

# WiEfm analyse toekomstige warmteontwikkelingen

Een analyse in het kader van future workshops over de toekomstige warmteontwikkelingen en strategieën



# 1 Inleiding

Het project WiEfm heeft als doelstelling een duurzame warmtevoorziening te bevorderen in de EUREGIO door middel van grensoverschrijdende samenwerking en kennisdeling binnen dit gebied. Om dit te bevorderen heeft WiEfm onder andere zes future workshops georganiseerd. Binnen deze workshops zijn tussen overheden, bedrijven en bewoners kennis en ervaringen uitgewisseld op het gebied van duurzame warmtevoorzieningen en regionale warmtenetten in het bijzonder. In het kader van deze workshops wordt uitgewerkt hoe de warmtemarkt van de toekomst zich zal ontwikkelen voor relevante partijen: ondernemingen, specifieke MKB's, overheden en particulieren in de WiEfm-regio (de Nederlandse provincies Gelderland en Overijssel en het Duitse Münsterland). Ook wordt uitgewerkt hoe de toekomststrategieën eruitzien om de markt te ontsluiten en welke technische ontwikkelingen in de markt geïntegreerd moeten worden.

De hoofdvraag is: wat zijn de huidige ontwikkelingen op warmtegebied in de WiEfm-regio? En welke ontwikkelingen worden de komende jaren verwacht?

Deelvragen:

- Welke warmtetechnieken en innovaties worden op dit moment gebruikt in de WiEfm-regio?
- Welke kosten en baten zijn te onderscheiden bij deze verschillende warmtetechnieken?
- Welke huidige warmteontwikkelingen spelen er in de WiEfm-regio?
- Hoe zal de warmtemarkt zich ontwikkelen?
- Welke technische ontwikkelingen worden verwacht op het gebied van warmte?
- Welke strategieën zijn er mogelijk voor de warmtemarkt van de toekomst?

In dit werkpakket worden de deelvragen stuk voor stuk behandeld, om vervolgens in de conclusie een antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag. De deelvragen worden beantwoord door in eerste instantie informatie te gebruiken uit de future workshops en andere relevante informatie uit onderdelen van WiEfm. Dat kan bijvoorbeeld informatie zijn die verkregen wordt uit de warmtevoucherprojecten of rapporten die in het kader van WiEfm zijn uitgebracht. In tweede instantie wordt ook relevante informatie gebruikt van andere bronnen, vooral met betrekking tot toekomstige ontwikkelingen van de warmtemarkt.

## 2 Warmtetechnieken en innovaties

Om de vraag: "welke warmtetechnieken en innovaties worden op dit moment gebruikt in de WiEfm-regio?" te beantwoorden wordt gekeken naar de technieken en innovaties die onderzocht zijn in de door WiEfm medegefinancierde 31 warmtevouchers. Deze warmtevouchers hebben haalbaarheidsonderzoeken gefinancierd waarin veel verschillende technieken en innovaties zijn onderzocht voor de benutting van collectieve warmte. De informatie over deze technieken is gebaseerd op de kennis die opgedaan is door de haalbaarheidsonderzoeken van de warmtevouchers met daarnaast verduidelijking door informatie uit een toekomstbeeld over warmtenetten<sup>1</sup>.

### Warmtenet

Een warmtenet is een leidingennetwerk dat producenten van warmte verbindt met afnemers. De meest bekende warmtenetten hebben water als transportmiddel. Deze systemen voeden gangbare verwarmingssystemen voor ruimteverwarming in gebouwen met (warm) water. Dat water is afkomstig van een warmtebron in de buurt en wordt gebruikt om gebouwen te verwarmen. Warmtenetten kunnen zowel door middel van fossiele als hernieuwbare energie geëxploiteerd worden. Een nadeel van warmtenetten ligt in het warmteverlies in de leidingen. Naast andere factoren hangt dit af van de temperatuur in het net: des te hoger de temperatuur, des te groter het warmteverlies. In een aantal warmtenetten van haalbaarheidsonderzoeken van WiEfm zijn hoge temperaturen (HT) van boven de 70°C gehanteerd. Bij een aantal warmtenetten wordt een lage temperatuur (LT) gehanteerd variërend van 20-70°C. Bij lage temperatuur wordt warmte ter plaatse opgewarmd via een warmtepomp om te voorzien in de juiste temperatuur. Ook zijn nog lagere temperaturen van 8-20°C mogelijk. In dergelijke gevallen wordt gesproken van een koudenet om gebouwen te koelen, bijvoorbeeld een kantoorgebouw tijdens een warme zomerdag. De ideale temperatuur voor een warmtenet is uiteindelijk maatwerk en ook combinaties van verschillende temperaturen zijn mogelijk. Naast warmtenetten op basis van water, wordt ook gekeken naar collectieve warmteoplossingen op basis van biogas en elektriciteit.

### Bronnen

Een warmtenet is afhankelijk van afnemers (collectief aantal huizen, kantoorgebouwen en publieke gebouwen bijvoorbeeld) en bronnen. In de WiEfm haalbaarheidsonderzoeken zijn de volgende bronnen naar voren gekomen:

#### *Restwarmte*

Restwarmte is warmte die geen nuttige toepassing heeft binnen het productieproces van bedrijven waarvoor het is opgewekt. Binnen WiEfm wordt gekeken naar collectieve toepassingen, bijvoorbeeld door warmte, water, elektriciteit of stoom te benutten dat vrijkomt uit het productieproces van een fabriek. Nog een andere manier van restwarmte is door gebruik te maken van het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie.

#### *Omgevingswarmte*

Omgevingswarmte bevindt zich in lucht, water en bodem (tot 500 meter onder de grond). Onttrekken van warmte aan de lucht gebeurt met warmtewisselaars en -pompen en worden geschaard onder individuele vormen van elektrisch verwarmen, ook mogelijk in combinatie met collectieve vormen. Het onttrekken van warmte aan afvalwater gebeurt collectief met behulp van warmtewisselaars vanuit rioolstelsels (riothermie). Onttrekking van warmte aan oppervlaktewater is ook door middel van de warmtevouchers onderzocht voor zowel warmte- als koudenetten. De bodem (tot 500 meter diepte) wordt gezien als zelfstandige warmtebron, maar die bron kan alleen in stand blijven wanneer die periodiek weer wordt opgewarmd via een warmtepomp. In een gesloten systeem heet dit een bodemlus. Binnen WiEfm is gekeken naar zowel riothermie, oppervlaktewater als bodemlussen.

#### *Aardwarmte/Geothermie*

---

<sup>1</sup> Planbureau voor de Leefomgeving. Toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten in Nederland. Den Haag, 2017.

Aardwarmte of geothermie bevindt zich meer dan 500 meter onder de grond en wordt meestal in collectieve systemen toegepast. Geothermie kan benut worden zonder uitstoot van broeikasgassen en is in grote hoeveelheden en vrijwel continu aanwezig in de Nederlandse ondergrond. Met elke kilometer dieper in de ondergrond, stijgt de temperatuur gemiddeld met 31 graden Celsius. Dat betekent dat op 3-4 kilometer diepte (diepe geothermie) water beschikbaar is van circa 100°C, dat geschikt is voor verwarming van gebouwen. Dat is echter niet overal in Nederland het geval en het is bovendien onzeker of op die diepten overal voldoende water aanwezig is (of aangevoerd kan worden) om de aanwezige warmte naar het oppervlak te transporteren. Er is binnen WiEfm door middel van meerdere haalbaarheidsonderzoeken gekeken naar geothermie, daarbij is meestal gekeken naar meerdere plekken en op meerdere verschillende diepten, voor de best mogelijke plek.

#### *Biomassa*

Als gebruik wordt gemaakt van een biomassaketel of -kachel, worden hierin vaak afvalhout, houtsnippers en/of houtpallets in verbrand. Andere biologische afvalstromen en biomassa zouden bewerkt kunnen worden ten behoeve van verbranding in kachels. Binnen WiEfm zijn meerdere haalbaarheidsonderzoeken voor het gebruik van biomassa als restwarmte gebruikt. Daarbij worden ook verschillende soorten biomassa gebruikt, van houtafval van een fabriek tot groensnippers.

#### *Elektrisch*

Elektriciteit kan meehelpen voor de verwarming van een warmtenet doordat warmtepompen de warmte uit de buitenlucht of uit grond- en oppervlaktewater opwaarderen tot temperatuurniveaus die bruikbaar zijn voor ruimteverwarming en verwarming van productieprocessen. Ze kunnen collectief worden ingezet. Naast elders opgewekte elektriciteit is binnen de WiEfm-haalbaarheidsonderzoeken ook gekeken naar het gebruik van zonnepanelen (PV) al dan niet in combinatie met zonnecollectoren (zonthermie) en boosters. Dit met het oog om gebouwen all-electric te kunnen verwarmen en voorzien in energiebehoefte. Een andere combinatie met elektriciteit en warmte is de Warmtekrachtkoppeling (WKK), dit houdt het gelijktijdig opwekken van warmte en kracht (elektriciteit) in. In sommige gevallen houdt dit in dat elektriciteit wordt opgewekt en overige warmte wordt weggesluisd via een warmtenet en in andere gevallen komt elektriciteit vrij bij het opwekken van warmte. In de laatste variant wordt de stroom terug geleverd aan het elektriciteitsnet. Power-to-heat is een manier om overtollige elektriciteit die opgewekt wordt in te zetten voor de opwekking van duurzame warmte. Deze elektriciteit zou anders niet gebruikt worden.

#### *Biogas*

Naast water en elektriciteit kan biogas een oplossing bieden voor collectieve warmtevraagstukken. Biogas of biomethaan wordt geproduceerd uit onder meer gft-afval en dierlijke restproducten zoals koeienmest. Als het biogas wordt gezuiverd en gedroogd, kan het op dezelfde kwaliteit worden gebracht als aardgas en heet het groengas. Binnen WiEfm zijn alleen dierlijke restproducten gebruikt voor de productie van biogas in collectieve vorm.

### **Warmtekoppelingstechnieken**

Het koppelen van warmte van bron naar afnemer vereist een goede afstemming van (rest) warmteaanbod en -vraag op basis van passende technieken en een goede planning van investeringen in warmtedistributienetten. Uit de WiEfm-haalbaarheidsonderzoeken zijn de volgende warmtekoppelingstechnieken naar voren gekomen:

#### *WKO*

Een belangrijk probleem bij het koppelen van warmte is dat de afnemer niet altijd tegelijk warmte nodig heeft op het moment dat dit bij de bron wordt opgewekt, daarom is er opslag nodig. Warmte- en koudeopslag (WKO), is een methode om energie in de vorm van warmte of koude op te slaan in de (ondiepe) bodem. Die warmte of koude kan vervolgens weer gebruikt worden in het warmtenet.

#### *Thermische energieopslag*

Een andere belangrijke vorm van opslag binnen WiEfm is thermische energieopslag. Een Ecovat is een opslagsysteem waarbij warmte in de vorm van water wordt opgeslagen en langere tijd op hoge temperatuur

kan worden bewaard, zodat dit benut kan worden op het moment dat een afnemer het nodig heeft. In een ander soort buffer wordt soms geen gebruik gemaakt van water, maar van phase change materials (PCM). Hierbij worden materialen gebruikt zoals zout, dat stolt of smelt en door veranderende gedaantes langer warmte kan vasthouden.

#### *Smart grid*

Een smart grid is een intelligent energienetwerk waar met behulp van een met communicatietechnologieën geïntegreerde infrastructuur (slimme meters) warmtevraag en -aanbod op elkaar wordt afgestemd.

### 3 Kosten en baten warmtetechnieken

Om de vraag: "welke kosten en baten zijn te onderscheiden bij deze verschillende warmtetechnieken?" te beantwoorden wordt gekeken naar de kosten en baten die naar voren zijn gekomen vanuit de 31 warmtevouchers. Het is niet mogelijk om de 31 WiEfm warmtevouchers nauwkeurig te vergelijken betreft kosten en baten in euro's, omdat alle vouchers wezenlijk verschillen van elkaar. De context waarom een bepaalde techniek in het ene haalbaarheidsonderzoek en specifieke plek betaalbaar is en bij het andere onderzoek niet is daarbij van groot belang. Daarom wordt in dit hoofdstuk per warmtenetbron aangegeven welke kosten en baten (voor- en nadelen) er naar voren zijn gekomen in de warmtevoucherprojecten.

#### *Restwarmte*

Restwarmte is bij de meeste warmtevouchers gebruikt als bron voor een warmtenet en in veel gevallen bleek dit de financieel meest aantrekkelijke optie. Vooral restwarmte vanuit industrie, gelegen naast een woonwijk, is een reële optie gebleken voor veel aanvragers. Veel bedrijven in het WiEfm-gebied hebben restwarmte over en om deze te benutten is een nabijgelegen woonwijk de beste optie gebleken als afnemer, mogelijk in combinatie met openbare gebouwen en kantoren. Van belang is hierbij dat de afnemer nabijgelegen is, omdat het temperatuurverlies bij langere afstand de totale kosten kan vergroten. Zowel een kleinschalige als grootschalige aanpak kan bij restwarmte succesvol zijn. Er zijn warmtevouchers waarbij één afnemer tegenover één restwarmtebron exact passend uitkwam, maar er zijn ook succesvolle onderzoeken waarbij meerdere woonwijken als afnemer gekoppeld werden aan meerdere grote restwarmtebronnen om totaal passend uit te komen. Een succesvolle restwarmtekoppeling is dus zeer contextafhankelijk.

#### *Omgevingswarmte*

Het gebruik van riothermie en oppervlaktewater als omgevingswarmte voor een warmtenet is voor veel overheden en bedrijven onontgonnen terrein. Maar het is de moeite waard om dit terrein te ontginnen, omdat uit meerdere WiEfm-warmtevouchers blijkt dat dit op middelgrote en grote schaal (kantoorgebouwen, woonwijken) goed toepasbaar is en financieel haalbaar. Riothermie wordt vaak aangegrepen op het moment dat (een gedeelte van) het riool moet worden vervangen, dan zijn de totale investeringskosten lager, omdat de straat toch al openligt. Riothermie heeft ook genoeg aansluitingen nodig om financieel haalbaar te zijn. WKO kan vooral nuttig zijn voor combinaties van goed geïsoleerde woningen met bedrijfsmatige koeling, zoals in kantoren, datacenters en als seizoensopslag in combinatie met andere warmtebronnen. De bijdrage van WKO aan warmtelevering op lange termijn is dus o.a. afhankelijk van de behoefte aan koeling in een gebied. Bodemlussen hebben net als geothermie te maken met ondergrondse concurrentie, bij een te groot aantal kunnen niet meer lussen gelegd worden en kan het geen eindeloze collectieve warmtebron meer zijn.

#### *Aardwarmte/Geothermie*

Geothermie lijkt vanwege de grote hoeveelheid en continue aanwezigheid in de ondergrond een ideale energiebron. Dat is echter niet overal in Nederland en Duitsland het geval en het is bovendien onzeker of op die diepten overal voldoende water aanwezig is (of aangevoerd kan worden) om de aanwezige warmte naar het oppervlak te transporteren. Naast de natuurlijke mogelijkheid is geothermie ook een dure aangelegenheid vanwege de hoge investeringskosten. Deze kosten kunnen pas worden terugverdiend als geothermie wordt toegepast in grote mate, maar zonder aansluitplicht lijkt dit in het WiEfm-gebied nog lastig. Nog een reden waardoor geothermie niet de meest haalbare optie is binnen de WiEfm vouchers is het fenomeen ondergrondse concurrentie. Hierbij kan een bedrijf of gemeente last hebben van het feit dat er in naastgelegen gebieden al gebruik wordt gemaakt van geothermie en (financiële) mogelijkheden hierdoor voor omliggende bedrijven en gemeenten lastiger worden.

#### *Biomassa*

Biomassa is bij een aantal warmtevouchers de financieel meest aantrekkelijke optie gebleken. Zeker in bosrijke gemeenten of gemeenten waar veel snoeihout of afvalhout als bron en omliggende afnemers voorhanden zijn, is een warmtenet op basis van biomassa een reële optie. Toch zijn er ook een aantal kanttekeningen te maken bij het gebruik van biomassa. Bij een aantal gemeenten bestaan zorgen over de luchtkwaliteit, zeker op plekken

naast beschermde natuurgebieden. Daarnaast lijkt biomassa uiteindelijk geen langdurige grootschalige oplossing vanwege laag energetisch rendement, fijnstof en de noodzaak voor grootschalig productie.

### *Elektrisch*

Voor het benutten van elektriciteit in combinatie met warmte is schaalgrootte van belang. Het is een aantrekkelijke, flexibele optie als deze uit klimaatneutrale bronnen komt en op kleine schaal of in combinatie met andere opties kan worden ingezet. De beschikbaarheid en betaalbaarheid voor de bijbehorende opslagmethoden zijn bij elektrische oplossingen van groot belang. De disbalans die zonne-energie of zonthermie met zich meebrengt dient te passen bij de mate van warmteafname, anders is een vorm van opslag onvermijdelijk.

### *Biogas*

Biogas is vaak een goede optie in de plattelandsgebieden met genoeg melkveehouderijen door middel van mestvergisters. Constante afnemers (productiebedrijven) van hoge-temperatuurtoepassingen zijn daarbij ook van groot belang, omdat biogas vanuit agrariërs constant geleverd wordt. Biogas is nog voordeliger als gebruik gemaakt kan worden van oude gasleidingen in een gebied, dit kan financieel aantrekkelijk zijn vanwege het wegvallen van (een deel van de) investeringskosten voor een warmtenet. Transport over lange afstanden gaan bij biogas met de juiste leidingen gepaard zonder veel lekverliezen.

<b>Warmtenetbron</b>	<b>Financieel</b>	<b>Schaal</b>	<b>Context</b>
Restwarmte	Restwarmte dichtbij afnemers is snel financieel aantrekkelijk	Succesvoller met meerdere bronnen en afnemers	Afhankelijk van temperatuur en volume bron
Riothermie	Lagere investeringskosten bij openbreken riool	Pas op wijkniveau financieel haalbaar	Toepasbaar op locaties waar het riool doorheen stroomt
WKO	Afhankelijk van de combinatie met warmtebron of warmtepomp	Toepasbaar op kleine en middelgrote schaal	Sterk afhankelijk van behoefte aan koeling
Bodemlussen	Afhankelijk bodem en schaal financieel aantrekkelijk	Toepasbaar op kleine en middelgrote schaal	Afhankelijk van bodem en bestaande lussen in omgeving
Aardwarmte	Hoge investeringskosten	Middelgrote of grote schaal financieel aantrekkelijk	Afhankelijk van diepte en voldoende water
Biomassa	Financieel aantrekkelijk bij omgeving met veel snoeihout/afvalhout	Op verschillende schalen mogelijk	Afhankelijk van houtaanvoer, zorgen over luchtkwaliteit
Zonne-energie	Financieel aantrekkelijk als aanvulling op andere bronnen	Op kleine of middelgrote schaal toepasbaar	Afhankelijk van de zon, disbalans. Opslag belangrijk
Biogas	Financieel aantrekkelijk in omgeving met oude gasleidingen	Op verschillende schalen mogelijk bij koppeling meerdere bronnen	Afhankelijk van omgeving met agrariërs met mestvergisters

*Tabel 1: kosten en baten warmtetechnieken*

## 4 Huidige warmteontwikkelingen WiEfm-regio

Om de vraag: "welke huidige warmteontwikkelingen spelen er in de WiEfm-regio?" te beantwoorden wordt gekeken de warmteontwikkelingen die naar voren zijn gekomen tijdens de WiEfm projectperiode van 1 april 2015 tot 1 april 2019. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen vier verschillende perspectieven: sociaal-cultureel, politiek-juridisch, economisch en technologisch. De analyse is gebaseerd op de kennis en ervaringen die zijn opgedaan en gedeeld tijdens de haalbaarheidsonderzoeken van de warmte vouchers en de future workshops van WiEfm.

### *Sociaal-cultureel*

In de loop van de projectperiode kon binnen WiEfm worden opgemerkt dat er anders gekeken werd naar het belang van de energietransitie. De verwante onderwerpen staan zowel in Nederland (van het gas af) als in Duitsland (Energiewende) hoger op de agenda. In de eerste future workshops werden veel belemmeringen (aansluitplicht voor gas op Nederlandse huizen) en witte vlekken gezien voor het in gang zetten van die transitie. Een aantal van deze belemmeringen en witte vlekken zijn een paar jaar later alweer opgelost. Ook was duidelijk merkbaar dat de vraag naar warmte vouchers steeds populairder werd. In eerste instantie zouden slechts acht vouchers gefinancierd worden, maar vanwege de enorme populariteit in de laatste twee jaar van het project zijn er uiteindelijk 31 gefinancierd. Een ander opvallend aspect is dat warmtenetten zich niet alleen maar in grote steden ontwikkelen, maar ook steeds meer in dorpen en kleinere steden. Kleine warmtenetten op basis van riothermie en biogas komen nu naast de grote warmtenetten in steden te liggen die op basis van restwarmte uit afvalverbrandingsinstallaties en rioolwaterzuiveringsinstallaties zijn gebaseerd.

Een belangrijke sociale factor bij de aanleg van warmtenetten in bestaande wijken is de betrokkenheid van bewoners. Bewoners moeten leren omgaan met nieuwe technieken en moeten hiermee bewust rekening houden. Dit vraagt om regie: mensen moeten betrokken worden bij de omschakeling naar nieuwe energiesystemen. Het bieden van dit extra comfort kan een stimulans zijn om mensen mee te krijgen in de realisatie van een warmtenet; de functie van koeling kan een aangenaam nevenproduct zijn van het warmtenet. Naast het bieden van extra comfort dienen overheden en bedrijven ook rekening te houden met weerstand tegen o.a. biomassa en geothermie. Bij biomassa ontstaan bij een aantal omwonenden de vraag of de luchtkwaliteit op peil blijft, daarbij kunnen luchtonderzoeken uitsluitel bieden. Bij geothermie is er soms angst dat bodemboringen verontreinigingen veroorzaken, het is dan belangrijk voor overheden en bedrijfsleven om transparant te zijn over de voor- en nadelen van geothermie richting bewoners. Een regelmatig terugkerend aspect in de future workshops is veiligheid. Dit is erg belangrijk en deelnemers van de future workshops wezen erop dat eenzelfde situatie zoals bij de gaswinning in Groningen (o.a. het ontbreken van informatie en derhalve geen draagvlak) zich niet mag voordoen. Daarom is het belangrijk dat de burgers betrokken worden en hier is een rol voor de overheid weggelegd.

### *Politiek-juridisch*

In wisselwerking met de sociaal-culturele ontwikkelingen zijn er ook politiek-juridische ontwikkelingen. Een belangrijke mijlpaal hierin is het akkoord van Parijs. Door dit wereldwijde akkoord, dat ook door Nederland en Duitsland is getekend en geratificeerd, is een vliegwieleffect ontstaan voor opstapelende nieuwe politieke ontwikkelingen en wet- en regelgeving. In Nederland heeft dit een rol gespeeld in de kwestie om van het gas af te gaan en de formulering van scherpe klimaatdoelen door kabinet Rutte III. Het meest in het oog springende verschil tussen Nederland en Duitsland is de ruime beschikbaarheid van gas in Nederland en de mate waarin de hele Nederlandse maatschappij, o.a. qua wet- en regelgeving is ingericht op het aardgas. Dit betreft enerzijds een in Nederland bestaande aansluitplicht en anderzijds het feit dat in Nederland de huizen in het algemeen slechter geïsoleerd zijn dan Duitse huizen. Deze aansluitplicht is per 1 juli 2018 in Nederland afgeschaft. In Duitsland is het beleid veel meer gericht op het terugdringen van CO<sub>2</sub>, alhoewel in het nieuwe regeerakkoord in Nederland nu ook het in grote mate terugdringen van de CO<sub>2</sub> uitstoot als doelstelling is vastgelegd. Op lager niveau kunnen bestemmingsplannen en daarop af te stemmen vergunningen soms een belemmering vormen, want ook al is de businesscase rond, dan nog kunnen regels de realisatie van het warmtenet in de weg staan.



### *Economisch*

Ook op economisch gebied zijn er de afgelopen jaren een aantal warmteontwikkelingen geweest. Binnen de warmtevouchers van WiEfm is duidelijk geworden dat er meer open warmtenetten zijn onderzocht, waarbij een combinatie van verschillende bronnen wordt gebruikt. Een warmtenet op basis van lagere temperaturen ligt daarbij voor de hand. Warmtenetten zijn nog steeds financieel vaak lastig haalbaar. Een spanningsveld ontstaat met name rond de vraag naar de kosten, aangezien een warmtenet voor een hogere energierekening zorgt. Daarbij moet worden gekozen voor een lange termijninvestering.

Gemeenten proberen daarom het juiste moment te kiezen om dit financieel rond te krijgen. Dat kan zijn op het moment dat een straat of het riool wordt opengebrouwen, op dergelijke momenten zijn de aanlegkosten van een warmtenet lager, de straat ligt immers toch al open. Ook proberen gemeenten te sturen op gebruik van warmtenetten bij de aanleg van nieuwbouwwijken, de aansluiting op gas wordt daarin steeds minder vanzelfsprekend. In Nederland wordt het aardgas door sommige gemeenten als te goedkoop beschouwd en alle kosten van het aardgasnetwerk worden niet aan de eindverbruiker doorberekend. De kosten van warmtenetten mogen niet hoger uitvallen dan nu het geval is bij aardgas. De gasprijs zal derhalve in sommige gebieden omhoog moeten richting de reële kostprijs om warmtenetten te kunnen realiseren. In Duitsland speelt dit probleem minder, maar daar spelen andere belemmeringen. Wat betreft de daadwerkelijke totstandkoming van warmtenetten moeten daar bureaucratische belemmeringen inzake planning- en bouwrecht en fiscale regeling worden verminderd; m.n. het bijhouden van een registratiesysteem voor een blokverwarmingscentrale ("Blockheizkraftwerk", BHKW) wordt expliciet genoemd.

Door over te schakelen van verwarming op basis van gas naar warmtenetten krijg je te maken met de eigendomssituatie van woningbezitters (woningcorporaties en particulieren). Mensen worden daarmee gedwongen om aanpassingen te doen in hun woning. Bij nieuwbouw geeft dit geen problemen, want een woning wordt dan als zodanig ontworpen, maar bij renovatie kan dit belemmeringen geven. Bij blokverwarming is het gemakkelijker om over te schakelen naar andere systemen. De energiedichtheid van de wijk (warmtevraag per oppervlakte) bepaalt de haalbaarheid van een warmtenet. Energiecoöperaties kunnen ook ondersteuning bieden bij de financiering van warmtenetten omdat investeerders in de klassieke zin van het woord vaak te hooggespannen verwachtingen hebben wat betreft de return on investment. Zo mogelijk kan ook een risicofonds (met ondersteuning van lokale banken) worden opgezet om het risico van de solvabiliteit van de contractpartners af te dekken.

### *Technologisch*

Zowel in Nederland als in Duitsland liggen al jarenlang een aantal (kleine) warmtenetten die wijken of bedrijven verwarmen, veelal op basis van restwarmte. Technologisch zijn er de afgelopen jaren ook ontwikkelingen waar te nemen op warmtegebied. Zonnepanelen worden steeds efficiënter en met het veranderende klimaat vallen daar steeds meer zonnestralen op, ook binnen het WiEfm-gebied. De afgelopen jaren zijn er ook een aantal onderzoeken uitgevoerd op het gebied van oppervlaktewater door Nederlandse waterschappen, die laten zien dat er voor deze bron grote kansen liggen. Veel gemeenten kijken niet alleen meer naar restwarmte, maar steken onderzoek naar een warmtenet breed in. Op het gebied van oppervlaktewater en riothermie zijn pas recent meer gemeenten zich gaan verdiepen. Ook de adoptiebereidheid van nieuwe technologieën is gestegen bij gemeenten, gemeenten lijken op basis van de warmtevouchers steeds meer bereid om warmtenetten in te steken op basis van nieuwe technologieën.

## 5 Toekomstige ontwikkeling warmtemarkt

Om de vraag "Hoe zal de warmtemarkt zich ontwikkelen" te beantwoorden wordt gekeken naar de uitkomsten die naar voren zijn gekomen uit de WiEfm future workshops ("Zukunftswerkstätten"). Tijdens deze interactieve sessies hebben vertegenwoordigers van bedrijven, overheden en intermediaire organisaties o.a. naar trends en toekomstige ontwikkelingen gekeken.

### **Warmtemarkt van de toekomst**

In het kader van de vierde WiEfm future workshop in Steinfurt stond het thema "warmtemarkt van de toekomst" centraal. Het onderwerp werd benaderd vanuit drie verschillende invalshoeken. Er werd gekeken naar economische en duurzame warmteconcepten, de randvoorwaarden voor deze concepten en de manier waarop men tot decentrale warmtetransitievizies komt in de WiEfm regio.

#### *1. Economische en duurzame warmteconcepten*

De eerste workshop richtte zich op technologie, leveringszekerheid, emissies en primaire energie. Hierbij werd ook de vraag gesteld hoe efficiënt de huidige energiebronnen voor duurzame warmte zijn. Daarnaast is er gesproken over de technologische mogelijkheden om het op grote schaal zonder aardgas te stellen en welke ontwikkelingen en innovaties van belang zijn voor deze warmtetransitie. Een van de essentiële uitkomsten van deze workshop was dat er niet één duurzame warmtebron is, maar dat in toekomst de mix van verschillende warmtebronnen en technieken cruciaal zullen zijn. Vanuit technisch oogpunt is het dus mogelijk om aardgas geleidelijk af te bouwen en over te schakelen op een duurzame warmtevoorziening. Daarvoor zijn naast de bovengenoemde mix van energiebronnen ook intelligente netwerken met warmte- en elektriciteitsopslag nodig. Oplossingen voor de levering van hernieuwbare warmte moeten breed worden geaccepteerd en dit vereist ook de betrokkenheid van politici en wetgevers bij deze kwestie. Daarnaast kwam naar voren dat de warmtetransitie een ontwikkeling naar een evenwichtige verhouding tussen vraag en aanbod van duurzame warmte vereist. Waterstof kan daarbij als brandstof dienen en de kloof tussen de sectoren warmte, elektriciteit en mobiliteit overbruggen. Innovaties in kleinschalige geothermische energie zijn eveneens een belangrijk aspect en ook koeling wordt steeds belangrijker voor een constante warmtelevering.

#### *2. Randvoorwaarden voor duurzame warmteconcepten*

In de tweede workshop stond het juridische kader centraal. Er werd gekeken naar de juridische en politieke situatie in Nederland en Duitsland en de betrokken stakeholder en trends. Wat Nederland en Duitsland gemeen hebben, is dat de verwarmingsmarkt tegenwoordig in beide landen niet bijzonder gereguleerd is en dus veel vrijer is dan de elektriciteits- of gasmarkt en dit waarschijnlijk in de komende jaren ook zo zal blijven. Een wezenlijk verschil tussen beide landen is dat er veel gemeentelijke nutsbedrijven (Stadtwerke) in Duitsland zijn, terwijl de energievoorziening in Nederland is geprivatiseerd. Het voordeel van privatisering is dat de kosten lager uitvallen. De gemeentelijke nutsbedrijven in Duitsland hebben daarentegen het voordeel dat ze een verbinding met de regio hebben en dat er geld terugvloeit naar de gemeentelijke kas. Deze inkomsten kunnen vervolgens worden geïnvesteerd in lokale energieprojecten. In Nederland is er geen gemeentelijke investeerder en bevoegde instantie voor de warmtetransitie. Met deze verschillen moet ook in toekomst rekening mee worden gehouden.

#### *3. Van gas los – Hoe komen we tot decentrale warmtetransitievizies?*

Het onderwerp van de derde workshop, "Van gas los – Hoe komen we tot decentrale warmtetransitievizies", zal in de komende jaren een cruciale rol spelen, vooral in Nederland. "Van gas los" – de uitfasering van het Nederlandse aardgas – is nu al een dringende noodzaak geworden door de aardbevingen in Groningen. Maar ook Duitsland moet toewerken naar een aardgasvrije warmtevoorziening om van deze overgangstechniek over te stappen op een duurzame basis voor warmte. Volgende vragen staan bij toekomstige ontwikkelingen centraal: "Hoe gaan we vooruit?", "Hoe kunnen we alle stakeholders betrekken bij het onderwerp warmtetransitie?", "Hoe kunnen we de juiste opties bieden?" en "Hoe wordt het onderwerp voor iedereen relevant en aantrekkelijk?" Nationale en lokale overheden zullen ook in de toekomst een belangrijke rol spelen wat betreft de warmtetransitie. In een eerste stap moet de gemeente of stad duidelijkheid scheppen over het

onderwerp warmtetransitie en vervolgens passende bepalingen schrijven in haar doelstellingen op het gebied van energie en milieu.

### Van gesloten naar open warmtenetten

De uitkomsten uit de WiEfm future workshops laten zien dat de warmtemarkt van de toekomst anders zal uitzien dan nu. Er kwam duidelijk naar voren dat warmtenetten in toekomst over zullen gaan in open warmtenetten waarop verschillende aanbieders actief zijn en verschillende (duurzame) warmtebronnen en technieken toegepast zullen worden. Recente studies onderbouwen deze assumptie. In open warmtenetten kan bijvoorbeeld het potentieel aan restwarmte veel beter benut worden en kunnen bedrijven met fluctuerende hoeveelheden restwarmte ook leverancier worden zonder dat de warmteafnemers tijdelijk in de kou komen te zitten. Op die manier kunnen relatief kleine hoeveelheden restwarmte worden gebundeld, waardoor benutting economisch aantrekkelijker wordt. Ook bij kleine afstanden tussen bron en afnemer zijn open warmtenetten nuttig omdat ze profielverschillen tussen aanbod en vraag kunnen dempen door middel van koppeling met ondiepe ondergrondse buffers.

Vanuit het oogpunt van duurzaamheid en maatschappelijk belang is dus de realisatie van open warmtenetten aantrekkelijk. Dit wordt ook bevestigd door andere recente studies, voornamelijk de beleidsstudie "Toekomstbeeld Klimaatneutrale warmtenetten in Nederland" (2017) van het Planbureau voor de Leefomgeving en de whitepaper "Lekker warm zonder aardgas" (2018) van TNO en ECN. Volgens deze studies zullen warmtenetten van de toekomst de voordelen van bestaande netten behouden en de huidige nadelen wegnemen of minimaliseren. De belangrijkste verdienste is dat door verbeterde flexibiliteit de betaalbaarheid, de duurzaamheid en de toekomstbestendigheid significant zullen worden verbeterd. Dat is in het belang van de verschillende stakeholders die betrokken zijn bij de warmtetransitie in de WiEfm regio (en daarbuiten), zoals warmteproducenten, netbeheerders, energieleveranciers, gemeenten, en regionale samenwerkingsverbanden. Met het oog op de huidige ontwikkelingen kan geconcludeerd worden dat er zowel in Duitsland als in Nederland toegewerkt zal worden naar een ander type warmtenet met een dynamisch aanbod- en afnameprofiel en dus een minder hiërarchisch netwerkstructuur. Toekomstige warmtenetten zullen een slim en integraal ontwerp kennen en in staat zijn verschillende typen gebruikers van warmte te voorzien. Er zal dus minder op pieklast en worst-case scenario's worden ontworpen en meer op de specifieke behoefte. Hierdoor zullen ook de assetkosten dalen. De realisatie en het op gang brengen van bovenstaande ontwikkelingen zal aanvankelijk hoge investeringskosten vragen. Maar volgens de experts zal de investering ruimschoots terugverdiend worden als de concepten werken. Aanpassingen in de regelgeving zijn echter noodzakelijk om ervoor te zorgen dat partijen de nieuwe concepten ook kunnen toepassen en dat decentrale partijen de energiemarkten onder dezelfde voorwaarden kunnen betreden als centrale partijen. Onderstaand tabel laat de verschillen tussen klassieke warmtenetten en toekomstige warmtenetten op hoofdlijnen zien.

	<b>Klassieke warmtenetten</b>	<b>Toekomstige warmtenetten</b>
<b>Warmtebron</b>	Veelal één grote (fossiel gestookte) warmtebron	Meerdere minder grote (en niet fossiele) warmtebronnen
<b>Temperatuur</b>	Doorgaans één hoge temperatuur	Verschillende temperaturen/flexibel
<b>Aanbod- en afnameprofiel</b>	Redelijk voorspelbaar	Flexibel/dynamisch
<b>Netwerkstructuur</b>	Hiërarchisch (transport en distributienet door één aanbieder)	Minder hiërarchisch, verschillende aanbieders
<b>Ontwerp</b>	Seriële aanpak bij ontwerp met bestaande tools en technieken	Nieuwe ontwerpmethode en innovatieve tools & technieken
	Ontwerp op pieklast en worst-case scenario's	Slim ontwerp (op specifieke behoefte)
<b>Investering (korte termijn)</b>	Laag	Hoog
<b>Kosten (lange termijn)</b>	Hoog	Laag

Tabel 2 Verschillen tussen klassieke en toekomstige warmtenetten

## 6 Technische ontwikkelingen en innovaties

Om de vraag "Welke technische ontwikkelingen worden verwacht op het gebied van warmte?" te beantwoorden dienen de resultaten uit de haalbaarheidsonderzoeken van de warmtevouchers als informatiebron om trends te identificeren betreft warmtetechnieken. Daarnaast wordt gekeken naar uitkomsten uit recente studies, voornamelijk de beleidsstudie "Toekomstbeeld Klimaatneutrale warmtenetten in Nederland" (2017) van het Planbureau voor de Leefomgeving.

### Verwachte ontwikkelingen ten opzichte van warmtebronnen en -technieken

In het kader van de 31 WiEfm warmtevoucherprojecten stonden verschillende warmtebronnen/-technieken centraal. Zoals eerder in dit rapport gesteld, zijn er in de haalbaarheidsstudies voor- en nadelen naar voren gekomen betreft de huidige warmtebronnen en - technieken (zie hoofdstuk 3). In het volgende overzicht worden deze warmtebronnen/-technieken nader geanalyseerd wat betreft hun toekomstperspectief en levensvatbaarheid.

Warmtebron	Toekomstperspectief
Biogas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biogas zal in de toekomst vooral gebruikt worden voor hoge-temperatuurtoepassingen (HT-warmte) in de industrie en voor transport over lange afstanden en niet voor ruimteverwarming.</li> <li>• De productiekosten van biogas (uit biomassa) zullen voorlopig nog hoog blijven omdat het toekomstige aanbod van duurzaam geproduceerde biomassa in de WiEfm regio en (hoogstwaarschijnlijk) beperkt is.</li> </ul>
Biomassa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De (huidige en) toekomstige beschikbaarheid van duurzaam geproduceerde biomassa is beperkt.</li> <li>• Vanuit energetisch oogpunt zal het in toekomst aantrekkelijker zijn biomassa te benutten voor grootschalige productie van transportbrandstoffen, methaan en chemicaliën.</li> <li>• Kleinschalig verbranden van biomassa leidt tegenwoordig vaak tot lokaal verhoogde concentraties van fijnstof in de buitenlucht, die lokaal voor veel overlast kunnen zorgen en op de lange termijn nadelig zijn voor de volksgezondheid.</li> <li>• Ondanks het feit dat biomassa een wijdverspreide warmtebron is in de WiEfm regio (financieel aantrekkelijk bij omgevingen met veel snoeihout/afvalhout), zal deze warmtebron op lange termijn een minder belangrijke rol spelen voor het verwarmen van de bebouwde omgeving.</li> </ul>
Restwarmte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restwarmte zal ook in toekomst zowel individuele (interne) als collectieve (externe) toepassingen kennen.</li> <li>• Restwarmte zal (op lange termijn) voornamelijk afkomstig zijn van niet-fossiele bronnen of van fossiele bronnen waarbij de broeikasgassen zijn afgevangen.</li> <li>• De transitie zal vermoedelijk leiden tot minder energieverlies in productieprocessen en daardoor tot een kleiner potentieel aanbod van restwarmte.</li> <li>• Desondanks zal het benutten van restwarmte ook in toekomst een effectieve manier blijven om de uitstoot van broeikasgassen te verlagen en de efficiëntie van het energiesysteem te verhogen.</li> <li>• Dat vereist echter een goede afstemming van (rest)warmteaanbod en -vraag en een goede planning van investeringen in warmtedistributienetten.</li> </ul>
Omgevingswarmte en Warmte-koude-opslag (WKO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Omgevingswarmte bevindt zich in lucht, water en bodem. Op lange termijn zou de bodem vooral gebruikt kunnen worden als een opslag van warmte en koude (WKO) en niet zozeer als zelfstandige energiebron.</li> <li>• WKO zal op lange termijn wat minder geschikt zijn voor toepassing bij goed geïsoleerde gebouwen omdat die (in het Nederlandse en Duitse klimaat) vrijwel niet gekoeld hoeven worden.</li> <li>• Mocht de behoefte aan koeling wel toenemen (als door klimaatverandering de buitentemperatuur in de zomer stijgt), kan WKO vooral nuttig zijn voor combinaties van goed</li> </ul>

	<p>geïsoleerde woningen met bedrijfsmatige koeling, zoals in kantoren, datacenters of voor voedselconservering, en als seizoensopslag in combinatie met geothermie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De bijdrage van WKO aan warmtelevering op lange termijn is dus afhankelijk van de behoefte aan koeling in een gebied.</li> </ul>
Aardwarmte/ Geothermie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geothermie heeft het potentieel om in toekomst als ideale energiebron te dienen. Aardwarmte veroorzaakt geen uitstoot van broeikasgassen, is in grote hoeveelheden en vrijwel continu aanwezig in de Nederlandse en Duitse ondergrond.</li> <li>• Door aansluiting op een open warmtenet kan geothermie beter worden benut. Gebieden met veel geothermie kunnen zo verbonden worden met plaatsen met grote warmtebehoefte.</li> <li>• Echter is aardwarmte niet overal in Nederland en Duitsland het geval en het is bovendien onzeker of op die diepten overal voldoende water aanwezig is (of aangevoerd kan worden) om de aanwezige warmte naar het oppervlak te transporteren.</li> <li>• Gezien het feit dat aardwarmte of geothermie zich meer dan 500 meter onder de grond bevindt, zullen er ook in toekomst hoge investeringskosten aan gekoppeld zijn.</li> </ul>
Elektrisch verwarmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deze energiebron zal vooral toegepast worden op gebieden waar woningen alleen zijn aangesloten op een stroomnet.</li> <li>• Modernere technieken, zoals infraroodinstallaties en warmtepompen zijn hierbij het meest efficiënt en zullen daarom steeds vaker toegepast worden.</li> <li>• Elektriciteit lijkt een aantrekkelijke, flexibele, klimaatneutrale energiebron voor verwarming (op voorwaarde dat die uit fossielvrije energiedragers is opgewekt).</li> <li>• In de toekomst zal de beschikbaarheid van betaalbare opslagmethoden voor stroom en/of warmte en zullen de kosten van de benodigde netverzwaring bepalend zijn voor de mate waarin elektrisch verwarmen kan worden toegepast.</li> </ul>

Tabel 3: Toekomstperspectief per warmtebron en -techniek

### Verwachte trends en innovaties

Naast de verwachte ontwikkelingen wat betreft de huidige (koolstofarme) warmtebronnen en -technieken worden er ook andere innovaties verwacht op het gebied van warmte.

#### *Warmtecascladering*

Om de efficiëntie van het systeem te vergroten, is het nodig gebruikers met verschillende typen warmtebehoefte aan elkaar te koppelen door middel van warmtecascladering. Gebruikers die warmte van een hoge temperatuur nodig hebben worden hierbij als eerste beleverd. Hun restwarmte wordt vervolgens aan gebruikers geleverd die behoefte hebben aan een lagere temperatuur. Om de efficiëntiewinst van cascladering maximaal te benutten, moeten in toekomst de ruimtelijke configuratie van verschillende typen warmtevragers afgestemd worden op de configuratie van het warmtenet (en andersom). In woonwijken kunnen dus bijvoorbeeld goed geïsoleerde woningen gecombineerd worden met slechter geïsoleerde gebouwen. Een andere mogelijke optie is bijvoorbeeld om gebouwen die vooral overdag verwarmd moeten worden (zoals kantoren en bedrijven) te combineren met woningen die vooral warmte nodig hebben tijdens de overgang van dag naar nacht. Ook het verbinden van woningen en kassen biedt goede mogelijkheden voor warmtecascladering.

#### *Marktplaats voor warmte*

De warmtemarkt zal dus in toekomst meer gaan lijken op een gewone markt. Nu is er vaak maar één aanbieder per warmtenet. Dit zal in de toekomst veranderen. Een open warmtenet zal een toegesneden systeem nodig hebben om de kosten van het netwerk te verdelen over zijn gebruikers, om een redelijke beloning vast te stellen voor de producenten van warmte. En om een redelijke prijs te bepalen voor de leveranciers die de afnemers bedienen. Op een dergelijk marktplaats kunnen alle wensen en mogelijkheden van aanbieders en afnemers vertaald worden in een prijs voor warmte waarmee leveringen onderling verrekend kunnen worden. De waarde van warmte is daarbij van meerdere factoren afhankelijk:

- de temperatuur;
- het aangeboden volume;
- de plaats;
- het tijdstip waarop en de periode waarin het aangeboden wordt;

- de betrouwbaarheid van de levering;
- de betalingsbereidheid van de afnemer, gerelateerd aan het type toepassing.

Een dergelijk platform bestaat op dit moment nog niet, maar zou gemodelleerd kunnen worden naar bestaande handelsplatformen voor elektriciteit.

#### *Carbon Capture and Storage innovaties*

Warmtenetten zouden in toekomst ook gevoed kunnen worden met warmte van fossiele bronnen, maar dan alleen onder de voorwaarde dat de daarbij vrijkomende broeikasgassen worden afgevangen en worden opgeslagen met behulp van innovaties of nuttig worden toegepast.

#### *Koppeling van warmtesystemen en stroomnetten*

Volgens recente studies biedt de koppeling van het elektriciteitssysteem aan warmtesystemen mogelijkheden om de onbalans die in beide systemen kan optreden beter te bufferen. Door groei van de (wisselvallige) productie van groene stroom zullen op termijn tijdelijke stroomoverschotten ontstaan, die tegen zeer lage marginale kosten benut kunnen worden voor productie van warmte. Op kleine schaal blijkt dit nu al rendabel te zijn en wordt inmiddels ingezet om stroomproductie en -vraag beter op elkaar af te stemmen. Een andere koppeling tussen beide systemen zou kunnen ontstaan als op termijn (ultradiepe) geothermie tot ontwikkeling komt, die kan worden ingezet voor de productie van elektriciteit in combinatie met levering van de restwarmte aan een warmtenet. In andere landen, zoals IJsland en de Verenigde Staten, wordt dit reeds toegepast.

#### *Koeling met warmtenetten*

Een warmtenet heeft als belangrijk voordeel dat gebouwen er ook mee gekoeld kunnen worden. Dit heeft een positieve waarde, zeker ten opzichte van het huidige aardgas. Het bieden van dit extra comfort kan een belangrijke factor zijn om mensen mee te krijgen in de warmtetransitie.

## 7. Strategieën voor de warmtemarkt van de toekomst

Om de vraag "Welke strategieën zijn er mogelijk voor de warmtemarkt van de toekomst?" te beantwoorden wordt gekeken naar de uitkomsten uit de WiEfm future workshops ("Zukunftswerkstätten"). Daarnaast borduurt de analyse voort op verschillende studies die aansluiten op de kennis die is opgedaan in het kader van WiEfm, zoals de beleidsstudie "Toekomstbeeld Klimaatneutrale warmtenetten in Nederland" (2017) van het Planbureau voor de Leefomgeving en de whitepaper "Lekker warm zonder aardgas" (2018) van Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) en TNO.

### Verschillende stakeholders in de warmtemarkt van de toekomst

Voordat er op strategieën voor de warmtemarkt van de toekomst ingegaan kan worden, is het belangrijk om eerst de verschillende stakeholders en hun behoeftes in de warmtetransitie nader te bekijken.

In het kader van de WiEfm future workshops kwamen een aantal aandachtspunten naar voren wat betreft het realiseren van warmtenetten in de WiEfm regio. Hierbij is rekening gehouden met de verschillende stakeholders die een rol spelen in de warmtetransitie. Dit zijn zowel de nationale als vooral ook de lokale overheden, de eigenaren/huurders/bewoners, de woningbouwcorporaties, de bedrijven (als producenten en afnemer van warmte) en intermediairs. Onderstaand tabel geeft een overzicht van de belangrijkste aandachtspunten per stakeholdergroep.

Stakeholder	Aandachtspunten
Nationale overheid	<ul style="list-style-type: none"><li>• heeft de rol van initiator en facilitator.</li><li>• moet op lange termijn zekerheid creëren wat betreft de planning van warmtenetten (bijv. duidelijke uitspraken worden verwacht inzake technologieën, energiebronnen en wettelijke kaders).</li><li>• heeft diverse sturingsinstrumenten vanuit de wet- en regelgeving om warmtenetten te bevorderen richting de stakeholders (bijv. belemmering inzake planning- en bouwrecht).</li><li>• kunnen via verschillende fiscale prikkels het gebruik van warmtenetten stimuleren (bijv. subsidiëring, startfinanciering).</li></ul>
Lokale overheden	<ul style="list-style-type: none"><li>• voeren zelf regie wat betreft de warmtetransitie.</li><li>• moeten de rollen vervullen van initiator en regisseur tot coördinator, begeleider en ondersteuner.</li><li>• zijn in de lead wat betreft het aanjagen en realiseren van warmtenetten en het creëren van draagvlak.</li><li>• moeten nauw samenwerken met andere stakeholders in de warmtetransitie (o.a. woningbouwcorporaties, wijkinitiatieven en bewoners).</li><li>• moeten bij het opstellen van maatregelen rekening houden met lokale specificaties (verschillende soorten woningen met verschillende behoeftes).</li><li>• zijn in staat om "smart solutions" te bevorderen rond de aanleg van warmtenetten (door bijv. de aanleg van een breedbandnetwerk, vervanging van de riolering of renovatieplannen te combineren met de aanleg van een warmtenet).</li></ul>
Huiseigenaren, huurders, bewoners	<ul style="list-style-type: none"><li>• willen duurzame warmte, maar willen niet meer betalen dan voor aardgas.</li><li>• hebben behoefte aan duidelijke communicatie over maatregelen en gemeentelijke plannen.</li><li>• vinden veiligheid en betrouwbaarheid van warmtenetten belangrijk.</li></ul>
Bedrijven	<ul style="list-style-type: none"><li>• vinden het thema "warmtenetten" te complex.</li><li>• willen geïnformeerd worden over de mogelijkheden wat betreft de deelname in de warmtemarkt.</li><li>• hebben ondersteuning nodig van een neutrale en onafhankelijke derde (bijv. "warmtenetmanager").</li></ul>
Netbeheerders (en Stadtwerke in DE)	<ul style="list-style-type: none"><li>• kunnen als "backbone" in de warmtetransitie optreden.</li><li>• kunnen faciliteren dat de aanleg voor warmtenetten gecombineerd wordt met de aanleg van andere leidingen en kabels.</li></ul>

Intermediairs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ontbreken op dit moment nog in de WiEfm regio.</li> <li>• zouden een verbindende schakel en drijvende kracht kunnen zijn.</li> <li>• zouden de verschillende stakeholder bij elkaar kunnen brengen, vragen beantwoorden en het proces en goede banen kunnen leiden.</li> <li>• zouden vanuit de (lokale) overheden aangeboden kunnen worden in vorm van een "serviceloket".</li> <li>• WiEfm partners FH Münster, Stichting KiEMT, Saxion Hogescholen en Duitse regionale ontwikkelingsmaatschappijen [Wirtschaftsförderer] zouden deze rol van intermediair, kennisbron en onafhankelijke derde kunnen vervullen.</li> </ul>
---------------	--

*Tabel 4: Aandachtspunten per stakeholder in de warmtetransitie*

### **Warmtestrategie voor de WiEfm regio**

Er ligt een grote ambitie voor verduurzaming in de WiEfm regio. In 2050 dient de energie- en warmtevoorziening geheel emissievrij te zijn en dus geen CO<sub>2</sub> uit te stoten. Een grote opgave als we beseffen dat de warmtevraag circa 4 maal zo groot is als de elektriciteitsvraag. Maar hoe verwarmen we dus de gebouwde omgeving in de toekomst zonder aardgas? Zoals in dit rapport toegelicht, blijkt een open warmtemarkt de beste kansen te creëren voor verduurzaming tegen de laagste maatschappelijke kosten. Een marktplaats, waar vraag en aanbod bij elkaar komen, en een open warmtenet, waar verschillende partijen toegang tot hebben zal hierbij onmisbaar zijn.

Maar hoe zetten we alles in beweging? Lokale overheden hebben de regie gekregen en staan het dichtst bij de burger. Zij hebben de opgave om ervoor te zorgen dat burgers op de hoogte zijn, dat ze weten wanneer de aardgasvoorziening in hun wijk stopt en dat er alternatieven beschikbaar zijn. Dat vereist tact, goede uitleg, duidelijkheid, uitzicht op eerlijke en betaalbare alternatieven en vooral ook wederzijds vertrouwen tussen burger en overheid. Daarnaast zullen fiscale regelingen een cruciale rol spelen bij de warmtetransitie (bijv. door verlichting tot warmteaansluiting en hoge energiebelasting op CO<sub>2</sub>). Zolang de warmtenetten met het goedkope aardgas moeten concurreren blijven grote risico's en huidige drempels voor de realisatie van nieuwe (open) warmtenetten bestaan.

In het kader van WiEfm is duidelijk geworden dat de aanleg van nieuwe warmtenetten een belangrijke bijdrage zal leveren aan de transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem in de WiEfm regio (en in heel Nederland en Duitsland). Toekomstige warmtenetten zullen een aantal overeenkomsten vertonen met de huidige warmtenetten. Transportleidingen zullen warmtebronnen verbinden met lokale distributienetten die het warme water bij de verbruikers brengen en het afgekoelde water terugvoeren naar de bron. Met pompen, hulpketels en buffers wordt gezorgd voor een goed functionerende warmtevoorziening die te allen tijde kan voorzien in de gewenste warmtevraag. Echter zullen toekomstige warmtesystemen in de praktijk vele varianten krijgen, afgestemd op lokale omstandigheden en behoeftes van de verschillende stakeholder die sterk kunnen variëren. Het zijn dus lokale en regionale factoren die de doorslag zullen geven bij de beslissing om al dan niet een warmtenet met specifieke warmtetechnieken te realiseren. Daarbij zal de vraag centraal staan hoe warmtenetten worden gevoed, dus welke technieken, fabrieken en industrieën de warmte aan het netwerk leveren.

Daarnaast moet er rekening worden gehouden met de strategische agenda's van de provincies en warmtestrategieën moeten daarop aangepast worden. Het Land NRW heeft een eigen Klimaatplan met als doelstelling om tot 2020 een vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot te realiseren van 26% (uitgaande van het basisjaar 1990), tot 2030 een vermindering van 44% en minimaal 80% tot 2050. Het Münsterland als regio heeft geen eigen klimaatdoelstellingen. De provincies Gelderland en Overijssel hebben ieder hun eigen klimaatplannen; Gelderland kent het Gelders Energie Akkoord waardoor Gelderland in 2050 klimaatneutraal moet zijn. Bij dit Klimaatakkoord zijn vele partijen betrokken (o.a. bedrijfsleven, gemeenten, waterschappen en energiecoöperaties). Overijssel kent "Nieuwe Energie Overijssel" (NEO) met als doelstelling om in 2023 20% energie te halen uit biomassa, bodem, zon en wind. Naast nieuwe energie in de vorm van groen gas, elektra en warmte van eigen bodem gaat het om energiebesparing.



Er kan worden geconcludeerd dat de warmtetransitie om een maatwerk-aanpak vraagt. Lokale factoren en de beschikbare infrastructuur zullen altijd centraal staan als het gaat om de aanleg van nieuwe warmtenetten. Er is dus niet een generieke oplossing wat betreft de warmtetransitie in de WIEfm regio. Strategieën voor de warmtemarkt van de toekomst zullen dus verschillen. Alsnog is in het kader van WIEfm duidelijk naar voren gekomen dat de warmtetransitie een complex multi-stakeholder speelveld is en dat samenwerking tussen de verschillende partijen (rijk – gemeente – bedrijfsleven – bewoners) altijd een cruciale rol zal spelen (zie onderstaand figuur).



Bron: ECN en TNO (2018)

## 8. Conclusie

Met de beantwoording van de deelvragen kan een antwoord worden gegeven op de hoofdvraag: wat zijn de huidige ontwikkelingen op warmtegebied in de WiEfm-regio? En welke ontwikkelingen worden de komende jaren verwacht? In de conclusie wordt kort ingegaan op de antwoorden die naar voren zijn gekomen in de verschillende hoofdstukken die een antwoord vormen op de hoofdvraag.

### *Huidige ontwikkelingen*

In de eerste twee hoofdstukken zijn de warmtetechnieken en innovaties in de WiEfm-regio omschrijven en daarbij zijn ook de voor- en nadelen benoemd. Vervolgens zijn de huidige warmteontwikkelingen beschreven vanuit een sociaal-cultureel, politiek-juridisch, economisch en technologisch perspectief. Daarbij kwam naar voren dat er binnen de huidige ontwikkelingen op warmtegebied een verschuiving plaatsvindt binnen de WiEfm-regio. Het belang van de energietransitie en daarmee ook het belang van warmte is de afgelopen jaren groter geworden voor zowel burger, overheid als het bedrijfsleven. Financieel is het echter vaak nog lastig om een business case met warmte rond te krijgen. Op technologisch gebied zijn er de afgelopen jaren stappen gezet in de omgevingswarmte en wordt er meer vooruitgang verwacht op andere vlakken.

### *Verwachte ontwikkelingen*

Hierna is ingegaan op de warmtemarkt van de toekomst op basis van de door WiEfm gehouden toekomstworkshops. Hieruit bleek een verandering van klassieke naar toekomstige warmtenetten die open, dynamisch en flexibel zijn met verschillende warmtebronnen en een daarop aangepast ontwerp. Een aantal technologische ontwikkelingen spelen een rol bij deze ontwikkelingen. Trends die daarbij verwacht worden zijn warmtemarktplaatsen; een plaats waar warmte wordt uitgewisseld en warmtecascadeering; waarin overtollige warmte op lagere temperatuur wordt doorgezet naar andere gebruikers. Er zijn een aantal strategieën uiteengezet voor omgang met deze verwachte ontwikkelingen. Lokale overheden staan dichtbij de burger en dienen hen daarom goed te betrekken bij warmteontwikkelingen met behulp van communicatie en financiële regelingen. Daarbij dienen zij rekening te houden met de warmteagenda's van hogere overheden. Voor het bedrijfsleven is het van belang om hierin mee te gaan en in samenwerking te zoeken naar nieuwe financiële en technologische mogelijkheden voor de benutting van warmte. Vanwege de verwachte ontwikkelingen gaat er steeds meer gevraagd worden om maatwerk op het gebied van warmte.

## Literatuur

ECN en TNO (2018). Lekker warm zonder aardgas. Beschikbaar op: <https://www.tno.nl/nl/tno-insights/artikelen/hoe-maken-we-nederland-aardgasvrij/>

Oostenbrink (2017). WiEfm Eindrapport “Warmtenetten”; Een reeks van 6 NL – D regionale Future Workshops in het kader van het Interreg V A project Warmte in de Euregio. Beschikbaar op: <http://www.wiefm.eu/wp-content/uploads/2018/02/WiEfm-Eindrapport.pdf>

Planbureau voor de Leefomgeving (2017). Toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten in Nederland; Beleidsstudie. Beschikbaar op: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-toekomstbeeld-klimaatneutrale-warmtenetten-in-nederland-1926.pdf>

WiEfm (2019): Warmte in de Euregio - focuseren en moderniseren; Warmtevoucherboek. Beschikbaar op: [http://www.wiefm.eu/wp-content/uploads/2019/03/Brochure-WiEfm-NL\\_2019\\_digitaal.pdf](http://www.wiefm.eu/wp-content/uploads/2019/03/Brochure-WiEfm-NL_2019_digitaal.pdf)