

BTO 2016.030 | Juni 2016

BTO 2016.030 **rapport**

Water en energie:
inventarisatie bestaande
praktijkervaringen

BTO 2016.030

Water en energie: inventarisatie bestaande praktijkervaringen

BTO 2016.030 | Juni 2016

Opdrachtnummer

400554/138

Projectmanager

dr. C. Roest

Opdrachtgever

BTO - Thematisch onderzoek - Water en energie

Kwaliteitsborger

dr. J. Vreeburg

Auteurs

Henk-Jan van Alphen, Frank Oesterholt, Kees Roest,
Laura Snip, Elize Versteeg

Verzonden aan

Themagroep Klimaatneutrale waterketen

Jaar van publicatie
2016

Meer informatie

Frank Oesterholt
T +31 30 606 9575
E frank.oesterholt@kwrwater.nl

Keywords

Water, energie, energiefabriek,
circulaire economie

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



Watercycle
Research
Institute

BTO | Juni 2016 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

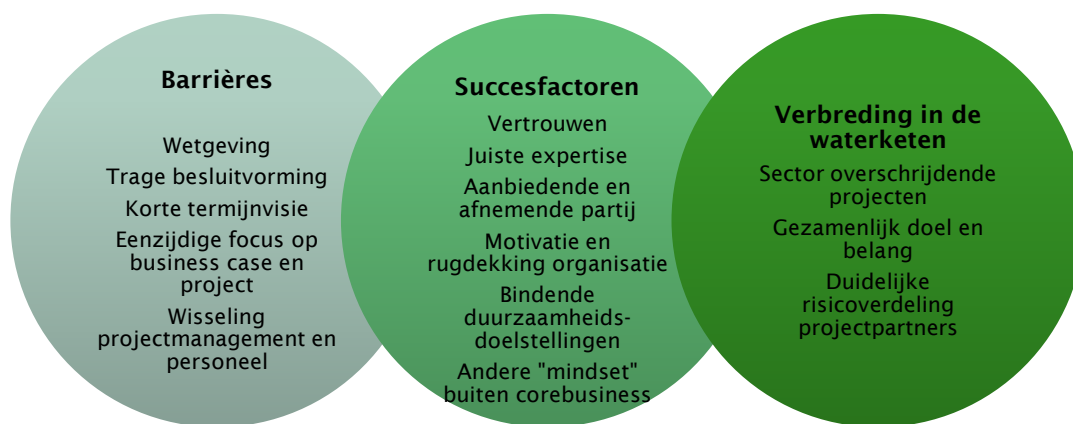
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

BTO Managementsamenvatting

Inventarisatie barrières en succesfactoren ‘water en energie’ in de praktijk verhoogt kans op succesvolle nieuwe projecten

Auteurs Henk-Jan van Alphen MSc, ir. Frank Oesterholt, dr. ing. Kees Roest; Laura Snip MSc, PhD, Elize Versteeg MSc

Barrières en succesfactoren in projecten op het gebied van ‘energie en water’ bij drinkwaterbedrijven zijn van niet-technologische aard. Dat blijkt uit dit rapport waarin barrières, valkuilen in het proces, de succes- en faalfactoren en de rentabiliteit van de bestaande praktijkervaringen met operationele, chemische en thermische energie in beeld zijn gebracht. Ook is geïnventariseerd wat deze praktijkervaringen zijn voor de hele waterketen. Voor de drinkwaterbedrijven is operationele energie van belang voor de eigen procesvoering, terwijl thermische energie een verbreding van de sector betekent. Een workshop die volgde op de inventarisatie bood de kans om sector overschrijdend een verkenning te doen van het (energie)dienstenpakket waarin de waterketen kan voorzien. De verkregen kennis maakt het mogelijk om de juiste omstandigheden te creëren zodat projecten op het gebied van energie en water succesvol zijn.



Overzicht van bestaande praktijkervaringen in cruciale factoren tijdens het procesverloop ‘energie en water’

Belang: inzicht verkrijgen in cruciale factoren tijdens initiatieven gericht op water en energie

Bij de drinkwaterbedrijven bestaan verschillende initiatieven gericht op water gerelateerde projecten met een energiecomponent. Daardoor is de beschikbare kennis en expertise hierover verdeeld over verschillende bedrijven. Om het meeste uit de combinatie water en energie te halen, is het van belang inzicht te verkrijgen in alle bestaande initiatieven. Door uit praktijkervaringen te halen

wat de barrières en succesfactoren zijn, kunnen in nieuwe projecten valkuilen worden voorkomen.

Aanpak: inventarisatie door literatuurstudie, interviews en workshop

Het onderzoek werd gestart met een inventarisatie in de literatuur naar verschillende bestaande initiatieven op het gebied van water en energie. Hierbij zijn ook initiatieven meegenomen die in de themagroep vergaderingen zijn genoemd.

Vervolgens is een selectie gemaakt van projecten die verder zijn uitgewerkt door middel van interviews met betrokkenen. Uit deze inventarisatie en interviews kwamen barrières en succesfactoren naar voren die gediend hebben als input voor de workshop waarbij is gekeken naar verbreding van de waterketen op het gebied van energie.

Resultaten: barrières en succesfactoren zijn van niet-technologische aard

Om een succesvol project te realiseren op het gebied van water en energie zijn er verschillende barrières en succesfactoren van belang. Juridische barrières moeten worden overkomen en een stabiel projectmanagement met evaluatie helpt herhaling van fouten te voorkomen. Om een sluitende business case te maken, is een langere termijnvisie van belang. Daarnaast moet van tevoren worden vastgesteld wat het gezamenlijke doel en de verdeling van taken en risico's is. Hiervoor is goede communicatie tussen de verschillende partijen cruciaal. Daarnaast zorgt de juiste expertise voor vertrouwen. Een bindende duurzaamheidsdoelstelling die zorgt voor rugdekking en motivatie vanuit de organisatie kan de besluitvorming versnellen. Om het project

succesvol te laten zijn, is de betrokkenheid van een vragende klant (eindgebruiker) nodig.

Implementatie: juiste omstandigheden creëren voor projecten op gebied van water en energie

Door het verkregen inzicht in de barrières en succesfactoren van bestaande praktijkervaringen op het gebied van water en energie kunnen de juiste omstandigheden worden gecreëerd voor een succesvol project. Dat maakt ook eerdere beslissing mogelijk of een project succesvol zal zijn en of er dus energie in zal worden gestoken.

Rapport

Dit onderzoek is beschreven in rapport *Water en energie: inventarisatie bestaande praktijkervaringen* (BTO-2016.030).

Relevante rapporten zijn:

De watercyclus als energiebron (BTO-2010.082 & BTO-2012.027)

Thermische energie in de watercyclus - state of the art (BTO 2014.048)

Inhoud

Inhoud	3
1 Inleiding	4
1.1 Aanleiding onderzoek	4
1.2 Doel van het onderzoek	4
1.3 Aanpak van het onderzoek	4
2 Literatuur inventarisatie bestaande praktijkervaringen water en energie	6
2.1 Energie in de waterketen	6
2.2 Terugwin- en besparingsmogelijkheden	8
2.3 Evaluatie van bestaande praktijkervaringen in de waterketen	9
3 Verkenning procesfactoren van praktijkervaringen	22
3.1 Interviews over geselecteerde projecten water en energie	22
3.2 Analyse interviews procesfactoren van praktijkervaringen	28
3.3 Evaluatie procesfactoren water en energie	31
4 Workshop Bestaande Praktijkervaringen	32
4.1 Achtergrond workshop	32
4.2 Input workshop	32
5 Conclusies en aanbevelingen	39
5.1 Inventarisatie energie-en-waterprojecten	39
5.2 Verkenning procesfactoren en praktijkervaringen	39
5.3 Aanbevelingen	40
Referenties	41
Bijlage I Deelnemers workshop	43

1 Inleiding

1.1 Aanleiding onderzoek

De waterbedrijven hebben de intentie om hun CO₂-voetafdruk te verlagen. In de eigen bedrijfsvoering wordt maar een beperkte hoeveelheid energie gebruikt en er is ook slechts op beperkte schaalwinst te halen door de efficiëntie te verhogen. In de drinkwaterketen wordt de meeste energie gebruikt om tapwater te verwarmen, en ook de meeste energie verspild doordat dit warme water in het riool wegspoelt en de thermische energie verloren gaat (BTO-2012.027). De waterbedrijven nemen een maatschappelijke verantwoordelijkheid door te onderzoeken hoe dit energiegebruik duurzamer kan worden.

Hierbij is het van belang om over de waterketen te inventariseren welke initiatieven er zijn op het gebied van energie. Met de waterketen wordt bedoeld de winning van drinkwater, drinkwaterbehandeling, drinkwaterdistributie, watergebruik, afvalwaterinzameling, afvalwaterzuivering en watersystemen die relevant zijn voor de waterketen. Het doel is om niet alleen naar de technische kant van de initiatieven te kijken, maar ook barrières, procesvalkuilen, en kritieke succesfactoren in beeld te brengen. Ten slotte moet er aandacht zijn voor de rentabiliteit van de activiteiten (levert het op wat men er van had verwacht).

De gebundelde informatie over energie-initiatieven in de waterketen biedt de mogelijkheid aan bedrijven om te leren van elkaars ervaringen. Daarnaast kan deze informatie het uitgangspunt zijn voor een strategische positionering van de drinkwatersector op het gebied van energie en water. Hierbij speelt tevens de vraag of niet veel meer vanuit de klant moet worden geredeneerd en de kosten die de klant maakt met water in al zijn facetten. Om die reden wordt een verkenning uitgevoerd naar de kansen en mogelijkheden voor de drinkwaterbedrijven om hun speelveld in de water-en-energieketen te verbreden.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is het inventariseren van de bestaande praktijkervaringen op het gebied van 'energie en water' bij in de drinkwatersector, de afvalwatersector en het buitenland. Daarbij worden de barrières, valkuilen in het proces, de succesfactoren en de rentabiliteit van de praktijkervaringen in beeld gebracht. Op basis van de resultaten van de inventarisatie wordt een verkenning uitgezet naar de mogelijkheden tot verbreding van het (energie)dienstenpakket van de drinkwaterbedrijven naar de hele waterketen.

1.3 Aanpak van het onderzoek

Het project is begonnen met een inventarisatie van bestaande gegevens uitgaande van de gedeelde (en vastgelegde) informatie in de BTO Themaonderzoek Klimaatneutrale Waterketen. Die informatie is aangevuld met informatie uit het state-of-the-art rapport van het WKDR-project (WKDR = warmte en koude uit drinkwater en rioleringen) dat in 2014 is afgerond en andere beschikbare literatuur. Daarnaast is als basis gebruik gemaakt van informatie uit de Routekaart Afvalwaterketen 2030 en de Kansenkaart Afvalwaterketen van STOWA om bestaande praktijkervaringen in de afvalwatersector te selecteren.

Vervolgens zijn op basis van de verzamelde gegevens de deelnemers aan de themagroep (en waar nodig hun collega's) geïnterviewd voor het verkrijgen van de benodigde diepgang (vaststellen procesvalkuilen, barrières, succesfactoren en rentabiliteit). Tijdens die interviews

zijn ook de kansen en mogelijkheden voor de drinkwaterbedrijven ter sprake gekomen om hun speelveld in de water- en energieketen te verbreden.

Op basis van bestaande kennis en contacten en de resultaten van de interviews met vertegenwoordigers van de drinkwaterbedrijven zijn interviews ingepland met vertegenwoordigers van andere organisaties die actief zijn in de waterketen en de energieketen. Hierbij moet in de eerste plaats worden gedacht aan gemeenten, waterschappen en energiedistributiebedrijven, die dezelfde klanten bedienen als de drinkwaterbedrijven. Welke activiteiten ontplooiën zij op het gebied van water en energie en wat zijn de mogelijkheden tot samenwerking met deze bedrijven/publieke instelling en wat zijn de mogelijkheden tot meer maatschappelijke efficiëntie voor de burger in algemene zin? De selectie van partijen voor interviews is van tevoren afgestemd met de leden van de themagroep.

Bovenstaande activiteiten zijn grotendeels 'van binnen naar buiten' gericht waarbij de interviews vooral als 'peilstok' dienen, dat wil zeggen dat ze bedoeld zijn om concreet inzicht te krijgen in activiteiten op het gebied van water en energie. Door middel van een workshop waar andere (niet geïnterviewde) stakeholders (energieleveranciers, gemeentes, waterschappen, technologieleveranciers etc.) zijn uitgenodigd ('van buiten naar binnen') zijn de kansen en mogelijkheden voor het verbreden van het (energie)dienstenpakket van de drinkwaterbedrijven verder verkend.

De water gerelateerde projecten met een energiecomponent die in dit project worden geïnventariseerd maken onderdeel uit van de door de themagroep in het 5-jarenplan geformuleerde 'trias energetica', dat wil zeggen energiebesparingsprojecten, projecten gericht op het opwekken van duurzame energie (inclusief warmte en koude uit drinkwater en riolering) en projecten gericht op het zo efficiënt mogelijk inzetten van fossiele energie.

2 Literatuur inventarisatie bestaande praktijkervaringen water en energie

2.1 Energie in de waterketen

Momenteel zijn er veel verschillende initiatieven in de watercyclus om efficiënter met energie om te gaan of zelf energie te produceren, zoals blijkt uit onderzoeksinitiatieven van de themagroepleden en uit de ontwikkeling van de EnergieFabriek van Waterschappen. Zo wordt er biogas geproduceerd bij afvalwaterzuiveringsinstallatie door slib te vergisten en wordt er warmte en/of koude geleverd door drinkwaterleidingen.

Om optimaal gebruik te kunnen maken van de energie die aanwezig is in de waterketen, is het van belang een overzicht te hebben waar de energie zit. Er kunnen verschillende soorten energie geïdentificeerd worden in de waterketen:

- thermische energie;
- chemische energie;
- operationele energie.



FIGUUR 2-1 OVERZICHT VAN DE LANDELIJKE WATERKETEN. (DE WATERCYCLUS ALS ENERGIEBRON)

Thermische energie kan in het water zitten wanneer het verwarmd is voor bijvoorbeeld de douche of de vaatwasser. Chemische energie is de energie die opgeslagen zit in de verbindingen van stoffen, zoals in koolstofbindingen. Door deze te vergisten, komt er

energie vrij. Operationele energie wordt gebruikt voor de verschillende stappen in de waterketen, zoals het oppompen van grondwater, of het beluchten van afvalwater. In Figuur 2-1 is een overzicht weergegeven van de landelijke waterketen. Hierbij zijn de verschillende stappen te zien. Eerst wordt het grondwater gewonnen en gezuiverd alvorens het gedistribueerd wordt naar woningen en industrie. Hier wordt het water (al dan niet verwarmd) gebruikt waarna het in de riolering wordt verzameld. Na de rioolwaterzuivering te hebben gepasseerd, wordt het water geloosd op oppervlaktewater.

2.1.1 Thermische energie

Recent onderzoek (BTO-2012.027; BTO-2010.082; INNERS) wijst uit dat het verwarmen van drinkwater de grootste energieverbruiker is in de waterketen. Hiervoor wordt in Nederland 94 W per capita verbruikt tegenover 6,5 W per capita voor de levering van drinkwater bij een waterverbruik van 128 l/dag/capita. In Groot-Brittannië is dit energieverbruik voor de verwarming van water geschat op ongeveer 43 kWh/m³ (INNERS). Dit energieverbruik is erg afhankelijk van de gebruiker zelf (bijvoorbeeld door gebruik van bad, wasmachine, vaatwasser) (Plappally & Lienhard V, 2012).

De thermische energie bevindt zich daarom vooral in het water bij de gebruiker. Het afvalwater bevat warmte die verloren gaat in de riolering (Elías-Maxil et al., 2014).

Naast de thermische energie bij de gebruiker, wordt er ook thermische energie bij processen in de waterzuivering toegevoegd. Bijvoorbeeld bij anaerobe vergisting wordt de temperatuur verhoogd om een efficiënte omzetting van de chemische energie te bewerkstelligen.

2.1.2 Chemische energie

Chemische energie bevindt zich voornamelijk in afvalwater waar hogere concentraties van verbindingen met energie in zit. Deze energie wordt geoogst door gebruik te maken van anaerobe vergisting waarbij methaangas geproduceerd wordt. Bij sommige afvalwaterzuiveringsinstallaties wordt externe organische stof verwerkt waardoor de opgewekte energie zo groot is, dat de installatie energieneutraal gedraaid kan worden, of zelfs een overschot oplevert (<http://www.vallei-veluwe.nl/werk-uitvoering/innovaties-0/energiefabriek/groene-energie/>).

2.1.3 Operationele energie

Als er specifiek gekeken wordt naar de drinkwaterkant, kan er geconcludeerd worden dat de energie die verbruikt wordt bij het oppompen van grondwater (circa 0,15 kWh/m³) groter is dan het energieverbruik voor het zuiveren en transporteren van oppervlaktewater (0,079 kWh/m³) (Plappally & Lienhard V, 2012). Het zuiveren van oppervlaktewater is daarentegen wel een energie-intensiever proces dan het zuiveren van grondwater (INNERS). Dit is zeker het geval wanneer er zout water gebruikt wordt (Plappally & Lienhard V, 2012). Bij gebruik van brak water en een reverse osmosis installatie onder een druk van 500 ppm is het energieverbruik ongeveer 0,66 kWh/m³, wat bijna 10 keer zoveel is als het energieverbruik voor het transporteren en zuiveren van oppervlaktewater.

Bij een afvalwaterzuiveringsinstallatie is het energieverbruik afhankelijk van de grootte van de zuivering en de techniek die toegepast wordt. Bij relatief kleine afvalwaterzuiveringsinstallaties (<4000 m³) wordt de meeste energie verbruikt voor het anaerobe vergisten (circa 0,3 kWh/m³) (Plappally & Lienhard V, 2012). Hierbij is de energiewinst in de vorm van biogas niet meegerekend.

Wanneer de zuiveringsinstallatie groter is dan 4000 m³, wordt de meeste energie verbruikt voor beluchting bij een actiefslibstelsysteem (circa 0,14 kWh/m³) (Plappally & Lienhard V, 2012).

Een andere afvalwaterzuiveringstechniek zoals een membraanbioreactor verbruikt meer energie dan een conventionele afvalwaterzuivering (0,33-0,60 kWh/m³ voor actiefslib vs. 0,41-0,82 kWh/m³ voor membraan), maar heeft wel een kleiner oppervlak nodig en levert een schoner water op (Plappally & Lienhard V, 2012). Constructed wetlands verbruiken meer oppervlak, maar minder energie dan conventionele afvalwaterzuivering (0,09-0,29 kWh/m³). De verblijftijd van water is hier echter wel langer en sturing van het proces is lastig (Plappally & Lienhard V, 2012).

2.2 Terugwin- en besparingsmogelijkheden

2.2.1 Thermische energie

Zoals vermeld in §2.1.1 bevindt de thermische energie voornamelijk bij de gebruiker. Deze thermische energie kan teruggewonnen worden door gebruik te maken van warmtewisselaars. Dit zou al bij de douche of vaatwasser direct kunnen gebeuren, maar ook in de riolering zelf. In combinatie met warmte-koude-opslag kan de gewonnen warmte worden gebruikt wanneer er vraag voor is. Hierbij geldt wel dat een korte afstand tussen de bron en afnemer ervoor zorgt dat de meeste thermische energie uit het water teruggewonnen kan worden.

De thermische energie aanwezig bij de afvalwaterzuivering kan gebruikt worden voor het verwarmen van gebouwen. Naast de verwarmde stroom van de anaerobe vergister kunnen ook andere interne stromen van de afvalwaterzuivering warmte bevatten die gebruikt zou kunnen worden voor verwarming van gebouwen (Elías-Maxil et al., 2014; INNERS PROJECT). Tot slot zou oppervlaktewater kunnen worden gebruikt voor warmte of koude aangezien de warmtecapaciteit van water groot is.

2.2.2 Chemische energie

De chemische energie aanwezig in afvalwater wordt omgezet in methaangas tijdens anaerobe vergisting. Deze techniek is al standaard bij afvalwaterzuiveringsinstallaties en onderzoek richt zich vooral op het optimaliseren van dit proces door bijvoorbeeld het toepassen van thermische druk hydrolyse (Hol et al., 2014).

Door gebruik te maken van alternatieve afvalwaterzuiveringsprocessen, zoals een A/B trap waarbij de A trap bestaat uit een hoog-belaste zuiveringsstap, kan meer organische energie gewonnen worden, waardoor meer biogas geproduceerd wordt. Daarnaast hoeft er minder beluchting plaats te vinden (Inventarisatie AB-Systemen, KWR 2012). Een andere alternatief om deze energie te oogsten is door gebruik te maken van microbial fuel cells welke de chemische verbindingen gebruiken om elektriciteit te produceren. De efficiëntie van deze techniek is echter nog laag (Elías-Maxil et al., 2014).

2.2.3 Operationele energie

De operationele energie is lastig terug te winnen, maar hier kan wel op bespaard worden. Aan de drinkwaterkant hangt de energiebesparing nauw samen met waterbesparing bij de gebruiker (Elías-Maxil et al., 2014). Deze waterbesparingsmogelijkheden worden vooral bij de gebruiker ingezet, zoals bijvoorbeeld een waterbesparende douchekop. Ook het tegengaan van lekkages in de drinkwaterleidingen zal leiden tot energiebesparing, echter is dit in Nederland niet van toepassing omdat er nauwelijks lekkages zijn. Daarnaast zouden energie efficiënte apparatuur, zoals pompen, een besparing op energie kunnen opleveren.

Bij de conventionele afvalwaterzuivering kan energie bespaard worden door efficiënte beluchtingstechnieken. Hierbij kan gedacht worden aan verschillende soorten beluchters, maar ook aan geavanceerde regeltechnieken waarbij de beluchting aangepast wordt op de

verontreiniging in het influent. Hierdoor kan de energiebesparing van beluchting oplopen tot 25% (Elías-Maxil et al., 2014). Tot slot kan door gebruik te maken van warmte uit bijvoorbeeld het effluent, slib gedroogd worden.

Tot slot kan energie gewonnen worden uit water wanneer zich een hoogteverschil voordoet. Door het water een turbine te laten passeren, kan elektriciteit worden opgewekt. Door de relatief geringe hoogteverschillen in Nederland is deze manier van energieopwekking over het algemeen niet rendabel. Uitzondering vormt het beheersgebied van WML in de Provincie Limburg. Zo wordt op pompstation Plasmolen via een turbine energie gewonnen uit de overdruk die ontstaat omdat het hoogteverschil tussen de winplaats en het pompstation 50 meter bedraagt.

2.3 Evaluatie van bestaande praktijkervaringen in de waterketen

In deze paragraaf worden de verschillende gevonden praktijkervaringen op het gebied van water en energie beschreven. Deze zijn uitgesplitst over de drinkwaterketen, afvalwaterketen en buitenlandse initiatieven. Daarnaast zijn de ervaringen verdeeld over de verschillende soorten energie die aanwezig zijn in de waterketen (thermische, chemische en operationele energie).

Vervolgens worden de ervaringen geëvalueerd op basis van de gebruikte technieken en worden projecten geselecteerd voor verdiepende interviews om meer te weten te komen over succes- en kritiekfactoren.

2.3.1 Overzicht bestaande praktijkervaringen

Een overzicht van praktijkervaringen op het gebied van water en energie is weergegeven in Tabel 2-1 t/m Tabel 2-3. Deze ervaringen zijn gevonden in de notulen van de Themagroep Water en Energie, in literatuur en online. De projecten zijn geselecteerd op grond van de volgende criteria:

- Een praktijkervaring vanuit de drinkwaterketen, afvalwaterketen of extern met een vernieuwende component;
- Het project moet een schaalgrootte hebben groter dan labschaal of kleine pilotschaal.

TABEL 2-1 BESTAANDE PRAKTIJKERVARINGEN WATER EN ENERGIE VOOR DE DRINKWATERKETEN

Projectnaam	Betrokken partijen	Gebruikte technieken	Opmerkingen	Bron
Thermische energie				
iDEEGO	Brabant Water, TKI Wartechnologie	WKD in combinatie met WKO	Kleine pilot met als hoofddoel het stabiliseren van temperatuurvariaties in het lokale net via WKD waarmee tegelijkertijd de onbalans in een WKO wordt weggenomen. Er is een koppeling met een hoofdleiding (diameter Ø110 mm) waar relatief weinig water doorstroomt, maar hoog temperatuurverschil.	Themagroep Water en Energie
WKD pilot Eindhoven (in bedrijf)	Brabant Water	WKD	Warmte- en koudelevering uit ruw water via deelstroom. Klant heeft zelf warmtepomp in beheer. T-toename af productielocatie is beperkt tot 0,5 °C.	Themagroep Water en Energie
Dierentuin Emmen (in ontwikkeling)	Dierentuin Emmen, WMD (Equa)	WKD	Warmtelevering uit drinkwater via reinwaterkelder. Grote vermogens voor dierentuin, theater, gemeentehuis en woonzorgsysteem. Klanten hebben zelf warmtepomp in beheer.	Themagroep Water en Energie, State-of-the-art, KWR, 2014
Hoogeveen (in bedrijf)	Verzorgingshuis, school, WMD (Equa)	WKD	1 MW warmte- en koudelevering uit drinkwater via deelstroom uitgaande reinwater.	Themagroep Water en Energie, State-of-the-art, KWR, 2014
Europapark Groningen	Gemeente Groningen & Waterbedrijf Groningen	WKO	Gemeente en WbGr zijn aandeelhouders van de BV die is opgericht. Het is gericht op bedrijventerrein en grondwater wordt gebruikt	Themagroep Water en Energie
Schiphol WKD (stopgezet)	Waternet, Schiphol	WKD in combinatie met WKO	Opladen van een ring van WKO's met winterkoude uit WRK-leiding (ruwwater) ten behoeve van bedrijfsgebouwen. Stopgezet vanwege financiering in relatie tot terugverdientijd. Daarnaast focus op alleen koudebehoefte, waar andere behoeftes ook hadden moeten worden meegenomen.	Themagroep Water en Energie
Plantage de Sniep Diemen (in	Waternet, Eneco	WKD in combinatie met WKO	Opladen van een WKO met zomerwarmte uit een transportleiding Ø 800 drinkwater ten behoeve van een	Info Waternet

ontwikkeling)			woonwijk.	
Bloedbank Sanquin Amsterdam	Waternet	WKD in combinatie met WKO	Koeling gebouw Sanquin via opladen van WKO-installatie met koude uit hoofdleiding drinkwater in de winter. Haalbaarheidsstudie is positief afgerond. PvE en ontwerp zijn opgesteld.	Themagroep Water en Energie
Mijnwaterproject	WML	WKD	Warmte/koude uit ruw water. Dit project zou risico's hebben meegebracht en is niet doorgegaan.	Themagroep Water en Energie
Almere	Vitens	WKD	Uiteindelijk niet gerealiseerd omdat Vitens focus teruglegde naar primaire taak	State-of-the-art, KWR, 2014
EVA-Lanxmeer Culemborg (in bedrijf)	Thermo Bello (Vitens)	WKD	Warmtelevering uit reinwaterkelder aan woonwijk Lanxmeer. In 2004 tot stand gekomen met nieuw drinkwaterpompstation en definitief warmtestation. Warmtenet in beheer van bewoners.	State-of-the-art, KWR, 2014
Zwembad 'De Vallei' en CSV/ROC A12 Veenendaal (in bedrijf)	Vitens	WKD	Ongeveer 20 % van het ruw grondwater wordt via een ringleiding omgeleid naar een warmtewisselaar. Warmte voor zwembad en koudelevering aan twee scholencomplexen. Aardgasverbruik zwembad is gehalveerd, maar elektriciteitsverbruik warmtepomp is toegenomen. Dicht bijeen gelegen (zeer lokaal). Systeem zou zich in 10 jaar tijd terugverdienen.	State-of-the-art, KWR, 2014
Campus Universiteit Twente	Universiteit Twente	WKO	Diep waterlichaam gegraven om koelcapaciteit uit het diepe deel van waterlichaam te kunnen winnen	State-of-the-art, KWR, 2014
Groningen Europapark en binnenstad (in bedrijf)	Warmtestad BV (Waterbedrijf Groningen en Gemeente Groningen)	WKO	Realisatie grootschalige WKO projecten in Groningen	Themagroep Water en Energie
Uilenstede (in bedrijf)	Waternet	Douche WTW	Pilot met 100 douches waarbij warmtewisselaars zijn geïnstalleerd. Tien hiervan worden intensief gemonitord.	State-of-the-art, KWR, 2014, Themagroep Water en Energie
Calorics	Waternet	Uitwisseling thermische energie	Voorkoming van opwarming drinkwaternet door nuttig gebruik van aanwezige thermische energie. Maatregelen zijn meer gebruik distributienet, dieper leggen leidingen en warmtewisseling met WKO.	Themagroep Water en Energie

Cothen	Vitens	WKD	Warmte- en koudelevering aan scholencomplex vanuit ruw grondwater. Ruw water warmt niet verder op dan tot 14 °C.	Themagroep Water en Energie
Chemische energie				
Methaanopvang (stopgezet)	Brabant Water	Methaanopvang vanuit beluchtings- en ontgassingstoren	Stopgezet vanwege probleem met afstemming beschikbare capaciteit van het apparaat en (relatief geringe) hoeveelheid methaan op locatie.	Themagroep Water en Energie
Methaanopvang (in bedrijf)	Vitens	Methaanopvang vanuit beluchtings- en ontgassingstoren	Spannenburg. 1,8 miljoen kubieke meter aardgas-equivalenten te winnen. Voldoende voor zo'n 1250 huishoudens. Met vacuümontgassing is het mogelijk meer dan 90% van het methaan aan het water te onttrekken en winbaar te produceren.	www.vitens.nl
Operationele energie				
Energieterugwinning opjaagstation (Kaatsheuvel)	Brabant Water	Energieterugwinunit	Begin 2015 heeft Brabant Water dit laten doorrekenen. Status onbekend	Themagroep Water en Energie
Energiewinning uit hoogteverschillen	WML	Energiwinunit	Via een turbine wordt jaarlijks 50 MWh aan energie gewonnen door een hoogteverschil van 50 meter tussen winplaats en pompstation.	Themagroep Water en Energie
Energiebesparing	Brabant Water	Besparing	Hostbesturing, prognosebesturing, drukoptimalisatie en optimalisatie hogedrukpompen.	Duurzaamheidsverslag 2011
Serious Game (in ontwikkeling)	Vitens	Website/applicatie	Door middel van een spel wordt getracht het waterverbruik tijdens piekuren omlaag te brengen. Leeuwarden wordt proeftuin.	Themagroep Water en Energie
Overig				
Waterspaarders	Vitens	Website	Bewustwording stimuleren over watergebruik, gedrag aan te passen en dialoog te openen.	Themagroep Water en Energie www.waterspaarders.nl
Vitens waterwerkers	Vitens	Website	Verkoop van producten en diensten t.b.v. water en energiebesparing.	Themagroep Water en Energie www.vitenswaterwerkers.nl

TABEL 2-2 BESTAANDE PRAKTIJKERVARINGEN WATER EN ENERGIE VOOR DE AFVALWATERKETEN (INCLUSIEF RIOLERING)

Projectnaam	Betrokken partijen	Gebruikte technieken	Opmerkingen	Bron
Thermische energie				
Bedum restwarmte (in bedrijf)	Waterschap Groningen, Friesland Campina, Zwembad Bedum	Riothermie	7 jaar geleden verkenning begonnen, 1 september 2015 in bedrijf. Risico rond levering rioolwater leidde bijna tot afketsen, de zuivelfabriek geeft geen garanties. WGr is bereid risico op zich te nemen.	Themagroep Water en Energie
Groningen (in ontwikkeling)	Waterbedrijf Groningen, Gemeente Groningen	Riothermie	Warmtevoorziening van een groot aantal flats (10.000 woningen). Uitdaging is meekrijgen van alle gebruikers. Interne discussie over rol drinkwaterbedrijf.	Themagroep Water en Energie, Gemeente Groningen
Zwembad Kwekelstijn Rosmalen (in bedrijf)	Gemeente 's Hertogenbosch, Spark	Riothermie	Riothermie rioolbuizen over een lengte van 150 meter voorzien een zwembad van warmte.	http://www.bosscheenergieconvenant.nl/projecten/
Verwarming zwembad Raalte	INNERS, Waterschap Groot Salland	Warmtewisselaar bij effluent AWZI	Effluent wordt afgekoeld en zwembadwater wordt opgewarmd. Installatie kost meer elektriciteit, maar minder gas waardoor 137 ton CO ₂ reductie wordt behaald.	http://inners.eu/project/waterboard-groot-salland-sustainable-swimming-pool/?t=ts
Decentraal warmtenet	INNERS, Wupperverband (Duitsland)	Warmteopvang en transport van vergisting	Het warmteoverschot van de vergisting op de AWZI wordt gebruikt voor het verwarmen van de gebouwen op het terrein en andere huishoudens. Dit gebeurt ook in Breda bij RWZI Nieuwveen en in Apeldoorn bij de RWZI.	http://inners.eu/project/wupperverband-waste-water-treatment-plan-buchenhofen/?t=ts
Chemische energie				
Biogasproductie	Diverse Waterschappen	Vergisting	Slib wordt omgezet in biogas door middel van vergisting. Dit biogas wordt meestal hergebruikt voor de verwarming van de	www.efgf.nl

Energiefabriek Groen gas Beverwijk	Waterschap Hollands Noorderkwartier	Groen gas opwerkingsinstallatie	vergisting. Daarnaast kan ook de warmte hergebruikt worden. Hiervoor worden warmtekrachtkoppeling-installaties gebruikt. Het geproduceerde biogas wordt verwerkt in een groen gas installatie. Hierbij wordt groen aardgas en zuiver CO2 geproduceerd. Het groene aardgas gaat naar auto's en het openbare gasnet.	Energiefabriek
Energiefabriek Apeldoorn	Waterschap Vallei & Veluwe, Gemeente Apeldoorn, Essent	Vergisting & Elektriciteitsopwekking, TDH installatie en grondstofterugwinning Struvietinstallatie	Op de RWZI wordt rioolslib van de RWZI Apeldoorn, enkele andere RWZI's van het Waterschap en extern slib van bedrijven vergist onder hoge druk en hoge temperatuur, wat de biogas productie verhoogt. Het biogas wordt omgezet in groene elektriciteit (voor 1300 huishoudens) en warmte (biowarmte). Deze warmte wordt gebruikt om tapwater en woningen (283 in totaal) te verwarmen in de wijk Zuidbroek in Apeldoorn.	http://efgf.nl/projecten/energiefabriek-apeldoorn http://www.vallei-veluwe.nl/werk-uitvoering/innovaties-0/energiefabriek/
Energiefabriek Olburgen	Waterschap Rijn & IJssel, Aviko, Waterstromen	Vergisting	Het geproduceerde biogas gaan naar Aviko in Steenderen waar het gebruikt wordt voor het productieproces.	http://www.efgf.nl/projecten/energiefabriek-olburgen
Energiefabriek RWZI Oijen	Waterschap Aa en Maas, Waterschap De Dommel, STOWA, SNB, Procédé Biomass, Electro Thermal Processing, TKI Gas	Superkritisch vergassen	Het zuiveringsslib wordt superkritisch vergast, wat inhoudt dat er het onder een druk van 600 bar en bij een temperatuur van 300 °C wordt omgezet in direct brandbare gassen, zoals H2. Dit project wordt eind 2018 afgerond.	http://www.efgf.nl/projecten/rwzi-oijen
Energiefabriek TDH Venlo	Waterschap Limburg, GMB & Sustec Consultancy	Thermische drukhydrolyse, Turbotec	Het slib wordt uitgebreider verwerkt door een thermische hydrolyse stap toe te voegen. Hierdoor wordt meer biogas geproduceerd wat in warmte en elektriciteit wordt omgezet. De thermische drukhydrolyse wordt sinds 2012 toegepast en is ook opgestart in Apeldoorn	Energiefabriek http://www.kiemt.nl/de-eerste-energiefabriek-van-nederland-met-terugwinning-van-grondstoffen/
Slib leeftijd afhankelijk van temperatuur	Waterschap Roer en Overmaas, Waterschap		Doordat de groei van nitrificerende bacteriën (langzaamst groeiende) afhankelijk is van temperatuur, kan de slib leeftijd in de zomer verkort worden wat resulteert in efficiëntere	Best practices for Sustainable Urban Water Cycle Systems, TRUST 2012. http://www.trust-

	Hollandse Delta en Waterschap Vallei en Eem		beluchting. In de verschillende testen is 5 tot 20 % minder energie verbruikt.	i.net/downloads/index.php?idesc=67
Operationele energie				
Sharon/Anammox	Waterschap Hollandse Delta	SHARON/ Anammox	Energiezuinige nitraatverwijdering met de anammox bacterie. Met hetzelfde energieverbruik werd 500 kg N per dag extra verwijderd door behandeling van het vergister effluent.	Best practices for Sustainable Urban Water Cycle Systems, TRUST 2012. http://www.trust-i.net/downloads/index.php?idesc=67
Cenirelta	Waterschap Hollandse Delta, Paques, STOWA	Koude anammox	Anammox is toegepast op de hoofdstroom van de RWZI in Dokhaven, Rotterdam in een pilot opstelling. De resultaten gaven aanleiding om het uit te breiden naar de hoofdstroom. Door toepassing van anammox kan bespaard worden op beluchtingsenergie en is minder organisch materiaal nodig.	STOWA 2013-39 http://cenirelta.stowa.nl/?pld=2509
DEMON reactor	INNERS Waterschap Vallei & Veluwe	Anammox	Door het effluent water van de slib ontwatering te behandelen met Anammox kan meer stikstof verwijderd worden. Hierdoor hoeft er minder stikstof worden omgezet in het actief slib waardoor minder organisch materiaal nodig is. Deze vermindering kan in primaire bezinking worden verwijderd en vergist wat resulteert in meer biogas productie. Bij WSHD wordt er rejectwater behandeld door middel van "koude" annamox	http://inners.eu/project/waterboard-vallei-eem-implementation-of-the-anammox-technology/?t=ts
Energieterugwinning bij gemalen	Deltares, RWS Noord-Holland	Tocado molens	Winning van vrije stromingsenergie oppervlaktewater gemalen IJmuiden	http://www.innoverenmetwater.nl/2348
Energie efficiëntie	Waterschap Hollandse Delta	Plaatbeluchters	Door striktere lozingseisen moest de zuivering efficiënter verlopen. Door de fijne bubbel beluchters te vervangen door energie efficiëntere plaatbeluchters verliep de zuurstof overdracht beter zonder meer energie te verbruiken	Best practices for Sustainable Urban Water Cycle Systems, TRUST 2012. http://www.trust-i.net/downloads/index.php?idesc=67
ISA project	Waterschap Hollandse Delta, TU Delft, Deltares, Gemeentes Hoeksche Waard	Meet- en regeltechnieken	Meetapparatuur is aangebracht bij overstorten, eindgemalen en zuiveringen. Door de verzamelde gegevens kon de zuiveringsketen beter worden aangestuurd.	http://www.wshd.nl/common/watersysteem/isa-hoeksche-waard.html http://www.wshd.nl/nieuws/2014/12/waterketen-slim-betaalbaar-en-robust.html

Overig				
Green deal	Rijk en waterschappen	Beleidsstuk	In een eerdere Green Deal Energie (2011) spraken de waterschappen al met het Rijk af meer biogas te produceren, door rioolwaterzuiveringsinstallaties om te bouwen naar 'energiefabrieken'. De nieuwe Green Deal stimuleert daarnaast toepassing van andere vormen van duurzame energieopwekking, zoals windenergie, zonne-energie, warmte- en koudeopslag en waterkracht. Doel is in 2025 energieneutraal te worden. De nieuwe Green Deal Energie is een volgende stap in de uitvoering van het SER Energieakkoord, waarin is afgesproken dat de waterschappen in 2020 voor 40% in het eigen energieverbruik zullen voorzien. Naast energieopwekking wordt volop ingezet op energiebesparing.	https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2016/03/21/waterschappen-en-rijk-ondertekenen-green-deal-energie
Hoom	Alliander	Klantbewustwording	Hoom is een initiatief van energienetwerkbedrijf Alliander. Alliander wil bijdragen aan de verduurzaming van de Nederlandse woningvoorraad door energiebesparing op de netten te realiseren. Het energiezuiniger maken van woningen leidt tot lagere pieken in de belasting van het net waardoor lagere stroom- en (vervangings-)investeringen nodig zijn.	http://www.maakjehuishoom.nl/
Optimalisatie tool	INNERS, LIST, Wupperverband, University of Luxembourg, SIDEN	Software tool	De tool monitort energieverbruik van de AWZI en op basis van data en literatuur geeft het informatie aan plant operator.	http://inners.eu/project/crp-henri-tudor-wupperverband-university-of-luxembourg-siden/?t=ts

TABEL 2-3 BESTAANDE PRAKTIJKERVARINGEN WATER EN ENERGIE UIT HET BUITENLAND (SELECTIE)

Projectnaam	Betrokken partijen	Gebruikte technieken	Opmerkingen	Bron
Thermische energie				
Oppervlaktewater koeling (Canada)	Toronto Waters	WKD	Koude wordt uit een meer gehaald waarmee gebouwen gekoeld worden. Dit reduceert de air-conditioning energie consumptie met 90%.	Venkatesh et al., (2014)
VLARIO	INNERS	Riothermie	Door warmtewisselaars wordt de warmte van het rioolwater gebruikt voor het verwarmen van huizen. Hierbij worden 93 huizen in een appartementencomplex verwarmd en de verwachting is dat het 175 MWh per jaar bespaard.	http://inners.eu/project/vlario/?t=ts
Zonneboiler	Kirklees Council	Zonnecellen in combinatie met een boiler	Een zonneboiler gebruikt de energie van de zon om water op te warmen wat gebruikt wordt in huishoudens.	Wang et al., 2009
Dewsbury neighbourhoods (Groot-Brittanië)		Warmtewisselaars	Het verwarmen en afkoelen van huizen gebeurt door uitwisseling met lokale hemelwater drainage systemen. Vijf installaties zijn in nieuwe huizen gebouwd welke door Yorkshire Housing Association zullen worden verhuurd. Er wordt verwacht dat de gasconsumptie met 90% zal dalen en het elektriciteitsverbruik met 48%.	http://inners.eu/project/kirklees-council-and-university-of-bradford/
Buchenhofen WWTP (Duitsland)		Thermisch energieoverschot van anaerobe vergister	Het overschot van de thermische energie die vrijkomt bij de vergisting van het zuiveringsslib van een RWZI wordt gebruikt om huizen en gebouwen te verwarmen. De bestaande infrastructuur wordt hiervoor vergroot. Hierdoor wordt verwacht jaarlijks 120.000 liter brandstof en 18.000 liter propaan gas te besparen	http://inners.eu/project/wupperverband-waste-water-treatment-plan-buchenhofen/?t=ts
Chemische energie				
Exelys (Frankrijk)	European Metropole of Lille	Thermische hydrolyse van slib	Exelys maakt het mogelijk om door thermische hydrolyse toe te passen meer biogas uit slib te winnen. De thermische hydrolyse en anaerobe vergisting vinden in dezelfde reactor	http://inners.eu/blog/installations-heat-recovery-done/ http://technomaps.veoliawatertechnologies

			plaats. Hierdoor wordt 30 tot 50% meer biogas geproduceerd en 25 tot 35% minder droge stof.	com/exelys/en/
Operationele energie				
Hydropower	Statkraft (Noorwegen) Iha (international hydropower association) (China) Swiss Federal Office of Energy (SFOE) (Switzerland)	Turbines	Door turbines in de stroming van water te plaatsen kan energie worden geproduceerd. Hierbij wordt vaak ook een bergingsplaats voor water gemaakt zodat de energie ook opgeslagen kan worden. Hierbij zijn hoogteverschillen van belang om een hoge energie efficiëntie te behalen.	http://www.statkraft.com/energy-sources/hydropower/ https://www.hydropower.org/country-profiles/china
Overig				
Save water	Yorkshire Water	Waterbesparings- technieken	Yorkshire Water biedt verschillende waterbesparende technieken aan. Hieronder valt een techniek om het douchewater te beperken tot 8 liter warm water per minuut, een techniek om 1,2 liter water te besparen bij toiletspoeling en een techniek om 70% kraanwater te besparen. Daarnaast worden water meters aangeboden en verschillende water besparingstips.	https://www.yorkshirewater.com/savewater#ls2

2.3.2 Evaluatie overzicht bestaande praktijkervaringen

2.3.2.1 Praktijkervaringen drinkwaterketen

Energie gerelateerde projecten van de drinkwatersector zijn voornamelijk gericht op thermische energie en uiten zich in WKO/WKD projecten. Tabel 2-1. van het drinkwaterdeel laat zien dat 14 van de 20 geïnventariseerde drinkwaterprojecten WKO/WKD zijn.

Technieken toegepast voor energieopwekking, -besparing en/of -terugwinning in het drinkwaterdeel van de waterketen zijn:

Thermische energie:

- Warmte en Koude Opslag (WKO);
- Warmte en Koude uit Drinkwater (WKD);
- Warmteterugwinning (warmtewisselaars, douches).

Chemische energie:

- Methaanopvang grondwaterwinning.

Operationele energie:

- Hoog rendement equipment (HR pompen);
- Voorlichtingscampagnes (energiebesparing).

2.3.2.2 Praktijkervaringen afvalwaterketen

De afvalwaterketen projecten beschreven in Tabel 2-2 zijn voornamelijk gericht op chemische energie in de vorm van vergisting. Deze bestaande praktijkervaringen vallen voornamelijk onder de verzamelnaam Grondstoffen- en Energiefabriek waarbij de waterschappen zijn aangesloten. Ook het INNERS project, uitgevoerd door een groot consortium van private bedrijven, waterschappen en overheidsinstellingen, heeft veel projecten opgeleverd op het gebied van energietrugwinning.

Technieken voor energieopwekking, -besparing en -terugwinning in het afvalwaterdeel van de waterketen zijn:

Thermische energie:

- Warmte uitwisseling effluent afvalwaterzuiveringsinstallatie;
- Warmte uitwisseling vergistingsinstallatie;
- Riothermie.

Chemische energie:

- Vergisting (Thermische Druk Hydrolyse, Groen gas opwerkingsinstallatie).

Operationele energie:

- Anammox;
- Voorlichtingscampagnes (energiebesparing);
- Bindende Duurzaamheidsdoelstellingen (beleidsstukken, energiebesparing);
- Hoog rendement equipment (plaatbeluchters, HR pompen).

2.3.2.3 Praktijkervaringen waterketen buitenlandse projecten

Voor bestaande praktijkervaringen in de waterketen in het buitenland is voornamelijk gekeken naar andere technieken die (nog) niet in Nederland zijn toegepast. Deze energieteerugwinning- en -opwekkingsprojecten zijn voornamelijk gericht op duurzame energie opwekking zoals zonne-energie en hydropower. Daarnaast wordt ook gebruik gemaakt van de thermische energie door middel van warmtewisselaars en geothermie of van operationele energie door besparingsprojecten.

2.3.2.4 Overzicht gebruikte technieken voor water en energie

Wanneer de praktijkervaringen van de verschillende delen van de waterketen worden geëvalueerd, kan opgemerkt worden dat de gebruikte technieken voor energieteerugwinning veelal gericht zijn op thermische energie. Hierbij wordt voornamelijk gebruik gemaakt van WKO installaties en/of warmte wisselaars. De WKO installaties worden met warmtewisselaars gekoppeld aan leidingnetwerken (WKD installaties), bij zowel de drinkwaterketen als de afvalwaterketen. De koude vraag is vaak beter te vermarkten dan de (rest) warmte vraag. Dit komt omdat warmte vaak een rest product is en er de juiste afnemers (bijvoorbeeld een senioren flat of een warmte vrager) in de buurt moet zitten. Terwijl koude energie vaak wordt gevraagd door verschillende bedrijven (industrie, datacenters, supermarkten etc.).

Veel waterschappen wekken energie op door gebruik te maken van aanwezige chemische energie. Deze zogenoemde energiefabrieken zijn biovergistingsinstallaties of thermische drukhydrolyse (TDH) installaties waarbij onder hoge druk en temperatuur biomassa wordt omgezet in biogas.

De operationele energie wordt bespaard door toepassing van hoog-rendement apparatuur. Bij gemalen hoog-rendementspompen of communicatieapparatuur die kan communiceren tussen gemalen en vervolgens wordt in geleidelijke toerentallen het water weggepompt. Dit zorgt voor minder piekbelasting en ook minder energieverbruik (gemeente Rotterdam, ISA project).

2.3.3 Geselecteerde projecten voor verdiepende interviews

Om een goed inzicht te krijgen in de succes- en kritiekfactoren van verschillende water en energie praktijkervaringen, zijn enkele projecten uitgekozen voor een verdiepend interview.

TABEL 2-4 INTERVIEWLIJST BESTAANDE PRAKTIJKERVARINGEN WATER EN ENERGIE BIJ DRINKWATERSECTOR

Bedrijf	Naam	Functie	Project(en)
WMD	Henk Brink	Manager Watervoorziening en Omgeving	WKD Emmen, Hoogeveen
Waterbedrijf Groningen	Theo Venema	Projectmanager Energie en Water	Geothermie Groningen
Brabant Water	Eric van Griensven	Hoofd Zakelijke Markt	WKO Breda, WKD Eindhoven
Vitens	Louis Brussee	Specialist Energiebesparing en Duurzaamheid	WKD Veenendaal, WKD Culemborg, WKD Cothen en WKD Zutphen
Waternet	Stefan Mol	Onderzoeker	WKD Bloedbank Sanquin, WKD Schiphol, WKD plantage de Sniep

Hierbij zijn eerst mensen uit de drinkwatersector geïnterviewd, waarna in overleg met de Themagroep verschillende mensen uit andere sectoren zijn bevraagd. Voor de drinkwatersector betrof het de mensen genoemd in Tabel 2-4.

Na het afronden van de interviews over de bestaande praktijkervaringen in de drinkwatersector zijn projecten uit andere sectoren geselecteerd voor een interview. Hierbij zijn niet alleen naar projecten uit de afvalwaterketen gekeken, maar ook naar andere stakeholders in projecten. Op deze manier zouden andere barrières of succes- en kritiekfactoren aan het licht kunnen komen, wat de drinkwaterbedrijven zelf niet meemaken. De verschillende bedrijven en projecten die zijn geïnterviewd zijn vermeld in Tabel 2-5.

TABEL 2-5 INTERVIEWLIJST BESTAANDE PRAKTIJKERVARINGEN WATER EN ENERGIE ANDERE SECTOR DAN DRINKWATER

Bedrijf	Naam	Functie	Project(en)
Alliander DGO	Theo Voskuilen	Senior Business Ontwikkelaar	Warmte-koude uit Ruwwaterleidingen, Eerbeek papierfabriek
Waterschap Rijn en IJssel	Coert Petri	Hoofd zakelijke markt, projecten buiten de drinkwaterketen	Grondstoffen en Energie fabriek
Gemeente Rotterdam	Jason Zondag, Ronald van Kampen, Roland van Rooijen	Stadsbeheer – Water Beheerder Gemalen	Zuinige motoren rioolgemalen, Gemaal van de toekomst, RINEW project, Hart op zuid
IF-Technology	Barry Scholten	Business developer energie en waterbeheer	Smart Polder

3 Verkenning procesfactoren van praktijkervaringen

3.1 Interviews over geselecteerde projecten water en energie

Door middel van interviews is een aantal projecten verder geanalyseerd om inzicht te krijgen in de kritieke succes- en faalfactoren. De geselecteerde projecten zijn vermeld in §2.3.3 en betreft projecten in de drinkwatersector en daarbuiten.

Er is gewerkt met een gestandaardiseerde vragenlijst, waarin onder andere de volgende vragen aan de orde kwamen:

- Welke partijen zijn bij de initiatieven betrokken?
- Hoe was de rolverdeling geregeld?
- Wat is de rentabiliteit van de praktijkervaringen op het project, d.w.z. heeft het opgeleverd wat men er van had verwacht?
- Wat benoemt men als kritieke succesfactoren?
- Welke barrières heeft men ervaren in het proces?
- Wat zijn de belangrijkste procesvalkuilen?

Naar aanleiding van deze interviews zijn de succes- en kritiekfactoren van een project vastgesteld. Voor ieder interview zijn deze factoren weergegeven in Tabel 3-1.

TABEL 3-1 FACTOREN PROCESVERLOOP PROJECTEN WATER EN ENERGIE

Thermische energie					
Project	Betrokkenen	Kritieke succesfactoren	Barrières	Rentabiliteit	Verbreiding waterketen
Geothermie Groningen warmtestad	Waterbedrijf Groningen en gemeente Groningen	Bekend met technologie en nauw verwant met core business Heldere doelstellingen en een duurzaamheidsmissie Lokale Kennis	Discussie met partners en binnen het bedrijf geeft veel vertraging van het project Kerntakendiscussie Heldere visie of verbreding van "core business"	10-20 jaar terugverdiendtijd	Na dit project: combinaties met andere plannen bij de partners, belangstelling bij WO en HBO instituten nu veel onderzoeksstudenten op de projecten. Mogelijk voor andere waterbedrijven vanuit hun rol als nutsbedrijf
Eerbeek Papierfabriek	Alliander DGO en Industriewater Eerbeek en afnemer Biogas	Alle benodigde partijen zijn in de samenwerken betrokken: aanbieder van energie; afnemer van energie; verhandelaar van energie; transporteur van energie. Sluitende business case Langdurige samenwerkingsperspectieven Lange afschrijvingstermijnen		Sluitende business case.	
Ruwdrinkwaterleidingen voor koeling	Alliander en Waternet	Langetermijn samenwerkingsperspectieven.	Geen sluitende business case Geen afnemer.	Zonder subsidie niet rendabel op warmte-overdrachtsprojecten.	Samenwerking tussen aanbieder en afnemers

WKD-projecten Emmen dierentuin en Hoogeveen	WMD, Dierentuin Emmen, gemeente Hoogeveen	Vragende partij (koudevraag) aanwezig. Rugdekking vanuit eigen organisatie Goed projectmanagement met ambitie en doorzettingsvermogen Andere "mindset" dan huidige cultuur binnen drinkwaterbedrijf	Wegvallen van rugdekking vanuit eigen organisatie gedurende project (potentiële barrière) Geen korte termijn investeringen/projecten Eén afnemer zorgt voor risico indien deze wegvalt Cultuuromslag Wettelijke scheiding van levering energie en water als kerntaak Wettelijke barrière: het gebruik van drinkwaterleiding als distributienetwerk (fluoride) Risico van nagroei in water WKO niet mogelijk in aanwezigheid grondwaterbeschermingsgebied	Contract van 20-25 jaar	Samenwerking met afnemer (dierentuin) en leverancier
WKD-project Eindhoven	Brabant Water, Gemeente Eindhoven	Motivatatie bij deelnemers was groot Er waren een vragende partner en een leveringspartner. Heldere visie op de toekomst (transportmiddel drinkwaternet voor energie) Basiskennis van water en business Beslissingen durven nemen Goede en tijdige communicatie WKD-projecten met meer koudevraag dan warmtevraag en met een laag risicoprofiel	Trage besluitvorming door lange interne discussie, bestuurlijke vertraging Geen beslissing durven nemen Hoge initiatiekosten Leer denken vanuit kansen niet uit risico's (risicomijdend gedrag) Er is minder vraag naar warmte levering dan naar koude energie (economisch)	Langer dan 10 jaar terugverdientijd	
WKD-project Bloedbank Sanquin	Waternet, Bloedbank Sanquin	Enthousiasme, vertrouwen vanuit de organisatie Trekker voor het project	Wisseling van projectmanagers (Schiphol) Korte afschrijftermijn (korter dan 10 jaar waardoor business case niet sluitend was)	30 jaar met afschrijving van koelsystemen die na	
WKD-project Schiphol		Betrouwbare partner met langetermijnvisie (publiek) Koudevraag is goed te vermarkten Gezamenlijke maatschappelijke visie	Geen wederzijds vertrouwen in de partner Geen technische kennis aanwezig bij partners	15 jaar vervangen moeten worden	

WKD-projecten Veenendaal, Cohen, Culemborg	Gemeenten, Vitens	Goede samenwerking Kans door aanwezigheid infrastructuur Duidelijke visie rol waterbedrijf met uitgangspunten kwaliteit en veiligheid Beperkte schaal Goede communicatie over het gebruik Duurzaamheid als leidend criterium	Geen "core business" van Vitens Onduidelijkheid gevolgen voor de klant Afwachtende houding Geen overeenkomst getekend Geen evaluatie Geen nulmeting uitgevoerd Goed projectmanagement ontbreekt Interne proces: onvoldoende kennis van zaken Veel onderzoeken, maar weinig resultaat Verkeerde personen op de taak Structurele factoren: gedeeld eigenaarschap tussen assetmanagement, ontwerp en aanleg, winnen en zuiveren. Als partners niet goed samenwerken, ontstaan problemen. Wettelijk zijn nutstaken energie en water gescheiden	Meestal terugverdientijd van 7 jaar, maar niet altijd formeel vastgelegd.	Hangt van grootte van waterbedrijf af en aanwezige expertise.
Hart op Zuid	Gemeente Rotterdam, Evides, Stedin, woning coöperaties	Communicatie bij alle projectpartners	Gemeente Rotterdam mag en kan zich niet mengen in levering van warmte aan gebouwen (juridische barrière) Concessie-structuur aan lokale netbeheerder vormen een probleem (scheiding neutrale publieke positie gemeente op energiemarkt vs. inmenging in warmteterugwinning in riothermie)		
Chemische energie					

RINEW project Rotterdam Innovative Nutrients Energy and Watermanagement	Gemeente Rotterdam, Waterschap Hollandse Delta, Hoogheemraadschap Delfland waterbedrijf Evides	Duidelijkheid projectpartners over klimaatneutraliteit/verduurzamingsdoelen	Veel partners dus trage beslissingsstructuur	n.v.t. pilot gestart in 2015 nog geen terug verdien tijd bekend	De gehele keten is vertegenwoordigd
Energie en Grondstoffen fabriek (EFGF)	Alle waterschappen	Uitdagende duurzaamheidsdoelstelling, anders alleen "laaghangend fruit" Ambitie tonen	Veel spelers, kan belemmerend werken in de communicatie Gunfactor is essentieel niet alleen eigenbelang Tunnelvisie van ieders eigen rol Verouderde wetgeving Hygiëne voorschriften fecaal afval (gericht op verbranden i.p.v. hergebruik/nuttige toepassing) Wetgeving publiek, privaat levering energie Imagoprobleem om van poep energie maken	6 tot 7 jaar	Grondstoffenfabriek kan de gehele waterketen verbinden
Olburgen	Waterschap Rijn en Ijssel, Aviko	Wedstrijdsfeer binnen netwerkgroep EFGF Communicatie en marketing voor draagvlak project en om onder aandacht te brengen Sfeermakers binnen het team, cohesie is belangrijk Strak geleide bijeenkomsten en goede planning Vertrouwen in projectpartners			
Operationele energie					
Zuinige motoren rioolgemalen, Gemaal van de toekomst	Gemeente Rotterdam			Rendement 95%, terugverdiëntijd DWA pompen 6 jaar, RWA pompen 8/9 jaar	

Smart Polder Gemalen (o.a. Arnhem, Wageningen)	Waterschap Rivierenland	Afnemende partij van opgewekte energie	Juridische barrières: Geen regelgeving op het gebied van koude-lozing; Gemalen worden ingezet voor zaken die buiten hun oorspronkelijke doelstelling vallen; Partijen gaan andere rollen spelen dan hun oorspronkelijke rol(waterschap wordt energiebedrijf).	Gemaal Wageningen: 8 jaar Lake-source-project voor kippenboerderij: 1 jaar.	Mogelijkheden voor toepassing in ruwwatersystemen. Wordt veel water rondgepompt waar vooral koude uit gewonnen kan worden. Hoofdwatersysteem (rivieren, meren) is ook een interessant doelgebied.
Celsius (monitoren van warmte- en koudesysteem)	Gemeente Rotterdam, Eneco	Celsius is een monitoringssysteem wat warmte en koude installaties monitort. Het koudedeel van het systeem was innovatief, dus daar zijn veel meer sensoren in geplaatst, wat monitoring makkelijker maakt. En er dus operationeel veel beter gestuurd kon worden.	Moeilijk om gegevens van andere partijen te gebruiken.	n.v.t.	

3.2 Analyse interviews procesfactoren van praktijkervaringen

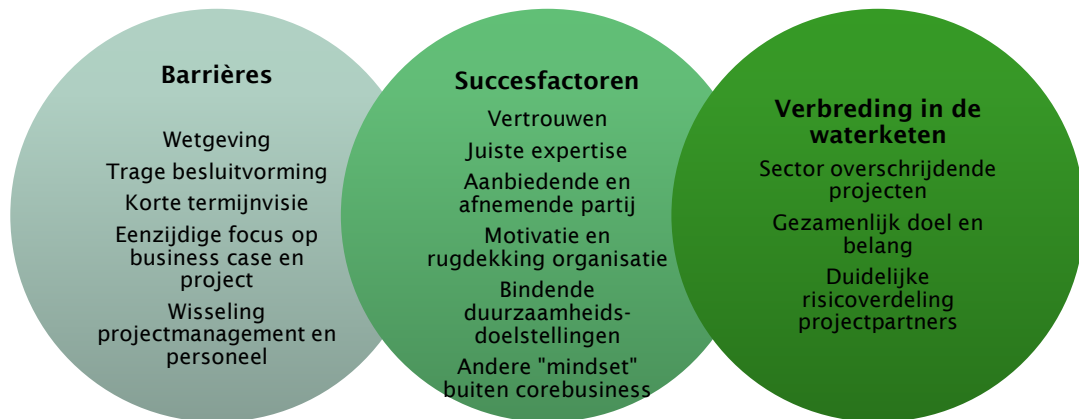
Tijdens de verschillende interviews zijn vaak dezelfde factoren genoemd die van belang waren voor het verloop van het proces. Een overzicht van deze factoren is gegeven in Tabel 3-2 en is gebaseerd op de factoren genoemd in Tabel 3-1.

TABEL 3-2 OVERZICHT FACTOREN PROCESVERLOOP BESTAANDE PRAKTIJKERVARINGEN

Kritieke succesfactoren	• Duurzaamheidsdoelstellingen • Motivatie en rugdekking vanuit eigen organisatie • Duidelijke risico verdeling projectpartners • Vertrouwen in het project • Meekrijgen spelers binnen het project • Aanbieder en afnemende partner • Goed projectmanagement en doorzettingsvermogen, • Andere “mindset” binnen bedrijfscultuur: verder naar buiten kijken en denken
Kritieke barrières	• Lange termijn visie • Afstemming onderlinge projectpartners (warmte/koude vraag) • Wetgeving, (juridische barrières, publieke partijen recht om energie te leveren) • Verantwoording duurzaamheid niet wettelijk bij private partijen (aannemers, kansen onbenut) • Wisseling van projectmanagers tijdens project • Bestuurlijke vertraging, (risicomijdend gedrag) • Uitgangspunten die niet wetenschappelijk zijn onderbouwd (bijvoorbeeld toegestane temperatuur verhoging) • Geen sluitende financiële business case ○ Denkend vanuit economie i.p.v. toekomstperspectief ○ Korte termijnvisie ○ Bestaande (nog niet afgeschreven) activa
Verbreiding in de waterketen	• Eenzijdige focus op het project • Met verschillende projectpartners in verscheidende sectoren (energieleverancier, leverancier, afnemer)

In Figuur 3-1 is te zien met welke factoren rekening moet worden gehouden om een project tot een succes te maken.

De succesfactoren en barrières zijn vaak van niet-technologische aard. In Figuur 3.1 is te zien dat er juridische, bestuurlijke, economische en organisatorische factoren ten grondslag liggen aan het succes van een project.



FIGUUR 3-1 OVERZICHT VAN BESTAANDE PRAKTIJKERVARINGEN IN CRUCIALE FACTOREN TIJDENS HET PROCESVERLOOP 'ENERGIE EN WATER'

3.2.1 Barrières voor het succes van een project

Wetgeving

Wetgeving kan een barrière vormen om een project succesvol af te ronden. Grondstoffen geproduceerd uit afvalwater blijven bijvoorbeeld onder de afvalstoffenwetgeving vallen, die veel beperkender is dan de wetgeving met betrekking tot andere grondstoffen. Ook kan vergunningverlening tot vertraging leiden, zoals bij het INNERS-project het geval was.

Trage besluitvorming

Bestuurlijke vertraging brengt een groot risico met zich mee. Door een laag tempo in de besluitvorming worden hoge interne kosten gemaakt (Brabant water, Gemeente Eindhoven). Trage vergunningverlening kan hoge initiatiekosten met zich meebrengen. Het INNERS project had hier last van. Daarnaast ondermijnt trage besluitvorming ook de motivatie en rugdekking vanuit de organisatie.

Korte termijn visie

Een project kan op papier een niet haalbare financiële business case hebben of een te lange terugverdientijd. Hierdoor kan het lastig zijn om de financiering rond te krijgen (Schiphol project, Waternet). Daarnaast kan door ambitie en visie op de toekomst of gunstige neveneffecten toch een korte terugverdientijd gerealiseerd worden (Waterschap Rijn en IJssel).

Eenzijdige focus op business case

Waterbedrijven maar ook overheidsorganisaties zoals waterschappen hebben de taak om hun corebusiness zo goed en efficiënt mogelijk uit te voeren. Bij waterbedrijven speelt het "veiligheidsdenken" een grote rol in het uitvoeren van de kerntaken. Drinkwaterbedrijven worden afgerekend op hun betrouwbaarheid, wat het veiligheidsdenken bevordert en zijn hierdoor van nature risicomijdend (Brabantwater, 2016). Dit kan echter een barrière vormen voor het starten van vernieuwende projecten.

Wisseling projectmanagement en personeel

Door het wisselen van projectmanagement gaat expertise verloren en kan er vertraging oplopen. Daarnaast zou dit het vertrouwen binnen het project kunnen verminderen. Ook is aangegeven dat project evaluatie van belang is. Door wisseling van het management wordt dit niet altijd gedaan en kunnen fouten herhaald worden.

3.2.2 Succesfactoren voor het succes van een project

Vertrouwen

Een gezamenlijk doel en belang zorgen voor gelijke verhoudingen bij de projectpartners. Hierdoor ontstaat er wederzijds vertrouwen en heeft een project meer kans van slagen. Door goede communicatie en het vastleggen van taken, kan dit vertrouwen gecreëerd worden.

Juiste expertise

Door de juiste expertise en kennis te hebben in een project, kunnen er weloverwogen keuzes gemaakt worden en barrières overwonnen worden. Voor een energie-terugwinning- of besparingstechniek buiten de corebusiness is doorgaans externe kennis nodig. Basiskennis binnen het bedrijf zijn cruciale elementen om te kunnen oordelen over de techniek, voortgang van het project en uitkomsten van de energietrugwinning/-besparing. Wanneer de techniek nog niet bewezen is, kan het voorkomen dat er geen vertrouwen is. Hierdoor is er expertise en kennis nodig om projectpartners te overtuigen (INNERS project).

Aanbiedende en afnemende partij

Om te zorgen dat een project slaagt, is het van belang om een aanbiedende en afnemende partij te hebben. Wanneer er bijvoorbeeld wel warmte beschikbaar is, maar niemand is bereid deze af te nemen, kan er geen sluitende business case gemaakt worden.

Motivatie en rugdekking organisatie

Door vertrouwen van hogerop durven projectpartners makkelijker beslissingen te nemen. Ook door motivatie kunnen extra stappen genomen worden die ervoor zorgen dat een project kan slagen. De rugdekking en motivatie kunnen vaak verkregen worden door een positieve case te presenteren.

Bindende duurzaamheidsdoelstellingen

Door de bindende duurzaamheidsdoelstellingen wordt er ook rugdekking vanuit de organisatie gecreëerd. Daarbij moet er visie en ambitie voor een project zijn. Daarnaast wordt de focus gelegd op het behalen van duurzaamheid waardoor meer tijd en energie gestoken kan worden in projecten met betrekking tot water en energie.

Andere "mindset" buiten corebusiness

Energieprojecten die buiten de scope van de kerntaak liggen, vragen om een andere "mindset" dan gebruikelijk voor de diensten van een drinkwaterbedrijf waar veiligheidsdenken heerst.

3.2.3 Verbreding in de waterketen

Sector overschrijdende projecten

Energieprojecten in combinatie met water brengen verschillende bedrijven en overheden uit variërende sectoren bij elkaar. Dit zorgt voor een natuurlijke kruisbestuiving van kennis, ervaring en resulteert vaak in een lange termijn relatie tussen de partijen. De lange termijn relatie heeft grotendeels te maken met bindende doelstellingen en een langere terugverdientijd van grote WKO of WKD projecten.

Gezamenlijk doel en belang

Door het hanteren van een gezamenlijk doel en belang zijn de verhoudingen tussen partners gelijk en wordt samenwerking vereenvoudigd. Dit is essentieel voor het slagen van een complex en groot project waar meerdere projectpartners en partijen een rol in spelen.

Duidelijke risicoverdeling projectpartners

Naast het belang van in kaart brengen wat risico's van een project zijn, is het ook belangrijk om een risicoverdeling te maken. Hierdoor wordt transparantie bij de partners gecreëerd. Daarnaast vergroot de duidelijkheid van risico's de lange termijnrelatie en ook het vertrouwen in elkaar.

Niet alleen de risico's moeten bekend en verdeeld zijn, ook de winstverdeling moet transparant zijn. Het kan zijn dat er een belangrijke partner is, die weinig winst uit het project haalt en daardoor motivatie mist.

3.2.4 Betrokken partijen en rolverdeling

De betrokken partijen in een bestaand project over water en energie bestaan uit consortia van meerdere projectpartners waar zich een aanbieder en een afnemer in bevindt. Meestal hebben waterschappen en gemeenten zich aan een consortium verbonden met een leverancier of een andere sector overschrijdende partner. Drinkwaterbedrijven verenigen zich vaak met gemeenten en een energiedistributienetwerkbedrijf om zo de gehele keten van aanbieder, afnemer en distributeur te beslaan.

3.3 Evaluatie procesfactoren water en energie

Om van een project een succes te maken en daarmee een best practice op het gebied van energietेरugwinning in de waterketen zijn een aantal factoren cruciaal:

- Wettelijke knelpunten dienen uitgezocht of voorkomen te worden.
- Projectmanagement is zeer cruciaal en ook evaluatie speelt daarbij een rol. Door stabiel projectmanagement kan herhaling van fouten voorkomen worden.
- Rugdekking en motivatie vanuit de organisatie zorgt voor snellere besluitvorming.
- Naast het vastleggen van een gezamenlijk doel en takenverdeling is ook de communicatie tussen de verschillende partijen cruciaal om vertrouwen tussen partners te creëren.
- Door juiste expertise in huis te halen, kan ook beoordeeld worden of wat geleverd is voldoet aan wat nodig is.
- Succes wordt niet alleen door motivatie en enthousiasme behaald maar ook door wederzijdse belangen en een eindgebruiker.
- Een lange termijn visie van ten minste 10 tot 20 jaar en samenwerking is essentieel voor het slagen van een project.
- Risicoverdeling van de deelnemende partijen moet vooraf vastgesteld worden.

4 Workshop Bestaande Praktijkervaringen

4.1 Achtergrond workshop

Naar aanleiding van de gevonden succes- en kritiekfactoren in literatuur en tijdens de interviews is een workshop gegeven bij KWR. Het doel van de workshop was om deze factoren te bespreken met de deelnemers (zie ook §3.2) en daarnaast kansen voor Water en Energie in de waterketen te ontdekken rekening houdend met genoemde factoren.

De workshop Energie & Water: Samenwerkingskansen In De Keten vond plaats bij KWR op 7 april 2016, van 10.00 tot 16.00. Het doel van deze workshop was om inzicht van de themagroepleden en externe experts te verkrijgen op het gebied van ideeën en mogelijkheden tot samenwerking in de waterketen.

Verschillende sprekers gaven een pitch waarin de barrières en succesfactoren van hun praktijkervaringen waren uiteengezet. Daarnaast werden de deelnemers gevraagd om ideeën te opperen over mogelijkheden in de watersector om energie te besparen, op te wekken of terug te winnen. Aan de hand van de genoemde barrières en succesfactoren werd getracht een succesvol stappenplan op te zetten met de benodigde stakeholders. In Bijlage I zijn de aanwezige deelnemers van de workshop genoemd.

4.2 Input workshop

Het workshop programma bevatte vier pitches, twee groepsessies en een plenaire discussie. Het ochtendprogramma was verdeeld met twee pitches en een groepsessie. Ook het middagprogramma bestond uit twee pitches en een groepsessie waarna de workshop werd afgesloten met een plenaire discussie. In §4.2.1 en 4.2.2 zijn de onderdelen met de bijbehorende uitkomsten beschreven.

4.2.1 Pitches gegeven tijdens de workshop

De vier pitches die tijdens de workshop zijn gegeven, gaven inzicht over verschillende samenwerkingsvisies en de ervaren barrières en succesfactoren. Hiervoor waren de volgende sprekers uitgenodigd:

1. Ruud Peeters, Energie en Grondstoffenfabriek, Waterschap de Dommel
“*Samenwerkingskansen Grondstoffen en Energie fabriek*”,
2. Barry Scholten, If technology “*Smart Polder*”
3. Olaf van der Kolk, Reststoffenunie “*Samenwerkingskansen Reststoffenunie*”
4. Joost Jan Ruijter, Alliander “*LTEO uitwisseling in de bodem*”

4.2.1.1 “Samenwerkingskansen Energie en Grondstoffen fabriek” Ruud Peeters, Waterschap de Dommel

De Energie en Grondstoffenfabriek is ontstaan in 2008 nadat de Unie van Waterschappen een prijsvraag had uitgeschreven waarin werd gevraagd een oplossing te zoeken in wat Waterschappen nog meer konden doen naast hun kerntaak. In feite hadden waterschappen destijds een imago probleem. De winnaar was waterschap Aa en Maas die als oplossing een energiefabriek had, waarbij een energie slurpende rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) naar een energie leverende rwzi werd omgezet.

Na de prijsvraag werd er een team gevormd met mensen die het enthousiast wilden oppakken en hieraan werkte 12 andere waterschappen mee. Inmiddels hebben alle waterschappen zich aangesloten bij de Energiefabriek. Een succesfactor van dit project was het team met gemotiveerde medewerkers met kennis van onderaf die aan de slag gingen.

Er werden drie werkgroepen ingesteld; Realisatie, Markt onderzoek en Communicatie. Doordat de waterschappen, die normaal eilandjes zijn, kennis uitwisselden en successen en barrières met elkaar deelden, ontstond er een samenwerkingsverband. Er werd onderzoek verricht naar verbeteringsmogelijkheden van de bestaande technologie waarbij veel business cases werden gerealiseerd en ontwikkeld. Dit kwam ten goede aan gezamenlijke afspraken die gemaakt moesten worden van hogerop, zoals genoemd in Meerjarenaafspraken (MJA3), in energie afspraken van de Unie van Waterschappen en in bindende duurzaamheidsdoelstellingen. Deze bindende afspraken van de Unie van Waterschappen waren ook een succesfactor. Hierdoor werd er van bovenaf draagvlak gecreëerd, die onderop al aanwezig was door het team van medewerkers. Deze samenspraak van onderop en bovenaf was cruciaal.

In 2014 waren de initiatieven voor de Energiefabriek uitgewerkt en kwamen meer initiatieven voor een grondstoffenfabriek, waarbij het afval in het water werd beschouwd als een grondstof. De grondstoffenfabriek concurreerde met de energiefabriek en deze zijn toen in een transitieprogramma samengevoegd tot één entiteit: de Energie- en GrondstoffenFabriek (EFGF). Hiermee is ook de EFGF professioneler gemaakt waarbij geld beschikbaar was gesteld door de Vereniging van zuivering beheerders (VvZB). Het hoofddoel van de EFGF is het meedoen in de circulaire economie.

Op dit moment zijn de waterschappen al aan het produceren, maar kunnen deze nog niet afgezet worden (op struviet na), omdat de wetgeving de grondstoffen uit afvalwater als afval beschouwd. De EFGF heeft een Business developer aangesteld met als doel om de keten te sluiten en zich met dergelijke barrières bezig te houden. Het blijkt dat bedrijven zeker geïnteresseerd zijn in de grondstoffen, maar door regelgeving nu geen gebruik kunnen maken van de mogelijkheid.

Een uitdaging is om schone en eenvoudige grondstoffen te produceren van een gelijke kwaliteit. Bedrijven zijn gewend om met grondstoffen te werken die allemaal van dezelfde kwaliteit zijn. Spannendere en onbekendere grondstoffen zoals bioplastics, zijn op het moment niet financieel haalbaar.

Een andere uitdaging is om de grondstoffen smart maken met landelijk doelstellingen, zodat alle waterschappen gezamenlijk deze kunnen afzetten in de markt. Hiervoor is de EFGF in gesprek met de Reststoffenunie en worden andere afzetkanalen zoals SMB, HVC en TU delft bekeken.

Ervaringen en evaluatie pitch EFGF:

- Succesfactor: Stel een simpele doelstelling op zoals de energiefabriek;
- Succesfactor: Werk samen en leer van elkaar (EFGF is een netwerkorganisatie);
- Succesfactor: Communicatie, richt naar buiten en probeer op dit succes je organisatie blijvend achter je te krijgen;
- Succesfactor: Stel heldere duurzaamheidsdoelstellingen op en maak deze bindend;
- Succesfactor: Enthousiasme zowel van onderaf als bovenaf is cruciaal;
- Barrière: EFGF loopt tegen grenzen aan vanuit eigen succes betreft samenwerking;
- Barrière: Besturen van waterschappen moeten beslissingen maken voor de toekomst;

- Barrière; wetgeving afzetkanalen grondstoffen.

4.2.1.2 “Smart Polder” Barry Scholten, If-Technology

Smart polder is gebaseerd op het benutten van de energiepotentie uit oppervlaktewater en gemalen. De thermische energie aanwezig in oppervlaktewater kan opgeslagen worden in een WKO waarna het gebruikt kan worden wanneer het nodig is. In de zomer wordt warmte onttrokken en opgeslagen, terwijl in de winter koude energie kan worden opgeslagen. Hierdoor kan in de zomer koude gebruikt worden voor koelen en in de winter warmte voor verwarmen. De uitwisseling van thermische energie kan gedaan worden met warmtewisselaars die bij een gemaal geplaatst worden.

Een voorbeeld van het toepassen van de Smart Polder is een project van Waterschap Zuiderzeeland. Het Waterschap Zuiderzeeland pompt continue 700 m³ per minuut kwelwater weg. Deze waterstroom bevat een koude energiestroom en kan goed gebruikt worden voor koeling. In Urk zitten veel visserijbedrijven die een koude vraag hebben. Door bij het gemaal een warmtewisselaar te plaatsen, kan de koude gebruikt worden bij de visserijen. Daarnaast is het systeem zo aangelegd dat het industriegebied onderling koude energie kan uitwisselen.

Een ander voorbeeld is een project in Wageningen. Hier zijn seniorenwoningen gerealiseerd die een warmtevraag hebben. Deze warmte kan uit de stadsgracht van Wageningen worden gehaald. Van april tot en met september wordt er warm water uit de gracht onttrokken door middel van een warmtewisselaar. Daarna wordt het afgekoelde water geloosd in een duiker. Hierdoor koelt de gracht 2 graden af in de zomer, wat mogelijk ook de ecologie in de gracht bevordert.

Ervaringen en evaluatie pitch Smartpolder:

Barrières die ondervonden waren:

- Energie, tijd en beschikbaarheid van waterschappen om mee te denken;
- Beleidsmatige belemmeringen;
- Lozen van koude water is niet beschreven in de wetgeving;
- Ecologische vraagstukken zijn nog deels onbekend;
- Nog weinig kennis over Smartpolder bij de waterschappen/gemeenten. In 90% van de gevallen reikt If-technology de oplossingen aan bij waterbeheerders en waterschappen om energie terug te winnen uit oppervlaktewater.

4.2.1.3 “Samenwerkingskansen Reststoffenunie”, Olaf van de Kolk, Reststoffenunie

Samenwerking is vanzelfsprekend, maar blijkt in praktijk vaak lastig. Het is nodig om te kijken wat voor effecten samenwerking heeft op je core business. Hierbij zijn een aantal factoren van belang:

- Kansen en samenwerkingen liggen vaak (net) buiten primaire opdracht / activiteiten;
- Waterbranche is van nature risicomijdend, maar dan gebeurt er niets;
- Indien wel oppakken: waar halen we de expertise vandaan?
- Effect op (jarenlange ‘identieke’) bedrijfsvoering.

De overheid kan een trekkende rol hebben op het gebied van innovatie. Volgens Mariianno Mazzucato start de (semi-) overheid de innovatie en volgt de markt. Het succes van Zuidoost-Aziatische landen op het gebied van innovatie is daarom ook gelegen in een stevige

overheid (planning, regulering en interventie), maar binnen een kapitalistische systeem (Chalmers Johnson).

Volgens Olaf is de Reststoffenunie de schakel tussen klant en sector. Het is belangrijk om te weten waar de klant om vraagt en waar de sector nog niet levert. De sector vraagt om kwaliteit, zo zuiver mogelijke grondstoffen, leverzekerheid, prijs, en een verklaring dat het een duurzame product is. De klant gaat pas vragen als ze weten dat de watersector dit levert.

Samenwerking wordt heel decentraal geregeld waardoor het een barrière kan zijn. Meerdere partijen gaan hetzelfde doen. Daarnaast kan het ook als succesfactor uitpakken omdat door dezelfde taken te doen, de samenwerking sneller verloopt. Een potentiële barrière is het missen van motivatie bij de juiste mensen en ook het missen van de entiteit om de stappen te mogen zetten in de organisatie.

Een mogelijke verbreding van het werkgebied van de reststoffenunie kan zijn het centraal afzetten van groenafval van drinkwatergebieden voor een nuttige toepassing.

Ervaringen en evaluatie pitch Reststoffenunie:

- Weet waar de klant om vraagt;
- Werk samen;
- Zorg dat er voldoende motivatie is bij de partijen;
- Zorg dat je samenwerkt met de mensen die beslissingen mogen nemen.

4.2.1.4 “LTEO uitwisseling in de bodem”, Joost Jan Ruijter

Alliander is als netbeheerder de verbinding tussen alle mogelijke stakeholders wanneer het aankomt op energie levering. Als voorbeeld kunnen twee projecten aangehaald worden waarbij warmte en koude wordt uitgewisseld tussen verschillende partijen, waar Alliander optreedt als beheerder van het net.

Het eerste voorbeeld betreft een WKO installatie van de Hermitage in Amsterdam waar een warmteoverschot was. In de buurt van de Hermitage bevindt zich de Hortus Botanicus die juist warmte nodig had. Een leiding van 425 meter verbond de twee aan elkaar, waardoor het warmteoverschot nuttig toegepast kan worden.

Het tweede voorbeeld is te vinden bij het Van Gogh Museum in Amsterdam waar een koudevraag is, terwijl het Zuiderbad een warmtevraag heeft. De leiding van Waternet die tussen beide gebouwen loopt, kan in dit geval als transportmedium dienen.

Alliander is betrokken bij projecten waar een onbalans in de WKO installatie is. Er kunnen in de omgeving van de WKO volgende vragende partijen zitten om deze onbalans weg te nemen. Als beheerder van de infrastructuur kan Alliander meedenken aan oplossingen en optreden als ontwikkelaar. Daarnaast is een partij nodig die de warmteverdeling regelt. Alliander neemt in deze samenwerking bewust niet de overkoepelende verantwoordelijkheid op zich, maar beperkt zich tot haar kerntaak: het beheren van het net.

Ervaringen en evaluatie pitch LTEO uitwisseling in de bodem:

- Zorg dat je samenwerkt met de juiste partijen om de gehele keten te beslaan: Watersector, Energie en Netbeheerder.

4.2.2 Groepssessies

Voor de groepssessies die in de ochtend en middag waren georganiseerd, waren drie verschillende werkgroepen geformuleerd. Deze werkgroepen hebben in twee groepssessies de samenwerking en kansen op het gebied van energie in de waterketen onderzocht. De groepen waren als volgt verdeeld:

- Groep 1 Verbreding in het watersysteem;
- Groep 2 Verbreding in de watercyclus;
- Groep 3 Verbreding naar de andere sectoren.



FIGUUR 4-1 FOTO VAN DE DRIE VERSCHILLENDE GROEPEN TIJDENS EEN GROEPSESSIE VAN DE WORKSHOP

In elke van de groepssessies zijn ideeën voor kansen met betrekking tot energie in de waterketen bedacht. Van deze ideeën is één (of meerdere) idee(ën) verder uitgewerkt, volgens een brainstorm- en selectiemethode:

1. De deelnemers verzamelen zoveel mogelijk ideeën binnen het gekozen onderwerp.
2. Ze plaatsen deze ideeën op basis van hun originaliteit en haalbaarheid in onderstaand schema:

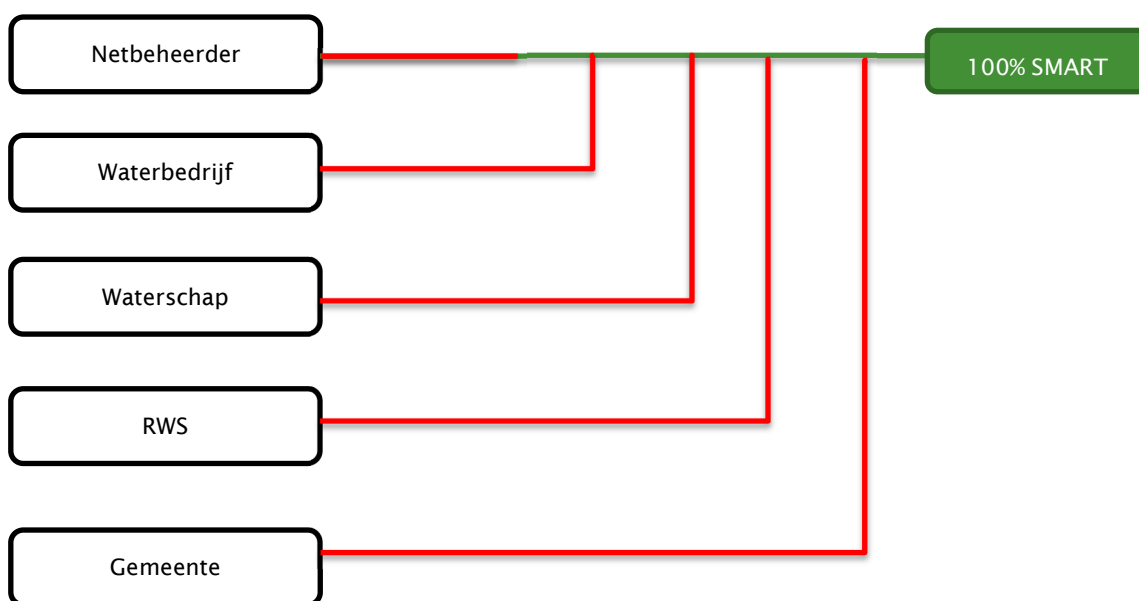
	<i>Haalbaar</i>	<i>Niet Haalbaar</i>
<i>Origineel</i>	WOW!	HOW?
<i>Niet origineel</i>	NOW!	AU!

3. De deelnemers werken één of twee ideeën uit door antwoord te geven op de volgende vragen:
 - a. Welke partijen zijn hierbij betrokken?
 - b. Welke middelen heb je nodig?
 - c. Wat is de doorlooptijd?
 - d. Welke barrières moeten geslecht worden?
 - e. Hoe ziet de tijdlijn eruit?
 - f. Waar kun je maandag al mee beginnen?

De uitkomsten van de verschillende groepen is weergegeven in de onderstaande tabellen.

TABEL 4-1 NETBALANSERING MET POMPEN EN GEMALEN · GROEP 1 VERBREIDING IN HET WATERSYSTEEM

Omschrijving	De opslag van duurzame energie is vaak een belemmering voor de toepassing. Door de pompen en gemalen in de waterketen te gebruiken op een slimme manier, kan deze duurzame energie opgeslagen worden. Dit kan gebeuren door alleen te pompen als er duurzame energie beschikbaar is, of door energie terug te winnen wanneer er minder duurzame energie beschikbaar is. Hierdoor kan het net worden gebalanceerd.
Betrokken partijen	Netbeheerder, gemeenten, waterschappen, drinkwaterbedrijven, Rijkswaterstaat
Middelen	Eindregie afspreken, Gezamenlijke smart grid software, inzicht in elkaars infrastructuur, inzicht in kostenbesparing per deelnemer, langetermijnvisie, mensen met lef bij alle deelnemers, politieke steun
Barrières	Bestaande spelers kunnen dwarsliggen, politiek kan maken of breken, te sterke deelbelangen, wetgeving
Doorlooptijd	20 jaar
Tijdslijn	Zie Figuur 4-2
Eerste actie	



FIGUUR 4-2 TIJDSLIJN VAN NETBALANSERING DOOR MIDDEL VAN SMART GRIDS VAN DE VERSCHILLENDE STAKEHOLDERS

TABEL 4-2 AMMONIAK UIT AFVALWATER · GROEP 2 VERBREIDING IN DE WATERCYCLUS

Omschrijving	Uit afvalwater kan ammoniak worden gewonnen of gemaakt. Voor het maken is waterstof nodig, wat als opslag voor duurzame energie kan dienen. Daarnaast kan ammoniak gebruikt worden als grondstof of brandstof.
Betrokken partijen	Waterschappen, drinkwaterbedrijven, reststoffenunie, veeteeltbedrijven, industrie, overheid, Alliander, KWR
Middelen	Geld, haalbaarheidsstudies, goede bron voor ammoniak, variabele energieprijzen
Barrières	Samenwerking realiseren tussen partijen, vinden van juiste schaal/efficiëntie, afnemer van ammoniak.
Doorlooptijd	5 jaar
Tijdljn	Haalbaarheidsstudie, pilots, realisatie
Eerste actie	

TABEL 4-3 SCHEIDEN VAN AFVALWATER · GROEP 3 VERBREIDING NAAR DE ANDERE SECTOREN

Omschrijving	Gescheiden inzamelen grijs- en zwartwater van huishoudelijk afvalwater. Het zwartwater kan worden vergist en uit het grijswater kunnen grondstoffen en energie worden gewonnen
Betrokken partijen	Gemeente, waterschap, projectontwikkelaar, architect, aannemer, woningcorporaties. Lastig om dit met individuele bewoners te doen, vanwege het grote aantal.
Middelen	Geld, passend bouwvoorschrift, crisis- en herstelwet, Green Deal, apart bedrijf voor exploitatie
Barrières	Bestaande wetgeving, beheersvraag, kosten-batenverdeling.
Doorlooptijd	2 jaar
Tijdljn	Grijs & zwart apart inzamelen, warmte winnen, zuiveren
Eerste actie	Lokaal nutsbedrijf oprichten, wetgeving aanpassen

TABEL 4-4 GEZAMENLIJKE KLANTBENADERING GROEP 3 VERBREIDING NAAR DE ANDERE SECTOREN

Omschrijving	Nutsbedrijven vormen een gezamenlijk klantbenadering, met één aanspreekpunt en één factuur. Dit ligt in het verlengde van een verdere integratie van water, energie en grondstoffen.
Betrokken partijen	Waterbedrijven, waterschappen, reststoffenunie, netbeheerders, energiebedrijven, energieadviseurs.
Middelen	Green Deal, nuts-management, openheid, kennis, betere opbouw vervuilingseenheden-tarieven
Barrières	Geslotenheid, gebrek aan kennis/overzicht, wetgeving, partijen die afhaken.
Doorlooptijd	2 jaar
Tijdljn	Organiseren, op pad, business case ontwikkelen
Eerste actie	Shared Service Center oprichten

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Inventarisatie energie-en-waterprojecten

In deze studie is gekeken naar kansen en mogelijkheden voor drinkwaterbedrijven om zich te verbreden in de water- en energieketen. Door middel van een inventarisatie van bestaande praktijkervaringen op het gebied van water en energie zijn de barrières, de succesfactoren, de rentabiliteit en het potentieel van energierugwinning, besparing en opwekking mogelijkheden binnen de waterketen geanalyseerd.

Er kunnen drie verschillende vormen van energie geïdentificeerd worden in de waterketen: operationele, chemische en thermische energie. Qua operationele energie kan specifiek voor de drinkwaterkant worden geconcludeerd dat het energieverbruik voor het oppompen van grondwater groter is dan het energieverbruik tijdens het verzamelen en transporteren van oppervlaktewater. Ook het zuiveren van oppervlaktewater voor drinkwater is energie-intensiever dan het zuiveren van grondwater. Voor afvalwater hangt het energieverbruik af van welk type zuiveringssysteem er gebruikt wordt en of er een anaerobe vergistingsinstallatie aanwezig is die energie opwekt. Voor grote RWZI's (>4000 m³) met een actiefslibstelsysteem is de beluchting de grootste energieverbruiker (0,15 kWh/m³).

De chemische energie bevindt zich voornamelijk in het afvalwater in de vorm van verontreinigingen welke met behulp van vergisting geoogst kan worden. De thermische energie is voornamelijk aanwezig bij de gebruiker van water. De gebruiker voegt thermische energie toe aan het water, welke verloren gaat via de riolering. Daarnaast is er thermische energie aanwezig in grond- en oppervlakte water.

Drinkwater- en energieprojecten bevinden zich vooral op het transportvlak van het water en richten zich op thermische energie. Van alle 20 geïnventariseerde drinkwaterprojecten zijn er 14 WKO/WKD projecten. Er worden op dit moment enkele gebruikersprojecten uitgevoerd, gericht op klantbewustwording. Daarnaast zijn er projecten gericht op operationele energie met betrekking tot besparing daarvan door middel van toepassing van hoog rendement apparatuur.

De projecten aan de afvalwaterkant richten zich naast de thermische en operationele energie ook op de aanwezige chemische energie. De technieken voor energie opwekking, besparing en terugwinning in het afvalwaterdeel van de waterketen zijn:

- Vergisting (in combinatie met thermische druk hydrolyse);
- Riothermie;
- Anammox;
- Voorlichtingscampagnes (energiebesparing);
- Hoog rendement equipment.

5.2 Verkenning procesfactoren en praktijkervaringen

De succesfactoren en barrières die naar voren kwamen, zijn vaak van niet technologische aard. In Figuur 3-1 is te zien dat er juridische, bestuurlijke, economische en organisatorische factoren ten grondslag liggen aan het succes van een project.

In de interviews is aangegeven dat bestuurlijke vertraging een groot risico met zich meebrengt voor het slagen van een project. Daarnaast kan wetgeving een barrière vormen voor het slagen van een project.

Een gezamenlijk doel en belang zorgen voor goede en evenwichtige verhoudingen van de projectpartners waardoor wederzijds vertrouwen gecreëerd kan worden. Geslaagde projecten op het gebied van water en energie hadden een initiator met ambitie en een gemotiveerde trekker. Deze trekker had het vermogen om de organisaties achter zich te krijgen en had rugdekking vanuit de organisatie.

Mogelijke kansen voor de drinkwatersector bevinden zich voornamelijk op het gebied van warmte-, koude- en energierugwinning. Voor de afvalwatersector zijn er meer mogelijkheden op het gebied van chemische energie of grondstoffenterugwinning. Om een verbreding van water en energie projecten te realiseren is het van belang dat er wederzijds vertrouwen en een gezamenlijk, lange termijn doel is. Het moet daarnaast ook helder zijn wat de risicoverdeling van de deelnemende projectpartners is.

5.3 Aanbevelingen

Kansen en mogelijkheden voor drinkwaterbedrijven om te verbreden in de waterketen zijn aanwezig, maar richten zich voornamelijk op thermische en operationele energie. De grootste kansen zijn te behalen met WKD/WKO projecten.

Om van een project een succes te maken is een aantal factoren cruciaal:

- Juridische barrières dienen opgelost te worden;
- Stabiel project management met evaluatie moet gerealiseerd worden;
- Hanteren van lange termijn visie om sluitende business case te maken;
- Het vastleggen van taken en gezamenlijk doel van de partijen is cruciaal.
- Goede communicatie tussen de verschillende partijen en juiste expertise zijn succesfactoren.
- Een vragende klant voor het eindproduct is nodig (eindgebruiker).
- Rugdekking en motivatie van de organisatie is van belang. Bindende duurzaamheidsdoelstellingen helpen hierbij.

Referenties

Verslagen Themagroep Energie en Water

WE2012-10-5

WE2013-5a

WE2014-3a

WE2014-4a

WE2015-1a

WE2015-2a

Websites

INNERS, <http://inners.eu> (bezocht juli 2015).

ISA <http://www.wshd.nl/nieuws/2014/12/waterketen-slim-betalbaar-en-robust.html>
(bezocht jan 2016)

EFGF <http://www.efgf.nl/> (bezocht juli 2015 t/m april 2016)

Literatuur

Chalmers, Johnson: *Developmental state*, Quote gebruikt in de pitch.

Fath, H.E.S. (1998) Solar distillation: a promising alternative for water provision with free energy, simple technology and a clean environment. *Desalination* 116, 45-56.

Hol, A., Luning, L., van Dijk, L., de Man, A. (2014) Eerste full scale continue thermische drukhydrolyse van slib operationeel op rwzi Venlo: efficiënt en effectief. *Vakblad H2O*.

Kumar Kaviti, A., Yadav, A., Shukla, A. (2016) Inclined solar still designs: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 429-451.

KWR (2011) De watercyclus als energiebron. KWR rapport 2010.082.

KWR (2012) De watercyclus als energiebron. KWR rapport 2012.027.

KWR (2012) Inventarisatie van AB-systemen optimale procescondities in de A-trap KWR rapport 2012.094

KWR (2013) Watergerelateerde energiediensten achter de meter. BTO rapport 2013.061.

KWR (2014) Thermische energie in de watercyclus - state of the art BTO 2014.048 (Project efficiënte bereiding warm tapwater).

Mazzucato M.: The Entrepreneurial state: debunking public vs. private sector myths (2013).

Plappally, A.K., Lienhard V, J.H. (2012) Energy requirements for water production, treatment, end use, reclamation and disposal. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16, 4818-4848.

STOWA (2013) Toepassing van anammox in de hoofdstroom van een rioolwaterzuiveringsinstallatie. Rapport 2013-39.

Venkatesh, G., Chan, A., Brattebø, H. (2014) Understanding the water-energy-carbon nexus in urban water utilities: Comparison of four city case studies and the relevant influencing factors. Energy, 75, 153-166.

Wang, L., Gwilliam, J., Jones, P. (2009) Case study of zero energy house design in UK. Energy and Buildings, 41, 1215-1222.

Bijlage I Deelnemers workshop

TABEL I-2 DEELNEMERS WORKSHOP 7-3-2016

Deelnemers	Organisatie
<i>Themagroepleden Duurzame waterketen</i>	
Stefan Mol	Waternet
Vincent de Laat	Brabant Water
Luc Huntjens	WML
Aulia Galama-Tirtamarina	WMD
<i>Drinkwaterbedrijven</i>	
Jelle Roorda	Evides
<i>Afvalwaterbedrijven en extern</i>	
Ruud Peeters	Waterschap de Dommel
Jos Jogems,	Waterschap Vechtstromen
Thom Versteeg	Alliander
Joost Jan Ruijter	Alliander
Barry Scholten	IF Technology