

## **Aqualân Grou: van effluent naar levend water**

*Frank van Herpen (Royal HaskoningDHV), Theo Claassen (Wetterskip Fryslân), Ruud Kampf (Rekel/water), Ton Schomaker (Royal HaskoningDHV), Rob van den Boomen (Witteveen+Bos)*

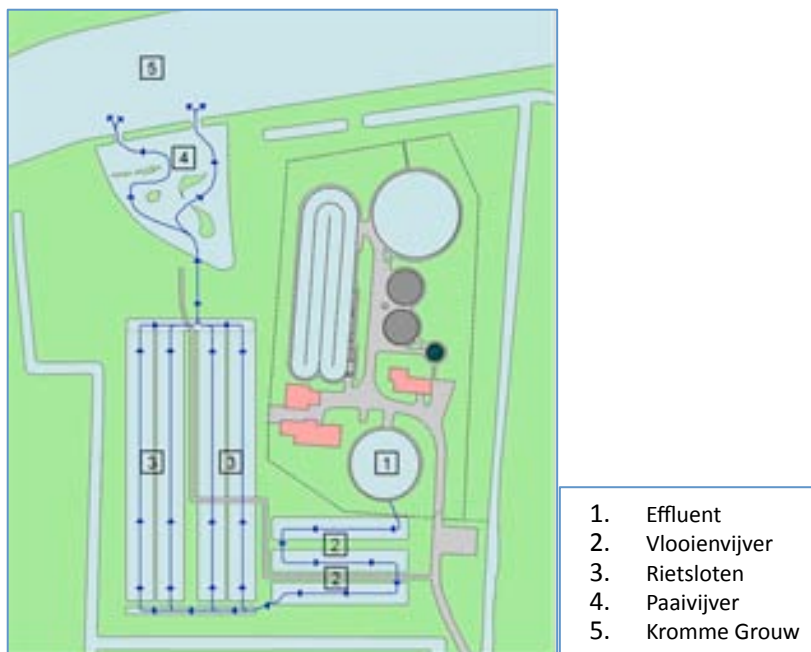
**In 2006 werd bij de rioolwaterzuivering Grou Aqualân aangelegd. Deze waterharmonica is de natuurlijke schakel tussen effluent van de rwzi en het oppervlaktewater. Aqualân is de afgelopen jaren uitgebreid onderzocht en gemonitord. Dit artikel vat in het kort de resultaten van jaren werk samen. Nederlands kleinste waterharmonica presteert naar behoren is en verdient nog meer navolging. De goede ecologische resultaten van de paaivijver zijn het meest in het oog springend. De opgedane kennis kan benut worden voor nieuw aan te leggen zuiveringsmoerassen bij rwzi's en bijdragen aan het bereiken van ecologische doelstellingen van de KRW.**

De waterharmonica is een schakelsysteem tussen waterketen en oppervlaktewater, vaak bestaande uit meerdere achtereen geplaatste compartimenten: naast riet (helofytenfilters) ook vijvers, sloten, moerasbos (struweel) en een vrijwel natuurlijk watersysteem. Met zo'n schakelsysteem wordt de abrupte overgang tussen effluentemissie en het ontvangend aquatisch ecosysteem verzacht. Waterharmonica's zijn vanaf midden jaren '90 in ons land aangelegd. In 2013 verscheen een uitgebreide samenvatting en een overzicht van alle waterharmonica's in Nederland [1]. Na het verschijnen van dit overzicht is de Watertuin Dinxperlo (in combinatie met Nereda) in gebruik genomen (maart 2014). Andere toekomstige waterharmonica's, waarvoor Grou als voorbeeld diende, zijn Soerendonk, Berkenwoude (gereed in 2015), Amstelveen en Groote Lucht (beide in voorbereiding).

### **Aqualân Grou: Texelse kennis toegepast in Friesland**

Bij de rwzi Eversteekoog op Texel is in 1994 het eerste moerassysteem aangelegd volgens het concept van de waterharmonica. Met de kennis opgedaan in Eversteekoog is bij rwzi Grou in Friesland een zuiveringsmoeras en paaibiotop ontworpen [2,3]. Deze waterharmonica is Aqualân gedoopt en is in 2006 bij de rwzi Grou aangelegd.

Aqualân (zie afbeelding 1) bestaat uit drie in serie geschakelde vlooienvijvers, vier parallelle sloten en een paaibiotop voor vis. De vijvers dienen voor de eerste stap: watervlooiën verlagen daar het gehalte aan zwevend stof en pathogenen, zoals *E. coli*. In de ondiepe rietsloten wordt vooral het nutriëntengehalte verlaagd. De paaibiotop is de laatste stap tussen rwzi en oppervlaktewater en zorgt ervoor dat er een aan de boezem gekoppelde, plantenrijke paaihabitat ontstaat. In de eerste vijf jaar is steeds 1200 m<sup>3</sup> per dag (ca. 25% van de totale hoeveelheid effluent van de rwzi) behandeld. Al met al zorgen deze natuurlijke processen voor een 'zachte landing' van het effluent van de rwzi in het water van de Friese boezem.



**Afb. 1. Plattegrond (schematisch bovenaanzicht) van de rwzi en Aqualân Grou [5]**

*In de loop van de jaren is er al heel wat gepubliceerd over Aqualân Grou [4-10]. Dit artikel geeft een overzicht gegeven van de verzamelde kennis en een doorkijk voor mogelijke toepassingen van de waterharmonica in Friesland en daarbuiten.*

### **Monitoring en onderzoek**

Aqualân Grou is opgezet als pilotproject om aan te tonen dat het concept werkt. Het gerealiseerde ontwerp maakte het zeer geschikt om diverse onderzoeken uit te voeren: naar stofgroepen en biologische groepen van organismen, naar zuiveringsprestaties in een gradiënt door het systeem en in de tijd (seizoenen en jaren), naar wisselende debieten en naar geforceerde slibuitspoeling. Dat onderzoek is zowel in Aqualân zelf uitgevoerd als in ter plekke opgestelde proefopstellingen. Al deze onderzoeken maakten van Aqualân een belangrijke praktijklocatie voor onderzoek aan het functioneren van waterharmonica's in Nederland. De resultaten van alle onderzoeken zijn gebundeld in een overzichtsrapportage [9] en worden hieronder kort samengevat.

#### **Monitoring 2006-2011: debiet 1200 m<sup>3</sup>/dag**

De basismonitoring [5] heeft geleid tot een aantal belangrijke inzichten over het functioneren van Aqualân. Zo draagt het moerassysteem bij aan de verwijdering van pathogene bacteriën (ca. 98%), zorgt het voor extra verwijdering van nutriënten (ca. 25% extra verwijdering boven op zuivering door rwzi) en afvlakking van pieklozingen van zwevende stof, en verbetert het de zuurstofhuishouding (effluent gemiddeld 8,6 O<sub>2</sub> mg/l). Veel van de bevindingen van het Texelse onderzoek op Everstekeog werden bevestigd en nader gekwantificeerd [11].

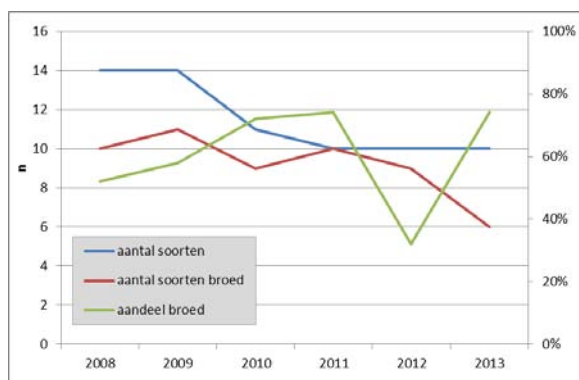
#### **Monitoring 2012-2013: debiet 480 m<sup>3</sup>/dag**

Begin 2012 is het debiet van 1200 m<sup>3</sup> per dag (25% van al het rwzi-effluent) verlaagd naar 480 m<sup>3</sup> per dag (10% van het rwzi-effluent). Door deze 2,5 keer lagere hydraulische belasting en

langere verblijftijd (verlenging van 2,5 naar ruim 8 dagen) is het effect ervan op de zuiveringsrendementen en de verbetering van de biologische karakteristieken van het effluent vast te stellen. Onderzoek liet zien dat het verwijderingsrendement (%) in Aqualân lager is bij een hoog debiet (25% van rwzi) dan bij laag debiet (10% van rwzi). Door de verhoging van het debiet wordt er absoluut gezien in totaal wel meer nutriënten verwijderd en dus (in kg/jaar) minder worden geloosd op de Kromme Grouw [8]. Het effect van verlenging van de verblijfsduur was veel minder dan op grond van de ervaringen met Everstekoog was verwacht. Een waterharmonica is een ‘langzaam zuiverend systeem’.

### Biologische parameters

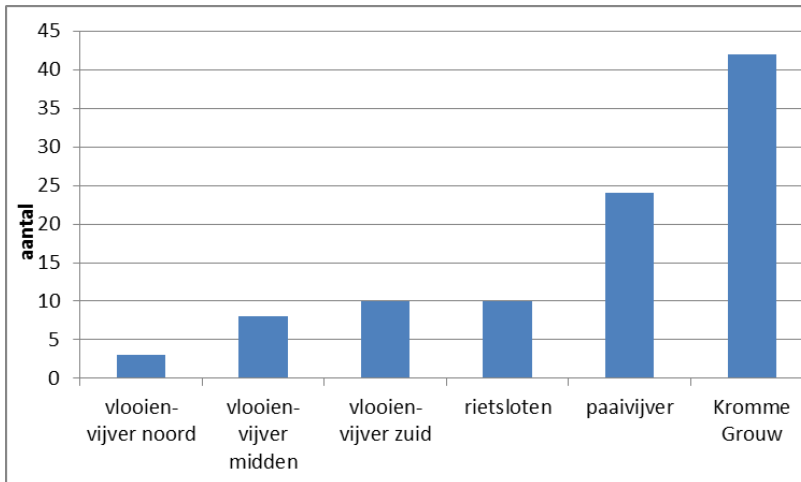
Vanaf 2008 is er elk jaar onderzoek uitgevoerd aan de visstand in Aqualân [7, 12]. In totaal zijn 16 verschillende soorten vis aangetroffen in de paaihabitat, waarvan er 11 ook daadwerkelijk in Aqualân paaien (zie afbeelding 2). De paaihabitat is daarmee een vruchtbare broedkamer voor de boezem. Het onderzoek aan de visstand laat zien dat de paaihabitat een belangrijke bijdrage levert als paai- en opgroeihabitat voor vissen in de Kromme Grouw, temeer daar de bodem-opwoelende en ecologisch minder gewilde brasem (*Abramis braba*) ontbreekt en er veel onderwatervegetatie groeit.



**Afbeelding 2. Verloop van aantal soorten, aantal soorten broed (n) en het aandeel broed (%), zoals gevonden bij de visstandbemonsteringen in de paaihabitat [9]**

De bemonstering van de macrofauna in 2012 laat zien dat Aqualân een grote bijdrage levert aan het ecologisch gezond maken van het effluent voordat het wordt geloosd op de Kromme Grouw. Het effluent gaat meer op oppervlaktewater lijken. Afbeelding 3 illustreert dit.

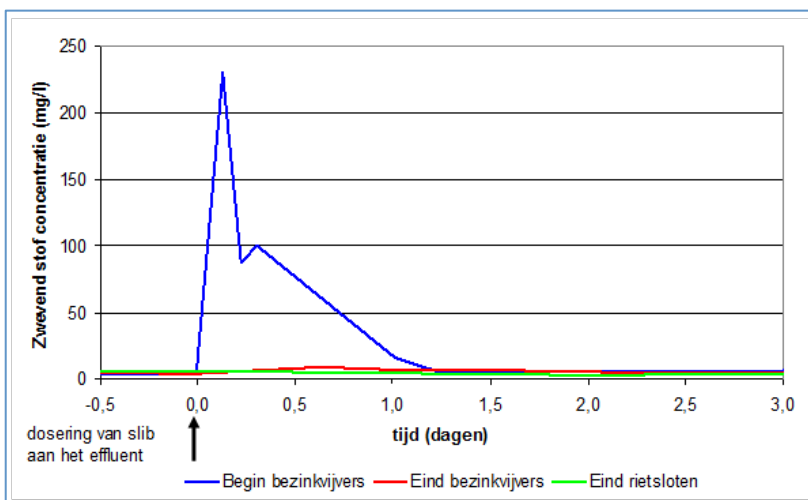
Bij vegetatieopnamen zijn in Aqualân in totaal 84 plantensoorten waargenomen. In de vlooienvijvers komen vooral submerse en drijvende soorten voor zoals diverse soorten eendenkroos, sterrekroos en waterpest. In 2006 is in de vier rietsloten riet aangeplant. Dit riet heeft zich zo goed ontwikkeld dat andere soorten die er aanvankelijk groeiden (zoals grote lisdodde) zijn verdrongen. In de paaihabitat is de begroeiing gevarieerder; er komen ondergedoken, drijvende en bovenwaterplanten voor, zoals waterpest, gele plomp, gele waterkers, grote lisdodde en riet [5, 8].



**Afbeelding 3. Aantal macrofauna taxa per meetpunt in Aqualân Grou in 2012 [10]**

### Aanvullende, verdiepende onderzoeken

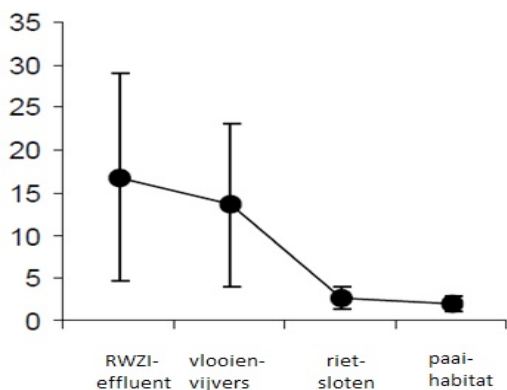
Het onderzoek van de STOWA naar zwevend stof [13, 14] laat zien dat het vermogen van Aqualân om piekbelastingen van slib, nutriënten en pathogenen op te vangen en te verwerken groot is (zie afbeelding 4).



**Afbeelding 4. Verloop van concentratie zwevend stof in de achtereenvolgende componenten van waterharmonica Aqualân Grou tijdens een kunstmatig opgewekte slibuitspoeling in november/december 2009 [13]**

Het rwzi-effluent bevat veel stoffen, zoals medicijnresten, die de hormoonhuishouding van dieren kunnen beïnvloeden. Deze stoffen zorgen onder meer voor vervrouwelijking van vissen. Laboratoriumonderzoek met water, bodemmateriaal en biota uit Aqualân liet zien dat het verblijf in het zuiveringsmoeras een positieve invloed heeft op de afname van de oestrogene activiteit van deze stoffen. Daarnaast bleek dat, hoewel de concentraties van organische microverontreinigingen maar weinig afnemen tijdens de passage door Aqualân, de op basis van de stofconcentraties berekende gesommeerde milieurisico's voor insecticiden wel afnemen. De spreiding in de resultaten is relatief groot, wat erop duidt dat de vracht aan micro-

verontreinigingen in het effluent gedurende het jaar substantieel kan verschillen. De milieurisico's voor brandvertragende stoffen en herbiciden namen niet af [15].



**Afb. 5. Afnemend milieurisico voor insecticiden in Aqualân**

Het milieurisico (y-as) wordt uitgedrukt in de som van de risicoquotiënten (RQ) voor alle insecticiden aangetroffen in Aqualân. Het RQ is de concentratie van een stof gedeeld door de norm voor die stof. Het RQ geeft daarmee aan of er een milieurisico is voor een stof. Als  $RQ > 1$  dan is de stof aanwezig boven de norm. De spreiding in de data was veel groter in het effluent en de vlooienvijvers dan in de rietsloten en het paaihabitat [15].

**Mesocosms**

In de periode medio 2007 t/m 2010 is bij Aqualân een proefopstelling met acht 1 m<sup>3</sup> mesocosms geplaatst om de populatiedynamica en het graasgedrag van watervlooien nader te bestuderen (afbeelding 6, onderzoek Vrije Universiteit). Een mesocosm is een grote bak waarin een deel van een ecosysteem onder gecontroleerde omstandigheden wordt nagebootst. Onderzoek met mesocosms zit tussen het laboratoriumonderzoek aan de ene kant en veldonderzoeken aan de andere kant. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat de aantallen watervlooien in optimale situaties aanzienlijk hoger kunnen zijn dan in de praktijk voor Aqualân is waargenomen [6]. De oorzaak hiervan is dat in de vlooienvijvers soms grote aantallen stekelbaarsjes voorkwamen [7]. De mesocosms waren ook effectiever in hun zuiverende werking, omdat ze in vergelijking met de vlooienvijvers veel minder kortsluitstromen vertoonden en geen waterbodem hadden. Uit dit onderzoek kan wel worden geconcludeerd



dat het verhogen van de verblijftijd in een waterharmonica resulteert in een verwijdering van *E. coli* van 86,0% bij 1 dag tot 98,3% bij 2 dagen tot maar liefst 99,9% bij een verblijftijd van 3 à 4 dagen.

**Afbeelding 6. De mesocosmopstelling, geplaatst naast de vlooienvijvers [14]**

## **Educatie, voorlichting en communicatie**

Aqualân heeft als proefproject veel betekend voor educatie van scholieren en studenten (Hogeschool Van Hall Larenstein, Universiteit van Amsterdam, VMBO Grou) en van waterbeheerders in Nederland en daarbuiten. Toelichting door de klaarmeester en uitleg op vier informatieborden heeft deze voorlichting mogelijk gemaakt. Doordat Aqualân buiten de omheining van de rwzi is aangelegd, er parkeerplaatsen zijn en er een wandelroute door is aangelegd, is het systeem vrij en goed toegankelijk voor bezoekers. Er is sinds 2013 een geocache (speurtocht met GPS) aanwezig op het terrein van Aqualân.

## **Aanleg, beheer en onderhoud (Investering en exploitatie)**

De investeringskosten voor Aqualân Grou waren € 215.000 (prijsspeil 2006, exclusief btw). De grond was al in eigendom van Wetterskip Fryslân. Het omleggen van een persleiding en het overpompen van water naar de boezem waren de grootste kostenposten. De jaarlijkse exploitatiekosten bestaan vooral uit onderhoud, energie, monitoring en een jaarlijkse reservering voor groot onderhoud. De jaarlijkse kosten bedroegen in de periode 2006-2013 € 35.500 (inclusief onderhoud en reservering voor groot onderhoud). Dit komt neer op € 0,08 per behandelde m<sup>3</sup>. Met het beëindigen van de monitoring na 2013 zijn de jaarlijkse kosten gedaald tot € 18.500. Dit komt neer op € 0,04 per behandelde m<sup>3</sup> en dat bedrag valt binnen de bandbreedte van Nederlandse waterharmonica's (gemiddeld € 0,05, bandbreedte € 0,02 tot € 0,12 [1]). De jaarlijkse kosten voor Aqualân zijn 6,6% van de totale jaarlijkse beheer- en onderhoudskosten van de rwzi Grou en 1,3% van de totale kosten voor rwzi Grou (zuivering, exploitatie en slibafvoer) (data: Wetterskip Fryslân).

Tegenover kosten kan een waterharmonica ook extra opbrengsten met zich meebrengen [1], zoals vermeden kosten voor waterberging en het geval van het niet meer hoeven betalen voor de lozing op Rijkswater. In het geval van Aqualân zijn de extra opbrengsten vooral 'educatie, voorlichting en communicatie' en 'natuurwaarde'. Deze baten zijn lastig in geld uit te drukken. Aqualân Grou kan grotendeels als KRW-maatregel beschouwd worden; dit geldt zeker voor de vispaaijiver (zie [16]). Dit leidt ook tot vermeden kosten.

## **Conclusies**

De belangrijkste bevindingen voor Aqualân op basis van onderzoek van 2006 tot en met 2013 zijn:

- Deze waterharmonica op pilotschaal heeft prima gewerkt en doet dat nog steeds. De grootste kwaliteitsverbetering van het effluent wordt bereikt door vergaande verwijdering van *E. coli*, gevolgd door zuurstof (toename) en nutriënten (afname). Daarnaast is er een belangrijke bijdrage aan de verbetering van de ecologische kwaliteit, vooral de paaihabitat vervult een belangrijke rol.
- De aanloopperiode totdat het systeem is uitgebalanceerd duurt 2 à 3 jaar, in de eerste jaren is er veel kroos en flab.
- Incidentele pieken in effluentlozingen door de rwzi worden vrijwel geheel weggewerkt door Aqualân.

- Hoewel hormoonachtige stoffen, medicijnenresten en andere microverontreinigingen slechts beperkt worden afgebroken, neemt het milieurisico voor insecticiden wel af.
- De paaibiotop voor vis functioneert opmerkelijk goed. Veel paai (broed), enkele bijzondere soorten zijn aangetroffen, en geen brasem.
- Aqualân vervult een belangrijke educatieve rol (diverse studentenonderzoeken, relatief veel bezoek, langs het wandelpad staan informatieborden).
- De zuiveringskosten van de waterharmonica Aqualân zijn € 0,04 tot maximaal € 0,08 per m<sup>3</sup>.

### **Toekomst**

Wetterskip Fryslân staat in de komende jaren voor een aantal grote opgaven in het watersysteem: inspelen op klimaatverandering, verder verbeteren van de waterkwaliteit en optimalisatie van de bediening van de gebiedsfuncties vergen maatregelen in de sfeer van inrichting en beheer. Samen met gebiedspartners werkt het Wetterskip aan het opzetten van groen-blauwe diensten. Dit moet leiden tot samenwerking bij kosteneffectieve maatregelen waarmee meerdere doelen gediend zijn. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om een waterharmonica ook in te richten voor tijdelijke waterberging.

In 2013 is een verkennend onderzoek uitgevoerd naar het toekomstperspectief van en de mogelijkheden voor waterharmonica's elders in Friesland [16]. Hierbij zijn nut en noodzaak van waterharmonica's beschouwd, enerzijds vanuit de waterschapstaken (waterbeheer) en anderzijds vanuit landschap, ruimtelijke ordening en natuur. De uitkomst van deze verkenning laat zien dat op de langere termijn de mogelijkheid bestaat om achter vrijwel elke rwzi een waterharmonica aan te leggen. Dat geldt in het bijzonder voor de rwzi's op de Waddeneilanden (voor Ameland en Terschelling zijn er concrete plannen), maar ook op de vaste wal is de combinatie met natuur- en recreatiegebieden interessant. Tevens kan worden bijgedragen aan het halen van KRW-doelen.

### **Literatuur**

1. Boomen, R. M. van den en Kampf, R., (2013). Waterharmonica's in Nederland 1996-2012: van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater. STOWA 2013-07. Amersfoort, STOWA.
2. Zaane, M. van, (2001). Proef met moeras om effluent te zuiveren succesvol. H2O, 34 (3) 37.
3. Claassen, T. H. L., Gerbens, S. en Kampf, R. (2006). Texelse kennis toegepast bij zuiveringsmoeras en paaibiotop bij rwzi Grou. H2O, 39 (24), 41-43.
4. Boomen, R. M. van den, Uijterlinde, C. en Foekema E.M. (2012). Waterschappen klaar voor de 'Waterharmonica'. H2O 45 (10): 4-5.
5. Boomen, R. M. van den, Kampf, R. en Claassen, T.H.L. (2012). Waterharmonica Aqualân Grou. Vijf jaar monitoring. Deventer / Amsterdam / Schermerhorn / Leeuwarden, Witteveen+Bos / Vrije Universiteit, Rekel/water, Wetterskip Fryslân.
6. Kampf, R., Boomen, R.M. van den en Claassen, T.H.L. (2014). Waterharmonica Aqualân Grou, Biologische filtratie van effluent van de rwzi Grou in mesocosm bakken ter optimalisatie van watervlooienvijvers: fysische chemie, LW289-55. Deventer,

- Schermerhorn, Leeuwarden, Witteveen+Bos, Rekel/water, Vrije Universiteit Amsterdam, Wetterskip Fryslân.
7. Claassen, T. H. L. en Koopmans, M. (2012). Vis in het Aqualân Grou. H2O, 45 (25/26), 46-49.
  8. Herpen, F. C. J. van, Kampf, R. en Schomaker, A.H.H.M. (2014). Waterharmonica Aqualân Grou. Monitoring invloed verlaagd debiet 2012-2013, rapportnr. BD1606/R0002/902795/Eind. Eindhoven / Schermerhorn / Leeuwarden, Royal HaskoningDHV / Rekel/water / Wetterskip Fryslân.
  9. Herpen, F. C. J. van, Kampf, R. en Schomaker A.H.H.M. (2014). Waterharmonica Aqualân Grou. Evaluatie 2006-2013, BD1606-101/R0003/419090/Eind. Eindhoven / Schermerhorn / Leeuwarden, Royal HaskoningDHV / Rekel/water / Wetterskip Fryslân.
  10. Herpen, F. C. J. van, Kampf, R., Claassen, T.H.L., Schomaker, A.H.H.M. [red] (2014). Waterharmonica Aqualân Grou 2006 - 2013. De Waterharmonica als natuurlijke schakel tussen waterketen en watersysteem. Brochure. Leeuwarden, Wetterskip Fryslân.
  11. Schreijer, M., Kampf, R., Verhoeven, J.T.A. en Toet, S. (2000). Nabehandeling van effluent tot bruikbaar oppervlaktewater in een moerassysteem met helofyten en waterplanten, Resultaten van een 4-jarig demonstratieproject op rwzi Eversteoog, Texel. Edam en Utrecht, Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen en Universiteit Utrecht.
  12. Koopmans, M., (2014). Vismonitoring Aqualân Grou 2013. A&W-rapport 1942, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek / Wetterskip Fryslân.
  13. Boomen, R. M. van den, Kampf, R. en Mulling, B.T.M. (2012a). Waterharmonica, onderzoek naar zwevend stof en pathogenen, hoofdrapport, STOWA 2012-10. Amersfoort, STOWA.
  14. Boomen, R. M. van den, Kampf, R. en Mulling, B.T.M. (2012b). Waterharmonica, onderzoek naar zwevend stof en pathogenen. Deelstudierapporten STOWA 2012-11. Amersfoort, STOWA.
  15. Foekema, E. M., Roex, E., Sneekes, A., Koelemij E. et al. (2012). De invloed van moerassystemen op de milieukwaliteit van rwzi effluent en aanbevelingen tot optimalisering. Rapport C005/12, Waterharmonica Improving Purification Effectiveness, WIPE. IJmuiden / Wageningen, IMARES / Deltares.
  16. Kampf, R. en Boomen, R.M.v.d. (9-10-2013). De toekomst van de Waterharmonica in Friesland: Verkenning mogelijkheden 2012 – 2027. LW289-47. Deventer / Schermerhorn / Leeuwarden, Witteveen + Bos / Rekel/water / Wetterskip Fryslân.

Voor meer informatie over waterharmonica's: [www.waterharmonica.nl](http://www.waterharmonica.nl)