



200-200 in 2020

Overzicht van het warmtepotentieel in Nederland

Rapport
Delft, augustus 2010

Opgesteld door:
B.L. (Benno) Schepers
J.H.B. (Jos) Benner
D. (Dorien) Bennink



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

B.L. (Benno) Schepers, J.H.B. (Jos) Benner, D. (Dorien) Bennink
200-200 in 2020

Overzicht van het warmtepotentieel in Nederland
Delft, CE Delft, augustus 2010

Energievoorziening / Warmte / Vraag en aanbod / Duurzaam / Kosten / Rendement /
Publicatienummer: 10.3187.70

Opdrachtgever: Stichting Warmtenetwerk
Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl.

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Benno Schepers.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft
Committed to the Environment

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.



Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Energie in Nederland	9
2.1	De rol van warmte	9
3	Warmtebesparing	13
3.1	Technisch potentieel	13
3.2	Kosteneffectiviteit	16
4	Duurzame warmte	19
4.1	Huidige aanbod	19
4.2	Toekomstig aanbod	19
4.3	Kosteneffectiviteit	22
5	Conclusie	25
	Literatuurlijst	27





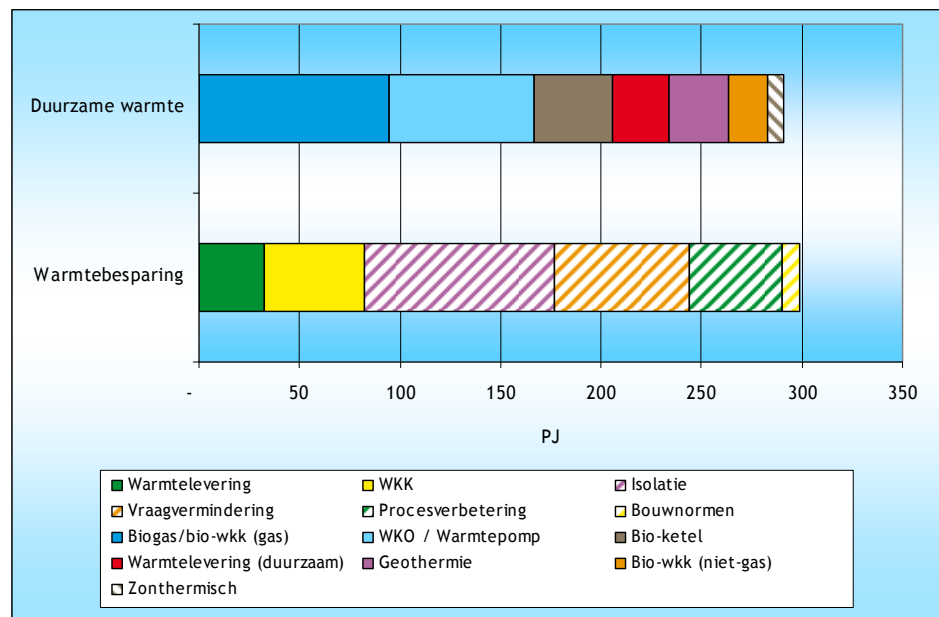
Samenvatting

De vraag naar warmte bedraagt op dit moment ongeveer 40% van de totale energievraag in Nederland. Met name de gebouwde omgeving, industrie (inclusief energiesector) en de glastuinbouw bepalen in Nederland deze hoge warmtevraag.

Deze sectoren hebben allen een verschillend vraagprofiel en verschillende mogelijkheden als het gaat om warmtebesparing en duurzame warmte. CE Delft heeft voor het Warmtewetwerk een literatuurstudie uitgevoerd om in kaart te brengen wat de technische besparingsopties zijn voor deze sectoren en welke warmtevraag duurzaam ingevuld kan worden.

Uit verschillende studies blijkt, dat zonder aanvullend beleid, de warmtevraag in de komende tien niet of nauwelijks verandert. De mogelijkheden om hier verandering in aan te brengen zijn echter legio. Deze studie laat zien dat besparingen op het gebied van warmte een technisch potentieel heeft van bijna 300 PJ in 2020. De belangrijkste maatregelen zijn:

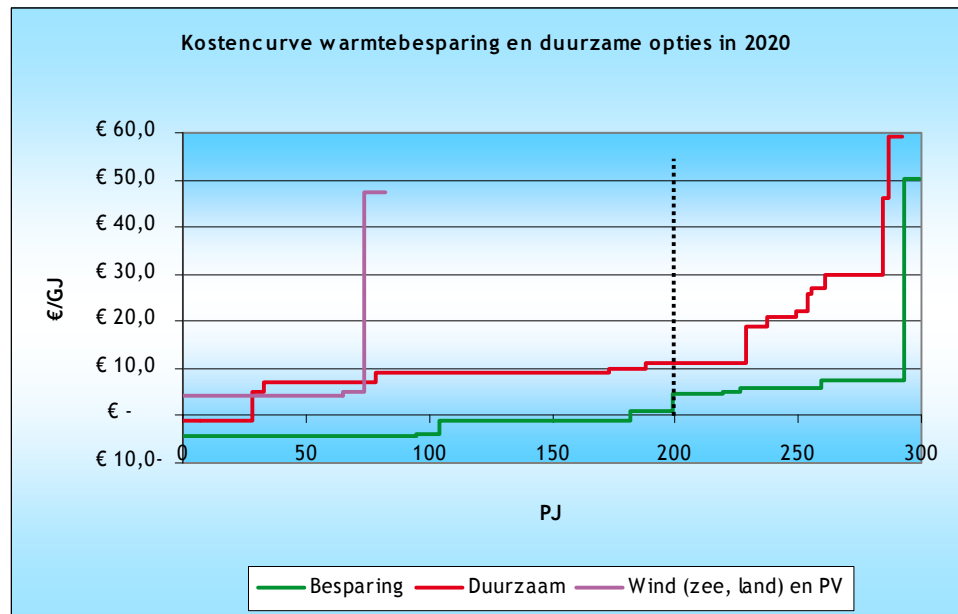
- isolatiemaatregelen in de gebouwde omgeving;
- procesverbetering in de industrie;
- restwarmtelevering van elektriciteitsproductie en afvalverbranding;
- warmtekrachtkoppelingen.



Ook de duurzame opties hebben voor het zichtjaar 2020 een potentieel van bijna 300 PJ. Het gaat hierbij vooral om:

- geothermie in de glastuinbouw en gebouwde omgeving;
- biogas voor bio-WKK of groengas;
- WKO/warmtepompen in de gebouwde omgeving;
- warmte uit biomassa (bio-ketels) voor de glastuinbouw en industrie.

Hoewel de technische potentiëlen van warmtebesparing en duurzame warmte elkaar weinig ontlopen, is wel een verschil zichtbaar in de kosteneffectiviteit van beide opties. Waar bij warmtebesparing bijna 200 PJ kosteneffectief in te vullen is, geldt dat voor de duurzame opties maar zeer beperkt. Echter, voor een meerprijs van 10 €/GJ is deze 200 PJ duurzame warmte echter wel haalbaar. In vergelijking met duurzame elektrische opties (wind op zee en land en fotovoltaïsch) lijkt een sterke inzet op warmtebesparing en duurzame warmte dan ook een logische keuze, zowel economisch als voor het potentieel.



1 Inleiding

Warmte vormt de grootste component in de Nederlandse energievoorziening. Op dit moment wordt er jaarlijks totaal zo'n 1.200 PJ aan warmte uit fossiele bronnen gebruikt in ons land (40% van het totale energieverbruik). Dat kan in veel gevallen efficiënter; zo bewijzen de nog steeds gigantische lozingen van restwarmte enerzijds en innovatieve proefprojecten anderzijds. Daarnaast zijn er grote mogelijkheden voor benutting van duurzame warmte (en koude). Er zijn dus grote energiebesparingen te behalen in de warmtevoorziening. Verminderen van de warmtevraag, efficiëntere technieken, nuttig gebruik van restwarmte, inzet van geothermie en koude/warmte-opslag, et cetera. De optie 'warmte' kan zo een grote bijdrage leveren aan de overheidsdoelstellingen voor 2020.

De grootste verbruikers zijn de Gebouwde omgeving, Industrie, Elektriciteitsproductie en de Glastuinbouw. In de vraag naar warmte kan op grote schaal duurzaam worden voorzien en er is nog een groot besparingspotentieel in met name de gebouwde omgeving en de industrie. Dit alles tezamen maakt dat warmte een significante bijdrage kan leveren aan de overheidsdoelstellingen voor 2020.

Op dit moment staat warmte echter nog te weinig in de belangstelling bij de Rijksoverheid en de politiek, of krijgt het in ieder geval niet de steun die het verdient. Dit is de aanleiding voor de Stichting Warmtenetwerk om aan CE Delft te vragen een benadering uit te werken waarmee de potentiële bijdrage van warmte aan de 20-20-20-doelstellingen in 'Den Haag' onder de aandacht kan worden gebracht en wordt verankerd in beleid.

In de komende hoofdstukken wordt een overzicht gegeven van de *mogelijkheden* van warmtebesparing en duurzame warmte in Nederland en de *kosten* die daar bij horen. Deze gegevens komen voort uit tal van studies die de laatste jaren door verschillende onderzoeksbureaus zijn uitgevoerd. Echter, geen van deze studies heeft een totaalbeeld geschetst van alle mogelijkheden op het gebied van besparing en duurzame opties voor warmte.

In dit onderzoek worden de resultaten van de verschillende studies gecombineerd om zo tot een totaaloverzicht te komen de warmteopties in Nederland. Hierbij is gekeken naar de verschillende opties, de overlap en de synergiemogelijkheden hiertussen. Het eindbeeld van de opties behelst een overzicht van de technische potentiëlen in Nederland voor 2020.

Technisch versus realistisch potentieel

Er is bewust gekozen voor de technische potentiëlen en niet voor de realistische potentiëlen omdat het overzicht tot doel heeft te laten zien wat er technisch mogelijk is in Nederland als alle zeilen bijgezet worden.

Overlap tussen opties

Er is veel wisselwerking en overlap tussen alle opties. Omdat het voor deze studie gaat om de hoofdlijnen van besparingen en duurzame opties en niet de technische details zijn ook de overlap en dubbeling op hoofdlijnen bekeken. Daar waar nodig is hiervoor een correctie aangebracht. Door deze correcties liggen de uitkomsten van de opties ons inziens in de orde van de werkelijke mogelijkheden.

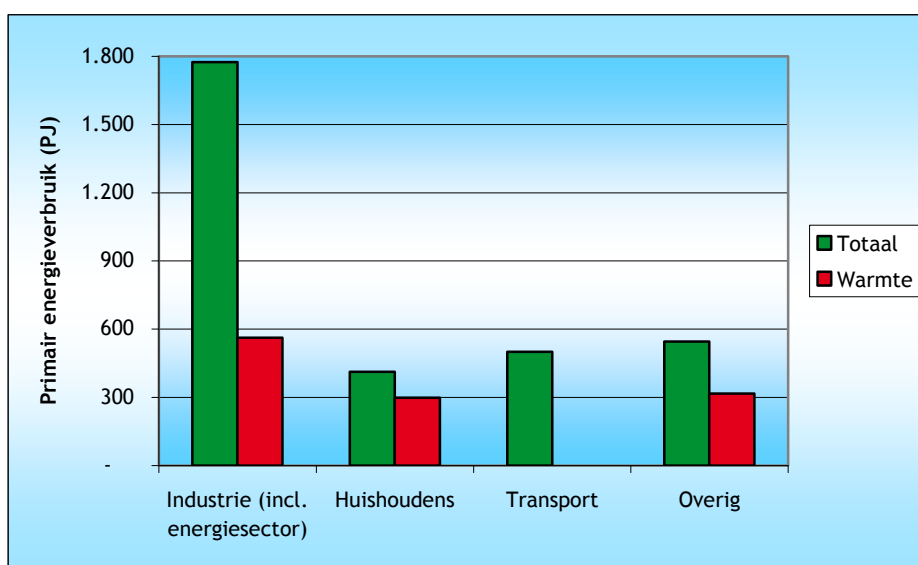




2 Energie in Nederland

Op dit moment wordt er in Nederland voor ongeveer 3.300 PJ aan primaire energie verbruikt. Hiervan wordt een kwart ingezet voor elektriciteit, een derde grond/brandstof voor transport of producten en maar liefst 40% voor de productie van warmte (rond de 1.200 PJ). Warmte vormt daarmee de belangrijkste component van het energieverbruik van Nederland. Figuur 1 geeft weer welke rol warmte speelt in de verschillende sectoren in Nederland.

Figuur 1 Aandeel van warmte in het energieverbruik per sector



Bron: ECN, 2010; PBL, 2010.

Zo'n 80% van de primaire energievraag in Nederland wordt ingevuld door aardgas en aardolie(producten), ongeveer 35%-punt hiervan is voor rekening van de warmteproductie. Dat betekent dat meer dan 90% van de warmte wordt geproduceerd met behulp van aardgas en aardolie(producten). Het zijn dan ook deze twee fossiele grondstoffen die het meeste baat hebben bij besparing en duurzame invulling van warmte.

2.1 De rol van warmte

Warmtevraag en -aanbod heb je in vele soorten en maten. Van een zeer grote vraag naar laagwaardige warmte tot een kleine vraag naar hoogwaardige warmte. Van een constante vraag door het jaar heen tot seizoensprofielen. Daarnaast is warmte een energievorm die relatief lastig te monitoren is. In tegenstelling tot elektriciteit is warmtevraag relatief en niet absoluut. Dat wil zeggen: de hoeveelheid gevraagde warmte is afhankelijk van verschillende factoren, waarbij de omgevingstemperatuur de belangrijkste is. Immers, wanneer het koud is, is de warmtevraag hoger dan wanneer het warm is. Om toch een goede inschatting van de warmtevraag in Nederland te krijgen, wordt gebruik gemaakt van het verbruik van fossiele brandstoffen en de gangbare conversiefactoren om die om te zetten in warmte. In Nederland

houden met name het ECN en het CBS bij hoe de warmtevraag zich ontwikkeld in de verschillende sectoren in Nederland. Doordat zij dit op verschillende manieren doen (statistische benadering, wel/niet corrigeren voor graaddagen, et cetera), is de uitkomst ook wisselend. In Tabel 1 wordt weergegeven wat beide instanties aan finale warmtevraag in Nederland in 2006 hebben bepaald.

Tabel 1 Warmtevraag in Nederland in 2006 (in PJ)

	Industrie	Huishoudens	Utiliteit	Landbouw	Totaal
ECN (MONITweb)	563	298	187	130	1.178
CBS	593	326	236	101	1.256

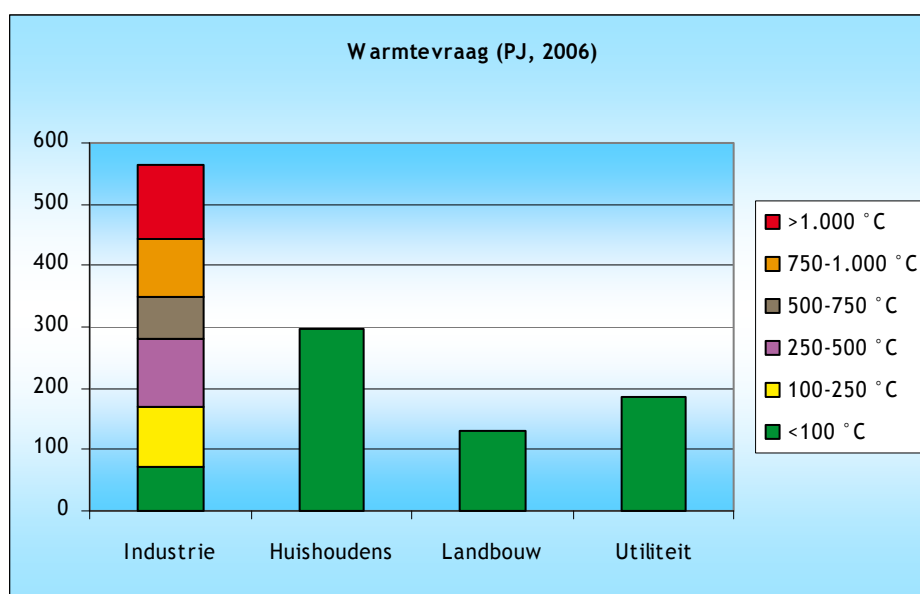
Bron: ECN, 2010; CBS, 2009.

In dit onderzoek is gekozen om gebruik te maken van de getallen van ECN. De getallen van ECN vormen de basis van de scenario studies die ECN heeft uitgevoerd en aangezien in dit onderzoek gekeken wordt naar de besparing en duurzame opties voor warmte in 2020 is gekozen voor consistentie in de methode voor het bepalen van de getallen.

2.1.1 Huidige warmtevraag

De huidige warmtevraag, verdeeld naar temperatuurniveau wordt weer gegeven in Figuur 2. Uit Figuur 2 valt op te maken dat in de sectoren Huishoudens, Landbouw en Utiliteit bijna alleen maar laagwaardige warmte (< 100 °C) wordt gebruikt en in Industrie een grote bandbreedte aan verschillende temperaturen. Van het totaal is bijna 60% laagwaardige warmte.

Figuur 2 Warmtevraag in Nederland in 2006 (in PJ)

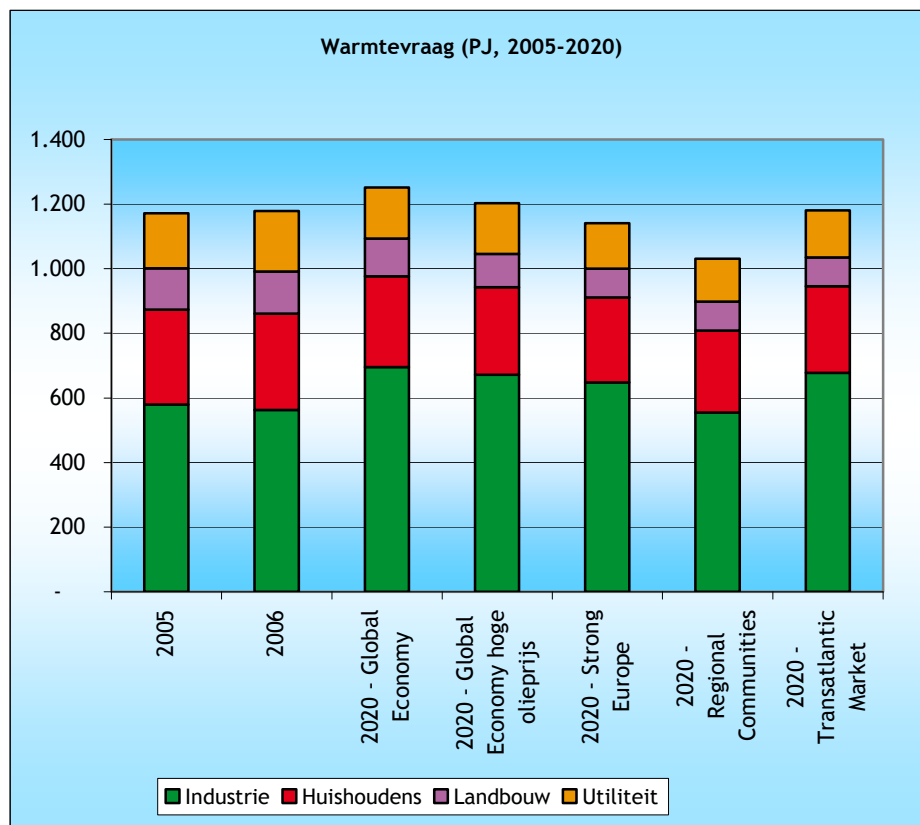


Bron: ECN, 2010; ECN, 2002.

2.1.2 Toekomstige warmtevraag

Hoe de warmtevraag zich in de toekomst gaat ontwikkelen is van vele factoren afhankelijk. ECN heeft een aantal toekomstscenario's opgesteld. De uitkomsten van deze scenario's staan in Figuur 3. Ongeacht het scenario blijft de warmtevraag uitkomen rond de 1.100 à 1.200 PJ per jaar. De grootste verschillen in uitkomsten komen voort uit de variaties in de sector Industrie.

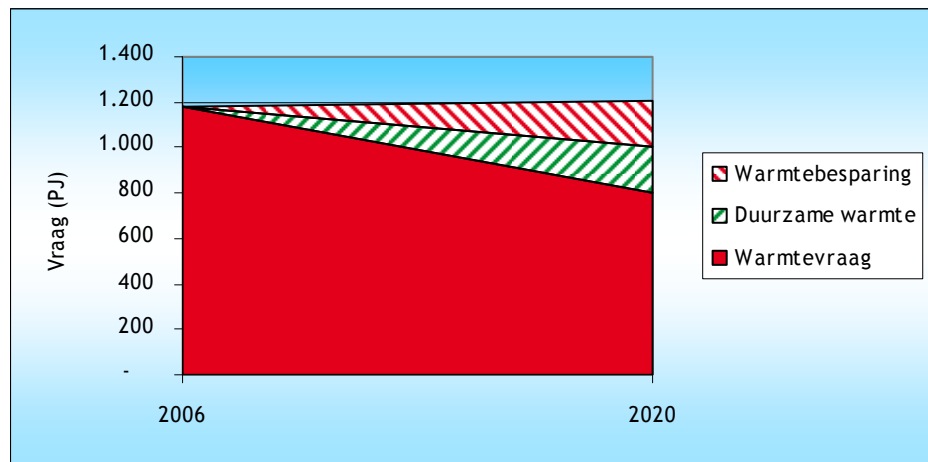
Figuur 3 Warmtevraag in 2020 (in PJ)



Bron: ECN, 2010.

Binnen dit onderzoek wordt gekeken naar absolute doelstellingen (2 keer 200 PJ) en niet naar relatieve, dus de uiteindelijke warmtevraag in 2020 is minder relevant. Wanneer de 200-200 echter wel in relatie wordt gezet met de toekomstige warmtevraag, dan levert de 200 PJ besparing een besparing van 17% en de 200 PJ duurzame warmte een aandeel van 20% in de resterende warmtevraag (zie Figuur 4).

Figuur 4 Ontwikkeling warmtevraag volgens het GE-hoog-scenario, 2006-2020



Bron: ECN, 2010.



3 Warmtebesparing

3.1 Technisch potentieel

Het technisch potentieel van de warmtebesparing is bepaald aan de hand van een aantal studies dat de laatste jaren in uitgevoerd door de verschillende onderzoeksinstituten en organisaties. Het gaat hierbij om de besparing die wordt behaald door het uitsparen van primaire energie.

Er is gekeken naar de maximale besparingspotentiëlen die volgens de verschillende studies te behalen zijn. Dit is gedaan om inzichtelijk te maken wat allemaal mogelijk is in Nederland wanneer alles op alles gezet wordt deze besparingen ook daadwerkelijk te behalen. Voor het toerekenen van besparingen, het vermijden van overlap en dubbeltellingen is gebruik gemaakt van een aantal vuistregels zoals die op dit moment ook in andere methoden wordt toegepast¹. Daar waar het niet mogelijk was om aan te sluiten bij reeds bestaande methoden, is een inschatting gemaakt van het effect/potentieel.

De volgende studies en beleidsdocumenten zijn in dit onderzoek betrokken:

- Energie- en CO₂-besparingspotentieel van micro-WKK in Nederland (2010-2030) (Cogen, 2008).
- Visiedocument warmte & koude (DE-Koepel et al., 2007).
- Factsheets Optiedocument 2010-2020 (ECN, 2006).
- Energiebesparing: de onbegrensde mogelijkheden (Ecofys, 2005a).
- Kosteneffectieve energiebesparing en klimaatbescherming (Ecofys, 2005b).
- Mogelijkheden voor versnelling van energiebesparing in Nederland (Ecofys, 2005c).
- Duurzame warmte en koude 2008-2020: potentiëlen, barrières en beleid (Ecofys, 2007).
- Energieagenda 2007-2020 (EnergieNed, 2007).
- Sectorakkoord Energie (EZ, 2008).
- Meer met Minder: Nationaal Energiebesparingplan (Meer met Minder, 2007).
- Afvalforum (Vereniging Afvalbedrijven, 2008).

In Tabel 2 worden de besparingspotentiëlen samengevat.

Tabel 2 Warmtebesparingspotentieel in Nederland in 2020 (in PJ primaire energie)

Optie	Gebouwde omgeving	Industrie	Landbouw	Totaal
Isolatie	95			95
Procesverbetering		46		46
Vraagvermindering		33	34	67
WKK (micro, mini of industrieel)	13	20	17	50
Warmtelevering EB (niet-duurzaam)		25		25
Bouwnormen	9			9
Warmtelevering AVI (niet-duurzaam)		7		7
Totaal	116	132	51	299

¹ Zoals het Protocol Monitoring Energiebesparing: Hierin wordt bijvoorbeeld gesteld dat bij WKK 50% van de besparing toegerekend kan worden aan de warmte en 50% aan de elektriciteit.



Gezien de grote hoeveelheid bronnen, wordt in Tabel 3 een overzicht gegeven van de overwegingen voor de gebruikte data.

Tabel 3 Opmerkingen bij besparingspotentieel

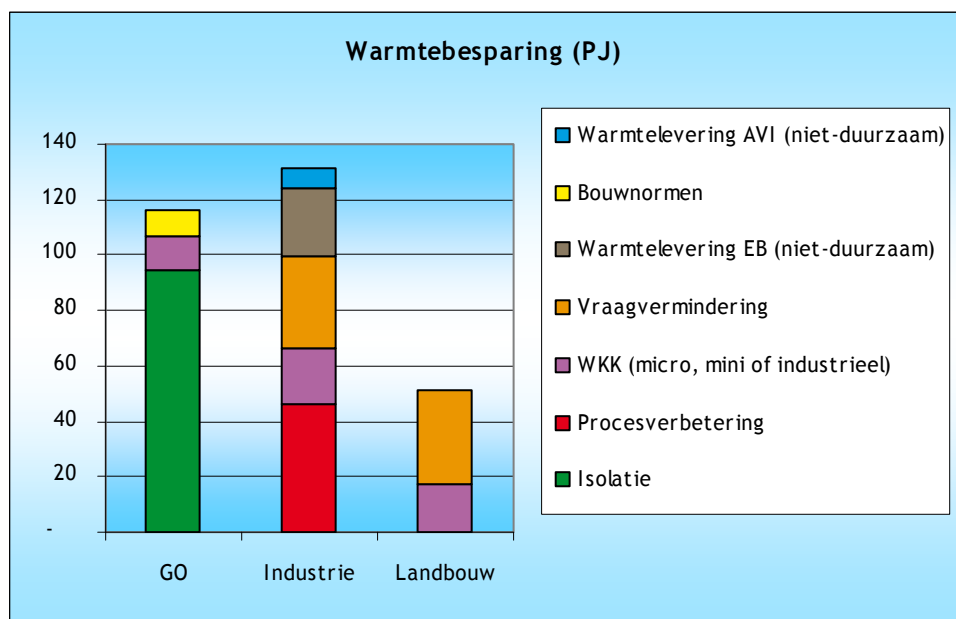
Optie	Opmerking
Isolatie	<p><i>Gebouwde omgeving:</i> Studies van Ecofys (2005a/b) laten zien dat bij huishoudens en de utiliteit respectievelijk 97 en 45 PJ besparing te behalen valt met een terugverdientijd van minder dan 15 jaar. In Meer met Minder (2007) wordt een reductie beoogt van 2 mld. m³ aardgas in 2020, dit komt overeen met 70 PJ voor de gehele gebouwde omgeving. Dat is inclusief duurzame opties. Inschatting is dat 2/3 voor isolatie is. Het gemiddelde van Meer met Minder en Ecofys is 95 PJ.</p>
Procesverbetering	<p><i>Industrie:</i> Maximale varianten van de factsheets van het ECN Optiedocument (2006). Opties: Procesgeïntegreerde WKK petrochemie; Procesgeïntegreerde WKK raffinaderijen; Verbetering energiehuishouding raffinaderijen; Verbetering raffinaderijproces. Voor de WKK-opties is 50% van de besparing uit de factsheets toegerekend aan de warmtebesparing.</p>
Vraagvermindering	<p><i>Industrie:</i> Maximale varianten van de factsheets van het ECN Optiedocument. Opties: Warmtevraagvermindering industrie, handelend; Warmtevraagvermindering industrie, niet-handelend. Gezien de zeer hoge uitkomsten uit het ECN Optiedocument en de behaalde, tegenvallende resultaten in de afgelopen jaren op dit vlak, is er voor gekozen dit potentieel te halveren.</p> <p><i>Landbouw:</i> Maximale varianten van de factsheets van het ECN Optiedocument. Opties: Warmtevraagvermindering glastuinbouw; Warmtevraagvermindering overige landbouw.</p>
WKK	<p><i>Gebouwde omgeving:</i> Volgens een scenario van Cogen (2008) staan er in 2020 staan er ongeveer 800.000 micro-WKK's in huishoudens. Hierbij is een daling van de warmtevraag als gevolg van isolatiemaatregelen meegenomen. Het Optiedocument schat voor de utiliteit een totaal potentieel van 13,2 PJ. Voor beide mogelijkheden is 50% van de besparing toegerekend aan de warmtebesparing.</p> <p><i>Industrie:</i> Maximale varianten van de factsheets van het ECN Optiedocument. Opties: Potentieelbenutting grootschalige WKK. Voor de WKK-optie is 50% van de besparing uit de factsheets toegerekend aan de warmtebesparing.</p> <p><i>Landbouw:</i> Maximale varianten van de factsheets van het ECN Optiedocument. Optie: Potentieelbenutting kleinschalige WKK landbouw. Voor de WKK-optie is 50% van de besparing uit de factsheets toegerekend aan de warmtebesparing.</p>



Optie	Opmerking
Warmtelevering	<i>Industrie:</i> De besparing als gevolg van warmtelevering wordt in deze studie toegerekend aan de industrie, omdat hier ook de daadwerkelijke besparing plaatsvindt. EnergieNed (2007) beoogd een aanvullende rest-warmteontkoppeling van 25 PJ in 2020. Volgens Vereniging Afvalbedrijven (2008) bedraagt de maximale groei van de afzet van afvalwarmte 14 PJ, hiervan is 49% duurzaam, 51% niet-duurzaam (Staatscourant, 2009).
Bouwnormen	<i>Gebouwde omgeving:</i> Aanscherping EPN in 2020 (Ecofys, 2005c).

In Figuur 5 worden de besparingen per sector en optie weergegeven.

Figuur 5 Warmtebesparingspotentieel per sector en optie (in PJ primaire energie)



Voorbeeld restwarmtelevering: warmtelevering in Twente

In Enschede ligt een warmtenet met 5.000 aangesloten huishoudens. Op dit moment wordt de warmte geproduceerd door een warmtekrachtcentrale (WKC) van Essent. In Hengelo, op minder dan vier kilometer afstand van de WKC staat de afval-verbrandingsinstallatie (AVI) van Twence. In 2007 zijn Twence en Essent overeen-gekomen dat deze AVI restwarmte gaat leveren aan het warmtenet van Essent (via de WKC).

Door de AVI te koppelen aan het bestaande warmtenet, wordt een grote hoeveelheid fossiele energie uitgespaard, die nu niet meer in de WKC wordt verstoekt. Daarnaast is de warmte afkomstig van de AVI voor 49% geproduceerd met het biogene deel van het afval en daarmee duurzaam. In de loop van 2010 zullen de huizen in Zuid-Enschede worden verwarmt met afval.

De restwarmte van de AVI wordt niet alleen aan een bestaand warmtenet geleverd, maar er zijn ook vergaande afspraken om de warmte te leveren aan een nieuw warmtenet in Hengelo. In de komende jaren moet deze gestalte krijgen.

En er vindt niet alleen warmtelevering aan huishoudens plaats. Nabij de AVI bevindt zich de zoutproductie van AkzoNobel. AkzoNobel produceert nu zout door pekkel in te dampen met

behelp van stoom, waarbij aardgas als energiebron wordt gebruikt. Door het betrekken van lage druk stoom van Twence kan Akzo Nobel een interessante besparing op fossiele brandstoffen bereiken en wordt de uitstoot van CO₂ beperkt.



3.2 Kosteneffectiviteit

In het vorige onderdeel is becijferd dat er veel technisch besparingspotentieel is: in totaal, over alle sectoren, ongeveer 299 PJ. In Figuur 6 zijn de verschillende warmteopties uit Tabel 2 in een kostencurve weergegeven, gerangschikt naar hun kosten per GJ aan bespaarde energie². Deze kostencurve is gebaseerd op de *nationale kosten en baten* die de verschillende opties met zich meebrengen voor de BV Nederland als geheel (Optiedocument ECN, 2006).

De nationale kosten (en baten) per GJ aan bespaarde energie van elke optie zijn opgebouwd uit:

- Investeringskosten, die via een annuïtaire afschrijvingsmethode over een termijn van 10 jaar (elektromechanisch) of 25 jaar (bouwkundig) en met behulp van een disconteringsvoet van 4% worden vertaald naar jaarlijkse lasten³. Er zijn verschillende situaties mogelijk:
 - de investeringskosten worden specifiek en alleen gemaakt ten behoeve van een milieudoel. In dat geval worden ze volledig meegenomen;
 - enkel de meerkosten ten opzichte van de investeringskosten die ten behoeve van het reguliere productieproces worden gemaakt, worden meegenomen (procesgeïntegreerde opties);
 - een optie verdringt de ‘referentietechniek’ in het achtergrondscenario. In dat geval worden de meerkosten ten opzichte van deze referentietechniek als investering opgenomen.
- Energiekosten en -baten, als gevolg van besparingen, gepaard gaande met veranderingen in energiegebruik door toepassing van de optie. Hiervoor

² Gebaseerd op de ‘Methodiek Milieukosten’ van VROM (VROM, 1994/1998).

³ De disconteringsvoet van 4% is gebaseerd op de gemiddelde reële kosten van kapitaal voor de overheid (rente op tienjarige staatsleningen).

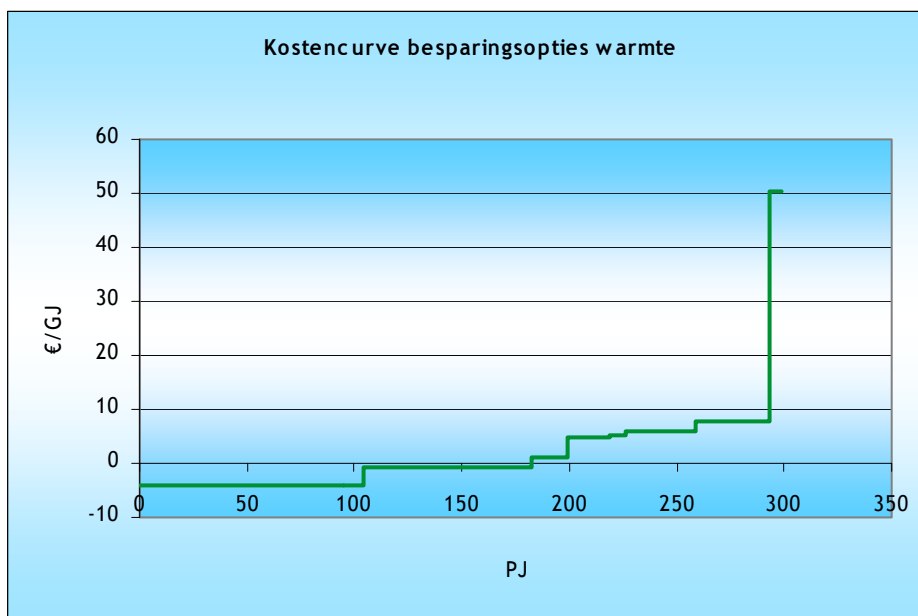
worden nationale prijzen voor de verschillende energiedragers gehanteerd, gebaseerd op internationale handelsprijzen.

- Overige operationele kosten en baten, onder andere meer/minder personeelskosten bijvoorbeeld.
- Uitvoeringskosten voor de overheid (nationale kostenbenadering; niet altijd goed te schatten).

In de nationale kosten spelen subsidies en heffingen (zogenaamde overdrachten) geen rol. Dit zijn overdrachten van gelden binnen Nederland, maar geen kosten voor Nederland.

Als de nationale kosten (en baten) van elk van de besparingsopties worden uitgedrukt in € per bespaarde GJ aan energie dan vloeit daar de kostencurve zoals weergegeven in Figuur 6 uit voort.

Figuur 6 Kostencurve besparingsopties warmte in 2020



Bron: ECN, 2006; CE, 2007.

Uit de kostencurve in Figuur 6 blijkt dat de warmteopties die nodig zijn om de 200-doelstelling op het gebied van energiebesparing te halen bijna allemaal kosteneffectief zijn; dat betekent dat ze minder kosten per eenheid gerealiseerde GJ aan energiebesparing dan het meest gangbare alternatief. Afgaande op dit beeld, moet de inspanningsfocus voor het halen van de 200 PJ-doelstelling wat CE Delft betreft liggen bij:

- isolatiemaatregelen en aanscherpen bouwnormen in de gebouwde omgeving;
- procesverbeteringen in de industrie (raffinaderijen);
- restwarmtelevering door de industrie (afvalverbrandingsinstallaties, elektriciteitscentrales en industriële restwarmte) aan de gebouwde omgeving, industrie en glastuinbouw⁴;

⁴ Als rekening wordt gehouden met een CO₂-prijs in 2020 van € 50 per vermeden ton CO₂ dan zal een aantal restwarmteleveringsmogelijkheden in de industrie en glastuinbouw maatschappelijk rendabel worden. Ook een hogere gasprijs heeft een positieve invloed op de rendabiliteit. Zie ook: *Benutting restwarmte in de Rijnmond* en *Van restwarmte naar nuttige warmte in de Rijnmond* (CE, 2002).

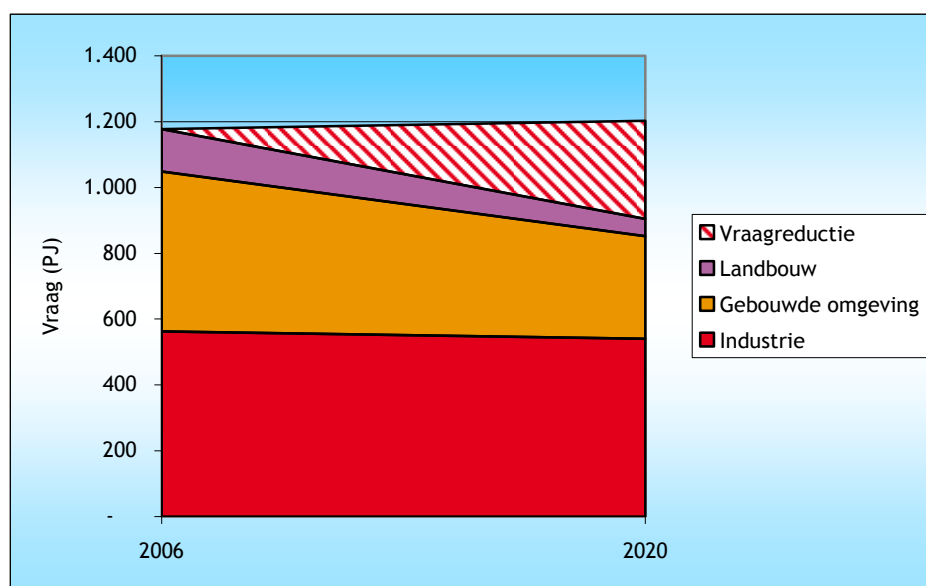
- WKK in de landbouw en industrie.

Als het volledige potentieel van bovengenoemde opties wordt benut, dan kan dat ongeveer 219 PJ aan besparing opleveren tegen negatieve of zeer geringe meerkosten. Echter, de ervaring leert dat het benutten van dit potentieel niet vanzelf gaat, zelfs al is dit kosteneffectief. Andere, niet-financiële, belemmeringen kunnen het volledig benutten van het potentieel bemoeilijken⁵. CE Delft pleit er dan ook voor om, naast op bovengenoemde opties, óók in te zetten op het wegnemen van de relatief beperkte onrendabele top van bijvoorbeeld inzet van WKK in de gebouwde omgeving (utiliteit) en vraagvermindering in de industrie en glastuinbouw. Samen met de andere WKK-opties (landbouw en industrie) hebben deze een relatief beperkte onrendabele top. Door hier toch op in te zetten kan worden gewaarborgd dat de 200-PJ doelstelling niet in gevaar komt wanneer een deel van het rendabele potentieel om niet-financiële redenen niet gerealiseerd kan worden.

Tussenstand

Wanneer alle warmtebesparende maatregelen getroffen worden, ongeacht de economische consequenties, dan kan er in 2020 totaal 299 PJ worden bespaart. De warmtevraag in primaire energie in het GE-hoog-scenario komt daarmee op 909 PJ uit. Hiermee behalen deze besparingen tezamen een reductie van bijna 25%.

Figuur 7 Effecten warmtebesparingsopties bij GE-hoog-scenario, 2006-2020



⁵ Denk bijvoorbeeld aan de inspanning die het kan kosten om partijen met warmteaanbod en warmtevraag bij elkaar te brengen.

4 Duurzame warmte

Uit het voorgaande hoofdstuk blijkt dat een forse inzet op warmtebesparing zeer veel kan opleveren. Echter, de resterende warmtevraag blijft ook daarna nog aanzienlijk: meer dan 900 PJ. Door echter in te zetten op grootschalige, duurzame warmteopties, kan het gebruik van fossiele grondstoffen nog meer gereduceerd worden.

4.1 Huidige aanbod

Op dit moment is de hoeveelheid duurzame warmte in Nederland zeer beperkt (zie Tabel 4). Wil de doelstelling van 200 PJ duurzame warmte bereikt worden, dan moet een aanzienlijke intensivering van het beleid plaatsvinden.

Tabel 4 Duurzame warmte in Nederland in 2006 (in PJ)

Optie	Hoeveelheid
Houtkachels huishoudens	5,2
AVI	3,5
Overige biomassaverbranding	3,1
Biogas	2,4
Houtkachels bij bedrijven	1,9
Zonthermisch	0,6
WKO	0,5
Meestoken biomassa	0,5
Totaal	17,7

Bron: CBS, 2009.

4.2 Toekomstig aanbod

De volgende studies en beleidsdocumenten zijn in dit onderzoek betrokken:

- Energie- en CO₂-besparingspotentieel van micro-WKK in Nederland (2010-2030) (Cogen, 2008).
- Visiedocument warmte & koude (DE-Koepel et al, 2007).
- Factsheets Optiedocument 2010-2020 (ECN, 2006).
- Duurzame warmte en koude 2008-2020: potentiëlen, barrières en beleid (Ecofys, 2007).
- Energieagenda 2007-2020 (EnergieNed, 2007).
- Presentatie Smart Energy Mix (Platform Geothermie, 2007).
- Afvalforum (Vereniging Afvalbedrijven, 2008).

Evenals bij de besparingsopties is voor de duurzame opties gekeken naar de maximaal haalbare, aanvullende invulling voor 2020. De warmteopties zijn zowel individueel als collectief uit te voeren. Dit verschilt niet alleen tussen opties, maar ook per optie en toepassingsgebied. Zo kan een warmtepomp worden uitgevoerd als individueel systeem en als collectief systeem. Een bio-WKK is een individuele optie voor een industrieel bedrijf, maar een collectieve optie voor de woningbouw.



In Tabel 5 wordt een overzicht gegeven van alle duurzame warmteopties. Hierbij is aangegeven of de hoofdtoepassing individueel (i) is of collectief (c). In Tabel 6 staan de opmerkingen en aannames bij de potentiëlen.

Tabel 5 Duurzame warmteopties in Nederland in 2020 (in PJ primair)

Optie	Gebouwde omgeving	Industrie	Landbouw	Totaal
Biogas/bio-WKK (gas)		95 (c)		95
WKO/Warmtepomp (met/zonder opslag)	60 (i/c)		12 (i/c)	72
Bio-ketel		36 (i)	4 (i)	36
Diepe geothermie		30 (c)		30
Warmtelevering EB (duurzaam)		21 (c)		21
Bio-WKK (niet-gas)	6 (c)	8 (i)	5 (i)	19
Zonthermisch	8 (i/c)			8
Warmtelevering AVI (duurzaam)		7 (c)		7
Totaal				291

Opmerking: (i) hoofdzakelijk individuele toepassing; (c) hoofdzakelijk collectieve toepassing.

Tabel 6 Opmerkingen bij potentieel duurzame warmte

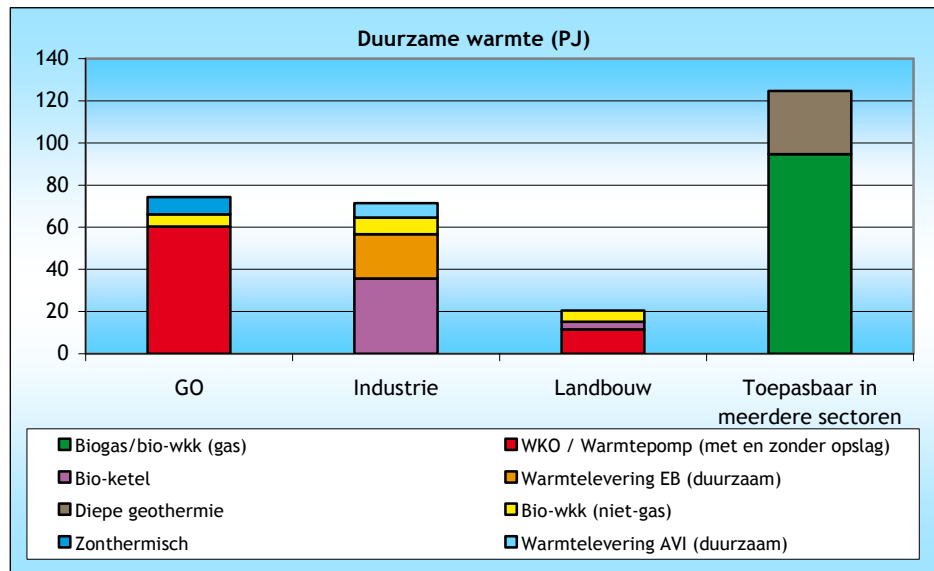
Optie	Opmerking
Biogas/bio-WKK (gas)	<p><i>Alle sectoren:</i> Biogas kan worden ingezet voor de productie van groen gas of direct worden ingezet in een bio-WKK. Omdat het biogas nog niet gealloceerd is, wordt hier niet verrekend voor WKK.</p> <p>Maximale varianten van de factsheets van het ECN Optiedocument. Opties: Groen gas uit stortgas, RWZI's; Groen gas uit vergassing van biomassa; Groen gas uit (co)vergisting van mest en biomassa.</p>
WKO / Warmtepomp	<p><i>Gebouwde omgeving:</i> Maximaal realiseerbaar potentieel uit Ecofys (2007) van huishoudens voor warmtepompen in de nieuwbouw/renovatie (4,3 PJ) en HR-ketel/warmtepompcombi voor bestaande bouw (14,6 PJ). Maximaal potentieel koude (2,7 PJ). Voor utiliteit maximaal realiseerbaar potentieel voor warmtepompen in de nieuwbouw/renovatie (14,1 PJ) en HR-ketel/warmtepompcombi voor bestaande bouw (3,7 PJ). Maximaal potentieel koude (19,2 PJ).</p> <p><i>Landbouw:</i> Maximaal realiseerbaar potentieel uit Ecofys (2007) voor warmte met warmtepompen in de glastuinbouw (11,6 PJ).</p>
Bio-ketel	<p><i>Industrie:</i> Maximaal realiseerbaar potentieel uit Ecofys (2007).</p> <p><i>Landbouw:</i> Maximaal realiseerbaar potentieel uit Ecofys (2007).</p>
Warmtelevering	<p><i>Industrie:</i> De besparing als gevolg van warmtelevering wordt in deze studie toegerekend aan de industrie, omdat hier ook de daadwerkelijke besparing plaatsvindt. EnergieNed (2007) beoogd dat van de totale 70 PJ aan warmtelevering 30% aanvullend, duurzaam ingevuld moet worden. Volgens Vereniging Afvalbedrijven (2008) bedraagt de maximale groei van de afzet van afvalwarmte 14 PJ, hiervan is 49% duurzaam, 51% niet-duurzaam (Staatscourant, 2009).</p>
Diepe geothermie	<p><i>Alle sectoren:</i> Hoog scenario uit Platform Geothermie (2007).</p>



Optie	Opmerking
Bio-WKK (niet-gas)	De bio-WKK (niet-gas) zijn de WKK-toepassingen die gebruik maken van niet-gasvormige biomassastromen, zoals houtpellets. <i>Gebouwde omgeving:</i> Maximaal realiseerbaar potentieel uit Ecofys (2007) voor huishoudens (4,9 PJ) en utiliteit (0,9 PJ). <i>Industrie:</i> Maximaal realiseerbaar potentieel uit Ecofys (2007). <i>Landbouw:</i> Maximaal realiseerbaar potentieel uit Ecofys (2007). Voor de WKK-optie is 50% van de besparing toegerekend aan de duurzame warmte.
Zonthermisch	<i>Gebouwde omgeving:</i> Maximale potentieel voor huishoudens (5,0 PJ) uit het visiedocument van de DE-Koepel (2007). Maximaal realiseerbaar potentieel voor utiliteit (3,2 PJ) uit Ecofys (2007).

In Figuur 8 worden de duurzame warmteopties weergegeven.

Figuur 8 Potentieel duurzame warmteopties in 2020 (in PJ primair)



Voorbeeld diepe geothermie: Aardwarmte in de Koekoekspolder

Voor de Koekoekspolder bij Kampen zijn vergevorderde plannen voor het toepassen van aardwarmte voor de verwarming van een aantal kassencomplexen. Door een put te slaan naar een warmtebron op 1.700 meter diepte, wordt een beoogde besparing van 7 kton CO₂ gehaald (bijna 5 miljoen m³ aardgas). De gemeenteraad van Kampen is bezig om in de loop van 2010 de besluitvorming rond te krijgen en een mogelijke deelname aan een Aardwarmtebedrijf goed te keuren.

De eerste fase van het project bestaat uit één doublet waarop vier tuinders worden aangesloten met totaal 23 hectare glas. Het gebied heeft de mogelijkheid om in totaal acht doubletten te installeren, waarmee uiteindelijk 200 hectare verwarmd kan worden.

Naast de verwachte positieve milieueffecten, verwacht men in Kampen ook dat de mogelijkheid van aardwarmte de Koekoekspolder bevordert als vestigingsplaats voor tuinbouwbedrijven. En daarnaast dragen de inspanningen van de gemeente ook bij aan het bereiken van de doelstellingen die de gemeente heeft op het gebied van duurzame energie en CO₂-emissiereductie. Tevens wordt een actieve deelname van de gemeente noodzakelijk geacht om het hele project economisch haalbaar te maken en de risico's af te dekken.



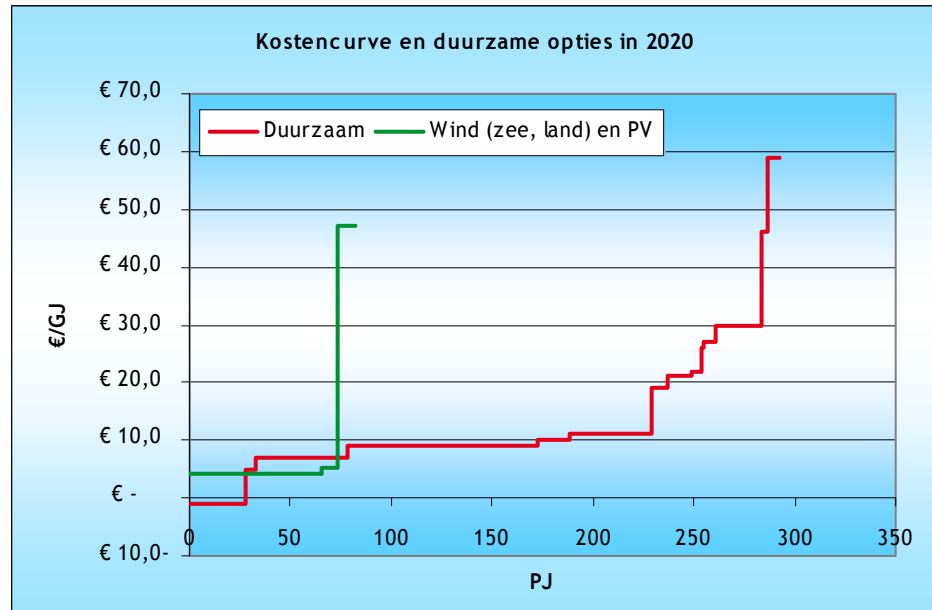
Bron: Kampen, 2010.

4.3 Kosteneffectiviteit

In het vorige onderdeel is becijferd dat het potentieel aan duurzame warmte uitkomt op ongeveer 291 PJ in totaal. In Figuur 9 zijn de verschillende duurzame warmteopties weergegeven in € per GJ aan duurzame warmte, gerangschikt naar oplopende meerkosten voor de eindgebruiker ten opzichte van het gangbare alternatief (Ecofys, 2007)⁶. Zie voor meer toelichting ook Paragraaf 3.2.

⁶ Meerkosten voor de eindverbruiker zijn door Ecofys bepaald op basis van de 'Methodiek Milieukosten' van VROM (VROM, 1998).

Figuur 9 Kostencurve duurzame warmteopties in 2020



Bron: Ecofys, 2007; ECN, 2006.

Uit de kostencurve in Figuur 9 blijkt dat de warmteopties die nodig zijn om de 200-doelstelling op het gebied van duurzame warmte te halen vrijwel allemaal meerkosten kennen ten opzichte van het meest gangbare alternatief⁷. Daarmee wordt duidelijk dat de 200 PJ-doelstelling voor duurzame warmte een grote uitdaging zal zijn. De inspanningsfocus moet wat CE Delft betreft liggen bij:

- restwarmtelevering door afvalverbrandingsinstallaties en elektriciteitscentrales aan de gebouwde omgeving, industrie en glastuinbouw (zie ook Hoofdstuk 3). Naarmate de duurzame fractie van het bedrijfsproces toeneemt, zal de restwarmtelevering navenant verduurzamen;
- diepe geothermie;
- toepassing van bio-ketels in de industrie en glastuinbouw;
- het vergroten van het gebruik van biomassa voor warmteopties (biogas, groen gas);
- WKO/warmtepompen in de gebouwde omgeving.

Als het volledige potentieel van bovengenoemde opties wordt benut, dan kan dat ongeveer 229 PJ aan besparing opleveren.

In dezelfde grafiek worden de duurzame opties voor elektriciteit uit het Optiedocument van ECN weergegeven. Zoals duidelijk te zien is, zijn deze opties zowel goedkoper als duurder dan de warmteopties. Het belangrijkste is echter op te merken dat het totale potentieel voor 2020 ver achterblijft bij het potentieel van de duurzame warmteopties.

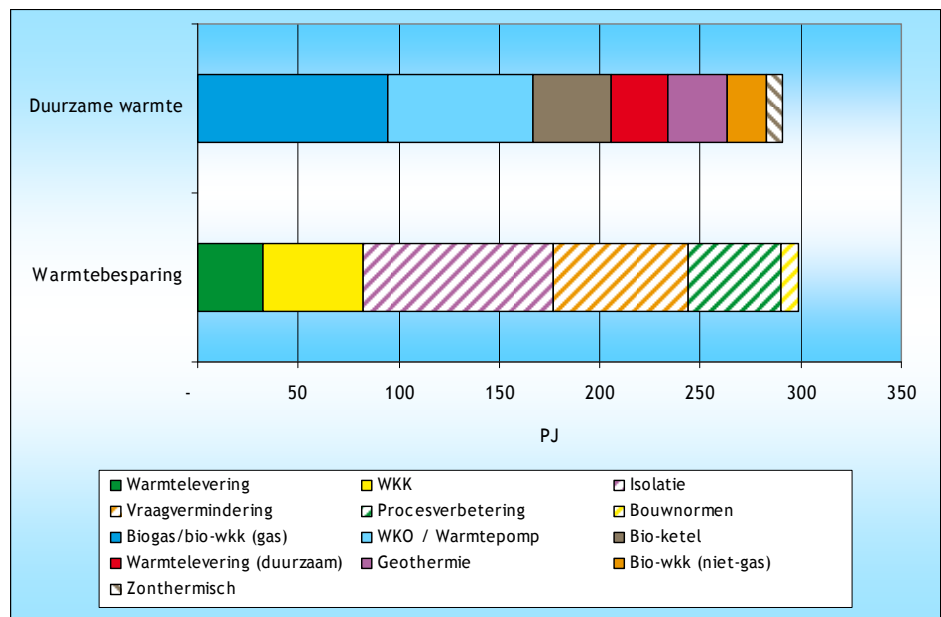
⁷ Of dit in den brede zo is, en de mate waarin, hangt onder meer af van de referentiegasprijs waarmee wordt gerekend. De kostencurve is gebaseerd op een referentiegasprijs van 13 €/m³. Wordt daarentegen uitgegaan van een referentiegasprijs van 26 €/m³ dan worden de meerkosten van bijvoorbeeld de optie 'groengas stortgas' negatief. Afhankelijk van de aannames bedragen de meerkosten voor het realiseren van de doelstelling ongeveer 100 tot 300 miljoen Euro over de periode 2008-2020 (Ecofys, 2007).



5 Conclusie

De vorige hoofdstukken laten zien dat het technisch mogelijk is om in Nederland in 2020 een besparing van 200 PJ en een duurzame invulling van warmte te bewerkstelligen. Voor een groot deel van deze opties geldt ook nog eens dat zij kosteneffectief zijn. Met name de besparingsopties kunnen kosteneffectief worden uitgevoerd, voor de duurzame opties is dan aanzienlijk minder het geval (zie Figuur 12).

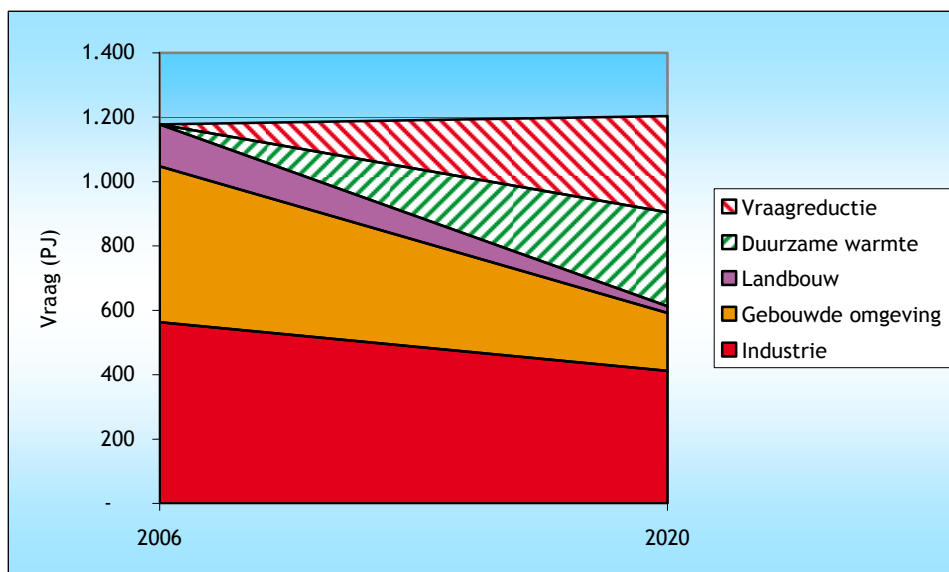
Figuur 10 Alle besparings- en duurzame opties voor 2020



Als de 200-200-doelstelling behaald wordt, dan levert dat een reductie van ongeveer 30% op van het gebruik van fossiele brandstoffen voor warmte. Indien alle opties uit de bovenstaande figuur (Figuur 10) worden doorgevoerd, dan loopt dit op tot bijna 50% (zie Figuur 11).

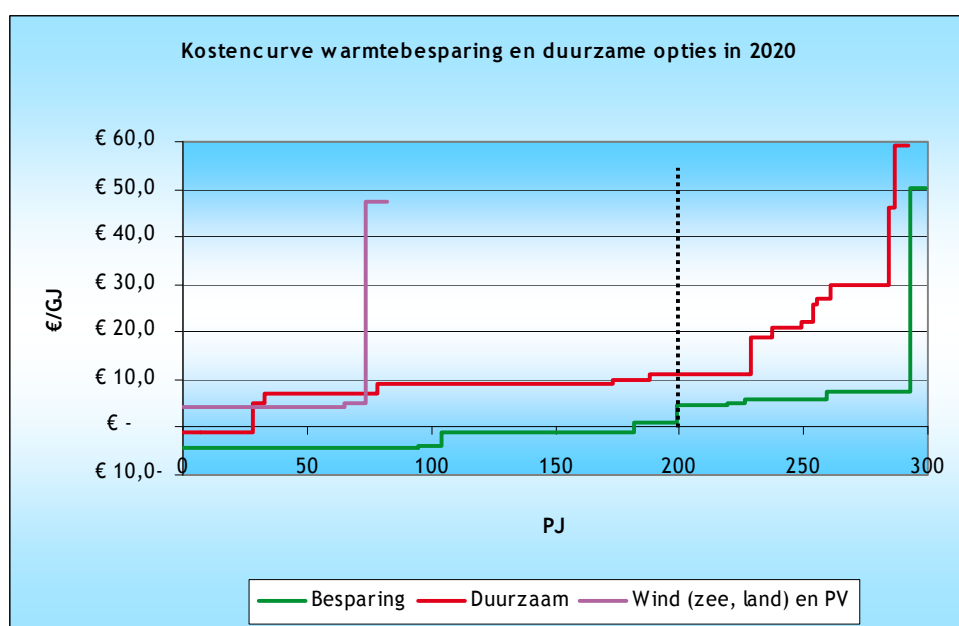
Hierbij wordt echter wel voorbij gegaan aan de kosten van de opties. Wanneer ook de kosteneffectiviteit in ogenschouw wordt genomen, dan valt op dat het veel uitdagender wordt om de beoogde besparingen en duurzame opties uit te voeren. Dat betekent dat, als Nederland wil dat warmte een belangrijke rol gaat spelen in het energiebeleid van de toekomst, en als het werkelijke potentieel van warmte benut moet gaan worden, een aanzienlijke intensivering van de beleidsopties voor warmte moet plaatsvinden. En dan niet alleen bij de overheid, maar juist ook bij de gebruikers van warmte: Huishoudens, Bedrijven, Industrie en Landbouw.

Figuur 11 Effecten van alle opties voor warmtebesparing en duurzame warmte



Warmtebeleid hoeft niet duur te zijn. Figuur 12 geeft duidelijk weer een groot deel van de optie kosteneffectief is, en dat met een sterke inzet op warmte een goedkoper beleid met een groter potentieel behaald kan worden dan bijvoorbeeld voor duurzame elektriciteit.

Figuur 12 Kostencurves warmteopties in 2020



Literatuurlijst

CBS, 2009a

R. Segers

Het energieverbruik voor warmte afgeleid uit de Energiebalans

Den Haag/Heerlen : CBS, 2009

CBS, 2009b

Duurzame energie in Nederland 2008

Den Haag/Heerlen : CBS, 2009

CE, 2002

F. Rooijers, F. de Haan, M. Groot, K. Blaauw, S. Slingerland, K. Singels,
I. de Keizer

Van restwarmte naar nuttige warmte in de Rijnmond

Delft : CE Delft, 2002

CE, 2007

F. Rooijers, B. Boon, J. Faber

Green4sure

Delft : CE Delft, 2007

Cogen, 2008

A. de Jong, M. van Gastel, S. Schlatmann (COGEN Projects), E.J. Bakker,

H. Jeeninga, A. Seebregts, M. Menkveld, Y. Boerakker (ECN), J. Dam,

R. Harmsen (Ecofys), H. van Wolferen (TNO), F. Rooijers, M. Koot (CE Delft),

J.W. Turkstra (Gasunie E&T)

Energie- en CO₂-besparingspotentieel van micro-wkk in Nederland (2010-2030)

Driebergen : Cogen, 2008

DE-koepel et al., 2007

DE-koepel, Holland Solar, Nederlands Platform Warmtepompen, Nederlandse
Vereniging voor Ondergrondse Opslag, Platform Geothermie, Stichting
Warmtepompen

Duurzame warmte & koude, visiedocument

S.i. : DE-koepel, 2007

ECN, 2002

Transitie naar een duurzame energievoorziening in 2050

Petten : ECN, 2002

ECN, 2005

Energieonderzoek Centrum Nederland, Milieu- en Natuurplanbureau, Rijksinsti-
tuut voor Volksgezondheid en Milieu

Referentieramingen energie en emissies 2005-2020

Petten : ECN, 2005

ECN, 2006

Factsheets Optiedocument. Maart 2010

<http://www.ecn.nl/nl/units/ps/themas/nederlands->

[klimaatbeleid/optiedocument/optiedocument-2010-2020/factsheets/](http://www.ecn.nl/nl/units/ps/themas/nederlands-klimaatbeleid/optiedocument/optiedocument-2010-2020/factsheets/)



ECN, 2009a

Energieonderzoek Centrum Nederland, Planbureau voor de Leefomgeving
Actualisatie referentieramingen, Energie en emissies 2008-2020
Petten : ECN, 2009

ECN, 2009b

M. Menkveld, L. Beurskens
Duurzame warmte en koude in Nederland
Petten : ECN, 2009

ECN, 2010

MONITweb. Januari 2010
<http://www.energie.nl/monitweb/invoer.php>

Ecofys, 2005a

K. Blok, E. de Visser
Energiebesparing: de onbegrensde mogelijkheden
Utrecht : Ecofys, 2005

Ecofys, 2005b

Kosteneffectieve energiebesparing en klimaatbescherming
Utrecht : Ecofys, 2005

Ecofys, 2005c

M. Harmelink, K. Blok, M. Chang, W. Graus, S. Joosen
Mogelijkheden voor versnelling van energiebesparing in Nederland
Utrecht : Ecofys, 2005

Ecofys, 2007

R. Harmsen, M. Harmelink
Duurzame warmte en koude 2008-2020: potentiëlen, barrières en beleid
Utrecht : Ecofys, 2007

EDN, 2007

Energie Dialoog Nederland
G.J. Zijlstra, C. Leguijt
Een heet hangijzer; Restwarmte, stadsverwarming en benodigd warmtebeleid
Rotterdam : EDN, 2007

EnergieNed, 2007

Energieagenda 2007-2020
Arnhem : EnergieNed, 2007

EZ, 2008a

Ministerie van Economische Zaken
Presentatie M. Frequin, Directeur Generaal Energie en Telecom, DAP
geothermie symposium 10 november 2008

EZ, 2008b

Ministerie van Economische Zaken
Sectorakkoord Energie 2008-2020
Den Haag : Ministerie van Economische Zaken, 2008

EZ, 2008c

Ministerie van Economische Zaken
Werkprogramma Warmte op stoom
Den Haag : Ministerie van Economische Zaken, 2008



IF Technology, 2007
IF Technology, DWA
Benchmark duurzame energiesystemen
Arnhem : IF Technology, 2007

Kampen, 2010
Raadsvoorstel faciliteren toepassing aardwarmte in het tuinbouwgebied De Koekoek. Maart 2010
http://www.kampen.nl/ris/raad/bijlagenciero/rvaardwarmtekoekoekraad/id_11438779?term=koekoekspolder

McKinsey, 2009
Pathway To Low Carbon Economy
S.l. : McKinsey, 2009

Meer met Minder, 2007a
Meer met Minder. Maart 2010
<http://www.vrom.nl/docs/200706-meer-met-minder.pdf>

Meer met Minder, 2007b
Samenvatting Nationaal Energiebesparingsplan Meer met Minder. Maart 2010.
<http://www.naarenergieneutraal.nl/img/cms/Samenvatting%20%5C'Nationaal%20Energiebesparingsplan%20Meer%20met%20Minder%5C'%2025-06-07.pdf>

NLOG, 2009
Delfstoffen en aardwarmte in Nederland, Jaarverslag 2008
S.l. : NLOG, 2009

Platform Geothermie, 2007
V. van Heekeren
Presentatie Smart Energy Mix
S.i. : Platform Geothermie, 2007

Platform Geothermie, 2008
V. van Heekeren
Presentatie Geothermie in ontwikkeling, DAP geothermie symposium, 10 november 2008

RBOI, 2005
RBOI Middelburg BV
MER Glastuinbouwgebied Kanaalzone
Middelburg : RBOI, 2005

SenterNovem, 2009
Nationaal Expertisecentrum Warmte, SenterNovem
Gebruikte kentallen warmteverbruik industrie. Maart 2010
http://www.senternovem.nl/mmfiles/Gebruikte%20kentallen%20warmteverbruik%20industrie_tcm24-293523.pdf

Staatscourant, 2009
2 december 2009 Nr. 18421
Den Haag : 2009

Twence, 2009
Milieujaarverslag 2008
http://www.twence.nl/shared%20resources/downloads/TWEN9009_MJV%202008_loos%20def.pdf



Vereniging Afvalbedrijven, 2007
Energie uit afval 2007
S.l. : Vereniging Afvalbedrijven, 2007

Vereniging Afvalbedrijven, 2008
Afvalforum oktober 2008
S.l. : Vereniging Afvalbedrijven, 2008

Vereniging Afvalbedrijven, 2009
Afvalforum juni 2009
S.l. : Vereniging Afvalbedrijven, 2009

