvolume en waterkwaliteitsvariabelen op RWZI Westerschouwen. Per variabele zijn vermeld: gemiddelde (boven); mediaan (midden); 90e percentiel (p90; onder).

Stof/Q	Statistiek	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Effluent (m^3/d)	*gemiddelde*	7397	6559	5423	4615	4985	5244	6231	6630	6096	5976	5847	6974
	mediaan	6191	5483	4455	4175	4431	4351	5578	6107	4358	4925	4466	5820
	p90	13.262	11.114	9056	6484	7285	8122	9407	9833	11.880	10.606	11.453	12.826
EC (mS/cm)	*gemiddelde*	1,0	1,1	1,0	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2
	mediaan	1,1	1,0	1,1	1,3	1,2	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1
	p90	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,7	1,6
CZV (mg/L)	*gemiddelde*	36,0	37,4	37,9	42,1	44,6	46,3	46,1	44,5	39,7	44,4	37,1	34,6
	mediaan	37,0	38,0	36,0	39,0	44,5	47,0	44,0	46,5	43,0	44,0	37,0	35,0
	p90	41,1	42,2	45,0	52,2	51,0	55,2	56,0	51,1	52,2	54,0	41,4	38,2
BZV (mg/L)	*gemiddelde*	4,1	4,0	3,7	3,9	3,6	5,1	4,6	4,8	4,5	4,7	3,2	3,0
	mediaan	3,8	3,3	3,0	3,8	3,5	4,3	4,7	4,3	4,1	3,3	2,9	2,7
	p90	6,2	6,9	4,7	5,7	5,3	8,0	7,2	6,6	5,7	9,6	4,7	4,6
TZV (mg/L)	*gemiddelde*	50,0	51,8	51,4	57,9	60,7	63,0	64,2	60,4	52,3	66,3	50,3	48,0
	mediaan	47,9	49,9	49,5	56,5	61,8	62,2	62,4	59,7	53,1	56,3	49,6	47,3
	p90	58,7	62,1	56,4	75,1	67,4	75,0	77,0	77,7	69,3	113,0	56,8	53,9
Chloride (mg/L)	*gemiddelde*	304	301	305	355	331	318	320	298	300	352	339	331
	mediaan	300	300	270	315	310	310	310	320	320	340	345	335
	p90	412	376	420	474	472	400	420	372	364	490	430	392
Kjeldahl-Stikstof (mg N/L)	*gemiddelde*	3,1	3,2	3,0	3,5	3,5	3,7	4,0	3,5	2,8	4,8	2,9	2,9
	mediaan	3,1	3,0	2,8	3,5	3,3	4,0	3,5	3,2	2,7	3,2	2,8	3,2
	p90	4,6	4,4	4,2	5,6	4,8	4,7	5,7	5,7	4,0	8,8	3,9	3,8
Ammonium (mg N/L)	*gemiddelde*	1,4	1,1	1,0	1,3	1,3	1,2	1,3	1,1	0,9	2,3	1,0	1,4
	mediaan	1,2	1,1	1,0	0,9	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	1,1	0,9	1,5
	p90	2,4	1,5	1,3	3,2	2,0	1,9	1,6	2,0	1,5	4,2	1,3	1,9
Nitriet (mg N/L)	*gemiddelde*	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1
	mediaan	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1
	p90	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	1,0	0,8	0,8	0,4	0,4	0,3	0,2
Nitraat (mg N/L)	*gemiddelde*	1,6	2,2	2,0	2,6	2,5	3,0	2,7	3,0	1,9	1,7	1,4	1,5
	mediaan	1,7	2,0	1,9	1,9	2,1	2,1	2,9	2,6	1,1	1,5	1,3	1,5
	p90	2,4	3,5	2,5	4,3	5,0	7,0	4,1	3,8	4,2	3,0	2,3	1,9
NOx (mg N/L)	*gemiddelde*	1,8	2,4	2,2	2,9	2,8	3,4	3,1	3,5	2,2	1,9	1,6	1,6
	mediaan	1,8	2,1	2,1	2,1	2,5	2,3	3,6	3,3	1,5	1,6	1,6	1,6
	p90	2,5	3,7	2,7	4,9	5,2	7,2	4,4	4,5	4,6	3,2	2,4	2,0

Stof/Q	Statistiek	Jan	Feb	Maa	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Totaal N	*gemiddelde*	4,8	5,5	5,2	6,3	6,4	7,1	7,1	7,0	4,9	6,7	4,5	4,5
(mg N/L)	*mediaan*	4,9	5,5	5,3	5,7	6,3	6,3	7,3	6,5	4,7	5,3	4,3	4,5
	p90	6,3	7,5	6,8	10,2	8,6	9,6	9,6	9,1	7,7	12,0	5,8	5,6
Fosfaat	*gemiddelde*	1,1	1,2	1,4	1,0	1,0	0,9	0,9	1,5	0,9	0,7	1,3	1,6
(mg P/L)	*mediaan*	1,0	1,2	1,5	1,0	0,5	0,5	0,6	1,1	0,6	0,5	1,6	1,5
	p90	1,9	1,7	1,9	1,7	2,2	2,4	1,9	3,2	1,8	1,3	2,3	2,1
Totaal P	*gemiddelde*	1,3	1,4	1,5	1,2	1,2	1,1	1,2	1,8	1,1	0,9	1,5	1,8
(mg P/L)	*mediaan*	1,2	1,4	1,5	1,1	0,7	0,8	0,8	1,2	0,7	0,8	1,7	1,8
	p90	2,1	1,9	2,0	1,9	2,6	2,5	2,8	3,7	2,4	1,4	2,6	2,4
OB (mg/L)	*gemiddelde*	4,0	3,3	5,2	3,8	4,2	7,2	4,3	5,7	4,0	7,3	4,1	3,8
	mediaan	4,0	2,9	3,6	3,7	3,6	5,2	3,4	4,8	4,1	5,0	3,9	3,6
	p90	5,2	5,7	8,0	6,1	6,4	9,3	6,4	9,0	5,5	15,0	5,4	4,8
pH (-)	*gemiddelde*	7,8	7,7	7,7	7,8	7,8	7,7	7,8	7,8	7,3	7,7	7,7	7,7
	mediaan	7,8	7,7	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,7	7,8	7,7	7,7
	p90	7,9	7,9	7,8	8,2	8,0	7,9	8,1	8,0	8,0	7,9	7,9	7,9
Temperatuur	*gemiddelde*	4,3	4,2	4,2	4,4	4,1	4,5	4,3	4,6	5,2	4,8	5,0	5,0
(°C)	*mediaan*	4,4	4,0	4,1	4,3	4,1	4,0	4,1	4,9	4,9	4,6	5,1	4,8
	p90	5,5	5,1	5,1	5,5	5,4	6,0	5,8	6,2	6,9	5,7	5,8	7,0

Tabel 11: Statistieken per jaar van effluentvolume en waterkwaliteitsvariabelen op RWZI Westerschouwen, Per variabele zijn vermeld: gemiddelde (boven); mediaan (midden); 90e percentiel (p90; onder), De laatste kolom 'totaal' bevat de statistieken voor de gehele meetperiode.

Stof/Q	Statistiek	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	totaal
Effluent	*gemiddelde*	6075	6492	6582	5820	6269	6215	6326	5700	5110	5429	6699	5280	6000
(m^3/d)	*mediaan*	4765	5408	5465	5076	5265	5409	5141	4713	4410	4489	5549	4380	4961
	p90	10,282	11,270	11,435	9345	11,320	10,005	10,885	9387	8108	9763	11,760	8624	10.209
EC (mS/cm)	*gemiddelde*								0,8	0,8	1,6	1,3	1,4	1,2
	mediaan								0,7	0,8	1,5	1,3	1,5	1,2
	p90								1,1	1,1	1,9	1,6	1,7	1,7
CZV (mg/L)	*gemiddelde*								38,4	39,1	43,8	41,3	41,9	40,9
	mediaan								36,5	39,5	41,0	40,5	41,5	40,5
	p90								52,3	51,0	54,0	48,0	50,3	52,0
BZV (mg/L)	*gemiddelde*								5,0	3,8	4,4	3,9	3,4	4,1
	mediaan								4,1	3,5	4,0	3,6	3,3	3,6
	p90								7,2	6,5	6,9	5,5	4,6	6,6
TZV (mg/L)	*gemiddelde*								54,8	55,6	57,6	56,3	57,9	56,3
	mediaan								49,7	55,0	53,6	54,3	56,5	54,8
	p90								71,4	67,5	80,9	67,8	71,0	70,3
Chloride	*gemiddelde*								301	306	379	280	340	322
(mg/L)	*mediaan*								300	300	370	275	330	310
	p90								383	360	490	346	430	430

Stof/Q	Statistiek	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	totaal
Kjeldahl-Stikstof (mg N/L)	*gemiddelde*								3,6	3,6	3,0	3,3	3,5	3,4
	mediaan								3,4	3,3	2,3	3,3	3,3	3,2
	p90								5,2	5,0	4,1	4,6	4,9	5,0
Ammonium (mg N/L)	*gemiddelde*								1,3	1,1	1,4	1,2	1,4	1,3
	mediaan								1,0	1,1	0,8	1,1	1,3	1,1
	p90								2,6	1,3	1,6	1,9	2,3	2,0
Nitriet (mg N/L)	*gemiddelde*								0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
	mediaan								0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
	p90								0,7	0,5	0,2	0,4	0,5	0,5
Nitraat (mg N/L)	*gemiddelde*								2,4	2,5	2,0	1,5	2,5	2,2
	mediaan								2,0	2,2	1,7	1,4	2,0	1,9
	p90								3,9	3,7	3,7	2,7	4,4	3,7
NOx (mg N/L)	*gemiddelde*								2,7	2,8	2,2	1,7	2,8	2,4
	mediaan								2,3	2,5	1,9	1,6	2,2	2,1
	p90								4,2	4,3	3,9	3,2	4,8	4,2
Totaal N (mg N/L)	*gemiddelde*								6,3	6,4	5,2	5,0	6,3	5,8
	mediaan								5,7	5,9	4,7	4,5	5,6	5,4
	p90								9,6	8,5	7,2	7,8	8,7	8,4
Fosfaat (mg P/L)	*gemiddelde*								1,0	1,1	1,3	1,1	1,1	1,1
	mediaan								0,9	0,5	1,4	1,1	0,9	1,0
	p90								1,8	2,3	2,2	2,0	1,9	2,1
Totaal P (mg P/L)	*gemiddelde*								1,1	1,2	1,7	1,4	1,3	1,4
	mediaan								0,9	0,7	1,6	1,3	1,1	1,2
	p90								2,3	2,6	2,5	2,3	2,3	2,4
OB (mg/L)	*gemiddelde*								4,1	3,5	7,4	4,5	4,2	4,7
	mediaan								3,7	3,1	5,1	4,2	3,8	4,0
	p90								6,7	5,0	12,3	6,4	6,1	7,1
pH (-)	*gemiddelde*								7,7	7,7	7,7			7,7
	mediaan								7,8	7,7	7,7			7,8
	p90								7,9	8,0	7,9			8,0
Temperatuur (°C)	*gemiddelde*								4,5	4,8	4,2	4,4	4,9	4,6
	mediaan								4,3	4,9	4,2	3,7	4,9	4,5
	p90								5,5	5,8	5,8	7,1	6,0	6,0