



## **Thermische Energie: Warmte en Koude voor iedereen!**

### **Auteur**

Dhr. ir. J.I.M. van Ophem  
Dhr. W. E. de Vaal

### **Opdrachtgever**

Programmabureau Klimaat en Energie

### **Projectnummer**

60339

Definitief  
07 december 2010  
58742

Gemeente Amsterdam  
Ingenieursbureau

Thermische Energie Warmte en Koude voor iedereen!

## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding .....</b>	<b>6</b>
1.1. Aanleiding .....	6
1.2. Vraagstelling .....	6
1.3. Werkwijze en rapportage .....	7
<b>2 Huidige situatie en trends .....</b>	<b>8</b>
2.1. Amsterdam maakt werk van Thermische Energie .....	8
2.2. huidige situatie op hoofdlijnen .....	9
2.3. Ontwikkelingen duurzame energie in breder perspectief .....	10
2.4. Ambities en doelen .....	11
2.5. Trends in de vraag .....	12
2.6. Trends in het aanbod .....	14
2.7. Trend ruimtegebruik .....	17
2.8. Resumé .....	17
<b>3 Ontwikkelingen van de vraag .....</b>	<b>19</b>
3.1. Vraag naar Thermische Energie Amsterdam .....	19
3.2. Woningen .....	19
3.3. Zakelijke gebouwen .....	22
3.4. Resumé .....	25
<b>4 Ontwikkelingen in het aanbod .....</b>	<b>26</b>
4.1. Fossiele brandstoffen .....	26
4.2. Duurzaam aanbod warmte .....	26
4.3. Totale aanbod duurzame warmte .....	33
4.4. Duurzame koude .....	34
4.5. Resumé .....	34
<b>5 Afstemmen vraag-aanbod: hoofdlijn .....</b>	<b>36</b>
5.1. Thermische Energie is in Amsterdam vooral aanbod gestuurd .....	36
5.2. Thermische Energie richt zich vooral op nieuwbouw .....	36
5.3. Verschillende temperatuurregimes voor Thermische Energie .....	38
5.4. Onderhoud van thermische systemen .....	39
5.5. Ondergronds ruimtegebruik .....	39

5.6.	Ontwikkelingen beleid en wetgeving .....	40
5.7.	Kralen rijgen of ketting aanleggen.....	40
5.8.	Resumé .....	41
<b>6</b>	<b>Afstemmen vraag-aanbod per gebied.....</b>	<b>42</b>
6.1.	Afwegingsschema voor een gebied .....	42
6.2.	Resumé .....	44
<b>7</b>	<b>Afstemmen vraag-aanbod op stedelijk niveau .....</b>	<b>45</b>
7.1.	Algemeen .....	45
7.2.	Afstemmen van totale warmtevraag en het beschikbare aanbod.....	46
7.3.	Koppelen van gebieden .....	48
7.4.	Resumé .....	50
<b>8</b>	<b>Rollen.....</b>	<b>51</b>
8.1.	Stedelijke regie .....	51
8.2.	Strategisch, tactisch en operationeel niveau .....	51
8.3.	Thermische Energiesystemen: bron, netwerk, gebruiker.....	53
8.4.	Publieke en private rol .....	55
8.5.	Stedelijke organisatie.....	55
8.6.	Resumé .....	55
<b>9</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen .....</b>	<b>57</b>
<b>BIJLAGE 1 – Gesprekkenlijst.....</b>		<b>1</b>
<b>BIJLAGE 2 - Signaallijst .....</b>		<b>2</b>
<b>Literatuurlijst.....</b>		<b>3</b>

## Samenvatting

### Trends

Fossiele brandstoffen zullen op termijn schaarser en duurder worden. De beschikbaarheid in Nederland wordt weliswaar tijdelijk opgerekt met invoer van gas, maar de betrouwbaarheid van levering vermindert daardoor ten opzichte van de huidige situatie. Voor verwarming van woningen en zakelijke gebouwen moeten alternatieven worden ontwikkeld. De noodzaak hiervoor wordt vergroot met de ambities die zijn gesteld met betrekking tot CO2 reductie en klimaatneutraliteit van nieuwbouw.

Met de inzet van afvalwarmte van het Afval Energie bedrijf en de restwarmte van de NUON centrales zijn al belangrijke stappen gezet. In 17 jaar tijd zijn 50.000 woningen aangesloten op stadswarmte. De doelstellingen voor de komende 30 jaar zijn erop gericht om in 2025 100.000 woningequivalenten en in 2040 200.000 woningequivalenten aangesloten te hebben op het warmtenet.

### Thermisch energie netwerk

Amsterdam moet toewerken naar een thermisch energie netwerk en dat netwerk als uitgangspunt gebruiken voor de toekomstige ontwikkelingen op het gebied van Thermische Energie.

Tot nu toe is vooral aanbodgestuurd (vanuit de bronnen) gewerkt bij de ontwikkeling van het warmtenet. Het Thermische Energie netwerk als uitgangspunt kan dat proces doorbreken.

Ook is de ontwikkeling momenteel vooral gericht op nieuwbouw. Voor de bestaande bouw (zowel woningen als zakelijke gebouwen) moet de levering van warmte potentieel binnen bereik komen. Geplande ingrepen bij de bestaande bouw kunnen dan aanleiding zijn tot inzet van Thermische Energie.

Met het aansluiten van de bestaande bouw is er een kans om boven de doelstelling van het aantal geplande aansluiting uit te komen en wordt de dreiging opgeheven, dat de bestaande bouw niet van Thermische Energie kan worden voorzien.

Het thermisch energienetwerk moet zich verder richten op het invullen van de warmtevraag en de koudevraag op een zo duurzaam mogelijke wijze.

Losse gebiedsontwikkelingen kunnen op een natuurlijk moment worden aangetakt op het Thermische Energienetwerk van de stad. Het zogenaamde kralen rijgen.

### Regie op strategisch niveau

Zowel bij warmte als koudelevering is het onderscheid aanwezig tussen de bronnen, het netwerk en de gebruiker. Deze componenten kunnen organisatorisch op verschillende wijze worden ingevuld.

Het is essentieel om op strategisch niveau voor het totale netwerk een sterkere publieke rol te pakken. Regie op het maatschappelijk belang van de duurzaamheid opgave, stedelijke energievoorziening, stedelijk netwerk en schaarste in de (ondergrondse) ruimte. Strategische regie als basis voor het tactische en operationele niveau.

Om deze regie kaders te geven moet een energievisie voor de gehele stad worden opgesteld, met het Thermische Energienetwerk als uitgangspunt. Ook is het noodzakelijk om energievisies voor bestaande gebieden op te stellen. De energievisies voor de nieuwe en bestaande gebieden moeten in de stadsvisie passen.

Een andere belangrijke taak op strategisch niveau is het vergroten van de maatschappelijke acceptatie voor een collectief thermisch Energienetwerk.

Voor het realiseren van een thermisch energie netwerk zijn diverse instrumenten zijn inzetbaar, zoals

- een afwegingsschema voor keuze van Thermische Energie bij de ontwikkeling van (grootstedelijke) gebieden;
- de brandstofmix, balans tussen bronnen en relatie tot verduurzaming naar de toekomst;
- de genoemde energievisies voor nieuwe en bestaande stedelijke gebieden.

### Grote (potentiële) voorraad duurzame Thermische Energie

Amsterdam heeft een warmteaanbod dat vele malen groter is dan de vraag. Dat geeft de mogelijkheid om keuzes te maken voor de inzet van de meest duurzame bronnen.

De inzet van afvalwarmte van het Afval Energie bedrijf is daarvoor een belangrijke basis, vooralsnog aangevuld met restwarmte van NUON. Verduurzaming van dit warmte aanbod is mogelijk met geothermie. Koude warmte opslag (KWO) kan op beperkte schaal een bijdrage leveren voor de verwarming. Deze capaciteit wordt namelijk beperkt door de koudevraag. Voor het goed functioneren van een KWO systeem is een balans nodig tussen de warmtevraag en de koudevraag.

Voor koudelevering zijn er twee duurzame mogelijkheden. Ten eerste de levering met KWO. Het aanbod is over de gehele stad in de ondergrond beschikbaar. De inzet wordt afgestemd op de koudebehoefte. Daarnaast wordt koude geleverd uit de diepe meren. Ten aanzien van de koudebehoefte voor woningen zijn geen ontwerprandvoorwaarden beschikbaar. Deze randvoorwaarden moeten op landelijk of stedelijk niveau worden ontwikkeld.

# 1 Inleiding

## 1.1. Aanleiding

In de Energiestrategie (CE, februari 2010) is uitgeschreven op welke wijze bereikt kan worden dat er in 2040 sprake is van een duurzame energiehuishouding. Waarbij de huidige afhankelijkheid van fossiele brandstoffen fors is afgenomen. Deze afname is noodzakelijk omdat fossiele brandstoffen op termijn schaarser, duurder en slechter leverbaar worden. Uit de Energiestrategie blijkt dat een duurzame warmte- en koudevoorziening onmisbaar is om de doelstellingen van de gemeente te halen.

Tot nu toe is vooral aanbodgestuurd gewerkt bij de ontwikkeling van het warmte- en koudenet. Er zijn de afgelopen jaren veel goede resultaten bereikt op het gebied van het stadswarmtenet, warmte/koudeopslag en toepassing van duurzame koude. Er is nu noodzaak om te komen tot een samenhangend geheel op het gebied van Thermische Energie.

## 1.2. Vraagstelling

Het Programmabureau Klimaat en Energie heeft Ingenieursbureau Amsterdam opdracht gegeven voorstellen te doen voor een overkoepelend geheel voor Thermische Energie. De inzet is te komen tot een samenhangende uitwerking van het onderdeel warmte en koude van de energiestrategie. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de beschikbare documenten en kennis. Onderwerpen die daarbij moeten worden behandeld zijn:

- de samenhang tussen de verschillende technieken;
- het benoemen en adviseren over witte vlekken in het gemeentelijk handelen;
- het ontwikkelen van een afwegingskader voor de toepassing van warmte- en koudetechnieken in Amsterdam, dat op gebieds- en projectniveau hanteerbaar is bij het maken van keuzes;
- het adviseren over belemmering of versnellingen, die voortkomen uit landelijke regelgeving.

Met betrekking tot het gemeentelijk handelen, is in deze opdracht steeds uitgegaan van het maatschappelijk belang van Thermische Energie, vertaald in:

- waarborgen duurzaamheid;
- betrouwbaarheid;
- betaalbaarheid;
- schaarsteverdeling in ruimtegebruik.

### 1.3. Werkwijze en rapportage

Voor deze opdracht zijn de beschikbare documenten en kennis als basis gebruikt. Na een opstartfase zijn gesprekken gevoerd met sleutelpersonen voor een verdieping van het onderzoeksveld. In bijlage 1 zijn de organisaties en personen vermeld. Deze gesprekken hadden betrekking op het onderzoeksveld als totaal: generalistisch en op verschillende details: specialistisch.

Naast voortgangsbesprekingen met de opdrachtgever is gewerkt met een klankbordgroep. Deze klankbordgroep bestond uit de volgende personen: Gerrit Jolink (Programmabureau Klimaat en Energie), Peter Simoes (Afval Energie bedrijf), Johan Kerpershoek (Waternet), Nic Frederiks (Dient Milieu en Bouwtoezicht), Jim van Ophem, Walewijn de Vaal en Marcella Rumpff (Ingenieursbureau Amsterdam). De klankbordgroep had als functie om mee te denken in het gehele proces, contacten aan te geven op het gebied van Thermische Energie, relevante informatie aan te geven en het toetsen van conceptdocumenten.

In het voorliggende rapport worden in hoofdstuk 2 op hoofdlijnen de huidige situatie en de trends weergegeven. De meer specifieke ontwikkelingen van vraag en aanbod worden behandeld in respectievelijk hoofdstuk 3 en 4. In hoofdstuk 5 worden op hoofdlijn de knelpunten beschreven, die de samenhang voor Thermische Energie beperkt. Voor de afstemming op gebiedsniveau en op stedelijk niveau wordt verwezen naar de hoofdstukken 6 en 7. Op welke wijze meer sturing moet worden gegeven aan de verdere groei van Thermische Energie is behandeld in hoofdstuk 8. Conclusies en aanbevelingen zijn vastgelegd in hoofdstuk 9.

## 2 Huidige situatie en trends

### 2.1. Amsterdam maakt werk van Thermische Energie

In Amsterdam wordt op verschillende fronten hard gewerkt aan de uitrol van Thermische Energie. Zo wordt er eind 2010 aan circa 54.000 woning equivalenten warmte geleverd door middel van het stadswarmtenet, zijn er meer dan zestig KWO systemen in de stad gerealiseerd en wordt een aantal meren gebruikt om koude aan te onttrekken.

Wat Amsterdam bijzonder maakt ten opzichte van andere steden in Nederland, is dat hier momenteel een gedachte transitie gaande is, waarbij langzaam de integraliteit tussen de bronnen wordt gezien als belangrijk element om de kloof naar een beoogde duurzame energievoorziening te overbruggen. Niet langer concurrentie tussen de bronnen, maar bundelen van de krachten. Daarin is Amsterdam, zo blijkt ook uit de observaties van buitenstaanders, verder dan andere Nederlandse steden.

Het proces dat heeft geleid tot dit rapport beoogt die ontwikkeling aan te jagen, dit rapport beoogt deze ontwikkeling naar de toekomst toe te versnellen en te kanaliseren.

#### Forse opgave

De ambitie van Amsterdam is groot. In het Milieubeleidsplan 2007-2010 van de gemeente Amsterdam is als doelstelling geformuleerd om de CO<sub>2</sub>-uitstoot ten gevolge van het energieverbruik van Amsterdam in 2025 te reduceren met 40% ten opzichte van het niveau in 1990.

De gemeente Amsterdam heeft haar ambities op het gebied van klimaatdoelstellingen verder verzaamd door als taakstelling 'de CO<sub>2</sub>-uitstoot veroorzaakt door de gemeentelijke organisatie zelf CO<sub>2</sub>-neutraal te maken in 2015' en 'vanaf 2015 klimaatneutraal te bouwen' (september 2008).

De Energievisie 2040 heeft als ondertitel 'brug naar een duurzame energievoorziening' en dat toont naast de ambitie direct ook dat er een grote stap nodig is. Het is niet voldoende om op het kruispunt slechts een andere weg in te slaan, er moet een brug worden overgestoken, om de positieve ontwikkelingen die in Amsterdam al gaande zijn nog verder te kunnen versnellen.

#### Uitdaging

Amsterdam staat anno 2010 op een kruispunt. Gaat het door op de huidige voet met uitrol van Thermische Energie op basis van zelfstandige bronnen, of kiest Amsterdam voor een versnelling door een samenhangend thermisch energienetwerk als uitgangspunt voor ontwikkelingen te nemen, waarbij ook de verdere verduurzaming van de Thermische Energie mogelijk is?

In de Thermische Energie ligt een aantal uitdagingen, hieronder kort genoemd. Later in het rapport komen deze terug.

- Thermische Energie netwerk als uitgangspunt;
- het verder verduurzamen van de bronnen;
- de bestaande stad aansluiten op Thermische Energie;
- (grootstedelijke) Gebiedsontwikkelingen; klimaatneutraal op de korte termijn versus lange termijn.

## 2.2. Huidige situatie op hoofdlijnen

### Nieuwbouw woningen. Motie 'warmte, tenzij...' maatgevend

In december 2005 heeft de gemeenteraad de motie 'warmte, tenzij...' aangenomen. De beleidslijn betekent dat 'de gemeente kiest voor stadsverwarming, tenzij dit om specifieke redenen niet mogelijk is' (bron: Nieuw Amsterdams Klimaat, 2007).

Het besluit heeft een flinke impuls gegeven aan de uitrol van een stadswarmte net in Amsterdam. Veel nieuwbouwgebieden zijn sindsdien aangesloten op het net en ook aanliggende bestaande bebouwing is meegenomen waar dat mogelijk was. De focus in het stadswarmte net ligt op restwarmte, ook in de sturing en advisering vanuit het klimaatbureau en centrale diensten. Om de uitrol van het stadswarmtenet financieel rendabel te maken is het (voor de aandeelhouders, waaronder de gemeente Amsterdam) belangrijk om voldoende afnemers op de stadsverwarming aan te sluiten. Zo kan een rendabele business case worden bereikt.

### Utiliteitsbouw: koude vraag maatgevend

In kantoorgebieden is de koude vraag maatgevend. In solitaire gebouwen wordt dan ook in toenemende mate KWO toegepast. Inmiddels is en wordt ook een aantal collectieve KWO systemen gerealiseerd.

In Amsterdam Zuid en Zuidoost wordt ook koude uit meren aangeboden. Waar met een (collectief) KWO systeem zowel de koude als de warmtevraag kan worden ingevuld, geldt voor Koude uit de meren dat aanvullend warmte nodig is.

De KWO systemen en Koude uit meren leiden nog wel eens tot concurrentie, op basis van laagste prijs.

De gemeentelijke diensten roeren zich minder op de koudemarkt dan op de warmtemarkt.

### (Grootstedelijke) Gebiedsontwikkelingen

De (grootstedelijke) gebiedsontwikkelingen ervaren een dilemma. De aanscherping van de klimaatdoelstellingen direct vertalen naar hun ontwikkelingsgebied, leidt ertoe dat stadswarmte op korte termijn niet altijd de meest duurzame oplossing is. Terwijl door verduurzaming van de bronnen het stadswarmtenet *op lange termijn* wel een goede oplossing zou kunnen zijn.

Amsterdam onderkent dat ook en geeft om die reden aan in het rapport 'Nieuw Amsterdams Klimaat': "(citaat) *Op wijkniveau kent Amsterdam een groeiend warmtenet. Uiteindelijk zal dit een ring binnen Amsterdam vormen. Hiervoor is het essentieel dat de nieuwe locaties Buiksloterham en Zeeburgereiland deze warmte gaan afnemen. Voor projectontwikkelaars is KWO financieel vaak interessanter dan aansluiting op stadsverwarming. Om een goede balans te vinden zal de gemeente daarop regie gaan voeren. Hiertoe wordt een leidraad opgesteld voor de programmamanagers*".

#### (Inter)nationaal

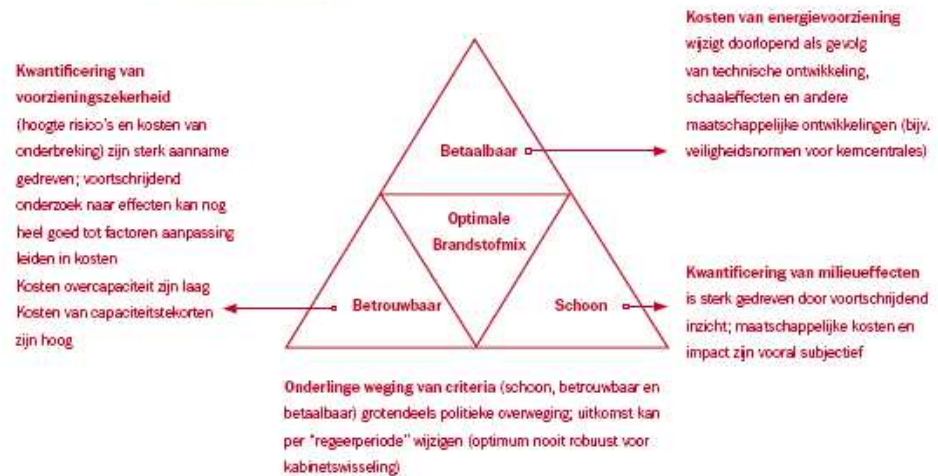
Landelijk zijn de ontwikkelingen vergelijkbaar met die in Amsterdam. In (middel)grote steden wordt ingezet op stadsverwarming, enkele steden doen dit al lang (Rotterdam en Utrecht sinds de jaren '20 van de vorige eeuw), andere steden later. In gebieden waar de stadswarmte niet georganiseerd plaatsvindt is veelal sprake van KWO systemen.

Internationaal zijn er verschillen. Historische ontwikkelingen en (daarmee gepaard gaande) organisatorische omstandigheden maken vaak dat een bepaald systeem de overhand heeft. In Kopenhagen is 90% van de huishoudens op een warmtenet aangesloten. Kopenhagen zet sinds de jaren '70 in op stadswarmte. Ook in Wenen en Hamburg zijn grootschalige warmtenetten aangelegd.

### **2.3. Ontwikkelingen duurzame energie in breder perspectief**

Duurzame energie in de brede zin maakt een vergelijkbare ontwikkeling door als Thermische Energie. Ook andere energiegebieden staan op een punt waarbij al wat stappen in een bepaalde richting worden gezet, zonder dat altijd duidelijk is of dit de juiste weg is en / of een tussenweg naar de juiste weg.

De vraagstukken en dilemma's zijn vergelijkbaar met die van Thermische Energie in Amsterdam, zoals wordt geïllustreerd door onderstaande figuur van de Energieraad, uit een advies van de Energieraad aan de Nederlandse regering en het parlement over het te voeren energiebeleid. In het rapport 'Brandstofmix in Beweging' doet de Energieraad een aanbeveling om te komen tot de ideale brandstofmix die schoon, betrouwbaar en betaalbaar is. Het schema geeft aan dat de optimale brandstofmix kwantitatief nauwelijks is vast te stellen door de vele onzekerheden en aannames.



**Figuur 2.1 Onzekerheid kwantificering betaalbaar, betrouwbaar, schoon (bron: Brandstofmix in beweging, Energieraad 2008)**

## 2.4. Ambities en doelen

Op basis van diverse bronnen is een inschatting gemaakt van de trends met betrekking tot de vraag naar en het aanbod van Thermische Energie. Dit hoofdstuk beperkt zich tot de ontwikkelingen op hoofdlijn, in de navolgende hoofdstukken wordt dieper op de materie ingegaan.

### Gemeentelijke ambitie

In de Energiestrategie 2040 (CE, 2010) worden de Amsterdamse ambities op het gebied van CO<sub>2</sub> –emissies beschreven. Voor het jaar 2025 is als doelstelling geformuleerd om 40% minder CO<sub>2</sub> uit te stoten dan in het peiljaar 1990. Voor de langere termijn tot 2040 is een verdere aanscherping van de doelstelling noodzakelijk. De ambitie voor 2040 is gesteld op een CO<sub>2</sub> –emissie reductie van 75 %. Amsterdam kiest daarmee voor een duurzame toekomst met een daarbij behorende duurzame energievoorziening. Ook wil Amsterdam daarmee een koploper positie innemen in het verduurzamen van de energievoorziening. Als onderdeel voor dit belangrijke veranderingstraject zijn in het programma akkoord 2010-2014 ook noodzakelijke acties opgenomen om deze doelstellingen haalbaar te maken. Zo komt er onder meer een investeringsfonds Klimaat, Duurzaamheid en Luchtkwaliteit met een omvang van € 60 miljoen. En zullen de acties zoals omschreven in de Energiestrategie 2040, bestaande uit energiebesparing, duurzame opwekking en efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen, tot uitvoering worden gebracht.

*Verder “wil de gemeente Amsterdam in 2015 klimaatneutraal functioneren. Dat betekent dat gebouwen, openbare verlichting en de gemeentelijke transportmiddelen zuiniger worden en zoveel mogelijk gebruik maken van duurzame energie. Waar fossiele brandstoffen (nog) onvermijdbaar zijn, wordt*

*gezocht naar compensatiemogelijkheden. Maar dat betekent ook dat 100% van de te bouwen woningen in 2015 klimaatneutraal moet zijn”.*

Op basis van deze doelstelling heeft adviesbureau CE becijferd dat de klimaatdoelstelling van Amsterdam alleen haalbaar is wanneer de realisatie ervan op korte termijn krachtig ter hand wordt genomen. Verder is Amsterdam afhankelijk van partners, zoals corporaties, bedrijven en inwoners.

#### Ambitie partners

Ook de corporaties maken werk van de verduurzaming van hun woningbestand. Met name door duurzaamheid toe te passen bij nieuwbouw en door bij renovatie van bestaande bouw isolatie toe te passen. Met name in Amsterdam Nieuw West wordt tevens een slag gemaakt door aan te takken op het stadswarmtenet.

### 2.5. Trends in de vraag

Onderstaand de algemene trends en op hoofdlijnen. In de navolgende hoofdstukken wordt verder ingegaan op de onderdelen.

Jaar vraag	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Groei aantal woningen <sup>1)</sup>	ijkpunt <sup>2)</sup>	Ca +17.800	+17.800 <sup>3)</sup>	+20.450	+20.450 <sup>4)</sup>	+19.250	+19.250 <sup>5)</sup>
labelwijziging bestaande wo						Alle woningen label B	
Nieuwbouw wo		100% Klimaat neutraal bouwen	100% Klimaat neutraal bouwen	100% Klimaat neutraal bouwen	100% Klimaat neutraal bouwen	100% Klimaat neutraal bouwen	100% Klimaat neutraal bouwen
Groei kantoren <sup>6)</sup>		+200.000 m2	+200.000 m2	+200.000 m2	+200.000 m2	+200.000 m2	+200.000m2
Vervanging / transformatie kantoren <sup>6)</sup>		650.000 m2 ?	650.000 m2 ?	650.000 m2 ?	650.000 m2 ?	650.000 m2 ?	650.000 m2 ?
Warmte vraag Per Woning Tot Woningen Kantoren		Neemt af Neemt toe Neemt af	Neemt af? Neemt toe Neemt af?	? ? ?	? ? ?	? ? ?	? ? ?
Koude vraag Per (luxe) Wo Totaal Wo Ka		Neemt toe Neemt toe Neemt toe	Neemt toe Neemt toe Neemt toe?	? ? ?	? ? ?	? ? ?	? ? ?

1) In: Structuurvisie Amsterdam.

2) 2009: bestaande woningvoorraad Amsterdam ruim 389.000, waarvan 100.707 eigenaar/bewoner, 192.020 sociale verhuur en 96.503 particuliere verhuur (Bron: O+S, Amsterdam in cijfers 2009)

- 3) +35.600 tov 2010.
- 4) +40.900 tov 2020.
- 5) Na 2030 +38.500.
- 6) *Bron: aanzet tot een kantorenstrategie Amsterdam, conceptrapport, OGA, augustus 2010. laag scenario. In de Structuurvisie Amsterdam (versie gemeenteraad, december 2010) zijn waarden opgenomen die tot 2030 iets hoger liggen en na 2030 twee keer zo hoog..*

### Woningen

Naast een toename van het aantal woningen, door nieuwbouw, vindt ook vervanging van de bestaande woningen plaats. Dit is echter maar een klein aandeel. Het aantal woningen neemt toe.

### Kantoren

De behoefte aan uitbreiding van kantoorruimte zal in de komende jaren minder groot zijn dan in de afgelopen jaren. Naar verwachting is de totale vraag aan nieuwe kantoorruimte tot aan 2040 circa 1,2 tot 1,8 miljoen m<sup>2</sup> bvo. Naast de uitbreidingsbehoefte is er tot 2040 een herontwikkelingsopgave van 2,6 miljoen m<sup>2</sup> voor de noodzakelijke verversing van de bestaande kantorenvorraad en een transformatieopgave van 1,3 miljoen m<sup>2</sup> voor de reeds bestaande incurante leegstand (0,6 mln m<sup>2</sup>) en de vervangingsvraag die op nieuwe locaties wordt geacommodeerd (0,7 mln m<sup>2</sup>).

*Bron: aanzet tot een kantorenstrategie Amsterdam, conceptrapport, OGA, augustus 2010.*

### Warmtevraag

De warmtevraag per woning neemt steeds verder af, voor wat betreft verwarming. Dit komt deels doordat de woningen beter geïsoleerd worden en deels doordat oude voorraad woningen wordt vervangen door nieuwe, beter geïsoleerde, woningen.

Voor tapwater is de tendens dat het gebruik toeneemt, doordat vaker de douche en het bad wordt gebruikt.

Doordat het totaal aantal woningen toeneemt, neemt de totale warmtevraag nog steeds toe. Op termijn zal de totale warmtevraag afnemen. Technisch is het (over een aantal jaren) mogelijk om woningen te bouwen die geen (externe) warmtevraag meer hebben. Of en wanneer deze woningen massaal zullen worden gebouwd, hangt af van verschillende factoren.

Ook bij kantoren zien we een afname van de warmtevraag. Net als bij woningen speelt bij kantoren de uitbreiding van het aantal arsenaal en de vervanging van de bestaande voorraad.

### Koudevraag

De koudevraag bij woningen neemt toe, maar de toename is op de middellange termijn naar verwachting beperkt. Hoe de koudevraag zich op lange termijn ontwikkelt is onbekend.

De trend bij kantoren laat zien dat de koudevraag flink toeneemt. Dit heeft verschillende oorzaken, zoals een verbetering van het werkklimaat (airconditioning) en uitbreiding van installaties die gekoeld moeten worden. Hoe lang deze trend doorzet is niet scherp te zeggen. We zien momenteel al een ontwikkeling waarbij installaties minder koeling nodig hebben en ook door

andere ontwikkelingen zoals flexibel werken en door andere ontwerpkeuzes kan de koudevraag bij kantoren kleiner worden. Maar in combinatie met de (beperkte) uitbreiding van kantoorpanden lijkt de koude vraag voorlopig nog te groeien.

## 2.6. Trends in het aanbod

<i>vraag</i>	<i>Jaar</i>	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Beschikbaarheid aardgas			Prijs stijgt?	Prijs stijgt fors?	Aanbod neemt af?	Aanbod neemt af?	Aanbod neemt af?	Geen aardgas?
Stadsverwarming		Voldoende capaciteit						
Diemercentrale			Extra cap.	Extra cap.	Extra cap.	Extra cap.	Extra cap.	Extra cap.
Hemwegcentrale			Extra cap.	Extra cap.	Extra cap.	Extra cap.	Extra cap.	Extra cap.
AEB								
Ringnet			Gereed? <sup>1)</sup>	Verduurzaming?	Verduurzaming	Verduurzaming	Verduurzaming	Verduurzaming
Nieuwbouw		toegepast	toegepast					
Bestaande bouw		potentie	potentie/ ..	idem	idem	idem	idem	idem
kantoren		toegepast	toegepast					
KWO		Cap. Onbekend						
Nieuwbouw		potentie	potentie	idem	idem	idem	idem	idem
Bestaande bouw		-	-					
kantoren		toegepast	toegepast					
Geothermie		Potentie?	Potentie?	Potentie toegepast?	toegepast?	toegepast?	toegepast?	Toegepast 10-35% van de energiebehoefte?
Koude			Extra cap?	Extra cap?	?	?	?	?
Afvalwater		Haalbaarheid fase	?	?	?	?	?	?
Oppervlaktewater		Haalbaarheid fase	?	?	?	?	?	?
Drinkwater		Haalbaarheid fase	?	?	?	?	?	?
Zonnecellen				economisch rendabel	economisch rendabel	economisch rendabel	economisch rendabel	economisch rendabel
Biogas								
.....								

1) Financiële haalbaarheid verbetert met groei aantal aansluitingen. Stagnatie nieuwbouw vormt bedreiging. Andere strategie mogelijk? Uit te breiden met bestaande bouw?

### Brandstofmix

In algemene zin kan worden gesteld dat de ontwikkelingen in het aanbod mede afhankelijk zijn van de ontwikkelingen zoals genoemd in paragraaf 2.2, de brandstofmix. Allerlei externe factoren hebben invloed op de 'betaalbaarheid', 'betrouwbaarheid' en 'schoonheid/duurzaamheid' van het aanbod.

### Gas

Volgens het Ministerie van Economische Zaken worden de Nederlandse aardgasreserves per 1 januari 2005 geraamd op 1572 miljard kuub (Sm<sup>3</sup>). In 2005 werd 74,5 miljard kuub gewonnen (bron: Centraal bureau voor Statistiek). Bij deze productie zal over 20 jaren de totale voorraad zijn aangesproken. (bron: Ministerie van Economische Zaken). Nadat de gasvoorraden in Nederland op zijn zal Nederland nog gas kunnen importeren, maar de kosten van gas zullen stijgen. In verband met het transport over langere afstanden zal de betrouwbaarheid van de levering verminderen ten opzichte van het Nederlandse gas. Op termijn zullen ook de voorraden in andere landen uitgeput raken.

### Stadsverwarming

Op hoofdlijnen biedt stadsverwarming voldoende capaciteit om de woningen en bedrijven in Amsterdam te voorzien van warmte. Bij stadsverwarming speelt met name de vraag naar een verdere verduurzaming. Daarbij zijn de bronnen van belang. Stadswarmte in Amsterdam is afkomstig van vijf bronnen. Het AEB, de Diemercentrale, de Hemwegcentrale en de VU/VUmc en het AMC. De laatste twee leveren een marginale bijdrage.

Voor verduurzaming van stadswarmte is het van belang om het aandeel uit de afvalverbrandingsinstallatie te laten toenemen ten koste van levering uit de Diemercentrale en Hemwegcentrale. Het AEB stelt overigens in haar meerjarenvisie 'zich op de middellange termijn te willen inzetten op de verdere verduurzaming van de omzetting van afval in groene elektriciteit en stadswarmte' (bron: *Xtra Heet, meerjarenvisie AEB*).

De stadswarmte uit de Hemwegcentrale en de Diemercentrale is vanwege de fossiele brandstof minder duurzaam, reden waarom stadswarmte in projecten met potentiële levering uit deze centrales minder positief scoren in energievizies.

In Amsterdam wordt stadswarmte vooral toegepast in nieuwbouw. In bestaande bouw wordt stadswarmte een stuk minder toegepast, alleen bij (grootschalige) renovatie en/of gekoppeld aan nieuwbouwlocaties. Daar is vanuit duurzaamheid oogpunt nog winst te boeken. Juist bij bestaande bouw zijn de hoge temperaturen uit stadswarmte interessant.

### KWO en Koude

De capaciteit van KWO over de gehele stad is onbekend. De gehanteerde cijfers lopen uiteen. Wel is duidelijk dat de koudevraag maatgevend is voor de capaciteit van een KWO systeem.

In de afgelopen jaren zijn diverse KWO systemen aangelegd, eerst met name individuele systemen, maar inmiddels is er een trend naar collectieve systemen.

Verder ligt op KWO vlak een regievraag. Wie voert regie over de systemen aan sich en is er regie nodig ten opzichte van andere systemen, zoals stadswarmte, stadskoude en Geothermie.

Het aanbod van koude uit meren groeit. De capaciteit neemt nog toe, maar wordt uiteindelijk beperkt door de meren waaruit de koude afkomstig is en de fysieke mogelijkheden om de koude te transporteren in de (al overvolle) ondergrond.

Voor KWO is in veel gebieden de koudevraag maatgevend voor de capaciteit van het systeem. Het KWO systeem moet immers in balans zijn. Wanneer in een gebied in de koudevraag wordt voorzien door middel van koudelevering uit meren, dan betekent dat dus minder vraag naar koude uit een KWO systeem en als gevolg daarvan, een lagere capaciteit van KWO systemen in het gebied.

### Geothermie

Een relatief nieuwe ontwikkeling. In de diepe ondergrond ligt een groot potentieel aan duurzame warmte. De kosten en risico's zijn echter nog hoog, mede vanwege de onbekendheid vooraf of een bron voldoende waterdebiet levert of de infiltratieput onvoldoende capaciteit levert. In algemene zin wijzen energiescans uit dat Geothermie in circa 15-35% van de energiebehoefte kan voorzien (*bron: symposium Geothermie, 31 maart 2010*). Vooral de glastuinbouw en de gebouwde omgeving bieden interessante mogelijkheden voor het gebruik van Geothermie. In (bestaande) woningbouw biedt de inzet van aardwarmte een mogelijkheid tot verduurzaming.

In Den Haag wordt momenteel een Geothermie systeem gerealiseerd, in Bleiswijk is aardwarmtelevering aan één tuinder en in Heerlen wordt water uit de mijnen gepompt. Aardwarmte Den Haag boort naar aardwarmte op ruim 2.000 meter diepte. Hiermee worden ruim 4.000 nieuwe woningen en 20.000 m<sup>2</sup> bedrijfsruimte in Den Haag Zuidwest verwarmd (*bron: Aardwarmte Den Haag*). Parijs heeft al een aantal decennia een warmtenet dat aardwarmte uit grote diepte transporteert (*bron: Warmte in Nederland*).

Voor Amsterdam is er nog geen exact zicht op de mogelijkheden en op initiatieven om het aanbod uitgezet in de tijd te kunnen kwantificeren. Op hoofdlijnen is er wel een inschatting te maken, in de volgende hoofdstukken wordt daar op ingegaan.

Aanbeveling is om de mogelijkheden in Amsterdam (verder) te onderzoeken en in relatie te brengen met andere bronnen om te komen tot een thermisch energie netwerk.

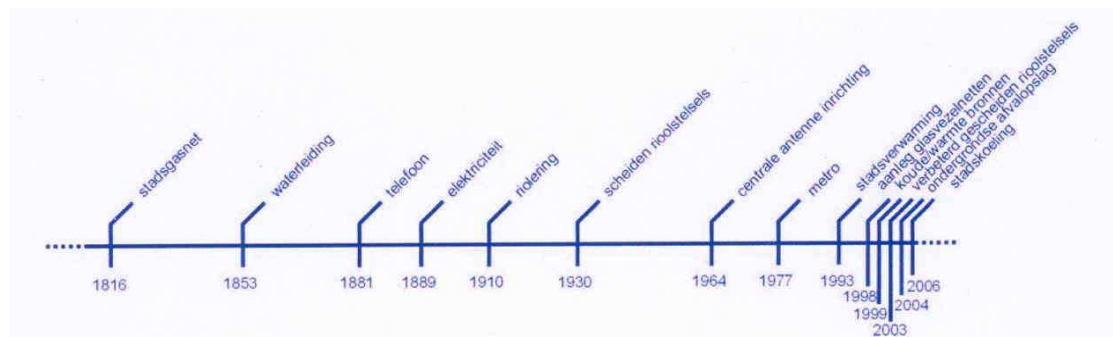
### Afvalwater, oppervlaktewater en drinkwater

Anno 2010 is er nog geen aanbod van deze vormen van Thermische Energie. Waternet voert studies uit om de mogelijkheden van deze systemen voor de toekomst te onderzoeken. Wellicht dat er op termijn Thermische Energie uit deze systemen kan worden gewonnen. Keuzes die nu worden gemaakt met betrekking tot Thermische Energie, moeten de toekomstige mogelijke aantakking van deze en andere (nog niet bekende) systemen niet onmogelijk maken.

## 2.7. Trend ruimtegebruik

Een andere trend is de toenemende ruimtedruk in de ondergrond. Het wordt steeds voller in de ondergrond, door nieuwe technologieën en door andere oorzaken, zoals concurrentie op de telecommarkt. Iedere telecom organisatie legt zijn eigen net aan, waar voorheen slechts een partij een telecomnet had liggen. Deze ontwikkeling maakt het steeds moeilijker om nieuwe netten in de ondergrond een plaats te geven.

Onderstaande figuur toont de opkomst van nieuwe technologieën in Amsterdam, uitgezet in de tijd. Te zien valt dat vooral in de laatste twintig jaar er veel nieuwe technieken bij zijn gekomen.



## 2.8. Resumé

- In Amsterdam wordt op verschillende fronten hard gewerkt aan de uitrol van Thermische Energie.
- Fossiele brandstoffen worden duurder en schaarser. Hoe dit zich verder ontwikkelt is niet exact bekend, maar de verwachting is dat de fossiele brandstoffen steeds schaarser en daardoor duurder worden en op een gegeven moment niet meer beschikbaar zijn.
- Amsterdam staat anno 2010 op een kruispunt. Gaat het door op de huidige voet met uitrol van Thermische Energie op basis van zelfstandige bronnen, of kiest Amsterdam voor een versnelling door een samenhangend thermisch energienetwerk als uitgangspunt voor ontwikkelingen te nemen, waarbij ook de verdere verduurzaming van de Thermische Energie mogelijk is?
- In de Thermische Energie ligt een aantal uitdagingen, hieronder kort genoemd. Later in het rapport komen deze terug.
  - Thermische Energie netwerk als uitgangspunt;
  - het verder verduurzamen van de bronnen;
  - de bestaande stad aansluiten op Thermische Energie;
  - (grootstedelijke) Gebiedsontwikkelingen; klimaatneutraal op de korte termijn versus lange termijn.
- Thermische Energie is een dynamisch speelveld. Een aantal technologieën wordt op grote schaal toegepast, andere technologieën bevinden zich aan de vooravond om toegepast te worden of in een vroegere fase.

- De (grootstedelijke) gebiedsontwikkelingen ervaren een dilemma. De aanscherping van de klimaatdoelstellingen direct vertalen naar hun ontwikkelingsgebied, leidt ertoe dat stadswarmte op korte termijn niet altijd de meest duurzame oplossing is. Terwijl door verduurzaming van de bronnen het stadswarmtenet *op lange termijn* wel een goede oplossing zou kunnen zijn.
- Mogelijkheden voor toepassing van Geothermie in Amsterdam moeten verder worden onderzocht.
- Actuele ontwikkelingen zijn dat de woningbouw en kantorenbouw stagneert. Voor de woningbouw lijkt dat een tijdelijke situatie, voor kantorenbouw een blijvende. De prognoses voor woningbouw en utiliteitsbouw worden momenteel naar beneden bijgesteld.
- De ondergrond raakt steeds voller met allerlei netwerken, als gevolg van nieuwe technieken en als gevolg van privatisering van en vervolgens concurrentie onder kabel en leidingbedrijven.
- Met de vele trends bij de vraagkant voor Thermische Energie en aan de aanbodzijde is er voor de toekomst sprake van een dynamische situatie.

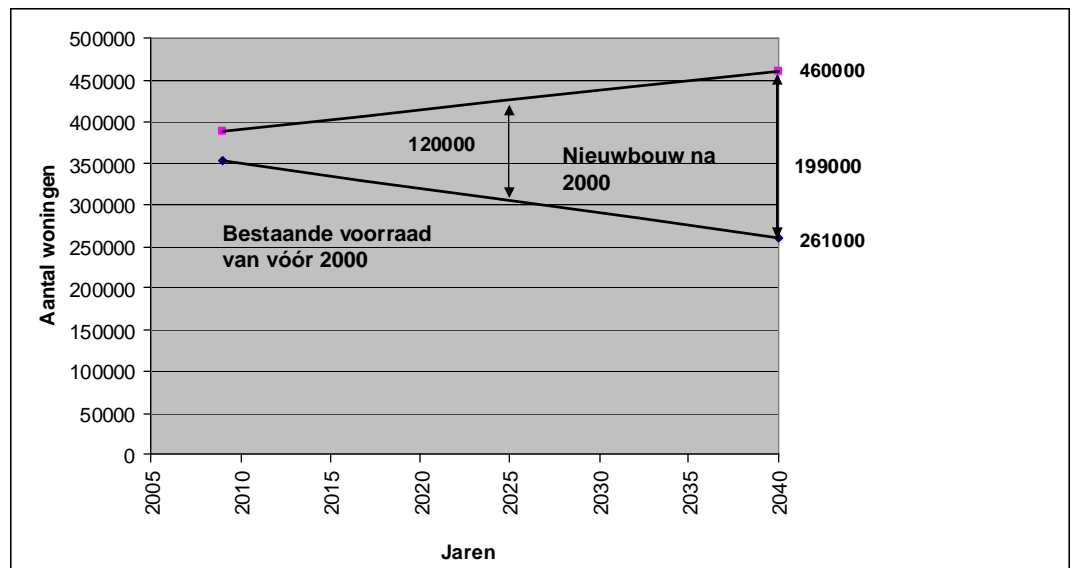
## 3 Ontwikkelingen van de vraag

### 3.1. Vraag naar Thermische Energie Amsterdam

Voor de vraag naar Thermische Energie wordt een onderscheid gemaakt in de vraag naar warmte en de vraag naar koude bij de bebouwde omgeving. De bebouwde omgeving bestaat enerzijds uit woningen en anderzijds uit zakelijke gebouwen.

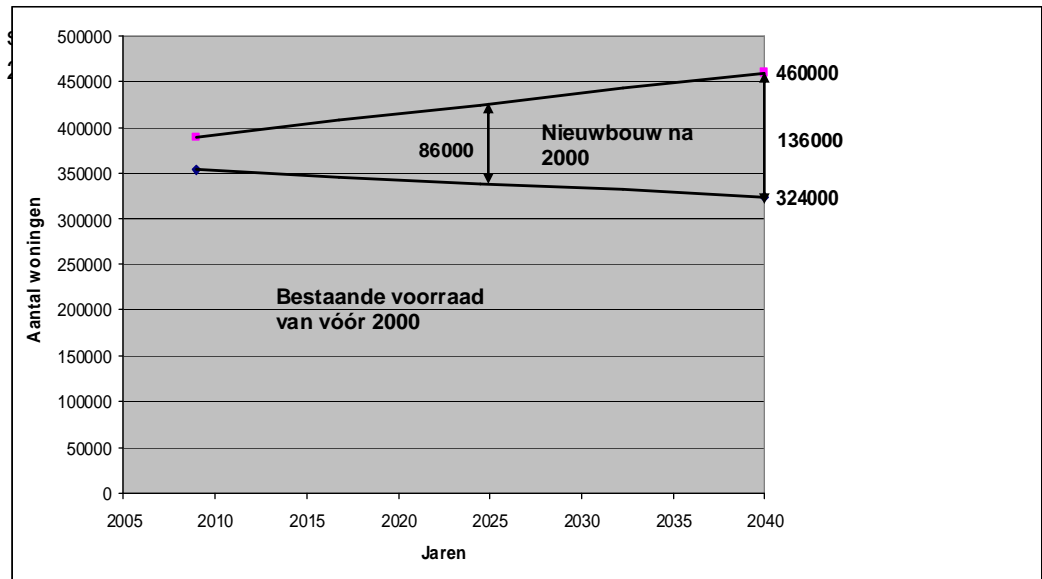
### 3.2. Woningen

In de Energiestrategie januari 2010 wordt aangegeven dat Amsterdam per 1 januari 2009 een woningvoorraad heeft van 389.000 woningen. Deze woningvoorraad is voor 49% in eigendom van de corporaties. Gericht op de toekomst is in de Energiestrategie vermeld dat op basis van de afgelopen 5 jaar er 2.958 woningen per jaar worden gesloopt en dat in totaal (vervanging en nieuwbouw) er 5.216 woningen per jaar worden gebouwd. Dit betekent dat tot 2040 de Amsterdamse woningvoorraad zich globaal als volgt ontwikkeld.



Figuur 3.1 Ontwikkeling woningvoorraad, energiestrategie.

Bovenstaande gegevens moeten worden bijgesteld met betrekking tot de recente verwachtingen over sloop en nieuwbouw voor de komende jaren. Op basis van die gegevens zal de woningvoorraad zich naar de huidige verwachting ontwikkelen zoals weergegeven in onderstaande figuur (*bron: Structuurvisie Amsterdam, versie gemeenteraad december 2010*). Ten opzichte van de



**Figuur 3.2 Ontwikkeling woningvoorraad, Structuurvisie 2010**

De verwachting is dat de toename van de woningvoorraad in Amsterdam gelijk blijft maar dat er minder sloop/nieuwbouw zal plaatsvinden. Dit heeft als consequentie dat de bestaande woningvoorraad ten opzichte van de gegevens van de Energiestrategie circa 25% groter zal zijn in 2040.

#### Warmtevraag bij woningen

Voor de bestaande woningen is natuurlijk ook de Trias Energetica (zie hiernaast) van toepassing.

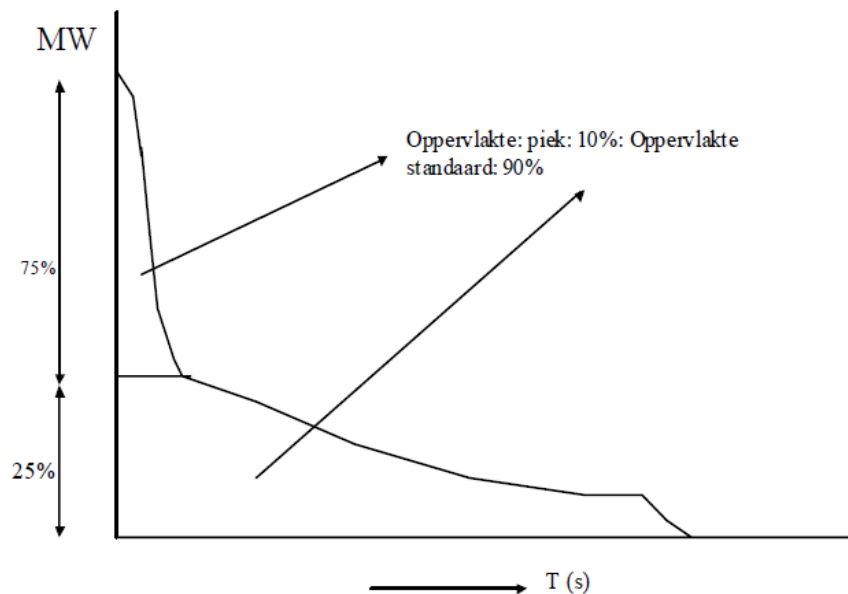
De besparing van het energiegebruik is mogelijk met een verbetering van de kwaliteit van de woningen. Voor het aandeel corporatiewoningen zal dit gefaseerd worden uitgevoerd. Op geplande wijze worden woningen gerenoveerd. Uitgangspunt voor de bestaande woningen is dat in 2040 alle woningen twee labels zijn verbeterd. Hiermee zal de energievraag per woning afnemen. Ook voor de nieuwbouwwoningen zal de energievraag per woning afnemen. Binnen de gemeente is besloten dat vanaf 2015 alle woningen klimaatneutraal worden gebouwd. Al vanaf 2010 is doelstelling dat 40% van de nieuwbouwwoningen klimaatneutraal worden gerealiseerd. Beide ontwikkelingen hebben tot gevolg dat de vraag naar warmte per woning zal afnemen.



De energievraag per bestaande woning is momenteel circa 25 GJ/woning. De warmtevraag per gerenoveerde woningen en per nieuwbouwwoning zal gehalveerd zijn ten opzichte van de huidige bestaande woningen en bedraagt dan circa 12 GJ/woning. Met de genoemde huidige woningvoorraad en de woningvoorraad in 2040 wordt dan berekend dat de totale warmtevraag ook zal zijn afgenomen.

De energievraag is gericht op twee hoofdfuncties: de verwarming van de woningen en voor de levering van warm tapwater. Bij de verwarming van gebouwen is het belangrijk om een onderscheid te maken tussen de bestaande woningen en nieuwbouw woningen. Bestaande woningen worden vooral nog verwarmd met relatief warm water (60°-70°C). Voor nieuwbouw woningen is de benodigde hoeveelheid energie lager dan voor bestaande woningen en kan worden gewerkt met een laag temperatuur verwarming (30° - 40°C). Wettelijk is vastgelegd dat warm tapwater (tijdelijk) een temperatuur moet hebben van 60°C. Op basis van het huidige energievraag is voor tapwater circa 25% benodigd van de geleverde Thermische Energie per woning.

De genoemde warmtevragen geven een gemiddeld gebruik aan per woning. Voor de werkelijke vraag moet rekening worden gehouden met grote variaties, vooral veroorzaakt door de variatie in buitentemperatuur. Deze variatie in vraag over het jaar kan worden weergegeven in een jaarbelastingsduurkromme.



**Figuur 3.3** Jaarbelastingsduurkromme

In deze jaarbelastingsduurkromme worden twee hoofdlijnen onderscheiden, een basisvraag die niet sterk wisselt en een piekvraag, die relatief kortdurend is.

De huidige verdeling van de energievraag over de stad is bepaald op basis van de gegevens van Continuon Netbeheer voor 2006. Voor de thermische warmte zijn daarbij de gegevens voor gas en warmte van belang. In Figuur 3.4 is deze verdeling voor het gebruik van gas weergegeven. De grootste vraag voor gas ligt in Amsterdam Centrum, Amsterdam Noord en Oud Zuid. Dit zijn dan ook de belangrijke gebieden voor het leveren van Thermische Energie

Energiegebruik		Parti- culieren	Parti- culieren
STADSDEEL		Gas (milj m <sup>3</sup> )	Warmte (TJ)
A	Amsterdam Centrum	59,41	17,97
B	Westpoort	1,13	36,48
C	Westerpark	18,20	22,58
D	Oud-West	22,41	2,58
G	Zeeburg	16,64	194,52
H	Bos en Lommer	15,38	1,87
J	De Baarsjes	20,42	0,57
N	Amsterdam -Noord	47,60	13,43
P	Geuzenveld-Slotermeer	22,00	2,44
Q	Osdorp	20,78	28,52
R	Slotervaart	22,65	4,88
T	Zuidoost	28,24	109,62
U	Oost-Watergraafsmeer	35,79	33,24
V	Amsterdam Oud Zuid	62,79	17,08
W	Zuider Amstel	30,54	13,23
<b>Totaal</b>		<b>423,98</b>	<b>499,00</b>

**Figuur 3.4 Verdeling gasverbruik particulieren per stadsdeel**

#### Koudevraag bij woningen

De vraag naar koude is bij woningen nog zeer beperkt. Voor 2025 is ingeschat dat ruim 6% van de woningen aangesloten zijn op een duurzaam koudesysteem (CE, december 2009). De aandacht voor reductie van Thermische Energie is sterk gericht op de vraag naar warmte. Binnen de gemeente valt de koude vraag echter ook onder het klimaatneutraal bouwen na 2015. Bij de ontwikkeling van nieuwe gebieden wordt vaak de zuidelijke richting preferent genoemd om meer gebruik te kunnen maken van zonenergie. Deze benadering kan echter de koude vraag verhogen in de zomer. Een belangrijk uitgangspunt zou moeten zijn om de nieuwbouwwoningen zodanig te ontwerpen dat er geen externe koude vraag zal ontstaan. Voor bestaande woningen is de ontwikkeling van de koude vraag eveneens een belangrijk aandachtspunt.

### **3.3. Zakelijke gebouwen**

Ook voor zakelijke gebouwen bestaat een warmtevraag. Zakelijke gebouwen zijn winkels, kantoren, ziekenhuizen, verpleeghuizen, zwembaden, sporthallen etc. De Amsterdamse voorraad van zakelijke gebouwen, omgerekend naar woningequivalenten bedraagt circa 111.000 woningequivalenten in 2009. Circa 20% van de gebouwen wordt door de overheid of aan de overheid gerelateerde organisaties gebruikt.

Ook voor zakelijke gebouwen is het beleid vastgelegd om nieuwbouw vanaf 2015 klimaatneutraal te bouwen. De bestaande voorraad moet ook in 2040 energie-efficiënter zijn. De ambitie is om een energieprestatie te realiseren, waarbij de CO<sub>2</sub>-emissiereductie vergelijkbaar is met de situatie dat alle bestaande gebouwen tenminste voorzien zijn van het equivalent van “label B” bij de woningbouw.

Voor de gemeentelijke gebouwen is de doelstelling om in 2015 klimaatneutraal te zijn. Daarbij wordt als uitgangspunt gehanteerd dat alle maatregelen, die zich binnen 10 jaar terugverdienen worden uitgevoerd.

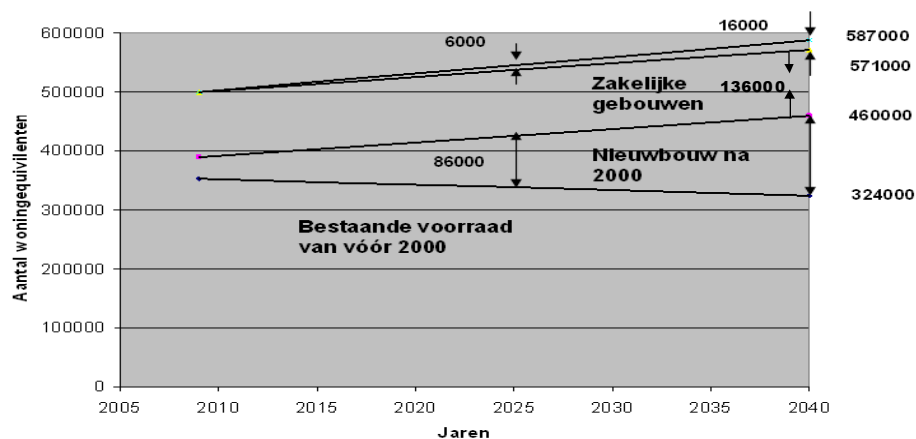
De ontwikkeling van de zakelijke gebouwen in de toekomst is op dit moment nog sterk in beweging, als gevolg van de economische crisis en de afgekondigde bouwstop in Amsterdam. In de Structuurvisie Amsterdam, versie gemeenteraad december 2010 zijn onderstaande waarden opgenomen.

(in m <sup>2</sup> )	2010-2020	2020-2030	2030+	totaal
Centrum	92.000	15.000	0	107.000
Noord	38.000	70.000	285.000	393.000
Oost	48.000	81.000	224.000	353.000
Zuidoost	44.000	11.000	90.000	145.000
Zuid	190.000	264.000	649.000	1.103.000
West	4.000	0	0	4.000
Nieuw-West	69.000	33.000	106.000	208.000
Westpoort	25.000	36.000	35.000	96.000
<b>totaal</b>	<b>510.000</b>	<b>510.000</b>	<b>1.389.000</b>	<b>2.409.000</b>

Figuur 3.5 Indicatie oplevering kantoorruimte

Om deze gegevens vergelijkbaar te kunnen maken met de ontwikkeling voor woningbouw wordt voor kantoorruimte gerekend met 150 m<sup>2</sup>/woningequivalent. Voor 2025 neemt de kantoorvoorraad toe met 5.000 woningequivalenten en voor 2040 met 16.000 woningequivalenten.

De ontwikkeling van de voorraad woningen en kantoren (woningequivalenten)



Figuur 3.6 Ontwikkeling voorraad woningequivalenten.

Net zoals bij woningen is ook bij zakelijke gebouwen een onderscheid te maken tussen bestaande gebouwen en nieuwbouw. Ook hier is een verschil in het temperatuurniveau van het benodigde water.

Het aandeel tapwater bij zakelijke gebouwen in de totale behoefte aan Thermische Energie is beperkt.

De verdeling van de warmtevraag in 2006 over de stad is weergegeven in figuur 3.7. De grootste vraag komt ook voor zakelijke gebouwen uit Amsterdam centrum, Amsterdam noord en Oud Zuid.

Energieverbruik		Bedrijven	Bedrijven
STADSDEEL		Gas (milj m <sup>3</sup> )	Warmte (TJ)
A	Amsterdam Centrum	49,79	22,98
B	Westpoort	12,45	74,17
C	Westerpark	4,93	11,78
D	Oud-West	7,50	3,05
G	Zeeburg	5,18	29,73
H	Bos en Lommer	2,93	2,20
J	De Baarsjes	3,07	0,68
N	Amsterdam - Noord	18,41	13,97
P	Geuzenveld-Sloterveer	4,75	2,88
Q	Osdorp	7,01	8,58
R	Slotervaart	8,82	5,76
T	Zuidoost	16,26	203,49
U	Oost-Watergraafsmeer	13,63	5,29
V	Amsterdam Oud Zuid	25,86	11,26
W	Zuider Amstel	12,44	42,48
	<b>Totaal</b>	<b>193,04</b>	<b>438,33</b>

Figuur 3.7 Verdeling gasverbruik bedrijven per stadsdeel

Voor zakelijke gebouwen is de koude levering momenteel al van groot belang, gericht op comfort eisen. Deze vraag zal in de toekomst nog toenemen door toename van de comfort eisen en door uitbreiding van de voorraad (CE, 2009). Ook hier is van belang om zodanig te ontwerpen dat de koude vraag beperkt blijft.

In 2009 is berekend dat voor 2025 een totale besparing op primaire energie met inzet van duurzame energie kan worden gerealiseerd van 4,9 PJ. (door warmtelevering 3,9 PJ en door koudelevering 1,0 PJ). Voor 2040 zal deze besparing nog fors moeten toenemen.

### 3.4. Resumé

De volgende ontwikkelingen van de vraag naar Thermische Energie zijn te onderkennen:

- Door renovatie en nieuwbouw zal in de toekomst de warmtevraag/woning afnemen en ook de totale warmtevraag in Amsterdam.
- Voor 2025 is de inschatting dat de duurzame warmtevraag circa 4 keer groter is dan de koudevraag.
- Voor nieuwbouwwoningen moet de beperking van de externe koudevraag een ontwerpverplichting worden.
- De koude vraag voor zakelijke gebouwen zal in de toekomst toenemen
- Van de zakelijke gebouwen wordt voor Thermische Energie circa 20% door de overheid of aan de overheid gerelateerde organisaties gebruikt.

## 4 Ontwikkelingen in het aanbod

In hoofdstuk 2 is bij de tijdslijnen al aangegeven dat er veel ontwikkelingen zijn ten aanzien van het aanbod van Thermische Energie. Daarmee zal het beschikbaar komen van de Thermische Energie geen lineair proces zijn, maar een dynamisch geheel. In dat proces zullen korte termijn resultaten een rol spelen in de lange termijn doelstelling.

Bij de afwegingen die gemaakt worden voor de verschillende onderdelen moeten drie hoofdlijnen sturend zijn in de besluitvorming: betrouwbaarheid voor de geleverde energie, duurzaamheid ten aanzien van de inzet en (financiële) haalbaarheid van de toegepaste oplossing.

### 4.1. Fossiele brandstoffen

Als eerste ontwikkeling is het aanbod van fossiele brandstoffen te noemen. Voor Thermische Energie is gas op dit ogenblik de belangrijkste bron. Met het huidige gebruik zijn de Nederlandse aardgasreserves naar verwachting in 2025 op. Aanvulling van de gasvoorraad door import wordt gerealiseerd. Dit levert echter afhankelijkheid van externe partijen, die invloed zullen hebben op de betrouwbaarheid van levering en de financiële haalbaarheid (oftewel de kostprijs voor het gas). Ten aanzien van het tijdstip dat gas niet meer beschikbaar is mag onzekerheid bestaan, maar dat een dergelijk moment komt wordt door velen erkend. Het is dan ook belangrijk om alternatieven te ontwikkelen voor Thermische Energie. Zeker als daarbij wordt meegewogen dat het simpel verbranden van gas voor ruimteverwarming geen duurzaam proces is.

### 4.2. Duurzaam aanbod warmte

#### Locale overschotten

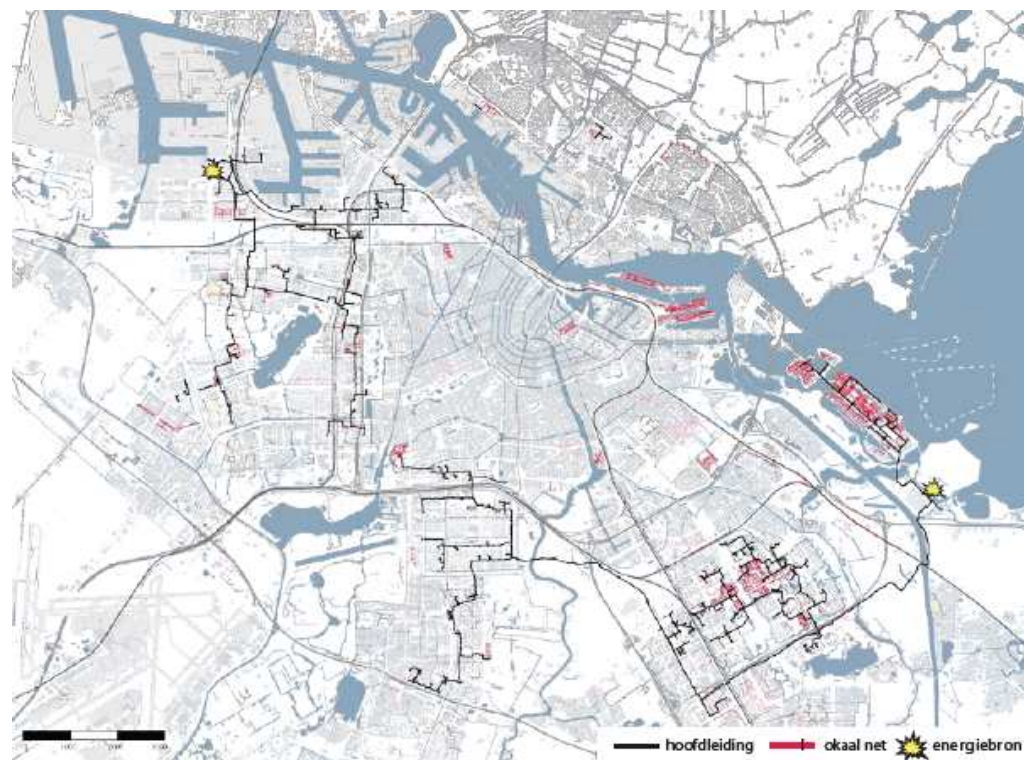
Daarbij wordt meer belang gehecht aan het gebruik van lokale overschotten van warmte of koude in het betreffende gebied. Door combinaties van bedrijven of publieke functies kan met de beschikbare overschotten uitwisseling van Thermische Energie worden gerealiseerd. Te denken valt aan warmte overschotten die worden gegenereerd voor koeling van gebouwen (bijvoorbeeld een winkelcentrum). Deze overschotten kunnen worden gebruikt voor verwarming van andere gebouwen in de directe omgeving. Ook is er soms een koudeoverschot.

Als het gebruik van de lokale overschotten niet tot de mogelijkheden behoort of dat er na dit gebruik nog een warmte vraag resteert dan zullen externe bronnen moeten worden ingezet.

### Stadswarmte

Voor stadsverwarming is er een ruim aanbod van capaciteit. Weliswaar wordt een belangrijk deel van het aanbod geleverd met restwarmte van fossiele brandstof en wordt dit aandeel in de nabije toekomst nog uitgebreid met nieuwbouw van de Diemercentrale en de Hemwegcentrale. In 2009 wordt aan ca. 45.000 woningequivalenten warmte geleverd door middel van een stadswarmtenet. Door AEB kan in 2025 aan warmte 2,1 PJ worden geleverd (capaciteit voor 84.000 woningen bij 25 GJ/woning). Vanuit de restwarmte van fossiele brandstoffen is in 2025 17,6 PJ beschikbaar.

Voor de levering van stadswarmte wordt gebruik gemaakt van een stadswarmtenet. In figuur 4.1 is de huidige situatie aangegeven voor warmte en koude. Het stadswarmtenet is op hoofdlijnen beschikbaar aan de zuidrand van Amsterdam en in Amsterdam West. Er zijn twee bronnen voor de levering van warmte: AEB en NUON.



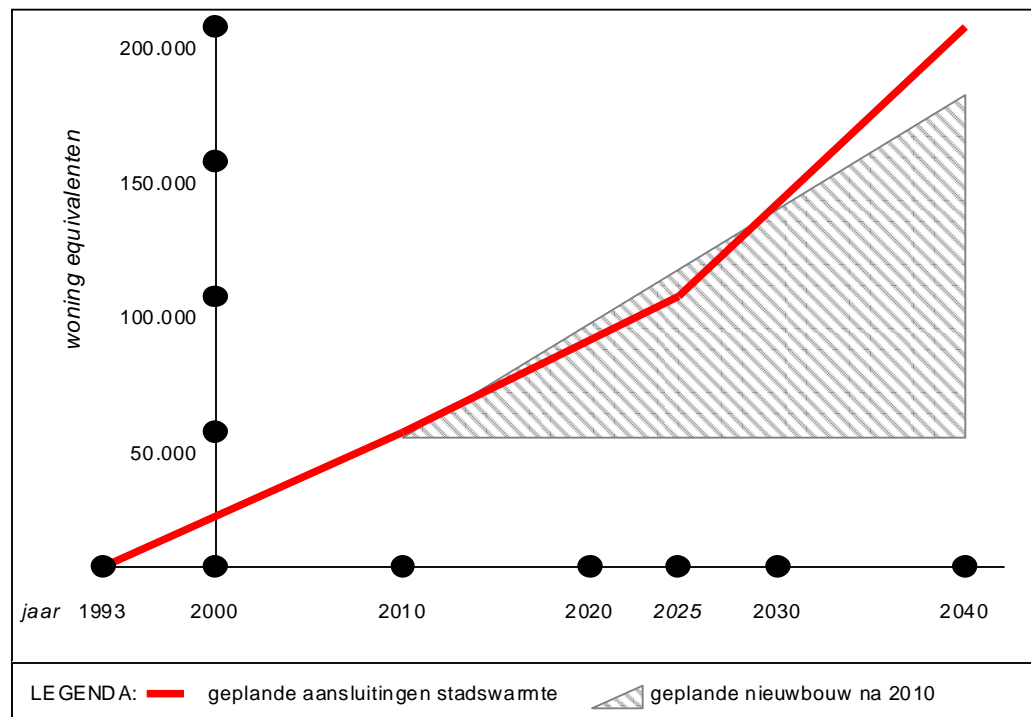
**Figuur 4.1 Stadswarmtenet**

Om de verschillende restwarmtebronnen aan elkaar te koppelen wordt een ringnet beoogd tussen deze bronnen. De sluiting aan de zuidzijde is technisch niet zo complex. Wel zal het organisatorisch (twee bronnen op een net) goed moeten worden ingevuld. De sluiting aan de noordzijde betreft een forse investering.

Het inzetten van stadsverwarming vraagt een investering voor de ondergrondse infrastructuur. Dit is alleen mogelijk bij een groot aantal woningen om dit financieel haalbaar te maken. Voor Amsterdam West gaat het om 11.000 woningen. Voor IJburg om 8.000 woningen, in Amsterdam Zuid oost betreft het 25.000 woningen.

De inzet voor stadsverwarming is op dit moment vooral gericht op nieuwbouwgebieden.

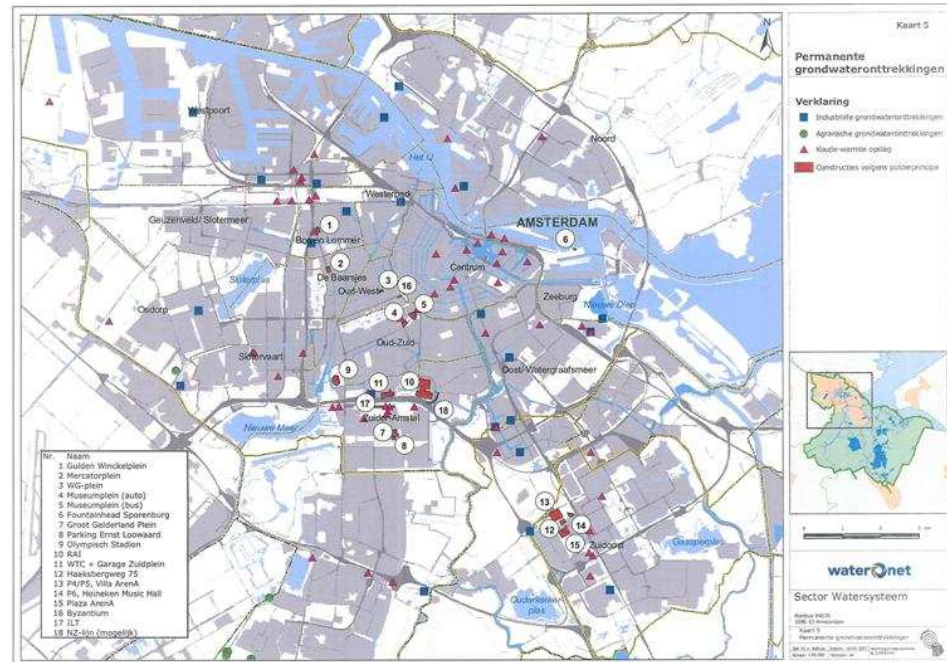
Onderstaande figuur geeft het aantal gerealiseerde en geplande aansluitingen op stadswarmte aan, uitgezet in de tijd.



Figuur 4.2 Geplande aansluitingen stadswarmte

KWO

KWO wordt ondertussen op een 60-tal locaties in Amsterdam toegepast. Dit zijn vooral toepassingen op het gebied van zakelijke gebouwen. (zie figuur 4.3).



**Figuur 4.3 KWO systemen, afgebeeld als driehoeken (situatie juli 2008)**

Een beter beheer van de ondergrond is noodzakelijk om op een efficiënte manier de totale capaciteit te kunnen gebruiken. Anders bestaat het gevaar dat bronnen elkaar zullen gaan beïnvloeden. Dit is zeker van toepassing als het om installaties van beperkte omvang gaat. Het ondergrondse gebruik van de KWO installatie ligt dan al snel buiten het bovengrondse ruimtebeslag.

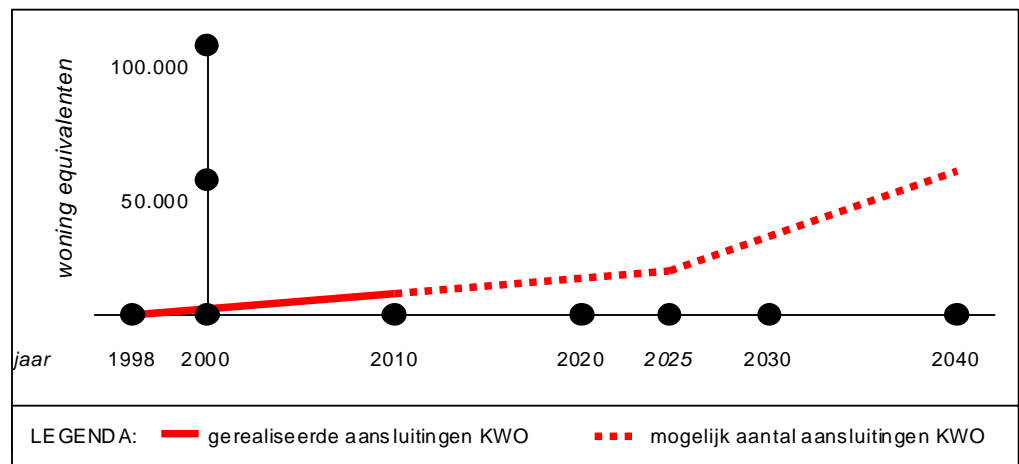
Ten aanzien van de beschikbare capaciteit van KWO bestaat onduidelijkheid. Uit verschillende onderzoeken voor gebiedsontwikkeling blijkt dat de energetische opslagcapaciteit van de ondergrond niet maatgevend is (Berekening van het KWO vermogen ondergrond Beethoven en Zuidas, Masterplan energieopslag De Buiksloterham te Amsterdam). Bepalend voor de thermische opslagcapaciteit is de balans tussen warmtevraag en de koudevraag. Zonder deze balans is geen stabiel KWO systeem te realiseren. Eventueel kan met extra warmtelevering de balans wel worden hersteld. Dit geeft dan natuurlijk een minder optimaal gebruik van het systeem.

Zoals bij hoofdstuk 3 is aangegeven bestaat de koudevraag vooral bij zakelijke gebouwen. Om aan de eis van balans tussen de warmte en koude vraag te voldoen is de toepassing van KWO systemen vooral geschikt voor locaties waar ook zakelijke gebouwen een koudevraag genereren.

Uit rapportage van BCG (2009) komt naar voren dat het energetisch potentieel voor KWO ongeveer 1,3 PJ bedraagt. Met een gebruik van 25 GJ/

woningequivalent zou dit voor 52.000 woningequivalenten capaciteit leveren. Ten aanzien van de totale vraag aan Thermische Energie is dit een relatief beperkt aandeel.

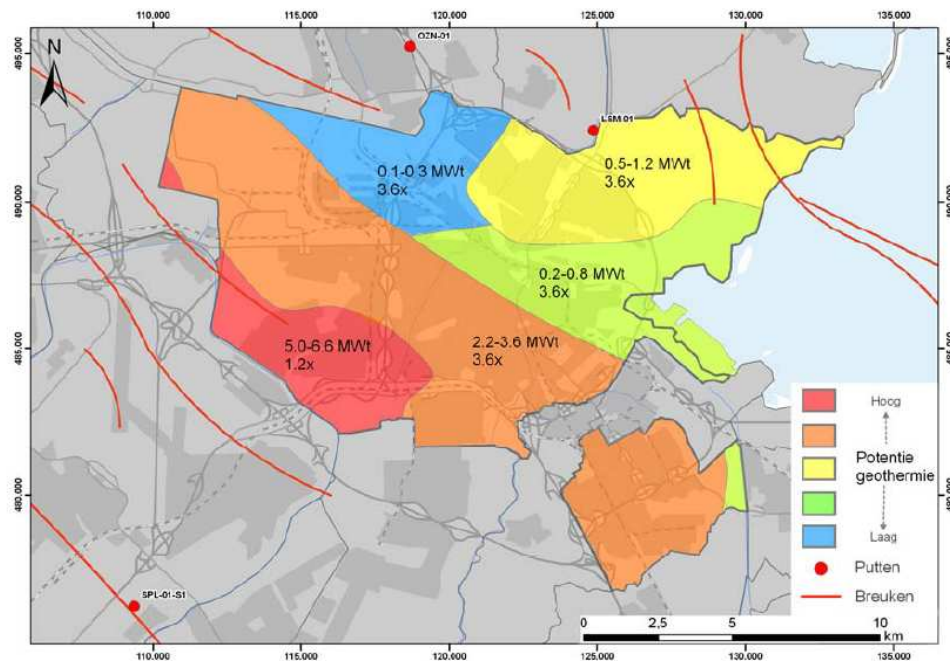
De toepassing van KWO kan al op kleine schaal worden ingezet. Een belangrijk aandachtspunt is wel het beheer van de installaties. Er zijn duidelijk signalen dat KWO installaties door slecht beheer niet goed functioneren en daardoor duurder voor gebruikers worden dan aanvankelijk voorgesteld. Belangrijk is om dit beheer te verbeteren en ook daarvoor dwingende maatregelen te krijgen.



**Figuur 4.4 Gerealiseerde en mogelijke aantal aansluitingen KWO**

### Geothermie

Een nieuwe ontwikkeling betreft de toepassing van geothermische warmte. Uit een recent onderzoek is gebleken dat vooral in het zuidwestelijke deel van Amsterdam de condities voor Geothermie goed zijn (IF, 2010). Zie figuur 4.4.



**Figuur 4.4 Potentie Geothermie**

Geschat wordt dat er een potentieel is van minimaal circa 5 PJ (capaciteit voor 168.000 woningen). Wel wordt hierbij aangegeven dat een geothermische bron 30 jaar warmte kan leveren. Door middel van het toevoegen van warmte in de zomermaanden kan deze periode waarschijnlijk worden verlengd. Ook voor Geothermie is van toepassing dat het beheer van het diepe ondergrond beter geregeld moet worden om op een efficiënte manier de totale capaciteit te kunnen gebruiken.

Geothermie is nog een nieuwe ontwikkeling. In Nederland zijn op 4 locaties ervaringen opgedaan met gebruik van geothermische warmte. In Den Haag wordt voor een woningbouwlocatie momenteel een bron geboord. De aanvangsinvestering voor het gebruik van geothermische warmte is vrij hoog. De toepassing moet dan ook worden ingezet voor een groot aantal woningen. Bij Den Haag is dat voor circa 4.000 woningen. Geothermie kan ook worden ingezet voor verduurzaming van het bestaande stadswarmtenet.

### Overig

Naast deze drie hoofdbronnen voor Thermische Energie zijn er nog verschillende andere ontwikkelingen gericht op het verduurzamen van Thermische Energie. Deze ontwikkelingen bevinden zich nog in een haalbaarheidsfase. Te noemen zijn het terugwinnen van warmte uit afvalwater,

drinkwater en oppervlaktewater. Over de potentie van deze nieuwe ontwikkelingen en de capaciteiten zijn momenteel nog geen details beschikbaar. In de toekomst leveren deze bronnen duurzame Thermische Energie, die ingezet zou kunnen worden in het kader van de verduurzaming van het Thermische Energiesysteem.

Verdere ontwikkelingen in het kader van de Thermische Energie zijn de ontwikkelingen op gebied van biogas en zonneboilers. Biogas zal bijvoorbeeld in het kader van extra restwarmte of als vervanger van fossiel gas een rol spelen. Voor zonneboilers kan op individueel woningniveau extra Thermische Energie worden geleverd.

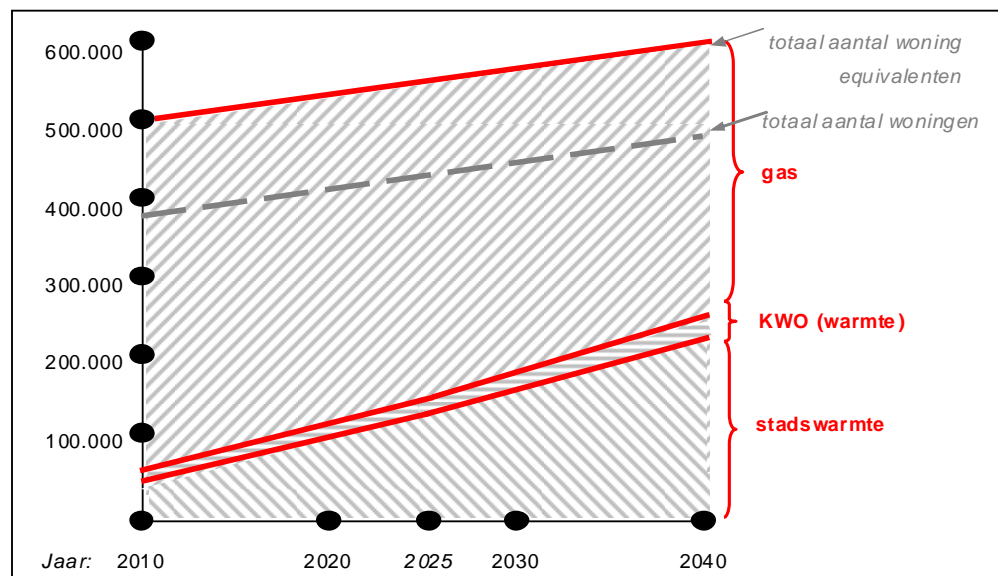
### 4.3. Totale aanbod duurzame warmte

Het totale (potentiële) aanbod van duurzame warmte voor nu en in de toekomst is weergegeven in Figuur 4.5.

	2010	2025	2040
AEB	2,1	2,1	>?
NUON Diemen	3,8	8,1	8,1
NUON Hemweg gas	0	3,2?	3,2?
NUON Hemweg kolen		4,2?	4,2?
KWO	1,3	1,3	1,3
Geothermie	5	5	5
<b>Totaal (potentiële) aanbodcapaciteit</b>	<b>12,2</b>	<b>23,9</b>	<b>&gt; 23,9?</b>

Figuur 4.5 Totale (potentiële) aanbod aan duurzame warmte

De verschillende bronnen, die in het voorgaande zijn behandeld leveren verschillende temperatuurniveaus. Stadsverwarming levert water met temperatuur van 90°C. Geothermie levert water met ongeveer 75°C en KWO werkt met 30° tot 40°C na behandeling met een warmtepomp. Voor KWO systemen is een belangrijk aandachtspunt dat voor tapwater het water verwarmd moet worden tot 60°C.



Figuur 4.6. (Verwachte) verdeling warmtevoorziening voor woningen en gebouwen in Amsterdam

#### 4.4. Duurzame koude

Voor Thermische Energie speelt naast de warmtelevering ook de koude levering een belangrijke rol. Voor koeling wordt gebruik gemaakt van compressoren, die veel elektriciteit gebruiken. De twee belangrijkste duurzame bronnen voor koudelevering zijn KWO systemen en het gebruik van koude uit diepe meren. KWO systemen zijn beschikbaar voor de hele stad, omdat de ondergrond in de gehele stad daarvoor geschikt is. Koudelevering vanuit de diepe meren is gebiedsafhankelijk in verband met de afstand tot de diepe meren.

Zoals vermeld kan in 2025 circa 20% van de besparing van primaire energie met koudelevering worden bereikt. Met de goede beschikbaarheid van koude bronnen op Amsterdams gebied is een aantrekkelijk potentieel aanwezig. De afnemers zullen vooral de zakelijke gebouwen betreffen. Ook zal levering aan woningen in beperkte mate van toepassing zijn.

Zoals bij de thermische warmtelevering al is vermeld moet er bij KWO systemen een balans bestaan tussen de warmtelevering en koudelevering. Deze balans bepaalt daarmee de capaciteit van het systeem. Wel is van belang dat bij duurzame invulling van de koude vraag met een KWO systeem de afzet van de duurzame warmte van dit systeem prioriteit krijgt.

Amsterdam heeft ook vier diepe meren beschikbaar voor koudelevering (Nieuwe meer, Ouderkerkerplas, Sloterplas en Gaasperplas). Met gebruik van de koudelevering uit de diepe meren moet voor de warmtelevering een ander systeem worden ingezet.

Voor 2025 is de koudevraag 1 PJ. Het aanbod vanuit KWO en de diepe meren is vele malen groter.

Voor koudelevering wordt ook gewerkt met adsorptietechnieken. Dit is echter een toepassing die in zeer specifieke situaties aan de orde is.

Met de verschillende systemen worden verschillende temperatuurniveaus bereikt. Voor KWO systemen gaat het om circa 10°C. Bij gebruik van koudelevering uit diepe meren kan water met een temperatuur van 6°C worden geleverd.

#### 4.5. Resumé

Resumerend zijn de volgende ontwikkelingen op gebied van aanbod van Thermische Energie te onderkennen:

- Fossiele brandstoffen zullen op termijn minder beschikbaar zijn (duurder, minder betrouwbaar).

- Voor duurzame thermische warmte zijn diverse bronnen inzetbaar: warmte bij afvalverbranding, fossiele restwarmte, KWO, Geothermie, biogas, warmteterugwinning, zonneboilers.
- De inzet van Thermische Energie is op dit moment vooral aanbod gestuurd
- Locale overschotten van warmte of koude moeten indien mogelijk worden toegepast.
- Voor koude levering zijn twee duurzame alternatieven beschikbaar: KWO en uit diepe meren.
- Bij KWO is de balans tussen de warmtelevering en koudelevering noodzakelijk. Wel is van belang dat bij gebruik van een KWO systeem de afzet van warmte prioriteit krijgt. Met de genoemde noodzakelijke balans voor KWO is de beschikbare warmtecapaciteit beperkt.
- Zowel voor warmte als voor koude wordt gewerkt met verschillende temperatuurregimes, afhankelijk van de gebruikte bron.

## 5 Afstemmen vraag-aanbod: hoofdlijn

Alvorens in detail in te gaan op de afstemming tussen de vraag van Thermische Energie en het daarvoor beschikbare aanbod worden enkele hoofdlijnen weergegeven van de gesprekken die hiervoor gevoerd zijn.

### 5.1. Thermische Energie is in Amsterdam vooral aanbod gestuurd

We onderscheiden een aantal bronnen die momenteel worden toegepast (stadswarmte, KWO, koude uit de plassen) en bronnen die nog in onderzoeksfase zijn (Geothermie, warmte uit afvalwater, oppervlakte water e.d.) Er zijn een aantal oorzaken (niet uitputtend) voor de sterk aanbod gestuurde markt.

*Sterke positie aanbieders.* Westpoortwarmte en NUON hebben in Amsterdam een sterke positie in de uitrol van stadswarmte, NUON op het gebied van koudelevering, diverse marktpartijen en daarnaast in toenemende mate Waternet op het gebied van KWO. Deze partijen benaderen de markt a priori vanuit de bron die zij vertegenwoordigen.

*De vraagkant is onvoldoende sterk georganiseerd,* er is geen sterke vertegenwoordiger namens de vragers. Projectorganisaties zijn grote vragers, maar werken vooral vanuit hun eigen project waardoor ieder project het wiel voor zich zelf uit moet vinden. Voor hen is de energie/warmtevraag slechts een van de aspecten van de projectontwikkeling en heeft daarmee niet de grootste prioriteit. Corporaties hebben qua aantal 50% van de Amsterdamse woningmarkt in bezit. Dit bezit is echter verdeeld over een aantal corporaties. Voor de bestaande woningen komt de vraag naar Thermische Energie zeer gespreid in de tijd naar voren. Particuliere woningeigenaren behartigen echt alleen het individuele belang van de afzonderlijke woning. Voor zakelijke gebouwen is de organisatiegraad eveneens beperkt. Als grote groep is de overheid wel duidelijk te onderscheiden.

We zien dus een situatie met sterke aanbieders en minder sterk georganiseerde afnemers. Een betere afstemming tussen partijen is noodzakelijk.

### 5.2. Thermische Energie richt zich vooral op nieuwbouw

De gebieden die de laatste jaren op stadswarmte zijn aangesloten, waren groot genoeg om de businesscase rond te krijgen en redelijk makkelijk aan te sluiten. Het laaghangend fruit. De nieuwbouwvolumes zijn / waren groot genoeg om de doelstellingen van Amsterdam op het gebied van duurzaamheid te realiseren. Inmiddels zien we dat de te ontwikkelen nieuwbouw gebieden qua volume

kleiner worden. Dit wordt nog eens versterkt door de afgekondigde bouwstop / ontwikkelingen in de markt en het vereveningsfonds (stand september 2010).

In 2010 zijn circa 50.000 woningequivalenten op stadswarmte aangesloten. Het college van B&W heeft in 2008 de ambitie uitgesproken om in 2025 te komen tot 100.000 aangesloten woningequivalenten. In de concept structuurvisie 2040 is voor de warmtelevering een ambitie van 200.000 woningequivalenten opgenomen. Op basis van een basislast van 1,5 kWth per woning is voor de genoemde jaren de benodigde Thermische Energie: 75 MWth, 150 MWth en 300 MWth. Ten opzichte van het geïnstalleerde vermogen voor Thermische Energie geeft dit het volgende beeld.

	2010	2025	2040
<b>Aantal woningequivalenten met stadswarmte</b>	<b>50.000</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>
<b>Benodigd vermogen (op basis van 1,5 kWth/w.e.)</b>	<b>75 MWth</b>	<b>150 MWth</b>	<b>300 MWth</b>
<b>Benodigd vermogen in PJ</b>	<b>1,6 PJ</b>	<b>3,2 PJ</b>	<b>6,4 PJ</b>
<b>Beschikbaar vermogen Afval</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Gas Diemen</b>	<b>180</b>	<b>380</b>	<b>380</b>
<b>Gas Hemweg</b>	<b>(150)</b>	<b>150</b>	<b>150</b>
<b>Kolen</b>	<b>(200)</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
<b>Totaal beschikbaar vermogen</b>	<b>280 MWth</b>	<b>830 MWth</b>	<b>830 MWth</b>
<b>Benodigd/ beschikbaar vermogen afval + gas Diemen</b>	<b>27 %</b>	<b>31 %</b>	<b>63 %</b>
<b>Benodigd/ totaal beschikbaar vermogen</b>	<b>27 %</b>	<b>18 %</b>	<b>36 %</b>

**Figuur 5.1 Verhouding benodigd vermogen t.o.v. beschikbaar vermogen**

Opgemerkt wordt dat NUON voor de Diemercentrale ook een warmteleiding richting Almere aanlegt. De warmtevraag voor de Diemercentrale wordt daarmee op termijn groter.

KWO systemen worden vooral toegepast bij nieuwbouw(kantoren)projecten, waarbij een koude vraag bestaat. Dat is het moment waarop ontwikkelaars / eigenaren opnieuw hun energievraagstuk tegen het licht houden. Bij grootschalige renovatieprojecten wordt bestaande bouw meegenomen, vaak gekoppeld aan nieuwbouwprojecten (zoals Westelijke tuinsteden).

In hoofdstuk 3 is aangegeven dat voor 2025 een toename is gepland in de woningvoorraad van 56.000 woningequivalenten. Voor 2040 is deze toename 116.000 woningequivalenten. De ambitie voor de toename van het aantal woningen met stadswarmte kan dus worden bereikt met de nieuwbouw. Dat is zeker van toepassing voor 2025. Voor 2040 zal ook een deel van de bestaande voorraad moeten worden aangesloten om aan deze ambitie invulling te geven.

Gezien de omvang van de bestaande woningvoorraad in Amsterdam, gekoppeld aan het (verwachtte) teruglopen van de nieuwbouwprojecten in de komende jaren, ligt er een opgave voor verduurzaming (middels Thermische Energie) van bestaande bouw. Momenteel wordt gestudeerd op de mogelijkheden op het wegnemen van belemmeringen (zoals negatief effect van 'niet meer dan anders' in relatie tot hogere huurprijzen (i.v.m. label stijging)) bij verduurzaming huurwoningen, maar een doorbraak is hier nog niet bereikt.

### 5.3. Verschillende temperatuurregimes voor Thermische Energie

#### Aanbod van thermische warmte energie

Thermische warmte energie is aan de bronzijde in te delen in drie temperatuurregimes. Hoge temperatuur (meer dan 90°C) onder andere restwarmte bij elektriciteitsopwekking, Middeltemperatuur (70-80°C) onder andere Geothermie en lage temperatuur (minder dan 40°C) onder andere KWO. Tegen de analyse van de brongerichte benadering (de huidige praktijk) is deze opdeling nauwelijks relevant. Immers, de bronnen staan functioneel los van elkaar. Maar tegen het licht van het maatschappelijk belang (optimaal rendement uit duurzame energie, verdeling van schaarste in ruimtegebruik) is deze opdeling wel relevant. Om de Thermische Energie en de schaarse ruimte optimaal te kunnen benutten, is het van belang om een koppeling te maken tussen de bronnen.

#### Vraag van thermische warmte energie

De temperatuurbehoeftes zijn afhankelijk van de functie en soort (leeftijd) van de bebouwing. De volgende opdeling is te maken:

- bestaande woningbouw, waarbij de ruimteverwarming gebaseerd is op hoge temperatuur, circa 60°C;
- nieuwbouw voor woningen, waarbij de mogelijkheid aanwezig is om de ruimteverwarming in te richten op lage temperatuur, circa 40°C;  
Aandachtspunt bij deze temperatuur is de temperatuur van het tapwater. In verband met legionellabestrijding moet het tapwater tot 60°C worden verwarmd;
- zakelijke gebouwen. Waarbij een soortgelijk onderscheid tussen de bestaand en nieuwbouw aanwezig is.

Om een match te kunnen maken tussen het aanbod van warmtelevering en de vraag van warmtebehoefte is informatie over de huidige situatie benodigd. Welke warmtevragen in temperatuur en vermogen is momenteel aanwezig in de stad.

Opvallend bij de inzet van Thermische Energie is dat voor nieuwbouw momenteel voornamelijk stadswarmte wordt toegepast. De nieuwbouwwoningen kunnen best worden verwarmd met laag temperatuurige warmte, terwijl vooral hoog temperatuurige warmte wordt gebruikt. Voor combinaties van bestaande bouw en nieuwbouw is stadswarmte heel geschikt: Eerst de hoogtemperatuurige warmte gebruiken voor de bestaande bouw en vervolgens met hetzelfde water, dat inmiddels enigszins is afgekoeld, de nieuwbouwwoningen verwarmen.

#### 5.4. Onderhoud van thermische systemen

In theorie worden veel ontwikkelingen opgepakt om op een meer verantwoorde wijze om te gaan met de beschikbare energie. De Trias Energetica is een heldere aanpak om stapsgewijs tot reductie van de benodigde energie te komen. In de praktijk blijken toch grote verschillen te bestaan tussen het ontwerp en de realiteit. Twee voorbeelden hiervoor:

- recent (19 oktober 2010) is ir. Olivia Guerra Santin gepromoveerd aan de TU Delft met het onderzoek *“Actual energy consumption in dwellings”*. Conclusie van het onderzoek is dat zeventig procent van de variatie in gebruikte verwarmingsenergie komt van het onjuist installeren van de “hardware” (cv-ketels, ventilatiesystemen, warmtewisselaars, boilers, etc.) of het niet naleven van de bouwvergunning. Geadviseerd wordt om de uitvoering van energiebesparende maatregelen in nieuwbouwwoningen of bij renovatiewoningen te controleren;
- over de effectiviteit van KWO systemen bestaat al enige tijd twijfel. Inmiddels is ook een onderzoek opgestart om hierover helderheid te krijgen. Dit probleem kan verschillende oorzaken hebben: onjuiste installatie van systemen, verkeerd onderhoud van systemen, onjuiste regeling van systemen etc. Enerzijds wordt hierdoor niet het benodigde vermogen verkregen uit het KWO systeem, anderzijds ontstaat twijfel over de inzet hiervan.

Beide voorbeelden maken duidelijk dat meer aandacht nodig is voor de aanleg en het onderhoud van thermische systemen.

#### 5.5. Ondergronds ruimtegebruik

Bij de inzet van thermische systemen speelt de ondergrond altijd een belangrijke rol. Ten eerste moeten de verwarmingsleidingen in de ondiepe ondergrond worden gepositioneerd. Voor nieuwbouwlocaties kan al in de ontwerpfase hiermee rekening worden gehouden. Voor bestaande gebieden zullen knelpunten ontstaan en moeten worden opgelost. Er is nog niet veel duidelijkheid in het benodigde ruimtebeslag tussen de verschillende systemen (stadswarmte, KWO, Geothermie). Bij de afweging tussen deze systemen kan dit van belang zijn.

Ten tweede wordt bij KWO en Geothermie een beslag gelegd op de diepe of heel diepe ondergrond. Bij toepassing van KWO wordt gewerkt met een bron en een put. In de wintermaanden wordt het warme water onttrokken aan de bron en bij de put wordt het koude water geïnfiltreerd. De positionering van bronnen en putten van verschillende KWO systemen is essentieel voor de goede werking van de afzonderlijke systemen. De provincie behandelt aanvragen voor de KWO systemen, maar er is geen stimulans om de bronnen en putten onderling te optimaliseren. Hiermee is een risico voor een niet optimaal gebruik van de ondergrond. Bij Geothermie doen zich soortgelijke problemen voor, hoewel hierover nog weinig ervaring bestaat.

## 5.6. Ontwikkelingen beleid en wetgeving

Op voortvarende wijze zijn in Amsterdam de afgelopen jaren besluiten genomen door het gemeentebestuur in het kader van de toepassing van duurzame energie. Er is al veel in beweging gebracht. Wel wordt er geconstateerd dat de samenhang tussen de diverse ontwikkelingen voor duurzame energie versterkt kan worden.

Deze constatering wordt mogelijk verder ondersteund door de wrijving die wordt gesignaleerd tussen het raadsbesluit voor "warmte, tenzij ." en het klimaatneutraal bouwen van woningen vanaf 2015. Voor nieuwbouwlocaties worden door de projectorganisaties intensief mogelijkheden onderzocht voor de klimaatneutrale bouw, waarbij vaker alternatieven moeten worden ingezet ten opzichte van " warmte, tenzij ". Dit past ook binnen het beleidskader, maar geeft wel meer varianten voor de inzet van duurzame energie.

Op landelijk gebied is wetgeving al enige tijd in voorbereiding voor de Warmtewet. Met de Warmtewet moet de bescherming van de consument tegen de monopolistische warmtebedrijven en het veiligstellen van een redelijk rendement voor exploitanten worden geregeld. In 2009 is de Warmtewet door de Eerste Kamer aangenomen na een langdurig voorbereidingsproces. Nog voordat deze wetgeving daadwerkelijk inwerking treedt moet hij grondig worden herzien. Een teken van de complexiteit van dit onderwerp.

## 5.7. Kralen rijgen of ketting aanleggen

Zoals in het voorgaande is aangegeven zijn er veel ontwikkelingen op het gebied van Thermische Energie. Deze ontwikkelingen zijn voor een belangrijk deel niet in samenhang met elkaar gebracht. Te denken valt aan de sterk aanbodgestuurde tendens van Thermische Energie, maar ook de verschillende temperatuurregimes die er zijn, zowel voor het aanbod van Thermische Energie als voor de vraag.

Het huidige beeld dat beschikbaar is voor Thermische Energie is de wens om tot een stadswarmtenet te komen, waardoor de bronnen van restwarmte van WPW en NUON met elkaar worden gekoppeld. Met dat resultaat is echter zeker nog niet de gehele stad aan te koppelen aan dit net. Vooral een belangrijk deel van de bestaande stad blijft dan buiten bereik van dit stadswarmtenet, terwijl in de bestaande stad juist de Thermische Energie met een hoogtemperatuurige warmte goed is in te zetten.

Het bereiken van het stadswarmtenet (de ketting) is een toekomstgericht doel dat zeker voor ogen moet staan. Dit net zou zich ook moeten uitstrekken naar de bestaande woningvoorraad. Tegelijkertijd zou het mogelijk moeten zijn om individuele gebieden te voorzien van duurzame Thermische Energie. KWO of Geothermie of lokale warmte of koude overschotten zouden daarvoor een basis kunnen zijn. Ook kunnen tijdelijke installaties voor een collectief systeem mogelijk een rol spelen, als daarmee aangehaakt kan worden aan natuurlijke

momenten van renovatie of grootschalig onderhoud van grote aantallen woningen. Deze lokale ontwikkelingen (kralen) moeten uiteindelijk een totaal systeem opleveren voor de gehele stad. Hiervoor zal het noodzakelijk zijn om al randvoorwaarden te gaan benoemen voor het aankoppelen van de lokale ontwikkelingen (het rijgen van de kralen). Van stadswarmtenet naar Thermische Energie Netwerk.

## 5.8. Resumé

- De inzet van Thermische Energie is momenteel vooral aanbod gestuurd waarbij de samenhang tussen de systemen geen aandacht krijgt.
- De inzet van Thermische Energie richt zich in Amsterdam vooral op nieuwbouw.
- Bij Thermische Energie zijn verschillende temperatuurregimes van toepassing.
- De effectiviteit van KWO systemen kan sterk verbeteren met een beter aanleg en onderhoud van de installaties.
- Er bestaat twijfel over de uitvoeringskwaliteit van energiebesparende maatregelen bij nieuwbouw of renovatiewoningen.
- Ondergronds ruimtegebruik voor thermische systemen zal knelpunten leveren voor de maaiveldinrichting. Er is geen duidelijkheid over verschillen in ondergronds ruimtegebruik bij de diverse systemen (stadswarmte, KWO, Geothermie).
- De samenhang tussen de ontwikkelingen op gebied van beleid kan worden versterkt, landelijke wetgeving komt zeer moeizaam tot stand.
- Het bereiken van een Thermisch Energienet in de toekomst moet het doel blijven. Locale ontwikkelingen voor het gebruik van duurzame Thermische Energie moeten worden gestimuleerd. Deze lokale ontwikkelingen moeten (op termijn) inpasbaar zijn in het Thermische Energienet voor de gehele stad (het rijgen van de kralen).

## 6 Afstemmen vraag-aanbod per gebied

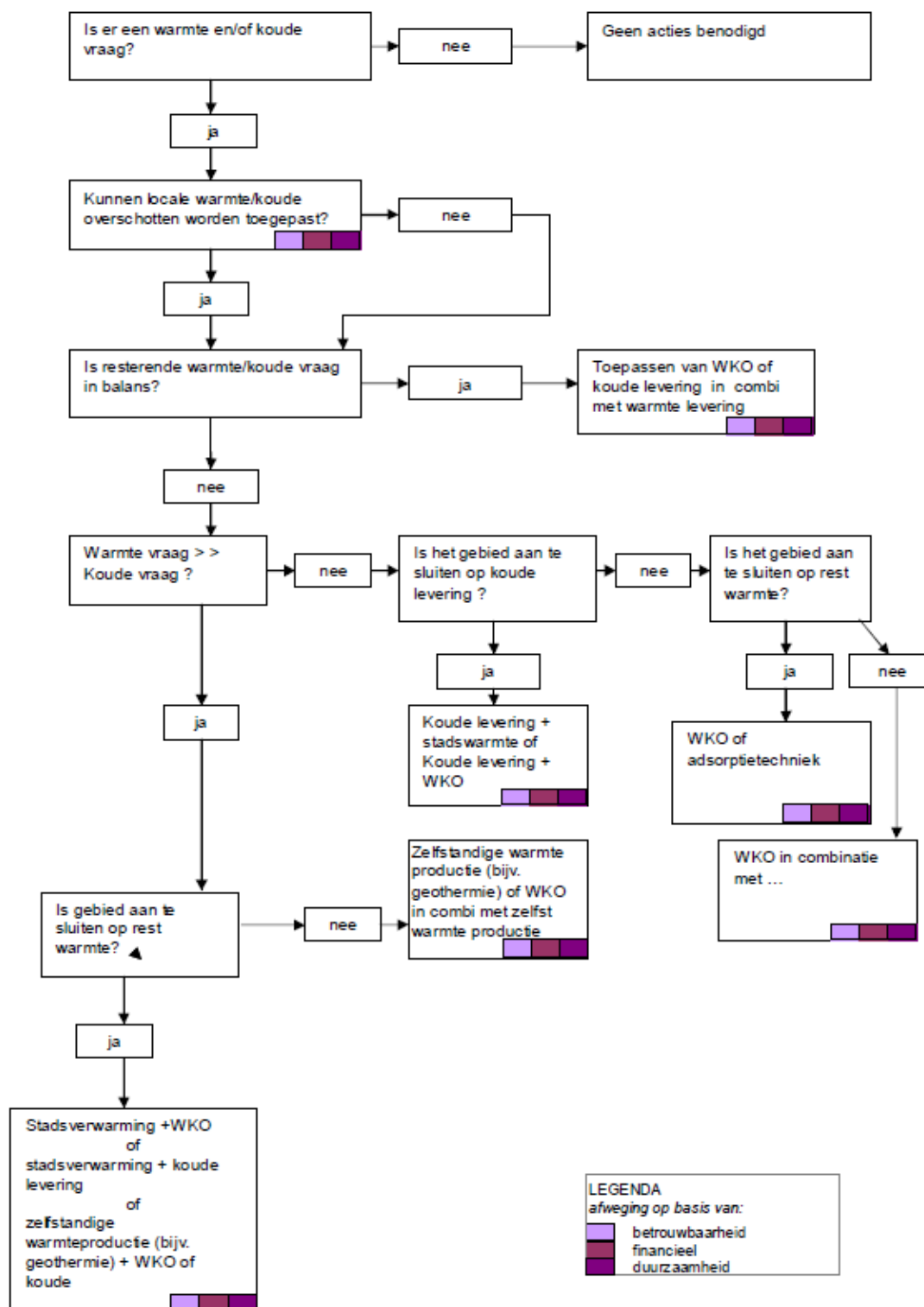
### 6.1. Afwegingsschema voor een gebied

Bij het onderzoeken van gebieden naar de vraag en het aanbod voor Thermische Energie moet eerst een onderscheid worden gemaakt tussen de levering van koude en de levering van warmte. De koudelevering voor Amsterdam is voor 2025 berekend op circa 20% ten opzichte van het totale energiegebruik door warmte-/koudenetten en KWO (CE, 2009). Waarbij de levering van koude vooral gericht is op de levering aan zakelijke gebouwen. De gebiedsgrootte voor koude moet worden afgestemd op het systeem van aanbod voor de koude: diepe plas, absorptiekoeling of koude-/warmteopslag. Voor de levering van koude uit diepe plassen zijn veel hogere investeringen vereist dan voor bij voorbeeld de inzet van KWO. Om die hogere investeringen te kunnen terugverdienen zullen ook een groter aantal afnemers moeten worden aangekoppeld. Ook het temperatuurniveau van het aangeleverde water verschilt per aanbodsysteem.

Bij KWO systemen is een balans nodig tussen de warmte en de koude, die aan de ondergrond wordt onttrokken. Zonder deze balans zal de ondergrond in het gebied na verloop van tijd niet meer goed functioneren voor warmte, danwel koude opslag. Omdat over het algemeen de koudevraag in een gebied veel lager is dan de warmtevraag, bepaalt de koudevraag het vermogen voor de warmtevraag (onttrokken koude energie moet namelijk gelijk zijn aan de onttrokken warmte energie). Eventueel kan met externe leveringen aan de ondergrond bij onbalans het systeem weer in evenwicht worden gebracht. Dit brengt echter wel extra kosten met zich mee, dat tot gevolg kan hebben dat de inzet van een KWO systeem niet rendabel is.

Bij de afstemming van vraag en aanbod voor warmte per gebied is het belangrijk te onderkennen dat er zeer grote verschillen zullen bestaan tussen de gebieden. Enerzijds ontstaan er verschillen tussen gebieden voor nieuwbouw en voor bestaande bouw, dus aan de vraagkant van warmte. De rol van zakelijke gebouwen in de gebieden heeft vervolgens grote invloed op de warmtevraag. Daarnaast is het aanbod van Thermische Energie zeer verschillend tussen de gebieden. De beschikbaarheid van stadswarmte, KWO of op termijn Geothermie verschilt sterk over het oppervlak van de stad. Bij het opzetten van de warmtebalans kunnen lokale overschotten van warmte of koude in het gebied een rol spelen. Te denken valt aan warmte, die vrijkomt voor koeling van winkelcentra vervolgens in te zetten voor verwarming van gebouwen in de omgeving. Organisatorisch en contractueel moet deze uitwisseling solide worden geregeld om een betrouwbare inzet te krijgen.

# Relatieschema thermische energie



Figuur 6.1 Afwegingsschema voor een gebied.

Met deze verschillen tussen vraag en aanbod per gebied is het noodzakelijk om een afweging te maken per gebied. De omvang van deze gebieden kan verschillend zijn. Voor de hoofdbronnen zoals genoemd in hoofdstuk 2 is de haalbare gebiedsgrootte ook verschillend. KWO installaties zijn al te overwegen vanaf een minimale omvang van circa 50 woningen. Bij Geothermie moet toch zeker in de richting van 1000 woningen (woningequivalenten) worden gedacht. Voor stadsverwarming is de haalbare gebiedsgrootte nog veel groter (1000-en woningen).

De grootte van de gebieden kan enerzijds afgestemd worden op de bouwtaak/renovatietaak, anderzijds is er een relatie met de potentiële warmte bronnen. Omdat de koudelevering mogelijk gericht is op een andere infrastructuur kan het gebied voor de koudelevering verschillen ten opzichte van het gebied voor de warmtelevering.

Voor grootschalige nieuwbouwgebieden is inmiddels het opstellen van energievisies een verplichting in het bestuurlijke besluitvormingsproces. Bij renovatie of kleinschaliger nieuwbouwgebieden is deze verplichting nog niet van toepassing of komt een energievisie moeilijk tot stand. Het is van groot belang in het kader van de toepassing van duurzame energie om voor alle delen van de stad energievisies beschikbaar te hebben. Zoals onlangs door Stadsdeel Zuid oost in samenwerking met Dienst Milieu en Bouwtoezicht een Warmte/Koude visie Zuidoost is opgesteld. Deze visies zullen geen star beeld hebben. Aanpassingen in de gebiedsontwikkelingen, in de planning of in de betrokken partijen zullen mogelijk aanleiding zijn tot wijziging van de energievisie. Deze visies moeten passen binnen een kader op stedelijk niveau om ook rekening te kunnen houden met gebiedsoverstijgende belangen. Dit kader is de energievisie voor de gehele stad

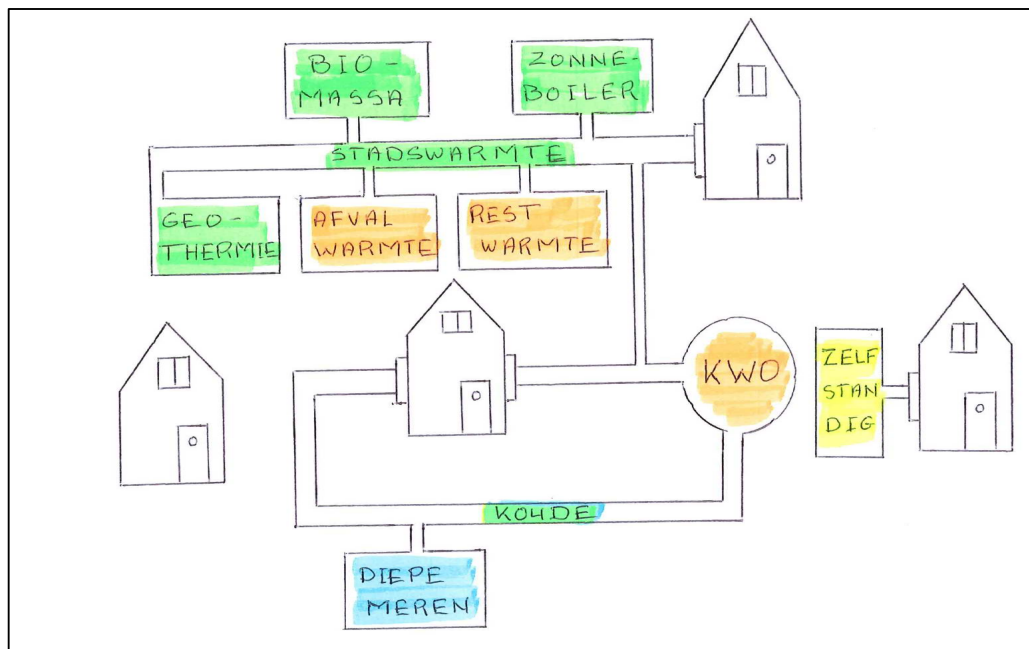
## 6.2.      **Resumé**

- Voor de levering van Thermische Energie zijn in de stad gebieden te onderscheiden. Binnen deze gebieden moet er een goede afstemming zijn tussen de vraag en het aanbod van warmte, danwel koude.
- De vraag aan Thermische Energie ligt binnen het gebied. Het aanbod aan Thermische Energie kan zowel binnen als buiten het gebied worden gegenereerd.
- De grootte van deze gebieden is afgestemd op de vraag en op de potentie van het aanbod. Het kleinste gebied maakt mogelijk alleen gebruik van lokale thermische overschotten. Maar ook veel grotere gebieden in het kader van gebiedsontwikkeling moeten als zodanig worden behandeld.
- Voor alle gebieden is een energievisie noodzakelijk, die moet passen binnen de energievisie van de totale stad. In het Plaberum zijn eisen voor energievisies opgesteld. Voor kleinschaliger ontwikkelingen is het van groot belang dat energievisies beschikbaar komen.

## 7 Afstemmen vraag-aanbod op stedelijk niveau

### 7.1. Algemeen

Zoals omschreven in hoofdstuk 6 kunnen in Amsterdam gebieden ontstaan met een zelfstandige positie voor warmtelevering. Zo ook voor koudelevering. Deze gebieden bestaan in feite al voor sommige delen van de stad. De bronnen voor warmtelevering en ook voor koudelevering verschillen tussen de gebieden. Bij het opzetten van het warmtelevingsysteem moet een onderscheid worden gemaakt tussen de basislast die moet worden geleverd en de piekbelasting. De basislast moet op hoofdlijnen voorzien in circa 90 % van de warmtebehoefte. De piekbelasting moet het resterende deel leveren. Deze verdeling tussen basislast en piekbelasting is afhankelijk van gebiedsgrootte. Hierbij is een analogie te onderkennen met de ontwikkeling van het elektriciteitsnet. Ook daarbij is aan de orde dat hoe kleiner het voorzieningsgebied is, hoe groter de variatie in de vraag en dus ook de piekbelasting. De lokale opwekcapaciteit moet dan relatief groot zijn om altijd aan de vraag naar warmte te kunnen voldoen. Vanuit dat oogpunt wordt het goedkoper om gebieden aan elkaar te koppelen. Natuurlijk moet wel iedere keer de kostenafweging voor een dergelijke koppeling worden gemaakt.



Figuur 7.1 Thermische energienetwerk en bronnen

Een belangrijke afweging voor de koppeling van gebieden is of de koppeling gericht is op het opvangen van de piekbelastingen of dat deze koppeling in de

levering van de gehele warmtebehoefte van het aan te koppelen gebied kan voorzien. In het eerste geval met een koppeling voor de piekbelastingen wordt meerwaarde gecreëerd op duurzaamheid (kleinere piekbelastingen, mogelijk ook duurzamer inzet voor de piekbelasting). Als de koppeling gericht is op de levering van de gehele warmte behoefte wordt de betrouwbaarheid van de gebieden voor de warmtelevering verbeterd. Deze koppelingen vragen echter hogere investeringen, omdat grotere leidingen benodigd zijn. Het primaire systeem voor de warmtelevering betreft de directe warmtelevering aan de gebieden en de koppeling tussen de gebieden. In de gebieden wordt gebruikt gemaakt van het zogenaamde secundaire systeem, de levering aan de gebruikers.

In figuur 7.2 zijn de drie hoofdcomponenten van de verwarming en koeling van gebouwen weergegeven. Vooralsnog zal een belangrijk deel van de gebouwen worden verwarmd met gas. Daarnaast kunnen zelfstandige ontwikkelingen ontstaan op gebiedsniveau voor een collectief warmte en (eventueel) koude systeem. De intentie zou moeten zijn om deze gebiedsontwikkelingen aan te koppelen aan het thermische energienetwerk.

Voor het koppelen van gebieden is het noodzakelijk dat de systemen van de gebieden aan bepaalde voorwaarden voldoen. Net zoals bij verschillende spoorwegen met dezelfde spoorbreedte moet worden gewerkt zal bij de koppeling tussen de gebieden rekening moeten worden gehouden met bepaalde uitgangspunten. In verder overleg tussen de verschillende potentiële warmteleveranciers zullen deze voorwaarden nader moeten worden vastgelegd. Afhankelijk van de aard en het type van de voorwaarden kan dit kostenconsequenties tot gevolg hebben bij het opzetten van een warmteleveringssysteem om het mogelijk te maken gebieden (in de toekomst) aan elkaar te koppelen. Deze kostenconsequenties moeten mogelijk worden gefinancierd met publieke middelen.

Het einddoel voor de warmte- en koudeleveringssysteem op stedelijk niveau wordt een gekoppeld thermisch energie netwerk voor de gehele stad. Waarbij gebruik wordt gemaakt van de meest duurzame bronnen, een betrouwbaar warmtelevering wordt gegarandeerd en dat financieel haalbaar is (in ieder geval binnen randvoorwaarden van “niet meer dan anders”). Dit einddoel kan voorwaarden opleggen aan ontwikkelingen in gebieden. Dit kunnen voorwaarden zijn op technisch en organisatorisch niveau.

## **7.2. Afstemmen van totale warmtevraag en het beschikbare aanbod.**

Voor de totale warmtevraag van Amsterdam is de bestuurlijke ambitie om in 2025 100.000 woningequivalenten aangesloten te hebben op het warmtenet en in 2050 200.000 woningequivalenten. Uitgangspunt is dat momenteel circa 50.000 woningequivalenten zijn aangesloten. Voor de genoemde jaren 2010,

2025 en 2050 is dan circa 1,6 PJ, respectievelijk 3,2 PJ en 6,4 PJ aan Thermische Energie benodigd.

In de structuurvisie van Amsterdam (december 2010) worden voor 2025 en voor de langere termijn respectievelijk 50.000 nieuwbouwwoningen en 100.000 nieuwbouwwoningen gepland. Daarnaast wordt voor kantoorruimte nog een beperkte toename gezien (respectievelijk 6.000 woningequivalenten en 16.000 woningequivalenten (bij 150 m<sup>2</sup> per wooneenheid voor kantoorruimte). Totaal betekent dit voor 2025 een toename van 55.000 w.e. en voor 2040 van 116.000 w.e. Met het beleid van klimaatneutraal bouwen zal deze nieuwbouw zo veel als mogelijk moeten worden aangesloten op duurzame warmte en koude levering.

De ambitie voor het aantal aansluitingen op het warmtenet kan volledig worden ingevuld met de nieuwbouw. Mogelijk kan echter een deel van de nieuwbouw niet direct worden aangesloten omdat deze woningen op korte termijn niet in het leveringsgebied liggen voor het warmtenet. Een deel van de aansluitingen moet dan worden gerealiseerd bij de bestaande bouw.

Tevens is het gezien de omvang van de bestaande bouw van groot belang dat duurzame warmte en koude potentieel beschikbaar komt omdat het thermische gebruik voor de bestaande bouw per woning hoger ligt dan bij nieuwbouwwoningen. De levering aan nieuwbouwlocaties zou een uitstraling moeten krijgen naar de bestaande bouw, waardoor een verleiding ontstaat om ook een aansluiting te krijgen. Afhankelijk van ontwikkelingen op het gebied van het huidige Thermische Energiegebruik (prijsverhoging of beschikbaarheid) kan bij natuurlijke wijzigingen bij de bestaande woningen (renovatie) tot aansluiting worden overgegaan. De woningbouwcorporaties hebben in hun beleid ook als doelstelling een reductie van de CO<sub>2</sub> uitstoot voor de bestaande voorraad. Ook voor zakelijke gebouwen, zowel in privaat eigendom als publiek eigendom, moeten de kansen voor levering worden aangegrepen. Op organisatorisch vlak vraagt dit extra inspanning.

Met de combinatie van levering van Thermische Energie aan zowel nieuwbouw als bestaande bouw wordt een zogenaamde cascade van temperatuur mogelijk. Eerst hoogtemperatuurige warmte gebruiken voor de bestaande bouw en vervolgens met deze retourstroom de nieuwbouw van Thermische Energie voorzien.

Amsterdam heeft een ruim aanbod van duurzame Thermische Energie, dat is een groot pluspunt voor het verduurzamen van de warmte en koude levering aan de gebouwen. In onderstaand tabel is de totale (potentiële) warmte aanbodcapaciteit in PJ weergegeven:

	2010	2025	2040	Na 2040
AEB	2,1	2,1	>?	
NUON Diemen	3,8	8,1	8,1	
NUON Hemweg gas	0	3,2?	3,2?	
NUON Hemweg kolen		4,2?	4,2?	
KWO	1,3	1,3	1,3	
Geothermie	5	5	5	
<b>Totaal (potentiële) aanbodcapaciteit</b>	<b>12,2</b>	<b>23,9</b>	<b>&gt;23,9?</b>	
<b>Totale geplande vraag</b>	<b>1,6</b>	<b>3,2</b>	<b>6,4</b>	<b>Circa 10</b>
<b>Aantal woning equivalenten</b>	<b>50.000</b>	<b>110.000</b>	<b>250.000</b>	
<b>Totale behoefte in woning eq.</b>				<b>587.000</b>

**Figuur 7.2 Potentieel Warmteaanbod en geplande vraag in PJ**

Met dit ruime aanbodcapaciteit ten opzichte van de vraag kan daarom gekozen worden voor de meest optimale oplossing. Bij die keuze moeten zowel korte termijn doelen als lange termijn doelen in het oog worden gehouden.

Een groot deel van de vraag van Thermische Energie kan worden geleverd door AEB. De verruiming van het verspreidingsgebied is afhankelijk van de uitbreiding van het primaire net. Als ook voor Amsterdam Noord de thermische levering van AEB kan worden ingezet blijft de capaciteit van NUON Hemweg beschikbaar voor mogelijk gebieden buiten Amsterdam.

Aan de oostzijde van de stad wordt gebruik gemaakt van de thermische levering van NUON Diemen. Met de uitbreiding van deze locatie wordt het aanbod sterk vergroot, maar tevens wordt de levering aan Almere gestart. Potentieel is de inzet van Geothermie een aantrekkelijke bron voor verduurzaming. Of dit financieel haalbaar is en op welke termijn vereist zeker verdere studie. De beschikbaarheid van Geothermie is het best aan de zuidwestzijde van Amsterdam. Daarmee zou dit een aantrekkelijke optie zijn voor de verduurzaming van de NUON restwarmte. Ook voor de inzet van Geothermie is het netwerk een noodzakelijke randvoorwaarde.

Het inzetten van de aanbodcapaciteit van KWO installaties wordt belemmerd door de noodzakelijke balans tussen warmtevraag en koudevraag in de ondergrond. In feite bepaalt de koudevraag het warmte aanbod. Het beschikbaar gekomen warmte aanbod moet met prioriteit kunnen worden ingezet.

### 7.3. Koppelen van gebieden

Zoals in hoofdstuk 6 is aangegeven zijn voor Thermische Energie de afweging per gebied noodzakelijk omdat er grote verschillen bestaan tussen de gebieden onderling. De gebieden moeten vervolgens niet onderling zelfstandig blijven

bestaan als autarkisch gebied, maar gekoppeld kunnen worden aan een stedelijk net. De analogie met het elektriciteitsnet is daarbij als voorbeeld verhelderend. Het tijdstip van koppeling wordt bepaald door de kosten die moeten worden gemaakt om het stedelijk net bereikbaar te maken voor het betreffende gebied. Een verdere afweging die daarbij aan de orde is of de koppeling gericht moet zijn op basislast danwel piekbelasting. Voor deze koppeling moeten voorwaarden worden opgesteld. Enerzijds organisatorisch om gebieden met verschillende publiek/private eigendomsverhoudingen aan elkaar te kunnen koppelen, anderzijds technisch. Met onder andere als aandachtspunt welk temperatuurniveau voor het leidingnet van toepassing is.

In de onderlinge afweging tussen organisatie en techniek is de stelling van Meiny Prins, directeur van Priva B.V. heel toepasselijk: *“een duurzame toekomst gaat niet meer om techniek, maar om ambitie en het doorbreken van bestaande structuren.”*

Voor het temperatuurniveau voor het netwerk zijn enkele randvoorwaarden aanwezig:

- Water met een hoge temperatuur kun je zonder toevoeging van energie naar een lager temperatuurniveau brengen door warmtewisselaars of door toepassing van het temperatuurverschil voor verwarming.
- Om water van een lager temperatuurniveau naar een hoger temperatuurniveau te brengen moet energie worden toegevoegd. In veel gevallen is dat momenteel fossiele energie. Dat kan ook met warmtewisselaars.
- Restwarmte van AEB en NUON zitten op hoogtemperatuur niveau. Met cascadering kan het temperatuurtraject worden opgeknipt in bijvoorbeeld twee temperatuurstappen.
- Geothermie heeft een temperatuurniveau van 70°– 80 °C.
- KWO werkt op een veel lager temperatuur niveau 30° – 40°C.
- Voor tapwater is in het kader van volksgezondheid vooralsnog (tijdelijk) een temperatuur van minimaal 60°C vereist.
- Voor verwarming van nieuwbouwhuizen en zakelijke gebouwen kan worden gewerkt met laagtemperatuur verwarming.
- Voor verwarming van bestaande gebouwen zal voorlopig nog met hogere temperaturen moeten worden gewerkt (radiatoren).

Voor een stedelijk net lijkt het dan ook aannemelijk om voor het hoofdnet te werken met een hoog temperatuur niveau. In de gebieden kunnen eventueel andere temperaturen worden toegepast. Als in de toekomst verduurzaming gewenst is met Geothermie dan moet dat temperatuur niveau aangekoppeld kunnen worden. Als dit lagere temperatuurniveau ingezet wordt op het hoogtemperatuurnet dan zal om dezelfde hoeveelheid energie uit dit net te krijgen de leidingsnelheid moeten worden verhoogd of het net moeten worden aangepast. Bij de verdere uitwerking van het huidige net moet hiermee mogelijk al rekening worden gehouden.

De koppeling tussen de gebieden en de aansluiting aan het stedelijk net vereist natuurlijk wel financiering. De kosten voor de warmtevoorziening in de gebieden

en de aankoppeling aan het net ligt in eerste instantie bij de afnemers van betreffende gebieden. Voor de ontsluiting van toekomstige gebieden is het noodzakelijk om een robuuster netwerk aan te leggen. Deze versterking van het net is in het belang van alle gebruikers van de stad. Verschillende argumenten liggen daaraan ten grondslag, zoals betrouwbaarheid, duurzaamheid en financiën. Verder onderzoek is hiervoor nog noodzakelijk, omdat ook veel organisatorische elementen hiermee zijn gerelateerd. Wie wordt bijvoorbeeld de eigenaar van het stedelijke net. Een gedachte zou kunnen zijn om het versterken van het net of misschien wel het totale net ten laste te brengen aan alle gebruikers.

#### 7.4. Resumé

- Gebieden met gebruik van duurzame Thermische Energie moeten worden gekoppeld aan een stedelijk warmtenet.
- Aan dit stedelijk warmtenet zijn diverse bronnen voor levering gekoppeld.
- Voor deze koppelingen zijn technische en organisatorische randvoorwaarden noodzakelijk.
- De ambitie van de stad ten aanzien van de CO<sub>2</sub> reductie kan voor de komende 40 jaar voor het grootste deel ingevuld worden met de geplande nieuwbouwwoningen.
- Voor de bestaande bouw (zowel woningen als zakelijke gebouwen) moet de levering van Thermische Energie potentieel binnen bereik komen. Geplande ingrepen bij de bestaande bouw kunnen dan aanleiding zijn tot inzet van duurzame Thermische Energie.
- Warmteaanbodcapaciteit voor Amsterdam is vele malen groter dan de vraag. Dit biedt kansen om te kiezen voor de meest optimale oplossing
- AEB kan voorzien in een groot deel van de warmtevraag. NUON heeft een ruim overschot op het gebied van thermische warmte.
- De beschikbaarheid van Geothermie is het best aan de zuidwestzijde van de stad. Bij de ontwikkeling van het stedelijke warmtenet zou hiermee rekening moeten worden gehouden.
- Aanleiding voor de toepassing van KWO is de koude vraag. In verband met de noodzakelijke balans tussen de warmte en koude afzet van het systeem moet bij inzet van KWO de afzet van warmte prioriteit krijgen.
- Het lijkt aannemelijk van uit energiebehoud om voor het hoofdnet van het stedelijke net uit te gaan van een hoge temperatuur (90° - 110°C).
- In eerste instantie liggen de kosten voor de warmtevoorziening in de gebieden bij de afnemers. Het versterken van het warmtenet voor de aankoppeling van toekomstige gebieden is in het belang van alle gebruikers van Thermische Energie. De financiering van deze versterking van het warmtenet is afhankelijk van de organisatie van het warmtenet. Een gedachte zou kunnen zijn om in ieder geval de versterking van het warmtenet ten laste te brengen aan alle gebruikers.

## 8 Rollen

### 8.1. Stedelijke regie

In de vorige hoofdstukken is geconstateerd dat er in Amsterdam veel initiatieven worden genomen, maar dat deze initiatieven vooral vanuit een bepaalde bron zijn ingestoken en aanbod gestuurd zijn. Ook is geconstateerd dat een thermisch energienetwerk als uitgangspunt voor ontwikkeling zou moeten worden genomen, in plaats van de bronnen als uitgangspunt voor ontwikkeling. Hiervoor is stedelijke regie nodig.

Waar nu de nadruk ligt op optimale exploitatie van een bepaalde bron, zou uitgangspunt moeten zijn de optimale exploitatie van het gehele Thermische Energie net, waarbij verschillende bronnen kunnen zijn aangetakt. Zo werkt dat ook in andere steden, zoals Wenen, waar de warmte afkomstig is van twee afvalverbranders, een olieraffinaderij, een zeepoederfabriek, een biomassacentrale en warmtekrachtcentrales. Zij leveren allen aan het ringleidingnet van de stad (bron: Warmte in Nederland). Niet langer is de bron bepalend voor het systeem, maar het Thermische Energie net als geheel, op stedelijk niveau, is bepalend voor het systeem. Waarbij uiteraard zo optimaal mogelijk wordt gebruik gemaakt van de aanwezige bronnen.

Dit hoofdstuk gaat in op de stedelijke regie en de verschillende rollen in het speelveld. Voor het benoemen van rollen is het van belang verschillende ketens te benoemen. We beschouwen voor dit onderzoek twee ketens:

- > Strategisch, tactisch, operationeel: brondenken versus stedelijk denken
- > Bron, netwerk, gebruiker

### 8.2. Strategisch, tactisch en operationeel niveau

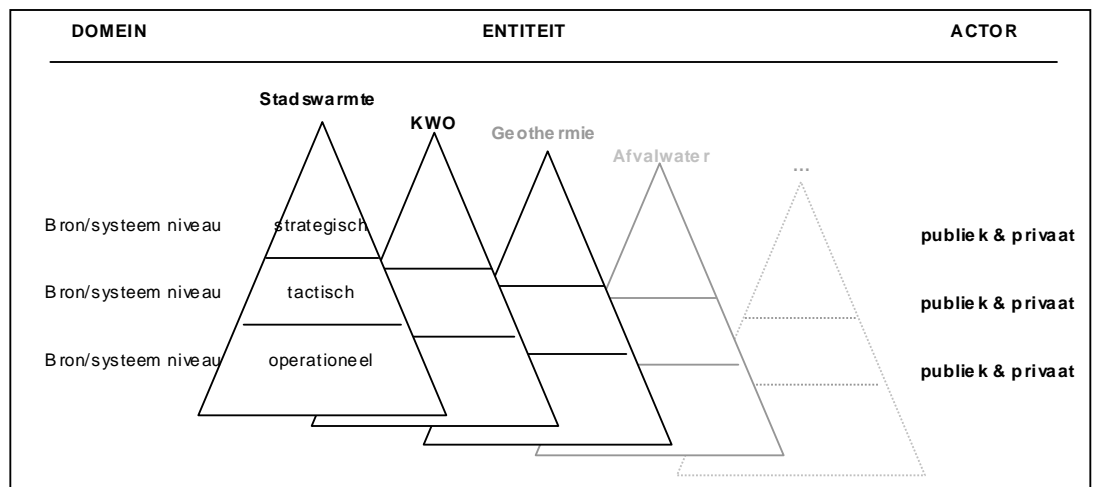
Tussen de energiestrategie en de uitwerking op bron niveau ligt een grijs gebied. Deze paragraaf geeft een aanzet tot het wegnemen van dit grijze gebied.

#### bron denken\* versus stedelijk denken

*\*) met bron denken wordt bedoeld dat een systeem, zoals stadswarme of KWO, leidend is in de redenering. Het vertrekpunt voor een redenering is de betreffende bron.*

In de huidige situatie wordt *binnen* de bronnen (stadswarmte, KWO, ...) onderscheid gemaakt in de niveaus strategisch, tactisch en operationeel. Maar overkoepelend, dus *boven* de bronnen gebeurt dat minder. Daardoor ontstaat spraakverwarring. We zeggen dat we strategisch nadenken, maar we doen dat vanuit de redenering van een bepaalde bron. En passant nemen we in de redenering ook wel andere bronnen mee, maar steeds in de marge.

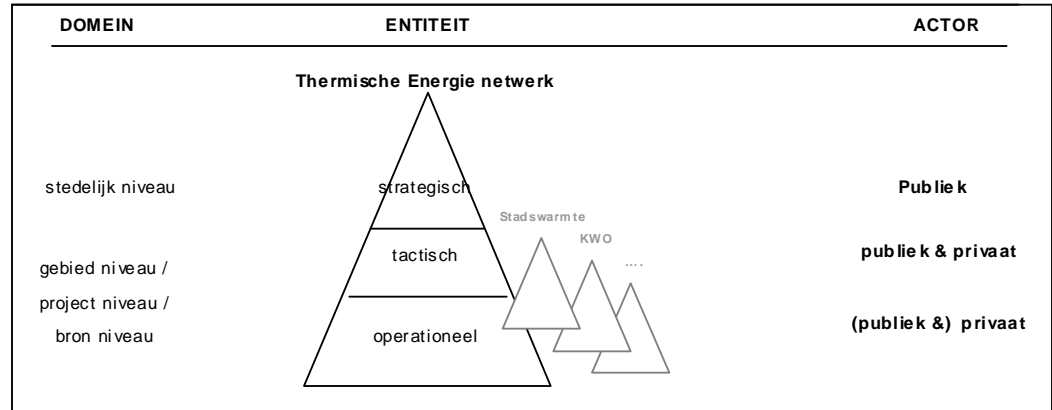
Vanuit de bron geredeneerd is dit een strategische benadering, maar op stedelijk niveau niet, vanuit stedelijke redenering gaat het hier om een benadering op tactisch niveau, vanuit de betreffende bron. Onderstaande figuur geeft de huidige situatie weer.



De figuur geeft weer dat gedacht wordt vanuit de bron, op alle drie de niveaus (strategisch, tactisch en operationeel). Bij actoren zien we in deze setting dat zowel publieke als private actoren een rol spelen op alle drie de niveaus. Soms meer, soms minder. Zo zijn er KWO systemen met een publieke eigenaar en met een private eigenaar. Bij stadswarmte is altijd sprake van private partijen, variërend van een meer of minder prominente rol.

#### Denken vanuit het Thermische Energie netwerk: stedelijke regie

In hoofdstuk 7 is geconstateerd dat het, vanuit het oogpunt van rendement, leveringszekerheid en dergelijke, van belang is om uiteindelijk te komen tot een thermisch energie netwerk voor Amsterdam. Een net waar diverse bronnen op kunnen worden ingepast. Dit vraagt om een redenering vanuit het stedelijk abstractieniveau. Daarin zijn niet de bronnen dominant, maar de stedelijke belangen. Die liggen bij de doelstellingen op het gebied van klimaat, zoals verwoord in . Natuurlijk onder voorwaarden, zoals financiële haalbaarheid en betrouwbaarheid (leveringszekerheid). Onderstaande figuur geeft de verschillen weer ten opzichte van het brondenken uit de vorige paragraaf.



In deze figuur is het Thermische Energienetwerk dominant. Op strategisch niveau worden afwegingen gemaakt voor de gehele stad. Op tactisch niveau voor gebieden, dat kunnen zijn nieuwbouw (of bestaande) locaties waarvoor energievissies worden gemaakt, of bijvoorbeeld op stadsdeelniveau. Op tactisch niveau kan dan de afweging zitten op bron niveau. Of deze afweging wordt overvleugeld door het strategisch niveau, waar, vanuit het stedelijk belang, een keuze wordt opgelegd.

Op operationeel niveau worden afwegingen gemaakt op projectniveau. Dat kunnen projectgebieden zijn of ook weer vanuit een bepaalde bron, of een combinatie daarvan.

De afwegingen die in de huidige situatie (bron denken) op alle drie de niveaus plaatsvinden, vinden in deze voorgestelde situatie nog steeds plaats, maar op het tactische en operationele niveau.

#### Maatschappelijke acceptatie

Een belangrijk element in de stedelijke regie is ook de maatschappelijke acceptatie. Een thermisch energienetwerk is een grote ontwikkeling, met vergaande consequenties. Dat vraagt om investeringen om maatschappelijk draagvlak te creëren. Een aspect daarbij is bijvoorbeeld de kennelijke behoefte bij gebruikers om keuzevrijheid te hebben.

### **8.3. Thermische Energiesystemen: bron, netwerk, gebruiker**

Sinds de privatisering van kabel en leidingbedrijven is de ketenbenadering bron, netwerk en gebruiker een belangrijk element in dergelijke netwerken. Ook voor Thermische Energie en zeker tegen de achtergronden zoals geschetst in de vorige hoofdstukken, is dit onderscheid van belang.

#### Uitwerking van de rollen

Het denken over de invulling van de diverse rollen is momenteel in Amsterdam in ontwikkeling. Dit vindt vooral plaats vanuit de bronnen.

Vanuit stadswarmte wordt nagedacht over de invulling van de rollen, vertaald naar een scheiding op basis van bron, netwerk en levering in relatie tot publieke en private rollen.

Vanuit KWO wordt nagedacht over de invulling van de rollen, vertaald naar processen van acquisitie tot en met realisatie en beheer van de KWO systemen. Ook weer in relatie tot publieke en private rollen.

Voor Thermische Energie op stedelijk niveau, biedt dit rapport een aanzet. In de paragraaf 'strategische, tactisch en operationeel' zijn al actoren genoemd, met als kern dat op strategisch niveau de overheid een belangrijke rol zou moeten spelen. Dat kan op diverse wijzen worden ingevuld. Onderstaand een aantal mogelijkheden, niet uitputtend. De mogelijkheden zijn bedoeld als aanzet tot een verdere discussie en behoeft verdere uitwerking.

*Voorbeeld: Netwerk in overheidshanden, bronnen overheid en marktpartijen*

Model dat wordt toegepast in verschillende steden, waaronder Rotterdam.

Lokale overheid voert de regie op Thermische Energie (zowel op verduurzaming als op financieel rendement als op ruimtegebruik) door:

- netwerk in handen van de lokale overheid, entiteit nader te bepalen;
- deze entiteit handelt vanuit stedelijk belang;
- als eigenaar van het netwerk onderhandelt de entiteit met verschillende bronnen. Bronnen kunnen zijn stadswarmte, KWO, Geothermie,
- verder onderhandelt de entiteit met gebruikers. Gebruikers kunnen zijn (industriële) grootgebruikers, corporaties, projectbureaus.

*Voorbeeld: Netwerk bij marktpartij, overheid stelt randvoorwaarden.*

Een andere mogelijkheid is om het netwerk bij een marktpartij te leggen en zware eisen te stellen aan de eigenaar van dat netwerk. Bijvoorbeeld percentage duurzame energie, waardoor de partij 'gedwongen' wordt om meer energie af te nemen van AEB of om Geothermie toe te (laten) passen.

#### Opgave: Gehele keten bij één partij?

De realisering van het Thermische Energie netwerk is een grote opgave. Een complexe taak met een complex krachtenveld. Om dat krachtenveld enigszins te beheersen en om de continuïteit over de lange realisatieperiode te kunnen controleren, kan het raadzaam zijn om gedurende de ontwikkelingsstijd de bronnen en het netwerk bij één partij te leggen.

Vanuit andere invalshoeken, bijvoorbeeld het oogpunt van marktwerking en keuzevrijheid voor de afnemer, of vanuit het oogpunt van uniformiteit (consequent zijn aan de lijn bij energiemaatschappijen), kan dit echter tot maatschappelijke of bestuurlijke weerstand leiden.

De keuze voor leveranciers is bij warmte (momenteel) overigens minder relevant dan bij elektra, omdat de netwerkkosten bij stadswarmte meer dan 50% van de totale kosten uitmaakt. Bij elektra is dat circa 15%.

Een verdere uitwerking van dit vraagstuk is raadzaam.

#### 8.4. Publieke en private rol

Op strategisch niveau wordt het stedelijk belang gewaarborgd. Daarom moeten op dat niveau publieke actoren een sterke rol hebben. Wanneer hier enige of veel private invloed wordt uitgeoefend, dan kunnen andere belangen dan het publieke belang gaan meespelen. Daarom een scherpe scheiding: stedelijke belangen door publieke actoren.

Op tactisch niveau kan de verdeling anders zijn. Daar kunnen zowel publiek als privaat of een combinatie, op operationeel niveau eveneens. Hier zal meer leidend zijn welke partij het meest efficiënt een bepaalde taak kan vervullen.

#### 8.5. Stedelijke organisatie

In het onderzoek is geconstateerd dat diverse gemeentelijke diensten zich bezighouden met onderdelen van Thermische Energie. DMB vanuit onder andere duurzaamheid en energieviesies, OGA vanuit stadswarmte, DRO vanuit de ordening van de ondergrond, Waternet onder andere vanuit de motivatie om tot regie met betrekking tot KWO te komen, AEB onder andere als energieleverancier en participant in Westpoortwarmte, Klimaatbureau vanuit diverse invalshoeken.

Hoewel er veelvuldig contact is tussen de verschillende diensten, is niet altijd helder wat ieders rol is en welke partij het stedelijk belang borgt.

Ook lopen private belangen en maatschappelijke belangen niet altijd gelijk. Voor stadswarmte is het private belang onder gebracht bij Westpoortwarmte, terwijl het maatschappelijk belang is ondergebracht bij verschillende diensten en daardoor is verspreid.

#### 8.6. Resumé

- Tussen de energiestrategie en de uitwerking van Thermische Energie op bron niveau ligt een grijs gebied. Dit is het gebied waar vooral wordt geredeneerd vanuit een bepaalde bron en minder vanuit het stedelijk niveau.
- Een strategisch niveau voor de gehele stad mist momenteel in de redeneerlijnen van Amsterdam. Dit vraagt om sterke regie.
- Voor het Thermische Energienet is het noodzakelijk om een strategisch niveau te onderscheiden, waarop overkoepelend wordt geredeneerd, vanuit Thermische Energie in plaats van uit een bepaalde bron.
- Met betrekking tot de rolverdeling is verder het onderscheid naar bron, netwerk en gebruikers relevant. Hierin zijn diverse mogelijkheden te bepalen.
- Een mogelijkheid is om het netwerk in handen van de overheid te houden en vanuit die basis eisen te stellen / in onderhandeling te gaan met bronnen en leveranciers (Rotterdams model).
- Een andere mogelijkheid is om het netwerk bij een private partij te leggen en eisen te stellen aan deze partij. Bijvoorbeeld percentage duurzame energie, waardoor de partij 'gedwongen' wordt om meer energie af te nemen van AEB of om Geothermie toe te (laten) passen.

- Er zijn meer varianten denkbaar. Het kan raadzaam zijn om gedurende de ontwikkelingstijd de bronnen en het netwerk bij één partij te leggen om zo de realisering te waarborgen. Hier liggen echter ook maatschappelijke en bestuurlijke bezwaren.
- Hoewel er veelvuldig contact is tussen verschillende diensten van de gemeente Amsterdam, is niet altijd helder wat ieders rol is en welke partij het stedelijk belang borgt.

## 9 Conclusies en aanbevelingen

### **Conclusies**

Fossiele brandstoffen zullen op termijn schaarser en duurder worden. Met de ontwikkeling van invoer van gas wordt de betrouwbaarheid voor levering verminderd ten opzichte van de huidige situatie. Voor Amsterdam is het dan ook belangrijk om alternatieven beschikbaar te maken voor Thermische Energie voor verwarming en koeling van woningen en zakelijke gebouwen. Op dit gebied zijn al heel belangrijke resultaten bereikt met de toepassing van afvalwarmte en restwarmte door WPW en NUON. In 7 jaar tijd zijn 50.000 woningen aangesloten op stadswarmte. De doelstellingen voor de komende 30 jaar zijn erop gericht om in 2025 100.000 woningequivalenten en in 2040 200.000 woningequivalenten aangesloten te hebben op het warmtenet.

Amsterdam staat echter op een kruispunt. Gaat het door op de huidige voet met uitrol van Thermische Energie op basis van zelfstandige bronnen, of kiest Amsterdam voor een versnelling door een samenhangend thermisch energie netwerk als uitgangspunt te nemen, waarbij ook de verdere verduurzaming van de Thermische Energie mogelijk is.

Thermische Energie is een dynamisch speelveld. Dit is van belang bij de transitie. Er zijn diverse ontwikkelingen op het gebied van de vraag naar Thermische Energie en het aanbod van energie. Deze ontwikkelingen zullen invloed hebben op het uiteindelijk te behalen resultaat.

De warmtevraag zal in de toekomst afnemen door de reductie van de warmtevraag voor nieuwbouwwoningen en verbetering van de isolatie voor bestaande woningen. De verwachting is dat voor 2025 de duurzame warmtevraag circa 4 keer groter is dan de duurzame koudevraag. Van de zakelijke gebouwen wordt circa 20 % gebruikt door de overheid of aan de overheid gerelateerde organisaties.

Het aanbod van duurzame thermische warmte is vele malen groter dan de vraag. Er zijn verschillende bronnen beschikbaar zoals afvalwarmte van het Afval Energiebedrijf, restwarmte van de elektriciteitscentrales, KWO in de ondergrond, Geothermie, biogas, warmteterugwinning en zonneboilers. Voor duurzame koude wordt het koude water uit de diepe meren gebruikt en ook KWO in de ondergrond. Ook voor koude is het aanbod vele malen groter dan de vraag. Dit ruime aanbod geeft kansen om keuzes te maken voor de inzet van de meest duurzame bronnen.

Bij KWO systemen moet een balans bestaan tussen de warmtelevering en koudelevering. Wel is van belang dat bij duurzame invulling van de koude vraag met een KWO systeem de afzet van de duurzame warmte van dit systeem prioriteit krijgt. Met de genoemde noodzakelijke balans voor KWO is de beschikbare warmtecapaciteit beperkt.

De beschikbaarheid van Geothermie is het best aan de zuidwestzijde van de stad. Bij de ontwikkeling van het stedelijke warmtenet zou hiermee rekening moeten worden gehouden

Een belangrijk aandachtspunt bij de verdere ontwikkeling van een thermisch energienet zijn de verschillende temperatuurniveaus, zowel aan de vraagkant voor de verwarming van woningen als voor het geleverde warme water uit de verschillende bronnen. Vanuit energiebehoud is het logisch om voor het hoofdnet van het stedelijke net uit te gaan van een hoge temperatuur (90° - 110° C). In de gebieden kan met lagere temperaturen worden gewerkt. Met het aankoppelen van geothermie aan het hoofdnet zou nu al rekening moeten worden gehouden.

Tot nu toe zijn de ontwikkelingen voor Thermische Energie vooral aanbod gestuurd geweest. Dit is uitgevoerd vanuit afzonderlijke bronnen. De aanbieders zijn goed georganiseerd, terwijl er geen duidelijk georganiseerde vraag is. Het aanbod van de Thermische Energie is vooral gericht op de nieuwbouw. Voor een belangrijk deel van de bestaande woningvoorraad dreigt daarbij Thermische Energie niet beschikbaar te komen.

De ambitie voor CO2 reductie kan voor de komende 30 jaar voor het grootste deel worden ingevuld met het aansluiten van de nieuwbouwwoningen aan het warmtenet.

Voor de bestaande bouw (zowel woningen als zakelijke gebouwen) moet de levering van Thermische Energie potentieel binnen bereik komen. Geplande ingrepen bij de bestaande bouw kunnen dan aanleiding zijn tot inzet van duurzame Thermische Energie. Met het aansluiten van de bestaande bouw is er een kans om boven het aantal geplande aansluitingen uit te komen.

Momenteel wordt vooral gewerkt op strategisch, tactisch en operationeel niveau voor de verschillende thermische bronnen. Benodigd is een sterke toevoeging op strategisch niveau voor het totale stedelijke Thermische Energienetwerk. Deze ontwikkeling vergt sterke regie en samenwerking tussen diensten en andere organisaties. Meer dan in de huidige situatie gebeurt.

### **Aanbevelingen**

Amsterdam moet toewerken naar een thermisch energie netwerk en dat netwerk als uitgangspunt gebruiken voor de toekomstige ontwikkelingen op het gebied van Thermische Energie. Korte termijn resultaten moeten passen binnen die lange termijn visie. De verschillende thermische bronnen die beschikbaar zijn in het stedelijk gebied van Amsterdam zouden (op termijn) aangesloten moeten worden op dit netwerk. Verduurzaming van het netwerk is in het kader van de maatschappelijke acceptatie van groot belang. De beleidsinstrumenten moeten hierop zijn gericht.

Per gebied moeten energievisies worden opgesteld. Voor grootschalige gebieden zijn in het Plaberum hiervoor eisen opgenomen. Voor kleinschaliger gebieden en renovatiegebieden zijn deze visies ook vereist. Deze energievisies moeten passen in een nog op te stellen energievisie voor de gehele stad.

Voor de koppeling van de gebieden moeten technische en administratieve randvoorwaarden worden opgesteld. De administratieve randvoorwaarden zijn afhankelijk van de publiek/private verhouding in het Thermische Energienetwerk.

Voor de toepassing van het Thermische Energienetwerk is maatschappelijke acceptatie van groot belang. In de komende jaren moeten initiatieven worden genomen om deze acceptatie te versterken.

Voor Geothermie is aanvullend onderzoek noodzakelijk met betrekking tot capaciteit, beschikbaarheid op lange termijn, kosten en inpasbaarheid in het netwerk.

Voor de inpassing van het Thermische Energienetwerk in de bestaande stad is onderzoek vereist in het ondergronds ruimtegebruik van de diverse systemen. Een verschil in ruimtegebruik kan sturend zijn in de systeemkeuze.

Zowel voor de corporaties als voor de individuele woningeigenaren is er een beperkt draagvlak voor het gebruik van een collectief warmte en koude netwerk. Meer inzicht over de achtergronden hiervoor is vereist. Vervolgens kan met concrete activiteiten worden gewerkt aan een vergroting van de acceptatie.

Voor bestaande KWO systemen is verbetering van het onderhoud en beheer benodigd. Hiervoor moeten instrumenten worden ontwikkeld om dit ook beheersbaar te houden. Slecht functionerende KWO systemen hebben een negatief effect op de toepasbaarheid in de toekomst. Deze verbetering moet ook gericht zijn op het uitsluiten van de onderlinge beïnvloeding van bronnen in de ondergrond.

Er zijn signalen dat energiebesparende maatregelen voor woningen niet goed functioneren. In het kader van de Trias Energetica is deze basis stap van groot belang. Bewaking van dit verbeteringstraject is noodzakelijk.

Beperking van de koude vraag moet een ontwerprandvoorwaarde worden voor woningen en zakelijke gebouwen.

De rolverdeling in de keten bron-netwerk-gebruikers kent diverse varianten. Beslissingen hierover moeten worden genomen. Van groot belang is om op strategisch stedelijk niveau een sterke publieke rol te hebben.

# BIJLAGE 1 – Gesprekkenlijst

## Gesprekken ten behoeve van de studie naar Thermische Energie

Om inzicht te krijgen in het vraagstuk rond de Thermische Energie en de verschillende kanten van het vraagstuk te belichten, zijn diverse gesprekken gevoerd. Doel van de gesprekken was meer helderheid te krijgen in de ontwikkelingen en kansen met betrekking tot Thermische Energie.

## Gesproken is met de volgende instanties en personen

DMB	Nic Frederiks	10 mei
DMB	Frank Meelker	22 jun
Stadsdeel Oost	Marten Klein	19 mei
TU Delft	Andy van de Dobbelsteen	20 mei
Waternet	Johan Kerpershoek	22 jun
Energie en Milieu	Teus van Eck	29 jun
OGA	Rob Kemmeren	5 jul
UVA Energievraagstukken	Simone Pront en Gerrit Buist	7 jul
IF Technology	Coen Dijkhoorn	7 jul
AEB	Peter Simoes	13 jul
Klimaatbureau	Jannis van Zanten	19 jul
Projectbureau IJburg	Tamara Smit en Bennie Rusken	28 jul
Agentschap NL	Agnes Agtenberg en Arjen Verheul	4 aug
Project Houthavens	Rob Schouten	11 aug
Heijmans	H vd Burgh, T v Stuijvenberg, R Noorduyn/Burgers Ergon	20 sep
Gemeente Rotterdam	Wouter Verhoeven	22 sep
DMB	Marlies Lambregts	28 sep
<i>Vervolggesprek I</i>	Jannis, Rob, Peter en Johan	29 sep
<i>Vervolggesprek II</i>	Jannis, Rob, Peter en Johan	3 nov
De Alliantie	Alfred van den Bosch, Annemarie van Gils En Rob Hoogeveen	15 nov

## **BIJLAGE 2 - Signaallijst**

Zie aparte bijlage.

## Literatuurlijst

Aardwarmte Den Haag; via [www.aardwarmtedenhaag.nl](http://www.aardwarmtedenhaag.nl), Oktober 2010.

Afval Energie Bedrijf; 'Xtra Heet! Samenvatting Meerjarenvisie, op weg naar een duurzaam grondstof- en energiebedrijf', september 2010.

Arcadis i.s.m. NUON Warmte; MER stadskoeling Amsterdam Zuidoost (nr. 110623/CE7/215/000535), 5 oktober 2007.

BCG; Eindrapport Schaalsprong Duurzame Energieproductie in Amsterdam, december 2009.

CE; Bouwstenen voor CO2 reductieprogramma in Amsterdam, naar 40% CO2 uitstootreductie in 2025, december 2007.

CE; CO2 emissie stadsdelen, januari 2009.

CE; Duurzame Energie in Amsterdam, kansen aan de horizon, raming voor het potentieel voor 2025, juni 2008.

CE; CO2 reductie als gevolg van de uitvoering van het Amsterdamse Luchtkwaliteitsplan, oktober 2008.

Commissie MER; Stadskoeling Amsterdam, Zuidoost: Ouderkerkerplas, Toetsingsadvies over het milieueffectrapport, rapportnummer 1710-89, 8 mei 2008.

Eck, Teus van; Het grote energieboek voor duurzaam wonen, 2010.

ECN Marijke Menkveld, Luuk Beurskens; Duurzame warmte en koude in Nederland, juni 2009.

ECN en OVG Marijke Menkveld, Daan van Helsinger; WKO, 20 oktober 2009.

Ecofys; Schaalsprong duurzame energieopwekking in Amsterdam, Versnelling van de ontwikkeling en opwekking van duurzame energie in Amsterdam, 2009.

Energieraad; 'Brandstofmix in beweging, op zoek naar een goede balans', januari 2008.

Gemeente Amsterdam (OGA); Aanzet tot een kantorenstrategie Amsterdam, conceptrapport, augustus 2010.

Gemeente Amsterdam; Structuurvisie Amsterdam, versie Gemeenteraad, december 2010.

Gemeente Amsterdam (OGA, AEB, Waternet, DMB en BDA); Schaalsprong stadswarmtenet, Naar 50% reductie van energiegebruik en CO2-uitstoot met duurzame warmte- en koudelevering 5 november 2008.

Gemeente Amsterdam, Gerrit Jolink, Tjeerd Stam, Jannis van Zanten; Werkdocument energiestrategie 2040, 4 december 2009.

Gemeente Amsterdam; Schaalsprong duurzame energieproductie, tussenrapportage (inclusief energiestrategie 2040), 5 januari 2010, BD 2009 – 009805 B&W besluit.

Gemeente Amsterdam; Stadswarmte is cool, Stadskoude is hot.

Gemeente Amsterdam; Stadswarmtenet van de gemeente Amsterdam Beoordeling van drie bestuursvarianten voor het netwerk, versie concept, ter discussie, 31 augustus 2009.

Gemeente Amsterdam; Plan van aanpak regie KWO, J. Kerpershoek, 11 mei 2010.

IF Technology; potentie Geothermie, 2010.

Ingenieursbureau Amsterdam/Ministerie VROM; Warmte- en Koudeopslag "wie het eerst komt, het eerst pompt?", A. Buchel, R. van Doorn, 13 maart 2007.

Jong, Klaas de; Warmte in Nederland, Warmte- en koudenetten in de praktijk, 2010.

Ministerie van Economische Zaken; Olie en gas in Nederland, Jaarverslag 2004 en prognose 2005 – 2014, 2004.

Symposium Platform Geothermie en T&A Survey; via <http://www.ta-survey.nl>, 31 maart 2010.

Projectmanagement Bureau Energieopslag in de bodem; Proces en procedure, T.M. Vriesekoop, 16 februari 2010.

TU Delft, prof. dr. ir. Andy van de Dobbelsteen; Use your potential sustainability through local opportunities.

Waternet; Notitie Streefbeeld Regie KWO, Juni 2010.

Waternet; Notitie beschrijving huidige Regie KWO toelichting en aanbevelingen, 12 mei 2010.

**Colofon**

**Thermische Energie Warmte en Koude voor iedereen!**

**Tekst**

Gemeente Amsterdam

Ingenieursbureau

Niets uit deze uitgave mag worden overgenomen zonder  
bronvermelding.

Gemeente Amsterdam,

Ingenieursbureau

Weesperstraat 430

Postbus 12693

1100 AR Amsterdam