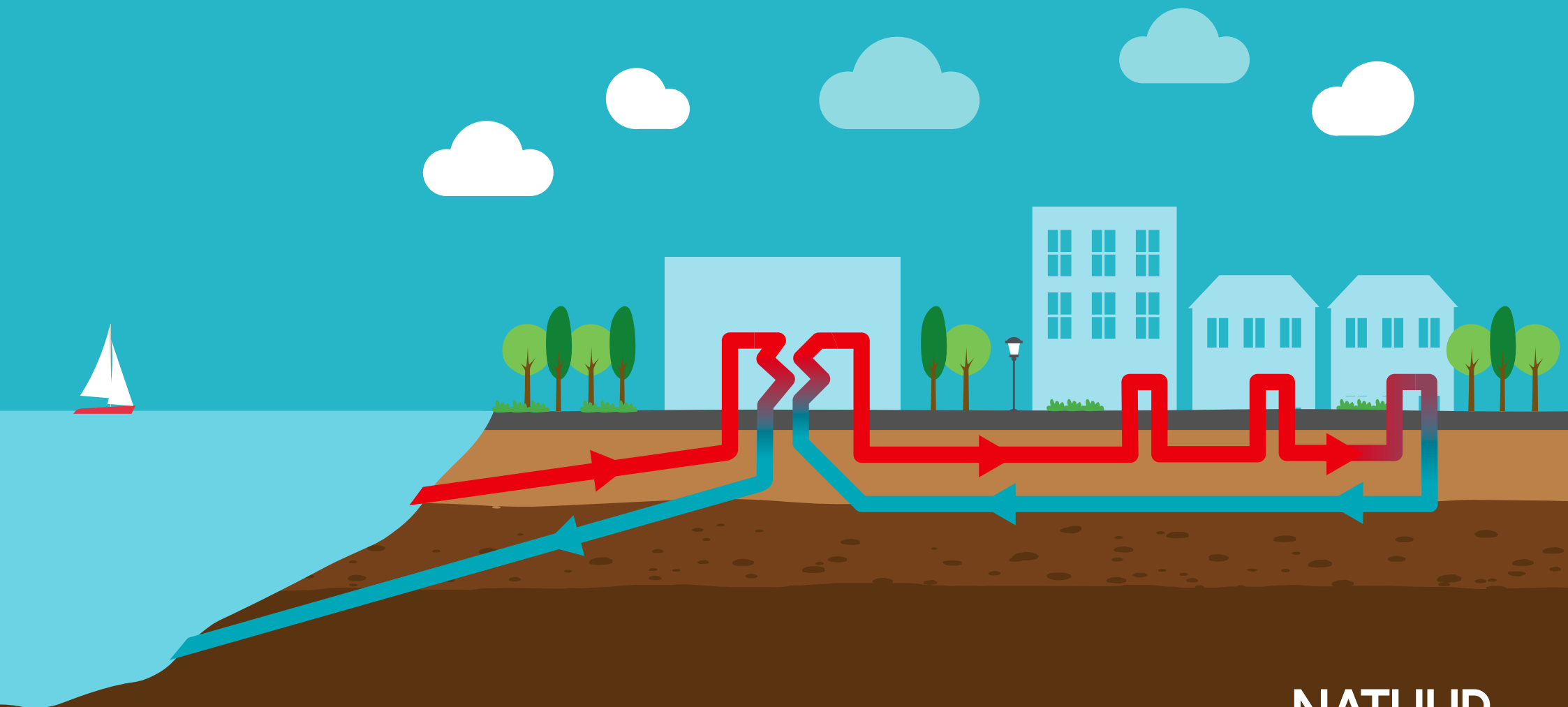


Aquathermie

Duurzame warmte uit water voor de
gemeentelijke warmtetransitie



december 2022

NATUUR
& MILIEU

Samenvatting

Om klimaatverandering tegen te gaan, en om afhankelijkheid van fossiele brandstoffen af te bouwen gaat Nederland van het aardgas af. Voor woningen en gebouwen worden cv-ketels op aardgas steeds meer vervangen door duurzame technieken zoals warmtepompen en warmtenetten. Voor deze technieken zijn duurzame warmtebronnen nodig. Aquathermie, ofwel warmte uit oppervlakte-, grond-, riool- afval- of drinkwater is een techniek met veel potentie die in Nederland lokaal benut kan worden. Er is 15 jaar ervaring met deze techniek en het is nu zaak om deze techniek op te schalen.

In dit paper zetten we uiteen waarom aquathermie duurzaam is, en daarom een belangrijke rol zou moeten krijgen in de Nederlandse warmtevoorziening. We beschrijven welke ontwikkelingen er zijn op het vlak van beleid, subsidieregelingen en wetgeving (tabel 1). Ook gaan we in op de projectmatige risico's die spelen bij aquathermieprojecten, zoals kosten en benodigde warmtevraag (lage- & middentemperatuur). Hierbij wordt ingegaan op mitigatie van deze risico's (tabel 2). Ook wordt er ingegaan op praktische risico's van aquathermieprojecten, zoals de waterkwaliteit en effecten op ecologie, inclusief mitigatie (tabel 3).

We concluderen dat aquathermie een cruciale rol in de verduurzaming van de gebouwde omgeving zal gaan spelen. Samen met andere warmtebronnen, zoals aardwarmte, bodemwarmte (ondiepe aardwarmte) en restwarmte zal de gebouwde omgeving CO₂-vrij gemaakt kunnen worden. Geen van deze bronnen zal individueel kunnen voorzien in de totale toekomstige warmtebehoefte van woningen. Daarom zullen ze allemaal moeten worden toegepast. Doordat waterlichamen vaak te vinden zijn in de buurt van gebouwen, is aquathermie een techniek die op veel plekken warmte kan leveren. Dit is van belang voor gemeenten, die met transitievisies warmte en wijkuitvoeringsplannen gebieden gaan selecteren om duurzaam te verwarmen.

Oproep

Voor de verdere ontwikkeling van aquathermie heeft Natuur & Milieu de volgende aanbevelingen aan het Rijk en gemeenten:

- De Wet Collectieve Warmte mag niet verder uitgesteld worden. Het is goed dat er nu een knoop is doorgehakt over de marktordening.
- Om gemeenten te stimuleren om meer in de actiestand te komen, moet de Rijksoverheid een tijdelijke regeling in het leven roepen die gemeenten helpt met financiële deelname, het wegnemen van belemmeringen en het opstellen van WCW-proof vergunningen. Dit om projecten die nu worden opgetuigd, gelijk inpasbaar te maken op het moment dat de WCW van kracht wordt.
- Een garantieregeling moet ervoor zorgen dat financiële risico's voor aquathermieprojecten afgedekt kunnen worden. Dit zou via een fonds of collectieve verzekering geregeld kunnen worden, deels gefinancierd door de sector en aangevuld door het Rijk.
- Uitfaseren van slechte energielabels is cruciaal zodat elke woning verwarmd kan worden met MT- of LT-warmte, zoals aquathermie.
 - Verbod op slechte energielabels (E, F en G) en enkel glas.
 - Zekerheid van voldoende middelen in de ISDE voor isolatie. Isolatie zorgt er voor dat een woning minder warmtevraag heeft en op een lagere temperatuur verwarmd kan worden. Cruciaal voor de ontwikkeling van aquathermie.
 - Maak het mogelijk om subsidie-aanvragen te collectiviseren voor wijken die van het aardgas af gaan.
- Geef gemeenten de opdracht en de bevoegdheid om wijken van het aardgas af te halen.
- Bij centraal geregisseerde waterinfrastructuurprojecten moeten meekoppelkansen voor aquathermie standaard meegenomen worden in de besluitvorming.
- Er moet actiever gecommuniceerd worden richting burgers, bedrijfsleven en gemeenten over de potentie van aquathermie, de risico's en over manieren om aquathermieprojecten op een gestandaardiseerde manier uit te rollen. Meer bedrijven moeten ermee aan de slag zodat er een volwassen markt ontstaat.
- Zorg voor voldoende beschikbare informatie over de risico's en kansen van aquathermie op oppervlakte-, drink- en grondwater. Inclusief beheers- en mitigatiemaatregelen, zorg er tevens voor dat deze maatregelen wettelijk verankerd worden.
- Er moet een helder plan komen voor de ondergrond, zodat het duidelijk wordt waar bodemwarmteprojecten ontwikkeld kunnen worden en waar niet, en zodat er tijdens het planproces geen onduidelijkheden zijn over mogelijke andere geplande activiteiten in (nabije) ondergrond.

Tabel 1: beleidsmatige ontwikkelingen

	Relevantie	In werking per
SDE++	Subsidieruimte specifiek voor lage-temperatuurwarmte, waaronder aquathermie. Ook is de maximale subsidie intensiteit binnen het hekje verhoogd van 300 €/tCO ₂ naar 400 €/tCO ₂	1 januari 2023
EIA	Fiscaal voordeel voor energiezuinige technieken en duurzame energie.	Heden
DEI+	Vergoeding van meerkosten t.o.v. een referentieproject bij innovatieve energieprojecten die voor het eerst in de markt worden toegepast. Jaarlijks maximaal beschikbaar bedrag.	Heden
ISDE	Subsidie voor de aansluiting op een warmtenet.	Heden
Wet Collectieve Warmte	Transparantie en vormgeving voor de tarifiering van warmte, ordening van de warmtemarkt, rechten voor consumenten, bevoegdheid gemeenten om te bepalen wie, waar en wanneer een collectieve warmtevoorziening aanlegt en borging duurzaamheid en leveringszekerheid.	Juli 2024 (voorgenomen), tariefregulering per januari 2025
Omgevingswet	Stroomlijning en overzichtelijk maken van verbinding tussen verschillende wetten, regelingen, Algemene Maatregelen van Bestuur en Ministeriële regelingen. Belangrijk voor vergunningverlening.	1 juli 2023

Tabel 2: projectmatige onzekerheden

Projectmatige onzekerheid	Gevolg	Mitigatie	Betrokken partijen
Locatie, techniek en kennis	Onvoldoende vraag of aanbod beschikbaar lokaal, geen investeringsbeslissing	Kansrijke gebieden moeten in kaart zijn gebracht voor aanvang. Tools: Potentiekaart aquathermie: https://warmingup.geoapps.nl/ Potentiekaart WKO: https://wkotool.nl/ ; Inwinnen externe expertise.	Gemeenten, waterschappen, projectontwikkelaars en Rijk
Kosten	Te hoge financiële risico's: geen investeringsbeslissing	Risico's afdekken bij investeringsbeslissing; leren van bestaande projecten; bestaande subsidieregelingen benutten	Gemeenten en projectontwikkelaars, Rijk
Vollooprisico	Te weinig zicht op warmtevraag: geen investeringsbeslissing	Draagvlak: Omgeving tijdig betrekken; bewoners laten deelnemen; Verbeterde regelgeving en uitvoeringscapaciteit	Gemeente, het Rijk, Projectontwikkelaars.
Draagvlak	Vertraging of stopzetten van het project, hogere kosten als gevolg van gederfde inkomsten en juridische procedures.	In vroeg stadium omgeving betrekken; participatie; garanties leveringszekerheid, schadeprotocol en duidelijkheid over tarifiering; goede communicatie & informatievoorziening; belonen van energiebesparing.	Gemeente, omwonenden projectontwikkelaars, het Rijk.

Tabel 3: praktische risico's

Risico	Wat is het risico	Omvang risico	Mitigatie	Toezicht
Temperatuur waterlichaam	Door woningen in de zomer te koelen, kan de temperatuur van het oppervlaktewater toenemen indien warmte geloosd wordt, met meer botulisme en bacteriegroei als gevolg. Door woningen in de winter te verwarmen of in de zomer warmte te onttrekken voor WKO's neemt de watertemperatuur af.	Risico van opwarming alleen bij TEO en koeling van gebouwen. Bij koelen met WKO is opwarming geen issue. Effecten van afkoeling deels onbekend, maar biedt kansen voor tegengaan gevolgen van opwarming door klimaatverandering en warmtelozingen.	Koeling met behulp van een WKO, minimaliseren van de koelbehoefte, woningen niet koelen. Monitoren waterkwaliteit; ecologie en watertemperatuur meewegen in locatiekeuze aquathermie.	Verantwoordelijk waterschap, gemeente, projectontwikkelaar, woningcorporaties
Kwaliteit grondwater	Het doorprikken van kleilagen bij de aanleg van de WKO en daarmee risico op vervuiling dieper gelegen in grondwater; het weglekken van stoffen gebruikt bij het boren van een put voor de installatie van WKO's.	Risico is beperkt en zeer beperkt risico op vervuiling drinkwater vanwege bestaand beleid.	Geen toepassing bodemopslag in drinkwater-wingebieden en drinkwater beschermings-gebieden*; afdichten van boorputten; gebruik dubbelwandige putconstructies*; monitoring grondwaterkwaliteit; bindende afspraken gebruik koelmiddelen en antivriesmiddelen en opruimplicht einde levensduur bodemopslag-systemen	Gemeente, Provincie, projectontwikkelaar,
Drinkwater-kwaliteit	Risico's kwaliteit drinkwater door temperatuurschommelingen bij TED.	Voor zover bekend geen risico voor drinkwater. Alleen onbekendheid risico's bij TED bij onttrekken van koude. Meer onderzoek nodig.	Meer onderzoek; monitoring; gebruik gecertificeerde materialen*; meerwandige constructies warmtewisselaar*; beperken temperatuurschommelingen	Onderzoek (KWR), gemeente, projectontwikkelaar
Geschiktheid woning	Door het gebruik van lage- en middentemperatuur warmte, zijn slecht geïsoleerde woningen doorgaans niet geschikt.	Vooraf van toepassing bij woningen met een slecht isolatieniveau (minder dan 2 oppervlakttes geïsoleerd)	In kaart brengen van het isolatieniveau van de woningen. Beginnen bij wijken met veel woningen gebouwd na 2000 of met veel corporatiebezit, deze woningen zijn vaak beter geïsoleerd. Woningen (na-) isoleren. Voor niet te isoleren woningen een warmtepompbooster in de woning laten plaatsen. Door CV-ketel op 50 graden te zetten kan er getest worden of een woning geschikt is voor LT/MT-warmte.	Gemeente, project-ontwikkelaar
Ruimte in de ondiepe ondergrond (in geval van WKO's)	Steeds meer gebruik (ondiepe) ondergrond voor warmtenet-infrastructuur, drinkwater-wingebieden en energie-opwek. Naast bestaande ondergrondse infra.	Bij slechte ondergrondse planning risico dat verschillende activiteiten elkaar in de weg zitten wat leidt tot vertraging warmtetransitie	Ruim voor aanvang van een aquathermieproject bij de locatiebepaling inventariseren of er voldoende ruimte in de (on)diepe ondergrond is. Helder plan ondergrond noodzakelijk	Rijk, Provincie; Gemeente; Vewin; projectontwikkelaar

* reeds bestaand beleid.

Inleiding

Uiterlijk in 2050 moet Nederland het gebruik van fossiele brandstoffen hebben afgebouwd om vergaande klimaatverandering te voorkomen. Het Kabinet heeft zich hieraan gecommitteerd en stuurt aan op 60% broeikasgas-emissiereductie in 2030. Voor alle sectoren is dit een forse opgave. Om dit te bereiken moet er grootschalig duurzame energie worden opgewekt. Dit gebeurt via uitrol van windenergie en zonne-energie voor onze elektriciteitsvoorziening en de winning van duurzame warmte voor de warmtevoorziening.

Met name de opschaling in duurzame warmte is een grote uitdaging. In totaal komt 54% van het finaal energieverbruik van Nederland, 959,5 petajoule (PJ) [PBL, 2022], voor rekening van de behoefte aan warmte. Deze warmte wordt momenteel voornamelijk gewonnen uit aardgas. Van de woningen wordt circa 90% nog verwarmd met behulp van aardgas [Netbeheer Nederland, 2022].

In een duurzame gebouwde omgeving moet warmte uit andere bronnen komen. Dit kan voor een klein deel door middel van hybride warmtepompen gevoed door groen gas. Daarnaast zijn volledig elektrische warmtepompen een uitkomst voor een groot deel van de woningvoorraad. Tot slot gaan warmtenetten met een duurzame warmtebron een belangrijke bijdrage leveren. Duurzame warmtebronnen voor warmtenetten zijn beperkt beschikbaar. Twee belangrijke toekomstige bronnen zijn duurzame restwarmte en aardwarmte uit diepe ondergrond (geothermie). Een andere belangrijke toekomstige bron voor warmtenetten is warmte uit oppervlakte- drink en rioolwater, ook wel aquathermie genoemd. De potentie van aquathermie is groot: er is naar schatting genoeg warmte uit water bruikbaar voor verwarming om 40 tot 50 procent van de toekomstige warmtevraag¹ in de gebouwde omgeving van warmte te voorzien.

Aquathermie is daarmee één van de belangrijke pijlers voor verduurzaming van de gebouwde omgeving. Het is een techniek die lokaal wordt ingezet, in potentie CO₂-vrij is, jaarrond voldoende warmte kan leveren, efficiënt is, weinig ruimte in beslag neemt en voordelen kan opleveren voor waterkwaliteit. Ondanks deze voordelen is het een uitdaging om een warmtenet op aquathermie te realiseren in de bestaande bouw. Dit kan komen door lokale weerstand tegen warmtenetten, kosten, complexiteit van het totale systeem, onduidelijkheid over ecologische impact, onbekendheid met de techniek en lage isolatiegraad van de woningen. In dit paper geven we een beschrijving van de techniek, gaan we in op de belangrijkste risico's en geven we aanbevelingen aan het Rijk en gemeenten om met aquathermie aan de slag te gaan.

Wat is aquathermie?

Met aquathermie wordt het onttrekken van warmte of koude uit water bedoeld. Deze warmte of koude dient daarna als basisenergie voor het functioneren van een warmtepomp of kan direct worden toegepast als koude voor verkoeling van panden en gebouwen. De aldus 'opgewaardeerde' warmte of direct beschikbare koude, kan via een warmtenet of koude net naar woningen en utiliteitsgebouwen worden getransporteerd. Aquathermie is in Nederland zeer kansrijk, doordat bebouwing en waterlichamen vaak dicht bij elkaar staan. Nederland heeft nu ruim 80 aquathermie projecten.^{2,3} Energie uit water wordt vooral ingezet voor het verwarmen van woningen, maar de koude kan ook worden ingezet in de zomer om woningen te koelen.

Soorten aquathermie

Warmte uit water kan in drie verschillende vormen. De vorm met het meeste potentieel voor aquathermie is thermische energie uit oppervlaktewater (TEO). Hier wordt de warmte uit kanalen, rivieren en meren gehaald. Geschat wordt dat de potentie van TEO rond de 150PJ per jaar ligt [CE Delft, 2018]. Het voordeel van TEO is dat de warmte vaak lokaal te gebruiken is in gebouwen. Het nadeel is dat de hoeveelheid beschikbare warmte afhankelijk is van het seizoen. Voor de winter is daarom voor een deel een piekvoorziening nodig, zoals een WKO (warmte-koude opslag) of een gasketel.

De tweede vorm is thermische energie uit (gezuiverd) afvalwater (TEA). Denk hierbij aan warmte die ontstaat bij onder andere rioolwaterzuivering en warmte die aanwezig is in rioleringsinfrastructuur. Geschat wordt dat de potentie van TEA rond de 50PJ ligt [CE Delft, 2018]. Het voordeel van TEA is dat warmte jaarrond beschikbaar is, met een temperatuur tussen 10 en 15 graden Celsius en daarmee geschikt voor een betrouwbare basislast. Het nadeel is dat afvalwaterinstallaties zich vaak op grotere afstand bevinden van gebouwen, waardoor warmte verder getransporteerd moet worden met hogere kosten als gevolg.

De laatste vorm van aquathermie is thermische energie uit drinkwater (TED), waarbij warmte wordt onttrokken aan drinkwaterinfrastructuur zoals transportleidingen, wateropslagen en lokale waterleidingen. De potentie van TED is geschat rond de 4 tot 6PJ [CE Delft, 2018].⁴ Het voordeel van TED is dat een WKO vaak niet nodig is omdat warmte jaarrond beschikbaar is.

Warmtenet met aquathermie

Een aquathermie warmtenet bestaat in de meest voorkomende opstelling uit een warmtebron, een pompinstallatie die het water transporteert naar een warmtewisselaar en uiteindelijk warmte bij een collectieve warmtepomp brengt. Vaak wordt er ook gebruik gemaakt van een WKO (bodempslag) in het systeem om jaarrond warmte te kunnen leveren.

De warmtepomp onttrekt de warmte uit het water waardoor het water zelf enkele graden afkoelt. De warmtepomp zal de onttrokken warmte opwaarderen en afgeven aan een 2de netwerk (het warmtenet) of direct aan de afgifteinstallatie in de woning. Een warmtenet heeft minimaal 50 aangesloten woningen nodig. Het grootste aquathermie project (in dit geval een TEA) is nu in aanbouw in Utrecht en levert eind 2023 aan 20.000 woningen warmte⁵.

Figuur 1: aquathermie systeem (bron: zelfenergieproduceren.nl)



Aquathermie warmtenetten kennen een aantal variaties in opstelling. Zo kan een warmte- en koudeopslag (WKO)⁶ worden toegevoegd die in de zomer warmte van de warmtebron (door de zon verwarmd oppervlaktewater) opslaat en deze warmte er in de winter weer uit onttrekt als de warmtebron te koud wordt.⁷ Zonder een WKO, heeft een aquathermie warmtenet gevoed door oppervlaktewater vaak een gasgestookte ketel, of een ander type warmtepomp, nodig op dagen dat het water niet warm genoeg is. Daarnaast zijn er zogeheten bronnetten (ook wel Zeer Lage Temperatuur (ZLT) warmtenetten), waarbij elke woning water van 10-20°C geleverd krijgt en dit met behulp van een individuele warmtepomp opwaardert.

De temperatuur van het water dat bij woningen binnenkomt ligt bij aquathermie gewoonlijk tussen de 40°C en 50°C. Hogere temperaturen tot 70°C kunnen worden behaald door een tweede collectieve of individuele warmtepomp toe te voegen in het systeem, maar dit gaat wel ten koste van de efficiëntie en kosteneffectiviteit van het systeem. De aangesloten woningen moeten daarom doorgaans tot een niveau geïsoleerd zijn dat de woning met lage- of middentemperatuur warmte nog warm te krijgen is, ook moet het warmteafgiftesysteem in staat zijn voldoende warmte in de woning af te geven. Daarom is aquathermie bij nieuwbouw nu al goed toe te passen. In de bestaande bouw is een vrijstaand aquathermie warmtenet lastiger te realiseren omdat het vaak onderdeel is van een integrale aanpak met aanvullende energiebesparende maatregelen in woningen. Aquathermie is wel goed in te passen in een reeds bestaand warmtenet en kan zo fors bijdragen aan de CO₂-reductie van het warmtenet. Een warmtenet op aquathermie functioneert ook nog als het water bevroren is omdat warmte dieper in het water gewonnen wordt of doordat het gecombineerd kan worden met een WKO.

Duurzaamheid aquathermie

Samen met aardwarmte, bodemwarmte en restwarmte is aquathermie een van de meest duurzame warmtebronnen. De techniek zal in de toekomst een groot aandeel van de warmtevraag in de gebouwde omgeving voor haar rekening moeten nemen als we klimaatdoelen willen halen.

Aquathermie maakt gebruik van elektriciteit.⁸ De CO₂-uitstoot van aquathermie is daarom afhankelijk van de CO₂-uitstoot van de gebruikte elektriciteit. In 2030 bestaat de elektriciteitsmix naar schatting voor 75% uit hernieuwbare bronnen waardoor de CO₂-uitstoot van de gebruikte stroom in Nederland sterk zal dalen en dus de klimaatwinst van aquathermie zal stijgen.

De CO₂-uitstoot voor een aquathermieproject met warmte uit oppervlaktewater en een WKO had in 2020 een uitstoot 25-29 kg CO₂/GJ. In 2030 is de uitstoot naar verwachting 9-11 kg CO₂/GJ en in 2050 zal aquathermie CO₂-vrij zijn [TNO, 2021].⁹ Daarmee zal aquathermie naar verwachting ruim voldoen aan de emissie-eisen voor warmtenetten uit de Wet Collectieve Warmte.¹⁰ Voor een aquathermie warmtenet met een gasketel als piekvoorziening zullen de emissies hoger liggen. De hoogte van de CO₂-uitstoot is afhankelijk van het resttaandeel warmteproductie door de gasketel.

Belemmeringen in beleid, praktische belemmeringen en risico's

Het belang van aquathermie voor de energietransitie is overduidelijk en de potentie is groot. Maar ondanks dat er al meerdere aquathermieprojecten in Nederland zijn of in ontwikkeling zijn¹¹, blijft de groei vooralsnog beperkt. De uitdaging zit hem nu vooral in een bredere en grootschaligere toepassing van aquathermie. Er zijn namelijk nog beleidsmatige en praktische belemmeringen en ook risico's bij de ontwikkeling van aquathermieprojecten. Toch zijn er ook veel positieve ontwikkelingen waardoor de verwachting is dat aquathermieprojecten sneller van de grond kunnen komen¹².

Vergunningverleningsprocedures zijn (en worden verder) verbeterd, er is subsidieruimte voor aquathermie, er is subsidie voor een warmtenetaansluiting en er worden tal van beleidsmatige belemmeringen in de wet collectieve warmte aangepakt. Ook zijn er meerdere projecten waarvan geleerd kan worden hoe aquathermie technisch in zijn werk gaat. Hiermee zijn er de afgelopen jaren veel barrières weggenomen en is er meer kennis over hoe risico's gemitigeerd kunnen worden.

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de belangrijkste beleidsmatige ontwikkelingen, projectmatige onzekerheden en technische risico's.

Beleidsmatige ontwikkelingen

In dit hoofdstuk behandelen we de ontwikkelingen die er recent zijn geweest in beleid om belemmeringen in de ontwikkeling van aquathermieprojecten te verhelpen. De onderwerpen die hier behandeld worden zijn de SDE++, EIA, DEI+, ISDE, Wet Collectieve Warmte (WCW) en de Omgevingswet. In tabel 4 staat een overzicht van de belangrijkste beleidsmatige ontwikkelingen. Deze worden verderop in dit hoofdstuk nader toegelicht.

Tabel 4: beleidsmatige ontwikkelingen

	Relevantie	In werking per
SDE++	Subsidieruimte specifiek voor lage-temperatuurwarmte, waaronder aquathermie. Ook is de maximale subsidie intensiteit binnen het hekje verhoogd van 300 €/tCO ₂ naar 400 €/tCO ₂	1 januari 2023
EIA	Fiscaal voordeel voor energiezuinige technieken en duurzame energie.	Heden
DEI+	Vergoeding van meerkosten t.o.v. een referentieproject bij innovatieve energieprojecten die voor het eerst in de markt worden toegepast. Jaarlijks maximaal beschikbaar bedrag.	Heden
ISDE	Subsidie voor de aansluiting op een warmtenet.	Heden
Wet Collectieve Warmte	Transparantie en vormgeving voor de tarifiering van warmte, ordening van de warmtemarkt, rechten voor consumenten, bevoegdheid gemeenten om te bepalen wie, waar en wanneer een collectieve warmtevoorziening aanlegt en borging duurzaamheid en leveringszekerheid.	Juli 2024 (voorgenomen), tariefregulering per januari 2025
Omgevingswet	Stroomlijning en overzichtelijk maken van verbinding tussen verschillende wetten, regelingen, Algemene Maatregelen van Bestuur en Ministeriële regelingen. Belangrijk voor vergunningverlening.	1 juli 2023

SDE++, EIA, DEI+ en ISDE

Hoewel de SDE++ de ontwikkeling van de productie van duurzame energie stimuleert, zijn er slechts 3 aquathermieprojecten die tot en met 2022 een SDE++-beschikking hebben gekregen¹³. Dit komt mede doordat aquathermie tot 2021 niet werd gesubsidieerd of doordat het budget op ging aan technieken met een lagere subsidie-intensiteit¹⁴.

Voor 2023 heeft het kabinet aangekondigd een deel van het subsidiebudget exclusief voor lage temperatuurwarmte beschikbaar te maken. Hierdoor wordt er meer ruimte voor aquathermieprojecten in de SDE++ binnen de categorie CO₂-arme warmte gecreëerd. In 2023 wordt €750 miljoen gereserveerd voor de ontwikkeling van lage temperatuurwarmte en is de grens voor financiering (subsidie-intensiteit) verhoogd van €300 per ton CO₂ naar €400 per ton. Voor deze aanpassingen trok aquathermie vaak aan het kortste eind, omdat het duurder is dan bijvoorbeeld CCS, biomassa en zonne-energie. De aanpassingen voor 2023 betekenen dat er meer zekerheid is voor het verkrijgen van subsidie bij de ontwikkeling van aquathermieprojecten.¹⁵

Energie Investeringsaftrek (EIA) is een fiscaal voordeel voor energiezuinige techniek 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 staan op deze lijsten. Dit kan dus van toepassing zijn op aquathermieprojecten. De EIA is enkel aan te vragen door private partijen [STOWA, 2018].

De 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 [STOWA, 2018].

Voor aansluiting op een warmtenet is tegenwoordig ook ISDE-subsidie beschikbaar. Deze subsidie dient als stimulans voor woningeigenaren om de aansluiting op een warmtenet te realiseren, waardoor het volloopprijs wordt verkleind. Het maximale subsidiebedrag voor aansluiting op een warmtenet bedraagt €3.325 per aansluiting. De subsidie wordt verstrekt na aansluiting van de woning op het warmtenet en als de woning van het aardgas is afgesloten¹⁶.

Wet Collectieve Warmte (WCW)

De Wet Collectieve Warmte (WCW) vervangt de oude warmtewet en heeft als doel om de groei en verduurzaming van collectieve warmtesystemen in de gebouwde omgeving te faciliteren. De onderwerpen waar in de WCW op wordt ingegaan zijn onder andere een heldere rolverdeling voor betrokkenen bij warmtenetten, transparante tarieven, aangescherpte leveringszekerheidseisen en verdere verduurzaming van bestaande warmtenetten. Daarnaast wordt gedefinieerd vanaf welke omvang van een warmtenet vergunningen nodig zijn en welke partijen vergunninghouder zijn.

De WCW gaat in op de wet- en regelgeving omtrent de aanleg van warmtenetten en de levering van warmte. Zo krijgen gemeenten de taak en de bevoegdheid om te bepalen welke partij op welke plek en per wanneer een collectieve warmtevoorziening mag aanleggen.

Voor aquathermie betekent de herziening van de WCW dat met name de warmtenetten waar warmte uit water ingevoed gaat worden makkelijker van de grond kan komen. Daarnaast ligt er straks meer regie bij gemeenten om te sturen op locatie, verantwoordelijkheid en timing. De inwerkingtreding van de WCW is naar verwachting in juli 2024. Het specifieke onderdeel over tariefregulering treedt naar verwachting in januari 2025 in werking.

Omgevingswet

Voor aquathermie zijn er verschillende bovengrondse activiteiten waar omgevingsvergunningen voor nodig zijn¹⁷. Op dit moment is het omgevingsrecht echter versnipperd en kennen de sectorale regels verschillen in systematiek, instrumenten en terminologie. Dit compliceert de onderlinge afstemming, zoals de koppeling tussen vergunningen op basis van de Wet Collectieve Warmte en het omgevingsrecht. Hiermee is de integrale aanpak van activiteiten in de fysieke leefomgeving complex.

De Omgevingswet is een stelselherziening van het omgevingsrecht, waarmee een groot aantal wetten, algemene maatregelen van bestuur en ministeriële regelingen vervangen worden. Dit om het omgevingsrecht te vereenvoudigen en overzichtelijker te maken. Feitelijk gezien zal de Omgevingswet voor aquathermie en de bijbehorende vergunningstrajecten weinig veranderen. Het clusteren van verschillende milieuregels en duidelijkere richtingaanwijzers om te beoordelen of er sprake is van een omgevingsvergunningsplichtige activiteit kan wel als een verbetering worden gezien. Aan de regelingen en besluiten waaraan een aquathermieproject aan moet voldoen verandert echter weinig. De nieuwe omgevingswet treedt naar verwachting op 1 juli 2023 in werking.

Projectmatige onzekerheden en uitdagingen

In Nederland zijn er momenteel zo'n 80 aquathermieprojecten. Dit gaat nog met name om kleinschalige projecten, zoals één of enkele woningen of zwembaden tot projecten van enkele honderden woningen. Van opschaling is hiermee nog onvoldoende sprake. Dit is wel nodig om aquathermie een grotere rol te laten spelen in de duurzame warmtevoorziening. Dat de ontwikkelingen momenteel nog beperkt is voor een belangrijk deel het gevolg van projectmatige onzekerheden en uitdagingen. Deze worden hieronder besproken, alsmede de mitigatie om de risico's te beperken.

Tabel 5: projectmatige onzekerheden

Projectmatige onzekerheid	Gevolg	Mitigatie	Betrokken partijen
Locatie, techniek en kennis	Onvoldoende vraag of aanbod beschikbaar lokaal, geen investeringsbeslissing	Kansrijke gebieden moeten in kaart zijn gebracht voor aanvang. Tools: Potentiekaart aquathermie: https://warmingup.geoapps.nl/ Potentiekaart WKO: https://wkotool.nl/ ; Inwinnen externe expertise.	Gemeenten, waterschappen, projectontwikkelaars en Rijk
Kosten	Te hoge financiële risico's: geen investeringsbeslissing	Risico's afdekken bij investeringsbeslissing; leren van bestaande projecten; bestaande subsidieregelingen benutten	Gemeenten en projectontwikkelaars, Rijk
Vollooprisico	Te weinig zicht op warmtevraag: geen investeringsbeslissing	Draagvlak: Omgeving tijdig betrekken; bewoners laten deelnemen; Verbeterde regelgeving en uitvoeringscapaciteit	Gemeente, het Rijk, Projectontwikkelaars.
Draagvlak	Vertraging of stopzetten van het project, hogere kosten als gevolg van gederfde inkomsten en juridische procedures.	In vroeg stadium omgeving betrekken; participatie; garanties leveringszekerheid, schadeprotocol en duidelijkheid over tarifiering; goede communicatie & informatievoorziening; belonen van energiebesparing.	Gemeente, omwonenden projectontwikkelaars, het Rijk.

Onzekerheid omtrent locatie, techniek en beschikbare kennis

Bij gemeenten is vaak nog onvoldoende kennis over de stappen die nodig zijn voor het opzetten van een aquathermieproject. Ook is het concept en de potentie ervan nog niet altijd goed bekend bij beleidsmakers. WKO's, warmtewisselaars, warmtepompen en warmtenetwerken zijn wel al bewezen technieken. De technieken zijn al dusdanig ontwikkeld dat er van grootschalige technologische innovatie geen sprake meer is. Daarentegen is de koppeling van de systemen, zoals de koppeling met WKO's en warmtepompen met oppervlaktewater of rioolwaterzuiveringen of bronnetten wel vernieuwend. Hierdoor kan het voor RES-coördinatoren en beleidsambtenaren die aan de slag gaan met de transitievisies warmte (TVW) lastig zijn om aquathermie goed te vergelijken met andere opties die passen binnen een duurzaam warmtesysteem. Veel kennis is beschikbaar bij het Expertisecentrum Warmte (ECW) en online¹⁸.

Voordat een locatie definitief wordt gekozen voor een aquathermieproject, moet de potentie van aquathermie en mogelijkheden voor toepassing van een eventuele WKO in kaart worden gebracht. Daar zijn publieke tools voor beschikbaar¹⁹. Voor gemeenten kan het complex zijn om te werken met publiekelijk beschikbare data over de potentie van aquathermie op een specifieke locatie. Nadat een locatie gekozen is, is het verstandig om externe expertise²⁰ in te winnen en vervolgstappen in gang te zetten, zie ook bijlage A voor meer informatie.

Tot slot vraagt de koppeling van het warmtesysteem met het watersysteem om nieuwe samenwerkingsverbanden. Zo willen verschillende waterschappen vanwege hun rol in het beheer van oppervlaktewater en klimaatadaptatie bijdragen aan het ontwikkelen van TEO en TEA. Ook vanuit waterzuiveringsinstallaties en drinkwaterbedrijven wordt gedacht aan TED en TEA. Dit betekent een samenwerking tussen waterschappen of waterzuiveringsbedrijven, energiebedrijven/warmtebedrijven, drinkwaterbedrijven, netwerkbedrijven, gemeentes, energieleveranciers en afnemers zoals woningcorporaties of huiseigenaren. Ook zijn er financiers bij betrokken en adviseurs voor bijvoorbeeld de techniek en ecologie (waar verder op wordt ingegaan bij de praktische belemmeringen). Dit vergt veel samenwerking en goede procesbegeleiding vanuit de gemeente [STOWA, 2018].

Onzekerheid omtrent kosten

De kosten voor een aquathermieproject hangen onder andere samen met de omvang van de bron van aquathermie, de hoeveelheid woningen die aangesloten kunnen worden, de afstand tussen de warmtebron en warmtevraag, het isolatieniveau van de woningen en de complexiteit van het project. Ook is de techniek nog vrij onbekend. Naarmate er meer aquathermieprojecten worden opgezet, wordt de techniek meer bekend en zullen onzekerheden omtrent kosten minder worden.

Om de onzekerheden omtrent kosten weg te nemen, zijn zoals eerder beschreven subsidies beschikbaar gesteld vanuit de SDE++-regeling voor financiering van aquathermieprojecten en de ISDE-regeling voor financiering van het warmtenet. Verder komt een aquathermieproject mogelijk ook in aanmerking voor de Energie-investeringsaftrek (EIA) en het subsidiefonds Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+).

Koppelen van vraag en aanbod van warmte

De (collectieve) warmtevraag in de gebouwde omgeving wordt nu nog te weinig ingevuld met nieuwe warmtenetten op aquathermie. Opschaling van aquathermie is mede afhankelijk van het tempo waarmee warmtenetten van de grond komen en woningen voldoende geïsoleerd worden voor afname van lage- of middentemperatuurwarmte. De ontwikkeling van warmtenetten is - ongeacht de bron - uitdagend. Investerings in een nieuw of bestaand netwerk zijn aanzienlijk, zowel in aan de productiekant, transport en afnamekant. Het financiële gat tussen productiecapaciteit van de bron en de realisatie van genoeg aaneengesloten aansluitingen dichtbij de bron wordt het volloprisico genoemd. Zo vereisen warmtenetten en benodigde renovatie om bestaande bouw geschikt te maken voor lage- en middentemperatuurwarmte forse investeringen. Daar komt bij dat het niet altijd zeker is dat ze kunnen worden terugverdiend omdat afnemers niet verplicht zijn om aan te sluiten en na renovatie hun vraag mogelijk nog verder kunnen verminderen. Op veel plekken komen warmtenetten, in het bijzonder warmtenetten met een laag temperatuurregime voor de bestaande bouw, dan ook niet vanzelf van de grond. Het kan lang duren voordat duidelijk is dat een warmtebron genoeg warmtevraag in de omgeving heeft.

Dit is een grote uitdaging, maar de nieuwe WCW zorgt voor meer steun en coördinatie omtrent duurzame warmte en de ontwikkeling van nieuwe warmtenetten door een duidelijkere rolverdeling en door gemeenten meer regie te geven en de (ontwikkeling van warmtenetten) grotendeels in publieke handen te brengen. Daarnaast is het vergroten van draagvlak en het (deels) financieren van aansluitkosten op een warmtenet, zoals nu binnen de ISDE mogelijk is, een belangrijke manier om het volloprisico te minimaliseren.

Draagvlak

Draagvlak is essentieel voor het uiteindelijke slagen van een aquathermieproject. Het kan een grote uitdaging zijn voor dergelijke projecten maar er zijn manieren om draagvlak te vergroten. De belangrijkste elementen voor het verkrijgen van draagvlak zijn samengevat in onderstaande opsomming en een aantal worden in meer detail besproken:

- Op tijd betrekken van de omgeving
- Onderzoeksbudget verstrekken aan vertegenwoordiging van de omgeving
- Participatie of financiële deelneming bespreekbaar maken
- Afspraken maken over tarifiering en het voorkomen van prijsschokken
- Aantrekkelijk houden van energiebesparing
- Duidelijk maken van duurzaamheidsvoordelen en goed communiceren over beperkte omgevingsrisico's
- Keuzevrijheid om niet deel te nemen
- Communiceren over temperatuurregime i.v.m. eventueel vereiste renovatie
- Financiële garanties en leveringszekerheids garanties, ook ten tijde van onderhoud

Omwonenden en potentiële deelnemers van een aquathermieproject zullen altijd vragen hebben wanneer een project wordt aangekondigd in hun directe omgeving. Daarom is het van belang om omwonenden de tijd en (financiële) ruimte te geven om goed geïnformeerd te worden en expertise in te winnen. Hiervoor is goede en tijdige communicatie en participatie nodig. Dit is belangrijk om te doen al ruim voordat er bekend wordt welke specifieke warmteprojecten er in de buurt komen. De gemeente is in deze vroege beleidsvormende fase verantwoordelijk voor het organiseren van draagvlak bij omwonenden en het organiseren van participatie, maar dat kan ook de regio of provincie zijn. Een bepaalde mate van participatie is zelfs verplicht, maar daarnaast helpen ook bovenwettelijke vormen van participatie vaak bij de kwaliteit en acceptatie van de besluitvorming. Zie hiervoor bijvoorbeeld de handreiking vanuit het Nationaal Programma RES (NPRES)²¹.

Denk voor het creëren van voldoende draagvlak naast tijdige communicatie bij participatie aan een vertegenwoordiging van omwonenden bij de ontwikkeling van plannen. Ook kan een financiële vergoeding voor omwonenden worden geregeld om vragen uit de omgeving te laten onderzoeken, bijvoorbeeld over juridische aansprakelijkheid, alternatieve warmtebronnen, veiligheidsaspecten, duurzaamheid en kosten. Verder zal een goede organisatie klaar moeten liggen inclusief duidelijke communicatie over de al dan niet aanwezige projectrisico's. Ook kan financiële participatie bij duurzame warmteprojecten goed werken om omwonenden te betrekken en draagvlak te vergroten. Verder is het van belang dat er heldere afspraken zijn over de tarifiering van het gebruik van warmte, waarbij grote prijsschokken voorkomen moeten worden. Verdere verduurzaming en besparing bij de consument moet ook aantrekkelijk blijven. Dat wil zeggen dat bewust spaarzaam omgaan met energie en investeren in verduurzaming dat terug kunnen zien in lagere variabele kosten. Tot slot moet leveringszekerheid worden gegarandeerd, bijvoorbeeld door middel van piekvoorzieningen bij een storing of onderhoud aan het systeem.

Praktische risico's en belemmeringen

Hoewel aquathermie in termen van CO₂-uitstoot een duurzame techniek voor verwarmen en koelen is, zijn er praktische belemmeringen en kunnen er risico's zijn onder andere op het vlak van (aquatische) ecologie en fysieke beperkingen in woningen of de ondergrond. Vragen en onduidelijkheden over ecologische risico's en over praktische belemmeringen kunnen invloed hebben op politiek draagvlak, draagvlak bij omwonenden en bij beheerders van de waterkwaliteit en kan het gehele proces vertragen. Hieronder wordt ingegaan op de mogelijke risico's en kansen voor de waterkwaliteit en andere praktische belemmeringen en de kennisleemtes die er nog zijn.

Tabel 6: praktische risico's

Risico	Wat is het risico	Omvang risico	Mitigatie	Toezicht
Temperatuur waterlichaam	Door woningen in de zomer te koelen, kan de temperatuur van het oppervlaktewater toenemen indien warmte geloosd wordt, met meer botulisme en bacteriegroei als gevolg. Door woningen in de winter te verwarmen of in de zomer warmte te onttrekken voor WKO's neemt de watertemperatuur af.	Risico van opwarming alleen bij TEO en koeling van gebouwen. Bij koelen met WKO is opwarming geen issue. Effecten van afkoeling deels onbekend, maar biedt kansen voor tegengaan gevolgen van opwarming door klimaatverandering en warmtelozingen.	Koeling met behulp van een WKO, minimaliseren van de koelbehoefte, woningen niet koelen. Monitoren waterkwaliteit; ecologie en watertemperatuur meewegen in locatiekeuze aquathermie.	Verantwoordelijk waterschap, gemeente, projectontwikkelaar, woningcorporaties
Kwaliteit grondwater	Het doorprikken van kleilagen bij de aanleg van de WKO en daarmee risico op vervuiling dieper gelegen in grondwater; het weglekken van stoffen gebruikt bij het boren van een put voor de installatie van WKO's.	Risico is beperkt en zeer beperkt risico op vervuiling drinkwater vanwege bestaand beleid.	Geen toepassing bodemopslag in drinkwater-wingebieden en drinkwater beschermings-gebieden*; afdichten van boorputten; gebruik dubbelwandige putconstructies*; monitoring grondwaterkwaliteit; bindende afspraken gebruik koelmiddelen en antivriesmiddelen en opruimplicht einde levensduur bodemopslag-systemen	Gemeente, Provincie, projectontwikkelaar,
Drinkwater-kwaliteit	Risico's kwaliteit drinkwater door temperatuurschommelingen bij TED.	Voor zover bekend geen risico voor drinkwater. Alleen onbekendheid risico's bij TED bij onttrekken van koude. Meer onderzoek nodig.	Meer onderzoek; monitoring; gebruik gecertificeerde materialen*; meerwandige constructies warmtewisselaar*; beperken temperatuurschommelingen	Onderzoek (KWR), gemeente, projectontwikkelaar
Geschiktheid woning	Door het gebruik van lage- en middentemperatuur warmte, zijn slecht geïsoleerde woningen doorgaans niet geschikt.	Vooraf van toepassing bij woningen met een slecht isolatieniveau (minder dan 2 oppervlakttes geïsoleerd)	In kaart brengen van het isolatieniveau van de woningen. Beginnen bij wijken met veel woningen gebouwd na 2000 of met veel corporatiebezit, deze woningen zijn vaak beter geïsoleerd. Woningen (na-) isoleren. Voor niet te isoleren woningen een warmtepompbooster in de woning laten plaatsen. Door CV-ketel op 50 graden te zetten kan er getest worden of een woning geschikt is voor LT/MT-warmte.	Gemeente, project-ontwikkelaar
Ruimte in de ondiepe ondergrond (in geval van WKO's)	Steeds meer gebruik (ondiepe) ondergrond voor warmtenet-infrastructuur, drinkwater-wingebieden en energie-opwek. Naast bestaande ondergrondse infra.	Bij slechte ondergrondse planning risico dat verschillende activiteiten elkaar in de weg zitten wat leidt tot vertraging warmtetransitie	Ruim voor aanvang van een aquathermieproject bij de locatiebepaling inventariseren of er voldoende ruimte in de (on)diepe ondergrond is. Helder plan ondergrond noodzakelijk	Rijk, Provincie; Gemeente; Vewin; projectontwikkelaar

* reeds bestaand beleid.

Kwaliteit oppervlaktewater

Koelen en verwarmen

Bij TEO-projecten wordt voor verwarming van woningen warmte onttrokken aan het oppervlaktewater, waardoor de watertemperatuur daalt. Voor het afkoelen van woningen kan de temperatuur van het oppervlaktewater worden verhoogd indien warmer water geloosd wordt. Dit laatste is niet het geval wanneer koeling plaatsvindt met een WKO waar koude in is opgeslagen. De koelbehoefte in woningen en het daaruit volgende opwarmen van oppervlaktewater kan namelijk worden voorkomen door een WKO-systeem in het aquathermie warmtenet te plaatsen. Het reservoir van de WKO kan in de zomer worden opgewarmd met de overvloedige warmte in woningen en in de winter is dan meer warmte beschikbaar voor verwarming in de winter. Dit verhoogt niet alleen de systeemefficiëntie maar zorgt ook voor minder opwarming en minder afkoeling van oppervlaktewater in respectievelijk de zomer en winter, waardoor de waterkwaliteit verbetert.

Effect van temperatuurschommelingen op kwaliteit van het water

Door veranderingen van watertemperatuur verandert de kwaliteit van het water. Om negatieve ecologische gevolgen te vermijden moet hier aandacht aan worden besteed bij de opzet van een aquathermieproject. Richtlijnen voor ecologische beoordeling zijn in Nederland nog niet beschikbaar. Hier is wel behoefte aan [STOWA, 2017]. Het is duidelijk dat aquathermie het oppervlaktewater (plaatselijk) afkoelt, maar de ecologische consequenties van afkoeling zijn niet volledig bekend. Tegelijk kan afkoeling positieve effecten meedragen. Er zijn namelijk mogelijk cumulatieve effecten meetbaar door opwarming van oppervlaktewater door klimaatverandering, warmtelozingen door energiecentrales en door de natuurlijke variatie van de watertemperatuur [TVVL, 2021]. Opwarming van oppervlaktewater kan sneller tot problemen leiden dan afkoeling. Dit gebeurt met name wanneer warmte in de zomer aan het oppervlaktewater wordt afgegeven. Dit zorgt voor onder meer hogere bacteriegroei en toename in botulisme (vergiftiging van water door algensterfte, zoals blauwalg), die uiteindelijk voor het ecosysteem van het waterlichaam negatieve gevolgen hebben²². Het onttrekken van warmte uit het oppervlaktewater kan deze negatieve effecten deels teniet doen, en daarmee kan beargumenteren dat aquathermie een positief effect heeft op de kwaliteit van oppervlaktewater. Het water wordt door onttrekking van warmte en lozen van koude over een jaar netto koeler (TEO). Daarmee kan TEO bijdragen aan verkoeling en het verminderen van hittestress wanneer het buiten warm is^{23,24}. Het onttrekken van warmte bij drinkwaterleidingen (TED) vermindert namelijk juist de groei van bacteriën en algen. Dit effect is het grootst wanneer er ook een WKO is gekoppeld aan het aquathermie warmtenet, omdat dan in de zomer warmte onttrokken wordt voor opslag. Ook de waterstroom die aquathermie veroorzaakt kan een positieve bijdrage leveren aan de waterkwaliteit doordat het water zuurstofrijker wordt²⁵.

Echter, doordat nog niet zo veel (grootschalige) aquathermie systemen in bedrijf zijn, is er nog beperkte kennis over de impact van aquathermie op waterecosystemen²⁶. Zo wordt er ook gesteld dat het temperatuurverschil door koudeonttrekking in veel gevallen nauwelijks invloed op de waterkwaliteit heeft. Door menging van waterstromen blijft het temperatuurverschil in doorstromende kanalen en rivieren namelijk beperkt tot enkele graden²⁷. Bij kleinere meren is dit minder het geval.

Er zijn bij bestaande projecten in elk geval geen negatieve effecten op de waterkwaliteit waargenomen, al is er nog veel onbekend over de ecologische effecten van koudelozingen bij TEO. De kennis over aquathermie neemt wel toe en slimme monitoring naast een goede opzet van het aquathermieproject helpt om de prestaties van de installatie en effecten op waterkwaliteit beter in beeld te brengen. Wel is de locatiekeuze voor een aquathermieproject belangrijk. Wanneer een waterlichaam ecologisch in balans is, kan een verandering van temperatuur gevolgen hebben voor deze balans. Bij water dat niet in balans is, kan aquathermie minder kwaad [STOWA, 2018]. Ook moeten de pompsystemen geschikt zijn voor aquatisch leven.

Er zijn dus, zoals aangegeven, nog kennisleemtes over het effect van aquathermie op de waterkwaliteit. Zeker wanneer aquathermie een groot aandeel krijgt in de Nederlandse duurzame warmtevoorziening zit daar nog een risico. Waterbeheerders kunnen hierdoor terughoudend zijn met de toepassing van aquathermie in oppervlaktewater. Enerzijds willen en kunnen waterbeheerders een bijdrage leveren aan de energietransitie en de warmtetransitie in het bijzonder.^{28,29} Anderzijds staat de verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van het oppervlaktewater voorop. Door de onzekerheid over de mogelijke effecten op het watersysteem van slecht ontworpen aquathermieprojecten zijn een deel van de waterbeheerders terughoudend met de vergunningverlening. Toch zien waterbeheerders ook kansen voor verbetering van de waterkwaliteit [TVVL, 2021].

Conclusie: Meer onderzoek is nog nodig, maar als een aquathermieproject goed vormgegeven wordt is het effect op de waterkwaliteit en de ecologie waarschijnlijk beperkt en mogelijk eerder positief dan negatief.

Grondwater

Bij de aanleg en gebruik van WKO's of andere bodemopslagsystemen bestaat er een klein risico op grondwatervervuiling. Bij de aanleg van een WKO worden buizen door kleilagen heen geboord die op natuurlijke wijze dieper gelegen grondwater beschermen tegen vervuiling. Dit 'doorprikken' van de kleilaag is een risico op vervuiling dieper gelegen grondwater. Boorgaten moeten daarom altijd goed afgedicht worden om te voorkomen dat

het dieper liggende grondwater wordt vervuild³⁰. Dit is al bestaand beleid.

Een WKO is een open bodemopslagsysteem, maar er bestaan ook gesloten bodemenergiesystemen die als piekvoorziening gebruikt kunnen worden. Daarbij worden buizen dieper geboord en weer teruggeleid om aan de bodem warmte of koude te onttrekken. Het water in deze buizen kan antivries en andere middelen bevatten die bij lekkage tot vervuiling van het grondwater leiden. Bovendien moeten voor een gesloten systeem meer gaten in de beschermende kleilaag worden geprikt. Daardoor zijn de risico's voor de kwaliteit van het diepere grondwater bij gesloten bodemopslagsystemen groter dan bij WKO.

Verder zijn er veel kleinere bodemopslagsystemen in ontwikkeling, en kan het zijn dat er in de toekomst veel verschillende (gesloten) bodemopslagsystemen komen. Hierbij wordt vaak gebruik gemaakt van koelvloeistoffen. Er zullen goede afspraken gemaakt moeten worden over deze bodemopslagsystemen met name de omgang met koelmiddelen en met de opruimplicht bij ontmanteling van dergelijke systemen.

Conclusie: Er bestaat een klein risico op grondwatervervuiling bij bodemopslag-projecten. Het is echter al bestaand beleid dat boorgaten altijd goed afgedicht moet worden. Concrete afspraken over einde levensduur van de vele te verwachten gesloten bodemopslagsystemen zijn essentieel om risico op vervuiling te minimaliseren.

Drinkwater³⁰

Er zijn in principe geen directe risico's voor de kwaliteit van het drinkwater omdat WKO's in drinkwaterwingebieden en drinkwater beschermingsgebieden niet zijn toegestaan³¹. Onderzoek heeft laten zien dat TED veilig kan worden toegepast, dus zonder risico's voor de drinkwaterveiligheid. Hierbij moet wel worden voldaan aan wettelijke vereisten zoals het gebruik van gecertificeerde materialen, het toepassen van dubbelwandige warmtewisselaars en toepassing van een maximale watertemperatuur van 15 °C binnen het watersysteem. Er zijn echter nog wel enkele onzekerheden bij aquathermie met drinkwater. Zo is het nog niet duidelijk tot welke temperatuurgrenzen drinkwater in de winter opgewarmd mag worden voor de winning van warmte, en of een TED-warmtewisselaar veilig geplaatst kan worden voor warmte-onttrekking op een locatie waar het drinkwater in de zomer in het leidingnet relatief warm wordt. Hier wordt momenteel onderzoek naar gedaan, en de resultaten worden eind 2022 verwacht³².

Conclusie: er zijn geen risico's omdat WKO's niet zijn toegestaan in drinkwater win- en beschermgebieden. Verplichting voor gebruik gecertificeerde materialen bij TED bestaat al. Wel meer onderzoek nodig bij effecten kwaliteit drinkwater bij onttrekken koude uit TED.

Geschiktheid woning

Warmte opgewekt met aquathermie kan niet zomaar in elk huis worden toegepast. Een woning moet namelijk geschikt zijn voor lage- of middentemperatuurwarmte. Dit maakt dat aquathermie in eerste instantie eenvoudiger toe te passen is bij nieuwbouwwoningen die doorgaans goed geïsoleerd zijn. Aquathermie bij bestaande bouw is lastiger vanwege het doorgaans lagere isolatieniveau. Toch is het zeker niet onmogelijk. Om te onderzoeken of bestaande bouw geschikt is voor lage- of middentemperatuurwarmte kan er gekeken worden naar het bouwjaar en het isolatieniveau. Woningen na 2001 zullen doorgaans geschikt zijn. Ook kan er een test gedaan worden door in de woningen de aanvoertemperatuur van de hr-ketel terug te brengen naar 50 graden. Wanneer de woning comfortabel blijft is deze geschikt voor middentemperatuurwarmte, en dus ook voor aquathermie. Ook corporatiewoningen die zijn (na)geïsoleerd zullen vaak makkelijk collectief aan te sluiten zijn aan een warmtenet met aquathermie. Verder kan aquathermie ook bijdragen aan de verduurzaming van bestaande warmtenetten als additionele warmtebron. Bij woningen die nog onvoldoende zijn geïsoleerd en niet zijn aangesloten op een bestaand warmtenet zijn de kosten en complexiteit hoger.

Conclusie: niet elke woning is geschikt, want deze moet geschikt zijn voor LT/MT-warmte. Dit maakt bestaande bouw een grotere uitdaging. Vaak is na-isolatie nodig.

Ruimte in de ondiepe ondergrond

Onder de grond speelt een lastig ruimtelijke orderingsvraagstuk. In Nederland willen we steeds meer doen in de diepe en ondiepe ondergrond: grondgebonden warmtepompen, warmteopslag, aardwarmte, aquathermie, grondwaterreserves en -winning etc. Dit al naast bestaande leidingen en bekabeling.

Vanuit de Ministeries van Infrastructuur en Waterstaat en Economische Zaken en Klimaat is de Structuurvisie Ondergrond (STRONG) opgesteld. In deze publicatie staat het nationale ruimtelijke beleid voor de ondergrond, gericht op drinkwatervoorziening en mijnbouwactiviteiten. Waar het nu nog aan ontbreekt is een doorvertaling van deze visie naar provinciale regie. Nu is het vaak nog wie het eerst komt, die het eerst maalt. Hoewel duidelijk in beeld is welke gebieden beschermd worden voor onder andere drinkwaterwinning, is er toch nog discussie over de vele gewenste activiteiten ondergronds gecombineerd met bescherming van drinkwatergebieden. Hier zal een helder plan voor moeten komen.

Conclusies en aanbevelingen Natuur & Milieu

Aquathermie speelt een cruciale rol in de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Samen met andere warmtebronnen, zoals aardwarmte, bodemwarmte en restwarmte zal de gebouwde omgeving CO₂-vrij gemaakt kunnen worden. Geen van deze bronnen zal individueel kunnen voorzien in de totale toekomstige warmtebehoefte van woningen, daarom zullen ze allemaal moeten worden toegepast. Doordat waterlichamen vaak te vinden zijn in de buurt van gebouwen, is aquathermie een techniek die op veel plekken warmte kan leveren. Dit is van belang voor gemeenten, die met transitievisies warmte en wijkuitvoeringsplannen gebieden gaan selecteren om duurzaam te verwarmen.

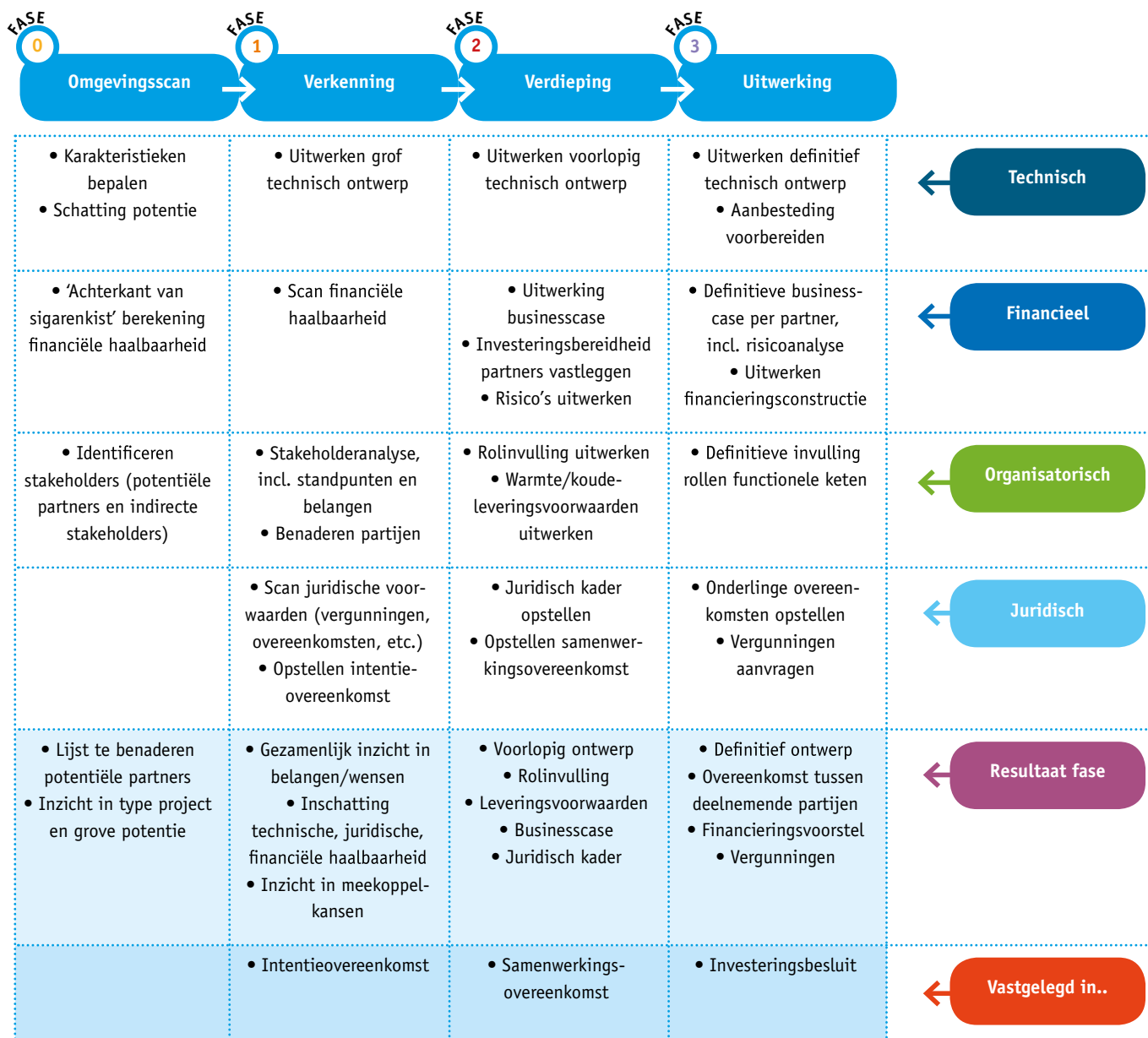
De grootste belemmeringen die nu verdere ontwikkeling van aquathermie in de weg staan zijn de onduidelijkheden rondom invoering van wet- en regelgeving voor warmtenetten (WCW), bekendheid van aquathermie als oplossing voor het verduurzamen van de warmtevraag, het temperatuurniveau, de kennis voor het realiseren van aquathermie warmtenetten en het verkrijgen van draagvlak voor warmtenetten.

Natuur & Milieu is van mening dat aquathermie nog niet voldoende wordt benut in de warmtetransitie. De makkelijkste plek om te beginnen met opschaling van aquathermie, is bij woningen die al goed geïsoleerd zijn (bouwjaar na 2001), (na)geïsoleerde woningen in corporatiebezit en in de verduurzaming van bestaande warmtenetten. Door op die plekken nu schaal te maken, vindt verdere professionalisering van de sector plaats, ontstaan kostendalingen en doen we lessen op waardoor aquathermie op termijn overal makkelijker toe te passen is. Nu is het moment om met aquathermie aan de slag te gaan.

Terwijl gemeenten aan de slag gaan met aquathermie, moeten er op gebied van beleid nog een aantal stappen worden gezet om te zorgen dat de potentie van aquathermie optimaal benut wordt:

- De Wet Collectieve Warmte mag niet verder uitgesteld worden. Het is goed dat er nu een knoop is doorgehakt over de marktordening.
- Om gemeenten te stimuleren om meer in de actiestand te komen, moet de Rijksoverheid een tijdelijke regeling in het leven roepen die gemeenten helpt met financiële deelname, het wegnemen van belemmeringen en het opstellen van WCW-proof vergunningen. Dit om projecten die nu worden opgetuigd, gelijk inpasbaar te maken op het moment dat de WCW van kracht wordt.
- Een garantieregeling moet ervoor zorgen dat financiële risico's voor aquathermieprojecten afgedekt kunnen worden. Dit zou via een fonds of collectieve verzekering geregeld kunnen worden, deels gefinancierd door de sector en aangevuld door het Rijk.
- Uutfaseren van slechte energielabels is cruciaal zodat elke woning verwarmd kan worden met MT- of LT-warmte, zoals aquathermie.
 - Verbod op slechte energielabels (E, F en G) en enkel glas.
 - Zekerheid van voldoende middelen in de ISDE voor isolatie. Isolatie zorgt er voor dat een woning minder warmtevraag heeft en op een lagere temperatuur verwarmd kan worden. Cruciaal voor de ontwikkeling van aquathermie.
 - Maak het mogelijk om subsidie-aanvragen te collectiviseren voor wijken die van het aardgas af gaan.
- Geef gemeenten de opdracht en de bevoegdheid om wijken van het aardgas af te halen.
- Bij centraal geregisseerde waterinfrastructuurprojecten moeten meekoppelkansen voor aquathermie standaard meegenomen worden in de besluitvorming.
- Er moet actiever gecommuniceerd worden richting burgers, bedrijfsleven en gemeenten over de potentie van aquathermie, de risico's en over manieren om aquathermieprojecten op een gestandaardiseerde manier uit te rollen. Meer bedrijven moeten ermee aan de slag zodat er een volwassen markt ontstaat.
- Zorg voor voldoende beschikbare informatie over de risico's en kansen van aquathermie op oppervlakte-, drink- en grondwater. Inclusief beheers- en mitigatiemaatregelen, zorg er tevens voor dat deze maatregelen wettelijk verankerd worden.
- Er moet een helder plan komen voor de ondergrond, zodat het duidelijk wordt waar bodemwarmteprojecten ontwikkeld kunnen worden en waar niet, en zodat er tijdens het planproces geen onduidelijkheden zijn over mogelijke andere geplande activiteiten in (nabije) ondergrond.

Bijlage A: stappenplan ontwikkeling aquathermieproject uit de handreiking voor aquathermie van STOWA³⁹



Eindnoten

- ¹ De verwachting is dat de finale (temperatuurgecorrigeerde) warmtevraag van de gebouwde omgeving in 2030 rond de 370PJ zal liggen. In 2021 was de warmtevraag voor de gebouwde omgeving 464PJ [PBL, 2022].
- ² <https://www.aquathermie.nl/default.aspx>
- ³ Voor een overzicht van aquathermieprojecten, zie de projectenkaart van het netwerk aquathermie: <https://www.aquathermie.nl/praktijk/aquathermie+projectenkaart/default.aspx>. Dit zijn nog voornamelijk kleinschalige projecten (tot drie woningen) of zwembaden. Voor opschaling zullen er ook grotere projecten op wijkniveau gestart moeten worden.
- ⁴ De potentie van de verschillende vormen van aquathermie is op basis van economisch potentieel. Aangezien gebieden met potentie voor TEO, TEA en TED een geografische overlap kunnen vertonen, zijn de verschillende potenties niet zomaar bij elkaar op te tellen.
- ⁵ <https://www.eneco.nl/over-ons/wat-we-doen/duurzame-bronnen/warmtepomp-rwzi-utrecht/>
- ⁶ Een WKO-systeem kan niet overal worden toegepast. Zo is er een watervoerende laag (aquifer) nodig, mag het niet worden toegepast in drinkwaterbeschermingsgebieden of in gebieden met boordieptrestricties. Daarnaast mag een WKO-systeem niet te dicht bij een ander WKO-systeem worden geplaatst omdat dit de efficiëntie drastisch verlaagt. Met de <https://wkotool.nl/> kan worden bepaald of WKO kan worden toegepast.
- ⁷ Met een WKO-systeem kan ook actief gekoeld worden.
- ⁸ De elektriciteit wordt gebruikt om water naar de warmtewisselaar, de woningen en de eventuele WKO-installatie te pompen en voor het opwaarderen van de watertemperatuur door de warmtepomp.
- ⁹ Ter vergelijking, de CO₂-uitstoot van een cv-ketel op aardgas is gemiddeld 61 kg CO₂/GJ.
- ¹⁰ In de concept WCW (zomer 2022) zijn de verwachte CO₂-normen (geleverde warmte in kg CO₂/GJ) oplopend van maximaal 36,25 in 2024 tot 25 in 2030.
- ¹¹ Zie voor projecten in ontwikkelingen ook: <https://aquathermie.nl>
- ¹² Binnen het Netwerk Aquathermie wordt onderzoek gedaan naar de ontwikkelingen op het gebied van aquathermie, de voor- en nadelen van aquathermie, ontwikkeling van de markt en professionalisering van de sector. Zie ook de website <https://www.aquathermie.nl/default.aspx>
- ¹³ <https://ez.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6185c5a3392e457491b65e962a37431c>
- ¹⁴ In euro per ton vermeden CO₂-uitstoot. Projecten die minder subsidie vragen per ton bespaarde CO₂ uitstoot kregen voorrang.
- ¹⁵ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/07/01/verzamelbrief-sde>
- ¹⁶ <https://www.rvo.nl/subsidies-financiering/isde/woningeigenaren/aansluiting-warmtenet>
- ¹⁷ In de omgevingswet worden voor standaard (TEO) aquathermieprojecten de volgende vergunningsaanvragen in 1 wet ondergebracht: 1. Het aanvragen van een inrichtingsvergunning, 2. De bouwvergunning 3. Het onttrekken van water aan een oppervlaktewaterlichaam. 4. Het lozen van stoffen in een oppervlaktewaterlichaam 5. Onttrekken en infiltreren van grondwater en 6. Het plaatsen van een gesloten bodemopslagsysteem van meer dan 70kW. Voor specifieke locaties en aanvullende onderdelen van een aquathermie systeem kunnen aanvullende vergunningen nodig zijn. Bron: STOWA, 2019.
- ¹⁸ Op de website van het Netwerk Aquathermie bijvoorbeeld is informatie beschikbaar, zoals FAQ's en voorbeeldprojecten.
- ¹⁹ Potentiekaart aquathermie: <https://warmingup.geoapps.nl/> en potentiekaart WKO-systemen: <https://wkotool.nl/>
- ²⁰ Op de website van het Netwerk Aquathermie staan diverse stakeholders
- ²¹ <https://www.klimaataakkoord.nl/participatie/handreiking-participatie-duurzame-energie/participatie-in-beleidsfase>
- ²² De koelbehoefte van woningen in de zomer is aanzienlijk lager dan de warmtebehoefte van woningen in de winter. Over een heel jaar bekeken, wordt met een aquathermiesysteem netto warmte uit oppervlaktewater onttrokken.
- ²³ <https://www.deltares.nl/nl/issues/duurzame-energie-uit-water-en-ondergrond/thermische-energie-uit-oppervlaktewater/>
- ²⁴ Effect of thermal energy recovery on the ecology of a small slow flowing freshwater ecosystem
- ²⁵ <https://www.aquathermie.nl/aquathermia/default.aspx>
- ²⁶ Ook is er nog beperkte kennis over de invloed van aquathermie op flora en fauna. Per project en locatie is de invloed verschillend, zo zijn er projecten waarbij rivierkreeften bij de filters worden gevangen, maar breed landelijk onderzoek ontbreekt nog met betrekking tot het effect op andere plant- en diersoorten. Als voorzorgsbeginsel is het nuttig om aquathermieprojecten niet in Natura-2000-gebieden of in kwetsbare natuurgebieden te ontwikkelen.
- ²⁷ <https://www.drinkwaterplatform.nl/themas/energietransitie/aquathermie/>
- ²⁸ <https://www.drinkwaterplatform.nl/themas/energietransitie/aquathermie/>
- ²⁹ <https://unievannwaterschappen.nl/themas/aquathermie/>
- ³⁰ FAQ aquathermie ([aquathermie.nl](https://www.aquathermie.nl))
- ³¹ FAQ aquathermie ([aquathermie.nl](https://www.aquathermie.nl))
- ³² <https://www.kwrwater.nl/actueel/onderzoek-naar-de-microbiologische-effecten-van-thermische-energie-uit-drinkwater-op-de-waterkwaliteit/>
- ³³ <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202018/STOWA%202018-47%20handreiking%20aquathermie.pdf>

Bronnen

CE Delft, 2018. Nationaal Potentieel van Aquathermie: analyse en review van de mogelijkheden.

Netbeheer Nederland, 2022.

<https://energiecijfers.info/>

PBL, 2022. Klimaat- en energieverkenning 2021.

<https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2022-klimaat-en-energieverkenning-4838.pdf>

STOWA, 2017. Ecologische effecten koudwaterlozingen.

<https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/verzilting/ecologische-effecten-koudwaterlozingen-aquathermie>

STOWA, 2018. Handreiking Aquathermie; hoe gaan we verder met TEO en TEA?

<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202018/STOWA%202018-47%20handreiking%20aquathermie.pdf>

STOWA, 2019. Juridisch kader aquathermie 2019; speelruimte voor de praktijk.

<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202019/STOWA%202019-28%20Aquathermie%20juridisch.pdf>

TNO, 2021. Berekening duurzaamheid van warmtebronnen.

<https://publications.tno.nl/publication/34638907/UrK1N6/TNO-2021-R12317.pdf>

TVVL, 2021. Aquathermie, van kennis naar toepassing.

Colofon

Uitgave

Natuur & Milieu
December 2022
Utrecht

Tekst en inhoud

Natuur & Milieu

Vormgeving

DeUitwerkStudio

Contact

info@natuurenmilieu.nl
+31 (0)30 233 13 28

**NATUUR
& MILIEU**