

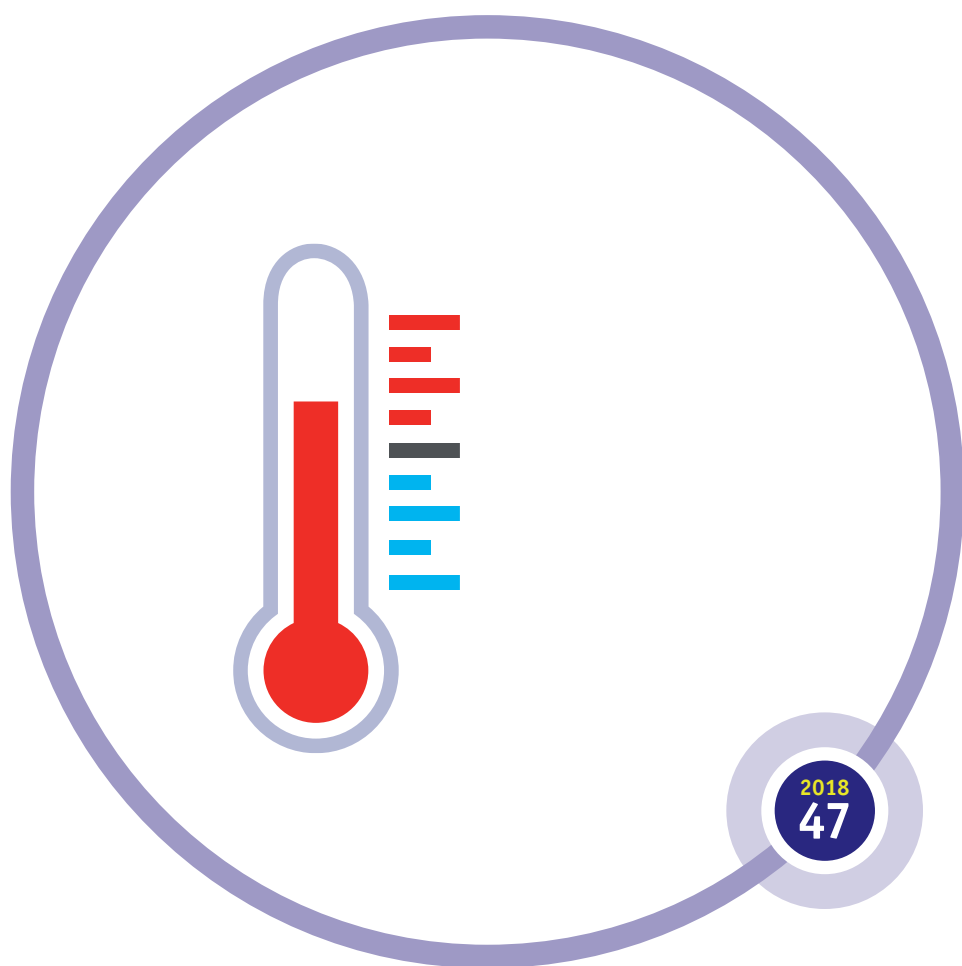
HANDREIKING AQUATHERMIE

➤ HOE GAAN WE VERDER
MET TEO EN TEA?



HANDREIKING AQUATHERMIE

➤ **HOE GAAN WE VERDER
MET TEO EN TEA?**



INHOUDSOPGAVE

	Ten Geleide	4
	INFOGRAPHIC/FLOWSHEMA	6
H1	INLEIDING	8
1.1	Benutten potentie aquathermie in de energietransitie	9
1.2	Een handreiking voor kleine maar vooral ook voor grootschalige toepassing van TEO en TEA	10
1.3	Leeswijzer	12
H2	AQUATHERMIE: NIEUWE KOPPELINGEN VAN BEWEZEN TECHNIEKEN	14
2.1	Vernieuwing door de koppeling van systemen	15
2.2	Aquathermie komt in de praktijk in verschillende concepten terug	16
2.3	Aquathermie in de veranderende context van de warmtemarkt	18
2.4	Nieuwe partijen en rolverdeling in de functionele keten	19
H3	AQUATHERMIE KANSEN IDENTIFICEREN EN UITWERKEN	22
3.1	In vier stappen naar een uitgewerkt ontwerp	23
3.2	Opeenvolgende fases brengen haalbaarheid aquathermie-case in beeld	26
3.2.1	Fase 0: Een omgevingsscan om kansen te identificeren	26
3.2.2	Fase 1: Een verkenningsfase om gezamenlijk de kansen te onderzoeken	30
3.2.3	Fase 2: De verdieping leidt tot een concrete basis voor definitieve samenwerking	34
3.2.4	Fase 3: Uitwerking van de samenwerking tot een investeringsbesluit	37
H4	VIER KADERS ZORGEN VOOR DE INHOUDELIJKE VERDIEPING	40
4.1	Technisch kader	41
4.1.1	Aansluitingen	43
4.1.2	Combinatie TEO en TEA met warmte-koude opslag	44
4.1.3	Infrastructuur	46
4.1.4	Warmtebron	49
4.2	Financieel kader	52
4.2.1	Businesscases	52
4.2.2	Risico's delen en verdelen	56

4.2.3	Financiering van projecten	60
4.2.4	Maatschappelijke kosten en baten	65
4.2.5	Subsidiemogelijkheden	67
4.3	Organisatorisch kader	68
4.3.1	Stakeholderanalyse (RASCI)	69
4.3.2	Partijen en hun belangen op een rijtje	70
4.3.3	Structurering van rollen in de warmteketen	73
4.4	Juridisch kader: Beleid, wet- en regelgeving, vergunningen en overeenkomsten	75
4.4.1	Beleidskader	75
4.4.2	Wet- en regelgeving	76
4.4.3	Vergunningen en regelingen	78
4.4.4	Overeenkomsten	79
	Literatuurlijst	83
	Gesprekkenlijst	84
	STOWA in het kort	85
	Colofon	87

TEN GELEIDE

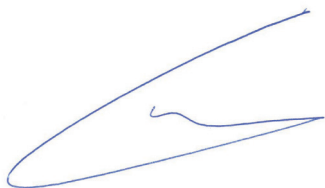
Nederland staat voor de immense opgave om afscheid te nemen van fossiele energiebronnen en in 2050 volledig te zijn omgeschakeld naar duurzame energie. Een belangrijk onderdeel van deze opgave is duurzame verwarming van de gebouwde omgeving. In het ontwerp-Klimaatakkoord zijn voorstellen gedaan voor de transitie naar een duurzaam en betaalbaar alternatief voor aardgas.

Een van die alternatieven is aquathermie. Dat is een verzamelterm voor warmte en koude uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) of drinkwater (TED). Uit meerdere gerealiseerde projecten en uitgevoerde business cases is gebleken dat aquathermie in veel gevallen geschikt is voor een haalbare, betaalbare en bedrijfszekere warmtevoorziening. Onderzoek wijst uit dat aquathermie kan voorzien in tenminste 40% van de warmtevraag van de gebouwde omgeving. Inspirerende projecten zijn al gerealiseerd of in ontwikkeling in steden als Wageningen, Amersfoort, Amsterdam, Utrecht, Goes, Velsen en Urk. Talrijk zijn de lokale initiatieven waar gemeenten, waterschappen en bewoners onderzoeken of aquathermie geschikt is voor een aardgasvrije wijk of dorp. Daarom hebben de waterschappen zich ervoor ingezet om aquathermie een prominente plaats te geven in het ontwerp-Klimaatakkoord.

De voor u liggende handreiking geeft weer hoe benutting van deze energiebron in praktijk gebracht kan worden en wanneer sprake kan zijn van een kansrijk project. Diegenen die voor het eerst hiermee in aanraking komen, vinden er een goed overzicht van de te nemen stappen in het transitieproces. Wie verdieping zoekt om een concreet project tot realisatie te brengen, vindt er de nodige detailinformatie. De handreiking gaat uitvoerig in op de technische, financiële, organisatorische en juridische aspecten en de vereiste samenwerking tussen gemeente, waterbeheerder, netbeheerder, gebouweigenaren, energieleveranciers en eventuele andere partijen om projecten te laten slagen.

Deze handreiking vervangt de handreiking Thermische Energie uit Oppervlaktewater die in oktober 2017 is uitgebracht. Thermische Energie uit Afvalwater is toegevoegd. Vanwege de relatief beperkte bijdrage is geen afzonderlijke aandacht besteed aan Thermische Energie uit Drinkwater. Bovendien zijn recente ontwikkelingen in de handreiking verwerkt. Deze geeft daarmee een vrijwel compleet beeld van het proces van initiatief tot realisatie in uiteenlopende situaties.

Nederland staat wereldwijd bekend als innovatief als het om water gaat. Laten we de mogelijkheden die water biedt voor een duurzame energievoorziening met beide handen aangrijpen. Deze handreiking geeft de lezer concrete handvatten om met aquathermie aan de slag te gaan.



ED NIJPELS

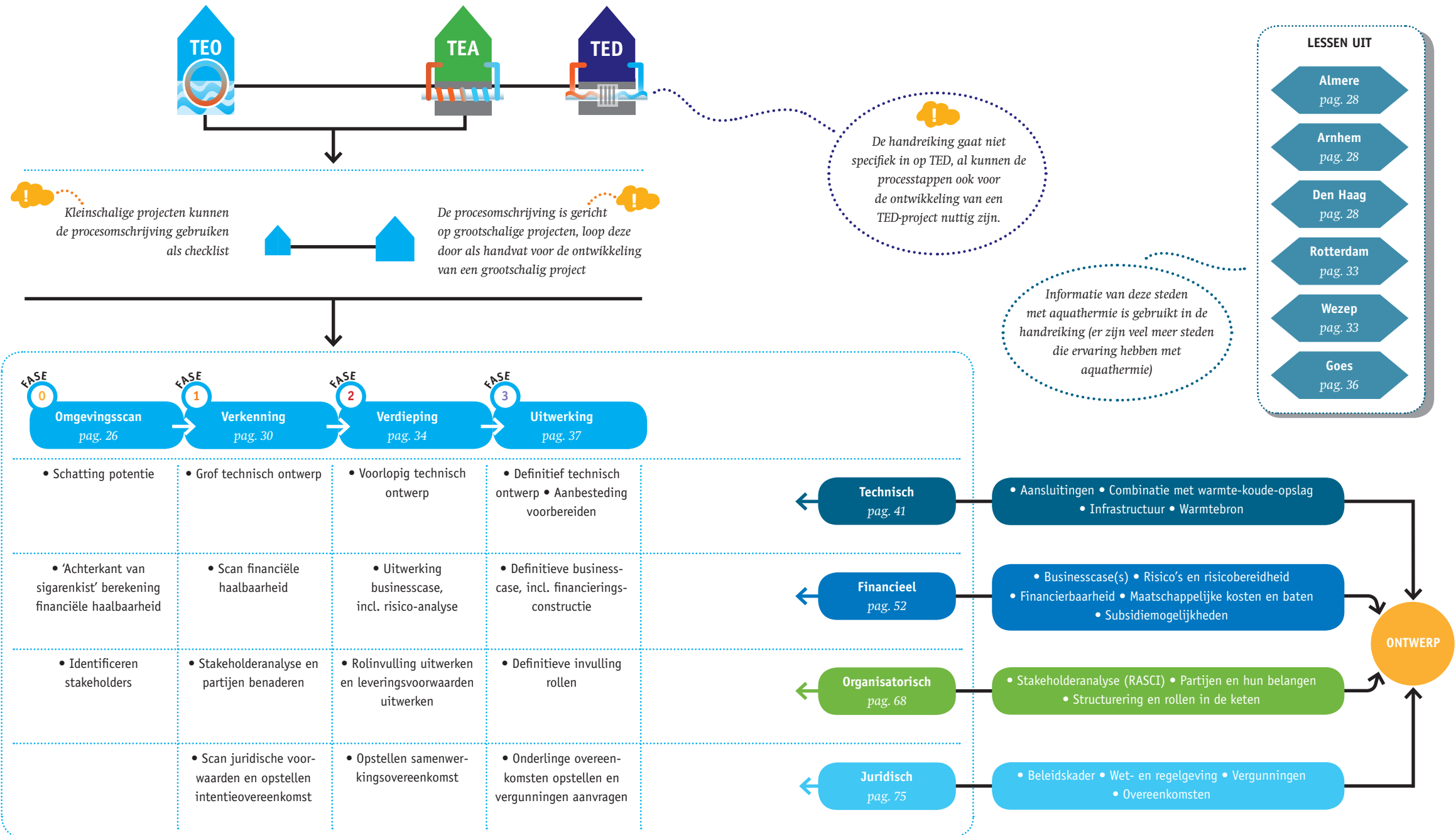
Voorzitter Klimaatberaad



JOOST BUNTSMA

*Directeur Stichting Toegepast
Onderzoek Waterbeheer*

INFOGRAPHIC/FLOWSCHEMA



H1 INLEIDING

A full-page background image showing a person in silhouette standing between two large, open industrial doors. The person is positioned in the center, facing away from the viewer towards the bright light coming from the opening. The doors are made of metal with a grid-like structure and diagonal bracing. The numbers '12' and '11' are visible on the left and right doors respectively. The floor is dark, and a strong beam of light illuminates the path leading from the person towards the viewer.

De komende jaren gaat de rol van aardgas en andere fossiele energiebronnen in onze energievoorziening kleiner worden. Daar zijn voldoende redenen toe: onze eigen gasvoorraad raakt op, Groningen beeft en de verbranding van het aardgas in onze huizen en bedrijven leidt tot onnodige uitstoot van CO₂. Dit betekent dat er alternatieven nodig zijn om in de Nederlandse warmte- en koudebehoefte te kunnen voorzien. Het gaat hier met name om de warmtevoorziening aan onze huizen, kantoren en industrieën. Daarnaast zijn er ook CO₂ winsten te behalen in duurzame koudevoorziening.

In de Energieagenda (2017) en het Klimaatakkoord (2018) worden opties geschetst om de afhankelijkheid van het gas te verlagen en wordt het pad geschetst naar een CO₂-arme samenleving in 2050. De warmte- en koudevoorziening in de gebouwde omgeving vormt daarbinnen nog een forse uitdaging, met name omdat hiervoor nieuwe infrastructuur ontwikkeld moet worden, en installaties in gebouwen moeten worden aangepast. Om de gebouwde omgeving te verduurzamen is onder meer uitwisseling van warmte en koude tussen partijen en met de omgeving door middel van netwerken en warmte-koude-opslag systemen (WKO) wenselijk. Oppervlakte- en afvalwater kan binnen die uitwisseling een bron van warmte en koude zijn die in een WKO kan worden opgeslagen, of direct worden geleverd aan huizen, kantoren of andere gebouwen in de omgeving. Het concept Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO) maakt het mogelijk warmte of koude uit plassen of waterwegen te benutten. Thermische Energie uit Afvalwater (TEA) benut de capaciteit van het riool, rioolgemalen, persleidingen en rwzi's. In beide gevallen wordt hernieuwbare warmte en/of koude uit water onttrokken. Aquathermie is de verzamelterm voor thermische energie uit water. Te onderscheiden vormen van aquathermie zijn:

TEO: Thermische Energie uit Oppervlaktewater;

TEA: Thermische Energie uit Afvalwater;

TED: Thermische Energie uit Drinkwater.

Deze handreiking beperkt zich tot TEO en TEA en wordt op termijn mogelijk ook uitgebreid naar TED.

Geen enkele hernieuwbare energiebron zal in de toekomst volledig kunnen voorzien in de warmtevraag, zo stelt ook het PBL in Toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten in Nederland (2017). Afhankelijk van de warmte- en koudevraag, het

watersysteem/riolering en de alternatieve warmte- en koudebronnen, kan TEO en TEA op diverse locaties een kansrijke optie zijn. Uit een eerste berekening van de economische potentie blijkt dat TEO voor Nederland kan voorzien in ongeveer 12% van de nationale warmtevraag en 54% van de koudevraag in Nederland¹. TEA kan naar schatting in ongeveer 16% van de nationale warmtevraag voorzien².

Daarbij kan onder bepaalde omstandigheden het winnen van thermische energie uit oppervlaktewater tevens een positieve invloed uitoefenen op hittestress en de kwaliteit van het water.

Aquathermie betreft slechts een van de mogelijke bronnen voor duurzame warmte, andere zijn bijvoorbeeld geothermie en restwarmte (indien de warmte voor het proces waar restwarmte vrijkomt eveneens duurzaam is opgewekt). Er zal een mix van bronnen noodzakelijk zijn om leveringszekerheid te kunnen garanderen.

1.2 EEN HANDREIKING VOOR KLEINE MAAR VOORAL OOK VOOR GROOTSCHALIGE TOEPASSING VAN TEO EN TEA

In de praktijk wordt aquathermie al op diverse plaatsen toegepast. Zo wordt in Wageningen een woonzorgcomplex verwarmd met energie gewonnen uit water in de stadsgracht, in Rotterdam worden kantoren gekoeld door middel van het Maaswater en in Amsterdam worden verschillende kantoren van de Zuidas gekoeld vanuit het Nieuwermeer en de nieuwe wijk Houthaven met koude uit het IJ. TEO is in deze situaties technisch, financieel, juridisch en organisatorisch haalbaar gebleken. Er zijn echter ook voorbeelden waar dit proces minder succesvol is verlopen en waar TEO (nog) niet van de grond is gekomen. Gemaal Parksluizen in Rotterdam kent een enorme potentie voor het benutten van koude uit oppervlaktewater. Echter, door onder andere het ontbreken van een launching customer ligt dit project al enige tijd stil.

TEA wordt reeds toegepast bij zwembaden in Urk, Raalte en Wezep, waar een directe warmteverbinding de zwembaden aansluit op een persleiding van het riool (Urk) en een aardappelverwerkingsfabriek (Wezep). In Velsen wordt een schoolgebouw verwarmd en gekoeld met energie uit afvalwater (het riool) en in Goes wordt een

1 www.uvw.nl/energiecoalitie-energiekansen-in-het-waterbeheer/

2 Studie Tauw en IF Technology naar potentie TEA, augustus 2018

appartementencomplex op deze manier van warmte voorzien. Naast ‘individuele’ toepassingen, waarbij energie direct aan een complex wordt geleverd, zijn er ook voorbeelden van warmtenetten. In Delft zijn 1.600 woningen aangesloten op een warmtenet dat deels gevoed wordt uit het effluent van een awzi.

KADER **DE DERDE VORM VAN AQUATHERMIE: TED**

De handreiking focust op TEO en TEA, maar ook drinkwater kan als bron dienen voor warmte en koude. Zo benut een medicijnfabriek koude vanuit een drinkwaterleiding van Waternet, in combinatie met een WKO. In Culemborg benut een lokale energievoorziening de warmte van een drinkwaterpompstation van Vitens.

Een studie uit 2017 toonde dat TED in ongeveer 1,4% van de totale warmtevraag van de gebouwde omgeving kan voorzien³. Recente inzichten doen echter vermoeden dat het percentage in de praktijk hoger kan zijn.

De ontwikkeling van aquathermie lijkt op een kantelpunt te zitten. Er is steeds meer aandacht voor hernieuwbare en lage temperatuur warmtevoorziening. Klein-schalig worden de technieken al toegepast, lokale netwerken komen tot ontwikkeling. De uitdaging voor de toekomst is bredere toepassing mogelijk te maken, zodat de potentie van geschikte locaties (zoals gemalen, stuwen, het riool en effluentleidingen) kan worden benut en infrastructuur voor uitwisseling van warmte-/koude-vraag en aanbod kan worden ontwikkeld.

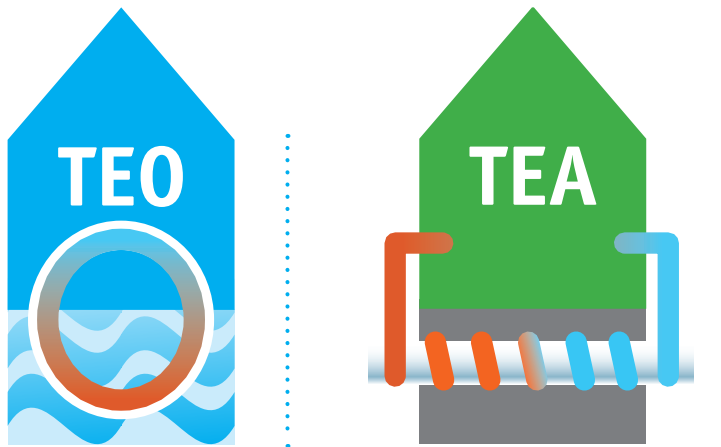
Het succesvol opzetten van een aquathermieproject vraagt om het inzetten van financiële middelen vanuit publieke en private partners, een level playing field voor duurzame warmte-oplossingen zoals TEO en TEA, het nemen van eigenaarschap voor het proces, intensieve samenwerking tussen meerdere partijen, nieuwe invulling van rollen, partijen die projecten willen ontwikkelen en partijen die zich aan het project willen committeren.

3 *BTO 2017.072 Verdieping Warmte en Koude uit Drinkwater. Auteurs: Nikki van Bel, Martin Bloemendal, Tessa van den Brand, Laura Snip en Leo Heijnen*

1.3

LEESWIJZER

Deze handreiking is bedoeld voor initiatiefnemers van en partners in een TEO of TEA-project. Dit kunnen verschillende partijen zijn; bijvoorbeeld een waterschap, gemeente, een afnemer, een energieleverancier, of een investeerder. De handreiking biedt deze partijen een procesaanpak om aquathermie te realiseren en technische, financiële, organisatorische en juridische kaders.



De ontwikkeling van TEA en TEO is in veel opzichten vergelijkbaar. Daarom is gekozen voor een geïntegreerde handreiking. Daar waar TEO en TEA afwijkend zijn, is dat zichtbaar door middel van kleur en beeld.

Het document is opgebouwd uit drie delen:

Het eerste ([hoofdstuk 2](#)) gaat in op de huidige stand van zaken van TEO en TEA: Welke concepten bestaan er, wat kan TEO en TEA betekenen voor het koppelen van energiesystemen aan het watersysteem en hoe ziet de functionele keten er uit.

Het tweede gedeelte ([hoofdstuk 3](#)) bestaat uit een beschrijving van het proces om kansen te identificeren en verder te brengen. De benodigde acties en aandachtspunten worden beschreven teneinde in vier fasen tot een eventueel investeringsbesluit te kunnen komen. Deze procesbeschrijving is met name relevant voor grote

projecten waarbij de betrokkenheid van meerdere stakeholders noodzakelijk is. Bij kleinere projecten zal dit onderdeel te uitgebreid zijn. Aan het begin van het hoofdstuk staat kort benoemd welk proces kleinschalige projecten kunnen doorlopen.

In het derde gedeelte (*hoofdstuk 4*) wordt een inhoudelijke verdiepingsslag gemaakt vanuit het technische, financiële, organisatorische en juridisch kader.

Deze handreiking is geïnspireerd op de handreiking gebiedsgerichte warmte-uitwisseling van RVO.nl. Veel van wat in die handreiking beschreven is, is ook voor uitwisseling van energie uit oppervlakte- en afvalwater van toepassing. De handreiking die u nu voor u heeft, zal dieper ingaan op de uitdagingen die bij aquathermie spelen en bij meer algemene beschrijvingen van tools of processtappen, verwijzen naar de handreiking gebiedsgerichte warmte-uitwisseling⁴.

H2 AQUATHERMIE: NIEUWE KOPPELINGEN VAN BEWEZEN TECHNIEKEN



2.1 **VERNIEUWING DOOR DE KOPPELING VAN SYSTEMEN**

Om energie uit oppervlakte- en afvalwater te benutten, worden een aantal bestaande technologieën gekoppeld. Uit de bron (het (afval)watersysteem) wordt met een warmtewisselaar warmte of koude onttrokken. Via een netwerk wordt de warmte of koude getransporteerd en vervolgens ofwel direct afgenomen, of opgeslagen in een warmte-koude-opslag in de bodem (WKO). Uit de WKO kan vraaggestuurd koude of warmte worden opgepompt en getransporteerd naar de afnemer. Bij de afnemer verhoogt (in geval van warmtevraag) een warmtepomp de temperatuur van de drager (water) tot het gewenste niveau. TEO en TEA hoeven niet noodzakelijkerwijs in combinatie met een WKO te worden uitgevoerd. In enkele bestaande projecten wordt de koude uit een diepe plas of stromend water (TEO) of uit het riool (TEA) direct benut voor koeling. Door de verhoogde temperatuur in het afvalwater kan bij TEA ook warmte direct benut worden voor verwarming.

WKO's, warmtewisselaars, warmtepompen en warmtenetwerken zijn bewezen technieken. De technieken zijn technologisch al ver ontwikkeld en van grootschalige technologische innovatie is geen sprake. Daarentegen is de koppeling van de systemen wel vernieuwend. Door aquathermie wordt het oppervlakte- en afvalwatersysteem verbonden aan het energiesysteem. Niet alleen zorgt dit voor een duurzame energievoorziening, ook kan - in bepaalde omstandigheden - warmte-opname de oppervlaktewaterkwaliteit verbeteren of hittestress reduceren (TEO). Door energie uit afvalwater te benutten kan het van de temperatuur van het water in de winter (onttrekken van koude) gunstige effecten hebben op de capaciteit van de waterzuivering⁵.

5 *Beide gevallen betreft een combinatie met warmte-koude-opslag.*

2.2



AQUATHERMIE KOMT IN DE PRAKTIJK IN VERSCHILLENDE CONCEPTEN TERUG

TEO is een verzamelterm voor grofweg twee concepten, die ook in combinatie worden toegepast:

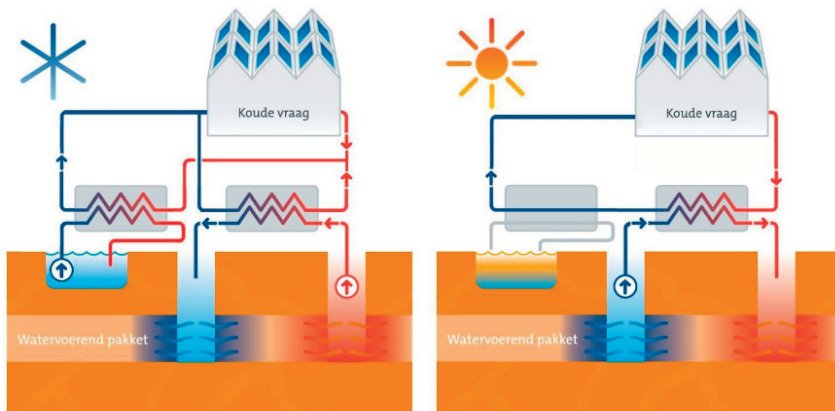
Concept I: WKO met koppeling aan oppervlaktewater

Afhankelijk van de voornaamste energievraag wordt warmte of koude onttrokken uit open water, in een WKO onder de grond opgeslagen. Gebruikers kunnen koude direct uit het oppervlaktewater of de WKO benutten en/of warmte met een warmtepomp opwaarderen en gebruiken. Door het onttrekken van de warmte in de zomer kunnen tevens voordelen ontstaan voor de waterkwaliteit.

Concept II: directe koudewinning

Directe koudewinning kan met name toegepast worden bij diepe plassen, maar ook bij rivieren of kanalen met een sterke doorstroming. Diepe plassen kennen onderin een lagere temperatuur dan het water aan de oppervlakte. Het water uit diepe plassen kan gebouwen of processen direct koelen. Bij rivieren of kanalen wordt de lage temperatuur van het water direct benut om gebouwen te koelen. Directe koudewinning wordt reeds op grote schaal toegepast (bijv. bij Houthavens in Amsterdam).

Concept koudewinning (bron: IF Technology)



Gemalen of stuwen kunnen voor TEO een interessante locatie bieden. Er zijn al pompen aanwezig en de scheiding tussen twee watersystemen komen het rendement en de investeringen van TEO ten goede. Het concept waarbij gekeken wordt naar een verbetering van het watersysteem in combinatie met slimme energieprestatie op, om en in gemalen wordt momenteel onderzocht binnen het Smart Polder programma⁶.



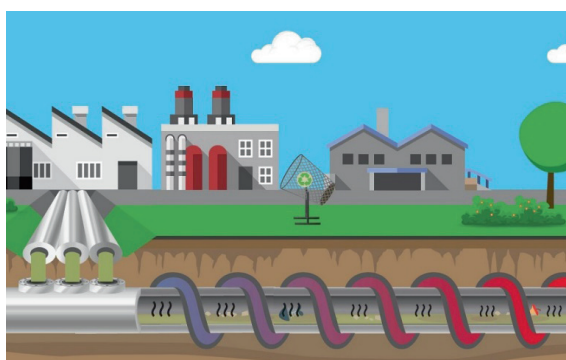
Warmte kan op verschillende plekken in de afvalwaterketen worden onttrokken. Vertaald in concepten gaat het om:

Concept I: warmtewisselaar in het riool

Het afvalwater van woningen en bedrijven heeft een hogere temperatuur dan de omgeving. Deze warmte kan worden onttrokken en benut voor bijvoorbeeld ruimteverwarming. Het gebruik van deze warmte kan op kleine schaal door de woningen of bedrijven zelf worden gedaan (bijv. door middel van douchewarmte-terugwinning), maar ook centraal per straat of wijk. Deze handreiking gaat alleen in op grootschalige toepassing waarbij meerdere stakeholders betrokken zijn. Het terugwinnen voor eigen gebruik valt dus buiten scope van deze handreiking.

Concept II: warmtepomp op effluentleiding

De effluentleiding (vanaf een RWZI) kan dienen als voedingsbron voor een warmtepomp. De warmtepomp kan vervolgens warmte leveren aan een warmtenet.



Voor energie uit afvalwater wordt ook wel de term riothermie gehanteerd, met name gerelateerd aan concept I. In deze handreiking omvat de term TEA ook riothermie.

Voor zowel TEO als TEA geldt dat er een koppeling mogelijk is met WKO. Bij TEA is die koppeling echter minder noodzakelijk. Bij TEA is de temperatuur hoger dan bij TEO en het riool fungeert in feite als een warmte- koude opslag, omdat de rioolbuis gedeeltelijk de temperatuur van de omgeving (de bodem) aanneemt. Koppeling met WKO kan meerwaarde hebben omdat daarmee meer warmte beschikbaar komt in de winter.

2.3 AQUATHERMIE IN DE VERANDERENDE CONTEXT VAN DE WARMTEMARKT

Het duurzaam invullen van de warmtevraag in de gebouwde omgeving is uitdagend, maar kan een belangrijke bijdrage leveren aan een CO₂-arme samenleving in 2050. PBL stelde begin 2017 een toekomstbeeld op voor klimaatneutrale warmtenetten in Nederland. Daarin schetsen ze dat de komende jaren geïnvesteerd moet worden in nieuwe warmtenetten om de transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem te realiseren. Tevens is aandacht nodig voor de het verduurzamen van warmtebronnen. Veel van de huidige warmtenetten worden voorzien van (rest-) warmte uit kolen-, gas- of afvalverbrandingsinstallaties. Daarnaast is langzaam de ontwikkeling gaande van geothermie, waarbij warmte vanuit grote diepte wordt opgepompt. Het leeuwendeel van de warmte die momenteel geleverd wordt, heeft echter nog steeds een fossiele oorsprong. Bestaande warmtenetten opereren ook veelal op hoge temperaturen (> 70°C).

Energie uit afval- en oppervlaktewater kan een duurzame bron vormen voor een relatief nieuw type warmtenetten, namelijk lage temperatuur warmtenetten. Warmte uit water is van lage temperatuur (15°C). Deze temperatuur zal (veelal decentraal) worden opgewaardeerd naar 40°- 70°C. Deze temperatuur kan worden benut om woningen of kantoren te verwarmen (hoewel hier in geval van bestaande bouw mogelijk aanvullende isolatie voor noodzakelijk is). Hiertoe zijn veelal nieuwe warmtenetten noodzakelijk, of alle afnemers van bestaande netwerken moeten zich aanpassen aan de lagere temperatuur.

De ontwikkeling van warmtenetten is - ongeacht de bron - uitdagend. De investeringen in een netwerk zijn fors en zowel aan de productie-, als aan de afnamekant

liggen risico's. Zo vereisen warmtenetten forse investeringen, terwijl niet altijd zeker is dat ze kunnen worden terugverdiend omdat afnemers niet verplicht zijn om aan te sluiten en na renovatie hun vraag fors kunnen verminderen. Op veel plekken komen warmtenetten dan ook niet vanzelf van de grond. Het Rijk erkent deze uitdaging en heeft in de Energieagenda dan ook een aantal wijzigingen in de energiemarkt voorgesteld om voor warmtenetten een level playing field te creëren. Een eerste - al doorgevoerde maatregel - is dat nieuwbouwwijken niet langer verplicht hoeven te worden aangesloten op het gasnetwerk. Nieuwbouwprojecten zijn daarbij kansrijk omdat nieuwbouwwoningen - beter dan bestaande bouw - om kunnen gaan met lage temperatuurwarmte en tevens de koude kunnen benutten⁷. Dit biedt kansen voor alternatieve warmtevoorziening als TEO en TEA. Daarnaast speelt (in het kader van het Klimaatakkoord) een discussie over het open stellen van warmtenetten voor meerdere producenten en/of leveranciers. Hoe open netten er exact uit zullen komen te zien en welke impact dat zal hebben op zowel hoge als lage temperatuur warmtenetten is echter nog niet bekend.

2.4 NIEUWE PARTIJEN EN ROLVERDELING IN DE FUNCTIONELE KETEN

Met de koppeling van het watersysteem aan het energiesysteem ontstaan nieuwe samenwerkingsverbanden. Zo hebben verschillende waterschappen - vanuit hun rol in het beheer van oppervlaktewatersystemen en klimaatadaptatie - interesse getoond in een bijdrage aan de ontwikkeling van TEO en TEA. Potentiële afnemers tonen interesse in de verduurzaming van de gebouwde omgeving: Woningcorporaties hebben als doelstelling in 2020 het vastgoed op gemiddeld label B te hebben, maar worstelen nog met oplossingen om dat te realiseren.

Voorbeelden van gerealiseerde TEO-projecten (koude uit de Nieuwemeer voor de Zuidas en uit de Maas voor De Rotterdam) tonen daarnaast dat vastgoedpartijen ook al bereid zijn te investeren in duurzame koudevoorziening. Deze partijen hebben een rol in de functionele keten voor warmte en koude-uitwisseling.

⁷ Daarbij dient echter wel rekening gehouden te worden met een beperkte warmtevraag vanuit nieuwbouwwoningen vanwege hoge isolatienormen.

TEO EN TEA FUNCTIONELE KETEN

De functionele keten voor energie uit water bestaat uit de volgende stappen, met bijbehorende rollen:



-
- **Bronhouder** stelt de bron van water onder voorwaarden beschikbaar aan de producent om warmte uit te onttrekken.
 - **Producent** onttrekt de warmte (en/of koude) met een warmtewisselaar uit het oppervlaktewater (TEO), afvalwater of effluent (TEA). De producent kan deze warmte direct opwaarderen naar een hogere temperatuur met een warmtepomp en leveren aan een object of het warmtenet. De producent is die partij die investeert in de warmtewisselaar of warmtepomp. De rol kan worden ingevuld door marktpartijen (energieproducenten, installatiebeheerbedrijven) of door waterschappen, gemeenten of Rijkswaterstaat vanuit hun rol als beheerder van het watersysteem of riool (in dat geval is de rol gecombineerd met bronhouder). Ook kunnen gebouweigenaren, die beschikken over een WKO, investeren in TEO of TEA om de capaciteit van de WKO te vergroten.
 - **Netwerkbedrijven** transporteren de warmte en/of koude naar de afnemer. Deze rol kan worden ingevuld door zowel partijen uit de warmtesector, maar ook door producenten of afnemers zelf.
 - **Leverancier** beheert de warmtewisselaar, WKO en/of warmtepomp om het aanbod en de vraag op elkaar te laten aansluiten.
 - **Afnemers** kunnen kantoorgebouwen, zwembaden, winkelcentra, voedingsindustrie, datacenters, vastgoedontwikkelaars, woningcorporaties of individuele huiseigenaren betreffen. Het kan zowel gaan om een enkele afnemer, als een cluster van afnemers. Het aantal afnemers bepaalt sterk de complexiteit van het project.

De ketenrollen van zowel TEA als TEO kunnen in verschillende combinaties worden ingevuld: de afnemer kan ook leverancier zijn, de eigenaar van de bron ook de eigenaar van het transportnetwerk. Ook is het mogelijk een leverancier verantwoordelijk te stellen voor het gehele technische systeem tot de aflevering bij de

.....

afnemer. Bij kleinschalige projecten ligt het voor de hand dat rollen gecombineerd worden in een partij. Zo zal bij een directe verbinding tussen bron en afnemer, veelal een partij verantwoordelijk zijn voor distributie en levering, mogelijk kan zelfs de afnemer of broneigenaar deze rol op zich nemen.

Naast deze ketenpartijen zijn ook partijen buiten de functionele keten betrokken in het proces. Denk aan de eigenaar van de ondergrond, financiers, technologie ontwikkelaars/leveranciers en vergunningverleners en toezichthouders. In het organisatorisch kader wordt verder ingegaan op de verschillende stakeholders.

H3 AQUATHERMIE KANSEN IDENTIFICEREN EN UITWERKEN

Deze handreiking heeft als doel om initiatiefnemers van een TEO- of TEA-project te helpen om gezamenlijk met stakeholders een project technisch, organisatorisch, financieel en juridisch uit te werken. In dit hoofdstuk beschrijven wij de processtappen die initiërende partijen kunnen zetten om tot een projectontwerp en samenwerking met benodigde partijen te komen. Deze processtappen zijn vergelijkbaar voor TEO en TEA.

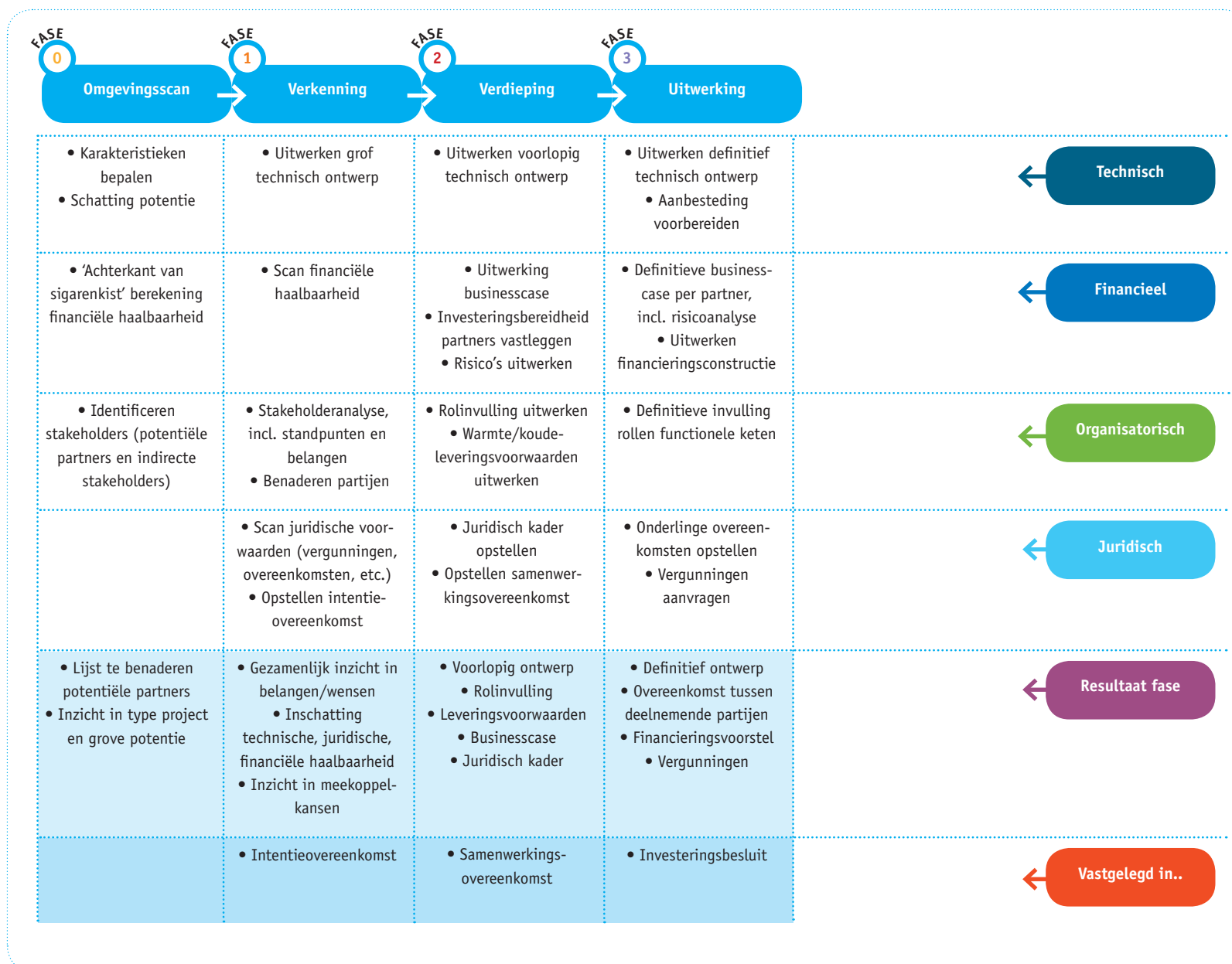
Uitgangspunt voor de handreiking is dat er reeds een locatie (of enkele locaties) gekozen is (zijn) waar TEO en TEA kan worden toegepast en dat een partij op deze locatie(s) met andere stakeholders aan de slag wil. Deze initiatiefnemer kan vanuit diverse kanten komen. Het kan een waterschap zijn die bijvoorbeeld de energiepotentie van een gemaal wil benutten, of een gemeente de potentie van het riool, maar ook een energieleverancier die warmte en koude in de omgeving wil leveren. Het kan ook een gemeente zijn die kansen ziet bij een gebiedsontwikkeling. Het proces is gericht op de ontwikkeling van een project waarbij de betrokkenheid van meerdere stakeholders noodzakelijk is. In een relatief eenvoudig concept waarbij een ontwikkelaar zelf investeert in het benutten van oppervlakte- of afvalwater voor warmte en/of koude, kunnen onderdelen van het technisch, financiële en juridische kader van toepassing zijn, maar is een eenvoudiger proces mogelijk.

We onderscheiden in deze handreiking drie voorbereidingsfases. In de praktijk zullen de stappen vaak (in tegenstelling tot de redelijk lineaire voorstelling van het proces) iteratief verlopen en kunnen de beschreven stappen met name als richtlijn dienen. De voorbereidingsfases worden samen met relevante stakeholders genomen. Voorafgaand aan deze gezamenlijke fases dient een initiatiefnemer allereerst een eerste inzicht te verkrijgen in de grove potentie van een locatie en de stakeholders met wie hij/zij de eerste stappen kan gaan zetten. Daarom starten we in deze handreiking met een 0-fase waarin een omgevingsscan, naar zowel stakeholders als fysieke mogelijkheden, wordt uitgevoerd.

Na afloop van de geschetste fases, kunnen de stakeholders over gaan op bouw en exploitatie. Deze fases maken geen onderdeel uit van deze handreiking.

OPBOUW HANDREIKING AQUATHERMIE

Processtappen en resultaten



Na afloop van iedere fase wordt besloten:

- of de projectpartners het project doorzetten naar de volgende fase (go/no go beslissing);
- welke partijen als projectpartner bij het project betrokken blijven, of nieuwe partijen worden betrokken en wie wat bijdraagt en onder welke voorwaarden wordt samengewerkt;

Deze besluiten of afspraken tussen de betrokken partijen worden geformuleerd in een overeenkomst. In de eerste fase is deze overeenkomst nog heel globaal. Met de uitwerking uit de fases, wordt ook de overeenkomst concreter en gedetailleerder. Na de derde fase tekenen de partijen een realisatieovereenkomst, waarin onderlinge afspraken, verdeling van financiële middelen en risico's staan vastgelegd.

Proces bij kleinschalige projecten

De procesomschrijving is gericht op grootschalige projecten, waarbij meerdere stakeholders betrokken zijn. Kleinschalige projecten doorlopen de volgende stappen:

Stap 1:

Haalbaarheid toetsen. Technische potentie en financiële haalbaarheid in kaart brengen. Nagaan welke juridische vereisten er zijn.

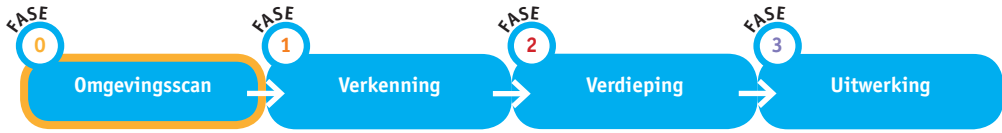
Stap 2:

Uitwerken project. Verfijnen technisch concept en businesscase. Bepalen of en welke externe partijen benodigd zijn voor realisatie en/of exploitatie. Mogelijkheid externe financiering nagaan.

Hoewel dit hoofdstuk met name invulling geeft aan het proces voor grootschalige projecten, kan het eveneens dienen als checklist voor kleinschalige projecten. Met name de genoemde tools zijn eveneens relevant voor kleinschalige projecten.

3.2 OPEENVOLGENDE FASES BRENGEN HAALBAARHEID AQUATHERMIE-CASE IN BEELD

3.2.1 Fase 0: een omgevingsscan om kansen te indentificeren



Doel en resultaat

De omgevingsscan heeft als doel een eerste inzicht te verkrijgen in de kansrijkheid van aquathermie op een bepaalde locatie of in een gebied. Het resultaat is:

- Een eerste inschatting in het toepasbare concept ([zie paragraaf 3.3](#)) en een schatting van de technische en financiële potentie van aquathermie op de gewenste locatie of in het gebied.
- Een tabel met stakeholders, hun belangen en potentiële rol op basis waarvan een inschatting wordt gemaakt van potentiële projectpartners die essentieel zijn om het project te starten.

Processtappen

In fase 0 voert een (of enkele) initiatiefnemer(s) een scan van de omgeving uit, om daarmee inzicht te krijgen in lokale stakeholders en het lokale potentieel voor aquathermie. De omgevingsscan houdt in:

- Scan van stakeholders in de omgeving: start met overzicht van eigenaren, beheerders en benodigde functionele rollen in de energieketen. De stakeholdersscan kan bijvoorbeeld worden gedaan op basis van het belang of aan de hand van de matrix, of het RASCI-model (zie organisatorisch kader).
- Scan van de potentiële energievoorraad, en de technische potentie op locatie. Het portfolio van bestaande projecten (beschikbaar op de STOWA site) biedt een eerste vergelijkingsmateriaal om de potentie van de locatie te bepalen.
- Bij TEA kan een geplande rioolrenovatie aanleiding zijn om de potentie voor warmtebenutting te onderzoeken. Het meekoppelen van TEA met renovatie kan namelijk kosten besparen.
- Het maken van een sigarenkist-berekening van de investeringen die nodig zijn om aquathermie te ontwikkelen, realiseren en bij de afnemer te krijgen. Deze eerste schets geeft reeds inzicht in of het project haalbaar kan zijn. Op basis van

bijvoorbeeld de afstand tussen bron en afnemer (transportleidingen zijn duur en de transport van warmte over lange afstanden zorgt voor warmteverliezen), kan snel duidelijk worden of een project überhaupt haalbaar zal zijn.

Tools

Bij het vaststellen van de potentie kan gebruik worden gemaakt van de informatie over bestaande projecten, een format voor een lijst van stakeholders, belangen en rollen, en diverse kansenkaarten.

Een landelijke kansenkaart van TEA uit de assets van de waterschappen (rioolgemalen, persleidingen en rwzi's; 2018) en ca. 100 gemeenten hebben de potentie van

- 1 TEA uit het gemeentelijk rioolstelsel in beeld gebracht.
- 2 Nationale verkenning energie uit oppervlaktewater (TEO) (IF Technology 2016)
- 3 Diverse regionale kansenkaarten voor TEO.
- 4 Portfolio van bestaande projecten
(www.stowa.nl/teo en www.stowa.nl/tea)
- 5 WKO tool - www.wkotool.nl/
- 6 Lijst van stakeholders, belangen en rollen (*zie organisatorisch kader*)

Wat verder belangrijk is...

- Het kan verschillen wie de initiatiefnemer is, bijvoorbeeld een waterschap, gemeente, projectontwikkelaar of energiebedrijf.
- Let op dat het in deze fase echt gaat om een snelle scan om te zien of het de moeite waard is om andere partijen aan te haken en tijd en geld te investeren in de verdere ontwikkeling. Deze snelle scan kan de initiatiefnemer zelf uitvoeren indien de kennis in huis is. Het kan ook wenselijk zijn om een (technisch) expert in te schakelen die op basis van enkele kenmerken kan inschatten of aquathermie op de gekozen locatie kansrijk is.

KADER



LESSEN UIT ALMERE

In Almere werkt de gemeente aan nieuwe verdienmodellen rond het Weerwater. In deze case worden diverse kansen aan elkaar gekoppeld. Warmtevoorziening kan hierin een belangrijke rol spelen. Zo kan een drijvend zwembad mogelijk via het Weerwater gebruik maken van een overschot aan warmte uit het nabijgelegen ziekenhuis, de nabijgelegen geplande Floriade en woningen warmte afnemen en daarmee de temperatuur verlagen en een positieve bijdrage leveren aan de ecologie van het water.

De gemeente heeft een brede verkenning uitgevoerd en partijen uitgenodigd bij de ontwikkeling aan te haken. Het doel van de gemeente is om hier een 'value case' te ontwikkelen, waar waarden aan elkaar gekoppeld worden. De voorfase en verkenningsfase zijn zeer geschikt voor deze brede verkenning van kansen. Een snelle scan van technische en financiële haalbaarheid kan uitsluitel bieden of ideeën kansrijk zijn en tijd en inzet van de initiatiefnemers kunnen verantwoorden. In Almere blijkt dat tot dusverre het geval.

LESSEN UIT ARNHEM

In Arnhem onderzoekt waterschap Rivierenland samen met partners Alliander en Engie de mogelijkheid om bij een gemaal warmte en koude te leveren aan een gebied met commercieel vastgoed en woningcorporaties. Het waterschap koos er voor om al in een vroege fase warmtepartijen aan te haken en daarmee gezamenlijk verantwoordelijkheid te nemen over verdere ontwikkeling. De volgende uitdaging ligt in het committeren van afnemers aan de ontwikkeling. De gemeente fungeert in het project als sleutelrol en overweegt ook eigen vastgoed aan te sluiten.

LESSEN UIT DEN HAAG



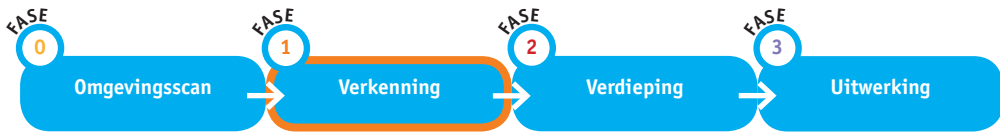
In Den Haag werd lange tijd gewerkt aan het project Warmterivier, gericht op het benutten van warmte uit de effluentleiding bij Houtrust. De warmte kon benut worden voor nieuwbouwwoningen en een bestaande woonwijk. Het project is helaas gestrand. Het ontwikkelproces heeft wel enkele lessen opgeleverd voor andere projecten⁸:

8

Deze lessen zijn afkomstig uit het evaluatierapport van het project in opdracht van de gemeenteraad van Den Haag. Bron: Twijnstra Gudde (2018). Evaluatie project Warmterivier, zie: denhaag.raadsinformatie.nl/document/6687753/1/RIS300132_bijlage

-
- Ga bij de start van een project na welke voorinvesteringen er globaal benodigd zijn en wie deze voorinvesteringen kan dragen. Ga tevens na wat de risico's in het project zijn.
 - Indien de rolopvatting of uitgangspunten van een van de partijen wijzigt (in dit geval ging dat om de rol van de gemeente), bespreek de consequenties daarvan op financiering en risicoverdeling open.
 - Zorg dat bij de start van een project de intenties en belangen van partijen inzichtelijk en bespreekbaar zijn en zoek naar waar de belangen aan elkaar te verbinden zijn.
 - Er werd geen transparantie ervaren in de achterliggende informatie (met name businesscase), dat zorgde voor gebrek aan vertrouwen. Zorg dus voor zoveel mogelijk transparantie in het proces en bespreek onder welke voorwaarden informatie te delen is.
 - Zorg voor een projectorganisatie waarin belanghebbenden goed kunnen samenwerken, met een onafhankelijke procesmanager die het vertrouwen van alle belanghebbenden heeft, en helder besluitvormingsproces.
-

3.2.2 Fase 1: Een verkenningfase om gezamenlijk de kansen te onderzoeken



Doel en resultaat

Fase 0 geeft een eerste grove inschatting of aquathermie kansrijk is. Op basis van deze scan kan de initiatiefnemer besluiten andere stakeholders aan te haken. Een verdere uitwerking en het benaderen van partijen vindt plaats in de verkenning-fase. Aan het einde van deze verkenning ligt er:

- Een eerste schets van een technisch ontwerp, inclusief mogelijke meekoppelkansen.
- Een eerste scan uitgevoerd naar de financiële haalbaarheid op basis van deze technische schets en een vergelijking van TEO met andere aardgasloze opties.
- Een inventarisatie van eventuele evidente juridische blokkades op een locatie.
- Een intentieverklaring met de betrokken partijen. Onderwerpen in deze overeenkomst zien op de beoogde resultaten in fase 2 en de voorwaarden waaronder de partijen de samenwerking voortzetten.

Proces en stappen

In deze fase is het van belang om partijen in te zetten die snel duidelijk kunnen maken of er technische, financiële of juridische ‘knock-outs’ bestaan. Knock-outs zijn technische, financiële of juridische problemen die een expert gemakkelijk en snel kan doorgronden, die niet kunnen worden verholpen en daarmee een haalbare case in de weg staan.

Als er geen knock-outs lijken te bestaan, kan het eerste *technische ontwerp* uitgewerkt worden. Denk aan een schatting van de berekening van de warmte- en koudevraag, een scan van de potentie van de ondergrond voor WKO, de aanwezigheid van WKO's in de omgeving waarop aquathermie mogelijk kan aansluiten, de mogelijkheden van een warmte- en koudenetwerk en de potentie van het (afval)watersysteem als energiebron. Voor dit laatste is het van belang de beheerder van het watersysteem (waterschap of RWS) of riool (gemeente en waterschap) te betrekken. De

.....

beheerder kan voor deze fase de randvoorwaarden meegeven voor het technisch ontwerp. De technische basisinzichten worden vertaald naar financiële waarden in een grove *financiële scan*, waarin o.a. een inschatting van de prijzen die aan afnemers berekend kunnen worden, grove investeringskosten voor de installaties (warmtewisselaar, pompen, warmtepompen), het netwerk en een eventuele WKO zijn opgenomen. Daarnaast is het nuttig een eerste verkenning naar subsidiemogelijkheden achter de hand te hebben (*zie paragraaf 4.2.6*).

Ook voor het juridisch kader is een eerste scan voldoende. Het *juridisch kader* kan bijvoorbeeld gevormd worden door de aanwezigheid van een waterwingebied, recreatie, vaarbewegingen, agrarische bestemmingen of overpadbepalingen. Daarnaast is van belang of in de nabijheid van de betreffende locatie al WKO's zijn waarmee de ontwikkeling van een aquathermieproject kan interfereren. In *paragraaf 4.4* staat de relevante wet- en regelgeving uitgewerkt.

Om een TEO- of TEA-project te realiseren is de betrokkenheid van *meerdere partijen* vaak noodzakelijk. In een latere fase kunnen namelijk beslissingen noodzakelijk zijn die meerdere partijen aangaan. In de verkenningsfase betreft u key stakeholders bij uw proces en onderzoekt u hoe deze partijen aankijken tegen uw initiatief. Van belang is om gezamenlijk standpunten en belangen te verkennen en tot een gemeenschappelijk beeld te komen. Daarbij moet ook ruimte zijn voor individuele belangen van partijen. Er kan frictie ontstaan op deze individuele belangen (belangen van een producent kunnen bijv. tegengesteld zijn aan die van een leverancier), maar het is goed om deze vroeg in het proces te adresseren.

Om de snelheid in het proces te houden is het belangrijk om in deze fase met betrokken partijen te bespreken en vast te stellen wie proceseigenaar(en) is (zijn), in welke fase(n) en welke proces- en resultaatverantwoordelijkheid elk van de betrokken partijen op zich neemt. Dat betreft niet alleen rollen en verantwoordelijkheden in het proces, maar ook hoe proceskosten (bijv. inhuren van adviseurs) worden verdeeld. In deze fase kan tevens een neutrale 'spelleider' of procesbegeleider worden aangesteld om het vervolgproces op een open en transparante wijze te doorlopen.

Tools

In de verkenningsfase kunnen de volgende tools worden benut:

- Technische hulpmiddelen:
 - Een landelijke kansenkaart van TEA uit de assets van de waterschappen (rioolgemalen, persleidingen en rwzi's; 2018) en ca. 100 gemeenten hebben de potentie van TEA uit het gemeentelijk rioolstelsel in beeld gebracht.
 - Diverse regionale kansenkaarten voor TEO.
 - Nationale verkenning energie uit oppervlaktewater (TEO)
 - WKO-tool (www.wkotool.nl/)
 - De aandachtspunten uit het technisch kader ([paragraaf 4.1](#))
 - Portfolio van voorbeeldprojecten (te vinden op www.stowa.nl/teo)
- Financiële hulpmiddelen:
 - Cockpit voor TEO-projecten (te vinden op www.stowa.nl/teo)
 - Businesscases van IF Technology (wordt gepubliceerd op de website van STOWA)
 - Beschrijving businesscase in [paragraaf 4.2](#)
- Organisatorisch kader; overzicht van stakeholders in [paragraaf 4.3](#)
- Juridisch kader voor een scan van relevante wet- en regelgeving in [paragraaf 4.4](#)

Wat verder belangrijk is...

- Een intentieovereenkomst kan een belangrijke houvast zijn voor partijen om vervolgacties te nemen, maar het blijft een vrijblijvende overeenkomst. Zorg ervoor dat de overeenkomst ook dusdanig is opgebouwd en dat het voldoende experimenteerruimte biedt. Voorkomen moet worden dat het proces gejuridiseerd wordt.
- Juiste timing is van belang; als er sprake is van gebiedsontwikkeling ligt daar vaak een planning van een ontwikkelaar aan ten grondslag. Het inpassen van een TEO ontwikkeling kan dan moeilijk in te passen zijn en op weerstand stuiten. Wees hier op voorbereid en wees hier realistisch in. Zorg in dat geval dat er op bestuurlijk niveau draagvlak is om aquathermie in het gebied te realiseren.
- Indien het project aansluiting van woningen op TEO of TEA betreft, denk dan in deze fase ook reeds na over een communicatiestrategie.

KADER



LESSEN UIT ROTTERDAM

Het Hoogheemraadschap van Delfland nam in 2013 het initiatief om bij gemeaal Parksluizen koude te onttrekken en te leveren aan het Erasmus Medisch Centrum. De partijen werkten, samen met IF Technology, aan de ontwikkeling van de businesscase. Het concept leek zeer kansrijk maar is uiteindelijk niet van de grond gekomen. Door de lage prijzen voor gas en elektriciteit, was de businesscase krap en onvoorziene kosten zorgden voor een forse uitdaging in de ontwikkeling. Door wisseling van personen binnen de launching customer en veranderde zienswijze verminderde de betrokkenheid van de launching customer, waardoor doorstart van het project niet meer mogelijk was. De ontwikkeling van TEO bij gemeaal Parksluizen ligt hierdoor stil.

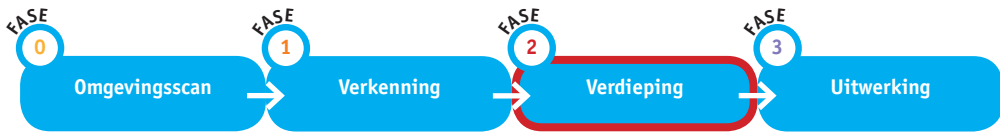


LESSEN UIT WEZEP

In Wezep heeft de gemeente onderzoek laten uitvoeren of de warmte in het afvalwater dat na zuivering door CelaVita op het riool wordt geloosd, benut kan worden. Dit bleek goed mogelijk, waarbij het nabijgelegen zwembad De Veldkamp een relatief eenvoudig aan te sluiten object bleek te zijn. Bij een dergelijk systeem speelt het moment ook een nadrukkelijke rol. De vervanging van het riool en de warmtevoorziening in het zwembad zijn investeringen die voor langere perioden) worden gedaan. Omdat warmtewinning en –levering echter bij geen van de betrokken partijen tot de core business behoort, is een aparte entiteit opgericht, Omgevingswarmte BV die risicodragend de warmtewinning en warmtelevering gedurende 20 jaar voor haar rekening neemt. Op deze manier kon toch het momentum worden benut.

Een belangrijke les uit het traject is dat benutting van energie uit afvalwater vraagt om over de grenzen van sectoren heen te kijken. Verantwoordelijken voor het riool, energie en gebouwde omgeving moeten elkaar opzoeken om kansen te ontdekken en benutten.

3.2.3 Fase 2: De verdieping leidt tot een concrete basis voor definitieve samenwerking



Doel en resultaat

Het doel van deze fase is om met projectpartners tot een principebesluit (samenwerkingsovereenkomst) te komen over financiële uitgangspunten en rollen en verantwoordelijkheden in het project. Aan het einde van deze fase liggen er:

- Een uitgewerkt voorlopig technisch ontwerp.
- Invulling van de rollen in de functionele keten.
- Uitwerking van de totale project businesscase en gedeelde individuele businesscases van de verschillende ketenpartijen, er is een overzicht van mogelijke risico's en er is zicht op financiering.
- Een lijst van benodigde vergunningen en overeenkomsten en stappenplan om benodigde documenten op orde te krijgen.
- Een lijst met indirecte stakeholders die in deze fase van het proces betrokken dienen te worden met een overzicht van hun belangen.

Proces en stappen

Het voorlopige *technische ontwerp* wordt in deze fase uitgewerkt. Indien nodig worden extra partijen betrokken om tot concrete invulling te komen van verdere technische details en een gedetailleerde invulling van de impact op omgeving. Denk in deze fase ook reeds na over de planning van uitvoering. Sommige materialen kunnen lange levertijd hebben.

Het technische ontwerp vormt de basis voor de verdere invulling van de *financiële uitwerking* van de businesscase. De eerste uitwerking van de financiële haalbaarheid in de verkenningsfase betreft het totale project. In de keten hebben de producent, leverancier en afnemer allen een eigen businesscase op basis waarvan ze bepalen of ze bereid zijn in het project te investeren. In een gezamenlijk proces zijn partijen transparant over hun eigen businesscase. Die transparantie helpt om de balans te zoeken tussen het projectbelang, dat voor iedereen centraal moet staan,

en het eigen belang, dat ook bediend moet worden om partijen aan boord te houden. De individuele belangen worden samengebracht in de gezamenlijke businesscase. Daarmee kun je vervolgens optimaliseren en structureren. De financiële uitwerking bevat ook een uitwerking van de risico's voor het project en de mitigatie van die risico's. Ook hierin helpt transparantie om de waarde van risico's onderling te bepalen en vast te stellen wie welke risico's en de mitigerende maatregelen op zich neemt.

Partijen bepalen wie welke rol zal invullen in de uitvoering van het project. Tevens bepalen ze in deze fase wie bereid is te investeren in het project en tegen welke voorwaarden, en of er andere financiers worden betrokken.

Nu invulling van de rollen, verantwoordelijkheden en risicoverdeling duidelijk worden, kunnen deze worden vastgelegd in een *samenwerkingsovereenkomst*, met daarin zoveel mogelijk opgenomen de voorwaarden waarop partijen zullen overgaan tot een investeringsbesluit.

De concreetheid geeft ook een basis om naast de directe stakeholders te bepalen welke indirecte stakeholders betrokken moeten worden en welke informatie en interventies nodig zijn om deze partijen goed aan te haken.

Tools

Voor de uitwerking zijn de volgende tools relevant:

- Beschrijving over businesscase, risico's en financierbaarheid van aquathermie projecten uit het financieel kader (*paragraaf 4.2*).
- Handreiking financiering duurzame energieprojecten Waterschappen van de Unie van Waterschappen⁹.
- De rolverdeling en stakeholderomschrijving uit het organisatorisch kader (*paragraaf 4.3*).

Wat verder belangrijk is...

- Algemene kengetallen volstaan in deze fase niet. Veel van de uitwerking zal door specialisten worden gedaan op basis van metingen op locatie (voor de potentie van de bron), gebruikersgegevens (voor de afnameprofielen) en eventueel al eer-

ste schattingen van leveranciers of aannemers die de werkzaamheden zullen uitvoeren.

- Mede door de benodigde expertise is het in deze fase (in mindere mate was dit ook al van toepassing op de voorgaande fase) noodzakelijk dat partijen ontwikkelgeld inleggen. Daarvoor zijn afspraken noodzakelijk: wie betaalt wat, welk recht krijgt die partij daarvoor terug, ontvangt iedereen bij realisatie zijn inleg terug, of op basis van toekomstige belangen en verdienpotentie?
- In deze fase zullen voorwaarden voor levering- en afname, mitigatie en verdeling van risico's en investeringsbereidheid op tafel komen. Dit is een onderhandeling en maatschappelijke en private belangen kunnen in deze fase gaan schuren omdat de kosten en baten van aquathermie bij verschillende partijen kunnen vallen.

KADER



LESSEN UIT GOES

In Goes worden 60 appartementen aan het Hollandia plein verwarmd door middel van warmte uit het riool. In de verkenningsfase was data benodigd over het debiet van het riool. De gemeente bleek niet in voldoende mate over deze gegevens te beschikken en het uitvoeren van metingen zou tenminste een jaar vergen. Deze tijd was er niet i.v.m. met de planning van de nieuwbouw. Die metingen waren uiteindelijk niet nodig, omdat uit gesprekken met het waterschap bleek dat zij over meetdata voor temperatuur en debiet beschikken vanuit hun hoofdgemaal in de directe nabijheid van het project. Wanneer de keuze wordt gemaakt voor riothermie is het van essentieel belang om als initiatiefnemer direct te gaan meten in het riool om zoveel mogelijk data over temperatuur en flow (debiet) in het riool te weten te komen.

In Goes bleek dat de leverantie van de riothermie buizen de rode draad vormde in het gehele project. TEA werd in dit project gekoppeld aan een rioolrenovatie. De levertijden van een reguliere rioolbuis zijn zeer kort, maar warmtebuizen zijn geen standaardproduct en kennen een lange levertijd. Ga daarom reeds in een vroege ontwikkelfase na met welke planningen u te maken heeft (riool, renovatie vastgoed, vervanging andere infrastructuur, levertijden), hoe deze op elkaar aansluiten en waar het kritische pad in de planning ligt. Het slim koppelen van werkzaamheden en beheergelden is van belang om de businesscase te versterken. Het slagen van het project in Goes wordt o.a. toegeschreven aan een innovatieve houding, transparante samenwerking, onderling vertrouwen en een simpele opzet in projectstructuur en contracten.

3.2.4 Fase 3: Uitwerking van de samenwerking tot een investeringsbesluit



Doel en resultaat

Partijen hebben in de vorige fase besloten om tot de einduitwerking van de aquathermie-case over te gaan. Deze laatste fase heeft als doel om op basis van de samenwerking tot een investeringsbesluit te komen. Dit is inclusief alle daarvoor benodigde uitwerkingen: een definitief technisch ontwerp, overeenkomsten, businesscase met financieringsvoorstel, vergunningen (incl. aanvraag).

Deze fase is dusdanig maatwerk dat standaard tools en kengetallen niet langer van toepassing zijn.

Proces en stappen

Na het tekenen van het samenwerkingsovereenkomst worden de laatste *technische* details uitgewerkt. In deze fase zal daarnaast een aanbesteding worden voorbereid en uitgevoerd indien dit vanuit de publieke partijen is vereist of om marktspanning op te zoeken. De aanbesteding kan gaan over levering van warmtewisselaars, WKO's en/of warmtepompen, maar er kan ook gezocht worden naar leveranciers die de langjarige verantwoordelijkheid over het functioneren van het totale concept op zich willen nemen.

Op *financieel* vlak werken de partijen de financieringsconstructie uit. Van belang is of partijen op de eigen balans financieren of kiezen voor projectfinanciering (zie [paragraaf 4.2](#)). In het laatste geval zal de financiële constructie zeer gedetailleerd moeten worden doorgerekend om banken en andere financiers voldoende zekerheden te geven om in het project te stappen. Bij financiering op de eigen balans zullen de partijen intern de voorbereidingen voor interne investeringsbesluiten moeten treffen. In de eerste fase is gekeken naar mogelijke bekostiging via subsidies (zie [paragraaf 4.2.6](#)). Afhankelijk van het subsidieprogramma zal een verzoek moeten worden ingediend door de betreffende partners, met een plan en begroting.

Organisatorisch zal aandacht uitgaan naar het opzetten van een projectorganisatie met teamleden uit de verschillende participerende organisaties en instanties. Een vast kernteam maakt een gedetailleerd projectplan waarvan de voortgang op regelmatige basis wordt besproken. Er zal op bestuurlijk niveau toezicht worden gehouden. Ieder zal binnen zijn/haar eigen organisatie een intern projectteam aanhaken. Er zal een tweede ring van stakeholders zijn die op informatie basis aangehaakt zal blijven.

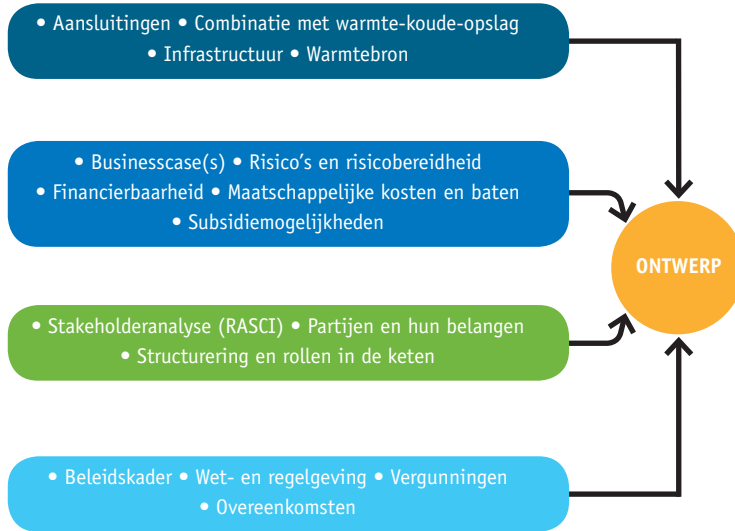
Ook *juristen* kunnen in deze fase aan de slag. Tussen de partijen moeten verschillende overeenkomsten worden afgesloten. De bronhouder en producent maken afspraken over de voorwaarden waarop de bron ter beschikking wordt gesteld. De leverancier sluit een leveringsovereenkomst met de producent, en met de afnemers. Het netwerkbedrijf (indien gesplitst) of warmtebedrijf (indien geïntegreerd) sluit een overeenkomst met aangesloten partijen (producent en afnemers) en de leverancier over het beschikbaar stellen van het netwerk. Daarnaast moeten vergunningen worden aangevraagd en ontwikkelingen worden gemeld bij de betreffende overheidsinstanties.

.....

H4 VIER KADERS ZORGEN VOOR DE INHOUDELIJKE VERDIEPING



De processtappen uit [hoofdstuk 4](#) geven stapsgewijs invulling aan technische, organisatorische, financiële en juridische onderdelen van een aquathermie-project. Dit hoofdstuk beschrijft per onderdeel (technisch, financieel, etc.) welke aandachtspunten en kaders een rol spelen bij de ontwikkeling van een project.



4.1

TECHNISCH KADER

In de processtappen uit [hoofdstuk 3](#) komen de volgende technische ontwerpen terug:

- 1 schetsontwerp op basis van het toepasbare concept,
- 2 een voorlopig technisch ontwerp,
- 3 definitief technisch ontwerp.

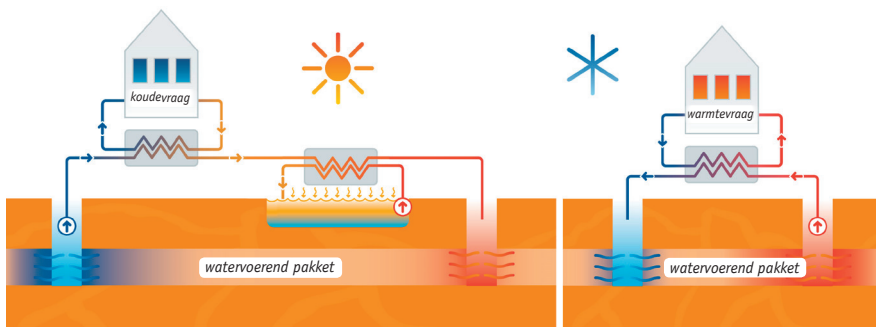
Het ontwerp is het sterk afhankelijk van de omgeving; zo bestaat bij directe warmte- of koudelevering het ontwerp uit een warmtewisselaar en koudetransportleiding. Bovendien ziet een ontwerp voor een groot aantal afnemers er heel anders uit dan een ontwerp voor één afnemer. In dit technisch kader geven we dan ook geen volledige invulling aan hoe TEO of TEA er uit zal komen te zien, maar laten we zien waar u rekening mee moet houden. Voor meer gedetailleerde uitwerking van

technische concepten verwijzen we graag door naar het portfolio van projecten en de businesscases die worden gepubliceerd op de website van STOWA.

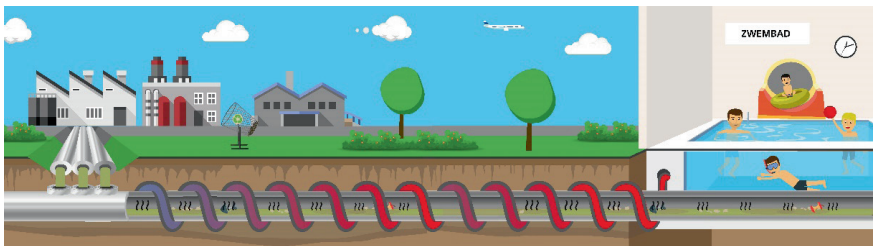
Hierna schetsen we per onderdeel welke aandachtspunten van belang zijn voor het technisch ontwerp.



In de basis ziet het technisch systeem van TEO (met WKO) er als volgt uit.



Het TEA concept werkt vergelijkbaar, maar benut het rioolstelsel om warmte- en/of koude uit te putten.



4.1.1 Aansluitingen

Potentiële afnemers van koude en/of warmte uit oppervlakte- en afvalwater zijn: kantoorgebouwen, woningen (al dan niet geclusterd), utiliteiten, winkelcentra, voedingsindustrie, datacenters. Voor het technisch ontwerp is allereerst van belang of de vraag alleen warmte, zowel warmte als koude behelst, of alleen koude.

Energie uit oppervlaktewater heeft een lage temperatuur. Het water is tussen de 5 (winter) en 20 (zomer) °C. Afvalwater heeft gemiddeld een iets hogere temperatuur van tussen de 8 (winter) en 20 (zomer) °C. Met behulp van een warmtepomp kan de warmte worden opgewaardeerd tot 50°C. Hogere temperaturen, à 70°C zijn tevens mogelijk, maar tegen lagere efficiëntie (bij bestaande bouw mogelijk wel kansrijk, omdat lage temperatuurverwarming niet altijd mogelijk is). Koude uit het water kan direct geleverd worden, zonder opwaardering.

Zowel voor TEO als TEA geldt dat de warmte met name in de zomer beschikbaar is, terwijl dan de vraag naar warmte beperkt is. Indien er sprake is van een warmtevraag, of een combinatie van warmte en koude, kan TEO of TEA in combinatie met een WKO worden uitgevoerd. Daarbij dient de WKO als opslagmedium voor de seizoensfluctuatie van de warmte- en koudevraag en het aanbod. Als we het andersom benaderen, kan afval- en oppervlaktewater worden benut voor de regeneratie (balancerings) van de WKO en voor een hogere efficiëntie van de warmtepomp. Daarnaast kan TEA ook als warmteleverancier functioneren zonder WKO, omdat er door de hogere temperatuur in de winter ook dan efficiënt warmte gewonnen kan worden.

De temperaturen zijn, ook na opwaardering lager dan warmte afkomstig uit een traditioneel stadswarmtenetwerk of CV-ketel. In veel gevallen zullen bestaande gebouwen dan ook aangepast moeten worden aan de lagere temperatuur warmte, door de complexen te isoleren en verwarmingsinstallaties aan te passen. Met name in de bestaande bouw kan dat forse investeringen vergen.

Warmtepompen benutten elektriciteit om op een efficiënte manier warmte op te waarderen en te benutten. Hoewel de gevraagde elektriciteit lager is dan de warmtevraag (de verhouding pompenergie versus energie uit geleverde warmte is ongeveer 1:5¹⁰, neemt de elektriciteitsvraag van afnemers van TEO wel sterk toe. Deze

toename van elektriciteitsvraag kan impact hebben op het elektriciteitsnetwerk. Bij grote TEO-projecten is het daarom aan te bevelen om bij de lokale netbeheerder te informeren naar eventuele bottlenecks in het elektriciteitsnetwerk en de mogelijkheden om duurzame elektriciteit in te zetten.

4.1.2 Combinatie TEO en TEA met warmte-koude opslag

Een WKO maakt gebruik van de ondergrond; er worden twee grondwaterbronnen (putten) in de grond geboord, een voor warmte en een voor koude. Bij kleinere capaciteiten kan ook een monobron (enkele bron) worden toegepast. Van belang voor een WKO is of de bodem geschikt is. Een eerste scan voor de bodemgeschiktheid kan worden gedaan via de WKOtool (zie WKOtool.nl). Houd tevens rekening met de effecten van de WKO op de grondwaterkwaliteit en -temperatuur en grondwaterstroming.

Een WKO kan open of gesloten zijn. Een gesloten WKO-systeem betreft in de ondergrond aangebrachte lussen. In een gesloten systemen is er geen contact tussen de vloeistof en het grondwater. Bij open WKO-systemen wordt een put geboord. De warmte wordt opgeslagen in het grondwater. Gesloten WKO-systemen zijn veelal kleiner van schaal dan open systemen.

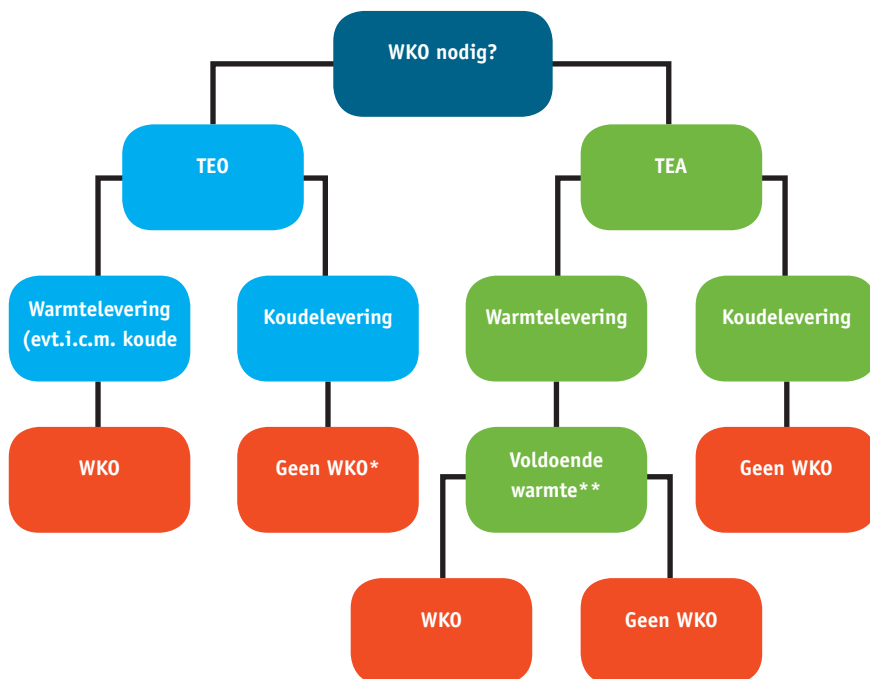


Voor TEO is een WKO niet noodzakelijk indien er alleen sprake is van een directe koude- of (minder voorkomend) warmtelevering. TEO biedt echter wel de grootste meerwaarde als het wordt gecombineerd met een WKO, omdat de warmte en koude worden opgenomen in tijden van 'overschot' (warmte in zomer, koude in winter) en de warmte met name in de winter van lage temperatuur is. Warmte-inname zorgt er in de zomer bovendien voor dat de temperatuur van het water ietwat afneemt, wat ten goede komt aan de waterkwaliteit en hittestress kan verminderen (zie ook paragraaf 4.1.4).



Bij TEA zijn de temperaturen van het afvalwater altijd hoger dan van de omgeving. Daarom is er altijd - ook in de winter - warmte beschikbaar om te onttrekken. De koppeling tussen TEA en WKO is daarom minder noodzakelijk dan bij TEO. Wel geldt dat een WKO meerwaarde kan bieden door seizoensfluctuaties in vraag en aanbod op te vangen. De koppeling met WKO is een afweging tussen het warmteaanbod en de warmtevraag in de winter, de meerkosten voor een WKO en de extra capaciteit die deze WKO oplevert.

Onderstaande figuur toont een afwegingskader voor het al dan niet toepassen van een WKO. Let op: deze afweging is versimpeld: in de praktijk is het altijd waardevol om in het technisch concept te overwegen of de baten van een WKO opwegen tegen de meerkosten.



* Directe koudelevering kan zonder WKO, mits het water voldoende diep is om ook in de zomer water met temperatuur te leveren.

** Voldoende warmte beschikbaar om levering tijdens piek (in de winter) te kunnen garanderen. Voldoende warmte kan ofwel beschikbaar zijn in het riool, bijvoorbeeld omdat er voldoende debiet is, of omdat er reeds back-up voorzieningen beschikbaar zijn. Dit laatste is bijvoorbeeld het geval in Utrecht, waar de huidige STEG-centrales reeds warmte leveren en als back-up zullen fungeren voor de warmte uit de rwzi

.....

Een WKO-systeem kan ook zonder TEO of TEA fungeren, echter WKO's dienen in balans te zijn (wettelijk, maar ook voor hogere efficiëntie en om lange termijn betrouwbaarheid te borgen). Vaak is die balans er niet, omdat de warmte die in de zomer uit een gebouw kan worden onttrokken vaak lager is dan de koude in de winter. Door warmte of koude uit oppervlakte- en afvalwater in de WKO te 'laden', komt de WKO in balans en zal deze beter functioneren, zeker op de langere termijn. Warmte uit oppervlakte- en afvalwater zorgt tevens voor een verhoogde efficiëntie van de aan de WKO gekoppelde warmtepompen. De warmte uit oppervlakte- en afvalwater zorgt voor een verhoogde temperatuur in de WKO. Warmtepompen die de warmte vervolgens uit de WKO halen en opwaarderen werken efficiënter bij deze hogere temperatuur.

4.1.3 Infrastructuur

De lengte en capaciteit van het netwerk is vanzelfsprekend sterk afhankelijk van de afstand tussen bron en afnemer(s) en het aantal afnemers. Daarnaast zijn de kosten voor aanleg van leidingen in stedelijk gebied duurder dan in ruraal gebied.

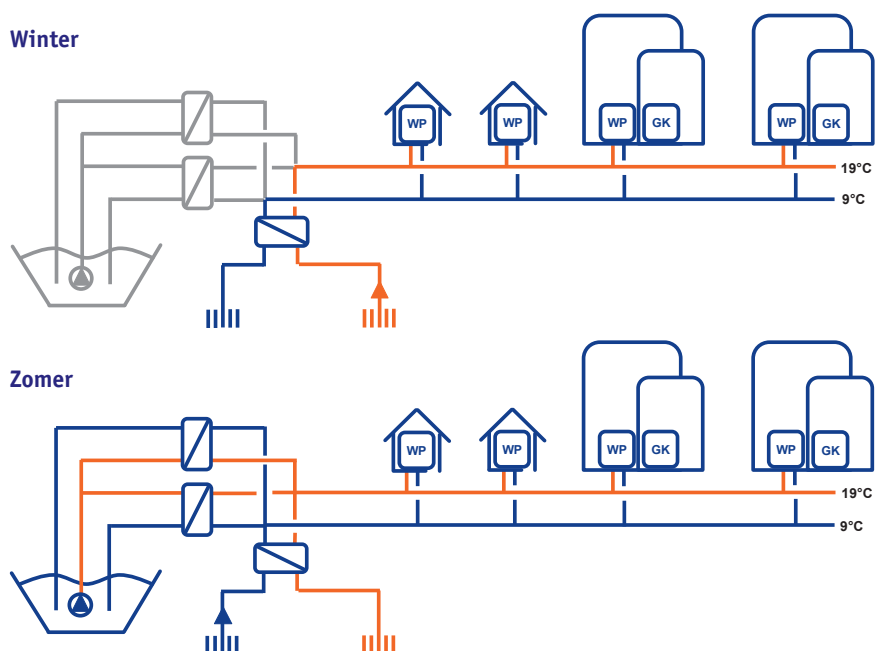
Een warmte- en koudenetwerk voor TEO wijkt niet veel af van bestaande stads-warmtenetwerken, met uitzondering van de temperaturen: een warmteleiding bij TEO heeft een temperatuur tussen de 12- 20°C, een koudenet van 5-10°C (al kan de temperatuur van het oppervlaktewater tot onder 0°C dalen. Bij TEA liggen de temperaturen altijd hoger dan bij TEO. In de winter is het rioolwater 8°C, in de zomer tot boven de 20°C.

Eventueel kan de temperatuur met een centrale warmtepomp worden opgehoogd naar 50°C (of hoger, maar dat gaat ten koste van de efficiëntie). Stadswarmtenetwerken opereren op > 70°C. Er zijn in feite 3 varianten denkbaar voor het netwerk:

- 1 Lage temperatuurnetwerk (15°C), met per afnemer een warmtepomp om de warmte op te waarderen naar de gewenste temperatuur (decentraal).
- 2 Een centrale warmtepomp werkt de temperatuur op naar 40 of 50°C. Het warmtenetwerk opereert op deze temperatuur. Bij de afnemers is eventueel een warmtepomp geplaatst voor verdere opwaardering naar 60°C of hoger (voor warmtapwater). Dit wordt ook wel een hybride net, of middentemperatuurnet genoemd.

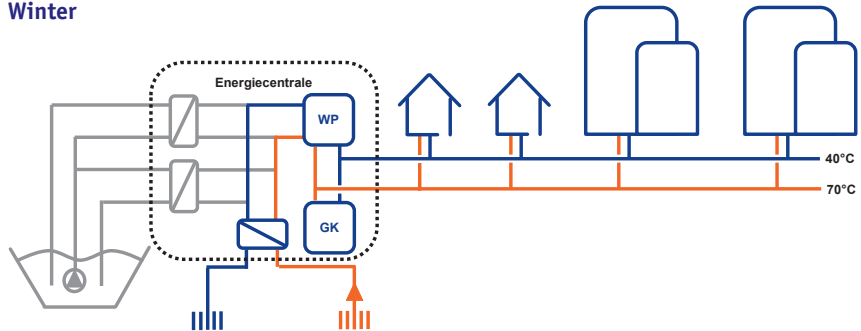
- 3 Een centrale warmtepomp werkt de temperatuur op naar 70°C (hoge temperatuurnet¹¹), waardoor geen decentrale warmtepompen meer noodzakelijk zijn. Bij deze variant vindt efficiëntieverlies van de warmtepompen plaats, maar het vraagt minder aanpassingen aan woningen.

Onderstaande figuren tonen de twee uiterste configuraties voor TEO. Bij TEA projecten is de configuratie vergelijkbaar, al verschilt de bron (riool of effluentleiding in plaats van oppervlaktewater) en kan TEA ook zonder WKO functioneren.

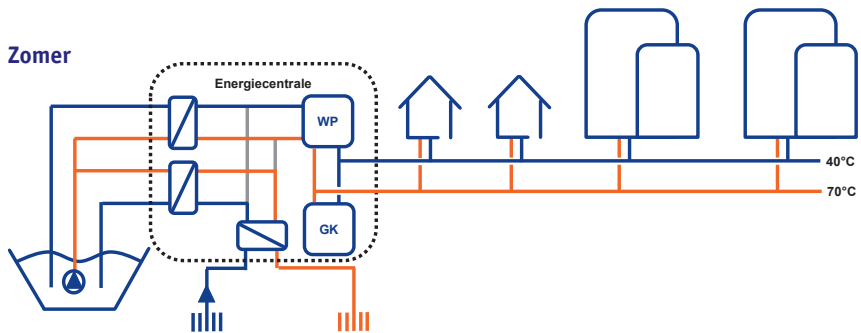


Uitwerking TEO met warmtepomp bij afnemers (optie 1: lage temperatuurnet). WP staat voor warmtepomp, GK staat voor gasketel.

Winter



Zomer



Uitwerking TEO met centrale warmtepomp (optie 3: hoge temperatuurnet) WP staat voor warmtepomp, GK staat voor gasketel.

De afweging voor de variant hangt er onder meer af van of:

- Of alle afnemers dezelfde temperatuur warmte en koude vragen.
- De investerings- en exploitatiekosten voor centrale vs. decentrale warmtepompen.
- De investeringskosten benodigd om de aan te sluiten gebouwen geschikt te maken voor lage temperatuur.
- De schaalbaarheid van het concept (bijvoorbeeld de mogelijkheid om in een late fase extra afnemers aan te sluiten).
- De verliezen van het netwerk op lage vs hoge temperaturen.

In het netwerk wordt energie verbruikt; voor het rondpompen van de warmte en koude, en voor het opwerken van de warmte naar de juiste temperatuur. De efficiency van het totale systeem wordt uitgedrukt in een 'coefficient of performance', waarmee gemeten wordt hoeveel energie er in een systeem wordt verbruikt om energie op te wekken. Voor TEO en TEA wordt deze COP bepaald door (met name) de warmtepomp en in mindere mate de pompen. Pompenergie wordt afhankelijk van het netwerk vooral voor transport en distributie verbruikt. Een denkbare range voor de COP voor een warmtepomp is 3 tot 7, ofwel voor iedere GJ die aan elektrische energie verbruikt wordt, kan 3 tot 7 GJ opgewekt worden. De COP is afhankelijk van de temperatuur van het water (bij TEA is de COP dus gunstiger dan bij TEO) en van de gevraagde temperatuur bij de afnemer (hoe hoger de temperatuur hoe ongunstiger de COP).

4.1.4



Warmtebron

TEO: Oppervlaktewatersysteem

TEO kan worden toegepast op alle typen watersystemen; rivieren, kanalen en plas- sen. Gemalen en stuwen vormen een potentieel interessante locatie omdat hier reeds pompen aanwezig zijn en gebruik kan worden gemaakt van twee gescheiden watersystemen. Voor de capaciteit van de bron is van belang: de stroming, de afstand tussen inname- en uitlaatpunt, het watervolume, -oppervlakte en breedte en de toegestane temperatuursverandering van het watersysteem in relatie tot de ecologie.

KADER

EEN EERSTE SCAN VAN DE POTENTIE VAN DE BRON

Een simpele rekensom kan helpen om zicht te krijgen op warmtepotentie van het oppervlaktewater:

- 1 Bereken de omvang (diepte * oppervlakte) van het lokale watersysteem tussen inname en uitlaat, of waarin een circuit gevormd kan worden (bijvoorbeeld een stadsgracht) in kubieke meters (m^3). Deze gegevens zijn o.a. bekend bij de waterschappen.
- 2 $1 m^3$ kan ongeveer 0,25 GJ per seizoen van 5 maanden opleveren (bij een maximale temperatuurstijging van het water van $3^\circ C$).
- 3 Vermenigvuldig de omvang met de potentie per m^3 , dit geeft de potentie van het oppervlaktewater voor een jaar.

Van belang voor de bron is dat de temperatuur van het uitgiftepunt niet de temperatuur van het innamepunt beïnvloedt. Als dat wel het geval is, vindt er in feite kortsluiting plaats tussen het innamepunt en het lozingspunt en verlaagt de efficiëntie drastisch¹². Bij sterk stromend water betekent dit dat de locatie van de inname stroomopwaarts en van de uitstroom stroomafwaarts ligt. Bij beperkt stromend, stilstaand water of water met wisselende stroomrichting is de afstand tussen in- en uitstroompunt bepalend voor de capaciteit van het systeem. Het voordeel van toepassing van TEO bij een gemaal is dat bij een gemaal veelal twee watersystemen bij elkaar komen. Door het inname- en uitlaatpunt in twee verschillende systemen te plaatsen beïnvloedt de temperatuur van in- en afname elkaar niet of zeer beperkt. In 'Ontwerpdigrammen voor energie uit oppervlaktewater' (DWA, 2012) staan uitgangspunten en berekeningen om een eerste inzicht te verkrijgen in het benodigde wateroppervlak en 'Kansenkaart voor energie uit oppervlaktewater' (Deltares, IF Technology, 2015) biedt inzicht in rekenregels en kentallen¹³.

Aandachtspunt bij het direct benutten van koude uit rivieren of kanalen is dat het water juist in warme periodes - wanneer er een grote koelvraag is - zal opwarmen (in feite is koudewinning warmtelozing). Daarmee kan koudewinning juist een negatief effect hebben op het watersysteem. Bij diepe plassen is de temperatuur van het opgewarmde water nog altijd lager dan de temperatuur van het water aan de oppervlakte. Echter speelt bij diepe plassen dat het diepe water van een andere waterkwaliteit kan zijn. Zo zijn er in Amsterdam problemen geconstateerd met de fosfaatconcentratie waardoor aanvullende maatregelen (toevoeging van zuurstof) noodzakelijk waren om de waterkwaliteit te verbeteren.

Het warmte- en koudevermogen van een TEO systeem is afhankelijk van de toegestane temperatuurstijging of -daling in het water, veroorzaakt door in- en uitstroom van het water. Er is een richtlijn en beoordelingssystematiek voor warmtelozing (koude-onttrekking)¹⁴. Voor warmte-onttrekking is een dergelijke richtlijn er (nog) niet. Voor warmtelozing (koude-onttrekking) wordt de toegestane temperatuurswijziging in het watersysteem beoordeeld aan de hand van onttrekking van het water, de mengzone en de opwarming van het water. Doorgaans wordt een

12 Bron: DWA (2012) *Ontwerpdigrammen voor energie uit oppervlaktewater*

13 library.wur.nl/WebQuery/hydrotheek/2093583

14 Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2004) *CIW Beoordelingssystematiek warmtelozingen*

maximum van 3°C temperatuurstijging van het watersysteem voor en na lozing aangehouden, omdat een dergelijke variatie ook in de natuur voorkomt. Afwijking is mogelijk indien bijvoorbeeld sterke stroming het water snel vermengd tot een acceptabele temperatuur, of indien het temperatuurverschil heel lokaal is (en visen bijvoorbeeld om het koudere of warmere deel heen kunnen zwemmen).

De mogelijkheden voor TEO vanuit ecologisch perspectief zullen sterk afhangen van de uitgangspositie van het watersysteem. Indien er sprake is van een hoogwaardige locatie, waar de ecologie in balans is, kan iedere temperatuurverandering door TEO die balans verstoren. Indien de waterkwaliteit al slecht is, zal een temperatuurswijziging minder kwaad kunnen. Wat betreft de ecologische toestand is het daarom van belang om bij de eerste scan een specialist te betrekken die op basis van een snelle observatie kan vaststellen of het gaat om een ecologische hoogwaardige locatie of niet. Afhankelijk hier van zal een verder stappenplan moeten worden uitgewerkt.



TEA: Afvalwatersysteem

De potentie van energie uit afvalwater is afhankelijk van het debiet en de toegestane temperatuurverlaging .

KADER

INSCHATTEN VAN DE POTENTIE VAN DE BRON

Het vermogen kan worden berekend aan de hand van de volgende formule:

$$P = Q * c_w * \Phi_w * \Delta T$$

P = vermogen (kW)

Q = debiet (m³/s)

c_w = soortelijk gewicht van water 4,18 kJ (kg * °C)

Φ_w = dichtheid water 1000 kg/m³

ΔT = temperatuurverschil

Een inschatting van de hoeveelheid afvalwater (het debiet) is bijvoorbeeld op te vragen bij de rioolbeheerder of kan met eenvoudige metingen worden vastgesteld. Het temperatuurverschil is nog een variabele in het ontwerp. Als uitgangspunt wordt 1°C gehanteerd.

Afvalwater wordt gezuiverd in rwzi's (rioolwaterzuiveringsinstallaties). De temperatuur van het influent heeft impact op de biologische capaciteit van de zuiveringsinstallatie. Een te lage temperatuur van het afvalwater kan schadelijk zijn voor het zuiveringsproces. Uit onderzoek naar influenttemperaturen bij de rwzi Hessenpoort in Zwolle¹⁵ is gebleken dat onttrekking van warmte mogelijk is indien: Er voldoende afstand is tussen de locatie van onttrekking en de rwzi. Afstand tot de rwzi kan bijvoorbeeld gecreëerd worden door gebruik te maken van het effluent (uitstroom) in plaats van influent (instroom). Daarnaast is aan te raden de warmte te onttrekken zo dicht mogelijk bij de woningen/kantoren die het water lozen. Niet alleen is dit gunstig gezien de afstand tot de rwzi, maar ook omdat dit het transport van warmte minimaliseert. De gebouwen die warmte lozen zijn namelijk veelal ook de gebruikers van warmte.

De temperatuuronttrekking te beperken tot een, maximaal enkele graden celsius.

Voor warmtelevering is leveringszekerheid veelal een van de belangrijkste eisen. Dat betekent dat zowel bij het ontwerp van TEO als bij TEA rekening gehouden moet worden met back-up installaties.

4.2 FINANCIEEL KADER

In dit kader gaan we nader in op de businesscase voor TEO en TEA projecten aan de hand van algemene kenmerken, risico's, financierbaarheid en schaalbaarheid. Voor enkele voorbeeldcasussen, verwijzen we graag door naar de businesscases op de STOWA webpagina voor TEO en TEA: www.stowa.nl/teo en www.stowa.nl/tea.

De waterschappen hebben de Handreiking financiering duurzame energie waterschappen opgesteld. In deze handreiking worden de financiële afwegingen in het proces van een succesvol project beschreven aan de hand van voorbeelden. Informatie uit dit document is in financiële kader meegenomen¹⁶.

4.2.1 Businesscases

Evenals het technisch ontwerp, is de diversiteit voor businesscases bij TEO en TEA groot. Een eenvoudig project met een afnemer dichtbij de bron heeft een relatief simpele businesscase. Een exploitant of de vastgoedontwikkelaar zal zelf in de

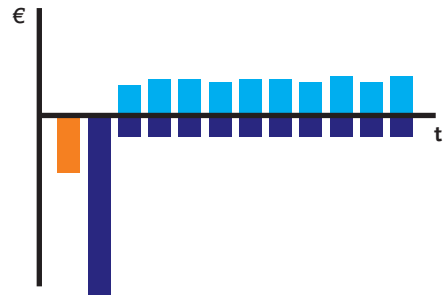
15 STOWA (2011) *Thermische Energie uit Afvalwater in Zwolle*

16 Voor meer informatie: www.uvw.nl/publicatie/handreiking-financiering-duurzame-energieprojecten/

installaties investeren indien de investering en exploitatie in de warmtewisselaar en warmtepomp rendabel is ten opzichte van de kosten van alternatieve thermische bronnen. Voor complexere technische ontwerpen waarbij meerdere afnemers aangesloten zijn op een warmte- en koudenetwerk en WKO('s), geldt ook dat de businesscase complexer is.

Businesscase voor de bron

De businesscase voor een aquathermieproject is niet materieel anders dan de businesscase voor een andere warmtebron. De investering wordt gekenmerkt door een flinke investering 'aan de voorkant', gevolgd door een langjarige betrekkelijk stabiele kasstroom, zoals het voorbeeld kasstroomplaatje aan de rechterkant toont.



De kapitaalsinvestering in de bron bestaat met name uit de investering in civiele werken, pompen, warmtewisselaar(s) en warmtepompen. De operationele kosten bestaan met name uit beheer, onderhoudskosten (preventief en correctief onderhoud, monitoring, administratie) en elektriciteitskosten voor warmtepompen en reguliere pompen.

Verder kunnen de afschrijvingskosten van een installatie flink het resultaat drukken, zeker als het verdienpotentieel van een installatie beperkt is doordat er in aanvang weinig warmte afgezet kan worden. Dit heeft geen invloed op de kasstroom, maar wel op het financiële resultaat (de winstgevendheid).

Tot slot kunnen financieringskosten een belangrijke rol spelen - die bespreken we in [paragraaf 4.2.4 separaat](#).

De opbrengstenkant van de opwekking wordt bepaald door de mate waarin er investeringsubsidies en operationele subsidies beschikt zijn en de prijs die verkregen kan worden voor de geproduceerde warmte. Bij die prijsvorming is voor de producent van de warmte een aantal zaken cruciaal:

- 1 In welke mate wordt de prijs gekoppeld aan de hoeveelheid warmte die de leverancier kan verkopen? Ofwel: zijn inkomsten helemaal variabel, of deels vast, onafhankelijk van de hoeveelheid warmte (en koude) die daadwerkelijk afgezet worden? Een volledig variabele vergoeding is aantrekkelijk voor de warmteleverancier, maar legt alle volumerisico's bij de producent. Dat is een onaantrekkelijke verdeling van risico's die er toe leidt dat de producent een stevige prijs per GJ zal vragen om dat risico, dat betrekkelijk onbeheersbaar is voor de producenten, af te dekken.
- 2 Hoe kwetsbaar is het gehele project voor volloopriscio's. Ook als de producent een vaste prijs krijgt is een project kwetsbaar als diezelfde warmte niet afgezet wordt, want dan zal er vanzelf een heronderhandeling of 'default' situatie gaan ontstaan waarbij een van de partijen in de keten ervoor kiest met het project te stoppen.
- 3 De verhouding tussen de kosten van de opwekking en de transport- en distributie-infrastructuur. Dit is relevant omdat warmtelevering aan particulieren gereguleerd is door de warmtewet en levering aan commerciële afnemers onderhevig is aan marktwerking. Ofwel: het leveringstarief aan de eindgebruiker is beperkt door regulering en marktwerking. Als de leverancier hoge kosten heeft gemaakt voor transport en distributie, blijft er weinig van het in rekening gebrachte tarief aan de eindverbruiker over om de producent te vergoeden. Dit is een belangrijk aandachtspunt voor de producent in zijn onderhandelingen met een leverancier.

Businesscase voor transport en distributie

De transport en distributie van warmte uit oppervlakte- of afvalwater is vanuit financieel perspectief niet anders dan voor meer commodity warmte (uit afval, gas of bijvoorbeeld industriële restwarmte). De businesscase voor transport en distributie wordt in grote mate bepaald door flinke investeringen in warmteleidingen. Met name transportinfrastructuur (de hoofdleiding vanaf de opwekking) laat zich vaak niet faseren, hetgeen betekent dat er een flinke 'frontloading' in de businesscase zit: er worden veel kosten gemaakt voordat ook maar 1 GJ aan warmte

getransporteerd wordt. Het distributienetwerk laat zich wel meer faseren. Die transportinfrastructuur wordt bovendien uitgelegd op een langjarige verwachte capaciteitsbehoefte, terwijl warmtelevering veelal een volloop periode van enkele jaren heeft.

Dit maakt dat een nieuw te ontwikkelen warmtenetwerk veelal verlieslatend is in de eerste jaren van exploitatie en regelmatig een niet terug te verdienen onrendabele top kennen. Regelmatig wordt deze onrendabele top weggenomen door (decentrale) overheden, die accepteren dat een verliescompensatie middels een investeringssubsidie 'de prijs van het beleid' is dat ze voeren richting een duurzamere samenleving.

De operationele en beheerskosten van een transport- en distributienetwerk worden vaak uitgedrukt in een percentage van de oorspronkelijke kapitaalkosten en belopen ongeveer 1% tot 5% voor transport en distributie.

Het resultaat van een warmteleverancier, voor zover die ook eigenaar is van de transport- en distributie-infrastructuur, wordt dus grotendeels bepaald door de kapitaals- (afschrijvings)kosten, de mate waarin voldoende warmte verkocht kan worden en de beheers- en onderhoudskosten.

Overigens zal de bekostiging van warmte-infrastructuur de komende jaren mogelijk wijzigen, aangezien gesproken wordt over het socialiseren van warmtenetten (zie ook paragraaf 3.3).

Voor een eerste grove check of de businesscase van TEO of TEA rendabel kan zijn, biedt het potentieonderzoek van IF Technology in opdracht van de Unie van Waterschappen 2 stelregels¹⁷:

- De energievraag en het aanbod is minimaal 1.000 GJ;
- De afnemer dient zich nabij de thermische bron te bevinden (binnen maximaal 1 km, de haalbaarheid is groter naar mate de afname zich dichterbij bevindt).

In het potentieonderzoek wordt de volgende geschiktheidswaardering gehanteerd.

	Technisch Potentieel (Gj/ha/jaar)		
Energievraag (Gj/ha/jaar)	25 < woningen < 50 (2.000 Gj/ha/jaar)	50-1.000 woningen (2.000-4.000 Gj/ha/jaar)	> woningen (> 4.000 Gj/ha/jaar)
25 < woningen < 2.000 (2.000-40.000 Gj/ha/jaar)	Matig geschikt	Redelijk geschikt	Geschikt
50-1.000 woningen (2.000-40.000 Gj/ha/jaar)	Redelijk geschikt	Geschikt	Zeer geschikt
> 1.000 woningen (> 40.000 Gj/ha/jaar)	Geschikt	Zeer geschikt	Uitstekend geschikt

De potentie van de business case van TEO en TEA neemt toe wanneer de warmte- en koudevraag groot is, het technisch potentieel van de bron(nen) daarvoor aanwezig is en het transport- en/of distributienet beperkt kan blijven door een beperkte afstand tussen bron en afnemers.

4.2.2 Risico's delen en verdelen

TEO en TEA projecten kennen, mede door de benodigde investeringen in warmte- en koudenetten en de lange termijn om deze terug te verdienen, aanzienlijke risico's. Die dienen zodanig gedeeld en verdeeld te worden dat de partij die invloed heeft op bepaalde risico's ook degene is die het risico draagt.

Een aantal risico's die sterk van invloed en de mogelijkheden ze te mitigeren zijn op de businesscase betreffen.

ALGEMEEN

Vollooprisico: zeer bepalend is de dichtheid onder afnemers en de afstand van deze afnemers tot de bron. De snelheid en zekerheid waarmee afnemers worden aan-gesloten (invloed van nieuwbouw of enkele grote spelers) is sterk van invloed op het risicoprofiel en op de haalbaarheid van het project.

Afnemers vroeg in het proces betrekken en afname contractueel vastleggen voor de investerings-beslissing.

Volloopscenario's doorrekenen op gevoeligheid in de businesscase.

Vollooprisico kan prohibitief zijn voor het project en wordt wegens maatschappelijke baten in sommige gevallen afgedekt door een publieke partij.

Afnamerisico: de gebouwde omgeving verandert, er wordt ingezet op energiebesparing. De verwachting is daarom dat de afname van warmte per afnemer (huishouden of bedrijf) op termijn lager zal zijn. Daarmee nemen de toekomstige inkomsten per afnemer in de toekomst mogelijk ook af.

Houdt in de businesscase en het ontwerp rekening met het zogenoemd 'decrees' (reductie van vraag per afnemer).

Technische risico's: het functioneren van warmtepompen, eventueel WKO en ruimtelijke risico's (inpassen tracé in bestaande bouw).

Risico's in het technisch ontwerp meenemen, inpassing van back-up installaties. Bij een WKO een bewuste overdimensionering van het systeem, monitoring op debieten en de balanshuishouding om de werking van de WKO te garanderen.

Risico op contractperiode: Infrastructuur wordt uitgelegd op een langjarige exploitatie. Echter warmteaanbieders zijn lang niet altijd bereid om langjarige contracten te tekenen en de levering aan afnemers kent veelal ook een volloop van enkele jaren.

Leg zowel afname- als leveringsafspraken – voor zover mogelijk – voor langere termijn vast (> 15 jaar).

Indien niet mogelijk, neem back-up warmtevoorzieningen mee in de businesscase als fall back scenario en onderzoek of daarmee een haalbare businesscase te maken is.

Counterpartirisico's: om een rendabele case te realiseren zijn lange termijn contracten nodig. Er ontstaat daarmee een risico dat projectpartners zich terugtrekken of failliet gaan binnen die contractperiode.

Zorg voor stabiele counterparts in overeenkomsten.

Teken bijvoorbeeld bij voorkeur contracten met moederorganisaties, of zorg voor een garantie vanuit de moederorganisatie.

Daarnaast, wellicht evident, maar zorg er voor dat alle partijen in de businesscase een positieve exploitatie hebben om terugtrekken te voorkomen.

Reguleringsrisico: consumentenprijzen voor warmte zijn vastgelegd, voor koude (nog) niet. Eventuele wijzigingen van regelgeving kunnen grote invloed uitoefenen op de inkomsten.

Het reguleringsrisico is niet (volledig) te mitigeren. Wel is het verstandig gevoeligheidsanalyses op de businesscase uit te voeren om te zien hoe de tarieven de businesscase beïnvloeden.

Politieke/sociale risico's: collectieve warmtesystemen hebben over het algemeen geen goed imago. Er is in sommige regio's reeds weerstand tegen warmtewetwerken en/of warmteleveranciers, omdat bewoners (al dan niet terecht) het idee hebben dat ze te veel betalen. Het risico bestaat dat in een laat stadium weerstand optreedt waardoor een project gestaakt moet worden.

Afnemers meenemen in het proces, zodat ze zich verbonden voelen aan het eindresultaat. Indien dit niet mogelijk is (bijvoorbeeld in geval van bewoners van woningcorporaties), moeten de afnemers in ieder geval tijdig (verdiepingsfase) en objectief geïnformeerd worden over de voordelen (duurzaamheid, meekoppelkansen), nadelen (bijv. aanpassing in woningen), en kosten van de oplossing.

Interfacerisico: het committeren van productiepartijen en afnemers onder vergelijkbare condities (hoeveelheden, prijzen, indexatie, contractperiodes) is een van de grote uitdagingen in infrastructuurontwikkelingen zoals warmte- en koudnetwerken. Wanneer tussen deze condities verschil ontstaat, nemen de risico's voor de netbeheerder en leverancier toe. De samenhang tussen productie en afname, in termen van schaalgrootte, timing (ontwikkelrisico) en prijsontwikkeling is dan ook van sterke invloed op het risicoprofiel.

Alle partijen betrekken in het proces en daarin de individuele belangen op tafel leggen. Op deze wijze ontstaat begrip voor elkaars omstandigheden en belangen en kunnen voorwaarden van partijen op elkaar worden afgestemd.

Waar mogelijk integraliteit in ontwikkeling zoeken.



Technische risico's: de impact op de ecologie van het oppervlaktewater.

Risico's in het technisch ontwerp meenemen, bijvoorbeeld door niet de maximale capaciteit van het water te benutten om ongewenste ecologische effecten te voorkomen en door de effecten blijvend te monitoren.



Technische risico's: Afname in effluent/bron, bijv. waterschap zelf warmte benutten voor groengasproductie (systeemwijziging), of woningen/kantoren die zelf warmte terugwinnen (geleidelijk).	Systeemwijziging: Afspraken over termijn aan voorkant helder vastleggen. Bijv. waterschap mag gedurende termijn niet restwarmte in eigen systeem benutten. Geleidelijk: Aan de voorkant in business-case scenario's doorrekenen voor afname warmte en meewegen in risicoprofiel. NB: In meeste gevallen is impact beperkt, omdat de flow de belangrijkste parameter voor capaciteit betreft. Beiden: houdt in het ontwerp rekening met eventuele aanvullende bronnen.
Reguleringsrisico's: wijziging juridische rol bron-eigenaar (e.g. gemeente of waterschap mag geen warmte leveren).	In afnamecontracten duidelijke afspraken maken met aanbieder van warmte onder welke voorwaarden warmte geleverd wordt.

Mede door bovengenoemde risico's zijn veel van de complexe aquathermie-projecten (nog) niet rendabel voor een marktpartij: de baten wegen onvoldoende op tegen de risico's. Het is mogelijk denkbaar dat overheden daarom bijspringen met financiële middelen, of door risico's af te dekken. Dat kan bijvoorbeeld indien er maatschappelijke baten zijn bij de realisatie van een project, die zich onvoldoende vertalen in geld (denk aan duurzaamheid en reductie van hittestress en verbetering van waterkwaliteit). Houdt er echter wel rekening mee dat:

- ...risico's een waarde hebben. Er zijn kosten verbonden aan de beheersing van de risico's. Tevens kosten risico's geld indien ze materialiseren (ze kunnen ook geld opleveren indien het risico positief uitvalt). Als publieke partijen risico's niet inprijzen, wil dat niet zeggen dat er geen kosten aan verbonden zijn. Neem bijvoorbeeld een warmte-koudenetwerk waar een gemeente een gedeelte in investeert en tevens het risico op nieuwe aansluitingen op zich neemt. Indien de wijk niet ontwikkelt, zijn er forse kosten gemaakt, zonder dat daar waarde tegenover staat, wellicht moet de gemeente zelfs een schadevergoeding betalen aan de ontwikkelaar.
- ...risico's het beste bij die partij kunnen liggen die ze kan beheersen. De partij die de warmtepomp(en) beheert, heeft invloed op het goed functioneren daarvan, bijvoorbeeld door monitoring en regulier onderhoud. Indien dit risico door een andere partij wordt afgedekt, heeft de partij geen prikkel om het functioneren

van de warmtepompen te monitoren en maatregelen te treffen (en kosten te maken) om hem optimaal te laten functioneren.

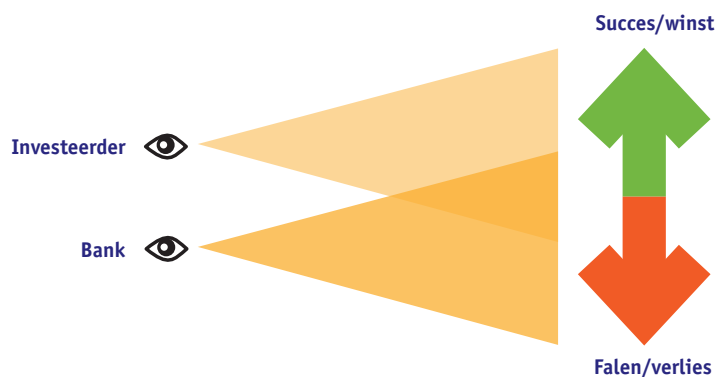
4.2.3 Financiering van projecten

De financierbaarheid van aquathermie projecten wordt net als ieder ander project bepaald door de risico-rendemensverhouding van het project. Ofwel: als een project heel risicovol is, zal er alleen geld voor gevonden worden als er ook hele hoge rendementen mogelijk zijn, terwijl voor een project met een laag risicoprofiel ook geld ingezet kan worden waar geen hoog rendement voor verwacht wordt, zoals reguliere bancaire leningen. Het doel van een bank is immers bovenal om zeker te stellen dat de lening terugbetaald wordt, terwijl het doel van meer risico nemen veelal is om meer winst te maken.

Daarnaast wordt de financierbaarheid mede bepaald door de mate waarin er zekerheden geboden worden. Die zekerheden kunnen vele vormen hebben, bijvoorbeeld:

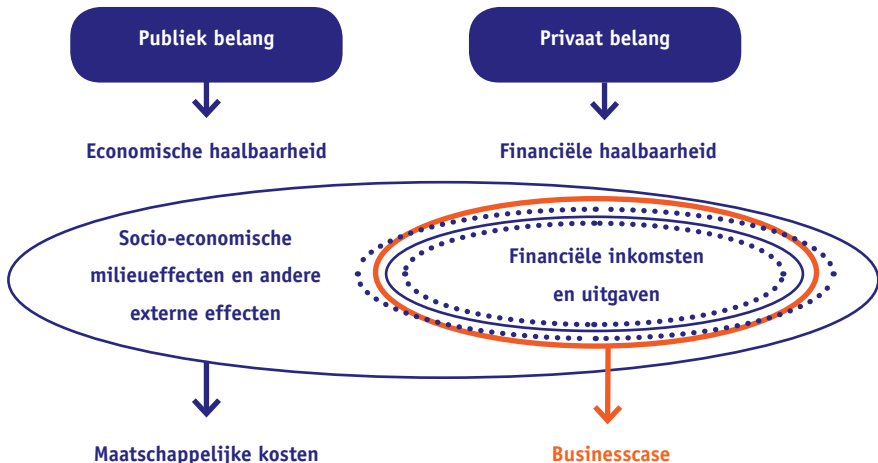
- Contractuele zekerheden, waarin vastgelegd is wat de ene contractpartij aan de andere biedt ter afdekking van risico's. Dit kan gaan over bouwtechnische risico's, zekerheden rond inkomsten of afspraken over hoe om te gaan met situaties waarin het financieel tegenzit.

Het verschil in perspectief tussen een investeerder/ondernemer en een bank, en dus tussen de verschillende soorten geld/vermogen wordt hieronder weergegeven.



- Garanties van moederbedrijven, waarin vastgelegd wordt dat indien er problemen ontstaan bij een project een moederbedrijf bepaalde verplichtingen overneemt. Daarbij kan een 'moederbedrijf' natuurlijk naast een commercieel bedrijf ook een waterschap of een andere overheid zijn, die direct betrokken is bij het project).
- Garanties of andere zekerheden die geboden worden door derden:
 - Verzekeringen die afgesloten worden.
 - Bankgaranties of performance bonds.
 - Publieke garanties, bijvoorbeeld op het gebied van bestemmingsplannen, vergunningen of omtrent volloop risico's.

Deze zekerheden dragen bij aan de financierbaarheid van het project. De reden om die zekerheden te bieden, verschillen voor publieke en private partijen. Voor publieke partijen kan een belangrijke reden om de financierbaarheid van een project te bevorderen zijn om het *maatschappelijk* belang te dienen. Voor een private partij vormen de zekerheden puzzelstukjes richting het realiseren van het project, gewoonlijk om *financiële* waarde te creëren. Het verschil tussen die belangen wordt hieronder kort weergegeven.



Voor aquathermie projecten geldt dat de belangrijkste risico's gekoppeld zijn aan de warmtevraag en de prijs die in de toekomst voor warmte (en koude) betaald wordt. En in mindere mate de efficiëntie van het gehele systeem. Een project is in principe financierbaar indien er voldoende zekerheden verkregen kunnen worden van toeleveranciers en/of operators van een systeem en er voldoende inzicht is in de toekomstige warmtevraag en een geloofwaardige visie is op de toekomstige warmteprijs. Mits vanzelfsprekend de businesscase sluit. Wel kennen warmteprojecten een eigen financiële karakteristiek die maakt dat niet alle investeerders staan te springen:

- Projecten zijn vaak laat en laag renderend - een snelle terugverdientijd zit er niet in.
- De ontwikkeling van projecten kan lang duren.
- Er is gewoonlijk weinig mogelijkheid om grote, incidentele resultaten te boeken; anders dan een start-up of een technologiebedrijf zijn spectaculaire exits (verkoop van aandelen tegen een hele hoge prijs) niet te verwachten.

Balans- en projectfinanciering

Er zijn verschillende strategieën te volgen richting het financieren van een nieuw project. Een onderneming (of overheid) kan ervoor kiezen een lening aan te trekken en daarmee een nieuwe activiteit te ontwikkelen. De onderneming of overheid is de partij die die lening aantrekt en daar verantwoordelijk voor is. De bank zal testen of de onderneming of betreffende overheid kredietwaardig is. De lening komt op de balans van de onderneming of overheidsinstantie en die partij is volledig aansprakelijk voor het terugbetalen van de lening. Dit noemen we balansfinanciering.

Alternatief wordt er namens het project financiering aangetrokken, waarbij bijvoorbeeld een project BV opgericht wordt die de leningnemer is. Naast de bancaire lening stort(en) de initiatiefnemer(s) eigen middelen (eigen vermogen) in het project. Dat is het enige vermogen waarover de initiatiefnemer daadwerkelijk risico loopt, mits hij geen andere garanties of onderpanden dan het project zelf heeft verschaft aan de bank. Een leningverschaffer heeft bij een dergelijke projectfinanciering alleen de assets en de kaststromen en contracten van het project als onderpand. Het gevolg daarvan is dat financiers heel veel zekerheden willen rond het project, en veel aandacht zullen besteden aan de structuur, de contracten en de onderpanden binnen het project. Dat maakt een projectfinanciering vaak veel

arbeidsintensiever dan een balansfinanciering - als de initiatiefnemer een stevige balans heeft ten minste.

In ruil daarvoor heeft de initiatiefnemer een veel lager risico dan wanneer hij zelf de lening aan zou trekken.

De afweging tussen een projectfinanciering of balansfinanciering is heel specifiek per project, waarbij overwegingen zijn:

- De mate waarin een initiatiefnemer risico wil lopen.
- De mate waarin vanuit het project zekerheden geboden kunnen worden richting een bank.
- De kosten van de lening 'over de balans' afgezet tegen de projectfinancieringskosten en de extra transactiekosten die daar bij komen kijken.
- De mate waarin een publieke partij bereid is mee te doen aan een projectfinanciering.
- De 'risk' appetite van de banken voor een specifiek project.

Bronnen van externe financiering

Groenbanken en groenfondsen tonen veelvuldig interesse in financiering van duurzame-energieprojecten, zoals ook energie uit oppervlakte- en afvalwater. Of externe financiering een optie is, zal in sterke mate afhangen van de mate waarin risico's bekend zijn en al dan niet kunnen worden afgedekt en misschien nog wel belangrijker: in welke mate de ontwikkelaars bereid of in staat zijn zekerheden te bieden, hetzij in de vorm van contractuele zekerheden of onderpanden, hetzij in de vorm van garanties, bijvoorbeeld van moedermaatschappijen. Hoewel TEO en TEA relatief nieuwe concepten betreffen, bestaat het in feite uit bekende technologieën - een TEO- of TEA-project betreft een warmtewisselaar, een warmtepomp voor het opwaarderen van de warmte en eventueel een WKO-systeem voor seizoensgebonden warmte- en koudeopslag. Dergelijke systemen zijn bekend en worden reeds door banken gefinancierd.

Verschillende gemeenten en vrijwel alle provincies kennen een publiek energiefonds (zie www.publiekeenergiefondsen.nl). Deze fondsen stellen leningen, achtergesteld of eigen vermogen ter beschikking aan duurzame projecten en sluiten dus goed aan bij het duurzame karakter van aquathermie. De fondsen bieden de financiële middelen aan voor projecten met een iets hoger risicoprofiel, of bijvoorbeeld

een langere looptijd dan private financiers. Tevens heeft het Rijk InvestNL opgericht. InvestNL beoogt bij te dragen aan maatschappelijke transitieopgaven, zoals de energietransitie. Hoe InvestNL zich exact zal opstellen richting bedrijven en projecten en welk risicoprofiel aan de instelling wordt gekoppeld, is nog onduidelijk. Het doel is dat de instelling vanaf 2019 operationeel is.

De voorwaarden van zowel de regionale fondsen, als InvestNL zijn vergelijkbaar met wat in de markt gangbaar is, wat wil zeggen dat ze nog altijd een strenge toets op de risico's zullen uitvoeren. Er is dan ook zeker geen sprake van subsidie.

Een laatste optie is crowdfunding. Hoewel beperkt in totale omvang worden steeds vaker projecten deels door particulieren gefinancierd. Dit gebeurt via energiecoöperaties of crowdfunding platforms.

De coöperaties en platforms richten zich tot dusverre met name op wind- en zonne-energie. Op gebied van warmte is crowdfunding nog zeer beperkt.

Voorwaarden voor financiering

De Nederlandse Vereniging van Banken heeft in 2015 een rapportage uitgebracht voor de financieringsmogelijkheden voor geothermie. In termen van financiering zijn veel van de uitdagingen voor geothermie vergelijkbaar met die van aquathermie. Algemene uitgangspunten voor financierbaarheid die voor zowel geothermie als aquathermie van toepassing zijn:

- Er moet sprake zijn van een levensvatbare businesscase met plausibele, getoetste aannames.
- De afname moet in sterke mate zijn gecommitteerd voor de lange termijn. Er kan ofwel sprake zijn van een groot aantal reeds gecommitteerde afnemers, of van enkele grote afnemers die voldoende toekomstperspectief hebben om lange termijn commitment vol te houden.
- De businesscase moet kunnen aantonen dat financieringslasten gedurende de projectperiode kunnen worden betaald. Financiers gebruiken hiervoor de term Debt Service Coverage Ratio.
- Er moet een rolverdeling tussen projectpartners zijn vastgelegd, waarin duidelijk wordt wie de aandeelhouder, de afnemer en projectorganisatie invult.
- De aandeelhouder moet eigen geld (eigen vermogen) inbrengen. De hoeveelheid eigen vermogen is afhankelijk van de betreffende businesscase.

Daarnaast zullen voor projecten nog verdere eisen worden gesteld, bijvoorbeeld achterliggende verzekeringen, garanties en andere risico-mitigerende maatregelen en de betalingszekerheid die projectpartners kunnen bieden.

4.2.4 Maatschappelijke kosten en baten

TEO en TEA dragen bij aan CO₂ reductie door warmte te onttrekken of terug te winnen uit anders onbenutte waterstromen. Het systeem maakt wel gebruik van elektrische apparatuur voor het rondpompen en opwaarderen van warmte en koude. Indien de elektriciteit van hernieuwbare bronnen afkomstig is kan een TEO of TEA systeem CO₂ - neutraal opereren.



TEO kan daarnaast een gunstig effect kan hebben op de waterkwaliteit en hittestress. Op warme dagen kan de hoge temperatuur van het oppervlaktewater negatieve effecten hebben op de waterkwaliteit, bijvoorbeeld door blauwalgen. Tevens versterkt warm oppervlaktewater hittestress (door het warme water koelt de lucht 's nachts minder af, waardoor de temperatuur overdag verder oploopt). Indien warmte uit het oppervlaktewater wordt opgenomen, verlaagt de temperatuur van het water en kan stroming ontstaan door het gebruik van de pompen. Beide zijn gunstig voor de waterkwaliteit en tegen hittestress.

Deze effecten treden alleen op in geval TEO wordt gekoppeld aan een WKO-systeem. Indien slechts koude uit het oppervlaktewater wordt opgenomen, ontstaat in de zomer zelfs het omgekeerde effect: door koude uit het al relatief warme oppervlaktewater te halen (in feite gaat het om het lozen van warmte), verhoogt de temperatuur, met gevolgen voor waterkwaliteit en hittestress. Bij diepe plassen kan bovendien door vermenging van diep water (met relatief veel fosfaat) met ondiep water, de samenstelling van het water wijzigen. Deze situatie heeft zich in Amsterdam voorgedaan bij de Nieuwe Meer, waar de fosfaten in ondiep water zorgden voor een toename van blauwalg in de zomer. Bovenstaande onderschrijft daarmee de stelling dat TEO de grootste toegevoegde waarde heeft in combinatie met een WKO-systeem.



TEA kan zowel maatschappelijke baten, als kosten opleveren. De maatschappelijke baten van TEA projecten zijn met name gelegen in het feit dat lokale warmte gewonnen wordt en ook lokaal wordt toegepast. Daarmee is de CO₂ reductie lokaal meetbaar en kan deze ook lokaal gecommuniceerd worden.

Onttrekking van warmte uit afvalwater kan in sommige gevallen ook maatschappelijke kosten opleveren. Indien uit riolering (influent) te veel warmte wordt onttrokken, gaat dit ten koste van de waterzuiveringscapaciteit in de rwzi. Deze kosten kunnen echter worden vermeden door de hoeveelheid warmte die onttrokken wordt te beperken. In de huidige cases is een voorlopige richtlijn voor het onttrekken van warmte gehanteerd. Uitgangspunt is dat 1 tot maximaal 2°C onttrokken mag worden. Minimale temperatuur voor een rwzi is 6°C, dus warmteonttrekking mag tot 8°C.

Afkoeling van effluent kan daarentegen weer een positieve bijdrage leveren aan de waterkwaliteit van het oppervlaktewater. Afvalwaterstromen van de industrie lozen warmte op het oppervlaktewater, met bijbehorende ecologische effecten (zie omschrijving TEO). Door met TEA warmte uit deze koelwaterleidingen te onttrekken, neemt de temperatuur van het oppervlaktewater af.

In combinatie met een WKO kan TEA juist een gunstig effect hebben op de biologische zuiveringscapaciteit van de rwzi. Door in de winter koude uit het water te onttrekken (en in de WKO op te nemen) neemt de temperatuur van het afvalwater in de winter toe. Door de hogere temperatuur van het afvalwater neemt de efficiëntie van de rwzi in de winter toe.

De maatschappelijke waarden (verbetering waterkwaliteit, reductie hittestress, impact op waterzuivering, en CO₂-reductie) kunnen niet in een businesscase worden opgenomen, omdat ze zich - in tegenstelling tot financiële waarden - niet vertalen in inkomstenstromen waaruit investeringen kunnen worden terugbetaald. Maatschappelijke waarden kunnen wel inzichtelijk worden gemaakt in een Maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). Een MKBA vertaalt zowel financiële, als maatschappelijke effecten van beleid naar een gemeenschappelijke noemer; geld.

In een MKBA worden als het ware twee filmpjes met elkaar vergeleken: een filmpje van hoe de wereld eruit ziet zonder uitvoering van het project (het nulalternatief) en een filmpje van hoe de wereld er uit ziet met uitvoering van het project (het projectalternatief). Het effect dat het project heeft op de maatschappij is het verschil tussen de filmpjes. Dit effect wordt vervolgens gemonetariseerd (vertaald naar geld). Daarmee verschilt een MKBA van een businesscase. In een businesscase wordt namelijk gekeken naar daadwerkelijke financiële stromen van een (of

enkele) stakeholders, in een MKBA wordt gekeken naar de effecten voor de maatschappij.

Een positieve MKBA kan ertoe bijdragen dat publieke organisaties bereid zijn een financiële bijdrage te doen om een businesscase rond te krijgen die vanuit puur financiële overwegingen niet rendabel is. Een waterschap kan bijvoorbeeld overwegen om een bedrag ter beschikking te stellen dat gereserveerd is voor verbetering van waterkwaliteit, indien TEO (en in mindere mate TEA) daaraan bijdraagt.

CPB en PBL hebben een leidraad opgesteld voor een MKBA¹⁸, tevens staat in de Handreiking voor gebiedsgerichte warmte-uitwisseling een uitgebreide toelichting van een MKBA voor warmte¹⁹.

Het is zinvol om breed naar de maatschappelijke kosten en baten van aquathermie te kijken, om een solide indruk van de maatschappelijke waarde van een project te krijgen. Tegelijkertijd brengt het uitvoeren van een volwaardige MKBA nogal wat met zich mee aan eisen. De inspanning op dit vlak moet dan ook aansluiten bij de omvang en potentie van de deal die voorligt.

4.2.5 Subsidiemogelijkheden

Afhankelijk van schaal en toegepaste technologie, zijn de volgende subsidiemogelijkheden en fiscale stimuleringsmaatregelen bruikbaar voor aquathermie²⁰.

- **Energie Investeringsaftrek** (EIA) is een fiscaal voordeel voor energiezuinige technieken en duurzame energie. Investerings in deze technieken kunnen in mindering worden gebracht op de winstbelasting en leveren daarmee, onder bepaalde voorwaarden, gemiddeld 13,5% voordeel op de investering op. Het Rijk publiceert jaarlijks een Energielijst en Milieulijst waarin de in aanmerking komende technieken zijn opgenomen. Diverse typen WKO, warmtewisselaar, warmtepompen en warmtenetten (alleen transport) staan op deze lijsten. Let daarbij wel op de eisen die gesteld worden, zo gelden voor warmtepompen eisen voor een minimale COP. EIA is alleen aan te vragen door een private partij (het gaat tenslotte om

18 Zie www.cpb.nl/publicatie/algemene-leidraad-voor-maatschappelijke-kosten-batenanalyse

19 Zie www.rvo.nl/file/handreiking-voor-gebiedsgerichte-warmte-uitwisseling

20 NB: dit is de actuele stand van zaken medio 2018, de regelingen kunnen in de tussentijd gewijzigd zijn.

.....

een aftrekpost van winstbelasting). Waterschappen en gemeenten komen niet in aanmerking voor EIA.

- **ISDE** is een subsidie voor kleinschalige duurzame energie installaties bij particulieren. In veel configuraties van TEO en TEA komen warmtepompen voor. Warmtepompen bij particulieren komen in aanmerking voor de ISDE. Alleen particulieren kunnen de subsidie aanvragen. NB: ISDE moet niet verward worden met SDE+, een regeling voor stimulering van grootschalige duurzame energieproductie. SDE+ is niet van toepassing voor TEO en TEA.
- **Demonstratie energie-innovatie** (DEI) is bedoeld voor innovatieve energietechnieken of -projecten die voor het eerst in de markt worden toegepast. Afhankelijk van type en omvang van het project, vergoedt DEI een gedeelte van de meerkosten ten opzichte van een referentieproject.

Naast deze evidente subsidiemogelijkheden zijn er op lokaal, regionaal, nationaal en internationaal niveau mogelijkheden om subsidies aan te vragen. Daarbij is het per project belangrijk om de mogelijkheden te verkennen. Een ingang voor een subsidie hoeft niet alleen duurzame energie te zijn; ook kan het gaan over stimulering van ondernemerschap, fiscale mogelijkheden voor het verwerken van investeringen in diverse sectoren (bijvoorbeeld in de agrarische sector, als daar afnemers zitten), subsidies vanwege export potentieel, innovatie, demonstratie, etc.

Een publieke bijdrage hoeft niet altijd uit een 'subsidiepot' te komen. Bij TEA kunnen bijvoorbeeld beheer en onderhoudsgelden voor riolering gecombineerd worden met een bijdrage voor duurzame energie. Door doelstellingen te koppelen, kunnen mogelijk grotere budgetten ontstaan - naast het feit dat het meekoppelen van werkzaamheden kosten bespaart.

4.3 ORGANISATORISCH KADER

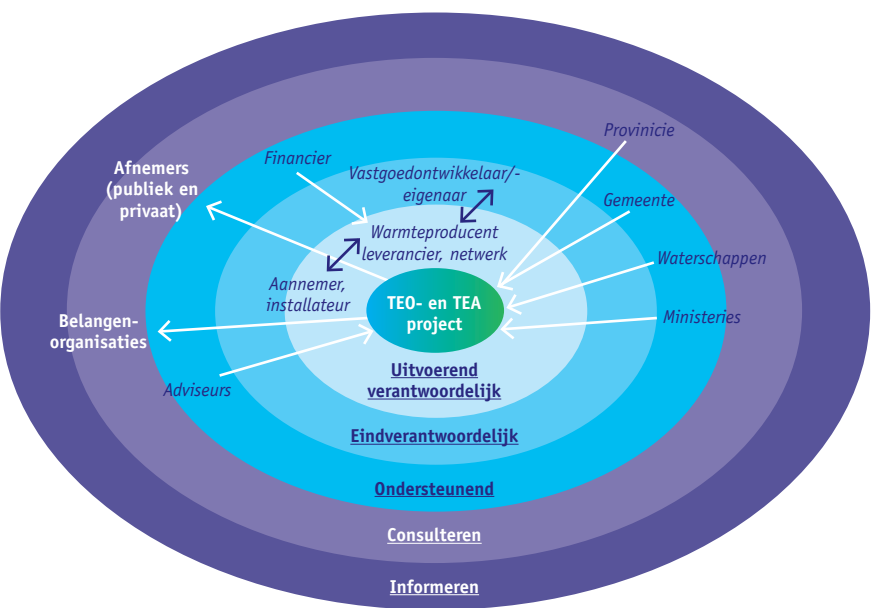
Het organisatorisch kader kenmerkt zich met name door de dynamiek tussen partijen die van belang zijn om TEO van de grond te krijgen en uiteindelijk tot de realisatie- en exploitatiefase te komen. Deze dynamiek wordt beïnvloed door de belangen, verantwoordelijkheden en macht die partijen hebben vanuit de aspecten uit de overige kaders. Deze paragraaf start met een korte beschrijving van de RASCI-tool. RASCI helpt om stakeholders van TEO en TEA in beeld te brengen. Vervolgens gaan we in op de partijen die een rol spelen in de ontwikkeling van TEO of TEA en hoe de rollen in projecten kunnen worden ingevuld.

4.3.1 Stakeholderanalyse (RASCI)

Voor de initiërende partij helpt het om de partijen met al hun belangen op een rijtje te zetten en vanuit deze belangen en macht te kijken welke partijen geschikt zijn om een tot een initiërend TEO- of TEA- projectteam te komen. In de handreiking Gebiedsgerichte warmte-uitwisseling wordt in 6 stappen een stakeholderanalyse beschreven (RASCI Model) die kan worden toegepast binnen TEO. De zes stappen in dit model zijn:

- 1 Breng betrokken partijen in kaart.
 - 2 Definieer belang van elke stakeholder.
 - 3 Bepaal de posities die de partijen zullen innemen.
 - 4 Stel vast of er een vaste basis is voor samenwerking tussen de partijen.
 - 5 Maak de mate van macht of invloed inzichtelijk.
 - 6 Selecteer de belangrijke en relevante partijen.
- Een RASCI analyse brengt in beeld hoe de stakeholders zich verhouden tot elkaar en het project. In de afkorting **RASCI** staat elke letter voor een verantwoordelijkheid of rol binnen een TEO-project. Deze rollen luiden als volgt:
 - **R**esponsible: wie heeft de verantwoordelijkheid voor de uitvoering?
 - **A**ccountable: wie kan uitvoerders aanspreken op hun verantwoordelijkheid?
 - **S**upporting: wie kan steun (of weerstand) bieden om bij te dragen aan het succes of falen?
 - **C**onsult: wie dient geraadpleegd te worden of heeft waardevolle informatie
 - **I**nform: wie dient geïnformeerd te worden om draagvlak te garanderen?

Onderstaande figuur geeft een eerste inzicht in de rollen van stakeholders op basis van de RASCI-analyse, inclusief eventuele onderlinge relaties.



4.3.2 Partijen en hun belangen op een rijtje

Onderstaande tabel geeft een overzicht van betrokken partijen en hun verantwoordelijkheden en belangen in de realisatie van TEO of TEA. Per case en locatie kan de combinatie van partijen, en daarmee de rollen en verantwoordelijkheid, verschillen.

INSTANTIE/ORGANISATIE/BEDRIJF	TAAK/ROL IRT TEO EN TEA	BELANG TEO EN TEA
Ministeries: Infrastructuur en Waterstaat/Economische Zaken en Klimaat/Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties	Energie- (Economische Zaken), water/klimaat-(I&W), gebouwde omgeving (BZK) beleid Vastgelegd in de Klimaatwet.	Realisatie van de klimaatwet en het klimaat- en energieakkoord.
Rijkswaterstaat	Beheer Rijkswatersystemen.	Veilig, voldoende en gezond Rijkswater Uitvoering geven aan Rijksambities klimaatwet.

INSTANTIE/ORGANISATIE/BEDRIJF	TAAK/ROL IRT TEO EN TEA	BELANG TEO EN TEA
Provincie	Vergunningverlening ondergrond, toezichthouder, beheer van (grond)water.	Beleidsdoelen energievisie/ klimaatdoelen.
Waterschap	Waterzuivering en -veiligheid, beheerstaken, eigenaar gemalen, persleidingen, rwzi's, vergunningverlening.	Beleidsdoelen Energie en klimaat, schoon en voldoende water en veiligheid, bijdrage aquathermie aan ambitie energieneutraal. Als beheerder belang bij effecten van TEO en TEA op kwaliteit oppervlaktewater en functioneren rwzi.
Gemeente	Als eigenaar/beheerder grond betrokken bij gebiedsontwikkeling. Regisseur van de warmtetransitie. Stelt warmtetransitieplannen op (gereed in 2021). Bij TEA heeft de gemeente als rioolbeheerder tevens zeggenschap over het gebruik van warmte.	Lokale energie en klimaat beleidsdoel en, leefbaarheid en gebiedsontwikkeling, Green Deal aardgasloze wijken.
Warmteleveranciers (al dan niet gesplitst in producent, netwerkbedrijf en leverancier)	Ontwikkelen, aanbieden en leveren van warmte en/of koude en ontwikkelen en beheren van netwerk.	Aansluiten op nationale energie- en klimaatdoelen, commercieel.
Aannemer, installateurs	Levering, installatie, onderhoud en beheer van installaties en netwerk.	Leveren van producten en diensten in realtie tot TEO en TEA.
Afnemer privaat (burgers, bedrijven, vastgoed-eigenaren, voedingsindustrie, etc.)	Gebruik van warmte en koude.	Zo hoog mogelijke kwaliteit/ betrouwbaarheid tegen een zo laag mogelijk prijs. Duurzaamheid daarbij steeds belangrijker.
Afnemer publiek (utiliteitsgebouwen zoals ziekenhuis, zwembad of school)	Gebruik van warmte en koude.	Maatschappelijke rol. Zo hoog mogelijke kwaliteit/ betrouwbaarheid tegen een zo laag mogelijk prijs.

INSTANTIE/ORGANISATIE/BEDRIJF	TAAK/ROL IRT TEO EN TEA	BELANG TEO EN TEA
Vastgoedontwikkelaar	Vastgoed ontwikkelen en bouwen, met mogelijkheid om aquathermie.	Nieuwbouw in toekomst verplicht gas loos. Aquathermie daarbij kansrijke op te nemen in concept optie. Commercieel, bedrijfsenergie/klimaat-doelstellingen, verkoopbaarheid van woningen en vertrouwen van kopers.
Netbeheerders (elektriciteit en gas)	Afnemers voorzien van een aansluiting op elektriciteit en gas (in enkele gevallen gelieerd bedrijf betrokken bij warmte).	TEO/TEA kan een alternatief zijn voor de huidige gasaansluiting. TEO/TEA verhoogt de vraag naar elektriciteit en dus de benodigde netwerkcapaciteit.
Financier (banken en groenfondsen)	Financiering	Bedrijfsenergiedoelstellingen, commercieel.
Adviseurs	Adviseren op technisch, organisatorisch, financieel, juridisch, ecologisch gebied.	Leveren van kennis mbt de verschillende kaders om haalbaarheid van aquathermie in te schatten en te vergroten.
Belangenorganisaties (Milieu, Natuur, ect)	Bescherming van specifieke belangen.	Duurzaamheid, gebruik van hernieuwbare energie, in balans houden van milieu/ecologische aspecten.

Bepaalde initiërende partijen kunnen een sturende rol in het proces vervullen, bijvoorbeeld gemeenten en waterschappen. Vanuit hun duurzaamheidsdoelstelling nemen en krijgen zij een steeds grotere rol in de energietransitie. De ontwikkeling van aardgasloze wijken is voor gemeenten een aanleiding om zich te verdiepen in vervangende energievoorzieningen waaronder aquathermie. Een gemeente kan de regie nemen om dat proces te sturen.

Het is een opgave om belangen van verschillende partijen samen te laten komen in een TEO of TEA project. De mate waarin belangen uiteen kunnen lopen wordt in de volgende opsomming duidelijk:

- Een vastgoedontwikkelaar kijkt vanuit een commercieel belang naar de realisatie en oplevering van het gebouw (evt. inclusief de warmte-en koudevoorziening); doorslaggevend zijn de initiële investeringskosten, de kosten tijdens de exploitatiefase vallen immers bij een ander. De trigger voor de ontwikkelaar bestaat uit korte termijn investeringen en opbrengsten.

-
- Een afnemer van TEO en TEA is gebaat bij lange termijn zekerheid van levering en lage kosten voor afname van warmte en koude.
 - Overheden sturen op het maatschappelijk belang met een maatschappelijke waarde op de lange termijn.
 - Een financier kijkt naar de risico's (krijg ik mijn geld terug) en het rendement dat daar tegenover staat. Banken zullen over het algemeen beoordelen of de kasstroom van het project gezond is.

In een succesvol project zijn de belangen (financieel, duurzaamheid en doelmatigheid) uiteindelijk verenigbaar. Er kan een gemeenschappelijk belang ontstaan, maar er kunnen ook verschillende belangen naast elkaar bestaan in een TEO- of TEA-project. Dat vraagt om openheid tijdens het proces; openheid over belangen, maar ook over individuele businesscases en risicoanalyses.

Projecten waar zoveel verschillende partijen betrokken zijn, hebben een 'Coalition of the Willing' nodig. Hiermee wordt bedoeld dat een ontwikkeling alleen kan slagen als er een zekere mate van vertrouwen in elkaar en de samenwerking bestaat; een onderlinge houding dat het eindresultaat een gezamenlijke inspanning is van geven en nemen en open communicatie. Die bereidheid tot samenwerken moet tussen organisaties geborgd zijn, maar ook tussen de personen binnen de organisaties. Door juiste, enthousiaste personen aan tafel te hebben, kan een project slagen. Zorg intern dat er een escalatiemodel is en dat de interne besluitvormingslijnen scherp worden gehouden. Daarmee wordt het project op bestuurlijk en op uitvoerend niveau te borgen bij personen die een langere termijn visie hebben en geloven in het concept.

4.3.3 Structureren van rollen in de warmteketen

Drie rollen zijn verantwoordelijk voor de warmtelevering: de producent, de netwerkbeheerder en de leverancier (bronhouder is hier buiten beschouwing gelaten, omdat zij slechts de bron ter beschikking stellen en geen verantwoordelijkheid voor warmtelevering hebben). Deze rollen kunnen door een geïntegreerde partij, of door twee of drie verschillende partijen worden uitgevoerd. Er is geen one-size-fits-all oplossing voor het optimaal structureren van de samenwerking tussen partijen die een warmteproductie en -leveringssysteem (een warmtenetwerk) opzetten. Dit wordt sterk bepaald door omgevingsfactoren en de karakteristieken en risico's van een individueel project. Bij kleinschalige projecten zal eerder sprake

zijn van geïntegreerde rollen. Bij grootschalige projecten ligt een splitsing voor de hand, al hangt dat tevens af van de partijen die bij het traject betrokken zijn.

Op hoofdlijnen kan gesteld worden dat de volgende mogelijkheden herkenbaar zijn in de markt.

MODEL	KENMERKEN
Separate producent, transporteur en leverancier	• Helder inzicht in waar onrendabele top ontstaat. • Belangrijk om interfaces goed te managen en stapeling van risicopremies (hoge transferprices) te voorkomen. • Gangbaar voor bijvoorbeeld restwarmtelevering, AVIs als bron, waar de warmteproductie geen core-business is. • Tripartite overeenkomsten denkbaar om risico's voor het gehele project overzichtelijk te houden. • Elk deel van de keten moet onafhankelijk haalbaar zijn of middels subsidie haalbaar gemaakt worden. • Risico's dat een van de partijen in de 'squeeze' komt, door afspraken rond warmteprijsen of volumes.
Producent en leverancier geïntegreerd, separate transporteur	• Transporteur heeft eigen businesscase en ontvangt hiervoor een vaste of variabele vergoeding. • Leverancier heeft grip op productiekosten en levering. Daardoor controle over alle prijs- en volumerisico's. • Hedgemogelijkheden voor risicobeheersing van productie tot levering - weinig risico dat een van de partijen klem komt te zitten, tenzij transporteur volledig uit variabele (volume) fee betaald wordt. • Duidelijk inzicht in mogelijke onrendabele top voor transport.
Integrale warmteleverancier	• Kruisbekostiging mogelijk van minder en meer rendabele onderdelen van het netwerk. • Geen transferpricing of gestapelde risicopremies. Wel een risicovolle aanpak voor 1 partij of consortium. • Denkbaar bij nieuw te ontwikkelen infrastructuur, met dedicated warmtebronnen. • Voor eventuele projectfinanciering een zinvoller onderpand dan de losse delen.

4.4 JURIDISCH KADER: BELEID, WET- EN REGELGEVING, VERGUNNINGEN EN OVEREENKOMSTEN

In dit juridische kader gaan we in op het beleidsmatige kader waarbinnen TEO en TEA projecten opereren en de wet- en regelgeving die de kaders van projecten vormen. Vervolgens beschrijven we de vergunningen en andere wettelijke eisen die voortkomen uit het beleids- en wettelijke kader. Tot slot gaan we in op mogelijke overeenkomsten die bij een TEO of TEA project voorkomen.

Dit juridische kader is een korte samenvatting van relevant beleid en wet- en regelgeving. De *Juridische handreiking Duurzame energie en Grondstoffen* geeft een overzicht en verdieping op de kaders voor waterschappen²¹.

4.4.1 Beleidskader

Nederland heeft zich als doel gesteld om in 2050 een CO₂-arme energievoorziening te realiseren. In Europees verband heeft Nederland zich daarnaast verbonden aan de doelstelling om in 2030 32% hernieuwbare energie te realiseren. Om deze doelstellingen te realiseren, werkt het Rijk samen met het bedrijfsleven, maatschappelijke partijen en andere overheden (gemeentes, provincies, waterschappen) aan een *Nationaal klimaat- en energieakkoord*. Dit akkoord zal voortbouwen op het *Energieakkoord voor duurzame groei*. Hierin zijn doelen afgesproken voor reductie van het energieverbruik en duurzame opwekcapaciteit in 2020. De nieuwe afspraken uit het Nationale klimaatakkoord worden vanaf 1 januari 2019 van kracht en zijn gericht op de periode tot 2030. Gemeenten hebben een belangrijke rol in de opgave richting 2030. De aansluitplicht op aardgas is komen te vervallen, gemeenten krijgen een regisseursrol om alternatieve warmtevoorziening mogelijk te maken. Dat biedt volop kansen voor duurzame oplossingen zoals TEO en TEA.

Op basis van de *deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie* streven Rijk, provincies, waterschappen en gemeenten samen naar een Nederland dat in 2050 zo goed mogelijk klimaatbestendig en robuust is ingericht. Op basis van deze beslissing kan bijvoorbeeld een eventuele bijdrage van TEO door vermindering van hittestress verder worden onderzocht. Hetzelfde geldt voor TEA bij het onttrekken van warmte uit warmtelozing (via afvalwater) op het oppervlaktewater.

Waterschappen hebben in een *Green Deal* in 2016 de ambitie vastgelegd om in 2025 energieneutraal te zijn, wat wil zeggen dat ze evenveel energie duurzaam opwekken als zij zelf verbruiken.

4.4.2 Wet- en regelgeving

Wet- en regelgeving bepaalt het kader waarbinnen TEO en TEA projecten kunnen worden opgezet en geëxploiteerd. De wet- en regelgeving gerelateerd aan energie en de gebouwde omgeving is volop in beweging. Onderstaand een beschrijving van de belangrijkste wet- en regelgeving en hoe deze de komende jaren wijzigt (voor zover bekend).

- *De Klimaatwet*: wet streeft naar een CO₂-uitstoot reductie van 49% in 2030 ten opzichte van 1990 en een 100% CO₂-neutrale elektriciteitsproductie in 2050. In het licht van deze wet worden warmtesystemen als TEO en TEA een meer vanzelfsprekende keus in relatie tot het huidige ‘basis’-alternatief: warmte opgewekt uit aardgas. De wet geeft daarnaast voor het eerst wettelijke grond om partijen in Nederland tot CO₂-uitstootreductie aan te zetten. De Klimaatwet is nog niet door de Tweede en Eerste Kamer goed gekeurd. De verwachting is dat de wet er in 2019 komt.
- *De Warmtewet*: indien er met TEO of TEA warmte wordt geleverd aan consumenten, is de Warmtewet van toepassing. De warmtewet beschermt de rechten van kleingebruikers (consumenten en bedrijven met beperkte warmtevraag) tegenover de leveranciers. In de wet zijn maximale prijzen vastgelegd voor o.a. warmte. Vanaf 2019 wordt ook koude gereguleerd. Verder is opgenomen dat leveranciers niet mogen discrimineren tussen afnemers. In de wet is ook experimenteerruimte opgenomen, bijvoorbeeld om speciale tarieven in te voeren voor lage temperatuur warmte en betere toegangscondities voor duurzame bronnen.
- *Garanties van oorsprong*: Op basis van de Regeling garanties van oorsprong voor energie uit hernieuwbare energiebronnen en HR-WKK-elektriciteit is certificeren van warmte mogelijk via CertiQ (garantie van oorsprong). Garanties van Oorsprong zijn bedoeld om te bewijzen dat geleverde warmte bij de afnemer daadwerkelijk groen is. In tegenstelling tot elektriciteit en gas, zijn warmte-GvO's niet vrij verhandelbaar. Dat wil zeggen dat als een partij (bijv. een waterschap die oppervlaktewater beschikbaar stelt) niet zelf aan het netwerk aangesloten zit, geen gebruik kan maken van de GvO's om andere warmte te vergroenen. Voor koude zijn (nog) geen Garanties van Oorsprong beschikbaar.

-
- **Omgevingswet:** deze nieuwe, overkoepelende wet, waarin 26 wetten worden geïntegreerd, is in de maak. Relevant voor TEO en TEA zijn hierbij de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht, de Wet ruimtelijke ordening, de Waterwet, de Woningwet (bouwregelgeving) en eventueel de Monumentenwet en de Wet milieubeheer (regelingen over plaatsgebonden activiteiten). De Omgevingswet reguleert de fysieke leefomgeving en ruimtelijke ontwikkeling. Vanuit de Omgevingswet ontstaan er verplichtingen voor TEO en TEA. In het algemeen zijn dit bouwvergunningen en bestemmingswijzigingen voor (nieuw-) bouw projecten. Lozings- en onttrekkingsvergunningen en e.g. een omgevingsvergunning beperkte milieutoets (OBM) en/of watervergunning voor bepaalde bodemenergiesystemen. De verwachting is dat de wet in 2021 in werking treedt.
 - **De Waterwet,** in de toekomst onderdeel van de Omgevingswet, regelt met name de omgang en beheer van onze watersystemen, waaronder oppervlaktewater- en grondwaterlichamen. TEO en TEA onttrekken warmte- en koude aan oppervlakte- en afvalwater. Regels hieromtrent zijn onder de Waterwet gereguleerd. Zo ook het onttrekken en lozen van water. TEO onttrekt en loost water op het oppervlaktewater. Relevant voor TEA zijn de zorgplichten toebedeeld in de Waterwet aan gemeenten (zorgplicht voor inzameling van afvalwater) en Waterschappen (zorgplicht voor zuivering van dit afvalwater). De manier waarop een gemeente met haar zorgplicht omgaat is opgenomen in een gemeentelijk rioleringsplan (GRP). Een WKO als open energieopslagsysteem maakt gebruik van het grondwatersysteem en heeft minimaal een meldingsplicht over het gebruik hiervan.

Alle relevante wet- en regelgeving voor waterbeheer worden in een voortdurend ontwikkelend document bijgehouden: het Handboek Water. Het rijk, UvW, VNG en het IPO zijn betrokken bij dit handboek²².

Bij veel projecten zullen overheden op een of andere manier betrokken zijn, door een rol in het project te vervullen of via een financiële bijdrage. Voor de betrokkenheid van overheden zijn regels omtrent de rol van overheden bij commerciële activiteiten (*Wet Markt en Overheid*), staatssteun en *aanbestedingen* relevant. Een presentatie van de juridische werkgroep van de Energie en Grondstoffenfabriek (EFGF) en

de Juridische Handreiking Duurzame Energie en Grondstoffen biedt handvatten hoe binnen de kaders van deze wetgeving te blijven²³.

4.4.3 Vergunningen en regelingen

Bij elk project is verstandig na te gaan welke juridische goedkeuringen en overeenkomsten nodig zijn en welk bevoegd orgaan dit verstrekt. Het bevoegd orgaan kan zijn:

- Provincie over de ondergrond.
- Waterschappen en Rijkswaterschap over de watersystemen.
- Waterschappen over awzi's en rwzi's.
- Gemeenten over de riolering.

Het is handig om een vergunningencheck te doen bij het Omgevingsloket online.²⁴

Onderstaande tabel beschrijft welke vergunningen relevant zijn bij de realisatie van een TEO- of TEA-project. Locatie- of projectspecifiek kunnen aanvullende vergunningen van toepassing zijn.

TEO	TEA
Onttrekken van water uit een oppervlaktewater-lichaam kan vergunningplichtig zijn onder de Waterwet .	Geen vergunningen benodigd.
Voor het lozen in oppervlaktewater van koelwater kan een omgevingsvergunning of waterwet-vergunning nodig zijn.	<i>Vanuit waterschappen bestaat wel de behoefte aan een indicatieve richtlijn voor het aantal graden toegestane temperatuurdaling i.v.m. de impact van temperatuur op zuiverings-installaties.</i>

LOCATIE- / PROJECTSPECIEKE VERGUNNINGEN

Is TEO of TEA gekoppeld met WKO: Onttrekken of infiltreren van grondwater bij een open bodemenergiesysteem kan vergunningplichtig zijn onder de Waterwet. Bij een bodemwarmtewisselaar kan een omgevingsvergunning beperkte milieutoets (OBM) aan de orde zijn. Een stroomschema op de website van infomil toont welke vergunningen en meldingen nodig zijn.²⁵

²³ Zie www.efgf.nl/uploads/editor/Workshop_Aanbestedingsrecht_Staatssteun_5mrt2015.pdf en www.uvw.nl/wp-content/uploads/2018/01/Juridische-handreiking-Duurzame-Energie-en-Grondstoffen-2017.pdf

²⁴ Zie www.omgevingsloket.nl/

²⁵ Zie www.infomil.nl/publish/pages/71393/stroomschema_bodemenergiesystemen.pdf

LOCATIE- / PROJECTSPECIEKE VERGUNNINGEN

Voor het aanleggen van warmte- en koudeleidingen kunnen vergunningen benodigd zijn, aan te vragen bij de gemeente (Algemene Plaatselijke Verordening) en/of Rijkswaterstaat (Wet beheer rijkswaterstaatswerken). Er zijn gemeentes die hier ontheffing voor geven.

Voor bijkomende zaken als gebouwen voor installaties kan een omgevingsvergunning benodigd zijn.

Een warmteleverancier aan kleinverbruikers is onder de Warmtewet verplicht bij de ACM een leveringsvergunning aan te vragen. Dit is niet aan de orde voor projecten met minder dan 10 verbruikers of levering onder 10.000 GJ per jaar ²⁶.

Onder de wet Milieubeheer kunnen pompen vergunningplichtig zijn, afhankelijk van het vermogen, of het gaat om een woongebouw of een kantoor en of de pompen in pandig zijn of niet ²⁷.



Voor TEO is een watervergunning vereist voor het onttrekken en/of terugbrengen van water uit het watersysteem indien het gaat om onttrekken van meer dan 100 m³/uur water uit een rijkswater of het brengen van meer dan 5.000 m³/uur water in een rijkswater en als de instroomsnelheid groter is dan 0,3 m/s²⁸. Het onttrekken van de genoemde hoeveelheid met een lagere instroomsnelheid moet gemeld worden, maar is niet vergunningplichtig. Bevoegd gezag is het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (RWS)²⁹.

Voor het lozen in oppervlaktewater van koelwater met een warmtevracht groter dan 50 MW is een omgevingsvergunning of waterwetvergunning nodig, aan te vragen bij het waterschap of Rijkswaterschap. Lozingen met een lagere warmtevracht vallen onder het Activiteitenbesluit. Voor koudelozing is geen beoordelingssystematiek aan de orde³⁰.

26 Zie www.acm.nl/nl/onderwerpen/energie/energiebedrijven/warmte/vergunning

27 Zie www.gebruikersplatformbodemenergie.nl/wet-milieubeheer

28 Artikel 6.16 van de Waterregeling

29 Zie voor meer informatie: www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/handboek-water/wetgeving/waterwet/handelingen/vergunningplichtig/brengen-water

30 Zie www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/handboek-water/activiteiten/lozen-per-activiteit/item
In de praktijk wordt wel o.b.v. praktische inzichten (lokale beïnvloeding van de watertemperatuur) beoordeeld of soms géén vergunning gegeven omdat het kader ontbreekt.



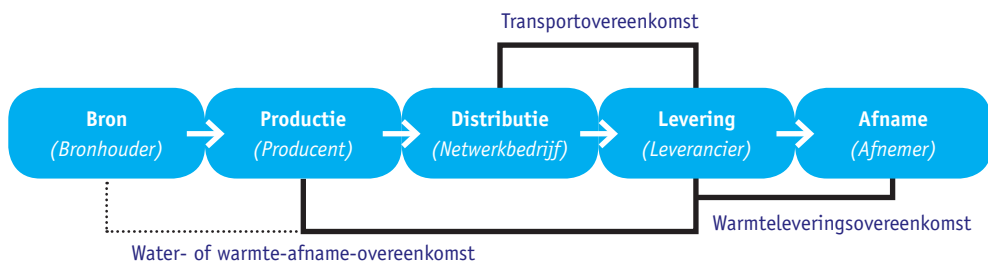
Voor een TEA-systeem met een warmtewisselaar in de schil van de leiding is geen specifieke vergunning vereist. Wel stelt het waterschap eisen aan de maximale warmte-onttrekking aan een afvalwaterleiding naar de RWZI, omdat de RWZI beter functioneert op hogere temperaturen. Tot dusverre is in enkele projecten een (pragmatische) richtlijn aangehouden van warmte-onttrekking tot 6°C.

4.4.4 Overeenkomsten

Aan het einde van elke fase wordt een overeenkomst opgesteld om gezamenlijk de volgende fase in te gaan. Gedurende het proces stellen de partijen een intentieovereenkomst, samenwerkingsovereenkomst en investeringsbesluit op. Onderwerpen van deze overeenkomst hangen af van de casus, opzet en de partijen. Partijen leggen schriftelijk vast welk doel zij samen willen bereiken. Hoe verder in het proces, hoe concreter en groter de consequenties van de overeenkomsten worden. Van belang is om juristen in de loop van het proces aan te haken om het juridische kader te toetsen.

Voorafgaand aan het investeringsbesluit zullen ook onderlinge overeenkomsten getekend moeten worden. Die overeenkomsten betreffen de afspraken omtrent levering van warmte en/of beschikbaar stellen van het netwerk. Afhankelijk van welke partijen in de keten betrokken zijn, kan er sprake zijn van de volgende overeenkomsten:

TEO EN TEA FUNCTIONELE KETEN EN OVEREENKOMSTEN BINNEN DE KETEN



-
- **Warmte-afname overeenkomst, of waterleveringsovereenkomst:** de bronhouder en producent (indien gescheiden) maken afspraken over de voorwaarden waaronder water kan worden benut om warmte uit te onttrekken. De leverancier en producent (indien gesplitst) spreken af hoeveel en onder welke voorwaarden warmte wordt afgenomen. De bronhouder water (bijv. waterschap) heeft in principe geen verantwoordelijkheden in de onttrekking van de warmte. Indien een waterschap zelf investeert in de warmtepomp, wordt het waterschap de producent en sluit het contracten met de leverancier over levering aan de afnemer. Voorwaarden in contracten betreffen met name prijs (incl. indexatie in de loop der jaren), duur van de overeenkomst en leveringszekerheid.
 - **Transportovereenkomst:** de leverancier en het netwerkbedrijf (eveneens alleen indien gesplitst) spreken af onder welke voorwaarden gebruik wordt gemaakt van het netwerk. Deze voorwaarden betreffen o.a. prijs, risicoverdeling (vaste of variabele tarieven) en duur van de overeenkomst.
 - **Warmteleveringsovereenkomst:** in de warmteleveringsovereenkomst stemmen leverancier en afnemer af voor welke prijs een afnemer wordt aangesloten en warmte- en/of koude wordt afgenomen. Indien het kleinverbruikers betreft, is hierop de warmtewet van toepassing, waarin o.a. de tarieven zijn gemaximaliseerd.

KADER EIGENDOM VAN WARMTE

Nu warmte uit oppervlakte- en afvalwater een waarde krijgt, wordt relevant wie de eigenaar van de warmte is en dus wie aanspraak kan maken op die waarde. Met name bij TEA is eigendom relevant, want is degene die de warmte aan het water heeft toegevoegd (bewoners, bedrijven, industrie) de eigenaar of de beheerder van het watersysteem?

Er bestaat (voor zover bekend) geen jurisprudentie over het eigendom van warmte uit afvalwater. Vooralsnog is de eigenaar van het medium waar de warmte zich in bevindt ook de eigenaar van de warmte, omdat er voor de overdracht van afvalwater, inclusief de daarbij behorende lusten en lasten een overeenkomst wordt gesloten. Voor bedrijven is dat vaak geregeld in de lozingsvergunning, particulieren betalen in dat kader waterschaplasten. Voor een definitieve uitspraak zal echter een rechtszaak noodzakelijk zijn om daadwerkelijk het eigendom te bepalen. Voor de huidige projecten is van belang goede afspraken te maken tussen warmte-aanbieder en de leverancier, zowel over de huidige situatie, als in

geval er wel duidelijkheid komt over het eigendom. Dit laatste kan bijvoorbeeld door afspraken te maken over gratis overdracht van warmte, en/of door procesafspraken te maken in geval conflicten ontstaan naar aanleiding van de eigendomsdiscussie.

LITERATUURLIJST

TEO

- Businesscases TEO, www.stowa.nl/teo
- Cockpit TEO, www.stowa.nl/teo
- Kansenskaart voor energie uit oppervlaktewater, Deltares, IF Technology (2015), www.stowa.nl/teo
- Nationale verkenning TEO, www.stowa.nl/teo
- Ontwerpdigrammen voor energie uit oppervlaktewater, DWA (2012)
- Portfolio TEO, www.stowa.nl/teo

TEA

- Evaluatie project Warmterivier, Twijnstra Gudde (2018), denhaag.raads-informatie.nl/document/6687753/1/RIS300132_bijlage
- Kansenskaarten TEA, www.stowa.nl/tea
- Portfolio TEA, www.stowa.nl/tea
- Thermische Energie uit Afvalwater in Zwolle, STOWA (2011)

Algemeen

- Aanbestedingsrecht, staatssteun, www.efgf.nl/uploads/editor/Workshop_Aanbestedingsrecht_Staatssteun_5mrt2015.pdf
- Achtergrond warmtepompen, www.warmtepomp-info.nl/
- Handboek water www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/
- Handreiking financiering duurzame energieprojecten, www.uvw.nl/publicatie/handreiking-financiering-duurzame-energieprojecten/
- Juridische handreiking, www.uvw.nl/publicatie/juridische-handreiking-duurzame-energie-en-grondstoffen/
- Leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyses, www.cpb.nl/publicatie/algemene-leidraad-voor-maatschappelijke-kosten-batenanalyse
- Omgevingswet, www.omgevingsloket.nl/
- Publieke energiefondsen, www.publiekeenergiefondsen.nl
- Stroomschema bodemenergiesystemen www.infomil.nl/publish/pages/71393/stroomschema_bodemenergiesystemen.pdf
- Warmtewet leveringsvergunning, www.acm.nl/nl/onderwerpen/energie/energiebedrijven/warmte/vergunning
- Wet milieubeheer, www.gebruikersplatformbodemenergie.nl/wet-milieubeheer/
- WKO-tool www.wkool.nl/

GESPREKKENLIJST

TEO

Ton Drost - WSRL

Wim Wijnhoud - Vivare

Sharon van Ede - Nederlandse Vereniging van Banken

Joop Oude Lohuis & Cees vd Vliet - gemeente Utrecht

Sander Tensen & Marco Bakker - Eneco

Stefan Mol - Waternet

Dik Ludikhuize - Delfland

Annemarie van Osch, Teun Wendt - gemeente Almere en Zuiderzeeland

TEA

Ernst van Leussen - Gemeente Oldebroek - project zwembad de Veldkamp (Wezep)

Marinus Stulp - Gemeente Den Haag - project Warmterivier

Wim Heijbroek & Sander Tensen - Eneco & HDSR - project Utrecht Overvecht

Jouke Boorsma - Delfland - project Warmterivier

Ghada Sukkar, Jan Wisse & Nienke Oostermeijer - TEA in hoofdkantoor Vallei & Veluwe

René Karman - Gemeente Goes - project Hollandiaplein

STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' - de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft - om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en hetzelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.



STOWA

Postbus 2180

3800 CD Amersfoort

Bezoekadres

Stationsplein 89, vierde etage

3818 LE Amersfoort

t. 033 460 32 00

e. stowa@stowa.nl

i. www.stowa.nl

COLOFON

Amersfoort, Oktober 2018

Uitgave

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

Postbus 2180

3800 CD Amersfoort

Auteurs

Eline Kleiwegt | RebelGroup

Winfried de Coö | RebelGroup

Begeleidingscommissie

TEO | Marco van Schaik (Unie van Waterschappen/Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden), Michelle Talsma (STOWA), Reinier Romijn (Unie van Waterschappen), Henk Looijen (Rijkswaterstaat), Arne Boswinkel (RVO), Stefan Mol (Waternet), Dik Ludikhuizen (Hoogheemraadschap van Delfland), Roelof Potters (Alliander DGO), Teun Wendt (Waterschap Zuiderzeeland), Annemarie van Osch (Gemeente Almere), Aad Omens (Waterschap de Dommel), Ton Drost (Waterschap Rivierenland), Barry Scholten (IF Technology). **TEA** | Marco van Schaik (Unie van Waterschappen/STOWA), Bert Palsma (STOWA), Johan Jonker (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier), Ghada Sukkar (Waterschap Vallei en Veluwe), Jeroen Wubben (Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard), Alexandra Deeke (Waterschap de Dommel), Wobke Gerritse (Waterschap Rivierenland), Maurits van der Stappen (Gemeente Boxtel), Vera Haaksma (Gemeente Utrecht), Simon Bos (Tauw), Barry Scholten (IF Technology)

Vormgeving Vormgeving Studio B | Nieuwkoop

Fotografie iStock | Hollandse Hoogte | Barry Scholten | Rien van Wanrooij,
Waterschap Brabantse Delta

Druk DPP | Houten

STOWA 2018-47

ISBN 978.90.5773.811.1

.....

Copyright

De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

Disclaimer

Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijd kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

stowa

STICHTING
TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER

stowa@stowa.nl www.stowa.nl

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE AMERSFOORT

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

