Vergroot de focus

De transitie naar aardgasvrije verwarming van gebouwen bekeken vanuit de thema's 'Duurzaam watergebruik' en 'Een inclusieve samenleving'

Vergroot de focus

De transitie naar aardgasvrije verwarming van gebouwen bekeken vanuit de thema's 'Duurzaam watergebruik' en 'Een inclusieve samenleving'

Beleidssamenvatting naar aanleiding van het ENLARGE project

November 2020

Auteurs: Chelsea Kaandorp, Igor Pessoa, en Edo Abraham

Contact: c.kaandorp@tudelft.nl

Foto voor- en achterkant: Een kanaal wordt gebruikt om pijpleidingen voor stadswarmte te leggen. Foto: Chelsea Kaandorp.

Partners & sponsoren
Het Nederlandse team binnen ENLARGE bestaat uit onderzoekers van de Technische Universiteit Delft. Zij werken samen met het Amsterdamse instituut voor Advanced Metropolitan Solutions (AMS). Dit project heeft financiering ontvangen via het Sustainable Urban Global Initiative (SUGI) dat mede mogelijk is gemaakt door het Belmont Forum, JPI Urban Europe en de Europese Commissie. De Nederlandse bijdrage aan SUGI wordt geleverd door het VerDuS-kennisprogramma Smart Urban Regions of the Future (SURF) van de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK), Economische Zaken en Klimaat (EZK), NWO, Platform31 en het Nationaal Regieorgaan Praktijkgericht Onderzoek SIA.

Inhoudsopgave

Samenvatting 1

Introductie 3

Over ENLARGE 5

Aardgasvrije alternatieven 7

Isoleer en Combineer 9

Duurzaam watergebruik

Lokaal watergebruik 11

Warmte van oppervlaktewater 13

Internationale watervoetafdruk 15

Watergebruik voor Power-to-Heat 15

Een inclusieve samenleving

Energy Justice 17

Kosten voor wie? 18

Social Resilience 19

Barrières voor participatie, innovatie en co-creatie 19

Aanbevelingen 21

Referenties 23

Samenvatting

De transitie naar het aardgasvrij verwarmen van gebouwen is cruciaal voor het behalen van klimaatdoelen, het verminderen van het aardgasgebruik en het terugdringen van de CO_2 uitstoot in Nederland. Met het Energieakkoord heeft de Nederlandse overheid het doel gesteld om in 2050 nagenoeg CO_2-neutraal te zijn.[1] De veranderingen die de komende 30 jaar moeten plaatsvinden hebben invloed op niet alleen de CO_2-uitstoot, maar ook op andere factoren zoals watergebruik en de organisatie van warmtelevering.

Aardgasvrije alternatieven

Alternatieve systemen voor verwarmen op aardgas kunnen in drie categorieën verdeeld worden: warmtenetten, elektrisch verwarmen en alternatieve brandstoffen. Warmtenetten functioneren op meerdere temperaturen en kunnen gevoed worden door verschillende warmtebronnen. Voorbeelden van warmtebronnen zijn: zonnewarmte, aquathermie, geothermie, restwarmte van de industrie, warmtekrachtcentrales en industriële warmteboilers. Elektrisch verwarmen wordt gedaan met apparaten die op elektriciteit werken zoals warmtepompen en infra-rood (IR) panelen. Verwarmen via warmtenetten of elektrische apparaten is alleen aardgasvrij als de warmte of de stroom die hiervoor nodig is, niet opgewekt is door middel van aardgas. Voorbeelden van alternatieve brandstoffen zijn biogas en waterstof.

De bovengenoemde alternatieven voor warmtesystemen zijn meestal geen op zichzelf staande oplossingen: ze kunnen in combinatie worden toegepast. Zo kunnen meerdere bronnen warmte leveren aan een warmtenet en zijn warmtepompen vaak nodig voor het toepassen van aquathermie. Naast alternatieve warmtesystemen is het ook nodig om gebouwen te isoleren. Isolatie is niet alleen nodig om huizen en gebouwen geschikt te maken voor bepaalde warmtesystemen, maar ook een directe manier om de warmtevraag (en daarmee vaak de CO_2-uitstoot) te verlagen.

Duurzaam Watergebruik

Voor energieopwekking is water nodig. Op lokale schaal wordt water gebruikt voor bijvoorbeeld het koelen van elektriciteitscentrales en het opslaan van thermische energie in warmte- en koudeopslag (WKO) systemen. Op internationale schaal is water nodig voor de productie van energiedragers zoals biomassa en elektriciteit. Voor een duurzaam energiesysteem met zo min mogelijk negatieve impact op het milieu is het belangrijk om de impact te analyseren van een energietransitie op het watergebruik door de energiesector. Voor een duurzame inrichting van onze energiesector is duidelijke regelgeving over watergebruik nodig.

Een inclusieve samenleving

Het is belangrijk dat het aardgasvrij maken van huizen de ongelijkheid in de samenleving niet vergroot. Een manier om naar inclusiviteit te kijken, is door kritische vragen te stellen over hoe rechtvaardig besluitvormingsprocessen en energiesystemen zijn. Twee concepten die hierbij kunnen helpen, zijn *Energy justice* en *Social Resilience.*

Met het concept *Energy justice* wordt meestal gekeken naar drie elementen: *distributional, procedural* en *recognition justice.* Dit betekent dat wordt gekeken naar verdeling van kosten en baten van energiesystemen, naar de eerlijkheid en rechtvaardigheid in besluitvormingsprocessen en naar de erkenning van verschillende partijen en groepen.

Met het concept *Social Resilience* wordt gekeken naar het vermogen om samen te handelen voor een gemeenschappelijk doel. Voorbeelden van barrières voor samenwerking, participatie en cocreatie zijn: het niet verder denken dan traditionele sectoren, te veel macht plaatsen bij private bedrijven, en te weinig verspreiding van succesverhalen en businessmodellen van co-creatie.

Introductie

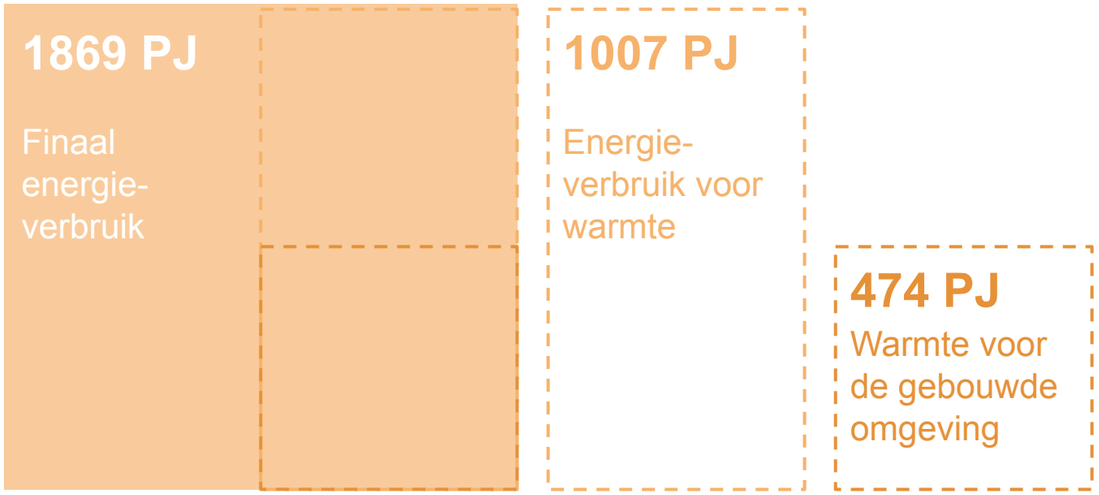
De transitie naar het aardgasvrij verwarmen van gebouwen is cruciaal voor het terugdringen van CO_2-uitstoot van Nederland. De Nederlandse overheid heeft gesteld dat ze voor 2050 de CO_2-uitstoot en het gebruik van aardgas vrijwel volledig naar nul zal hebben gebracht.[1] Om deze doelstellingen te bereiken, moeten er de komende jaren veel keuzes gemaakt worden rondom aardgasvrij verwarmen.

Bijna een kwart van het nationale finale energieverbruik gaat momenteel op aan verwarming van gebouwen (zie Figuur 1).[2] Het grootste deel van deze energie, meer dan 85%, wordt opgewekt met aardgas. Dit zorgt er mede voor dat verwarming van gebouwen leidt tot 13% van de totale uitstoot van broeikasgassen in Nederland.[3]

Vaak lijken keuzes voor het terugdringen van de CO_2-uitstoot gebaseerd op technische vraagstukken; het aardgasvrij maken van huizen moet immers technisch kunnen, betaalbaar zijn, en zo min mogelijk CO_2 uitstoten. De impact van de energietransitie gaat echter niet alleen over technische afwegingen. **Ook ecologische en sociaal-maatschappelijke afwegingen moeten worden betrokken in beleidskeuzes.**

Daarom beschrijven we in deze beleidssamenvatting wat de mogelijke gevolgen zijn voor een ‘warmte transitie’ op twee belangrijke thema’s: ‘**Duurzaam Watergebruik**’ en ‘**Een Inclusieve samenleving**’. Voor het eerste thema bespreken we dat alternatieven voor aardgas het watergebruik op lokale en internationale schaal kunnen veranderen en hoe deze verandering in kaart kan worden gebracht. Voor het tweede thema beschrijven we hoe concepten als *Energy Justice* en *Social resilience* kunnen helpen om marginalisatie van groepen tegen te gaan en barrières voor, participatie, innovatie en co-creatie te slechten.

Deze beleidssamenvatting toont inzichten van het ENLARGE project dat is begonnen in oktober 2018 en doorgaat tot oktober 2021. Voordat we de twee thema’s bespreken, begint deze beleidssamenvatting met een toelichting op dit project. Daarnaast geven we ook een introductie van gangbare **aardgasvrije alternatieven** voor verwarming van gebouwen in Nederland.



Figuur 1: Het energieverbruik in petajoule (PJ) voor warmte voor de gebouwde omgeving is bijna een kwart van het finaal energieverbruik in Nederlands.[2]

Over ENLARGE

Deze beleidssamenvatting toont inzichten van dit project dat is begonnen in oktober 2018 en doorgaat tot oktober 2021. ENLARGE staat voor '*ENabling LARGE-scale adaptive integration of technology hubs to enhance community resilience through decentralized urban Water-Energy-Food Nexus decision support*'. **Dit betekent dat ENLARGE modellen en handvatten ontwikkelt om besluitvorming voor innovaties op verschillende schalen en locaties in de stad te faciliteren. Hierbij kijken we naar de Water-Energie-Voedsel Nexus.** 'Nexus'-onderzoek is erop gericht om verbanden in kaart te brengen tussen de productie en het gebruik van verschillende grondstofstromen. Hierdoor kunnen koppelkansen en risico's in kaart worden gebracht. Het ENLARGE-team toetst de impact van scenario's van grootstedelijke gebieden op verschillende schalen, opdat onze inzichten relevant zijn voor verschillende beleidsmakers. Naast onderzoek op het gebied van economische en ecologische duurzaamheid, kijken we ook naar vragen over sociale veerkracht en rechtvaardigheid. Het ENLARGE-team werkt dus zowel met wiskundige modellen als met onderzoeksmethoden van de sociale wetenschappen.

ENLARGE bestaat uit een internationaal onderzoeksconsortium (zie foto). In de stad Miami (Verenigde Staten) kijken we naar stadslandbouw en in Franse stad Marseille naar de circulaire economie en het recyclen van grondstoffen uit afvalwater en naar het effect van beplanting tegen *urban heat islands*. Het Nederlandse team onderzoekt de sociaal-ecologische gevolgen van het aardgasvrij maken van wijken in Amsterdam.

Figuur 2: Het ENLARGE team

Aardgasvrije alternatieven

Er zijn vele verschillende strategieën en systemen om huizen en gebouwen aardgasvrij te verwarmen. Er is in Nederland nog niet een *one size fits all* oplossing omdat er verschillende typen huizen, wijken, en beschikbare warmtebronnen zijn. In deze sectie geven we voorbeelden van alternatieven en strategieën die momenteel op meerdere plekken in het land toegepast worden.

Warmte kan door mensen zelf opgewekt worden. Restwarmte van industrie zoals datacenters en de staalindustrie kan gebruikt worden om huizen te verwarmen. Thermische energie kan ook opgewekt worden met elektrische apparaten zoals warmtepompen en Infra-Rood (IR) panelen. Deze oplossingen worden ook wel *all-electric* of *Power-to-Heat (P2H)* genoemd. Tevens kan warmte worden opgewekt door het verbranden van brandstoffen. Voorbeelden van hernieuwbare brandstoffen zijn biomassa, biogas, hout, en waterstof. Ook afval kan worden verbrand om warmte op te wekken. Op waterstof na, komt bij de verbranding van al deze energiedragers CO_2 vrij.

Warmte kan ook onttrokken worden aan al beschikbare warmtebronnen. Zo zijn er warmtebronnen zoals zonne-warmte, aquathermie en geothermie. Zonnewarmte kan verzameld worden met zonneboilers, maar de zon warmt ook de buitenlucht en het oppervlaktewater op. Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) kan onttrokken worden met warmtepompen. De thermische energie wordt vaak opgeslagen in Warmte- en koudeopslag (WKO) systemen zodat de warmte van de zomer later gebruikt kan worden. Naast TEO bestaat er ook thermische energie uit drinkwater (TED) en uit afvalwater (TEA). Deze drie vormen van warmtebronnen worden samen ‘aquathermie’ genoemd. Geothermie is een andere warmtebron: deze warmte komt van de kern van de aarde.

Verschillende warmtebronnen hebben vaak verschillende infrastructuren nodig. Voor aardgasvrije warmte-alternatieven zijn dus infrastructurele veranderingen nodig. Warmte kan op huisniveau worden opgewekt maar ook getransporteerd worden in warmtenetten en bronnetten. Warmtenetten zijn systemen van pijpleidingen die warm water (of stoom of een andere vloeistof) vervoeren. Warmtenetten op stadsniveau worden ook wel stadswarmte genoemd. De temperatuur kan per warmtenet verschillen. Hoge temperatuur (HT) warmtenetten vervoeren water boven de 80°C.[4] Midden temperatuur (MT) en Lage temperatuur warmtenet (LT) vervoeren water tussen de 65-80°C en 30-65°C. Zeer lage temperatuur warmtenetten (ZLT) vervoeren water onder de 30°C. Daarnaast kan in sommige systemen ook koud water vervoerd worden om te koelen.

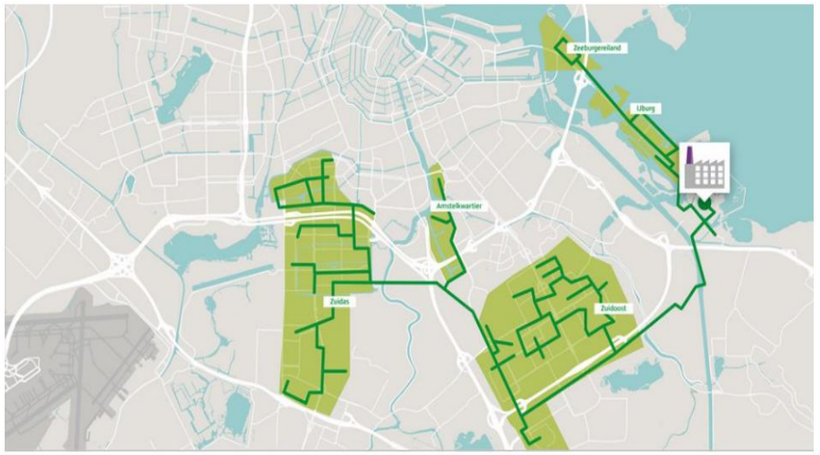
Ook het elektriciteitsnetwerk moet voor sommige aardgasvrij alternatieven aangepast worden. Bij warmtenetten kan op gebouwniveau nog een warmtepomp nodig zijn om kraanwater op de juiste temperatuur op te brengen. Dit betekent dat elektriciteitsgebruik omhoog gaat en dat het elektriciteitsnetwerk mogelijk verstevigd moet worden. Het elektriciteitsnetwerk gaat in de toekomst ook zwaarder belast worden door *all-electric* verwarmen. Om de warmtetransitie minder ingrijpend te maken, zijn er ook hybride oplossingen. Hierbij wordt het grootste deel van de warmtevraag opgevangen met aardgasvrije alternatieven. De energie voor het overige deel, de piekvraag, wordt geleverd door het verbranden van aardgas of biogas.

Isoleer en Combineer

Stadswarmte kan een oplossing zijn met veel schaalvoordelen, maar voor het behalen van klimaatdoelen dient men ook te isoleren en lage-temperatuur warmtebronnen te combineren. In Amsterdam wordt stadswarmte geleverd door twee warmtenetten (zie Figuur 3). Deze warmte wordt momenteel opgewekt door de verbranding van afval en aardgas. Voordelen van deze huidige strategie is dat verbranding van brandstoffen altijd genoeg warmte levert, op centraal niveau geregeld kan worden, volgens bestaande *businessmodellen* kan draaien, en goedkoper kan zijn op gebouwniveau omdat er geen isolatie nodig is.

Op de langere termijn kunnen er echter nadelen aan HT stadswarmte zijn. De kosten voor warmte bij niet-isoleren kunnen hoger zijn dan na wel-isoleren. Dit komt doordat bij niet-isoleren de vraag naar warmte hoger is en blijft. Daarbij is er geen zekerheid over de toekomstige beschikbaarheid van hoge temperatuur warmtebronnen die geen CO_2 uitstoten.

In Amsterdam zijn er plannen om in de toekomst de warmtenetten te voeden met de verbranding van biomassa en de warmte van geothermie.[5] Bij het verbranden van biomassa komt echter CO_2 vrij en het is nog niet bekend of de Amsterdamse bodem geschikt is voor geothermie.[5] Als er in de toekomst geen CO_2 neutrale bronnen zijn, zal het HT warmtenet alleen gevoed kunnen worden met bronnen die CO_2 uitstoten. Dit betekent dat de infrastructuur die nu wordt neergelegd mogelijk nog steeds gepaard gaat met CO_2 uitstoot in de komende decennia.[6] Dit kan het bereiken van klimaatdoelen verhinderen.[6] Daarom moet, waar mogelijk, ingezet worden op andere alternatieven zoals LT warmtenetten, aquathermie, *all-electric* en hybride oplossingen.



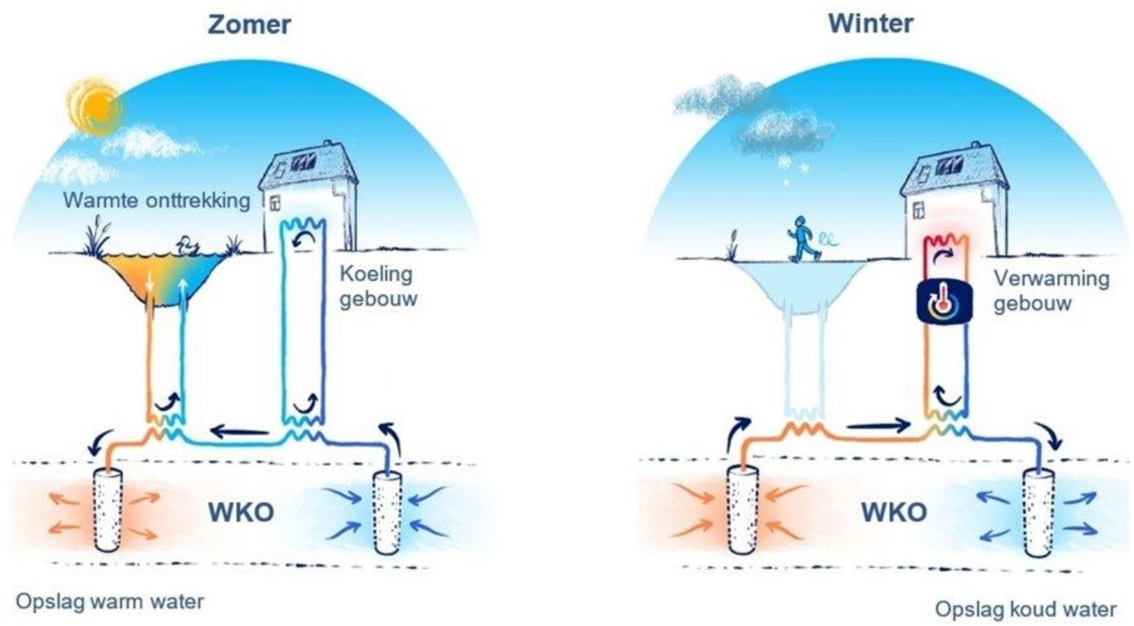
Figuur 3: Het stadswarmtenetwerk in Amsterdam.[2]

Lokaal Watergebruik

Voor energie-opwekking is water nodig. Zo'n 60% van het water dat wordt opgepompt in Nederland, wordt gebruikt voor het koelen van elektriciteitscentrales.[7] Dit water wordt verwarmd en teruggestort in het oppervlaktewater. Dit temperatuurverschil kan invloed hebben op de zuurstofconcentratie, algengroei en het leven in het water.[8] Daarom zijn er koelwaternormen. Echter, in warme en droge periodes kunnen deze de elektriciteitsproductie beperken. Voor zowel de ecologie als de energiesector is het daarom belangrijk om te kijken welke invloed een energietransitie heeft op het watergebruik voor energieopwekking

Om te zien hoe energietransitie het watergebruik in de energiesector verandert, ontwikkelen we binnen het ENLARGE project een model om het watergebruik van elektriciteits- en warmteproductie in kaart te brengen. Dit model hebben we toegepast op energiescenario's voor Nederland in 2050. **Gebaseerd op de resultaten verwachten we dat het watergebruik voor elektriciteitsproductie afneemt** in de scenario's waarbij thermische elektriciteitscentrales vervangen worden door wind- en zonne-energie. **Daarentegen wordt er meer watergebruik verwacht voor de levering van warmte door een toename van WKO en TEO systemen** (zie Figuur 4 voor de werking van WKO en TEO systemen). Als 10% van onze warmtevoorziening wordt geleverd met WKO systemen, schatten we dat de hoeveelheid water die de energiesector oppompt, evenveel is nu.

Watergebruik voor WKO en TEO systemen hoeven geen nadelige gevolgen op de ecologie te hebben. Voor WKO systemen op lage temperatuur zijn er al duidelijke richtlijnen. Voor WKO op hoge temperatuur en TEO installaties wordt nog onderzoek gedaan naar de mogelijke ecologische gevolgen. **Duidelijke regelgeving over watergebruik en onderzoek naar ecologische impact is belangrijk voor een duurzame inrichting van onze energiesector.**

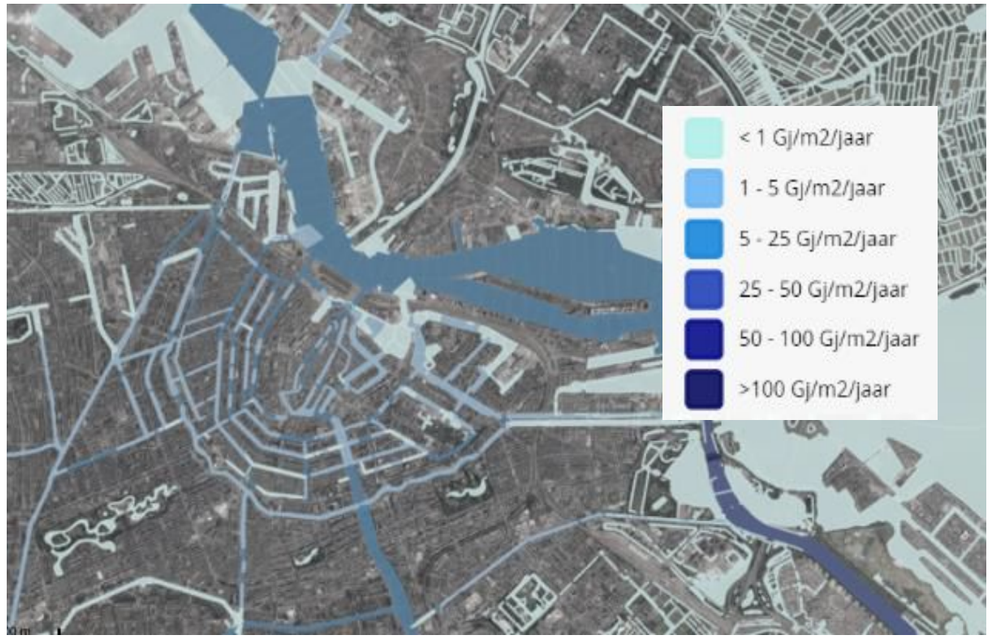


Figuur 4: Seizoensverwarming en koeling met een WKO systeem.[9]

Warmte van oppervlaktewater

Een conservatieve inschatting is dat TEO ongeveer 12% van onze warmtevraag kan voorzien.[10] Voor Amsterdam is zelfs geschat dat 40 tot 60% (tot 15 Petajoule) van de totale warmtevraag kan worden onttrokken uit het oppervlaktewater (TEO) (zie Figuur 5).[11] TEO is een seizoensgebonden energiebron en kan ecologische veranderingen teweeg brengen. **Hoewel het potentieel voor TEO dus hoog is in Amsterdam, moet er per wijk gekeken worden of genoeg energie onttrokken kan worden zonder nadelige ecologische gevolgen.**

Om dit in kaart te brengen, maakt het uit waar en wanneer de thermische energie onttrokken wordt. TEO kan op twee verschillende manieren gedaan worden. De thermische energie kan direct gebruikt worden om gebouwen te koelen en te verwarmen, of kan opgeslagen worden zodat de thermische energie in een ander seizoen gebruikt kan worden. In het ENLARGE onderzoek hebben we gekeken naar TEO uit de wateren ‘t IJ, de Kostverlorenvaart, de Amstel en de Weespertrekvaart. Het resultaat is dat TEO met warmteopslag beter lijkt te zijn voor de ecologie, aangezien dit het oppervlaktewater in de zomer afkoelt in plaats van opwarmt. Dit is goed voor het zuurstofgehalte en vermindert algengroei en botulisme. Omdat de Kostverlorenvaart de smalste vaart is, en dus het minste oppervlakte heeft, kan minder thermische energie worden uitgewisseld met de buitenlucht dan in de andere wateren. Hierdoor moet er goed gekeken worden naar de limiet van thermische veranderingen binnen deze vaart.



Figuur 5: Potentiële warmte in het oppervlaktewater in Amsterdam.[12]

Internationale watervoetafdruk

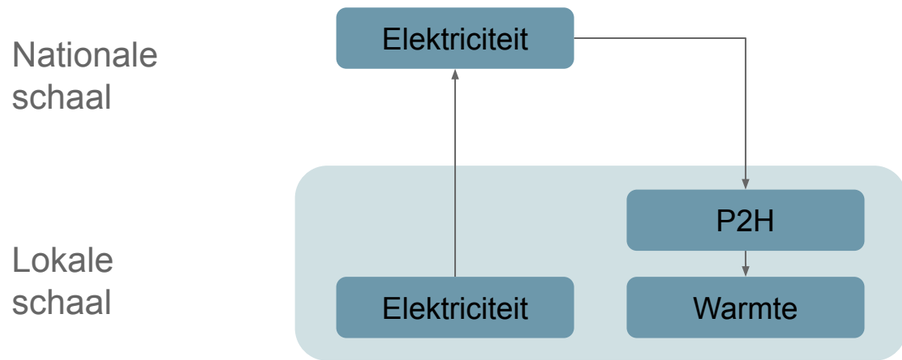
Water is ook nodig om energiedragers, zoals biomassa, aardgas en elektriciteit te produceren. Voor de productie van energiedragers wordt water op verschillende manieren gebruikt. Water wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het mijnen van fossiele brandstoffen, het irrigeren van energiegewassen, en het produceren van waterstof. Deze energiedragers worden internationaal verhandeld. Dit betekent dat lokaal opgewekte energie een watervoetafdruk heeft op een internationale schaal. Omdat dit watergebruik niet lokaal zichtbaar is, heet dit een 'virtuele' watervoetafdruk.

Of de impact van watergebruik negatief is, hangt af van waar, wanneer en hoe de energiedragers gemaakt worden. Het watergebruik voor irrigatie is bijvoorbeeld alleen schadelijk op plekken en tijdens seizoenen met waterschaarste. **Om waterschaarste en negatieve ecologische gevolgen te kunnen beperken, dient men de virtuele watervoetafdrukken van energiedragers te monitoren.**

Watergebruik voor Power-to-Heat

Elektriciteit is ook een energiedrager waarmee men warmte kan genereren. **Daarom is het waarschijnlijk dat in de toekomst meer elektriciteit nodig is om warmte te genereren.** In ons onderzoek hebben we gekeken naar vier energiescenario's voor Nederland voor 2050. We hebben uitgerekend dat tussen de 14 en 37% van de het nationale elektriciteitsgebruik gebruikt gaat worden voor *P2H*-toepassingen. Dit is een significante toename ten opzichte van onze schatting van 0,5% voor het jaar 2015. Deze resultaten betekenen dat de virtuele watervoetafdruk van warmte in de toekomst onder andere gaat afhangen van het watergebruik voor elektriciteitsopwekking.

De watervoetafdruk van *P2H*-toepassingen heeft betrekking op meerdere schalen. **Lokaal gebruikte elektriciteit kan een watervoetafdruk op nationaal niveau hebben** doordat elektriciteit over het landelijke netwerk verdeeld wordt (zie Figuur 6). Ook kan lokaal gebruikte elektriciteit een watervoetafdruk op internationale schaal hebben door de internationale handel in energiedragers - zoals biomassa en kolen - die nodig zijn voor elektriciteitsproductie. Doordat elektriciteit op meerdere manieren opgewekt kan worden, zijn modellen nodig om dit uit te rekenen. **Het is belangrijk om de virtuele watervoetafdruk van energiedragers te blijven monitoren om waterschaarste en negatieve ecologische gevolgen elders te beperken. Dit is ook belangrijk om ongewenste restricties op energieproductie te voorkomen.**



Figuur 6: Conceptueel model virtuele watervoetafdruk van *Power-to-Heat* (P2H) toepassingen. Lokale warmte-opwekking gebruikt elektriciteit van het nationale netwerk.

Energy justice

Het is belangrijk dat het aardgasvrij maken van huizen segregatie en marginalisatie in de samenleving niet verergeren. Een manier om naar inclusiviteit te kijken, is om kritische vragen te stellen over wie bij besluitvormingsprocessen betrokken wordt en dat er een 'rechtvaardig' energiesysteem is. *Energy justice*, oftewel 'energie rechtvaardigheid', is een concept dat in de wetenschappelijke literatuur gebruikt wordt om rechtvaardigheid met betrekking tot energiesystemen te analyseren. **Om *Energy justice* te beschrijven wordt er meestal gekeken naar drie elementen: *distributional, procedural* en *recognition justice.***[13]

Bij *distributional justice* wordt er gekeken naar een eerlijke verdeling van kosten en baten van systemen. Een voorbeeld van claims tegen onevenredige verdeling van kosten en baten zijn de protesten tegen een biomassacentrale in Diemen.[14] De protesteerders claimen dat deze centrales luchtvervuiling veroorzaken en dat internationale bedrijven er geld mee verdienen. Burgers ervaren dus de lasten van het systeem, zonder per se baten van het systeem te ontvangen. Bij *procedural justice* wordt er gekeken naar het verloop van besluitvormingsprocessen. Processen kunnen als onrechtvaardig ervaren worden. Uit rapporten zoals 'Het moet niet te avontuurlijk worden' blijkt dat burgers zich niet gerepresenteerd kunnen voelen als het idee kan ontstaan dat er al plannen lagen.[6] Hierdoor kan argwaan ontstaan over achterliggende belangen of kunnen mensen zich niet serieus genomen voelen. Wanneer mensen zich niet serieus genomen voelen, of niet erkend voelen, spreken we meestal over *recognition (in)justice*.

Kosten voor wie?

Een onderdeel van *Energy Justice* gaat over de verdeling van kosten en baten. Betaalbaarheid van warmte is daarbij een thema waarover verschillende vragen kunnen worden gesteld: vinden we het rechtvaardig dat een huishouden meer of minder betaalt voor warmte dan een ander huishouden? Hoe zorgen we ervoor dat energieprijzen niet teveel gaat verschillen tussen verschillende wijken? En hoe voorkomen we 'energiearmoede'? Het beantwoorden van deze antwoorden is lastig omdat bij een warmtetransitie veel moet gebeuren en meerdere partijen betrokken zijn. Kosten kunnen gedragen worden door burgers, energiecollectieven, de overheid en private bedrijven. Om toekomstige warmtesystemen betaalbaar te houden moet zorgvuldig gekeken worden naar wie en wanneer de kosten betaalt.

Bij het beoordelen van betaalbaarheid van warmtesystemen is het belangrijk om kosten op meerdere schalen te evalueren. Op buurt- en stadsniveau zijn er kosten voor infrastructurele veranderingen zoals het versterken van het elektriciteitsnet of het aanleggen van een warmtenet. Kosten voor het aanleggen van warmtenetten hangen onder andere af van de afstand tot de bron, de beschikbare ruimte in de ondergrond, de schaalgrootte van het net en het type materiaal dat nodig is voor het type warmtenet. Op gebouwniveau zijn er kosten voor onder andere isolatie, aansluiting, en verbruik van warmte. Deze kosten hangen samen met het type gebouw, de gebruikte warmtesystemen, het gekozen marktmodel en de warmtevraag.

De warmtevraag hangt samen met de isolatie. Kosten voor isolatie kunnen hoog zijn en ingrijpend op gebouwniveau. Daar staat tegenover dat niet geïsoleerde gebouwen afhankelijk blijven van hoge temperatuur warmtebronnen. Op langere termijn kunnen kosten voor warmte bij niet-isoleren hoger zijn dan na wel-isoleren, omdat bij niet-isoleren de vraag naar warmte hoger is en blijft.

Social resilience

Op de vorige pagina's hebben we het concept van *Energy justice* uitgelegd. Dit concept helpt om te analyseren hoe ons energiesysteem eerlijk en rechtvaardig kan worden ingericht. Problemen moeten echter niet alleen geïdentificeerd kunnen worden, maar de samenleving moet ook in staat zijn deze problemen op te lossen. Daarom beschrijven we in deze beleidssamenvatting het concept van *Social Resilience*.[15] *Resilience* in de brede zin kan worden vertaald als 'veerkrachtigheid' of 'verstoringsbestendigheid'. Dit concept wordt bijvoorbeeld gebruikt in onderzoeken naar infrastructuren en materialen. *Social Resilience* daarentegen is specifieker en kan gedefinieerd worden als het vermogen tot het vormen van nieuwe vormen van samenwerking, regels en instituten om gezamenlijke doelen te bereiken.

Barrières voor participatie, innovatie en co-creatie

Zoals beschreven in de paragraaf 'Aardgasvrije Alternatieve warmtesystemen' zijn meerdere infrastructurele veranderingen nodig om de gebouwde omgeving aardgasvrij te maken. Hiermee is het stimuleren van nieuwe vormen van samenwerking belangrijk om voorziene en onvoorziene uitdagingen van dit proces aan te kunnen pakken. **Nieuwe vormen van samenwerking kunnen gestimuleerd worden door verder te kijken dan de bestaande rollen tussen verschillende sectoren.** Waterbedrijven en waterschappen kunnen bijvoorbeeld een belangrijke rol gaan spelen in het gebruik van aquathermie en WKO systemen omdat daar veel kennis is van drink-, afval-, oppervlakte en grondwater.

Om participatie te bevorderen, is het belangrijk dat er bij *private-public governance* arrangementen voldoende invloed en toezicht bij de burgers en de overheid ligt. Met infrastructurele veranderingen is het namelijk belangrijk dat burgers deze veranderingen begrijpen, ondersteunen en misschien zelfs een actieve bijdrage leveren. Op verschillende plekken in het land is weerstand onder burgers te merken tegen hoge temperatuur stadswarmte van private partijen. Een reden hiervoor is dat het stigma heerst dat deze private partijen een monopolie hebben en dat burgers daarom geen inzicht en invloed hebben op besluitvormingsprocessen. Een huishouden dat aangesloten is op een stadswarmtenetwerk kan namelijk voor maar één aanbieder kiezen. Participatie kan niet alleen zorgen voor draagvlak, maar ook voor een forum om dergelijke zorgen van omwonenden te uiten en mogelijk op te lossen.

Naast participatie, kunnen burgers ook een nog actievere rol spelen in co-creatie projecten. Een voorbeeld hiervan zijn energiecollectieven die georganiseerd en beheerd worden door een samenwerking van burgers en andere partijen. **Voor het opschalen van energiecollectieven en co-creatie projecten merken we dat behoefte is aan verspreiding van succesverhalen en voorbeelden van werkende businessmodellen.**[6]

Aanbevelingen

Het verduurzaam verwarmen van de gebouwde omgeving gaat niet alleen over het reduceren van CO_2 uitstoot en aardgasgebruik. Er moet ook rekening gehouden worden met ‘Duurzaam watergebruik’ en het creëren van een ‘inclusieve samenleving’. We roepen daarom op om met de volgende zaken rekening te houden bij het maken van visies en beleid:

Aardgasvrij alternatieven

- Isoleer gebouwen en huizen om de warmtevraag en daarmee de CO_2 uitstoot omlaag te brengen. Hiermee worden gebouwen ook geschikt voor laag-thermische oplossingen.
- Combineer verschillende alternatieven zoals warmtenetten, aquathermie, en *all-electric* oplossingen om in de toekomst tot de meest duurzame oplossing over te kunnen stappen.

Duurzaam watergebruik

- Lokaal watergebruik voor warmte is vooral nodig voor WKO en TEO systemen. Houd rekening met de ecologische impact van warmteopwekking en betrek deze beperkingen in ontwerpen en regelgeving.
- Voorkom dat import van brandstoffen zorgt voor watertekorten elders.

Een inclusieve samenleving

- Analyseer de verdeling van kosten en baten van energiesystemen voor verschillende bedrijven en groeperingen om maatschappelijke acceptatie te bevorderen.
- Maak besluitvormingsprocessen rechtvaardig en eerlijk door meerdere partijen te erkennen en te betrekken bij het proces.
- Kijk verder dan bestaande rollen van sectoren om nieuwe samenwerkingen te stimuleren.
- Om participatie te bevorderen is het belangrijk dat bij *private-public governance* arrangementen voldoende inspraak en toezicht bij de burgers en de overheid ligt.
- Stimuleer kennisdeling en succesverhalen over samenwerking, participatie en co-creatie projecten.

Referenties

1. Ministerie van Economische Zaken. 2016. “Energieagenda: naar een CO2-arme energievoorziening.” Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.

2. Segers, Reinoud, Robin Niessink, Robin Van Den Oever, en Marijke Menkveld. 2020. “Warmtemonitor 2019.” Den Haag: CBS.

3. CBS. 2020. “Welke sectoren stoten broeikasgassen”. Webpagina bezocht op 17.11.2020. https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/hoofdcategorieen/welke-sectoren-stoten-broeikasgassen-uit-#:~:text=In%202019%20werd%20van%20de,het%20stoken%20van%20aardgas%20voor

4. Kruit, Katja, en Benno Schepers. 2019. “Functioneel ontwerp LT-warmtenetten gebouwde omgeving.” Delft: CE Delft, in opdracht van Planbureau voor de Leefomgeving.

5. Gemeente Amsterdam. 2020. “Transitievisie Warmte Amsterdam.” Amsterdam: Gemeente Amsterdam.

6. Maselis, Ilonka, en Matthijs Hisschemöller. 2018. “‘Het moet niet te avontuurlijk worden’: Een onderzoek naar de institutionele barrières Voor een wijkgebonden warmtevoorziening in Amsterdam.”. Rotterdam: DRIFT instituut.

7. CBS, PBL, RIVM, WUR (2020). Waterwinning en watergebruik in Nederland, 1976-2018 (indicator 0057, versie 14 , 7 mei 2020). www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.

8. CBS, PBL, RIVM, WUR (2020). Koelwatergebruik en warmtelozing door elektriciteitscentrales, 1981-2018 (indicator 0021, versie 16, 7 mei 2020). www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.

9. Waternet. 2020. “Infopagina omgevingswarmtekaart”. Webpagina gepubliceerd op 23 september 2020. https://www.waternet.nl/innovatie/co2-reductie/infopagina-omgevingswarmtekaart/

10. STOWA, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, en Unie van Waterschappen. 2017. “Thermische energie uit oppervlaktewater: kansen voor een aardgasvrij Nederland.”

11. Tim Ruijs. 2019. “Het Amsterdamse Bronnenboek”. Amsterdam: Gemeente Amsterdam, afdeling Ruimte en Duurzaamheid.

12. Miedema, Tes. 2020. “The prospects of heat: urban heat modelling as a means for a sustainable and equitable heat transition in the historic centre of Amsterdam”. Master thesis gedaan binnen het *Master of Science* programma MADE.

13. Heffron, Raphael J, and Darren Mccauley. 2014. “Achieving sustainable supply chains through energy justice.” Applied Energy 123: 435–37. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.12.034.

14. Zembla. 2019. “Strijden tegen biomassacentrale Diemen: ‘Ons geld wordt verbrand in de oven.’”. Artikel Zembla. https://www.bnnvara.nl/zembla/artikelen/strijden-tegen-biomassacentrale-diemen-ons-geld-wordt-verbrand-in-de-oven

15. Adger, W. Neil. 2000. “Social and Ecological Resilience: Are They Related?” Progress in Human Geography 24 (3): 347–64. https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1191/030913200701540465.