

Vijf jaar monitoring Waterharmonica Aqualân Grou

*Rob van den Boomen (Witteveen+Bos), Theo Claassen (Wetterskip Fryslân)
Ruud Kampf (rekel/water)*

Rioolwaterzuiveringsinstallaties zijn, ondanks de goede zuiveringsprestaties, belangrijke puntbronnen van nutriënten en fecale verontreiniging naar het oppervlaktewater. Nabehandeling van effluent in een moerassysteem kan een aanzienlijk deel van die emissies terugdringen en maakt het effluent 'levend' en 'gezond'. Met zuiveringsmoerassen volgens het Waterharmonica-concept zijn de laatste jaren goede ervaringen opgedaan. Monitoring van en onderzoek aan een aantal Waterharmonica's heeft veelbelovende inzichten opgeleverd van de prestaties van deze nazuivering. Aqualân Grou is één van die intensief onderzochte systemen.

Verdere kwaliteitsverbetering van effluënten van rwzi's staan de laatste tijd weer volop in de belangstelling. Niet in de laatste plaats vanwege de oppervlaktewaterkwaliteit en de daar geldende KRW-, natuur- of zwemwaterdoelen voor het oppervlaktewater. Veel KRW-waterlichamen voldoen nog niet aan de gestelde doelen. Verdere emissiereductie van nutriënten en coliformen (bacteriën van de E-coligroep) is daarvoor een van de voorwaarden. Effluënten van rwzi's zijn, ondanks de goede zuiveringsprestaties, belangrijke puntbronnen van nutriënten en fecale verontreiniging naar het oppervlaktewater. Nabehandeling van gezuiverd effluent in een moerassysteem kan een aanzienlijk deel van die emissies terugdringen. Ook maakt zo'n zuiveringsmoeras het effluent natuurlijker. Met zuiveringsmoerassen volgens het Waterharmonica-concept zijn de laatste jaren goede ervaringen opgedaan. Monitoring van en onderzoek aan een aantal Waterharmonica's heeft een beter en veelbelovend inzicht opgeleverd van de prestaties van deze nazuivering [2]. Aqualân Grou is één van die intensief onderzochte systemen. In dit artikel wordt vijf jaar monitoring in Aqualân samengevat.

Ontwerp en belasting

Nadat de rioolwaterzuivering Grou in 2005 was uitgebreid met een tweede nabezinktank besloot Wetterskip Fryslân het naastliggende terrein van ruim 1 ha in te richten als een zuiveringsmoeras. Met subsidie vanuit het EU Interreg project Urban Water Cycle [11] werd deze 'Waterharmonica Aqualân' aangelegd. Het is bedoeld als een full-scale demonstratieproject met als voornaamste inzet het opdoen van kennis en ervaring met ecologische nazuivering en het creëren van bewustwording van de watercyclus-gedachte bij overheden, onderwijs en publiek [3].

Aqualân is ontworpen naar analogie van het moerassysteem bij de rioolwaterzuivering (rwzi) Everstekooog op Texel [8], en bestaat uit drie onderdelen (zie ook tabel 1):

- Het effluent stroomt eerst door drie in serie geschakelde vlooienvijvers van circa 2 meter diep met in ontwerp elk circa 1 dag verblijftijd;
- Vanuit de vlooienvijvers stroomt het water naar een verdeelsloot, van waaruit het over kleine stuwtjes gelijkmatig verdeeld wordt over vier parallel geschakelde horizontaal doorstroomde rietsloten;
- Tot slot wordt het water na de rietsloten naar een paaienvijver gevoerd, een vijver met wisselende diepte en beplanting, waar vissen kunnen leven en zich voortplanten. Deze paai-biotoop staat in open verbinding met het boezemwater.

Tabel 1. Systeemgegevens van Aqualân Grou in 2011

Systeemonderdeel	diepte (m)	oppervlakte (m²)	inhoud (m³)	debiet (m³/d)	hydraulische belasting (m/d)	verblijftijd ¹⁾ (d)
vlooienvijvers	1,0	1.165	1.165	1.200	1,03	1,0
rietsloten	0,35	4.285	1.500	1.200	0,3	1,2
paaivijver	0,5	2.575	1.288	1.200	0,5	1,1
systeem totaal		8.025	3.978	1.200	0,15	3,3

¹⁾ De werkelijke verblijftijd van het water en de daarin aanwezige stoffen is naar verwachting nog ca. 25% korter dan hier gepresenteerd i.v.m. dode hoeken en preferente stroming.

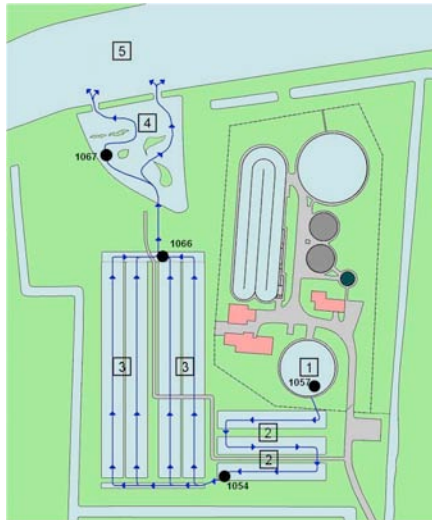
Aqualân is gedimensioneerd met een inhoud van ca. 5.600 m³, met een lage constante hydraulische belasting van ca. 0,08 m/d (1.000 m³/d = 40 m³/uur) en een gemiddelde verblijftijd van het water van ruim 5,5 dag. De belasting is echter hoger (1.200 i.p.v. 1.000 m³/d) en de inhoud is kleiner (4.000 i.p.v. 5.600 m³) dan volgens het ontwerp. Op basis van debietmetingen en opmetingen van de profielen [5] bleek dat de daadwerkelijke verblijftijd van het water slechts 3,3 dag is. De aanwezigheid van dode hoeken en rietstengels in de sloten leidt tot een verdere afname van het effectieve mengvolume met circa 25% procent, resulterend in een gemeten effectieve verblijftijd van ca. 2,5 dag. In totaal wordt ongeveer een kwart van het effluent van Grou nabehandeld. Nu de hydraulische belasting aanzienlijk hoger is dan in het ontwerp was voorzien, is Aqualân eerder middel-belast dan laag-belast, hetgeen gevolgen heeft voor het zuiverend en ecologiserend vermogen.

Verandering van de samenstelling van het water

In de periode 2006-2012 heeft uitgebreide monitoring plaatsgevonden, waarbij 2006 een opstartjaar was. In dat jaar werd de belasting van Aqualân met effluent langzaam opgevoerd. Vanaf januari 2007 zijn op tien locaties in het moerassysteem de volgende parametergroepen bemonsterd en geanalyseerd:

fysische chemie:	6x per jaar;
fytoplankton:	3x per jaar;
zoöplankton:	6x per jaar;
vegetatie:	2x per jaar;
vissen:	vanaf 2008 jaarlijks in augustus/september (soms vaker).

Naast deze monitoring (zie afbeelding 1), heeft in de periode van medio 2007 tot eind 2010 een vrijstaande-bakken-proef gedraaid, waar populatiedynamica en graasgedrag van zoöplankton is gevolgd. Aqualân Grou is ook onderdeel geweest van enkele landelijke onderzoeken [4, 7]. Er verschenen in de afgelopen jaren acht stagerapporten. Begin 2012 zijn alle monitoringresultaten van Wetterskip Fryslân van de afgelopen vijf jaar gebundeld gerapporteerd [3].



Systeem elementen:

1. Nabezinktank RWZI
2. Vlooienvijver
3. Rietsloten
4. Paaivijver
5. Kromme Grou

Voornaamste

meetlocaties:

- 1057. NBT
- 1054. eind vlooienvijver
- 1066. eind rietsloten
- 1067. paaivijver

Afbeelding 1. Bovenaanzicht van Aqualân Grou (foto en schematische tekening) met doorstroomregime en ligging van de meetpunten.

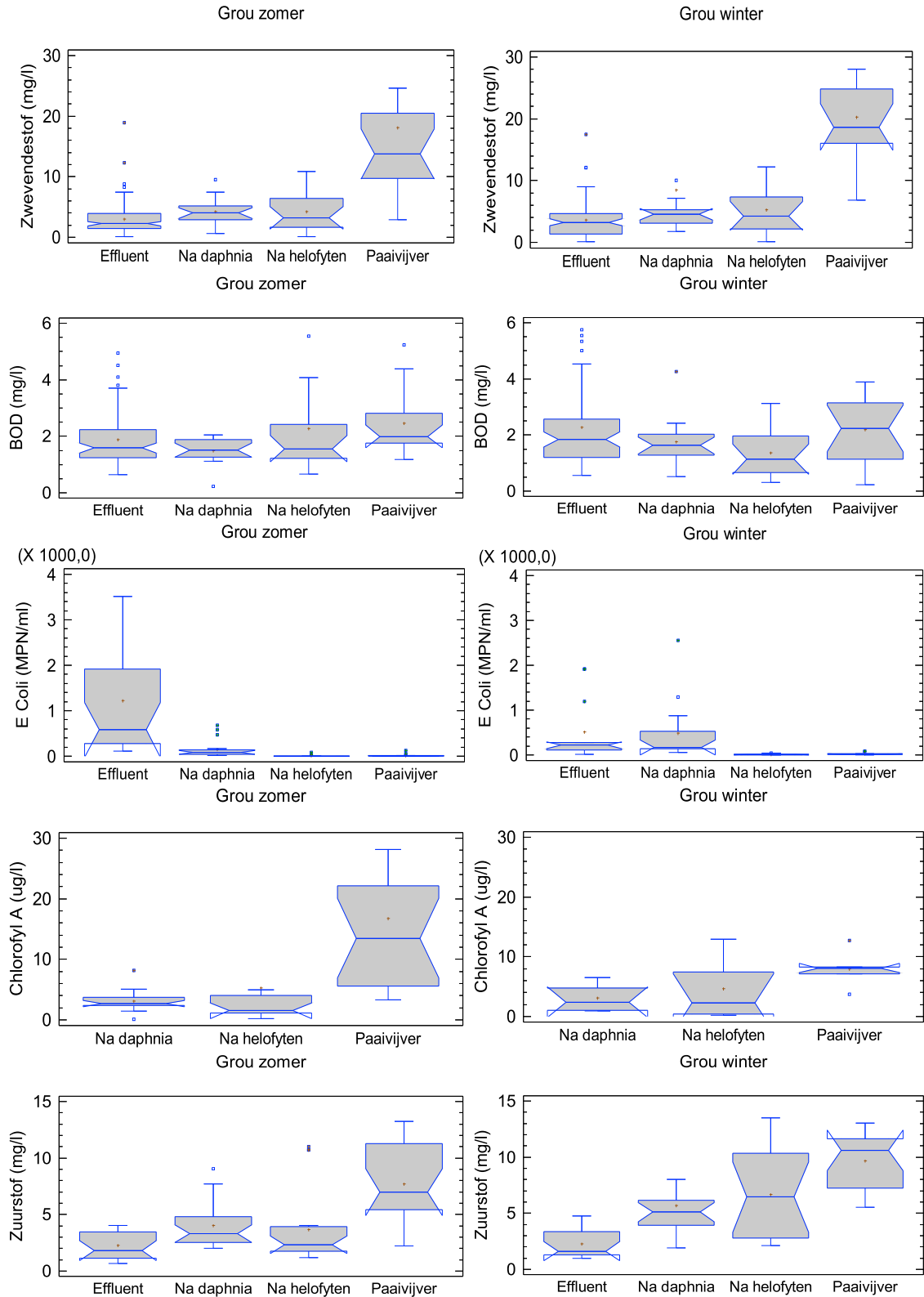
Uit de fysisch-chemische monitoringgegevens blijkt dat het systeem vanaf 2007 voor de meeste parameters stabiele resultaten laat zien [3]. In afbeelding 2 zijn in Box-Wisker diagrammen de resultaten voor vier achtereenvolgende locaties in Aqualân voor zomer en winter weergegeven voor de parameters zwevende stof, BOD, E-coli, chlorofyl-a, zuurstof, totaal N en totaal P. In deze diagrammen geeft de grootte van de Box de spreiding van de waarnemingen aan. Op de y-as is de absolute waarde per parameter gegeven. De helft van alle waarnemingen in de periode 2007 t/m 2011 ligt binnen de opgevulde delen van de Box, 25% erboven en 25% eronder. De vier hier gepresenteerde hoofdlocaties zijn achtereenvolgens het effluent uit de nabezinktank, het einde van de vlooienvijvers, het einde van de rietsloten en de paaibiotop.

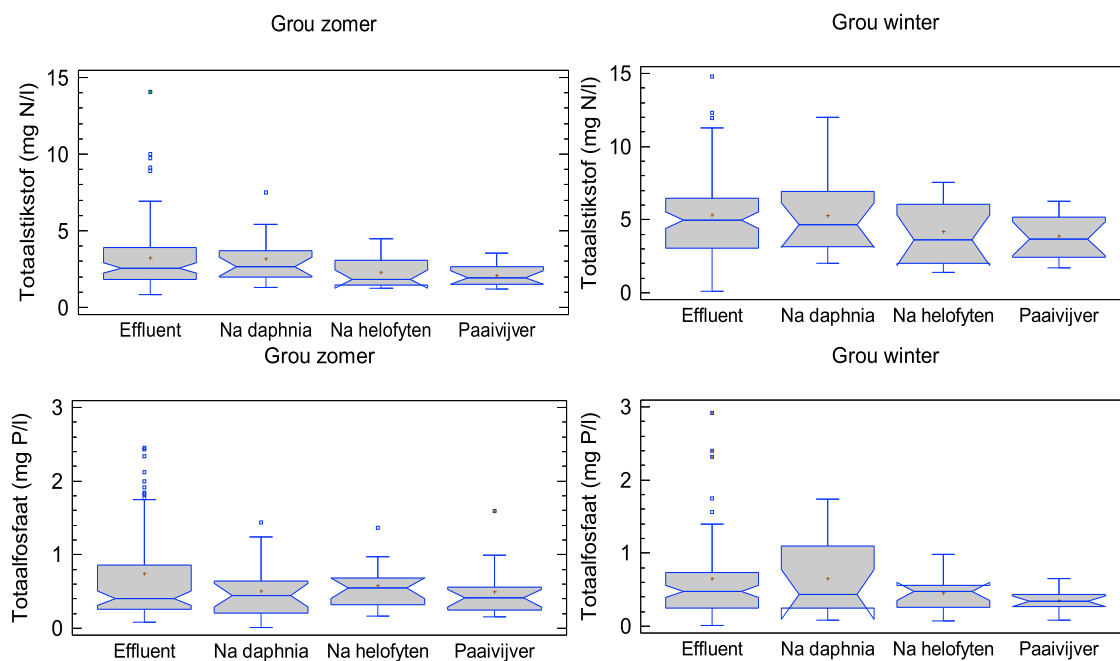
De samenstelling van het zwevend stof verandert in de Waterharmonica van bacteriologisch gedomineerd (uitgespoeld actief slib) naar een meer algen-gedomineerd systeem (opgebouwd in het moerassysteem). Ook de deeltjesgrootteverdeling verandert; grote deeltjes worden wel in het begin van de vlooienvijvers gevonden maar veel minder verderop in het systeem. Daar worden juist weer meer kleine deeltjes gevonden. Ook het organisch-stof-gehalte van de deeltjes neemt af in de loop van de Waterharmonica [4]. Het zwevend-stof-gehalte neemt in de vlooienvijvers duidelijk af, waarna net als bij BOD een toename ontstaat naar het einde van de rietsloten en verder. Hetzelfde is in de metingen van chlorofyl-a te zien, zeker in de zomer. In de winter stijgt het zwevend-stof-gehalte in de loop van de Waterharmonica, terwijl dit in de zomer niet gebeurt. Het BOD neemt in de watervlooienvijvers eerst af en (zomers) in de rietsloten weer toe.

De gehalten aan pathogenen dalen logaritmis in de Waterharmonica Aqualân. Aan het eind van de rietsloten is 98-99% van de pathogenen verwijderd, zowel van E-coli als van *Clostridium* en *Enterococci*. De log-afname lijkt vrijwel lineair gecorreleerd aan de verblijftijd. De afname in de vlooienvijvers is 65-70% en blijft iets achter bij de verwachting. Dit is mogelijk het gevolg van de te korte verblijftijd en de beperkte hoeveelheid watervlooiën in de vijvers (vanwege de aanwezigheid van vissen). De pathogenenverwijdering is in de zomer beter dan in de winter (temperatuur-/UV gerelateerd).

Afbeelding 2. Box-Wisker diagrammen van de parameters zwevende stof, BOD, E-coli, chlorofyl-a, zuurstof, totaal N en totaal P voor vier achtereenvolgende locaties in Aqualân

Links de zomergemiddelden, rechts de wintergemiddelden voor de periode 2007 t/m 2011. Chlorofyl is niet gemeten in het effluent.





Het zuurstofgehalte neemt na elk compartiment toe. Vooral in de zomer is het zuurstofgehalte aan het einde van de rietsloten echter soms erg laag, mogelijk doordat het zuurstof chemisch gebruikt (bijvoorbeeld door nitrificatie) en door het kroosdek nauwelijks wordt aangevuld. De waarden worden zo laag dat denitrificatie kan optreden. Er wordt een lichte toename van algen (chlorofyl-a) gemeten. Door graas van watervlooien is de toename in de zomer minder dan in de winter.

De voedingsstoffen totaal-N en totaal-P nemen gemiddeld met ongeveer 25% af. Juist in de rietsloten wordt totaal-N verwijderd, mogelijk door denitrificatie van nitraat tot N_2 bij de lage zuurstofgehalten aan het einde van de rietsloten. Fosfaat lijkt zowel in de vlooienvijvers als in de rietsloten achter te blijven/te accumuleren.

Eerder onderzoek had aangetoond dat er in de Waterharmonica Everstekeog op Texel remming optrad van algengroei, maar niet van watervlooien [9]. Dit werd in een Stowa-onderzoek door TNO nader onderzocht [1]. De conclusie was dat er bij 'normaal' stedelijk afvalwater geen grote ecotoxicologische effecten optreden als de voorafgaande actief-slibinstallatie (zeer) laag belast is en er geen grote pieken in de belasting van de rwzi optreden. Onderzoek in onder andere Aqualân Grou [7] bevestigde deze bevindingen: zeer lage concentraties van milieuvreemde stoffen, geen chronische en acute risico's in het algemeen, wel mogelijk incidenteel. Deze geringe kans op ecotoxicologische effecten neemt vervolgens verder af in de loop van doorstroming door Aqualân.

Een natuurlijke buffer

Tot slot laat onderzoek zien dat het vermogen van Waterharmonica Aqualân om piekbelastingen (zoals slibuitspoeling) te bufferen zeer effectief is. Bij een gecontroleerde slibuitspoeling met een zwevend-stof-gehalte van ruim 200 mg/l bleef 97% daarvan achter in de Waterharmonica, het overgrote deel al in de vlooienvijvers. Ook pieken van nutriënten en pathogenen in het effluent worden sterk genivelleerd en zijn aan het einde van het moerassysteem verdwenen [5].

Ecologische ontwikkeling

Uitgebreid onderzoek heeft plaatsgevonden naar de populatiesamenstelling van algen, zoöplankton, planten en vissen. De voornaamste conclusies is dat er weinig algen(soorten) in de vlooienvijvers en de rietsloten worden waargenomen. Er vindt een toename van het aantal watervlooiën plaats in de tweede en derde vijver. Niet in de eerste, waarschijnlijk omdat daar de omstandigheden ongunstig zijn (lage zuurstofconcentratie, incidenteel hoge concentratie ammoniak).

Over de gehele Waterharmonica neemt het aantal roeipootkreeftjes toe. Werden de vlooienvijvers de eerste jaren nog gedomineerd door kroos en waterpest, in de rietsloten was al na een jaar riet dominant, aanvankelijk met flab en later soms met kroos als ondergroei. In de paaijver komt daarnaast lisdodde en waterkers voor. Ook het aantal soorten en individuen vis groeit. De paaijver functioneert goed, vooral voor baars en blankvoorn [6]. Tussen begin en einde van de Waterharmonica neemt dus de biodiversiteit toe.

Conclusies

Na een instabiele aanloopfase van het moerassysteem van ongeveer twee jaar, met aanvankelijk veel groei van flab en kroos, functioneert de Waterharmonica Aqualân nu als een stabiel systeem. Het vormt de overgang van rwzi-effluent naar natuurlijk oppervlaktewater. Het water blijft bij de huidige belasting redelijk voedselrijk (P en N verwijdering van circa 25%), maar pieken in belasting met zwevend stof worden volledig gebufferd. Ook treedt een sterke reductie van pathogenen op tot een niveau nabij de zwemwaternormering (900 E-Coli/100ml). Ook in het winterhalfjaar functioneert het moerassysteem alleszins redelijk, zie bijvoorbeeld de afname van E-coli, de demping van pieken in emissies van N en P en de toename van het zuurstofgehalte (afbeelding 2). Waterplanten in de vlooienvijvers en verdeelsloot moeten enkele keren per jaar verwijderd worden. De rietsloten worden iedere winter gemaaid en het riet wordt afgevoerd. Ook de oevers van de paaijver worden 's winters opgeschoond.

Aqualân Grou blijft echter een dynamisch geheel. Het debiet is met ingang van 2012 verlaagd van 50 naar 20 m³/uur. De soms massaal aanwezige tiendoornige stekelbaarsjes in de vlooienvijvers worden nu bestreden met enkele uitgezette snoeken. Om de werking op langere termijn te volgen, is blijvende monitoring van het moerassysteem Aqualân gewenst.

Op basis van deze resultaten, plus de ervaringen met Waterharmonica-systemen elders in Nederland, onderzoekt Wetterskip Fryslân nu of dit concept bij andere rwzi's kan worden toegepast. Uit een in 2012 uitgevoerde quickscan [10] lijkt de toepassing op termijn bij vrijwel alle 'rwzi's mogelijk. Bepalend voor de mogelijkheden zijn de beschikbaarheid van grond, de samenwerking met andere partijen, beoogde nevenfuncties (bijvoorbeeld natuur, recreatie of waterbeheer) en een geschikt aanlegmoment ('werk met werk').

Literatuur

1. Blankendaal, V. G., Foekema, E. M. & Goedhart, P. C. (2003). Ecotoxicologische aspecten van rwzi-effluenten met behulp van biomassakweek. (rapport nr. 2003-12). Stowa, Utrecht.
2. Boomen, R. M., van den & Kampf, R. (2012). Waterharmonica's in Nederland (1996-2011), van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater (rapport nr. 2012_12). Stowa, Amersfoort.
3. Boomen, R. M., van den., Kampf, R & T. Claassen (2012). Waterharmonica Aqualân Grou; vijf jaar monitoring (rapport nr. LW288-9). Witteveen+Bos, Deventer
4. Boomen, R. M. van den, Kampf, R., & Mulling, B. T. M. (2012). Waterharmonica, onderzoek naar zwevend stof en pathogenen, hoofdrapport (rapport nr. 2012_10). Stowa, Amersfoort.

5. Boomen, R. M. van den, Kampf, R., & Mulling, B. T. M. (2012). Waterharmonica, onderzoek naar zwevend stof en pathogenen, deelstudierapporten (rapport nr. 2012_11). Stowa, Amersfoort.
6. Claassen, T. H. L. & M. Koopmans. (2012). Vis in het Aqualân Grou. H₂O 45.25/26. 46-49.
7. Foekema, E. M., Roex, E., Sneekes, A., Koelemij, E., Atsoij, M. T., Hoornsman, G. et al. (2012). De invloed van moerassystemen op de milieukwaliteit van rwzi effluent en aanbevelingen tot optimalisering (Rep. No. rapport nr. C005/12, Waterharmonica Improving Purification Effectiveness, WIPE). IJmuiden / Wageningen: IMARES / Deltares.
8. Kampf, R., Schreijer, M., Toet, S., & Verhoeven, J. T. A. (1997). Van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater. In: Biologisch gezuiverd effluent, grondstof of eindproduct? Lezing op NVA-symposium Biologisch gereinigd effluent: grondstof of eindproduct?, 16 oktober 1997.
9. Kampf, R., R. Jak, & M. Groot. (1999). Growing Daphnia on Effluent to Improve the Food Situation of Spoonbills on the Island of Texel, Do Daphnia Really Eat Sludge? 4th International Conference on Ecological Engineering for Wastewater Treatment, 7-11 June 1999 ed., As, Norway.
10. Kampf, R. & Boomen, R. M. van den. (2012). De toekomst van de Waterharmonica in Friesland, Verkenning mogelijkheden 2012-2027. (rapport nr. LW289-47). Witteveen +Bos, Deventer.
11. NN., 2009. Urban Water Cycle project, <http://www.urbanwatercycle.org>