

DUURZAME WARMTE EN KOUDE 2008-2020: POTENTIËLEN, BARRIÈRES EN BELEID

-Eindrapport-

Robert Harmsen
Mirjam Harmelink

m.m.v. Berry Meuleman, Anouk Florentinus, Fieke Geurts, Saskia Hagedoorn, Danny Hanssen, Eric van den Heuvel, Vincent van Hoegaerden, Michèle Koper, Klaas Koop, Hanneke Pieters, Erika de Visser

25 juli 2007

Ecofys

PBIONL071816

Project in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken

Voorwoord

Wij willen alle mensen die een bijdrage hebben geleverd aan de totstandkoming van dit rapport bedanken. In het bijzonder de begeleidingscommissies bestaande uit Erik Wissema (Ministerie van Economische Zaken), Bert Knoester (Ministerie van Economische Zaken), Lex Bosselaar (SenterNovem), Jan Iepsma (SenterNovem) en Frans Rooijers (Platform Nieuw Gas, werkgroep Warmtemarkt), en de stakeholders die bereid waren op zeer korte termijn tijd vrij te maken om een bijdrage te leveren aan dit rapport.

Utrecht, juli 2007
 Robert Harmsen,
 Mirjam Harmelink

Samenvatting

Om de 20% duurzame energie doelstelling te realiseren is krachtig beleid gericht op duurzame warmte en koude noodzakelijk

De overheid streeft naar een aandeel van 20% duurzame energie in 2020. Om deze ambitieuze doelstelling te realiseren zal naast beleid om het aandeel duurzame elektriciteit en biobrandstoffen te vergroten, de aandacht zich ook moeten richten op het vergroten van de bijdrage van duurzame warmte en koude.

Het maximaal realiseerbaar potentieel voor duurzame warmte en koude in 2020 bedraagt ca. 260 PJ (inclusief 72 PJ groengas)

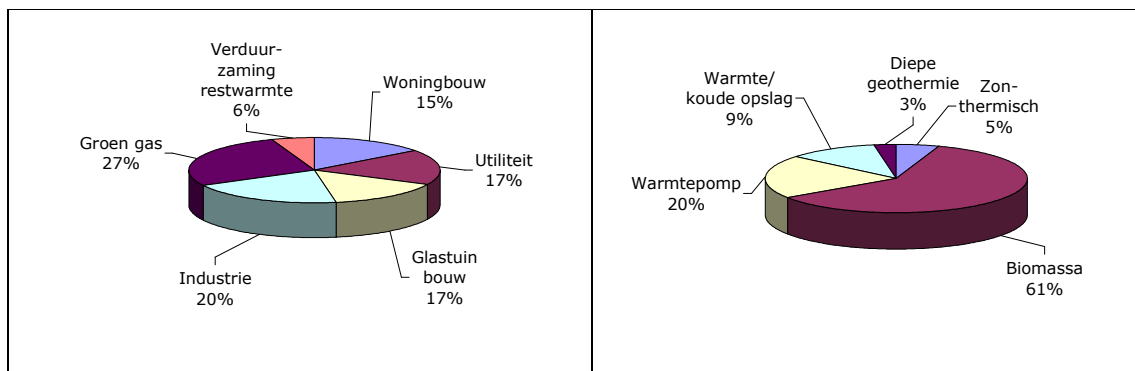
Rekening houdend met de beschikbaarheid van technologieën en het tempo waarin aanbodmarkten kunnen groeien is het maximaal realiseerbaar potentieel voor de productie van duurzame warmte en koude geschat op 260 PJ vermeden primaire energie in 2020. Dit is ruim een factor 10 hoger dan de ontwikkeling zoals geschetst in het Global Economy scenario onder huidig beleid. Het grootste potentieel wordt gevormd door het gebruik van groengas voor warmteproductie, warmte/koudeopslag in de utiliteitsbouw en de glastuinbouw, het gebruik van biomassa in de industrie en de glastuinbouw¹, en de Hr-ketel/warmtepompcombinatie in de bestaande woningbouw (zie figuur S1)

Global Economy gaat uit van een besparingstempo van 1% per jaar. De ambitie van de overheid is echter te komen tot 2% energiebesparing per jaar. Bij een dergelijk besparingstempo daalt het maximaal realiseerbaar potentieel tot 240 PJ.

Duurzame warmte en koude kunnen circa 1/3 bijdragen aan de 20% duurzame energiedoelstelling

Een maximaal realiseerbaar potentieel van 240 tot 260 PJ duurzame warmte uitgedrukt in vermeden primaire energie levert 1/3 van de 20% duurzame energiedoelstelling. Uitgaande van een minimaal aandeel van 10% biobrandstof in de transportsector zoals is voorgesteld door de EU, betekent dit, dat in 2020 circa 40% van de elektriciteit duurzaam geproduceerd moet worden om de doelstelling te realiseren.

¹ Beschikbaarheid van biomassa is naar verwachting geen probleem. Biomassa voor warmteproductie zal grotendeels binnenlands beschikbaar zijn en een klein gedeelte is afhankelijk van import.



Figuur S1 Procentuele verdeling van het maximaal realiseerbaar potentieel voor duurzame warmte en koude van 260 PJ op basis van vermeden primaire energie in 2020 naar sector en naar technologie tegen de achtergrond van het Global Economy scenario

Korte termijn op gang brengen van de markt is essentieel voor het realiseren van het potentieel in 2020

Doordat het tempo waarin markten voor duurzame warmte- en koudetechnologieën kunnen groeien begrensd is, wordt naar schatting circa 2/3 van het geïdentificeerde potentieel pas in de periode 2016-2020 gerealiseerd. Om ervoor te zorgen dat deze markten tot volle wasdom komen is het noodzakelijk om in de komende jaren beleid in te zetten om de belangrijkste barrières weg te nemen en daarmee een fundament te leggen voor grote groei later.

Duurzame koudeproductie is onder huidig beleid in veel gevallen al kosteneffectief, maar...

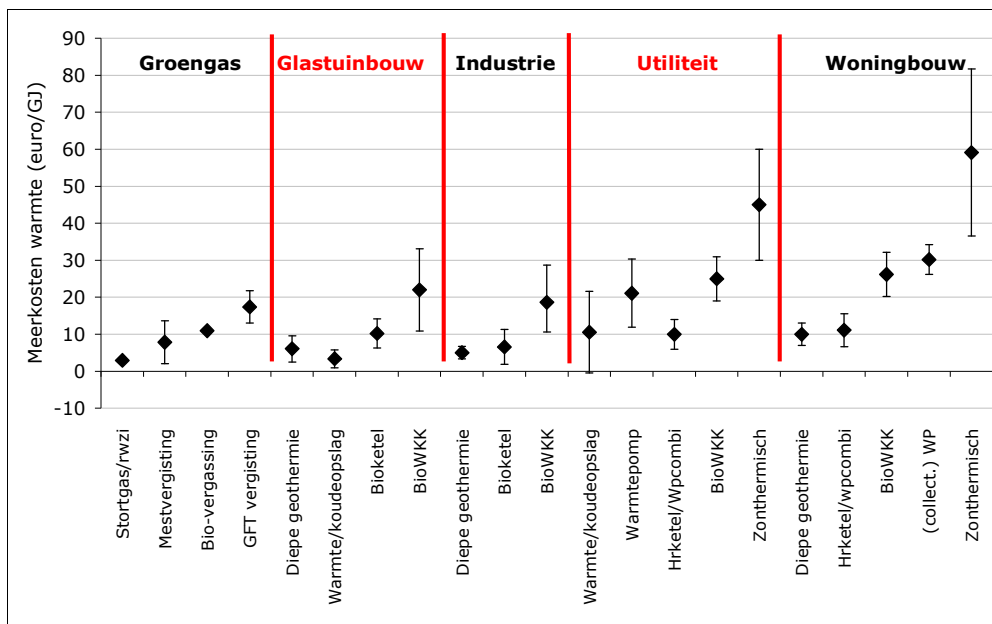
In het algemeen zijn duurzame warmte- en koudetechnologieën (veel) duurder dan de gangbare referentietechnologie. Een uitzondering vormt warmte/koudeopslag (WKO) dat – inclusief EIA – rendabel is bij de nieuwbouw van grotere gebouwen. Realisatie van het potentieel zal zich bij deze optie minder moeten richten op verbetering van de rentabiliteit, maar meer op flankerend beleid. In de glastuinbouw biedt warmte/koude opslag eveneens goede vooruitzichten voor verduurzaming. Ook in deze sector is niet de rentabiliteit de belangrijkste barrière, maar zijn het de onzekerheden over de omvang van meeropbrengsten als gevolg van betere teeltcondities, die tuinbouw breed nog bewezen moeten worden.

.....hoge investeringskosten en lange terugverdientijden vormen voor de meeste duurzame warmte opties echter de belangrijkste barrières voor implementatie van het potentieel

De belangrijkste barrières voor implementatie van het maximaal realiseerbaar potentieel aan duurzame warmte vormen:

- (i) De relatief hoge up-front investeringen voor duurzame warmtetechnieken ten opzichte van het gangbare alternatief.
- (ii) De lange terugverdientijd van de investeringen.

Figuur S2 geeft een overzicht van de meerkosten per technologie en sector ten opzichte van de referentietechnologie voor de eindgebruiker per GJ finale warmte- of koudevraag. De figuur laat zien dat een aantal opties vanuit het perspectief van de eindgebruiker al bijna kosteneffectief is.



Figuur S2 Meerkosten ten opzichte van het gangbare alternatief (exclusief subsidies) voor de eindgebruiker per GJ finale warmte² in 2020 tegen de achtergrond van het GE scenario (commodity aardgas: 13 ct/m³)³

Een aantal technologieën heeft zich nog niet breed in de markt bewezen

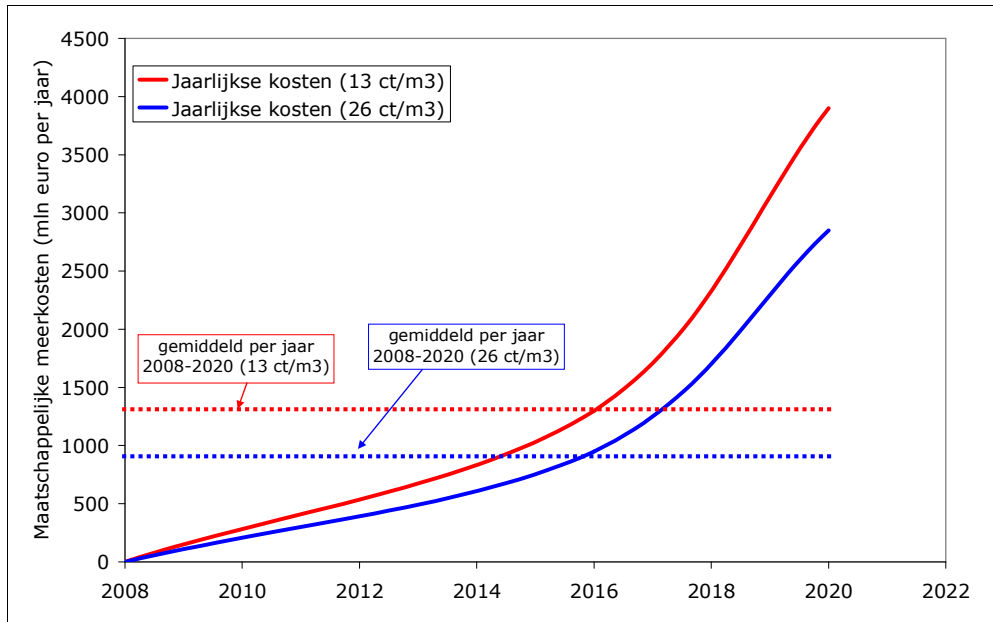
Andere belangrijke barrières vormen het feit dat (i) een aantal technologieën nog door de markt geaccepteerd moeten worden (zoals de Hr-ketel/warmtepompcombinatie), (ii) door het gebrek aan een grote marktvraag het aanbod nog erg versnipperd is en (iii) kennis en interesse bij belangrijke marktspelers en overheden nog onvoldoende is. Bij een te snelle groei van de vraag naar duurzame warmtetechnologie bestaat de kans op oververhitting van de markt. Dit kan leiden tot sterke prijsstijgingen, lange levertijden en onvoldoende aandacht voor kwaliteit. Mislukte projecten kunnen funest zijn voor een snelle groei van duurzame warmte en koude toepassing.

Implementatie van het maximaal realiseerbaar potentieel kost de maatschappij 950-1300 miljoen euro per jaar in de periode 2008-2020

De implementatie van het maximaal realiseerbaar potentieel van 260 PJ kost de maatschappij in de periode 2008-2020 gemiddeld 1300 miljoen euro per jaar bij een aardgasprijs van 13 ct/m³, en 950 miljoen euro per jaar bij een aardgasprijs van 26 ct/m³ (zie figuur S3).

² Kosten en baten van koude zijn –indien relevant- verrekend in de warmteprijs.

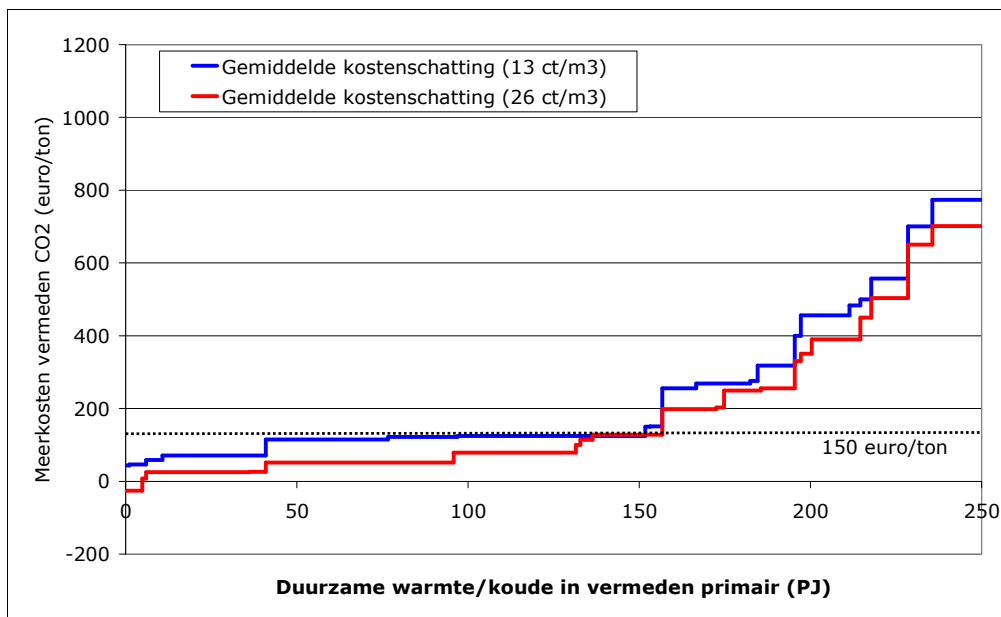
³ Voor berekening van de kosten is de milieukostenmethodologie van VROM gevolgd.



Figuur S3 Maatschappelijke meerkosten bij volledige implementatie maximaal realiseerbaar potentieel (260 PJ) in de periode 2008-2012

Groengas, warmte/koudeopslag in de utiliteit en glastuinbouw, bio-ketels in de industrie en glastuinbouw en diepe geothermie zijn realiseerbaar voor maatschappelijke meerkosten tot 150 euro/ton CO₂

Groengas (mestvergisting en stortgas), warmte/koudeopslag in de utiliteit en glastuinbouw, bio-ketels in de industrie en glastuinbouw, en diepe geothermie zijn de opties die tegen maatschappelijke meerkosten tot 150 euro per vermeden ton CO₂ gerealiseerd worden. Met deze opties kan in 2020 circa 160 PJ primaire energie worden vermeden (zie figuur S4). De jaarlijkse maatschappelijke meerkosten voor realisatie van dit potentieel bedragen gemiddeld 100-300 miljoen euro in de periode 2008-2020.



Figuur S4 Maatschappelijke meerkosten per vermeden ton CO₂ als functie van de hoeveelheid vermeden primaire energie in 2020 tegen de achtergrond van het Global Economy scenario bij hoge en lage gasprijzen⁴

Om het volledige potentieel aan duurzame warmte en koude te realiseren is een krachtig pakket aan overheidsmaatregelen noodzakelijk dat vooral gericht is op het wegnemen van de onrendabele top

Om de 20% duurzame energie doelstelling in 2020 te realiseren is een krachtig beleid gericht op de realisatie van duurzame warmte en koude noodzakelijk. Dit pakket zal primair gericht moeten zijn op het ontwikkelen van een structurele markt voor duurzame warmte en koude door het wegnemen van de belangrijkste barrières: (i) de meerkosten voor duurzame warmte en koude technologieën, en (ii) acceptatie van technologieën in de markt. Een effectief pakket zou naar onze mening moeten bestaan uit 5 elementen:

(1) Beprijzen van het energiegebruik en emissies om het financiële gat met gangbare technologie te dichten via...

.....Verhoging van de energiebelasting op aardgas

Verhoging van de energiebelasting op aardgas vergroot de aantrekkelijkheid van duurzame warmte- en koudetechnologieën ten opzichte van gangbare technologie. Om duurzame warmte en koude opties aantrekkelijk te maken zou de energiebelasting op aardgas fors verhoogd moeten worden. Bij een verdubbeling tot verdrievoudiging van de huidige energiebelasting (18 ct/m³) wordt de Hr-ketel/warmtepompcombinatie een financieel aantrekkelijke optie in de bestaande woningbouw. Voor de andere opties is een nog verdere verhoging van de energiebelasting noodzakelijk om in beeld te komen. Voordeel van een energieheffing is dat de uitvoeringskosten

⁴ Verduurzaming van restwarmte is niet in de figuur opgenomen, waardoor het maximaal realiseerbaar potentieel in de figuur lager is dan de in de tekst genoemde 260 PJ.

voor de overheid laag zijn. Een belangrijk nadeel van een verhoging is het feit dat dit alle gebruikers treft ook degene die weinig mogelijkheden hebben voor het treffen van maatregelen. Voor een huishouden met een verbruik van 1500 m³ betekent dit een verhoging van de energierekening met € 540 tot € 810 per jaar.

.....Vrijstelling van energiebelasting voor de consumptie van groengas

Vrijstelling van de energiebelasting voor de consumptie van groengas zou de vraag naar deze optie kunnen vergroten. Bij het huidige niveau van de energiebelasting op aardgas (18 ct euro/m³) zou (grootschalige) mestvergisting en groengas productie uit stortgas rendabel worden. Bij een verdubbeling worden ook de bio-vergassing en GFT vergisting rendabel.

....CO₂-emissiehandel als marktinstrument

Het stellen van stringente plafonds aan de uitstoot van broeikasgassen kan een belangrijke stimulans vormen voor de toepassing van CO₂-reducerende maatregelen. Om een bijdrage te kunnen leveren aan de ontwikkeling van de markt voor duurzame warmte en koude zullen de huidige emissiehandelssystemen enerzijds uitgebreid moeten worden naar andere sectoren (zoals de glastuinbouw en de gebouwde omgeving) en zijn anderzijds scherpe plafonds noodzakelijk zodat de prijs voor CO₂-rechten stijgt. Bij een CO₂-prijs vanaf circa 80 euro per ton worden duurzame warmte opties in de industrie bijvoorbeeld rendabel.

Opmerking: Bovengenoemde generieke instrumenten dragen niet alleen bij aan de verbetering van de rentabiliteit van duurzame warmte en koude, maar ook aan die van energiebesparingsopties. Energiebesparingsmaatregelen zijn in veel gevallen goedkoper dan duurzame warmte.

(2) Op gang brengen van een structurele markt door normstelling....

.....Aanscherping van de EnergiePrestatieNorm (EPN) voor de woning- en utiliteitsbouw

Bij een verdere verlaging van de EPC komen (ook de duurdere) duurzame warmte en koude opties bij nieuwbouw en grootschalige renovatie in beeld. Bij een stapsgewijze verlaging van de EPC naar bijvoorbeeld 0,4 in de woningbouw zullen opties als de zonneboilers en warmtepompen standaard worden toegepast. In de utiliteitsbouw is de huidige EPC te realiseren zonder duurzame warmte en koude opties. Bij een verdere aanscherping zullen warmte/koudeopslag de standaard worden omdat deze opties nu al bijna rendabel zijn. Omdat bij aanscherping van de EPN opties in beeld komen die zich rechts in de kostencurve bevinden, leggen ze een kostenclaim op de eindverbruiker of de overheid. Het huidige principe dat een EPC verlaging gebaseerd is op toepassing van kosteneffectieve technologie, moet mogelijk (tijdelijk) verlaten worden. Verder brengt een aanscherping van de EPC extra uitvoering- en handhavingkosten mee voor de overheid. Vooral toepassing van de warmtepomp vraagt om strikte naleving van de bouwvoorschriften.

....EnergiePrestatie op locatie (EPL) met een verplichtend karakter

De EPL heeft op dit moment een vrijwillig karakter. Indien de EPL een verplichtend karakter krijgt en langzaam wordt aangescherpt komen duurzame warmte opties nadrukkelijk in beeld. Bij een EPL van 8 zullen in de woningbouw collectieve warmtepompen standaard worden toegepast. Bij

een EPL van 10 komen ook bio-WKKs in beeld. Aanscherping van de EPL brengt eveneens extra uitvoering- en handhavingkosten mee voor de overheid.

...Verplichting toepassing van duurzame warmteopties in de bestaande bouw

Om implementatie van duurzame warmte en koude in de bestaande bouw te stimuleren zou ingezet kunnen worden op een verplicht aandeel duurzame warmte. Deze verplichting zou bijvoorbeeld opgelegd kunnen worden aan energiebedrijven of woningcorporaties. Een alternatief is het energieprestatiecertificaat te koppelen aan een verplichting een woning of gebouw op een hoger labelniveau te brengen. Dit zou gekoppeld kunnen worden aan een stimulerend financieel instrumentarium. Voordeel van een verplichting is dat deze lange termijn duidelijkheid verschaft in de markt. Een nadeel is dat een dergelijke verplichting hoge kosten voor zowel de eindgebruiker (opties in de bestaande bouw bevinden zich veelal boven in de kostencurve) als de overheid (handhaving van de verplichting) met zich meebrengt.

(3) (Tijdelijke) subsidiëring van onrendabele technieken

...Tijdelijke subsidieregeling

Een aantal technologieën zoals warmte/koudeopslag in de glastuinbouw, de Hrketel/warmtepompcombi en diepe geothermie hebben zich nog niet of onvoldoende in de markt bewezen. Om marktacceptatie te versnellen en verdere uitontwikkeling van de technologie te bevorderen kunnen gerichte tijdelijke subsidies verstrekt worden. In de implementatiefase moeten technologieën gebruik kunnen maken van de EIA totdat het gangbare technologie is geworden.

.....Exploitatiesubsidie op het nuttig gebruik van duurzame warmte

In de industrie en de glastuinbouw ligt een groot potentieel voor toepassing van biomassa. De belangrijkste barrière vormen de meerkosten. Met een exploitatiesubsidie op het nuttig gebruik van duurzame warmte zou dit potentieel ontsloten kunnen worden. Onder de veronderstelling dat de gehele onrendabele top van de eindverbruiker wordt gesubsidieerd bedragen de kosten in de periode 2008-2020 tussen de 250 (bij aardgas prijs van 26 ct/m³) en 350 miljoen euro per jaar (13 ct/m³)⁵. Het maximaal realiseerbaar potentieel in 2020 bedraagt circa 70 PJ vermeden primaire energie.

(4) Aanjagen van de markt om marktacceptatie te versnellen door

.....Aanjaagcentrum

Om oververhitting van de markt te voorkomen moet voldoende aandacht (zowel kwantitatief als kwalitatief) geschonken worden aan training en opleiding van installateurs. Daarnaast kan de oprichting van een “aanjaagcentrum” een belangrijke stimulans vormen om duurzame warmte en koude op de kaart te zetten.

⁵ Voor bio-WKK is hiermee de volledige onrendabele top (incl. elektriciteit) gedekt.

...Vrijwillige afspraken met energiebedrijven, woningbouwcorporaties en grote particuliere verhuurders

Om implementatie van duurzame warmte en koude in de bestaande bouw te stimuleren zou ingezet kunnen worden op vrijwillige afspraken met energiebedrijven, woningbouwcorporaties en/of grote particuliere verhuurders.

(5) Flankerend beleid om overige barrières te overwinnen

....Monitoring als aandachtspunt

Duurzame warmte- en koudeproductie vindt veelal plaats achter de meter en is daarom moeilijk meetbaar. Het belang van goede en betrouwbare monitoring data is essentieel om de effectiviteit van beleid te bepalen en aanknopingspunten te vinden voor aanscherping of aanpassing van het beleid. Een apart aandachtspunt vormt de utiliteitsector. Het gebrek aan structurele en voldoende gedetailleerde monitoring data resulteert in grote onzekerheden bij het evalueren van beleid. Realisatie van het grote potentieel voor duurzame warmte en koude in deze sector is alleen mogelijk indien de sector beter in beeld gebracht wordt.

....verkorten vergunningtrajecten, centrale regie ondergrond, garantiefonds diepe geothermie

Voor warmte/koudeopslag en diepe geothermie is het van belang dat het gebruik van de ondergrond centraal geregisseerd wordt (masterplan). Korte en transparante vergunningtrajecten zijn daarnaast noodzakelijk om een brede groei van deze opties te realiseren. Voor het tot stand komen van diepe geothermie projecten is het van belang dat een structureel garantiefonds beschikbaar is om het financiële risico van misboringen te dekken.

....creëren van een level playing field voor duurzame warmte en koude

Huidig beleid kan remmend werken op penetratie van duurzame warmte- en koudetechnologie. Een voorbeeld is de dominante positie die WKK momenteel inneemt in de glastuinbouw. Ook door aanscherping van de milieuvergunning (verruimen interne rentevoet eis, voorschrijven van best beschikbare technologie) kan een breder speelveld voor duurzame warmte en koude gecreëerd worden.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	13
1.1	Achtergrond en doelstelling	13
1.2	Definitie en afbakening van duurzame warmte	13
1.3	Duurzame warmte en koude: stand van zaken	15
1.4	Het achtergrondscenario: Global Economy	16
1.5	Opzet rapportage	18
2	Aanpak	19
2.1	Inleiding	19
2.2	Definities en inventarisatie van potentiëlen	20
2.3	Analyse van barrières en instrumentatie	25
2.4	Beleidspotentieel	26
3	Maximaal realiseerbaar potentieel duurzame warmte en koude in de periode 2008-2020	27
3.1	Inleiding	27
3.2	Woningbouw	27
3.3	Sectoranalyse utiliteitsbouw	45
3.4	Sectoranalyse glastuinbouw	57
3.5	Sectoranalyse industrie	69
3.6	Groengas in het aardgasnetwerk	78
3.7	Restwarmte	81
4	Barrières en beleidsinstrumentatie	87
4.1	Inleiding	87
4.2	Barrières: obstakels voor implementatie	87
4.3	Relatie tussen barrières en beleidsinstrumenten	92
4.4	Aanscherping huidige beleid en mogelijkheden voor nieuw beleid	94
5	Een samenhangend beleidpakket	109
5.1	Inleiding	109
5.2	Maximaal realiseerbaar potentieel	109

- 5.3 Belangrijkste barriere: meerkosten voor duurzame koude en warmte technieken 111
- 5.4 Beleidsstrategie: ontwikkelen van een structurele markt 114

Bijlage I: Lijst van afkortingen 119

Bijlage II: Verantwoording kostenberekeningen 121

Bijlage III: Stakeholderconsultatie 123

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en doelstelling

Het kabinet Balkenende IV heeft in het Regeerakkoord zeer ambitieuze doelstellingen neergelegd voor 2020 op het gebied van klimaat (minus 30% broeikasgasemissies t.o.v. 1990), energiebesparing (2% per jaar) en duurzame energie (20%). De 20% duurzame energiedoelstelling kan niet gerealiseerd worden met alleen duurzame elektriciteit en biobrandstoffen. De aandacht zal zich ook moeten richten op het vergroten van de bijdrage van duurzame warmte en koude. De beleidsmatige aandacht voor duurzame warmte en koude is momenteel beperkt. Zonder de snelle introductie van effectieve beleidsinstrumenten zal het potentieel in 2020 grotendeels onbenut blijven.

Het Ministerie van Economische Zaken heeft Ecofys opdracht gegeven een “alles uit de kast” aanpak te formuleren met het doel een doorbraak te forceren op het gebied van het gebruik van duurzame warmte en koude. Daarin gaan we bijvoorbeeld verder dan de inzet van de gezamenlijke brancheorganisaties voor duurzame warmte en koude die inzetten op 25 PJ extra duurzame warmte en koude in 2020⁶.

De doelstelling van dit project is tweeledig:

- Inzicht bieden in het potentieel voor duurzame warmte en koude dat in de periode 2008-2020 gerealiseerd kan worden.
- Met voorstellen te komen voor een beleidsinstrumentarium, om het geïdentificeerde potentieel daadwerkelijk te realiseren.

1.2 Definitie en afbakening van duurzame warmte

In the Protocol Monitoring Duurzame Energie⁷ is duurzame energie gedefinieerd als “energie waarvoor hernieuwbare, primaire energiedragers met behulp van energieconversietechnieken zijn omgezet in secundaire ofwel bruikbare energiedragers”. Hiervan afgeleid is duurzame warmte en koude gedefinieerd als het nuttige gebruik van warmte en koude geproduceerd uit duurzame energiebronnen.

Tabel 1 geeft een overzicht van momenteel voor de Nederlandse situatie beschikbare energiebronnen die als duurzaam kunnen worden beschouwd. In vetgedrukte conversie technologieën zijn technieken waarmee duurzame warmte en/of koude geproduceerd kan worden. Deze conversietechnologieën zijn in dit rapport nader bestudeerd.

⁶ Gezamenlijke brancheorganisaties duurzame warmte en koude, *Duurzame warmte en koude: wij zijn er klaar voor!* Visiedocument 22 mei 2007.

⁷ SenterNovem, *Protocol Monitoring Duurzame Energie, update 2006. Methodiek voor het berekenen en registreren van de bijdrage van duurzame energiebronnen*, Utrecht, 2006.

Tabel 1 Overzicht van momenteel in beginsel voor de Nederlandse situatie beschikbare energiebronnen die als duurzaam kunnen worden beschouwd⁷

Bron	Conversietechnologie
<i>Stromingsbronnen</i>	
Waterkracht	Waterkrachtcentrales
Getijden	Getijdenenergiecentrales
Golven	Golfenergiecentrales
Wind	Windturbines
Zon	a) Fotovoltaïsche systemen (zonnecellen) b) Thermische systemen ²⁾ c) Passieve systemen ¹⁾
<i>Omgeving- en aardwarmte</i> ²⁾	
Aardwarmte	Geothermische centrales
Omgevingswarmte	a) Warmtepompen b) Warmte/koude opslag
<i>Biomassa</i>	
	Thermische conversie: verbranding, vergassing, pyrolyse
	Biologische conversie: vergisting
	Inzet als biobrandstof

- 1) voor het bepalen van de bijdrage van passief zonne-energiegebruik is nog geen algemeen aanvaarde methode beschikbaar. Deze wordt daarom nog niet meegenomen.
- 2) Hierbij wordt gecorrigeerd voor het eigen gebruik van de installatie.

In de rapportages aan het IEA en Eurostat⁸ wordt de duurzame energieproductie door warmtepompen en door middel van warmte/koude opslag niet meegenomen. In de internationale energiestatistieken telt de warmte uit warmtepompen alleen mee als het gaat om *verkochte* warmte. In Nederland staan bijna alle warmtepompen bij de gebruikers van de warmte. Warmte uit warmtepompen komt voor Nederland dus niet voor in de internationale energiestatistieken. In de internationale energiestatistieken komt warmte/koudeopslag niet expliciet voor, omdat koude niet als energiedrager wordt beschouwd. Warmteopslag zou kunnen vallen onder geothermal energy, hoewel er ook iets voor te zeggen is om dit te beperken tot aardwarmte. Omdat de huidige handleiding voor de internationale energiestatistieken niet heel duidelijk is op dit punt heeft Nederland ervoor gekozen om warmte- en koude opslag niet op te geven.

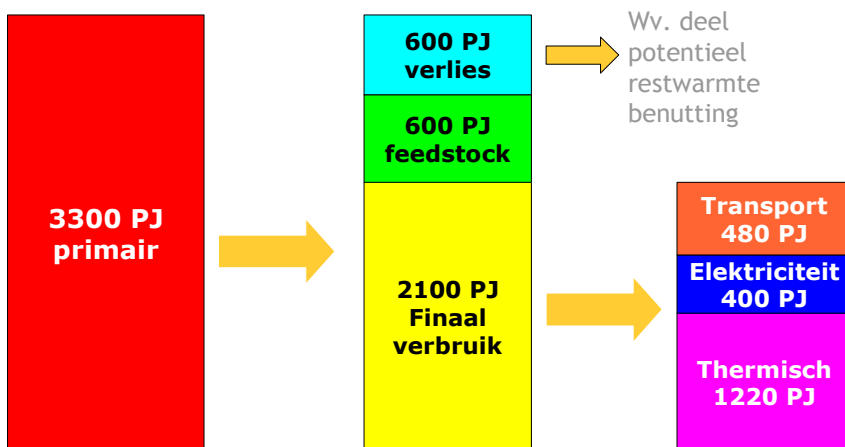
Restwarmte als bijproduct van industrieel/chemische processen c.q. aftapwarmte van elektriciteitscentrales, beide afkomstig van fossiele energiebronnen, worden in deze studie niet gedefinieerd als duurzame warmte. Deze studie beoogt daarom ook niet het potentieel voor restwarmte in kaart te brengen⁹. Verduurzaming van bestaande en in ontwikkeling zijnde restwarmteprojecten is wel onderdeel van de studie.

⁸ IEA, Eurostat, OECD, *Energy Statistics Manual 2004*.

⁹ Zie hiervoor de SenterNovem studie *Warmteleveringsystemen voor Nederland*, concept 6 juni 2007.

1.3 Duurzame warmte en koude: stand van zaken

Figuur 1 geeft een overzicht van het primaire energiegebruik in Nederland in 1995, het finale energieverbruik en de totale finale energievraag. In absolute zin is de thermische energievraag verreweg het grootst. Koudeproductie voor koeling van kantoren en opslagruimten wordt momenteel gedomineerd door compressiekoelmachines (airco's) en vallen onder elektriciteit. De totale koudevraag wordt geschat op ca. 50 PJ waarvan ongeveer 30 PJ voor de utiliteit en 20 PJ voor de industrie.



Figuur 1 Nederlandse energiehuishouding 2005 (eigen inschatting o.b.v. CBS¹⁰)

Tabel 2 geeft een overzicht van in Nederland geproduceerde duurzame warmte in 2005. Het aandeel duurzame warmte en koude is met 18 PJ vermeden primaire energie niet meer dan 1% van de totale warmte- en koudevraag in Nederland.

Tabel 2 Duurzame warmte en koude in 2005 (in PJ vermeden primaire energie) o.b.v. CBS

Zonthermisch	0,7
Warmtepompen	1,2
Warmte- koudeopslag	0,9*
Afvalverbrandingsinstallaties	3,8
Bij- en meestoken biomassa in centrales	0,8
Houtkachels voor warmte bij bedrijven	1,8
Houtkachels bij huishoudens	5,5
Overige biomassaverbranding	2,5
Stortgas	0,1
Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties	0,7
Overig biogas	0,1
Totaal	18,2

*Waarvan 0,2 PJ warmte en 0,7 PJ koude.

¹⁰ CBS Statline, Energiestatistiek 2005.

1.4 Het achtergrondscenario: Global Economy

De Referentieraming Energie en Emissies 2005-2020 ¹¹ is in dit project gebruikt als achtergrondscenario voor de bepaling van de potentiëlen voor duurzame warmte en koude in 2020. Dit betekent dat deze studie zoveel mogelijk bij de Referentieraming zal aansluiten wat betreft de ontwikkeling van de finale energievraag in de verschillende sectoren en onderliggende parameters zoals de omvang van nieuwbouw en renovatie in de gebouwde omgeving, de ontwikkeling van het glastuinbouw areaal en de effecten van energie- en klimaatbeleid op het finale energieverbruik in de verschillende sectoren.

In de Referentieraming zijn twee scenario's uitgewerkt het Global Economy (GE) en het Strong Europe (SE). Het GE scenario onderscheidt zich van het SE scenario door een hogere economische groei dan het SE scenario wat zich vertaalt in een groter volume-effect (groei energievraag t.g.v. economische groei). In deze studie is ervoor gekozen om het GE scenario als achtergrondscenario te gebruiken, omdat het huidige energie- en klimaatbeleid op dit scenario gebaseerd is. In Tabel 3 zijn de belangrijkste karakteristieken van het GE scenario weergegeven.

Tabel 3 Karakteristieken van het GE scenario 2020 (bron ECN/MNP)

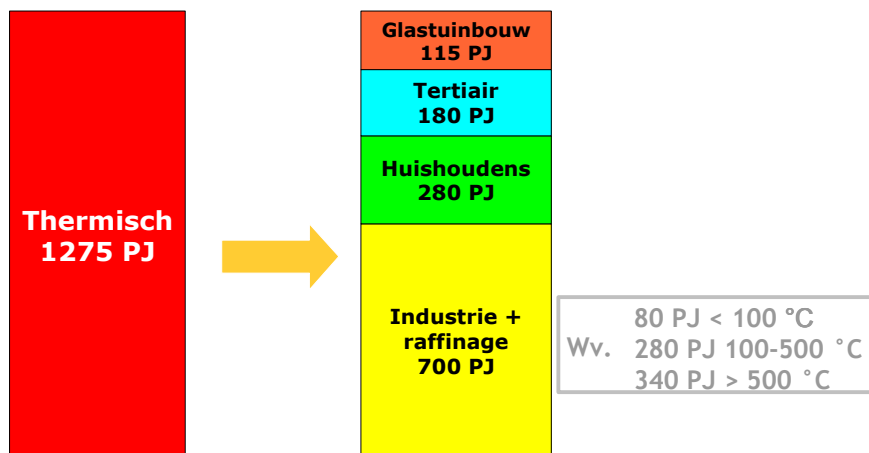
Economische groei (groei BBP/jr.)	Gemiddeld 1,8%
Volume-effect 2010-2020 (%/jr.)	2,6
Structuureffect (%/jr.)	-0,3
Besparingseffect (%/jr.)	-1,0
Bevolking (mln.)	17,9
Aardgasprijs 2020 (ct/m ³)	12,9
Baseload elektriciteitsprijs 2020 (euro/MWh)	47
Aandeel duurzame warmte en koude (PJ)	24

De belangrijkste karakteristieken van het scenario zijn:

- Hoge economische groei.
- De hieraan gerelateerde groei van het energieverbruik wordt slechts deels gecompenseerd door een verdere structuurverschuiving richting een diensteneconomie en energiebesparing. Het totaal primair energieverbruik stijgt in GE tot 3867 PJ.
- Het energiebesparingtempo wordt voornamelijk autonoom gedreven naast een stuk bestaand beleid.
- Klimaat- en energiebeleid: De Europese Gebouwen Richtlijn vervangt de EPA, de EPC voor woningen gaat per 1-1-2006 naar 0,8 en blijft daarna constant; er vindt geen aanscherping van de Wet Milieubeheer (WMB) plaats.
- De aardgasprijs en de elektriciteitsprijs zijn in de Referentieraming relatief laag en daarmee ongunstig voor de rentabiliteit van duurzame warmte en koude technieken.
- Het aandeel duurzame warmte en koude groeit licht tot 24 PJ.

¹¹ Van Dril et al., *Referentieraming Energie en Emissies 2005-2020*, ECN/MNP, Petten, 2005.

Per saldo resulteert dit voor de sectoren huishoudens, utiliteit en glastuinbouw in een thermische vraag per sector in 2020 zoals aangegeven in Figuur 2. Er wordt aangegeven in de raming dat de vraag naar koeling fors stijgt in de periode 2005-2020, maar deze stijging wordt niet gekwantificeerd. Voor iedere sector is daarom een eigen inschatting van de koudevraag in 2020 gegeven.



Figuur 2 Finale thermische energievraag in 2020 in het GE scenario

Effect van 2% besparing per jaar

Deze studie richt zich op het potentieel voor duurzame warmte en koude en de noodzakelijke beleidsintensivering om het potentieel te realiseren. De ambities die de regering nastreeft op het gebied van energiebesparing en CO₂-reductie vragen ook op die terreinen een intensiever beleid dan is aangenomen in de Referentieraming. Vooral de energiebesparingsdoelstelling van 2% per jaar i.p.v. de 1% in het GE scenario is van invloed op de omvang van de warmte- en koudevraag in 2020 en beïnvloedt daarmee het potentieel voor duurzame warmte en koude en de kosteneffectiviteit van deze opties.

Om 2% energiebesparing per jaar te realiseren moeten de door ECN vastgestelde technische energiebesparingpotentiëlen vrijwel volledig benut worden.¹² Het effect op het binnenlands primair energieverbruik bedraagt in 2020 554 PJ, waardoor het totaal primair verbruik in GE daalt van 3867 PJ naar 3313 PJ. De 554 PJ is exclusief 19 PJ duurzame energie achter de meter¹³, omdat deze overlapt met de resultaten van deze studie.

Voor deze studie zijn de effecten van het hogere besparingstempo op het finaal warmteverbruik van belang. Deze effecten zijn (exclusief aandeel duurzaam achter de meter):

- Diverse finale besparingsopties industrie: -46 PJ primair (waarvan deel elektriciteit)
- Diverse finale besparingsopties raffinage: -32 PJ primair (waarvan deel elektriciteit)

¹² Daniëls et al., *Instrumenten voor energiebesparing. Instrumenteerbaarheid van 2% besparing per jaar*, ECN, Petten, 2006.

¹³ In de Europese context wordt duurzame energie achter de meter (zoals warmtepompen en zonneboilers) tot energiebesparing gerekend. In de striktere Nederlandse definitie zoals vastgelegd in het Protocol Monitoring Energiebesparing telt deze duurzame energie niet mee.

- Industriële restwarmtebenutting huishoudens: -6 PJ primair
- CO₂-levering aan glastuinbouw door raffinage: -6 PJ primair
- Nieuwbouw utiliteit: -3 PJ primair
- Bestaande bouw utiliteit: -44 PJ primair (waarvan deel conversie)
- Nieuwbouw woningbouw: -4 PJ primair
- Bestaande bouw woningbouw: -46 PJ primair (waarvan deel conversie)
- **Totaal:** **187 PJ primair**

De aanpak in deze studie is als volgt: In eerste instantie wordt gerekend met een besparingstempo van 1% per jaar. In de synthese van de sectoranalyses wordt vervolgens aangegeven wat het effect is van een intensivering van het besparingstempo naar 2% per jaar.

1.5 Opzet rapportage

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2: Beschrijving van de aanpak voor potentieel inventarisatie, analyse van barrières en beleidsinstrumentering.
- Hoofdstuk 3: Inventarisatie van het maximaal realiseerbaar potentieel per sector (woningbouw, utiliteitsbouw, glastuinbouw en industrie) en voor een tweetal sectoroverstijgende opties (groengas en restwarmte).
- Hoofdstuk 4: Beleidsinstrumentatie: Kosten implementatie maximaal realiseerbaar potentieel, inventarisatie van barrières, huidige instrumentarium, mogelijkheden voor aanscherping van bestaand beleid en nieuwe beleidsopties.
- Hoofdstuk 5: Beschrijving integraal beleidspakket

2 Aanpak

2.1 Inleiding

In de analyse van de potentiëlen is gekozen voor een sectorale benadering. Het startpunt van de potentieelberekening vormt de vraag naar warmte en koude in 2020 per sector. De volgende vier eindgebruikersectoren zijn onderzocht:

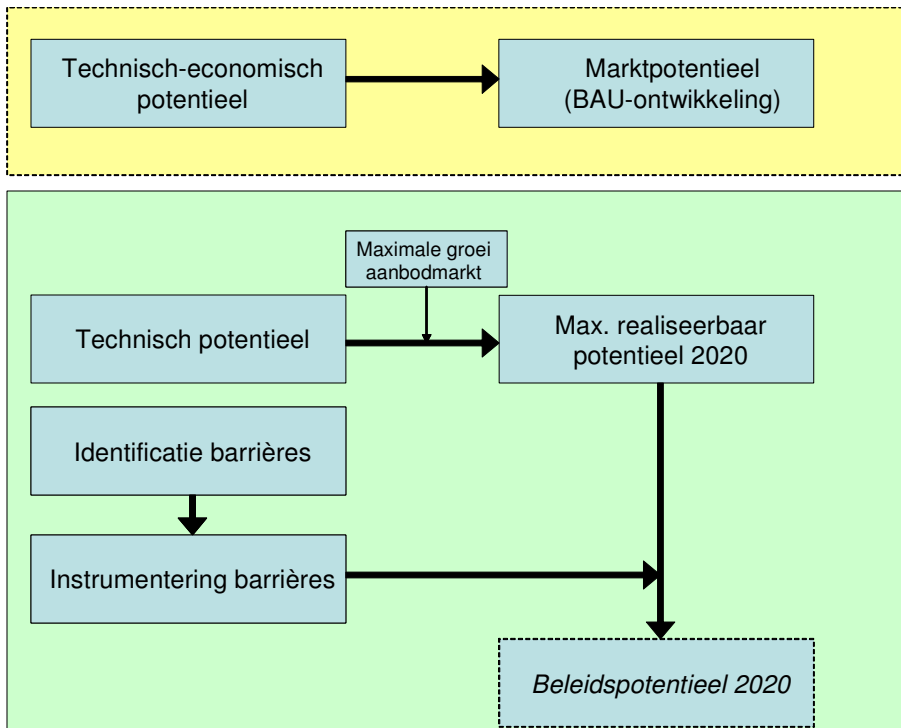
- Woningbouw
- Utiliteit
- Glastuinbouw
- Industrie

Daarnaast zijn twee sectoroverstijgende aanbodopties (groengas en restwarmte) geanalyseerd. Bij woningen en utiliteit wordt onderscheid gemaakt tussen bestaande bouw en nieuwbouw/renovatie.

De globale aanpak van deze studie is als volgt:

- Identificatie van het marktpotentieel voor duurzame warmte en koude (business-as-usual ontwikkeling onder huidig beleid zoals beschreven in de Referentieraming) in 2020 per sector
- Vaststellen van het maximaal realiseerbaar potentieel in 2020 per sector.
- Vaststellen van de kosten voor implementatie van het maximaal realiseerbaar potentieel.
- Identificeren van implementatiebarrières en mogelijkheden voor instrumentering van deze barrières.
- Analyse samenhangend beleidspakket om het maximaal realiseerbaar potentieel te instrumenteren.

Figuur 3 geeft een overzicht van het stappenplan. In de volgende paragrafen worden de verschillende begrippen gedefinieerd en toegelicht.



Figuur 3 Stappenplan potentieelanalyse en instrumentering

2.2 Definities en inventarisatie van potentiëlen

Het aanbod van duurzame warmte- en koudebronnen is veel groter dan de finale vraag naar warmte en koude. De focus van deze studie ligt daarom vooral op het *vraag*potentieel: hoeveel van de finale warmte- en koudevraag kan met duurzame bronnen gedekt worden?¹⁴ Box 1 geeft een overzicht van de gebruikte definities en Figuur 4 de relatie tussen de verschillende potentieelbegrippen.

¹⁴ Dit betekent overigens niet dat het aanbod van duurzame bronnen geen aandacht verdient. Het aanbod van duurzame biomassa (organische reststromen, import en teelt) is wel degelijk begrensd, zeker wanneer biomassa in grote hoeveelheden ingezet wordt. Zonthermische toepassingen zijn minder geschikt voor schaduwrijke locaties, terwijl bij warmte/koudeopslag het aanbod lokaal begrensd kan zijn vanwege interferentie tussen putten. Deze aanbodrestricties worden in de analyse van de implementatiebarrières meegenomen.

Box 1 Potentieel definities

Technisch potentieel

Deel van de warmte- en koudevraag dat met beschikbare technologie kan worden ingevuld zonder rekening te houden met beperkingen in het aanbod van technologie (o.b.v. maximale marktgroei).

Technisch-economisch potentieel

Deel van het technische potentieel dat met beschikbare technologie kosteneffectief (nationaal perspectief) kan worden ingevuld.

Maximaal realiseerbaar potentieel

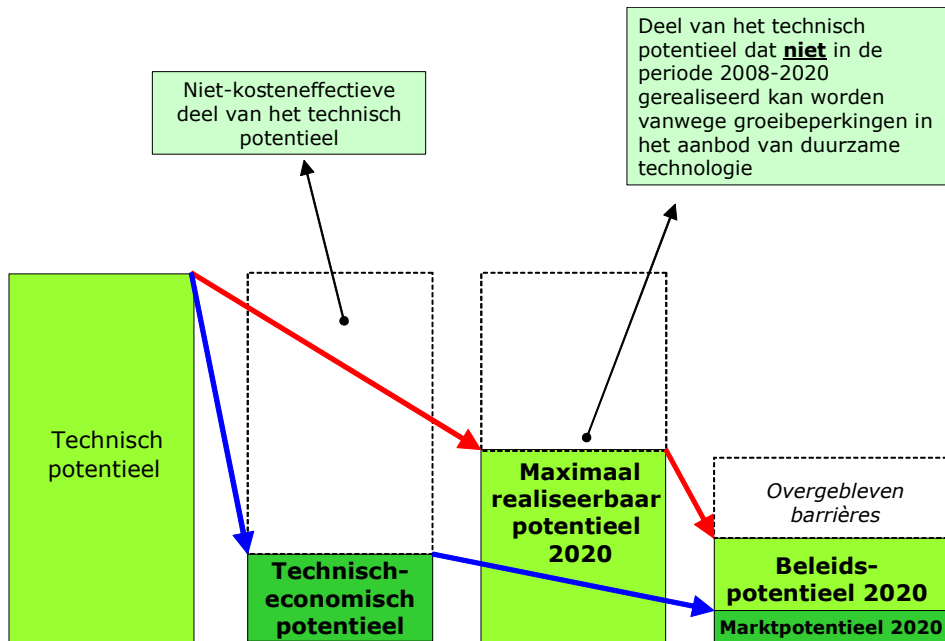
Deel van het technisch potentieel dat met beschikbare technologie kan worden ingevuld binnen een gegeven periode, waarbij alles uit de kast wordt gehaald maar wel rekening wordt gehouden met beperkingen in het aanbod van technologie; de (huidige) kosteneffectiviteit van de technologie speelt hier geen beperkende rol.

Marktpotentieel

Deel van het technisch-economische potentieel dat naar verwachting gerealiseerd wordt bij voortzetting van het huidige beleid (business-as-usual)

Beleidspotentieel

Deel van maximaal realiseerbaar potentieel (bovenop het marktpotentieel) dat kan worden gerealiseerd bij inzet van extra beleid, waarbij rekening wordt gehouden de benodigde tijd voor beleidswijziging (vertraging) en de instrumenteerbaarheid van barrières (haalbaarheid, weerstand)



Figuur 4 Analyse potentiëlen (rood = aanpak deze studie; blauw = aanpak BAU scenario)

2.2.1 Identificatie van het marktpotentieel

Het marktpotentieel is gedefinieerd als de business-as-usual ontwikkeling. De groei van het aandeel duurzame warmte en koude in de Referentieraming kan beschouwd worden als het marktpotentieel: het potentieel dat autonoom gerealiseerd wordt en onder invloed van bestaand beleid. Dit marktpotentieel is in de referentieramingen afgeleid van het technisch-economische potentieel. Voor de meeste duurzame warmte- en koudetechnologieën geldt dat het technisch-economisch potentieel op dit moment erg klein is. De opties zijn simpelweg te duur vanuit het perspectief van de eindgebruiker. Hoe groot het technisch-economisch potentieel in 2020 is, is afhankelijk van een groot aantal factoren. Een van die factoren is de prijsontwikkeling van aardgas, in de meeste gevallen de referentiebrandstof. Bij hoge gasprijzen verbetert de concurrentiepositie van duurzame technologieën. In de Referentieraming 2005-2020 blijven de aardgasprijzen zodanig laag, dat de verbetering van de concurrentiepositie van duurzame technologieën vooral moet komen van een daling van de investeringskosten. Deze daling is sterk afhankelijk van de groei van de markt voor duurzame technologie (vuistregel: 5% tot 30% kostenreductie bij iedere verdubbeling van het aanbod)¹⁵ en leidt tot een vicieuze cirkel: zonder markt geen kostendaling en zonder kostendaling geen markt.

Voor de identificatie van het marktpotentieel voor duurzame warmte en koude in 2020 is gebruik gemaakt van de (sectorspecifieke) resultaten van de Referentieraming, daar waar nodig aangevuld

¹⁵ Blok K., *Introduction to Energy analysis*, Chapter 11, Teche Press, Amsterdam, 2006.

met andere bronnen indien de ramingen niet specifiek genoeg zijn of ontwikkelingen onderbelicht.

2.2.2 Identificatie van het maximaal realiseerbaar potentieel

Het deel van de warmte- en koudevraag dat in een zichtjaar – voor deze studie 2020 - ingevuld kan worden met duurzame bronnen, noemen we het *maximaal realiseerbaar potentieel*. Bij het vaststellen van het realiseerbare potentieel wordt rekening gehouden met de (voldoende) beschikbaarheid van de technologie en de tijd die markten nodig hebben om tot volle ontwikkeling te komen. Het aantal beschikbare jaren tot het zichtjaar – in deze studie dus 12 (van 2008 tot 2020) – bepaalt in grote mate de omvang van het maximaal realiseerbaar potentieel voor 2020. Het *maximaal realiseerbaar potentieel* verschilt daarmee wezenlijk van het in de literatuur veel gebruikte *technisch potentieel*. Bij het technisch potentieel wordt geen rekening gehouden met de tijdsdimensie. Het technisch potentieel voor zonneboilers (alle gebouwen met een geschikte oriëntatie) is voor 2020 daarom veel groter dan het maximaal realiseerbaar potentieel, omdat het technisch potentieel een marktgroei impliceert die onrealistisch is¹⁶. Bij het maximaal realiseerbaar potentieel wordt uitgegaan van een zeer ambitieuze marktgroei van de duurzame technologieën. De veronderstelling is dus dat alleen wanneer alles uit de kast gehaald wordt, dit deel van het technisch potentieel gerealiseerd kan worden in de periode tot 2020.

Vaststellen maximaal realiseerbaar potentieel en kosten PER SECTOR in 2020

De eerste stap is het vaststellen van het maximaal realiseerbaar potentieel en de kosteneffectiviteit per conversietechnologie in 2020 bij een energiebesparingtempo van 1% per jaar (besparingstempo zoals verondersteld in het referentiescenario). Vervolgens zal worden een schatting worden gemaakt van het potentieel en de kosten bij een energiebesparingtempo van 2% per jaar (voor zover van toepassing). Dit resulteert in een range voor de potentiële schatting en de kosten per technologie dat is weergegeven zoals aangegeven in Tabel 4.

¹⁶ Tussen het maximaal realiseerbaar potentieel en het technisch potentieel zit per definitie een grijs gebied: ambitieuze groeicijfers kunnen door de één realistisch en door de ander onrealistisch genoemd worden.

Tabel 4 Voorbeeldtabel met overzicht van maximaal realiseerbaar potentieel per sector in 2020

[Sector]	Geleverde finale warmte / koudevraag (PJ)	Duurzame warmte/koude in vermeden prim. energie cf. Protocol DE (PJ)	Duurzame warmte/koude cf. Eurostat conventie (PJ)	Vermeden CO₂ (kton) Cf. Protocol DE 2020 (606 gr/kWh)	Vermeden CO₂ (kton) (370 gr/kWh)
Technologie ..					
....					

Voor iedere conversietechnologie is aangegeven de:

- *Finale warmte- en koude vraag geleverd door een duurzame warmte en of koude technologie (PJ):* totaal bij de eindgebruiker afgeleverde warmte en koude geproduceerd met duurzame energiebronnen (niet gecorrigeerd –indien relevant- voor het niet-duurzame deel van de productie).
- *Vermeden primaire energie (PJ):* vermeden primaire energiegebruik door de inzet van duurzame warmtebronnen berekend conform het protocol monitoring duurzame energie¹⁷. In grote lijnen komt deze aanpak erop neer dat voor iedere conversietechnologie een referentietechnologie is gedefinieerd en dat wordt berekend wat de uitgespaarde primaire fossiele inzet van energie is ten opzichte van deze referentietechnologie.
- *Duurzame energie inzet volgens Eurostat conventie (PJ):* De Eurostat/IEA-methode is gebaseerd op de inputmethode, wat wil zeggen dat men meet wat het systeem aan duurzame bronnen ingaat. Op basis van de Eurostat gegevens wordt o.a. door de EC het aandeel duurzame energie per land vastgesteld. Vooral voor biomassa levert de Eurostat benadering andere cijfers dan de Nederlandse Protocolbenadering.
- *Vermeden CO₂-uitstoot (kton).* Vermeden CO₂-uitstoot door de inzet van duurzame warmtebronnen. De vermeden CO₂-uitstoot is berekend met als referentie voor de elektriciteitsproductie van zowel 606 gr/kWh (conform Protocol), maar ook met een lagere uitstoot van 370 gr/kWh.¹⁸

Verder zijn voor alle optie de meerkosten voor de eindgebruiker bepaald. Hierbij is de methodiek milieukosten gevolgd¹⁹.

¹⁷ SenterNovem, *Protocol Monitoring Duurzame Energie, update 2006. Methodiek voor het berekenen en registreren van de bijdrage van duurzame energiebronnen*, Utrecht, 2006.

¹⁸ Beide gebaseerd op aflevering bij de eindgebruiker. De lagere referentiewaarde gaat uit van een moderne STEG centrale.

¹⁹ VROM, *Kosten en baten van milieubeleid – Definities en berekeningsmethoden*, Publicatierreeks Milieustrategie 1998/6, Den Haag, 1998.

Vaststellen totaal maximaal realiseerbaar potentieel in 2020 voor ALLE SECTOREN

Het binnen een sector optellen van potentiëlen per technologie kan leiden tot dubbelstellingen vanwege de concurrentie en overlap tussen technologieën. Ook over sectoren kunnen potentiëlen niet zondermeer opgeteld worden, hoewel hier geen sprake is van overlap. Hier spelen mogelijke beperkingen aan de aanbodzijde een rol. Productiecapaciteit van technologie en aanbod van gekwalificeerd personeel voor installatie en onderhoud kunnen beperkingen opleggen aan het potentieel voor een technologie op nationaal niveau (in Figuur 4 wordt dit aangegeven als het verschil tussen technisch potentieel en maximaal realiseer potentieel). Verder kan bijvoorbeeld de toepassing van biomassa voor de productie van warmte of groengas concurreren met andere toepassingen zoals inzet voor productie van elektriciteit en biobrandstoffen. Bij het vaststellen van het totaal maximaal realiseerbaar potentieel is gecorrigeerd voor overlap en concurrentie.

2.3 Analyse van barrières en instrumentatie

Analyse mogelijke implementatiebarrières

Startpunt voor de analyse van mogelijk beleidsinstrumentarium is een analyse van de barrières voor implementatie van duurzame warmte- en koude technologieën. In het kader van energie-efficiency en duurzaam energiebeleid wordt met barrières gerefereert naar alle obstakels die voorkomen dat energie-efficiency en duurzame energie maatregelen worden geïmplementeerd²⁰. In dit project is een onderscheidt gemaakt naar:

- Economisch
- Technisch
- Markt (aanbod)
- Markt (vraag)
- Kennis/informatie
- Institutioneel
- Split incentive
- Regelgeving op andere terreinen

Analyse bestaand beleidsinstrumenten

Het bestaande beleidsinstrumentarium bevat een groot aantal instrumenten dat direct of indirect aangrijpt op de warmtevraag van eindgebruikers. In deze stap van de analyse wordt bepaald in welke mate het bestaande instrumentarium in staat is de in de vorige paragraaf geïdentificeerde barrières op te heffen. Het betreft een kwalitatieve beoordeling van de effectiviteit van deze instrumenten om duurzame warmte- en koudetechnologie te stimuleren.

²⁰ IPCC , *Climate Change 2001: Mitigation. A Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC Working Group III, 2001.

Aanscherping van bestaand beleid en nieuw beleid

Uitgangspunt bij de keuze en analyse van het instrumentarium was dat het:

- 1) Instrumentarium gericht moet zijn op het realiseren van een significante bijdrage aan de 20% duurzame energie doelstelling in 2020.
- 2) Instrumentarium een structurele marktontwikkeling op gang moet brengen. Dit betekent bijvoorbeeld dat de marktontwikkeling niet sterk afhankelijk mag zijn van langdurige financiële stimulering vanuit de overheid.
- 3) Instrumentarium een samenhangend pakket moet zijn dat gericht is op het aanpakken van zoveel mogelijk barrières.
- 4) Instrumentarium daar waar mogelijk generiek moet zijn.

Bij de inventarisatie van mogelijkheden voor aanscherping van huidig beleid en nieuw beleid is een onderscheid gemaakt naar de volgende *typen beleidsinstrumenten*:

1. Belastingen
2. Regulering
3. Budgettering (van CO₂-emissies of energiegebruik)
4. Financieel instrumentarium
5. Vrijwillige afspraken
6. Overig instrumentarium.

2.4 Beleidspotentieel

Om een substantiële bijdrage van duurzame warmte en koude te realiseren, zal door slimme en krachtige instrumentering een zo groot mogelijk deel van het *maximaal realiseerbaar potentieel* omgezet moeten worden in het *beleidspotentieel*. Het verschil tussen het maximaal realiseerbaar potentieel in 2020 en het beleidspotentieel in 2020 is vooral afhankelijk van de mate van beleidsintensivering en het moment waarop die intensivering plaatsvindt. Zowel de mate van beleidsintensivering als het moment waarop dat gebeurt, zal door de politiek bepaald moeten worden (wel of geen verplichting, beschikbaar stellen van budget etc.). Zonder intensivering van het huidige beleid zal het aanbod van duurzame technologie niet zo hard kunnen groeien als aangenomen in het maximaal realiseerbaar potentieel. Daarnaast geldt ook dat het grootste deel van het maximaal realiseerbaar potentieel niet in 2020 gerealiseerd kan worden wanneer de beleidsintensivering te laat op gang komt. De oogstjaren zitten immers in de periode 2016-2020, omdat het aanbod van duurzame opties eerst een sterke groei moet doormaken. In deze studie wordt het beleidspotentieel niet gekwantificeerd. Wel wordt een samenhangend pakket gepresenteerd waarmee het maximaal realiseerbaar potentieel haalbaar is.

3 Maximaal realiseerbaar potentieel duurzame warmte en koude in de periode 2008-2020

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden potentieelanalyses voor duurzame warmte en koude uitgevoerd voor de volgende sectoren/technologieën:

- Woningbouw (paragraaf 3.2)
- Utiliteitbouw (paragraaf 3.3)
- Glastuinbouw (paragraaf 3.4)
- Industrie (paragraaf 3.5)
- Groengas (paragraaf 3.6)
- Duurzame restwarmte (paragraaf 3.7)

3.2 Woningbouw

3.2.1 Karakteristieken sector woningbouw

De sector woningbouw wordt onderverdeeld in nieuwbouw en bestaande bouw. Daarnaast kent de sector verschillende type eigenaren: de eigenwoning bezitter, de woningbouwcorporatie (waarvan een deel sociale woningbouw) en de particuliere verhuurder. Zowel het onderscheid tussen nieuwbouw en bestaande bouw als de verschillende eigendomsvormen hebben implicaties voor de toepassing van duurzame warmte en koude.

Bij bestaande bouw is inpassing van duurzame warmte en koude minder eenvoudig te realiseren dan bij nieuwbouw. Het aantal huizen is groot en heeft een divers karakter (van vrijstaande huizen tot flatgebouwen in een stad). Daarnaast worden investeringsbeslissingen vaak alleen op natuurlijke momenten genomen (bijvoorbeeld vervanging van de ketel) en is het zicht op en de interesse in duurzame technologie beperkt. Bij nieuwbouw is inpassing van duurzame warmte en koude technisch relatief eenvoudig te realiseren, maar vereist wel een verandering in de over het algemeen zeer conservatieve bouwkolom (projectontwikkelaar/opdrachtgever, architect, bouwbedrijf, installateurs, gemeente). Renovatie van bestaande bouw is qua organisatie vergelijkbaar met nieuwbouw. Inpassing van duurzame warmte en koude is eenvoudiger dan bij bestaande bouw.

Woningbouwcorporaties zijn goed georganiseerd en kunnen als doelgroep gericht aangesproken worden. Eigenwoningbezitters zijn niet georganiseerd, maar in principe redelijk goed bereikbaar

via hun energieleverancier.²¹ Particuliere verhuurders zijn eveneens niet georganiseerd en daarnaast moeilijk te bereiken omdat energiekosten vaak 1 op 1 doorgerekend worden aan de huurder.

Ontwikkeling woningbestand

Eind 2006 telde Nederland bijna 7 miljoen woningen. Hiervan is op dit moment ca. 71% eengezinswoning en het restant meergezinswoning (flats). In het GE scenario groeit het aantal woningen tot ca. 8,4 miljoen in 2020 en stijgt het aandeel eengezinswoningen tot 75%.²² De leeftijdsopbouw van het woningbestand is weergegeven in Tabel 5. Een belangrijk kenmerk dat uit de tabel naar voren komt is de trage doorlooptijd in het woningbestand: in 2020 is nog steeds 3/4 van het woningbestand gebouwd voor 1995 (t.o.v. 90% nu). Verder valt op dat het percentage eigenwoningbezit groeit. Het gemiddelde aantal nieuwbouwwoningen dat jaarlijks opgeleverd wordt in de periode 2008-2020 bedraagt in GE 121.000 woningen.²³

Tabel 5 Ontwikkeling opbouw woningbestand

	2005	2020²⁴
Percentage woningen gebouwd voor 1930	15%	12%
Percentage woningen gebouwd tussen 1931-1959	17%	14%
Percentage woningen gebouwd voor 1960-1980	35%	30%
Percentage woningen gebouwd voor 1981-1995	22%	18%
Percentage woningen gebouwd na 1995	10%	26%
Percentage sociale huur	34%	27%
Percentage particuliere huur	10%	8%
Percentage eigenwoningbezit	56%	65%
	2008-2020	
Aantal woningen nieuwbouw	1,45 miljoen ²²	
Aantal woningen grootschalig gerenoveerd	45 duizend ²⁵	
Aantal gesloopte woningen	367 duizend ²²	

²¹ In het energiereductieplan "Meer met minder" opgesteld door onder andere de gezamenlijke energiebedrijven, woningcorporaties, bouwend Nederland en de installateursorganisatie Uneto VNI zijn het ook de energiebedrijven die hun klanten gaan proberen over te halen energie te besparen.

²² Verkade et al., *Achtergrondrapportage Wonen, Welvaart en Leefomgeving*, CPB, 2006.

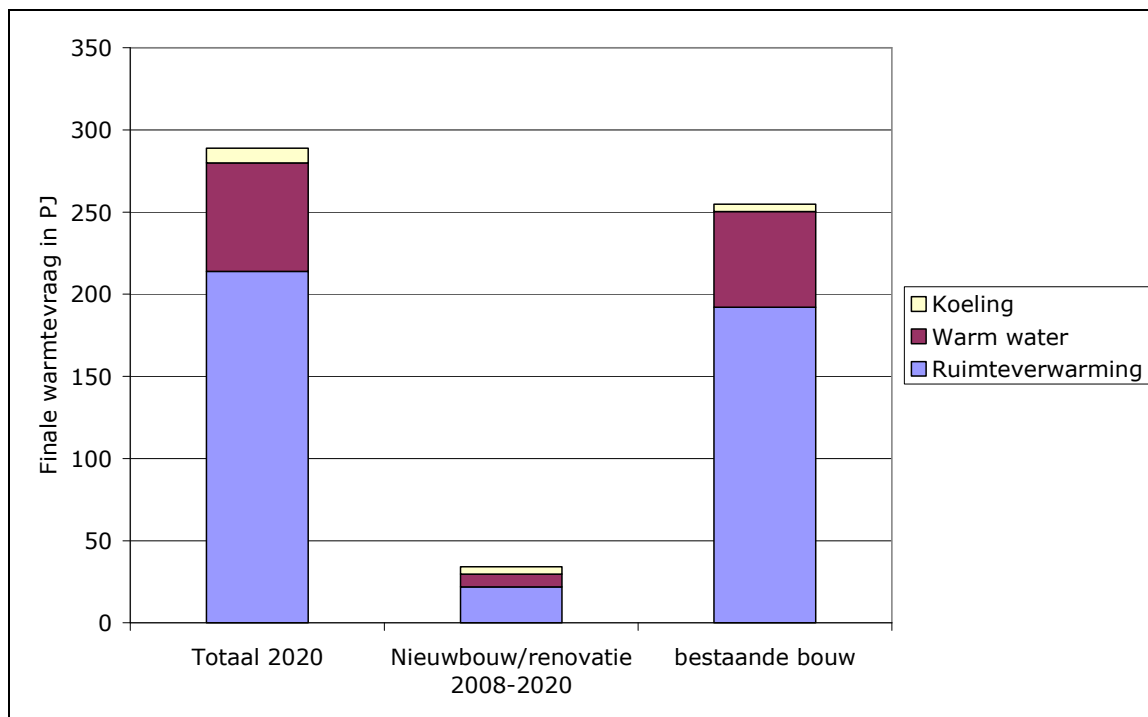
²³ Dit cijfer ligt fors hoger dan de bestaande praktijk. In de bouwprognose 2006-2011 wordt bijvoorbeeld uitgegaan 80-90 duizend verleende bouwvergunningen per jaar (Manshanden et al., *Bouwprognoses 2006-2011*, TNO Bouw en ondergrond, Delft, 2006).

²⁴ Boerakker et al., *Een blik op de toekomst met SAWEC: een analyse van het woninggebonden energiegebruik voor de periode 2000-2020*, ECN, Petten, 2005.

²⁵ O.b.v. Manshanden et al., *Bouwprognoses 2006-2011*, TNO Bouw en Ondergrond, Delft, 2006. Grootschalige renovatie heeft alleen betrekking op woningen zodanig verbouwd worden (gebouwschil, warmtevoorziening) dat bewoning tijdelijk niet mogelijk is.

Ontwikkeling warmte- en koudevraag

De trend in de woningbouw is een afnemende warmtevraag (nieuwbouw en renovatie van bestaande bouw) en een toenemende koudevraag. In het Global Economy scenario neemt de warmtevraag tot 2020 met ca. 7% af tot 280 PJ, terwijl de koudevraag met een factor 20 groeit tot 9 PJ.²⁶ Hoewel de koelvraag klein is ten opzichte van de warmtevraag, wordt deze bij vooral bij nieuwbouw steeds meer standaard. Figuur 5 laat zien dat ook in 2020 het gros van de finale vraag (90%) voor rekening komt van de bestaande bouw. Nieuwbouw en renovatie zijn samen goed voor de resterende 10%.



Figuur 5 Totale warmte- en koudevraag in 2020 onderverdeeld naar nieuwbouw en bestaande bouw

3.2.2 Opties duurzame warmte in de woningbouw

Tabel 5 geeft een overzicht van de duurzame warmte en koudeopties die in de potentieelstudie aan de orde komen. Het doel van de studie is om het potentieel voor duurzame warmte en koude in kaart te brengen. Met welke technologie het potentieel gerealiseerd wordt, zal grotendeels door de markt bepaald worden. Zonthermische systemen kunnen bijvoorbeeld ook koeling leveren en de Hr-ketel/warmtepompcombi kan ook toegepast worden in nieuwbouwwoningen (waarbij wel geldt dat het aandeel duurzaam in deze optie kleiner is dan bij een combiwarmtepomp). De keuze voor de in de tabel genoemde opties is gebaseerd op Ecofys' inschatting van de meest kansrijke of logische duurzame opties in hetzij de nieuwbouw hetzij de bestaande bouw.

²⁶ Afgeleid van van Dril et al., *Referentieraming Energie en Emissies 2005-2020*, ECN/MNP, Petten, 2005.

Op dit moment leveren houtkachels en openhaarden het grootste aandeel duurzame warmte in de woningbouw (5,5 PJ vermeden primair). Een derde van deze kachels bestaat uit openhaarden met een zeer lage efficiency (5-10%) en een hoge stofuitstoot (ca. 6kg/GJ). Nog eens een derde bestaat uit kachels met een laag rendement. Het potentieel voor nieuwe efficiënte hout- en pelletkachels wordt in deze studie niet nader onderzocht.

Tabel 6 Duurzame warmte- en koudeopties die meegenomen worden in de potentiëleanalyse

	Nieuwbouw/renovatie			Bestaande bouw		
	RV	TW	K	RV	TW	K
Zonthermisch	x	x			x	
Combiwarmtepomp (indiv. + collectief)	x	x				
Hr-ketel/warmtepompcombi				x	x	x
Warmte/koudeopslag	warmtepomp		X			
Warmtepompboiler					x	
Collectieve bio-WKK (wijk)	x	x				
Diepe geothermie (wijk)	x	x				

RV = ruimteverwarming, TW = warm tapwater, K = koeling

Naast de in de bovenstaande tabel genoemde opties zijn ook verduurzaming van bestaande grootschalige restwarmtenetten en groengas relevant voor de woningbouw. Deze twee opties worden behandeld in paragraaf 3.7 en 3.8.

Zonthermische energie

Zonneboilers zijn zowel geschikt voor toepassing in bestaande woningen als in nieuwbouw. Het zijn op zichzelf staande installaties die relatief eenvoudig op een dak te plaatsen zijn en in het (bestaande) tapwater- en ruimteverwarmingsysteem geïntegreerd kunnen worden. In de meeste gevallen worden zonneboilers alleen gebruikt voor de productie van warm tapwater. Ruimteverwarming en koeling behoren echter ook tot de technische mogelijkheden. Het nadeel van een combisysteem is dat een groot opslagvat noodzakelijk is. Ruimte hiervoor is vooral in de bestaande bouw niet altijd aanwezig.

Met een standaard zonneboiler (< 6 m²) kan in 45%²⁷ van de warm tapwater behoefte van een gemiddeld huishouden worden voorzien. Om thermische leidingverliezen te minimaliseren, wordt de afstand van de boiler tot het afgiftepunt bij voorkeur zo kort mogelijk gehouden. Daarom worden in de woningbouw vrijwel alleen individuele systemen toegepast, hoewel een collectief systeem voor centrale warm tapwater productie ook tot de mogelijkheden behoort. Geplaatst op het dak kunnen deze met korte leidingen geïntegreerd worden in het bestaande CV/tapwater circuit.

²⁷ SenterNovem, *Protocol Monitoring Duurzame Energie: update 2006*, SenterNovem, 2006.

In Nederland was eind 2005 620 duizend m² zonthermisch vermogen geïnstalleerd (alle sectoren), goed voor 0,7 PJ vermeden primaire energie.²⁸

Combiwarmtepomp

Warmtepompensystemen kunnen zowel voor individuele woningen als voor collectieve systemen (wijk of complex) warmte leveren voor ruimteverwarming, warm tapwater en koeling.

Voor ruimteverwarming vraagt de huidige generatie warmtepompen toepassing van lage temperatuur verwarming (LTV) en is daarom ongeschikt voor toepassing in de bestaande bouw. In nieuwbouw, of wanneer grootschalige renovatie plaats vindt (waarbij de schil van de woningen op nieuwbouwniveau worden gebracht), kunnen deze warmtepompen wel goed worden toegepast.

In de periode 2000-2005 is in de woningbouw 66 MWth aan warmtepompen geplaatst. Ca. 25% betreft warmtepompboilers die ventilatielucht in de woning als bron gebruiken. De overige systemen maken vooral gebruik van de energie in de ondergrond.²⁸ De vermeden primaire energie bedraagt ongeveer 0,2 PJ.

Warmtepompboiler

Voor warm tapwater productie kan een warmtepompboiler ingezet worden. Deze kan woningbouwbreed ingezet worden maar is vooral aantrekkelijk in de bestaande bouw als vervangingsoptie voor elektrische boilers, warmwater geisers en andere solo-tapwatersystemen. Wanneer warmtepompboilers gebruik maken van ventilatielucht (binnenlucht) als warmtebron die (deels) door fossiele brandstoffen is verwarmd, dan worden ze niet meegeteld in de duurzame energiestatistiek maar als energiebesparing.^{27,29}

Hr-ketel/warmtepompcombi

Voor de bestaande bouw is een combinatie van warmtepomp en Hr-ketel ontwikkeld, waarbij de warmtepomp de basislast levert en de Hr-ketel de pieklast.³⁰ Aanpassingen aan het bestaande radiatorsysteem zijn niet nodig. Voor slecht geïsoleerde woningen is de technologie mogelijk minder geschikt en moet de woning nageïsoleerd worden. Naast warmte kan de technologie ook voorzien in de koelvraag. De technologie bevindt zich momenteel in de demonstratiefase en wordt gezien als een belangrijke concurrent voor de microWKK (HrE-ketel).

Warmte/koudeopslag

Koeling vanuit de ondiepe ondergrond kan zowel op individueel woningniveau toegepast worden, door middel van bodemwarmtewisselaars, als collectief, door middel van een open bronsysteem (aquifer) in combinatie met een distributienet naar de woningen.³¹ 95% van de ondergrond in

²⁸ CBS, *Duurzame energie in Nederland 2005*, CBS, Voorburg, 2006.

²⁹ Voor de zomerperiode zou dit niet gelden, omdat er dan geen ruimteverwarmingvraag is.

³⁰ http://www.senternovem.nl/eos/Projecten/EOS_Demonstratie/2007/een_combinatie_van_een_hrketel_met_een_warmtepomp_voor_de_bestaaende_bouw.asp#

³¹ Collectieve systemen zijn aantrekkelijk vanaf 50-100 woningen (IF Technology, *Kansenkaart ondergrondse energieopslag gemeente Nijmegen*, Arnhem, 2006).

Nederland is geschikt voor opslag van warmte en koude. In de woningbouw wordt de koude ingezet voor comfortkoeling, zogenaamde “vrije koeling”. Omdat de temperatuur van de koele bron relatief hoog is, is het noodzakelijk een lage temperatuur verwarming afgiftesysteem (vloer en wandafgifte systeem) toe te passen om voldoende koudevermogen te kunnen leveren. Hierdoor is toepassing in de bestaande bouw ongeschikt.

Warmte/koudeopslag wordt in de woningbouw nog weinig toegepast. In andere sectoren (utiliteit) heeft de technologie zich bewezen.

Diepe geothermie

Diepe geothermie (1000-4000m) kan worden toegepast voor de verwarming en eventueel ook koeling van woningen.³² In het laatste geval wordt de geothermie gecombineerd met een absorptiewarmtepomp.³³ Randvoorwaarde voor het toepassen van diepe geothermie in de woningbouw is dat een groot aantal afnemers (vanaf ca. 2400 woningequivalenten met een gemiddelde vraag van 30 GJ per jaar per woning³⁴) moet kunnen worden gegarandeerd. Toepassing bij individuele woningen is niet aan de orde. De financieel optimale situatie is wanneer geothermie 80% van de warmtevraag dekt. Bij de gefaseerde ontwikkeling van nieuwbouwprojecten kan dit zelfs 100% zijn.

Toepassing van diepe geothermie is relevant voor geconcentreerde nieuwbouwlocaties (hoewel een lage warmtevraag per woning een project financieel minder interessant maakt) en ook voor bestaande restwarmtenetten in de bestaande bouw (voor het laatste, zie paragraaf 3.7.3).

In tegenstelling tot het buitenland wordt de technologie in Nederland nog nauwelijks toegepast. Alleen in de glastuinbouw loopt een concreet demonstratieproject. Op dit moment wordt voor drie locaties in Nederland (Den Haag, Drenthe, Flevoland) gestudeerd op toepassing van diepe geothermie in woonwijken.³⁵

Collectieve bio-WKK

Bio-WKKs kunnen in woonwijken of flatgebouwen worden toegepast, zowel voor de warmte als koudevraag.³⁶ Voor individuele woningen zijn houtkachels en pelletketels de meest voor de hand liggende opties. Op dit moment is de bijdrage van houtkachels en openhaarden in de woningbouw met 5,5 PJ vermeden primaire energie groot.

Collectieve installaties, gestookt op bio-olie, hout chips of pellets, zijn vooral geschikt voor nieuwe woonwijken waar de aanleg van een distributienet relatief eenvoudig is of voor bestaande restwarmtenetten in de bestaande bouw.

³² Met geo-warmte kan ook elektriciteit geproduceerd worden. Dit kan een project financieel aantrekkelijker maken.

³³ Koeling door geothermie is niet meegenomen in de potentieelschatting vanwege overlap met de optie warmte/koudeopslag.

³⁴ IF Technology, DWA, Platform Geothermie, *Quickscan geothermie Haaglanden*, 2006.

³⁵ Bij het Platform Geothermie zijn 15 studieprojecten bekend (bron: Victor van Heekeren, Platform Geothermie, juni 2007).

³⁶ Voor productie van koude is een combinatie met een absorptiewarmtepomp nodig. Het potentieel voor bio-koude overlap met de optie warmte/koudeopslag en wordt niet verder uitgewerkt.

3.2.3 Marktpotentieel 2020 bij ongewijzigd beleid

Voor het marktpotentieel voor duurzame warmte en koude bij ongewijzigd beleid baseren we ons zoveel mogelijk op de Referentieraming, het business-as-usual scenario voor Nederland. In deze paragraaf wordt kort ingegaan op de verwachte groei van duurzame warmte en koude zonder intensivering en aanvulling van het beleid. Wanneer informatie in de Referentieraming ontbreekt, baseren we ons op andere bronnen of geven een eigen inschatting.

Zonthermisch

In het GE scenario wordt verondersteld dat als gevolg van de EPC 0.8 na 2010 35% van de nieuwbouwwoningen een zonneboiler geïnstalleerd krijgt, ca. 300.000 nieuwe systemen.³⁷ Daarnaast worden in dezelfde periode ca. 30.000 zonneboilers in de bestaande bouw geplaatst, een halvering van het plaatsingstempo in het recente verleden als gevolg van de afschaffing van de EPR. De vermeden primaire energie in 2020 bedraagt 4,7 PJ.³⁸

Warmtepomp

In de Referentieraming groeit het aandeel warmtepompen in nieuwe woningen als gevolg van de EPC 0.8 na 2010 tot 6%. Dit vertaalt zich in ca. 50.000 extra systemen in de periode 2010-2020, die in 2020 samen ca. 0,5 PJ gebruik van primaire energie vermijden.

Warmte/koude opslag

In de Referentieraming wordt de groei van warmte/koudeopslag in de woningbouw niet gekwantificeerd. De totale bijdrage van warmte/koudeopslag in de raming bedraagt in 2020 ca. 2 PJ vermeden primaire energie. Aangenomen wordt dat het gros hiervan in de utiliteit gerealiseerd wordt.

Diepe geothermie

De Referentieraming besteedt geen aandacht aan de ontwikkeling van diepe geothermie. Het Platform Geothermie schat het 2020 potentieel van diepe geothermie voor de woningbouw in op 1,2 PJ (12 projecten) *zonder* extra beleid.³⁹ Ecofys is van mening dat zonder extra beleid diepe geothermie zich niet of alleen marginaal zal ontwikkelen. Het gebrek aan een structureel garantiefonds om het risico van misboringen en een te lage warmteopbrengst te dekken vormt hierbij de belangrijkste barrière.

Collectieve bio-WKK en individuele houtkachels

Ecofys is van mening dat collectieve bio-WKK zonder extra overheidsbeleid marginaal van de grond zal komen in de woningbouw. Belangrijkste overweging hierbij zijn de hoge kosten voor bio-WKK vergeleken met de referentietechnologie en de onzekerheid met betrekking tot de

³⁷ In de raming wordt geen aanscherping van de EPC verondersteld, dit in tegenstelling tot de huidige beleidsvoornemens.

³⁸ Van Dril et al., *Referentieraming Energie en Emissies 2005-2020*, ECN/MNP, Petten, 2005.

³⁹ Van Heekeren, *Smart Energy Mix*, power point presentatie, Platform Geothermie, 2007.

dekking van de onrendabele top van de projecten via de MEP of een vergelijkbaar instrument. De bijdrage van individuele houtkachels zal ongeveer gelijk blijven.

3.2.4 Maximaal realiseerbaar potentieel 2020

Zonthermisch

Technisch potentieel

Het technische potentieel voor zonthermische energie in de woningbouw is zeer groot. In principe is het mogelijk alle nieuwbouwwoningen gunstig te oriënteren en te voorzien van een zonneboiler. Ook in de bestaande bouw bestaat een groot technisch potentieel. Alleen woningen met een ongunstige dakoriëntatie of ongunstig geplaatste ketel, en een deel van de meergezinswoningen valt af. Het totale technische potentieel voor de nieuwbouw (2008-2020) is 5,2 PJ⁴⁰ finale tapwater vraag en voor bestaande bouw 12,2 PJ⁴¹. Uitgedrukt in vermeden primaire energie is dit respectievelijk 7,7 en 18,1 PJ.

Bij een gemiddelde opbrengst van 4 GJ per systeem⁴² betekent dit in totaal ruim 4 miljoen systemen (waarvan ongeveer 100.000 bestaande systemen). Gemiddeld zouden over de periode 2008-2020 ruim 300.000 systemen per jaar bijgeplaatst moeten worden om dit aantal te halen. Vergeleken met de huidige markt van 7500 systemen per jaar, is een dergelijk groei scenario niet realistisch. Het maximaal technisch haalbaar potentieel voor zonthermisch in de woningbouw ligt daarom lager.

Van technisch naar maximaal realiseerbaar potentieel

Figuur 6 schetst een ambitieus implementatietraject van zonneboilers in de woningbouwsector. De figuur laat de ontwikkeling van de markt zien van de huidige 7500 systemen per jaar naar ongeveer 400.000 per jaar systemen in 2020 (vergelijkbaar met de vervangingsmarkt voor Cv-ketels). De gehanteerde groeipercentages liggen met 40% per jaar in de eerste jaren iets hoger dan de groei van de Europese zonthermische markt in 2006 en ruim boven het Europese gemiddelde van 24% groei per jaar in de periode 2002-2006. Op basis van dit groeiscenario bedraagt het totale aantal geïnstalleerde installaties in de woningbouw in 2020 bijna 1,9 miljoen, goed voor 6,8 PJ zonthermische warmte c.q. 10 PJ vermeden primaire energie.

Ecofys schat dat door toepassing van de zonneboilercombi, het potentieel zal ca. 10% hoger uit zal komen. Het potentieel voor de zonneboilercombi zal vooral in de nieuwbouw gerealiseerd worden vanwege ruimtebeperking in de bestaande bouw. Het totaal maximaal realiseerbaar potentieel voor zonthermisch bedraagt daarmee 7,4 PJ warmte c.q. 10,7 PJ vermeden primaire energie.

⁴⁰ 1 mln nieuwe woningen x 8 GJ warm tapwatervraag per woning x 45% dekking door zonneboiler.

⁴¹ 6,8 mln bestaande woningen x 8 GJ tapwatervraag per woning x 45% dekking door zonneboiler x 50% (verondersteld wordt dat ca. 50% van de bestaande woningen niet geschikt is voor toepassing van een zonneboiler).

⁴² Dit varieert in de praktijk tussen de 3 en 5 GJ.

Andere studies

De Europese brancheorganisatie voor zonthermisch, ESTIF, heeft in haar Actieplan de ambitieuze doelstelling neergelegd van 1 m² collectoroppervlak per inwoner in 2020.⁴³ Voor Nederland zou dit meer dan 20 PJ zonthermische warmte betekenen. Voor alleen de woningbouw is dit niet haalbaar. De minimale doelstelling in het Actieplan is dat alle Europese landen het niveau van Oostenrijk (0,2 m² collector oppervlak per inwoner) bereiken. Voor Nederland zou dit neerkomen op een totaal van ruim 4 PJ zonthermische warmte (6 PJ vermeden primair).

Voor het transitiepad thermische zonne-energie is een roadmap zonthermisch voor Nederland opgesteld.⁴⁴ In 2015, zo stelt de roadmap, is de opgewekte warmte door zonthermisch (alle sectoren) 2 PJ en in 2030 13 PJ. Veronderstellen we een lineaire groei tussen 2015 en 2030, dan zou in 2020 bijna 6 PJ warmte (ruim 8 PJ vermeden primaire energie) worden opgewekt. Dit scenario ligt dus iets hoger dan de minimale ESTIF doelstelling.

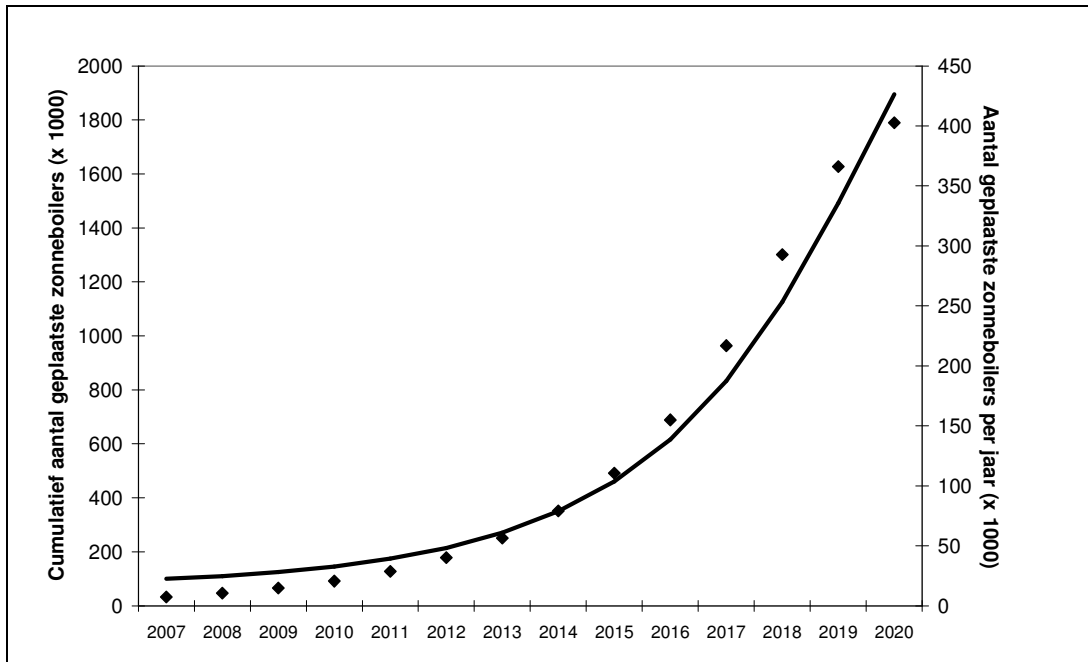
In het Optiedocument⁴⁵ is een analyse gemaakt hoeveel zonneboilers extra kunnen bijdragen wanneer het beleid geïntensifieerd wordt door middel van subsidies. Afhankelijk van het subsidieniveau is dit alleen voor woningen dit 0,5 tot 2,5 PJ extra vermeden primaire energie bovenop de 4,7 PJ in het Global Economy scenario.

Het door Ecofys ingeschatte realiseerbaar potentieel van 10,7 PJ vermeden primaire energie in 2020 ligt dus hoger dan de minimale ESTIF doelstelling, de Holland Solar Roadmap en het Optiedocument.

⁴³ ESTIF, *Solar Thermal Action Plan: heating and cooling from the sun*, January 2007.

⁴⁴ Holland solar, *Transitiepad thermische zonne-energie: de roadmap van Holland Solar*, maart 2007.

⁴⁵ Daniëls B.W. en Farla J.C.M., *Optiedocument energie en emissies 2010/2020*, ECN/MNP, Petten, 2006.



Figuur 6 Ambitieuw implementatietraject zonthermisch in de woningbouw

Warmtepomp

Nieuwbouw & renovatie – technisch potentieel combiwarmtepomp

Het technisch potentieel voor standaard combiwarmtepompen beperkt zich tot de ruimteverwarming en warm tapwater vraag van nieuwbouw en gerenoveerde woningen. In principe kan iedere nieuwbouwwoning met een warmtepomp uitgerust worden. De gemiddelde ruimteverwarmingvraag van een nieuwbouwwoning bedraagt 15 GJ⁴⁶, terwijl de warm tapwater vraag 8 GJ per jaar bedraagt. Op een totaal van bijna 1,5 miljoen nieuwe woningen bedraagt het technisch potentieel voor de warmtepomp 33,3 PJ warmte. Dit komt, na aftrek van het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp, neer op netto 15,5 PJ vermeden primaire energie.⁴⁷ Gemiddeld betekent dit voor de periode 2008-2020 ca. 80.000 systemen per jaar, veel meer dan de ca. 3500 systemen die op dit moment jaarlijks in de woningbouw worden geplaatst.

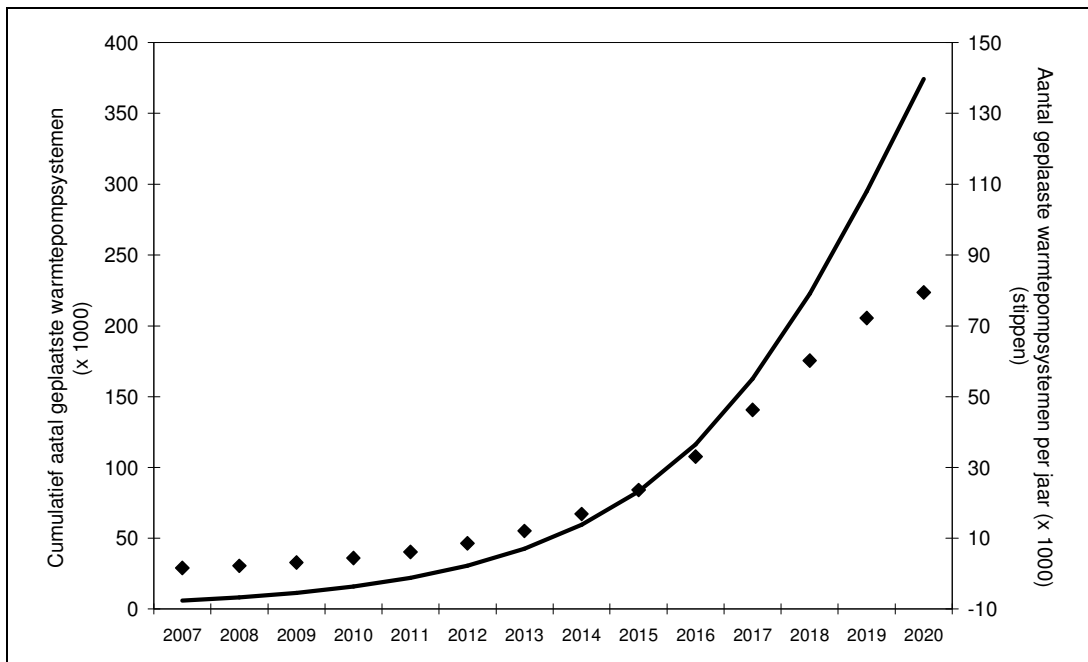
Nieuwbouw en renovatie: van technisch potentieel naar maximaal realiseerbaar potentieel combiwarmtepomp

Figuur 7 schetst een ambitieuw implementatietraject van warmtepompsystemen in nieuwbouw en gerenoveerde woningen. Uitgegaan is van een marktgroei van 40% marktgroei in de eerste jaren en daarna een stabilisering van de markt op het niveau van het totaal aantal nieuwbouwwoningen. In 2020 is de markt zodanig groot dat alle nieuwbouwwoningen voorzien kunnen worden. Cumulatief is de bijdrage van warmtepompen in 2020 met in totaal bijna 400.000 geïnstalleerde

⁴⁶ Boerakker et al., *Een blik op de toekomst met SAWEC: een analyse van het woninggebonden energiegebruik voor de periode 2000-2020*, ECN, Petten, 2005.

⁴⁷ Protocol Duurzame Energie: COP ruimteverwarming 3,95; tapwater 2,1; gem. rendement elektriciteitsopwekking in 2020 43,7% (o.b.v. aflevering bij eindverbruiker).

systemen (40% van de totale nieuwbouw/renovatie in de periode 2008-2020) 9,2 PJ warmte (4,3 PJ netto vermeden primaire energie⁴⁸).



Figuur 7 Ambitueus implementatietraject warmtepompsystemen in nieuwbouwwoningen

In het Optiedocument van ECN wordt op basis van intensiever beleid (subsidies, aanscherping EPN en convenanten met woningbouwcorporaties, grote particuliere verhuurders of projectontwikkelaars) een groei van de warmtepompmarkt van 10-30% van het aantal nieuwbouwwoningen aangehouden. Dit resulteert in een netto vermeden primaire energie van 1,3 tot 6,5 PJ.⁴⁹

Bestaande bouw-technisch potentieel Hr-ketel/warmtepompcombi

De Hr-ketel/warmtepomp-combi bespaart netto 22% energie t.o.v. een Hr-ketel.⁵⁰ Met een gemiddeld warmteverbruik van bestaande woningen (<2008) in 2020 van 36 GJ⁵¹, levert toepassing van de Hr-ketel/warmtepomp-combi 9,6 GJ vermeden primaire energie per woning.

⁴⁸ Dit cijfer ligt lager dan het maximum scenario in het Optiedocument. Het verschil wordt verklaard door de hogere COP-waarden die ECN hanteert bij de berekening van de vermeden primaire energie (ECN rekent met een aandeel van 30% warmtepompen in de nieuwbouwmarkt, lager dan onze 40%). Uitgangspunt in deze studie zijn de COP-waarden zoals opgegeven door het Protocol Duurzame Energie. Deze zijn relatief laag, in aanmerking nemende dat de meeste warmtepompen pas aan het eind van de periode 2008-2020 geplaatst worden en de state-of-the-art van dat moment ongetwijfeld hogere COP-waarden kent.

⁴⁹ Vermeden aardgasverbruik minus de elektriciteitsconsumptie van de warmtepomp (o.b.v. 43,7% gemiddeld rendement voor elektriciteitsopwekking in 2020 conform Protocol Duurzame Energie).

⁵⁰ Bron: SenterNovem, EOS-DEMO fact sheets.

⁵¹ 280 PJ totale warmte vraag (GE) minus 1.45 miljoen nieuwbouwwoningen x 23 GJ gedeeld door 6,9 miljoen bestaande woningen.

Het technisch potentieel voor de Hr-ketel/warmtepompcombi beslaat alle woningen met een individuele cv-installatie. Op dit moment betreft dit 82% van de woningen.⁵² Hanteren we dit percentage ook voor 2020, dan gaat het om 5,6 miljoen woningen met een warmtevraag (ruimteverwarming en tapwater) van 200 PJ (51,5 PJ vermeden primair). Wordt met de technologie ook de koelvraag in de bestaande bouw gedekt (4,5 PJ), dan is de extra vermeden primaire energie 1,7 PJ.

Bestaande bouw: van technisch potentieel naar maximaal realiseerbaar potentieel Hr-ketel/warmtepompcombi

Inpassing van de Hr-ketel/warmtepompcombi zal vooral aan moeten sluiten op natuurlijke momenten, zoals de vervanging van de bestaande cv-ketel. Deze vervangingsmarkt heeft een omvang van 400.000 installaties per jaar en dus 4,8 miljoen in de periode 2008-2020. Omdat de Hr-ketel/warmtepomp-combi concurreert met de microWKK is het interessant de potentieelschatting af te zetten tegen de verwachte marktgroei van microWKK. In een potentieelanalyse voor microWKK uitgevoerd in het kader van het transitieplatform Nieuw Gas⁵³ zijn twee groeiscenario's geschetst. In het hoge groeiscenario zijn in 2020 1,6 miljoen microWKKs geïnstalleerd (30% van de totale vervangingsmarkt), in het lage groeiscenario ruim 1 miljoen (21% van de vervangingsmarkt). Hanteren we deze cijfers ook voor de Hr-ketel/warmtepompcombi, dan bedraagt de vermeden primaire energie bedraagt 9,1 – 14,6 PJ (35,8 – 57,2 finale warmtevraag). Het technisch potentieel voor koeling kan tot 2020 volledig gerealiseerd worden. Een van de voorwaarden hiervoor is het ontmoedigen van de verkoop van goedkope maar inefficiënte airco's.

Bestaande bouw technisch potentieel warmtepompboiler

Het technisch potentieel voor de warmtepompboiler omvat de vraag naar warm tapwater in zowel de bestaande bouw als nieuwbouw (66 PJ in 2020).

Bestaande bouw van technisch potentieel naar maximaal realiseerbaar potentieel warmtepompboiler

Qua realiseerbaar potentieel voor de warmtepompboiler concentreren we ons op de bestaande bouw. Voor de nieuwbouw is gerekend met combi-warmtepompen die ook warm tapwater produceren. De interessante markt voor warmtepompboilers vormt de vervangingsmarkt voor solo-tapwatersystemen zoals elektrische boilers en geisers. Op dit moment heeft ca.20% van de woningen een solo-tapwatersysteem. De ontwikkeling gaat richting meer combi-systemen en de verwachting is dan ook dat in 2020 nog maar 8% van de woningen een solo-tapwatersysteem heeft.⁵⁴ De totale vervangingsmarkt in de periode 2008-2020 bedraagt bijna 440 duizend systemen, ca. 36 duizend systemen per jaar. Voor het maximaal realiseerbaar potentieel wordt uitgegaan dat gemiddeld 50% van de vervangingsmarkt (in het begin minder, later meer) door

⁵² SenterNovem, *cijfers en tabellen 2007*.

⁵³ Cogen Projects et al., *Technisch energie- en CO2 besparingspotentieel van microWKK in Nederland (2010-2030)*, in opdracht van Platform Nieuw Gas, Driebergen, 2006.

⁵⁴ Afgeleid van Boerakker et al., *Een blik op de toekomst met SAWEC: een analyse van het woninggebonden energiegebruik voor de periode 2000-2020*, ECN, Petten, 2005.

warmtepompboilers ingevuld kan worden. Dit is in totaal 1,7 PJ finaal tapwater. De vermeden primaire energie bedraagt 1,0 PJ.

Warmte/koudeopslag

Ecofys schat in dat 50% van de koudevraag in 2020 voor rekening komt van nieuwbouwwoningen (betere isolatie, meer behoefte aan koeling). Het is technisch haalbaar deze vraag duurzaam in te vullen met warmte/koudeopslag (hetzij met een collectieve aquifer, hetzij met een individuele bodemwarmtewisselaar) in combinatie met een warmtepomp. De vermeden primaire energie op koude bedraagt 2,7 PJ, de besparing op warmte is meegenomen bij de combiwarmtepomp.⁵⁵

Diepe geothermie

Het Platform Geothermie gaat uit van 12 PJ diepe geothermie in de woningbouw (bestaand en nieuw) bij intensivering van het beleid.⁵⁶ Concreet doelt het Platform hier op een structurele garantieregeling, het oplossen van knelpunten zoals het lange vergunningentraject, het positioneren van geothermie binnen het energiebeleid en het waarderen van de vermeden CO₂-emissies.⁵⁷

In nieuwbouwequivalenten betekent 12 PJ 500 tot 800 duizend woningen ofwel meer dan de helft van het aantal nieuwbouwwoningen dat gebouwd gaat worden in de periode 2008-2020. Het lijkt niet waarschijnlijk dat een dergelijk groot aantal nieuwbouwwoningen in de betrekkelijk korte termijn tot 2020 voorzien kan worden van geo-warmte. Ecofys schat dat 20 projecten van 3000 nieuwbouwwoningen elk haalbaar moet zijn in de periode tot 2020. Dit zou resulteren in 1,4 PJ⁵⁸ duurzame warmte (1,4 PJ vermeden primair⁵⁹).

Een groter potentieel voor diepe geothermie ligt in de verduurzaming van restwarmtenetten, zie paragraaf 3.7.3. Geothermie projecten worden financieel aantrekkelijk naarmate de warmtevraag per afnemer groter is en de warmtevraag op een klein gebied geconcentreerd is. In die zin is energiebesparingsbeleid dat zich richt op na-isolatie van bestaande woning ongunstig voor de ontwikkeling van geothermie.

Collectieve bio-WKK

Net als bij diepe geothermie wordt het technisch potentieel voor bio-WKK bepaald door het aantal geconcentreerde nieuwbouwlocaties. Ecofys schat in dat 35% van de nieuwbouwwoningen in de periode 2008-2020 aangesloten kan worden op een collectief bio-systeem, waarbij vanwege

⁵⁵ Dit is conform het Protocol Duurzame Energie alleen de besparing voor het deel koeling. De besparing op warmte wordt meegeteld bij de warmtepompen.

⁵⁶ Deze (hoge) schatting is gebaseerd op de forse groei die in Duitsland plaatsvindt (bron: Victor van Heekeren, Platform Geothermie, juni 2007).

⁵⁷ Van Heekeren, *Smart energy mix*, powerpoint presentatie, Platform Geothermie, 2007.

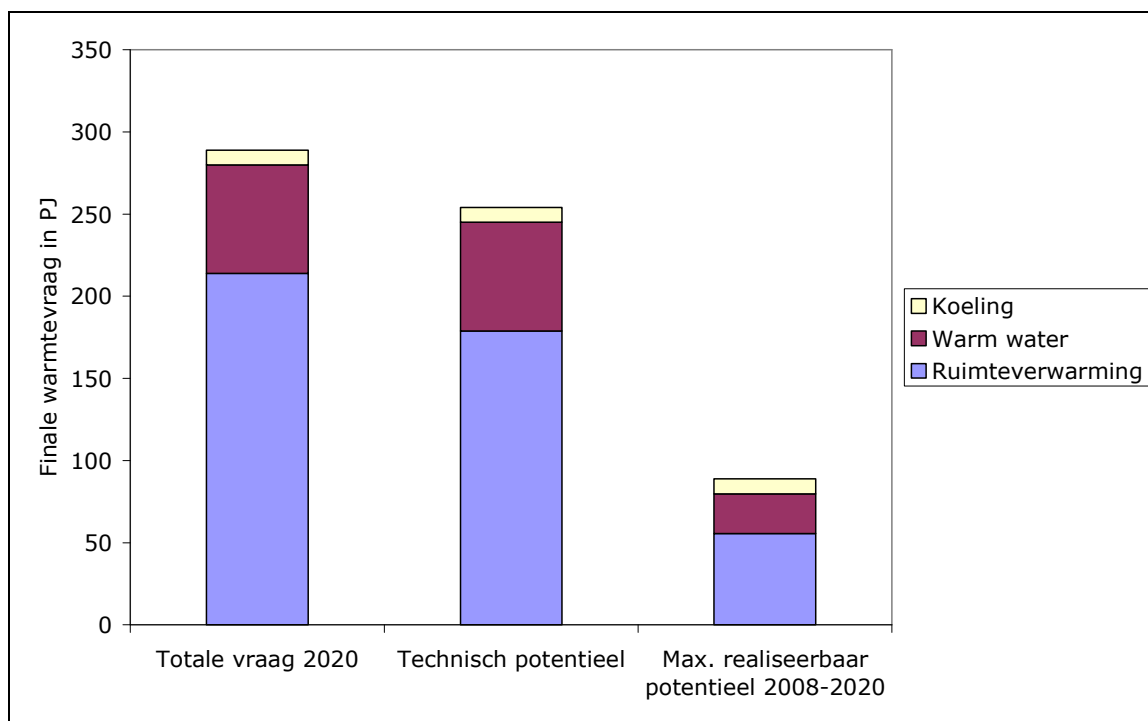
⁵⁸ 3000 x 23 GJ/jaar x 20.

⁵⁹ Hierbij is gerekend met een COP van 10 voor de pompen (i.e. voor het verpompen van 10 GJ warmte is 1 GJ elektriciteit nodig).

efficiency overwegingen de nadruk zou moeten liggen op bio-WKK systemen in plaats van bio-ketels. Dit betreft 8,1 PJ duurzame warmte (9,8 PJ vermeden primaire energie).

3.2.5 Samenvatting woningbouw

Figuur 5 geeft een samenvatting van de sectoranalyse woningbouw. Van de totale vraag naar warmte (280 PJ) en koude (9 PJ) in 2020 is technisch gezien 254 PJ in te vullen met duurzame warmte- en koudetechnologie. Vanwege beperkingen in de maximale groei van aanbodsectoren kan in 2020 niet het volledige technische potentieel gerealiseerd worden. Het maximaal realiseerbaar potentieel bedraagt maximaal 89 PJ finale warmte en koude. Dit is 100% van de koudevraag, 37% van de tapwatervraag en een 26% van de ruimteverwarmingvraag. 27 PJ nieuwbouw (79% van de totale finale vraag voor nieuwbouw 2008-2020) en 62 PJ bestaande bouw (24% van de totale finale vraag in de bestaande bouw). **Het aandeel duurzame energie uitgedrukt in vermeden primaire energie bedraagt maximaal 39 PJ.**



Figuur 8 Maximaal realiseerbaar potentieel duurzame warmte en koude in de woningbouw (2008-2020)

Tabel 7 geeft een verdeling van het potentieel over de geanalyseerde opties. De potentiëlen kunnen niet zondermeer bij elkaar opgeteld worden tot een totaal vanwege overlap /concurrentie tussen opties. De belangrijkste overlap wordt gevormd door:

- Collectieve bio-WKK versus combiwarmtepomp
- Zonthermisch nieuwbouw versus de combiwarmtepomp
- Diepe geothermie versus collectieve bio-WKK

In vermeden primaire energie bedraagt de overlap maximaal 12 PJ indien alle overlap aan de warmtepomp wordt toegerekend (de warmtepomp heeft een lager aandeel duurzaam dan bio-WKK en zonthermisch vanwege het elektriciteitsverbruik).

Effect 2% energiebesparing

In de tabel is ook aangegeven wat het maximale effect is van de 2% energiebesparingsdoelstelling (bovenop de 1% in GE). Het potentieel voor duurzame warmte en koude in de woningbouw daalt met maximaal 3 PJ vermeden primaire energie ten gevolge van maximale implementatie van de geïdentificeerde energiebesparingpakketten (zie paragraaf 1.4).

Protocol Duurzame Energie versus Eurostat

De vermeden primaire energie is uitgedrukt volgens de benadering van het Protocol Duurzame Energie en volgens de (huidige) benadering van de Europese Commissie (Eurostat). Warmtepompen en warmte/koudeopslag tellen in de Europese statistiek als energiebesparing en niet als duurzame energie. Dit kan consequenties hebben voor de realisatie van de Nederlandse duurzame energiedoelstelling, aangezien de omvang van de vermeden primaire energie door duurzame warmte- en koudetechnologie halveert.

Gevoeligheid voor de CO₂-emissiefactor van elektriciteit

Een ander belangrijk aspect is de vermeden CO₂-emissie. Het Protocol Duurzame Energie schrijft voor dat voor elektriciteit in 2020 gerekend moet worden met 606 gr CO₂/kWh (aflevering bij eindgebruiker). Dit is hoger dan het huidige emissieniveau van het centrale elektriciteitspark en wordt veroorzaakt door een groei in het aandeel kolen. De laatste kolom in de tabel laat zien hoe gevoelig de uitkomsten zijn, vooral voor de warmtepompties, wanneer een moderne STEG als CO₂-referentie gekozen wordt. Zonthermisch en diepe geothermie profiteren nauwelijks omdat het eigen elektriciteitsverbruik van deze opties klein is. Verduurzaming van koude (warmtekoude/opslag) profiteert juist niet van een lagere CO₂-emissiefactor. Dit komt omdat de compressiekoelmachine (elektrisch aangedreven) als referentie geldt. De vermeden CO₂-uitstoot daalt daarom bij een lagere CO₂-emissiefactor.⁶⁰

⁶⁰ De vermeden CO₂ van warmte/koudeopslag systemen wordt minder beïnvloed door de CO₂-emissiefactor van elektriciteit. Voor koudeproductie geldt namelijk de elektrisch aangedreven koelmachine als referentietechnologie, waardoor de vermeden CO₂-emissie voor het koude deel juist daalt wanneer een lagere emissiefactor gehanteerd wordt.

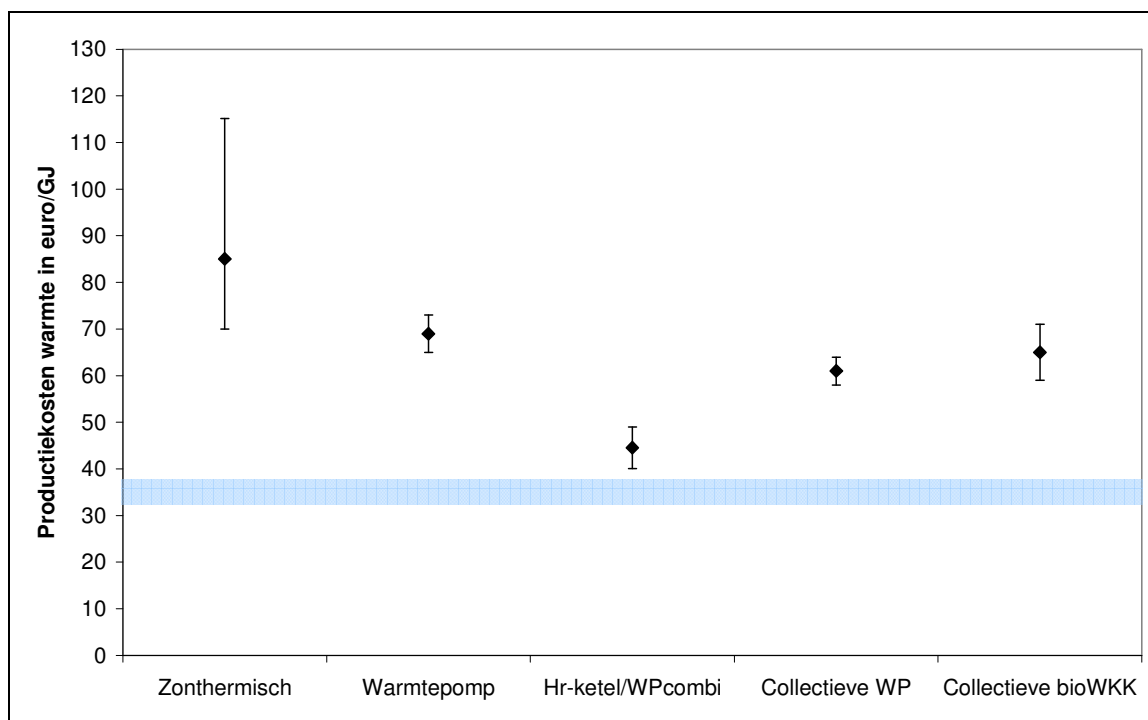
Tabel 7 Maximaal realiseerbaar potentieel duurzame warmte en koude in de woningbouw naar optie in finale vraag en vermeden primaire energie

	Geleverde finale warmte / koudevraag (PJ)	Duurzame warmte/koude in vermeden prim. energie cf. Protocol DE (PJ)	Duurzame warmte/koude cf. Eurostat conventie (PJ)	Vermeden CO₂ (kton) Cf. Protocol DE 2020 (606 gr/kWh)	Vermeden CO₂ (kton) (370 gr/kWh)
Zonthermisch (nieuw + bestaand)	7,4	10,7	11,3	563	573
Warmtepomp (nieuwbouw)	9,2	4,3	0	126	324
warmte/koude-opslag (nieuwbouw)	4,5 (K)	2,7	0	202	123
Hr-ketel/Warmtepompcombi (bestaand)	57,2 + 4,5 (K)	16,3	0	666	1138
Warmtepomp-boiler (bestaand)	1,7	0,7	0	30	77
Diepe geothermie (nieuwbouw)	1,4	1,4	1,4	72	81
Collectieve bio-WKK (nieuwbouw)	11,6	14,2	14,5	807	807
TOTAAL	98	51	27	2465	3124
TOTAAL gecorrigeerd voor overlap	89	39*			
Max. effect 2% besparing	-12	-3			

*De correctie voor overlap is uitgevoerd ten gunste van de warmtepomp (en ten koste van bio-WKK en zonthermisch); dit verklaart waarom het aandeel duurzame energie uitgedrukt in vermeden primaire energie sterk daalt t.o.v. het ongecorrigeerde totaal.

3.2.6 Kosten duurzame warmte opties in de woningbouw

Figuur 9 geeft een overzicht gegeven van de kosten van warmteproductie voor de belangrijkste duurzame opties vanuit eindverbruiker perspectief.

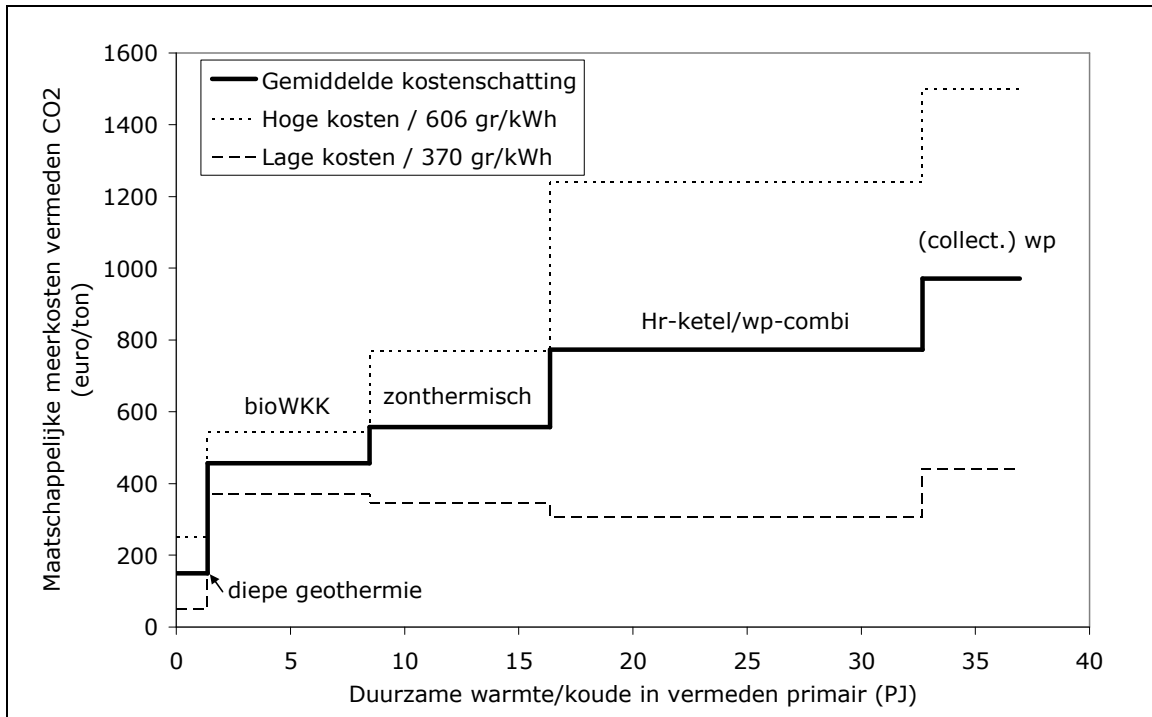


Figuur 9 Eindverbruikerkosten warmte (exclusief subsidies) in de woningbouw in euro/GJ (blauw gearceerd = kostenrange Hr-ketel; commodity aardgas 13 ct/m³)

Toelichting bij de figuur:

- De blauw gearceerde band geeft de kostenrange van de referentie.
- Duurzame opties zijn doorgerekend exclusief subsidies.
- De warmtepomp en collectieve systemen hebben betrekking op nieuwbouw.
- De Hr-ketel/warmtepompcombi is alleen doorgerekend voor bestaande bouw.
- Zie voor energieprijzen en investeringskosten bijlage II.

Figuur 10 geeft de kostencurve voor de maatschappelijk meerkosten per vermeden ton CO₂. De bandbreedte wordt voor zonthermisch en bio-WKK vooral bepaald door de bandbreedte van de productiekosten (zie Figuur 9), die van de warmtepomptypes vooral door de CO₂-emissiefactor van elektriciteitsproductie. Als bovenmarge is gerekend met de 2020 CO₂-emissiefactor van het Protocol Duurzame Energie (606 gr/kWhe) en voor de ondermarge met 370 gr/kWhe (moderne STEG). Qua ondermarge schommelen alle opties met uitzondering van diepe geothermie rond de 400 euro/ton.



Figuur 10 Maatschappelijke meerkosten per vermeden ton CO₂ woningbouw (commodity aardgas 13 ct/m³)

Gevoeligheid voor energieprijzen

In de kostenanalyse is gerekend met een relatief lage gasprijs van 13 ct/m³ conform het Global Economy scenario. De huidige gasprijs bedraagt ca. 23 ct/m³.⁶¹ Gekeken is daarom naar de gevoeligheid voor een hogere gasprijs (26 ct/m³). Vooral bio-WKK profiteert van een hoge gasprijs met een daling van de meerkosten (euro/GJ) met ruim 20%. De verklaring is dat niet alleen de referentie duurder wordt, maar ook dat de elektriciteit die de bio-WKK produceert meer waard wordt. De meerkosten in euro/GJ van de warmtepompopties dalen minder hard (10-15%). Hoewel de warmtepomp profiteert van de duurdere referentietechnologie, gaan ook de kosten van het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp zelf omhoog.

Gevoeligheid voor investeringskosten

Voor duurzame opties geldt dat door het relatief grote aandeel van de kapitaallasten in de productiekosten, een daling van de investeringskosten grote invloed heeft op de meerkosten van de opties. Voor zonthermische systemen zouden, bij een wereldwijd geïnstalleerd vermogen van 200 GWth, de investeringskosten met 20% kunnen dalen.⁶² De productiekosten van warmte dalen met een vergelijkbaar percentage omdat de kostprijs van zonthermisch vooral bepaald wordt door

⁶¹ Nuon Market Report, week 28 2007, forwardprijzen 2008.

⁶² Beurskens et al., *Renewable Energy Heating and Cooling: technologies, markets and policies*, in opdracht van IEA/OECD, Parijs, conceptversie 1 juni 2007. De daling van de investeringskosten zijn gebaseerd op schattingen voor 2030.

de investeringskosten. Voor warmtepompen is de verwachting dat de investeringskosten 15% kunnen dalen.⁶² De productiekosten van warmte zouden in dat geval ca. 10% dalen omdat de kostprijs van warmtepompen voor ca. 2/3 wordt bepaald door de kapitaallasten.

3.3 Sectoranalyse utiliteitsbouw

3.3.1 Karakteristieken utiliteit

De utiliteitsbouw is een zeer heterogene sector en bestaat uit een groot aantal verschillende segmenten. De belangrijkste in termen van energieverbruik zijn de kantoren, de gezondheidszorg (ziekenhuizen, verpleging en verzorging) en de detailhandel. Andere segmenten zijn onder andere sport en recreatie (sporthallen, zwembaden, pretparken) en de horeca. Tabel 8 geeft voor een aantal segmenten het totale aantal gebouwen.

Tabel 8 Aantal gebouwen in de Nederlandse utiliteitsbouw⁶³

Marktsegment utiliteit	Aantal gebouwen	Opmerking
Kantoren	60.000	81% verhuur
Onderwijs	13.700	
Ziekenhuizen	128	
Verpleging en verzorging	1.300	
Winkels	144.000	79% verhuur
Bedrijfshallen	101.000	
Overdekte zwembaden/combi zwembaden	490	36% in beheer gemeenten
Hotels/conferentieoord	2.400	
Restaurants	9.585	
Overdekte sportaccommodaties	2.160	46% in beheer gemeenten

Meer dan de helft van de bouwvoorraad bestaat uit grote kantoren met een bruto vloeroppervlak (BVO) van meer dan 5000 m². Van de 60.000 kantoren wordt 81% verhuurd door institutionele beleggers en vastgoedfondsen.⁶⁴ Deze vormen een lastig te bereiken doelgroep omdat energiekosten vaak 1 op 1 doorgerekend worden aan de huurder. In tegenstelling tot woningen is de levensduur van veel kantoren relatief kort. Om de 10-15 jaar worden kantoren in de regel opgeknapt om aan de eisen van de huurder te voldoen.⁶⁵ Deze natuurlijke momenten kunnen aangegrepen worden om duurzame warmte en koude technologie te implementeren.

⁶³ CBS Statline, data 2005; SenterNovem, *cijfers en tabellen 2007*; Breedveld en Tiessen-raaphorst, *Rapportage sport 2006*, Sociaal Cultureel Planbureau, Den Haag, 2006; Pendergast en Marechal, *Aantal utiliteitsgebouwen in Nederland: methodiek en resultaten voor 2005*, Mobius Consult in opdracht van SenterNovem, Oktober 2006.

⁶⁴ Pendergast en Marechal, *Aantal utiliteitsgebouwen in Nederland: methodiek en resultaten voor 2005*, Mobius Consult in opdracht van SenterNovem, Oktober 2006.

⁶⁵ Rooijers et al., *Markt en Milieu Gebouwde Omgeving: concrete stappen naar de halvering van CO₂-emissies in de gebouwde omgeving*, CE, Delft, mei 2006.

Ongeveer 22% van de kantoren is gebouwd na 1996 tegen 33% voor 1960. Daar staat echter tegenover dat 43% van de kantoren ofwel na 2000 gebouwd is ofwel na 2000 gerenoveerd is.⁶⁴ Deze renovatie betreft in de meeste gevallen geen bouwkundige of installatietechnische aanpassingen. Voor bijvoorbeeld onderwijsgebouwen en ziekenhuizen gelden vergelijkbare percentages.

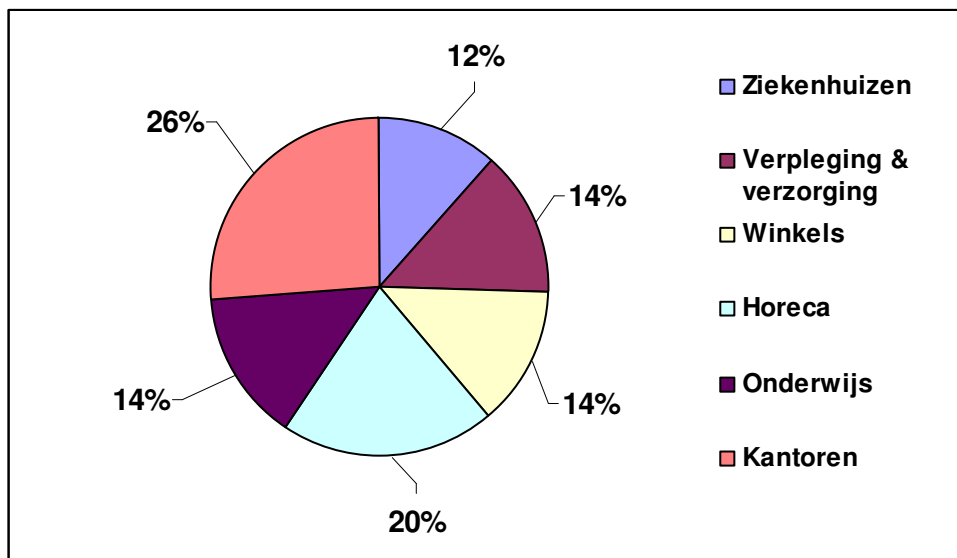
De meeste utiliteitsegmenten kenmerken zich door een focus op hun kerntaak (verkoop, zorg, onderwijs etc.). Aandacht voor en kennis van energie is in de regel beperkt, waardoor deze sectoren moeilijk te bereiken zijn.

Monitoring aandachtspunt in utiliteitsector

Een generiek kenmerk van de sector utiliteit is het gebrek aan goede monitoring data, zowel wat betreft het energiegebruik als de penetratie van duurzame technologieën. Betrouwbare cijfers over het gebouwenbestand en vooral veranderingen daarin zijn schaars omdat deze informatie niet structureel verzameld wordt. Het gebrek aan goede monitoring data maakt niet alleen het bepalen van realistische potentiëlen lastig, maar heeft ook implicaties voor het beleid. Zonder goede monitoring is het lastig de effectiviteit van het beleid te bepalen en aangrijpingspunten te vinden voor noodzakelijke aanpassing van het beleid. Het gebrek aan goede monitoring data en de heterogeniteit van de sector zijn misschien wel de belangrijkste implementatiebarrières voor (versnelde) groei van duurzame warmte en koude technologie.

Huidige warmte- en koudevraag

Figuur 11 toont de verdeling van het finale warmtegebruik in 2000 over zes segmenten. Recentere gegevens over het energiegebruik in de utiliteitsbouw zijn op dit detailniveau niet beschikbaar. Omdat veranderingen in de gebouwvoorraad (sloop en nieuwbouw) zich over het algemeen langzaam voltrekken, wordt aangenomen dat deze verdeling nog steeds een goede indicatie is voor de huidige situatie. De totale warmtevraag van deze segmenten bedroeg in 2000 86 PJ.



Figuur 11 Finaal warmtegebruik naar deelsegment⁶⁶

Het overgrote deel van de kantoren (71%) en ziekenhuizen (98%) past mechanische koeling toe om de gebouwen te koelen.⁶⁷ In de verpleging- en verzorgingstehuizen is in 50% van de gebouwen een koelsysteem aanwezig, maar slechts 26% van het gebouwoppervlak wordt daadwerkelijk gekoeld. De systemen die worden gebruikt voor koudeopwekking zijn voor het overgrote deel compressie koelmachines (98%), waarbij de geproduceerde warmte niet wordt opgeslagen maar afgegeven aan de lucht

Ontwikkeling warmte- en koudevraag

De ontwikkeling van de warmtevraag in de utiliteitsector is ontleend aan het Global Economy scenario van de Referentieraming 2005-2020.⁶⁸ Voor de ontwikkeling van de koudevraag is door Ecofys een inschatting gemaakt omdat kwantitatieve gegevens ontbreken.

Ontwikkeling warmtevraag

De finale warmtevraag in de utiliteitsector neemt tot 2020 af van ca. 190 PJ nu naar ca. 180 PJ. Het aandeel ruimteverwarming domineert op sectorniveau. Alleen in een aantal deelsegmenten (bijvoorbeeld verzorgingstehuizen en zwembaden) is ook het aandeel warm tapwater significant. Tabel 9 geeft een inschatting van de finale warmtevraag per deelsegment voor het Global Economy scenario.

⁶⁶ ECN, *Achtergrondgegevens utiliteitsbouw*, notitie aan SenterNovem, Petten, 2 april 2002.

⁶⁷ SenterNovem, *Energiebesparingsmonitor gebouwde omgeving 2006*, Utrecht, 2006.

⁶⁸ Van Dril et al., *Referentieraming Energie en Emissies 2005-2020*, MNP/ECN, Petten, 2005.

Tabel 9 Verdeling warmtevraag 2020 naar deelsegment

Gebouwtype	PJ
Kantoren	36
Winkels	19
Horeca	18
Ziekenhuizen	13
Onderwijs	12
Verpleging & verzorging	12
Overige utiliteit	70
Totaal	180

Ontwikkeling koudevraag

De huidige trend is dat het belang van koelen het belang van verwarmen in utiliteitsgebouwen aan het overstijgen is. Deze trend zal zich naar verwachting de komende jaren voortzetten. Geschat wordt dat het percentage koeling toeneemt van 10% van de warmtevraag nu (ca.19 PJ) naar 30% van de warmtevraag in 2020 (54 PJ). De stijging van de koelbehoefte vindt vooral plaats in kantoren, de zorgsector en de detailhandel. De onderverdeling naar deelsegment is gegeven in Tabel 10.

Tabel 10 Verdeling koudevraag 2020 naar deelsegment

Gebouwtype	PJ
Kantoren	18
Winkels	9
Horeca	9
Ziekenhuizen	6
Onderwijs	5
Verpleging & verzorging	5
Overige utiliteit	>0
Totaal	42

3.3.2 Opties voor duurzame warmte en koude in de utiliteitbouw

Tabel 11 geeft een overzicht van de duurzame warmte en koudeopties voor de utiliteitsbouw die in deze potentieelstudie aan de orde komen. De keuze voor de in de tabel genoemde opties is gebaseerd op Ecofys' inschatting van de meest kansrijke of logische duurzame opties in hetzij de nieuwbouw of de bestaande bouw.

Tabel 11 Duurzame warmte- en koudeopties utiliteitsbouw

	Nieuwbouw/renovatie			Bestaande bouw		
	RV	TW	K	RV	TW	K
Zonthermisch		x			x	
Warmtepomp	x	x				
Hr-ketel/warmtepompcombi				x	x	x
Warmte/koudeopslag	warmtepomp		x			
Bio-WKK	x	x		x	x	

RV = ruimteverwarming, TW = warm tapwater, K = koeling

Naast de in de bovenstaande tabel genoemde opties zijn ook restwarmtelevering en groengas relevant voor de utiliteit. Deze twee opties worden behandeld in paragraaf 3.6 en 3.7.

Zonthermisch

In de utiliteitsbouw worden zonthermische systemen vooral geplaatst op gebouwen met een relatief hoge warm tapwater vraag, zoals zwembaden, ziekenhuizen en verzorgingstehuizen. De warm tap water vraag van ziekenhuizen, bejaarden- en verpleegtehuizen, sportgebouwen, zwembaden en de horeca is bijna 5 PJ_{th}⁶⁹. De penetratiegraad van zonneboilers in ziekenhuizen was in 2006 slechts 4%⁶⁷. Bij zwembaden werd de afgelopen jaren bijna 30.000 m² collectoroppervlak per jaar bijgeplaatst (waarbij een verschuiving plaatsvindt van onafgedekte systemen naar solar lamellen technologie), tegen slechts 3.000 m² in de rest van de utiliteit.⁷⁰

Een zonneboiler is nauwelijks gebouwgeïntegreerd. Dit brengt als voordeel met zich mee dat de aanschaf van een zonneboiler op elk moment plaats kan vinden en minder afhankelijk is van renovatieprojecten.

Warmtepomp

De warmtepomp is bewezen technologie in de utiliteitsbouw. De warmtepomp kan worden ingezet voor warmte- en/of koudeproductie.

Momenteel wordt ongeveer 10% van de warmtepompen gebruikt voor verwarming en koeling, circa 40% alleen voor verwarming en 50% alleen voor koeling. In 2005 werden ruim 2300 warmtepompen bijgeplaatst, een groei van bijna 10% t.o.v. 2004. De meeste warmtepompen zijn van het type omkeerbare warmtepomp, deze kunnen zowel de warmte- als de koudevoorziening verzorgen. In de praktijk worden ze echter vooral voor koeling (airco) gebruikt en worden daarmee niet meegeteld in de duurzame energie statistiek.⁷¹

⁶⁹ Menkveld et al., *Energietechnologieën in het kader van transitiebeleid – Factsheets, ECN-C--04-020*, ECN, Petten, Februari 2004.

⁷⁰ CBS, *Duurzame energie in Nederland 2005*, Voorburg, 2006.

⁷¹ Ca. 50% van de warmtepompen wordt alleen ingezet voor koeling en telt niet mee in de duurzame statistiek (CBS, 2006).

Bij 20% tot 30% van de nieuwgebouwde kantoren wordt een warmtepomp geïnstalleerd.⁷² Voor het overige deel van de utiliteitsmarkt (winkels, ziekenhuizen etc.) wordt geschat dat bij 10% van het huidige nieuwbouwwolume warmtepompen worden toegepast.⁷² In de periode 2000-2005 is er 230 MWth bijgeplaatst gelijk aan een vermeden primair energiegebruik van 0,7 PJ.

Hr-ketel/warmtepompcombi

Voor kleinere bestaande gebouwen vormt de Hr-ketel/warmtepompcombi een optie. Deze apparaten, recent ontwikkeld, kunnen zowel warmte als koeling leveren en kunnen aantrekkelijk zijn voor de kleinere kantoren, restaurants, hotels en winkels. Voor zeer slecht geïsoleerde panden is na-isolatie noodzakelijk voor een goede werking van de warmtepomp.

Warmte/koudeopslag

Warmte/koudeopslag (al dan niet in combinatie met een warmtepomp) is eveneens bewezen technologie in de utiliteitbouw. Voor nieuwe middelgrote en grote gebouwen (vanaf 2000-5000 m² BVO⁷²) is warmte/koudeopslag financieel aantrekkelijk. Dit vertaalt zich dan ook in een huidige marktgroei van ruim 10% per jaar. In 2003 maakte bijna een derde van de ziekenhuizen gebruik van warmte/koudeopslag in de bodem⁷³.

Bio-WKK

In de utiliteitsector wordt bio-WKK nog weinig toegepast. Er zijn enkele projecten ontwikkeld voor verwarming van sporthallen en zwembaden. Voor ziekenhuizen bevindt de toepassing van biobrandstoffen zich in de studiefase. Eind 2005 waren in totaal circa 30 kleinschalige bio-WKK installaties in bedrijf genomen⁷⁴.

In principe zijn gebouwen met een constante en voldoende hoge warmtevraag en bij voorkeur een gelijktijdige elektriciteitsvraag interessant om een bio-WKK installatie te plaatsen. Interessante segmenten zijn zorginstellingen, bejaardentehuizen en ziekenhuizen.

3.3.3 Marktpotentieel 2008-2020 bij ongewijzigd beleid

In de Referentieraming wordt het marktpotentieel van duurzame warmte en koude in de utiliteitsector niet in detail uitgewerkt. Wel geeft de Referentieraming een overzicht van de bijdrage van zonthermische systemen, warmtepompen en warmte/koudeopslag voor de gebouwde omgeving als geheel.

Warmtepomp & warmte koudeopslag

De groei van warmte/koude opslag voor de specifieke segmenten van de utiliteitsbouw wordt in de referentieraming niet gekwantificeerd. De vermeden primaire energie door de bijdrage

⁷² IF Technology, *Kansenkaart Ondergrondse energieopslag gemeente Nijmegen*, Arnhem, 2006.

⁷³ SenterNovem, *Energiebesparingsmonitor Gebouwde Omgeving 2006*, in opdracht van VROM/DGW, 2006.

⁷⁴ SenterNovem, *Steeds meer kleinschalige bio-WKK*, artikel op www.senternovem.nl, 25 december 2005.

warmte/koude opslag voor de totale utiliteitssector groeit in het Global Economy scenario tot 2 PJ in 2020. In de Referentieraming wordt verondersteld dat een slechts klein deel van de gebouwen wordt uitgerust met een warmtepomp in combinatie met een warmte/koudeopslag systeem.

Zonthermisch

In de utiliteit worden vooral zonthermische systemen gebruikt met een collectoroppervlak groter dan 6 m². In de Referentieraming neemt de besparing door grote zonthermische systemen toe van 0,2 PJ in 2003 naar 0,3 PJ in 2020⁷⁵. De in potentie grootste markt voor toepassing van zonthermische systemen wordt gevormd door de zwembaden, de horeca en de zorgsector. Echter, zonder extra overheidsbeleid zal de plaatsing van deze systemen in de utiliteitsbouw niet harder groeien dan de 0,1 PJ zoals aangegeven door ECN.

3.3.4 Maximaal realiseerbaar potentieel 2020

Warmtepomp

Technisch potentieel - nieuwbouw

Toepassing van de warmtepomp voor alleen warmteproductie is in principe technisch haalbaar bij alle nieuwbouw en grootschalige renovatieprojecten in de utiliteitsector. Voor gebouwen die ook een koelbehoefte hebben en voldoende groot zijn is warmte/koudeopslag de meest duurzame oplossing. Interessante segmenten hiervoor zijn de kantorenmarkt, de zorgsector, maar ook grote winkels en winkelcentra.

Geschat wordt dat 30% van de warmtevraag in 2020, ofwel 54 PJ toegerekend kan worden aan nieuwbouwprojecten en (grootschalige) renovatie, waarbij niet alleen het interieur vernieuwd wordt maar ook bouwkundige en installatietechnische aanpassingen worden verricht.⁷⁶

Wat betreft de koelbehoefte wordt aangenomen dat 90% van de groei van de koudevraag in de periode 2008-2020 (32 PJ⁷⁷) wordt toegerekend aan de nieuwbouw

Van technisch potentieel naar maximaal realiseerbaar potentieel - nieuwbouw

Het is technisch realiseerbaar alle koudevraag in de nieuwbouw en renovatie duurzaam in te vullen, hetzij met warmte/koudeopslag hetzij met bodemwarmtewisselaars. In combinatie met een warmtepomp wordt naast de 32 PJ koude een zelfde hoeveelheid warmte geproduceerd.⁷⁸ De totaal vermeden primaire energie bedraagt 30 PJ.

Het restant van de warmtevraag voor nieuwbouw (22 PJ) kan deels worden ingevuld met warmtepompen die alleen warmte produceren. Analooq aan de woningbouw veronderstellen we

⁷⁵ Boerakker Y.H.A. en M. Menkveld, *Factsheet Zonneboilers HDO*, Bijlage bij Optiedocument 2010 – 2020, ECN, Petten, versie 13 maart 2006.

⁷⁶ Om dit te realiseren is intensivering van het beleid noodzakelijk. Aanpassing van de gebouwschil is nog niet vanzelfsprekend.

⁷⁷ (54 PJ in 2020 minus 19 PJ nu) x 90%.

⁷⁸ Dit is afhankelijk van het systeemontwerp en de prestatie van de warmtepomp. De 50/50 verhouding is gebaseerd op een aantal referentieprojecten van IF technology (www.iftechnology.nl: referenties).

een aandeel van 40% van het totale resterende nieuwbouwwolume, ofwel 9 PJ warmte. Het vermeden primaire verbruik bedraagt 3 PJ.

Technisch potentieel - bestaande bouw

De totale warmtevraag voor de bestaande bouw bedraagt in 2020 126 PJ⁷⁹, de totale koudevraag 22 PJ. De vervangingsmarkt voor warmte bedraagt ca. 8 PJ/jaar.

Van technisch potentieel naar maximaal realiseerbaar potentieel – bestaande bouw

Geschat wordt dat 50% van de vervangingsmarkt voor warmte in de bestaande bouw interessant is voor de Hr-ketel/warmtepompcombinatie (kleinere gebouwen). Analoog aan de woningbouw wordt verondersteld dat de Hr-ketel warmtepompcombi 30% van deze vervangingsmarkt kan bedienen, ofwel 15 PJ⁸⁰. De vermeden primaire energie op warmte bedraagt 3,7 PJ.

De vervangingsmarkt voor koude bedraagt 1,5 PJ per jaar. De vermeden primaire energie in 2020 bedraagt 3,4 PJ.

Zonthermisch

Het potentieel voor zonthermische installaties ligt vooral bij zwembaden, de zorgsector en de horeca (hotels en restaurants). Aangenomen wordt dat 45% van de totale vraag naar warm water bij deze segmenten ingevuld kan worden door zonneboilers. Het maximaal realiseerbaar potentieel is daarmee 2,6 PJ opgewekte warmte (3,2 PJ vermeden primaire energie)⁸¹.

Bio-WKK

Het technisch potentieel voor bio-WKK in de utiliteit is zeer groot. Voor een inschatting van het maximaal realiseerbaar potentieel richten we ons vooral op de al bestaande warmtekracht in de utiliteit onder de veronderstelling dat deze geplaatst is op economisch aantrekkelijke locaties. Vanwege de hogere kosten voor bio-WKK zal de groei van die markt zich in eerste instantie alleen richten op deze locaties.

In de gezondheidszorg staan momenteel 455 gasmotor WKKs die samen 4 PJ warmte produceren.⁸² In de overige utiliteit staan nog eens ruim 800 installaties, goed voor bijna 6 PJ warmte. De vervangingsmarkt bedraagt ca. 0,7 PJ per jaar (8 PJ in de periode 2008-2020). Aangenomen wordt dat 20% van deze vervangingsmarkt door bio-WKK ingevuld kan worden. Dit betekent 1,6 PJ warmte (1,8 PJ vermeden primair).

⁷⁹ 180 PJ totaal minus 54 PJ nieuwbouw/grootschalige renovatie.

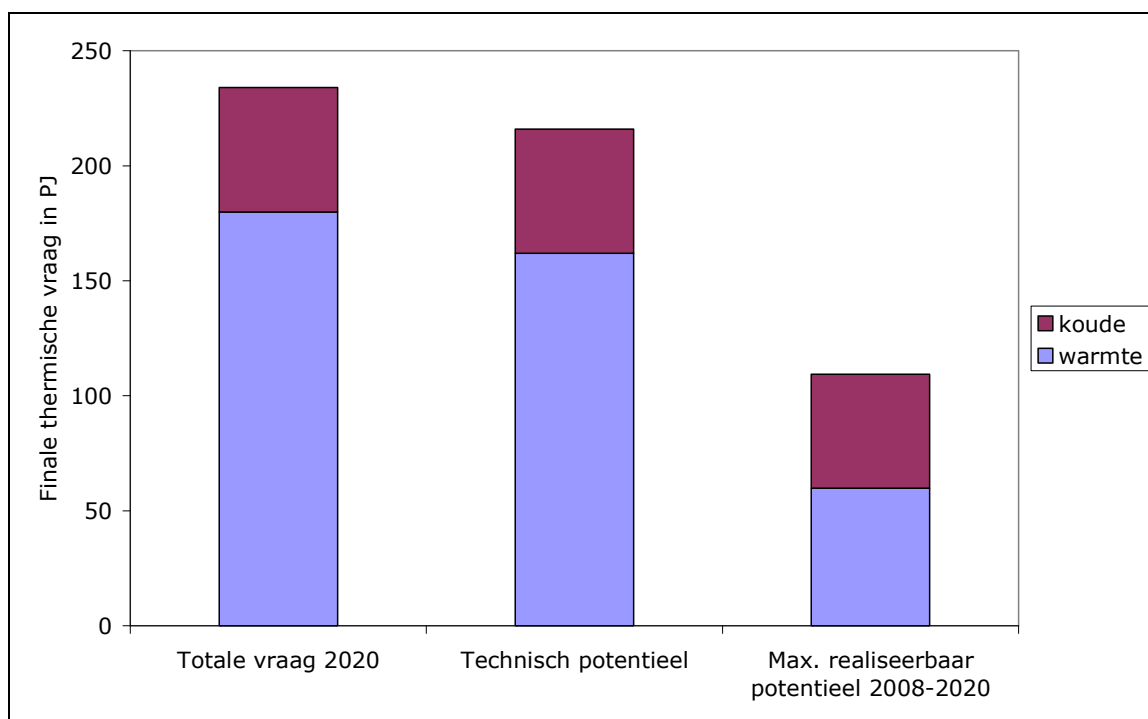
⁸⁰ 8 PJ x 12 jaar x 50% x 30%.

⁸¹ Op basis van een gemiddeld tapwater rendement van 77,5%. Dit is het ongewogen gemiddelde van grote (90%) en kleine systemen (65%) o.b.v. het Protocol Duurzame Energie.

⁸² CBS Statline, *Productiemiddelen elektriciteit 2005*, www.cbs.nl, 2007.

3.3.5 Samenvatting utiliteit

Figuur 12 geeft een samenvatting van de sectoranalyse utiliteit. Van de totale vraag naar warmte (180 PJ) en koude (54 PJ) in 2020 is technisch gezien 216 PJ in te vullen met duurzame warmte- en koudetechnologie. Vanwege beperkingen in de maximale groei van aanbodsectoren kan in 2020 niet het volledige technische potentieel gerealiseerd worden. Het maximaal realiseerbaar potentieel bedraagt 110 PJ finale warmte en koude. Dit is 92% van de koudevraag en 33% van de finale warmtevraag. Van de 110 PJ komt 72 PJ voor rekening van nieuwbouw en grootschalige renovatie en 38 PJ van bestaande bouw. **Het aandeel duurzame warmte en koude uitgedrukt in vermeden primaire energie is 45 PJ.**



Figuur 12 Realiseerbaar potentieel duurzame warmte en koude in de utiliteit

Tabel 12 geeft een verdeling van het potentieel over de geanalyseerde opties. De overlap tussen de opties in de utiliteit is marginaal.

Effect 2% energiebesparing

In de tabel is ook aangegeven wat het maximale effect is van de 2% energiebesparingsdoelstelling (bovenop de 1% in GE). Het potentieel voor duurzame warmte en koude in de utiliteitsector daalt met maximaal 13 PJ vermeden primaire energie ten gevolge van implementatie van de geïdentificeerde energiebesparingspakketten (zie paragraaf 1.4).

Protocol Duurzame Energie versus Eurostat

De vermeden primaire energie is uitgedrukt volgens de benadering van het Protocol Duurzame Energie en volgens de (huidige) benadering van de Europese Commissie (Eurostat).

Warmtepompen en warmte/koudeopslag tellen in de Europese statistiek als energiebesparing en niet als duurzame energie.

Gevoeligheid voor de CO₂-emissiefactor van elektriciteit

De tabel geeft ook een overzicht van de vermeden CO₂-emissies. Conform het Protocol Duurzame Energie is voor 2020 gerekend met 606 gr CO₂/kWh (aflevering bij eindgebruiker). Dit is hoger dan het huidige emissieniveau van het centrale elektriciteitspark en wordt veroorzaakt door een groei in het aandeel kolen in het GE scenario. De laatste kolom in de tabel laat zien hoe gevoelig de uitkomsten van de warmtepumpopties zijn voor een emissiefactor van 370 gr/kWh. Zonthermisch profiteert nauwelijks omdat het eigen elektriciteitsverbruik klein is. Verduurzaming van koude (warmtekoude/opslag) profiteert juist niet van een lagere CO₂-emissiefactor. Dit komt omdat de compressiekoelmachine (elektrisch aangedreven) als referentie geldt. De vermeden CO₂-uitstoot daalt daarom bij een lagere CO₂-emissiefactor.⁸³

Tabel 12 Maximaal realiseerbaar potentieel duurzame warmte en koude in de utiliteit

	Geleverde finale warmte / koudevraag (PJ)	Duurzame warmte/koude in vermeden prim. energie cf. Protocol DE (PJ)	Duurzame warmte/koude cf. Eurostat conventie (PJ)	Vermeden CO₂ (kton) Cf. Protocol DE 2020 (606 gr/kWh)	Vermeden CO₂ (kton) (370 gr/kWh)
Zonthermisch (nieuw + bestaand)	2,6	3,2	3,4	181	185
Warmtepomp (nieuwbouw)	40,5	14,1	0	284	1169
warmte/koude-opslag (nieuwbouw)	31,5 (K)	19,2	0	1414	863
Hr-ketel/Warmtepompcombi (bestaand)	15.1 + 18,0 (K)	7,1	0	389	423
Bio-WKK	1,6	1,8	2,0	101	101
Totaal	109	45	5,4	2386	2740
Max. effect 2% besparing	-30	-13			

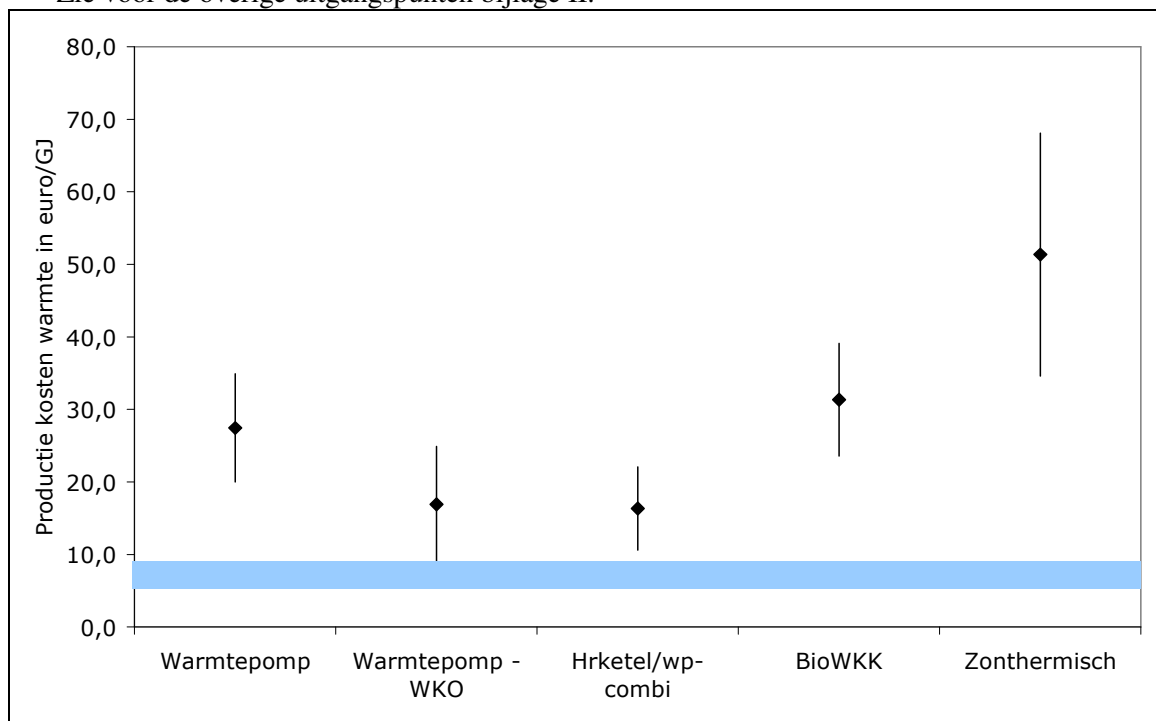
⁸³ De vermeden CO₂ van warmte/koudeopslag systemen wordt minder beïnvloed door de CO₂-emissiefactor van elektriciteit. Voor koudeproductie geldt namelijk de elektrisch aangedreven koelmachine als referentietechnologie, waardoor de vermeden CO₂-emissie voor het koude deel juist daalt wanneer een lagere emissiefactor gehanteerd wordt, zie Tabel 12.

3.3.6 Kosten duurzame warmte opties in de utiliteit

Vanwege het heterogene karakter van de utiliteitbouw is de spreiding in kosten van duurzame opties groot. Zo kunnen zonthermische systemen voor zwembaden rendabel zijn onder gunstige omstandigheden, terwijl zonthermisch in ziekenhuizen en verzorgingstehuizen net als in de woningbouw niet rendabel is. Figuur 13 geeft een overzicht van de kosten van de verschillende duurzame opties vanuit eindverbruikerperspectief.

Toelichting bij de figuur:

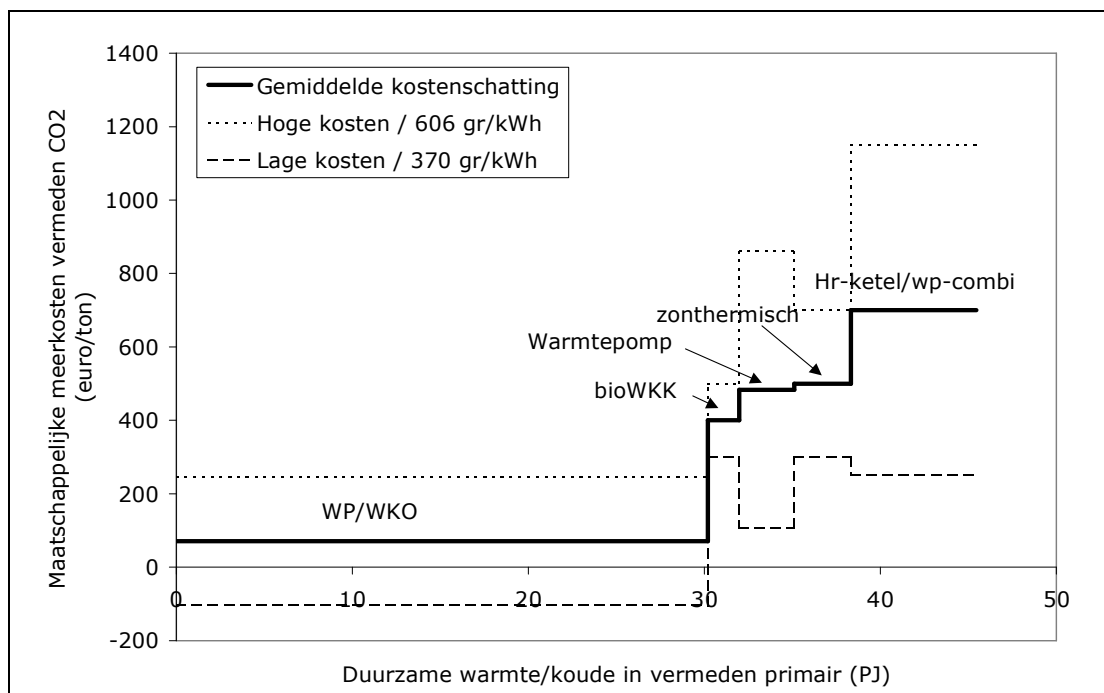
- De blauwe arcering geeft de kosten van de referentie ketel: de bandbreedte wordt bepaald door het verschil in gasprijs (eindverbruikerperspectief) tussen kleine en grote afnemers.
- De kosten en baten van de koudeproductie (t.o.v. een compressiekoelmachine) zijn verrekend met de kosten voor warmteproductie.
- Alle opties zijn doorgerekend exclusief subsidies.
- Zie voor de overige uitgangspunten bijlage II.



Figuur 13 Eindverbruikerkosten voor warmte (exclusief subsidies) in de utiliteitsector (kosten referentieketel = blauw gearceerd; commodity aardgas 13 ct/m³)

Figuur 14 geeft de maatschappelijk meerkosten per vermeden ton CO₂ ten opzichte van de vermeden primaire energie door de duurzame opties. De bandbreedte van de warmtepomp wordt in grote mate door de CO₂-emissiefactor van elektriciteit bepaald. De warmtepomp in combinatie met warmte/koudeopslag kent deze gevoeligheid minder omdat de referentietechnologie voor koeling (compressiekoelmachine) ook elektriciteit verbruikt. De figuur laat zien dat

warmte/koudeopslag bij lage kosten (grotere gebouwen) en een lage CO₂-emissiefactor kosteneffectief zijn.



Figuur 14 Maatschappelijk meerkosten vermeden CO₂ utiliteitsector (commodity aardgas 13 ct/m³)

Gevoeligheid voor energieprijzen

In de kostenanalyse is gerekend met een relatief lage gasprijs van 13 ct/m³ conform het Global Economy scenario. De huidige gasprijs bedraagt ca. 23 ct/m³.⁸⁴ Gekeken is daarom naar de gevoeligheid voor een hogere gasprijs (26 ct/m³). Net als bij de woningbouw (zie paragraaf 3.2.6) profiteert vooral bio-WKK aan een hoge gasprijs vanwege de duurder geworden referentie en de extra opbrengsten van de geproduceerde elektriciteit. De daling van de meerkosten in euro/GJ van de warmtepompopties door de duurder geworden referentie wordt voor een deel teniet gedaan vanwege de hogere kosten van het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp zelf.

Gevoeligheid voor investeringskosten

Voor duurzame opties geldt dat door het relatief grote aandeel van de kapitaallasten in de productiekosten, een daling van de investeringskosten grote invloed heeft op de meerkosten van de opties. Net als in de woningbouw (zie paragraaf 3.2.6) kunnen de investeringskosten van zonthermische systemen in de utiliteitsector met 20% kunnen dalen⁸⁵, waardoor de

⁸⁴ Nuon Market Report, week 28 2007, forwardprijzen 2008.

⁸⁵ Beurskens et al., *Renewable Energy Heating and Cooling: technologies, markets and policies*, in opdracht van IEA/OECD, Parijs, conceptversie 1 juni 2007. De daling van de investeringskosten zijn gebaseerd op schattingen voor 2030.

productiekosten warmte ook met ca. 20% afnemen. Voor warmtepompen is de verwachting dat de investeringskosten 15% kunnen dalen.⁶² De productiekosten warmte zouden in dat geval ca. 10% dalen omdat de kostprijs van warmtepompen voor ca. 2/3 wordt bepaald door de kapitaallasten.

3.4 Sectoranalyse glastuinbouw

3.4.1 Karakteristieken glastuinbouw

De Nederlandse glastuinbouw is een belangrijke speler op de wereldmarkt. Deze positie is mede te danken aan de voortdurende kapitaalintensivering die in de sector plaatsvindt. De ontwikkeling van de energievraag wordt hierdoor in belangrijke mate beïnvloedt. Voorbeelden zijn de toename van CO₂-bemesting en assimilatiebelichting. Vrijwel alle tuinders bemesten hun gewassen met CO₂, terwijl op dit moment een kwart van het areaal assimilatiebelichting toepast.⁸⁶ De verwachting is dat deze groei doorzet en dat in 2020 meer dan 40% van het areaal belicht wordt.⁸⁷

Een nieuwe intensiveringstrend is een toenemende vraag naar *actieve* koeling.⁸⁸ Tot voor kort werd er vooral gekoeld bij een paar specifieke teelten, waarbij het principe van grondkoeling wordt toegepast als voorwaarde voor jaarrondproductie. De techniek die hiervoor in de meeste gevallen gebruikt wordt is een conventionele (compressie)koelmachine, waarbij de geproduceerde warmte vernietigd wordt.

De laatste jaren komt kasluchtkoeling steeds meer in de belangstelling, vooral concepten die uitgaan van gesloten of semi-gesloten teelt.⁸⁹ Men verwacht door meer gesloten te telen hogere productieniveaus te halen omdat temperatuur, luchtvochtigheid en CO₂-concentratie in de kas beter te beheersen zijn.

Verduurzaming van de glastuinbouw

Verduurzaming van de glastuinbouw staat hoog op de agenda. Recent is door LTO/Glaskracht in samenwerking met de Stichting Natuur en Milieu het Actieplan Klimaatneutrale Glastuinbouw uitgebracht en momenteel wordt in samenwerking met het Ministerie van Landbouw gewerkt aan een energieverduurzamingsplan. De inzet van de glastuinbouw is breed. Naast toepassing van duurzame warmte en koude zijn energiebesparing en inkoop/productie van groene elektriciteit belangrijke thema's. De genoemde plannen richten zich sterk op systeemconcepten waarin zowel besparing als vergroening een rol heeft.

⁸⁶ Cijfers LEI 2006 in DWA, *Op weg naar een duurzame glastuinbouw*, Bodegraven, 2007.

⁸⁷ Zie ook Van Dril et al., *Referentieraming Energie en Emissies 2005-2020*, MNP/ECN, Petten, 2005.

⁸⁸ De Zwart et al. *Energiezuinige koudeproductiesystemen voor (semi) gesloten kassen*, Agrotechnology & Food Innovations WUR, 2004. De Gelder en Kipp, *Perspectief voor (semi-)gesloten kassystemen*, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving WUR, 2005.

⁸⁹ De verschillende concepten worden onder de verzamelnaam *(semi-)gesloten* geschaard.

Ontwikkeling areaal

In het Global Economy scenario wordt uitgegaan van een forse stijging van het areaal van ruim 10.000 ha nu tot 13.500 ha in 2020. De verwachting van de sector is dat het areaal zich ongeveer op het huidige niveau zal handhaven.

De economische levensduur van een kas is ongeveer 20 jaar.⁹⁰ Dit betekent dat per jaar gemiddeld ruim 500 ha kas vervangen wordt. In de periode 2008-2020 wordt dus ca. 6200 ha kas vervangen en daarnaast vindt op basis van GE een netto uitbreiding plaats van 3000 ha. Een deel van het vervangingsareaal (2500 ha) betreft verplaatsing van kassen naar nieuwe gebieden in het kader van de herstructurering.

Ontwikkeling warmte- en koudevraag

In het Global Economy scenario daalt de warmtevraag in de glastuinbouw naar 115 PJ in 2020.⁹¹ De koudevraag, die zich op dit moment beperkt tot een aantal niche-teelten (2,4 PJ)⁹², zal fors gaan groeien wanneer het semi-gesloten kasconcept glastuinbouw breed doorbreekt. De belangrijkste stimulans wordt gevormd door de verwachte extra teeltopbrengsten. Blijven die achter voor een aantal belangrijke teelten, dan zal de koudevraag zich veel minder hard ontwikkelen. DWA gaat voor 2020 uit van 750 ha gesloten kas met 16,2 PJ koudevraag.⁹³ In het Energieverduurzamingsplan Glastuinbouw 2020⁹⁴ is de doelstelling voor 2020 2500 ha semi-gesloten kas.⁹⁵ De koudevraag die hierbij hoort is afhankelijk van de mate waarin de kas gesloten is. In deze studie rekent Ecofys met een gemiddelde koelbehoefte van 570 MJ/m² (semi-gesloten kas), waarmee de totale koudevraag op 14,2 PJ komt. Dit is wat betreft orde-grootte vergelijkbaar met de ontwikkeling beschreven in de DWA studie.

3.4.2 Opties voor duurzame warmte en koude in de glastuinbouw

Voor de inschatting van het potentieel voor duurzame warmte en koude in de glastuinbouw worden de volgende opties meegenomen:

- Warmte/koudeopslag / warmtepomp
- Bio-WKK
- Bio-ketel
- Diepe geothermie

Naast de hierboven genoemde technologieën is ook de meer generieke optie *groengas geïnjecteerd in het aardgasnet* relevant voor verduurzaming van de glastuinbouw. Deze optie

⁹⁰ AgriHolland, Dossier Kassenbouw, november 2005.

⁹¹ Van Dril et al., *Referentieraming Energie en Emissies 2005-2020*, MNP/ECN, Petten, 2005. Het GE cijfer is inclusief het deel aardgas (ca. 10%) dat gebruikt wordt voor CO₂-dosering. De hierbij geproduceerde warmte wordt niet nuttig ingezet.

⁹² DWA, *Op weg naar een duurzame glastuinbouw*, Bodegraven, 2007.

⁹³ De koudevraag per m² bedraagt dan 2160 MJ/m². Voor semi-gesloten kassen is de koelbehoefte kleiner.

⁹⁴ Conceptversie 7.

⁹⁵ In het *Actieplan voor klimaatneutrale glastuinbouw* (2007) zetten LTO Glaskracht en Stichting Natuur en Milieu in op de realisatie van 700 ha semi-gesloten kas in 2010.

wordt apart in paragraaf 3.6 behandeld. Daarnaast kan het regionaal zinvol zijn te kijken naar benutting van industriële restwarmte (zie paragraaf 3.7). In deze paragraaf worden alleen de voor de glastuinbouw relevante aspecten van deze technologieën besproken.

Warmte/koudeopslag

In Figuur 15 is een schematische weergave van het warmte/koude opslag systeem voor een semi-gesloten kas weergegeven. Ten opzichte van een gewone kas zijn de warmtepomp, de dagbuffer voor koude, de aquifer en de ventilatoren in de kas nieuw. De WKK met rookgasreiniger wordt al veel toegepast in de tuinbouw voor belichting of netlevering, maar wordt hier ingezet om de warmtepomp en andere pompen en ventilatoren aan te drijven.⁹⁶ Overtollige zomerwarmte wordt opgeslagen in de aquifer en 's winters met behulp van een warmtepomp op het juiste temperatuurniveau gebracht. Tegelijkertijd met de productie van warmte in de winter wordt koude geproduceerd die eveneens in de aquifer wordt opgeslagen en 's zomers wordt ingezet op de kas te koelen. Om gebruik te kunnen maken van een aquifer moet men zorgen dat de energiebalans op jaarbasis neutraal is. Dit betekent dat alle opgeslagen zonnewarmte en koude nuttig ingezet moet kunnen worden. De beperking ligt hier bij de nuttige inzet van warmte. De warmtevraag is namelijk kleiner dan de koudevraag en daarnaast kunnen er ook nog andere warmteproducerende bronnen aanwezig zijn zoals de belichting, de piekkel en gasinzet voor CO₂-bemesting. Concreet komt het er op neer dat naast een deel gesloten of semi-gesloten, een deel van het areaal open moet blijven (bij volledig gesloten meer dan bij semi-gesloten⁹⁷) om de warmteoverschotten af te zetten.⁹⁸ Hoe groot het deel open teelt moet zijn, hangt van verschillende factoren af, waaronder de prestatie van de warmtepomp (verhouding COP koude versus COP warmte), de omvang van de warmtevraag per m² in zowel het (semi-)gesloten deel als in het open deel en het al dan niet belichten van het areaal met eigen WKK.

Warmte/koudeopslag is bewezen technologie. Het (semi-)gesloten kas principe wordt op dit moment op een tiental plaatsen in Nederland gedemonstreerd, waarbij variaties in type teelt, type warmtepomp, type luchtbehandeling, mate van geslotenheid etc. worden beproefd. In principe kan het concept zowel bij bestaande kassen als bij nieuwbouw toegepast worden.

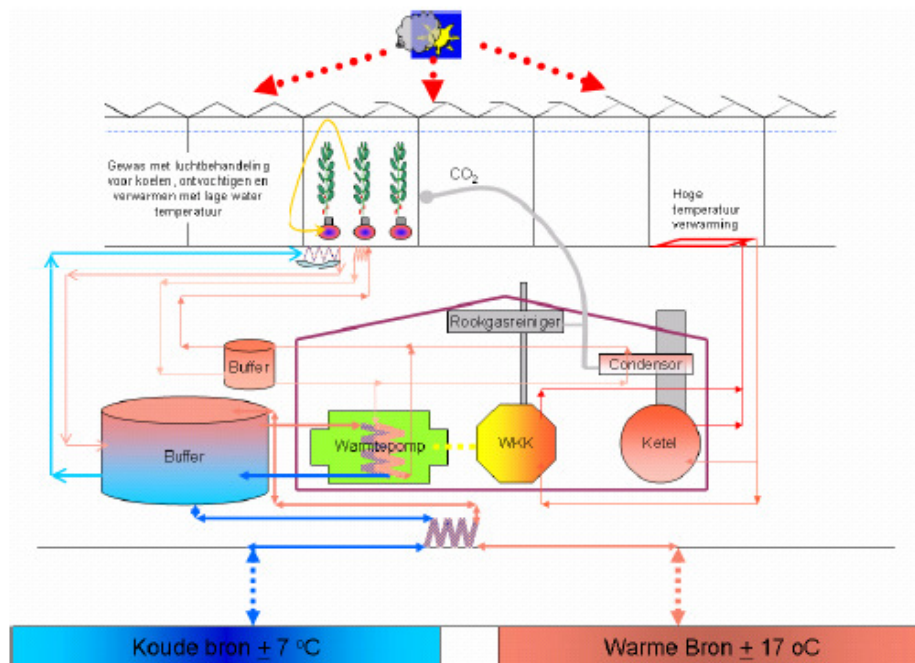
Ten opzichte van een traditionele kas zonder actieve koeling kent de semi-gesloten kas een meerinvestering van 50 – 140 euro/m². Afhankelijk van de besparing op energiekosten en extra teeltopbrengsten kan warmte/koudeopslag nu al rendabel zijn. De huidige dominante positie van WKK, de onbekendheid met het concept en de onzekerheid wat betreft extra teeltopbrengsten en energiekostenbesparing, leidt voorsnog tot een afwachtende houding bij veel tuinders.

⁹⁶ Warmtepompen aangedreven door warmte zijn voor de glastuinbouw minder interessant vanwege de lagere koudeproductie t.o.v. de warmteproductie. Er is veel meer behoefte aan koude dan aan warmte, waardoor er dus warmteoverschotten ontstaan.

⁹⁷ Bij semi-gesloten kas is een open deel niet per definitie nodig onder voorwaarde dat een juiste balans tussen koude en warmtevraag (teeltafhankelijk) aanwezig is

⁹⁸ De warmte kan ook verkocht worden aan een buurman tuinder (clusterconcept) of aan nabijgelegen woonwijken of bedrijventerreinen. De hoge kosten die gepaard gaan met de aanleg van een distributienet vormen in dit laatste geval de belangrijkste barrière.

Ten opzichte van koudelevering met een compressie koelmachine is warmte/koudeopslag financieel veel aantrekkelijker. De ontwikkeling van de koudevraag is daarom de belangrijkste stimulans voor de penetratie van deze technologie.



Figuur 15 Schematische weergave van het warmte/koude opslag systeem bij een (semi-)gesloten kas⁹⁹

Bio-WKK

Een bio-WKK kan in de glastuinbouw primair worden ingezet voor duurzame warmtelevering, CO₂-bemesting (met rookgasreiniger¹⁰⁰) en belichting of netlevering. Daarnaast kan de bio-WKK ook functioneren in een systeem van warmte/koudeopslag, hetzij door een elektrische warmtepomp aan te drijven met de bio-elektriciteit, hetzij door een absorptiewarmtepomp aan te drijven met de geproduceerde warmte. Dit laatste ligt vooral nog minder voor de hand vanwege de grote hoeveelheden laagwaardige warmte die dan geproduceerd worden.¹⁰¹ Brandstoffen die in aanmerking komen zijn reststromen uit de (glas)tuinbouw, reststromen uit andere sectoren en (geïmporteerde) bio-olie. Het type brandstof bepaalt het type bio-WKK (motor of ketel/turbine). De veel toegepaste aardgas-WKK is niet geschikt voor het ombouwen naar bio-olie. Bio-WKKs worden in de Nederlandse glastuinbouw nog nauwelijks toegepast. Pas als de levensduur van de

⁹⁹ De Gelder en Kipp, *Perspectief voor (semi-)gesloten kassystemen*, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving WUR, 2005.

¹⁰⁰ Rookgasreiniging voor bio-WKK is nog geen bewezen technologie. Een demonstratieproject met een recent ontwikkelde rookgasreiniger die zowel geschikt is voor bio-gas als bio-olie vindt plaats bij rozenkweker Fontijn in Nes a/ d Amstel (bron: www.energiek2020.nu).

¹⁰¹ Om deze techniek rendabel te krijgen zou de warmte (bijna) gratis moeten zijn (DWA, *Op weg naar een duurzame glastuinbouw*, Bodegraven, 2007).

motor en katalysator voldoende beproefd is, kan tot grootschalige implementatie over worden gegaan.

Bio-ketel

Een bio-ketel kan in de glastuinbouw ingezet worden voor duurzame warmtelevering en CO₂-productie (voorwaarde: rookgasreiniger¹⁰²) of als piekvoorziening naast een bio-WKK. Teelten met een lage warmtevraag (op dit moment ca. 2000 ha) vormen een interessante markt.¹⁰³ Potentiële brandstoffen zijn naast de genoemde bij bio-WKK ook hout. Ombouwen van de door alle tuinders gebruikte cilindrische vlampijpketels (0,5-10 MWth) van aardgas naar houtpoeder is technisch mogelijk.¹⁰⁴ Ombouw van bestaande ketels (olie/gas) naar houtsnippers of pellets is niet mogelijk.¹⁰⁵

Diepe geothermie

Diepe geothermie (1000-4000m) kan in de glastuinbouw ingezet worden voor duurzame warmtelevering en eventueel voor duurzame koudelevering in combinatie met een absorptiewarmtepomp.¹⁰⁶ Bij toepassing van diepe geothermie moeten CO₂ en, indien relevant, elektriciteit voor belichting apart ingekocht worden.¹⁰⁷ Op dit moment wordt toepassing van diepe geothermie in de glastuinbouw gedemonstreerd in Bleiswijk. In het buitenland wordt de technologie al veel langer toegepast.

3.4.3 Marktpotentieel 2008-2020 bij ongewijzigd beleid

In de Referentieraming Energie en Emissies 2005-2020 wordt geen aandacht besteed aan het aandeel duurzame warmte in de glastuinbouw in 2020.

Warmte/koudeopslag

Uit een recente studie van DWA¹⁰⁵ blijkt dat de koudevraag in de glastuinbouw kan groeien tot ruim 16 PJ (750 ha gesloten kas) in 2020.¹⁰⁸ Bij de inschatting van deze groei is uitgegaan van voortzetting van het bestaande beleid met verschillende stimuleringsregelingen om tot een tuinbouwbrede toepassing van het concept (semi-)gesloten kas te komen. Kanttekening bij de 750 ha is dat uitgegaan wordt van 100% gesloten kas terwijl ontwikkelingen in de sector zich meer in de richting van semi-gesloten ontwikkelen, waardoor de koudevraag per ha fors lager uitvalt.

¹⁰² Net als voor de bio-WKK geldt voor de bio-ketel dat CO₂-dosering alleen mogelijk is met behulp van rookgasreiniging.

¹⁰³ De aardgasprijs voor energie-extensieve teelt is aanzienlijk hoger dan voor energie-intensieve teelten.

¹⁰⁴ Persoonlijke communicatie met A. Hoogendoorn, Ingenia (6 juni 2007).

¹⁰⁵ DWA, *Op weg naar een duurzame glastuinbouw*, Bodegraven, 2007.

¹⁰⁶ Ook hier geldt dat toepassing van de absorptiewarmtepomp in de glastuinbouw minder voor de hand ligt.

¹⁰⁷ Met geothermie kan ook elektriciteit opgewekt worden (warmte is dan het restproduct). Elektriciteitsopwekking maakt een geothermieproject financieel aantrekkelijker. Onduidelijk is of de restwarmte voldoende hoogwaardig voor kasverwarming en of de verhouding elektriciteits- en warmteproductie aansluit bij de vraagbehoefte van de tuinder. Volgens de European Geothermal Energy Council (*Innovative applications combined geothermal heat and power plants*, K4RES-H studie voor de Europese Commissie) is het Benelux bassin relatief minder geschikt voor geo-WKK.

¹⁰⁸ De hierbij geproduceerde warmte bedraagt ca 20 PJ.

Meer hectares semi-gesloten kas kunnen uiteindelijk tot een vergelijkbaar hoge koudevraag leiden (zie paragraaf 3.4.1).

Bio-WKK en bio-ketels

Ecofys is van mening dat zonder extra beleid de ontwikkeling van bio-WKK en bio-ketels zich zal beperken tot enkele PJs warmte. Bio-ketels zullen vooral gebruikt worden in energie-extensieve teelten en voor peak-shaving .

Diepe geothermie

Het Platform Geothermie schat het potentieel van diepe geothermie voor de glastuinbouw in op 1,8 PJ (18 projecten) *zonder* extra beleid.¹⁰⁹ Ecofys is van mening dat zonder een structureel garantiefonds waarmee het risico voor misboringen gedekt wordt, het potentieel voor diepe geothermie marginaal is.

3.4.4 Maximaal realiseerbaar potentieel 2020

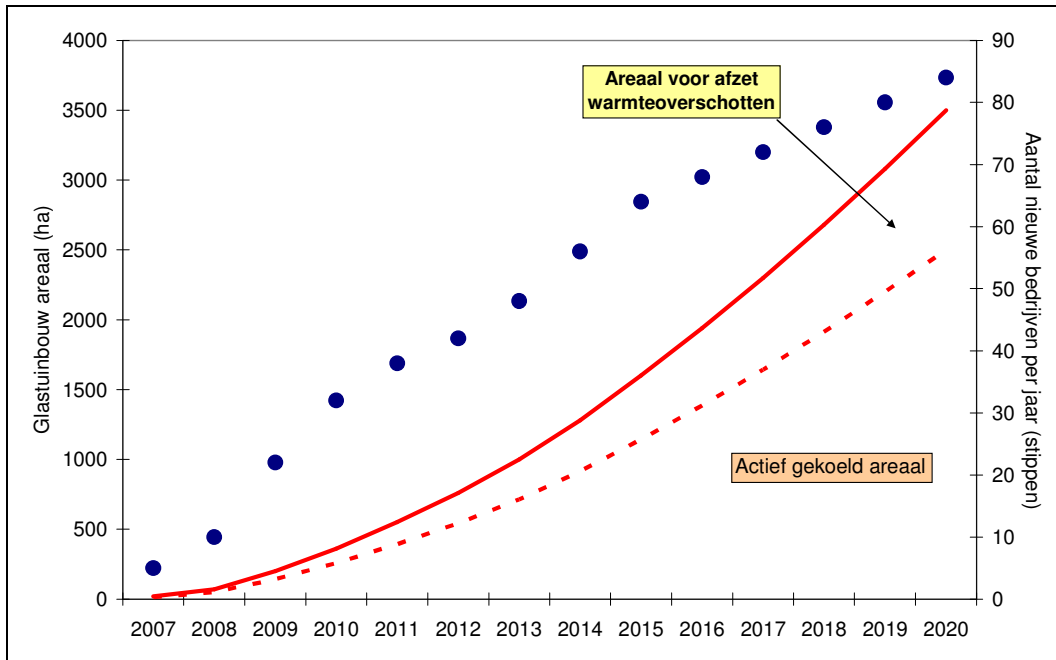
Warmte/koudeopslag

Zoals in voorgaande paragrafen aangegeven is het maximaal realiseerbaar potentieel voor warmte/koude opslag in de glastuinbouw vooral afhankelijk van de ontwikkeling van de koelbehoefte en veel minder van concurrerende niet-duurzame alternatieven voor productie van koude. In tegenstelling tot de andere duurzame opties, komen de prikkels voor deze optie veel meer vanuit de teelt zelf (namelijk: het perspectief van hogere teeltopbrengsten en besparing op de energiekosten) dan vanuit een (externe) drang te verduurzamen. Belangrijk voor de realisatie van het potentieel is dan ook dat bestaande en nieuwe proefprojecten aantonen dat de beloofde extra teeltopbrengsten ook daadwerkelijk gerealiseerd worden tegen geen of acceptabele meerkosten. Is dat zo, dan zal deze optie zich, na een opstartfase, vanzelf kunnen uitrollen. Aangenomen wordt dat in 2020 ca. 3500 ha gerelateerd is aan semi-gesloten teelt.¹¹⁰ Hiervan wordt 2500 ha gekoeld, terwijl het restant wordt gebruikt voor afzet van de warmteoverschotten.¹¹¹

¹⁰⁹ Het potentieel met extra beleid wordt geschat op 30 PJ (tuinbouw en gebouwde omgeving samen). Hoofdcomponenten bestaan uit 1) een garantieregeling, 2) het oplossen van knelpunten zoals het lange vergunningstraject, 3) geothermie een plaats geven in het energiebeleid en 4) een compensatie geven voor de vermeden CO₂ (dekken van de onrendabele top). Bron: Van Heekeren, *Smart Energy mix*, powerpoint presentatie, Platform Geothermie, 2007.

¹¹⁰ In eerste instantie de als meest kansrijk aangemerkte teelten als paprika, komkommer, tomaat, gerbera en anthurium (De Gelder en Kipp, *Perspectief voor (semi-)gesloten kassystemen*, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving WUR, 2005), samen momenteel goed voor ruim 3000 ha.

¹¹¹ Uitgegaan wordt van 100% semi-gesloten kas. De DWA-studie gaat uit van 750 ha 100% gesloten kas (exclusief areaal voor de warmteoverschotten). In het *Actieplan voor klimaatneutrale glastuinbouw* zetten LTO Glaskracht en Stichting Natuur en Milieu in op de realisatie van 700 ha semi-gesloten kas in 2010.



Figuur 16 Mogelijk penetratietraject warmte/koude opslag in de glastuinbouw

Figuur 16 toont een mogelijk penetratietraject. Naast de groei naar 3500 hectare kasoppervlak geeft de figuur ook een indruk van het aantal bedrijven dat per jaar in de technologie stapt (uitgaande van een bedrijfsgrootte van gemiddeld 5 ha). De figuur deelt het areaal op in het deel dat daadwerkelijk actief gekoeld wordt, een deel dat gebruikt wordt voor de afzet van warmteoverschotten. Bij een gemiddelde koelbehoefte van 570 MJ/m^2 bedraagt het maximaal technische potentieel voor warmte/koude opslag in 2020 14,3 PJ. De door de warmtepomp geproduceerde warmte bedraagt dan 17,8 PJ.¹¹² Aangenomen wordt dat deze warmte volledig nuttig ingezet kan worden. De totale vermeden primaire energie bedraagt 20,3 PJ.

Bio-WKK & bio-ketels

Voor bio-WKK zijn een aantal toepassingsmogelijkheden in de glastuinbouw denkbaar naast de productie van warmte:

- Aandrijving van de elektrische warmtepomp en pompen in de semi-gesloten kas (dit sluit aan op het streven van de sector het semi-gesloten kasconcept verder te verduurzamen)
- Elektriciteitsproductie voor belichting
- Elektriciteitsproductie voor teruglevering

De bio-ketel kan worden ingezet voor warmtevoorziening, alleen of als piekketel in combinatie met de warmtepomp (warmte/koudeopslag), of de belichtende of terugleverende WKK. Zowel

¹¹² Gerekend wordt hier met een COP van 4 voor koudeproductie en een COP van 5 voor warmteproductie (gebaseerd op praktijkcijfers bij bestaande warmte/koudeopslag projecten in de tuinbouw). Naast de warmtepomp produceren ook de WKK (voor aandrijving van de warmtepomp en eventueel ook belichting) en de piekketel warmte. Bij het proefproject Themato bijvoorbeeld is het aandeel van de warmtepomp 55%.

voor de bio-WKK als de bio-ketel moet eerst een rookgasreiniger ontwikkeld worden voordat de technologie voor CO₂-dosering kan worden gebruikt.¹¹³

Technisch potentieel

Wanneer we voortbouwen op de in de vorige paragraaf geschetste ontwikkeling van warmte/koudeopslag, dan bedraagt de resterende warmtevraag die met bio-WKK en bio-ketels gedekt kan worden 97 PJ¹¹⁴. De totale warmtevraag van de energie-extensieve teelten (interessant voor de bio-ketel) bedraagt ca. 13 PJ.¹¹⁵

Van technisch naar maximaal realiseerbaar potentieel

Op dit moment is het opgesteld WKK vermogen in de glastuinbouw 2000 MWe (ca. 4000 ha) en bestaat hoofdzakelijk uit aardgasgestookte WKK. Ongeveer 60% van deze WKK levert de geproduceerde elektriciteit aan de kas (belichting) en 40% aan het net. Op basis van de verwachte groei van belicht areaal kan het WKK vermogen groeien naar 3000 MWe in 2020.¹¹⁶

De vervangingsmarkt voor deze WKK heeft een omvang van 120 MWe per jaar. De groei naar 3000 MWe betekent een toename van nog eens 80 MWe per jaar. Ingeschat wordt dat gemiddeld 20% van de markt in 2020 kan zijn overgestapt op bio-WKK gebruikmakend van duurzame biobrandstoffen. Hiervoor is het noodzakelijk dat bio-WKK een goed alternatief vormt voor aardgasgestookte WKK (dus met rookgasreiniger en voldoende beschikbaarheid van betaalbare en duurzame biobrandstof). De in totaal 500 MWe bio-WKK is dan in 2020 goed voor 9,7 PJ warmtelevering (10,8 vermeden primair).

Het maximaal realiseerbaar potentieel voor bio-ketels wordt mede bepaald door de omvang van de vervangingsmarkt van aardgasgestookte ketels. Richten we ons op de extensieve teelten, dan bedraagt de vervangingsmarkt ca. 1 PJ ketelwarmte per jaar. Ingeschat wordt dat in de periode 2008-2020 gemiddeld 25% van de ketels vervangen kan worden door bio-ketels. Dit betreft 3,2 PJ warmte (3,5 PJ vermeden primair).

Diepe geothermie

Op dit moment is er 1 lopend project op basis van diepe geothermie in de glastuinbouw (Bleiswijk). Het gaat hier om 7 ha onbelicht areaal (~0.1 PJ warmte¹¹⁷) met CO₂-levering via de OCAP pijpleiding. Dit proefproject geeft de randvoorwaarden waaraan ook toekomstige projecten moeten voldoen: geen belichting¹¹⁸, goedkope CO₂ beschikbaar en alleen koudevraag als

¹¹³ Er bestaan al wel geschikte rookgasreinigers voor biogas (DWA, *Op weg naar een duurzame glastuinbouw*, Bodegraven, 2007).

¹¹⁴ Totale warmtevraag in 2020 in GE scenario (115 PJ) minus 17,8 PJ warmteproductie door de warmtepomp.

¹¹⁵ DWA, *Op weg naar een duurzame glastuinbouw*, Bodegraven, 2007.

¹¹⁶ Dit is in lijn met de bestaande doelstellingen voor de sector (Energieverduurzamingsplan Glastuinbouw 2020, conceptversie 7).

¹¹⁷ Ca. 80% van de warmtevraag wordt gedekt met geothermische warmte, het restant door piekketels.

¹¹⁸ Met geothermie kan ook elektriciteit opgewekt worden; onduidelijk is of de combinatie van geo-WKK geschikt is voor de glastuinbouw.

inpassing van de absorptiewarmtepomp in de bedrijfsvoering te bewerkstelligen is.¹¹⁹ Op dit moment voldoet 80% van het areaal aan deze eisen, in 2020 naar verwachting niet meer vanwege ontwikkelingen op het gebied van belichting en semi-gesloten kas.¹²⁰ In een ambitieuze maar realistische inschatting rekent Ecofys met 50 nieuwe projecten in de glastuinbouw. Dit betekent over de hele periode een gemiddelde van ongeveer 5 projecten per jaar, waarbij in de eerste jaren wat minder projecten worden gerealiseerd en vooral na 2015 meer. Het maximaal realiseerbaar potentieel voor diepe geothermie in de glastuinbouw in de periode 2008-2020 komt daarmee op ca. 5 PJ finaal thermisch (4,8 PJ vermeden primair).

3.4.5 Samenvatting glastuinbouw

In 2020 bedraagt de totale vraag naar warmte en koude in de glastuinbouw 129 PJ, waarvan 115PJ warmte (GE) en 14 PJ koude. Het maximaal realiseerbaar potentieel voor duurzame warmte en koude in de glastuinbouw bedraagt 50 PJ finale warmte en koude. **De hoeveelheid duurzame energie uitgedrukt in vermeden primaire energie bedraagt 39 PJ.**

Tabel 13 geeft een verdeling van het potentieel over de geanalyseerde opties. Warmte/koudeopslag en de warmtepomp zijn in de tabel apart weergegeven, hoewel ze een systeem vormen. De keuze is gemaakt om aan te sluiten bij de statistiek, waarbij de warmtebesparing wordt geboekt onder warmtepompen en de elektriciteitsbesparing voor koeling onder warmte/koudeopslag.

Effect 2% energiebesparing

De bijdrage van de glastuinbouw om een jaarlijks energiebesparingtempo van 2% te realiseren bestaat vooral uit efficiëntere conversietechnieken en innovatieve kassystemen zoals de semi-gesloten kas.¹²¹ De semi-gesloten is meegenomen in de potentiële schatting voor duurzaam warmte en efficiëntere conversietechnieken besparen primaire energie maar reduceren de finale vraag niet. Het effect van de 2% energiebesparingsdoelstelling heeft daarom geen invloed op de potentiële schatting voor de glastuinbouw.

Protocol Duurzame Energie versus Eurostat

De vermeden primaire energie is uitgedrukt volgens de benadering van het Protocol Duurzame Energie en volgens de (huidige) benadering van de Europese Commissie (Eurostat). Warmtepompen en warmte/koudeopslag tellen in de Europese statistiek als energiebesparing en niet als duurzame energie.

¹¹⁹ Dit ligt niet voor de hand. De warmte moet dan (bijna) gratis zijn (DWA, *Op weg naar een duurzame glastuinbouw*, Bodegraven, 2007).

¹²⁰ Harmsen et al., *Scenario's 2020: ontwikkeling energie-vraagpatronen in de glastuinbouw*, Ecofys, Utrecht, 2007 (powerpointpresentatie definitieve rapportage, op te vragen bij Ecofys).

¹²¹ Zie Daniëls et al., *Instrumenten voor energiebesparing: instrumenteerbaarheid van 2% besparing per jaar*, ECN, Petten, 2006.

Gevoeligheid voor CO₂-emissiefactor elektriciteit

Een ander belangrijk aspect is de vermeden CO₂-emissie. Het Protocol Duurzame Energie schrijft voor dat voor elektriciteit in 2020 gerekend moet worden met 606 gr CO₂/kWh (aflevering bij eindgebruiker). Dit is hoger dan het huidige emissieniveau van het centrale elektriciteitspark en wordt veroorzaakt door een groei in het aandeel kolen in het GE scenario. De laatste kolom in de tabel laat zien hoe gevoelig de uitkomsten zijn, vooral voor de warmtepomp en de warmte/koudeopslag, voor een halvering van het emissieniveau. De warmtepomp reduceert aanzienlijk meer CO₂, terwijl de warmte/koudeopslag juist CO₂-reductie inlevert. Dit laatste wordt verklaard door de referentiebrandstof (aardgas versus elektriciteit).¹²² Diepe geothermie profiteert in lichte mate van de lagere CO₂-emissiefactor, de bio-opties helemaal niet.

Tabel 13 Maximaal realiseerbaar potentieel duurzame warmte en koude in de glastuinbouw

	Geleverde finale warmte- en koudevraag (PJ)	Duurzame warmte/koude in vermeden prim. energie cf. Protocol DE (PJ)	Duurzame warmte/koude cf. Eurostat conventie (PJ)	Vermeden CO₂ (kton) Cf. Protocol DE 2020 (606 gr/kWh)	Vermeden CO₂ (kton) (370 gr/kWh)
Warmtepomp	17,8	11,6	0	524	758
Warmte/koudeopslag	14,3	8,7	0	640	391
Bio-WKK	9,7	10,8	12,2	613	613
Bio-ketel	3,2	3,5	4,0	200	200
Diepe geothermie	5,0	4,8	4,8	259	281
Totaal	50	39	21	2237	2243
Effect 2% besparing	0	0			

3.4.6 Kosten duurzame warmte en koude opties in de glastuinbouw

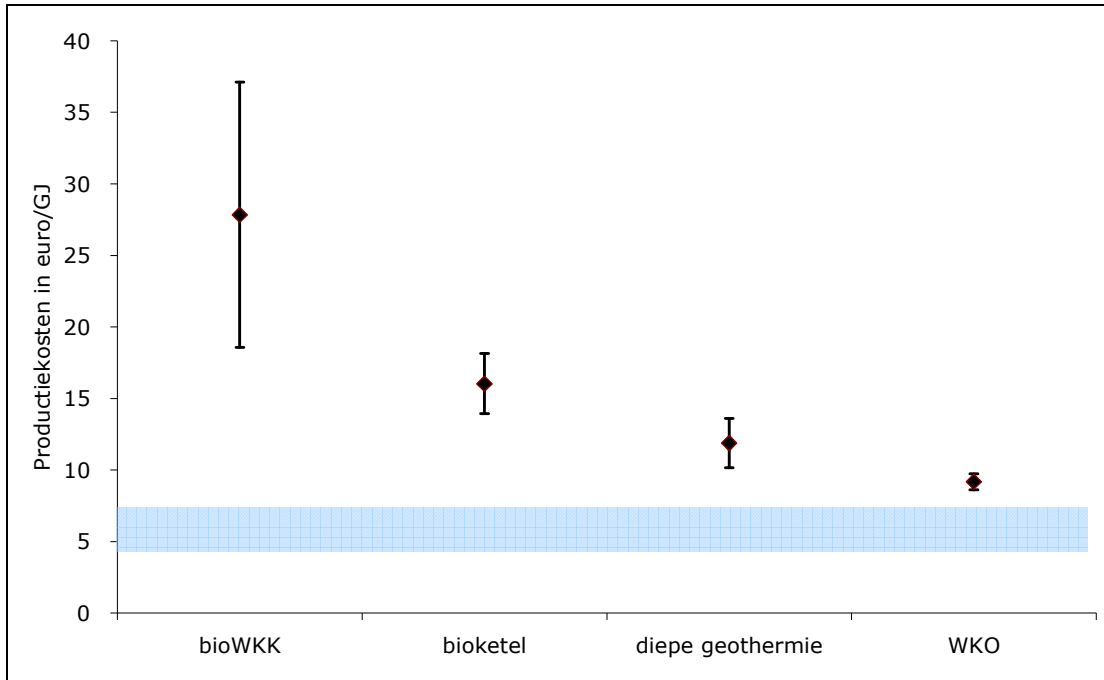
Figuur 17 geeft een overzicht van de eindverbruikerskosten (exclusief subsidies) voor warmte en koude van de verschillende duurzame technologieën.

Toelichting bij de figuur:

- De kosten voor de referentietechnologie zijn gearceerd weergegeven waarbij de bandbreedte gebaseerd is op warmte uit een ketel (hogere kosten) en een terugleverende WKK (lage kosten).

¹²² Wanneer de elektriciteit door een WKK geleverd wordt, geldt deze gevoeligheid niet.

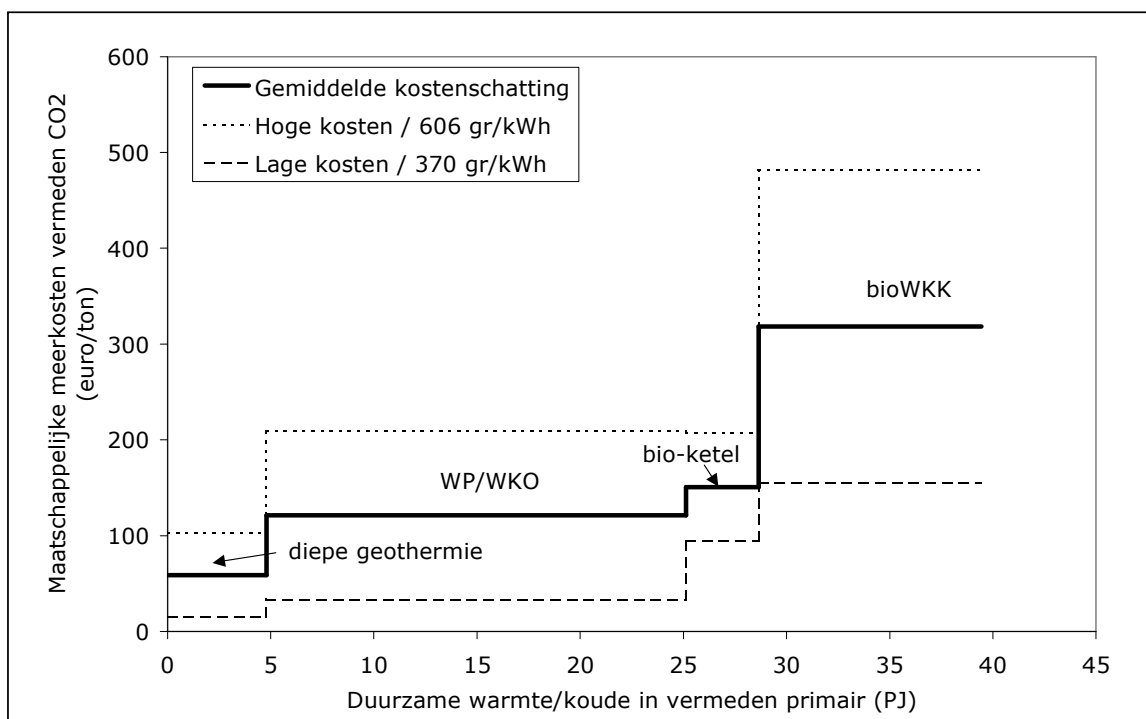
- De kosten en baten van koudeproductie (warmte/koudeopslag) zijn in de warmteprijs verrekend.
- De belangrijkste uitgangspunten voor de kostenberekening zijn opgenomen in bijlage II.



Figuur 17 Eindverbruikerkosten (exclusief subsidies) in de glastuinbouw (blauw gearceerd = referentie, waarbij bovenmarge ketel en ondermarge terugleverende WKK; commodity aardgas 13 ct/m³)

Figuur 18 geeft een overzicht van de maatschappelijke meerkosten per vermeden ton CO₂.

De figuur laat zien dat t.o.v. een terugleverende WKK (bovenkant bandbreedte in de figuur) de maatschappelijke meerkosten voor alle opties fors hoger uitpakken dan t.o.v. een ketel (onderkant bandbreedte). Ten opzichte van een ketel kennen diepe geothermie en warmte/koudeopslag geen tot marginale maatschappelijke meerkosten.



Figuur 18 Maatschappelijke meerkosten vermeden CO₂ glastuinbouw (commodity aardgas 13 ct/m³)

Gevoeligheid voor energieprijzen

In de kostenanalyse is gerekend met een relatief lage gasprijs van 13 ct/m³ conform het Global Economy scenario. De huidige gasprijs bedraagt ca. 23 ct/m³.¹²³ Gekeken is daarom naar de gevoeligheid voor een hogere gasprijs (26 ct/m³). De rentabiliteit van bio-WKK, bio-ketel en diepe geothermie verbetert bij een hogere gasprijs vanwege het duurder worden van de referentie. Voor bio-WKK geldt daarbij bovendien dat opbrengsten van de geproduceerde elektriciteit toenemen. Warmte/koude opslag profiteert ook van de duurdere referentie, maar relatief minder dan de andere opties vanwege het eigen elektriciteitsverbruik.¹²⁴

Gevoeligheid voor de investeringskosten

Tabel 14 geeft een kwalitatieve inschatting in hoeverre tot 2020 daling van de investeringskosten verwacht mag worden. In woorden:

- De referentietechnologieën zijn uitontwikkeld en zullen nauwelijks nog goedkoper worden. De productiekosten zijn vooral afhankelijk van de ontwikkeling van de energiekosten.
- De investeringskosten van bio-WKK kunnen nog aanzienlijk dalen (-30/50%)¹²⁵.
- De bio-ketel zal alleen marginaal in kosten dalen.

¹²³ Nuon Market Report, week 28 2007, forwardprijzen 2008.

¹²⁴ De elektriciteitsprijs neemt toe bij een hogere gasprijs.

¹²⁵ DWA rekent bijvoorbeeld met 850 euro/kWe voor een bio-olie WKK (DWA, *Op weg naar een duurzame glastuinbouw*, Bodegraven, 2007), terwijl Ecofys in deze studie uitgaat van de huidige prijs (ca. 1600 euro/kWe).

- Voor diepe geothermie loopt de schatting voor daling van de investeringskosten uiteen van – 10/25%¹²⁶, afhankelijk van de ontwikkeling van nieuwe boortechnieken
- Warmte/koudeopslag bestaat uit diverse technologieën die allemaal in principe uitontwikkeld zijn. Daling van de investeringskosten (tot –15%) kan vooral plaatsvinden door systeemoptimalisatie.

Tabel 14 Perspectief voor daling van de investeringskosten

Technologie	Perspectief daling investeringskosten 2020
Referentie - ketel	-
Referentie - WKK	0
Referentie - koelmachine	-
Bio-WKK	+++
Bio-ketel	0
Diepe geothermie	+
Warmtekoude/opslag	+

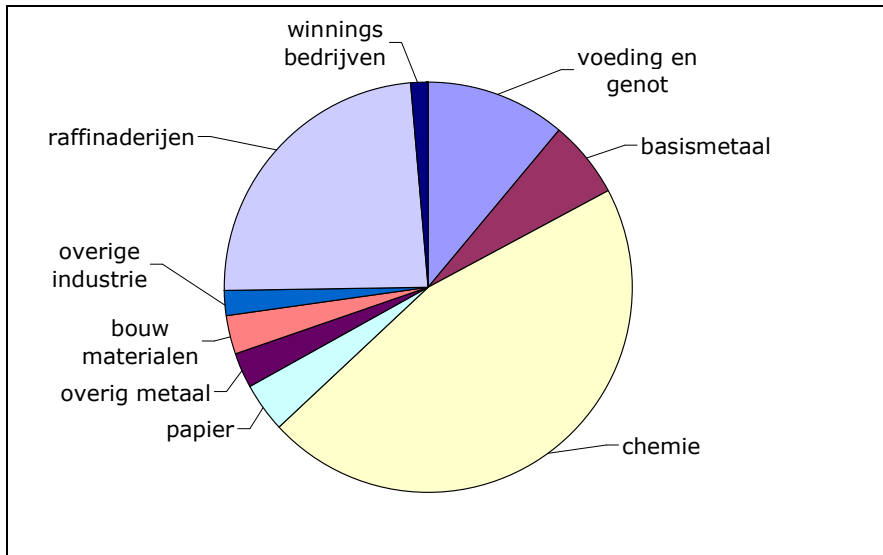
Het aandeel kapitaallasten in de productiekosten van bio-WKK varieert tussen 1/3 en 2/3. Een daling van de investeringskosten met 30% levert daarom een kostprijsverlaging van 10-20% op. Voor WKO systemen geldt dat het aandeel kapitaallasten in de productiekosten 1/3 tot de helft bedraagt. Een daling van de investeringskosten van 15% levert daarmee een kostprijsverlaging van 5-8%.

3.5 Sectoranalyse industrie

3.5.1 Karakteristieken industrie

De totale finale warmtevraag van de industrie (incl. raffinage) bedraagt op dit moment 570 PJ. Ongeveer 50% van de totale warmtevraag in de industrie is van een hoog temperatuurniveau (>500°C). Ongeveer 38% van de warmtevraag is nodig op een temperatuurniveau van 100-500°C en 12% onder de 100°C. Voor de hogere temperatuurniveaus is het in vergelijking met de lagere temperatuurniveaus lastiger om duurzame warmte te realiseren.

¹²⁶ Beurskens et al., *Renewable Energy Heating and Cooling: technologies, markets and policies*, in opdracht van IEA/OECD, Parijs, conceptversie 1 juni 2007. De daling van de investeringskosten zijn gebaseerd op schattingen voor 2030.



Figuur 19 Verdeling finale warmtevraag over de industriële sectoren

De vijf grootste warmtevragers zijn de sectoren chemie, raffinaderijen, voeding- en genotmiddelen, basismetaal en papier. Bij de raffinage en basismetaal is het vanwege de hoge temperatuurniveaus van de benodigde warmte lastig om duurzame warmte te implementeren. In de sectoren chemie, voeding- en genotmiddelen en papier bestaan er kansen om het warmteverbruik te verduurzamen. Deze sectoren worden in onderstaande in meer detail behandeld.

Chemie

De chemische industrie is van alle industriële sectoren de grootste warmtevragende (299 PJ) de warmte wordt voornamelijk opgewekt met aardgas. Het aardgas wordt gebruikt voor het verwarmen van processtromen en het opwekken van stoom. Dit gebeurt voornamelijk met ketels en fornuizen (75%)¹²⁷.

Voeding- & genotmiddelenindustrie (VGI)

In de voeding- en genotmiddelenindustrie is de huidige warmtevraag 72 PJ, voornamelijk opgewekt met aardgas. Op dit moment wordt in de VGI ruim 1.110 miljoen m³ aardgas geconsumeerd. Het aardgas wordt gebruikt voor het verwarmen van processtromen en het opwekken van stoom. Dit gebeurt voornamelijk in ketels (73%)¹²⁷.

Papierindustrie

De papierindustrie is een energie-intensieve industrie. Samen met de stijgende afzetkosten voor de reijstroom en het algemene streven naar energie-efficiëntie binnen de sector resulteert dit in een interessante sector die met eigen reststromen duurzame warmte zou kunnen opwekken. Op dit moment wordt in de papier- en kartonindustrie ongeveer 900 miljoen m³ aardgas geconsumeerd,

¹²⁷ Afgeleid van CBS Statline, WKK statistiek 2005, *Productiemiddelen elektriciteit*.

voornamelijk voor het opwekken van elektriciteit en stoom. De finale warmtevraag is 26 PJ. Dit wordt voornamelijk opgewekt met WKK's (59%)¹²⁷.

WKK-vermogen

Het totaal opgesteld WKK-vermogen in de industrie in 2005 bedroeg 3.500 MWe¹²⁷. Binnen de industrie is de chemie met bijna 2.000 MWe verreweg de belangrijkste WKK-sector. De belangrijkste technologieën in deze sector zijn stoomturbines, gasturbines en STEG installaties¹²⁸.

Tabel 15 Opgesteld WKK vermogen in de industrie¹²⁷

Sector	Elektrisch vermogen (MW)	Thermisch vermogen (MW)	Aantal installaties
Chemie	1,989	5,462	58
Raffinaderijen	427	1,800	31
Voeding- en genot	544	1,804	86
Papier	405	1,024	29
Overig industrie	128	410	68
Totaal	3,493	10,500	272

Met deze WKKs wordt naast elektriciteit ook warmte opgewekt. In de industrie wordt op deze manier 146 PJ warmte opgewekt.

Ontwikkeling warmtevraag

In het Global Economy scenario stijgt de warmtevraag in de industrie naar 700 PJ in 2020. Van deze warmtevraag komt ongeveer 70% voor rekening van de chemische industrie en raffinaderijen. De totale warmtevraag in de industrie bij een hoog temperatuurniveau (>500°C) bedraagt in het GE scenario naar schatting 340 PJ. Op een temperatuurniveau van 100-500°C is de toekomstige warmtevraag 280 PJ en 80 PJ bij een temperatuurniveau van <100°C.

3.5.2 Opties voor duurzame warmte in de industrie

Voor de inschatting van het potentieel voor duurzame warmte in de industrie worden de volgende opties meegenomen:

- Bio-WKK
- Bio-ketel
- Diepe geothermie

Zonthermisch voor droogprocessen is kosteneffectief. Het potentieel wordt geschat op ca. 0,2 PJ.¹²⁹ Deze optie wordt in deze studie niet verder uitgewerkt.

¹²⁸ www.cogenprojects.nl, 2007.

¹²⁹ Holland solar, *Transitiepad thermische zonne-energie: de roadmap van Holland Solar*, maart 2007.

Naast bovenstaande opties is ook groengas geïnjecteerd in het aardgasnet relevant voor verduurzaming van de warmtevraag van de sector. Vanwege het generieke karakter van de optie, wordt deze behandeld in paragraaf 3.6.

Voor industrieën die laagwaardige warmte nodig hebben kan het zinvol zijn regionaal te zoeken naar restwarmtebronnen. Het benutten van bestaande restwarmtestromen heeft, mits redelijkerwijs (economische, technisch, organisatorisch) te realiseren, prioriteit. Zie ook paragraaf 3.7.

Bio-WKK & bio-ketel

Zowel bio-WKK als bio-ketels kunnen in de industrie worden ingezet voor duurzame warmtelevering. Vooral het vervangen van de ketels waarmee lage drukstoom wordt opgewekt zijn interessant voor biomassa toepassingen. Hierdoor kunnen de eigen reststromen relatief eenvoudig worden verbrand en ingezet worden voor de opwekking van lagedruk processtoom. Bijvoorbeeld: bij 16 van de 27 papierfabrieken is het mogelijk om lagedrukstoomketels te implementeren waarin eigen reststromen worden ingezet¹³¹. Brandstoffen die in aanmerking komen zijn reststromen uit de industrie, reststromen uit andere sectoren, houtstromen en bio-olie, al dan niet geïmporteerd. Er bestaat niet één bio-WKK technologie. De technologiekeuze is afhankelijk van de keuze/beschikbaarheid van de brandstof.

Eigen reststromen VGI sector

In de voeding- en genotmiddelenindustrie (VGI) komt volgens uitgevoerde inventarisaties 10 miljoen ton aan organische reststromen vrij. Circa 80 procent van deze reststromen wordt afgezet als diervoeding, voornamelijk in veevoerders. De overige reststromen kunnen door middel van verbranding en vergisting worden omgezet naar duurzame energiedragers. De reststromen hebben een totaal energetisch potentieel van 44 PJ¹³⁰.

Eigen reststromen papierindustrie

De paper coarse rejets zijn het meest interessant voor energieopwekking vanwege hun goede energetische eigenschappen en beschikbaarheid. Daarnaast zijn ook de staarten en screens zeer interessant voor energieopwekking, hoewel met een wat kleiner potentieel dan de paper coarse rejets. De paper coarse rejets bestaan voor ongeveer 57% uit vezels (biogene deel)¹³¹. In totaal is in Nederland jaarlijks grofweg 73.000 ton (droge stof) aan paper coarse rejets beschikbaar. Indien deze hoeveelheid wordt ingezet voor duurzame warmte dan kan hiermee 1 PJ duurzame warmte worden opgewekt. Deze hoeveelheid is redelijk gelijkmatig verdeeld over de drie concentratiegebieden van papierfabrieken met grofweg 28.000 ton in het Noorden, 29.000 ton in het Oosten (Gelderland) en 16.000 ton in het Zuiden. Parenco zet de coarse rejets momenteel zelf al in voor energieopwekking waardoor effectief in Gelderland nog 20.000 ton beschikbaar is.

¹³⁰ Vis, M. en B. Meuleman, *Beschikbaarheid van reststromen uit de voedings- en genotmiddelenindustrie voor energieproductie*, BTG, Enschede, 2002.

¹³¹ Meuleman, B. en B. Dehue, *Omzetting van rejets uit de papier- en kartonindustrie naar energie op eigen terrein*, Ecofys Nederland BV, 2006 (in opdracht van VNP).

In de andere regio's hebben ook papierfabrieken plannen om eigen residuen in te zetten voor het opwekken duurzame warmte.

Eigen reststoffen ethanolindustrie

Volgens de Europese biobrandstoffenrichtlijn moet in Nederland in 2010 5,75% van alle gebruikte benzine zijn vervangen door ethanol.¹³² De benodigde ethanol zal zowel in Nederland als elders worden geproduceerd. Ethanol wordt momenteel in Nederland geproduceerd uit tarwe of suikerbiet. Op dit moment zijn een tiental initiatieven bekend waarbij de planning is om in totaal 540 kton bio-ethanol per jaar te produceren. Bij deze bio-ethanolproductie komt een aanzienlijke hoeveelheid bijproducten vrij. Na vergisting hiervan blijft een residu over (zoals DDGS) dat, na droging, kan worden ingezet als veevoeding. Deze residuen zouden ook kunnen worden ingezet voor opwekking van duurzame warmte. De hoeveelheid vergistingresidu die vrijkomt bedraagt ongeveer 1 ton per ton bio-ethanol. Rekening houdend met een energie-inhoud van 16 GJ/ton en een omzettingsrendement van 80% dan kan met die residuen ongeveer 9 PJ duurzame warmte worden geproduceerd. De bio-ethanol industrie verbruikt ongeveer 9 PJ warmte (incl. droge residuen) per ton bio-ethanol¹³³. 540 kton bio-ethanol komt overeen met een warmtevraag van 5 PJ. Met behulp van de eigen bijproducten is het voor deze relatief nieuwe sector mogelijk om in de eigen warmtevraag te voorzien.

Eigen reststoffen biodieselproductie

Volgens de Europese biobrandstoffenrichtlijn moet in Nederland in 2010 5,75% van alle gebruikte diesel zijn vervangen door biodiesel.¹³² De benodigde biodiesel zal zowel in Nederland als elders worden geproduceerd. Op dit moment zijn een 20-tal initiatieven bekend waarbij de planning is om totaal 4,5Mton biodiesel te produceren. Volgens experts zal van deze initiatieven ongeveer 1 Mton biodiesel daadwerkelijk gerealiseerd worden¹³⁴. Bij deze biodieselproductie komt een aanzienlijke hoeveelheid glycerol en andere bijproducten vrij:

- 0,1 ton ruwe glycerol (19 GJ/ton) per ton biodiesel
- 1,8 ton gedroogde oliezaadkoek (15-20 GJ/ton) per ton biodiesel

Rekening houdend met een omzettingsrendement van 80% dan kan met die bijproducten ongeveer 2 PJ duurzame warmte worden geproduceerd.

De biodiesel industrie verbruikt ongeveer 1,4 PJ warmte per ton biodiesel. De hoeveelheid te produceren biodiesel in 2020 komt overeen met een warmtevraag van 1,4 PJ. Met behulp van eigen bijproducten is het voor deze relatief nieuwe sector mogelijk om in de eigen warmtevraag te voorzien.

¹³² De doelstelling voor 2020 is 10%.

¹³³ Punter et al., *Well-to-Wheel Evaluation for Production of Ethanol from Wheat*, LowCVP Fuels Working Group, WTW Sub-Group, 2004.

¹³⁴ Eijsink, G., *Praktijkcase Argus Oil: Productie van biodiesel*, Argus Energy Group, 2006 (conferentie marktkansen voor biobrandstoffen 15 november 2006 te Rotterdam).

Ombouw bestaande boilers en WKK's naar biobrandstoffen

Ingenia heeft in 2005 een analyse uitgevoerd van de mogelijkheden van ombouw van bestaande boilers en WKK's naar biobrandstoffen. Hiervoor heeft Ingenia een zestal Zweedse installaties bezocht die enkele jaren geleden met succes zijn omgebouwd. Onder andere op basis van deze ervaringen heeft Ingenia geconcludeerd dat er voor de feitelijke ombouw van bestaande boilers en WKK's geen technische knelpunten zijn.

Diepe geothermie

Diepe geothermie kan in de industrie ingezet worden voor duurzame warmtelevering, waarbij temperaturen van 50-140 °C vereist zijn. In het buitenland zijn installaties operationeel waarbij warmte aan de industrie wordt geleverd. Mogelijke toepassingen zijn:

- Droging
- Proceswarmte
- Verdamping
- Destillatie
- Wassen
- chemische extractie bij voedsel bereiding
- afvalwaterzuivering.

In IJsland bestaan bijvoorbeeld projecten waarin deze duurzame warmte wordt ingezet in de industrie. Hierbij wordt met de warmte eerst elektriciteit geproduceerd en vervolgens door middel van cascadering de warmte verder benut op verschillende temperatuurniveaus, afhankelijk van de benodigde temperatuur van de betreffende toepassing. In de Nederlandse situatie zou diepe geothermie kunnen worden ingezet bij het vervangen van die installaties waarin warmte wordt gemaakt (door directe verbranding van primaire brandstoffen, zogenaamde ketels, in bijvoorbeeld de voeding- en genotmiddelenindustrie). Door langere bedrijfstijden in vergelijking met de utiliteit- en woningbouw (waarbij wordt aangenomen dat 0,1 PJ per puttendoublet geleverd kan worden) is het mogelijk om in de industrie per puttendoublet 0,2 PJ duurzame warmte te produceren, afhankelijk van de diepte van het doublet.

3.5.3 Marktpotentieel bij ongewijzigd beleid

Zonder extra beleid zal de ontwikkeling van duurzame warmte in de industrie zich beperken tot de inzet van industriële reststromen, daar waar economisch aantrekkelijk.

3.5.4 Maximaal realiseerbaar potentieel 2020

Bio-ketels

Het technisch potentieel voor bio-ketels is zeer groot en beslaat nagenoeg de volledige warmtevraag onder de 500 °C (330 PJ in 2020). Het maximaal realiseerbaar potentieel in de periode 2008-2020 richt zich op de groei- en vervangingsmarkt voor ketels die ca. 13 PJ per jaar

bedraagt. Geschat wordt dat gemiddeld 20% van deze vervangingsmarkt door bio-ketels kan worden ingevuld. De totale warmtelevering door bio-ketels in 2020 bedraagt dan 32 PJ (36 PJ vermeden primair). Dit komt overeen met een groei van het geïnstalleerde vermogen van ca. 150 MWth per jaar. Bij een gemiddeld vermogen van 10 MWth zou dit overeenkomen met een jaarlijkse implementatie van 15 bio-ketels.

Bio-WKK's

In de periode 2008-2020 is een vervangingsmarkt voor WKKs aanwezig van ca. 70 PJ warmte (5 PJ/jaar). Geschat wordt dat het maximaal realiseerbaar potentieel voor bio-WKK maximaal 20% van deze vervangingsmarkt bedraagt (analoog aan de glastuinbouw). Net als bij de glastuinbouw geldt als voorwaarde dat bio-WKK een volwaardig alternatief vormt ten opzichte van de referentie. Dit komt overeen met 14 PJ warmte in 2020 (16 PJ vermeden primair).

Diepe geothermie

Aangenomen wordt dat het potentieel in de industrie voor diepe geothermie in 2020 in de range van 1,0 – 5,0 PJ ligt (1,0-5,2 vermeden primair). Specifieke aandacht voor kansrijke industriële projecten is daarvoor noodzakelijk. Vooral nog lijkt diepe geothermie zich te richten op toepassing in de gebouwde omgeving en de tuinbouw.

3.5.5 Samenvatting industrie

In 2020 bedraagt de totale vraag naar warmte < 500 °C in de industrie 360 PJ. Het maximaal realiseerbaar potentieel voor duurzame warmte in de industrie bedraagt 47 PJ finale warmte. **De hoeveelheid duurzame energie uitgedrukt in vermeden primaire energie bedraagt 53 PJ.**

Tabel 16 geeft een verdeling van het potentieel over de geanalyseerde opties.

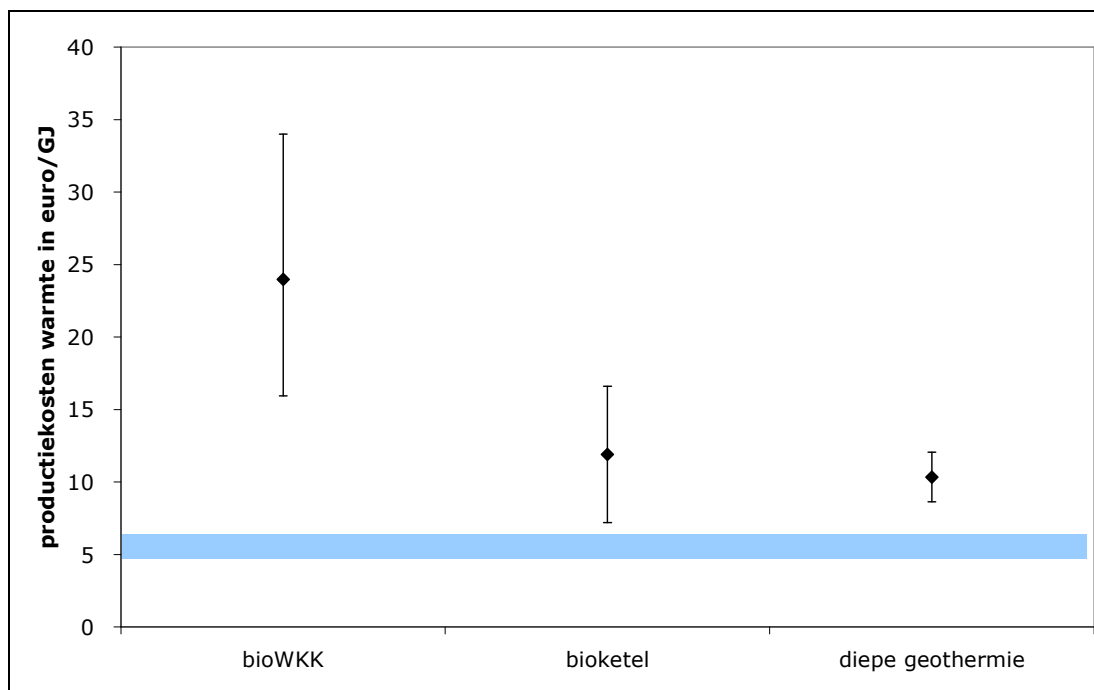
De vermeden primaire energie is uitgedrukt volgens de benadering van het Protocol Duurzame Energie en volgens de (huidige) benadering van de Europese Commissie (Eurostat).

Tabel 16 Maximaal realiseerbaar potentieel duurzame warmte en koude in de industrie

	Geleverde finale warmte- en koudevraag (PJ)	Duurzame warmte/koude in vermeden prim. energie cf. Protocol DE (PJ)	Duurzame warmte/koude cf. Eurostat conventie (PJ)	Vermeden CO ₂ (kton) Cf. Protocol DE 2020 (606 gr/kWh)	Vermeden CO ₂ (kton) (370 gr/kWh)
Bio-WKK	14,3	15,9	17,9	902	902
Bio-ketel	32,1	35,7	40,1	2026	2026
Diepe geothermie	1 - 5	1,0 - 5,2	1,0 - 5,2	52 - 259	58 - 288
Totaal	47 - 51	53 - 57	59 - 63	2980 - 3188	2985 - 3210
Max. effect 2% besparing	-7	-8			

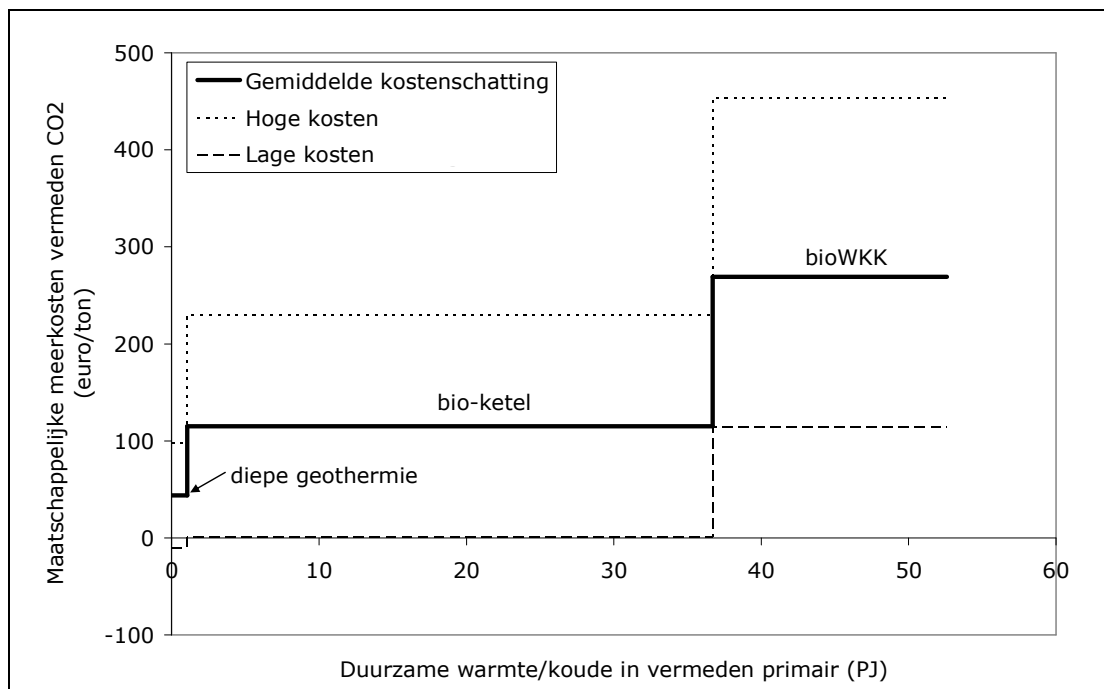
3.5.6 Kosten duurzame warmte opties industrie

Figuur 20 geeft een overzicht van de eindverbruikerskosten (exclusief subsidies) voor warmte en koude van de verschillende duurzame technologieën. De belangrijkste uitgangspunten voor de kostenberekening zijn opgenomen in bijlage II.



Figuur 20 Eindverbruikerskosten (exclusief subsidies) in de industrie (blauw gearceerd = referentieketel; commodity aardgas 13 ct/m³)

Figuur 21 geeft een overzicht van de maatschappelijke meerkosten per gereduceerde ton CO₂. Bij lage kosten zijn de bio-ketel en diepe geothermie vrijwel kosteneffectief.



Figuur 21 Maatschappelijke meerkosten vermeden CO₂ in de industrie (commodity aardgas 13 ct/m³)

Gevoeligheid voor energieprijzen

In de kostenanalyse is gerekend met een relatief lage gasprijs van 13 ct/m³ conform het Global Economy scenario. De huidige gasprijs bedraagt ca. 23 ct/m³.¹³⁵ Gekeken is daarom naar de gevoeligheid voor een hogere gasprijs (26 ct/m³). Bio-WKK, bio-ketel en diepe geothermie profiteren optimaal van een hoge gasprijs vanwege het duurder worden van de referentie. Voor bio-WKK geldt daarbij bovendien dat opbrengsten van de geproduceerde elektriciteit toenemen.

Gevoeligheid voor de investeringskosten

Tabel 17 geeft een kwalitatieve inschatting in hoeverre tot 2020 daling van de investeringskosten verwacht mag worden. In woorden:

- De referentietechnologie is uitontwikkeld en zal nauwelijks nog goedkoper worden. De productiekosten zijn vooral afhankelijk van de ontwikkeling van de energiekosten.
- De investeringskosten van bio-WKK kunnen nog aanzienlijk dalen (-30/50%)¹³⁶.
- De bio-ketel zal alleen marginaal in kosten dalen.

¹³⁵ Nuon Market Report, week 28 2007, forwardprijzen 2008.

¹³⁶ DWA rekent bijvoorbeeld met 850 euro/kWe voor een bio-olie WKK, terwijl Ecfys in deze studie uitgaat van de huidige prijs (ca. 1600 euro/kWe).

- Voor diepe geothermie loopt de schatting voor daling van de investeringskosten uiteen van – 10-25%, afhankelijk van de ontwikkeling van nieuwe boortechnieken

Tabel 17 Perspectief daling investeringskosten opties industrie 2020

Technologie	Perspectief daling investeringskosten 2020
Referentie – ketel	-
Bio-WKK	+++
Bio-ketel	0
Diepe geothermie	+

Het aandeel kapitaallasten in de productiekosten van bio-WKK varieert tussen 1/3 en 2/3. Een daling van de investeringskosten met 30% levert daarom een kostprijsverlaging van 10-20% op. Het aandeel kapitaallasten in de productiekosten van diepe geothermie bedraagt >80%. Een daling van de investeringskosten van 10% levert een kostprijsverlaging van 8% op.

3.6 Groengas in het aardgasnetwerk

3.6.1 Karakteristieken groengas

Door middel van vergisting (van mest, ONF¹³⁷, GFT¹³⁸) en reststromen uit de voedingindustrie en rioolwaterzuivering) en vergassing kan biogas worden geproduceerd. Dit gas kan worden opgewaardeerd tot aardgaskwaliteit en in het aardgasnet worden geïnjecteerd. Op deze manier kan het gas worden ingezet voor elektriciteitsproductie, feedstock en warmteproductie. Dit is niet gekoppeld aan een specifieke sector.

Op dit moment produceren vijf opwerkinstallaties in Nederland ruim 14 miljoen m³ pseudo aardgas (0,4 PJ). Het betreft hier vooral oude installaties (minimaal 15 jaar) gelokaliseerd op stortplaatsen. Dit betekent dat de productie op termijn zal teruglopen omdat de methaanproductie op deze stortplaatsen daalt. Het op dit moment geproduceerde gas wordt niet aan het aardgasnet geleverd en vooral gebruikt om elektriciteit te produceren.

Biomassavergisting (van mest en co-substraten) is de afgelopen jaren sterk gegroeid. Tot voor kort werd vooral ingestoken op de productie van elektriciteit met het geproduceerde biogas vanwege de MEP-subsidie.

¹³⁷ Organische natte fractie.

¹³⁸ Groente-fruit-en-tuinafval.

3.6.2 Maximaal realiseerbaar potentieel 2020

Technisch potentieel

Het technisch potentieel voor groengas is door SenterNovem geschat op 5000 miljoen m³, waarvan 1500 miljoen m³ (47 PJ) voor vergisting en afvalwaterzuivering en 3500 m³ (111 PJ) voor vergassing.¹³⁹

Van technisch potentieel naar maximaal realiseerbaar potentieel

Er zijn verschillende inschattingen gemaakt voor het realiseerbaar potentieel van groengas:

- Het 2020/30 potentieel is door SenterNovem geschat op 1500 miljoen m³ groengas (45 PJ).¹³⁹
- In het Optiedocument schat ECN het potentieel van groengas op 21 – 123 PJ vermeden primaire energie in 2020.¹⁴⁰ Hiervan is 14 - 57 PJ afkomstig van vergistingprocessen, 5 PJ van stortgas en rioolwaterzuivering en 2 – 61 PJ van vergassing. Aangenomen is hierbij dat bio-vergassingstechnologie na 2013 commercieel beschikbaar komt.
- De transitiewerkgroep Groengas gaat uit van een maximale productie van 4% vervanging van aardgas door biogas (vooral vergisting).¹⁴¹ De verwachting is dat het grootste deel van die 4% in het aardgasnet geïnjecteerd wordt, omdat dat in de meeste gevallen het meest rendabel is. Met een aardgasverbruik in het Global Economy scenario van 1542 PJ in 2020¹⁴² bedraagt het potentieel voor groengas dus 62 PJ. Dit cijfer is in overeenstemming met de hoge inschatting van ECN voor vergisting en stortgas samen (57 + 5 PJ). De werkgroep Groengas voorziet pas in na 2020 een sterke groei van het aandeel bio-vergassing (12% van het aardgasverbruik in 2030) en is van mening dat de 61 PJ van ECN (eveneens 4% van het aardgasverbruik in GE-2020) aan de hoge kant is.

Op basis van deze informatie schat Ecofys het maximaal realiseerbaar potentieel groengas voor 2020 in op 72 PJ, waarvan 10 PJ vergassing als opstart voor een versnelde groei tussen 2020 en 2030, zie Tabel 18.

Tabel 18 Maximaal realiseerbaar potentieel groengas

	Groengas (PJ)	Vermeden CO ₂ (kton)
Stortgas/rwzi	5	284
Vergisting	57	3238
Vergassing	10	570
Totaal	72	4092

Het groengas wordt in het aardgasnet geïnjecteerd en levert daarmee een verduurzaming van de gasvoorziening. Omdat bij eindverbruik groengas niet te onderscheiden is van “gewoon” gas (net

¹³⁹ SenterNovem, *GroenGas, Gas van aardgaskwaliteit uit biomassa – Update van de studie in 2004*, SenterNovem 2007.

¹⁴⁰ Facsheets groengas, Optiedocument (www.ecn.nl).

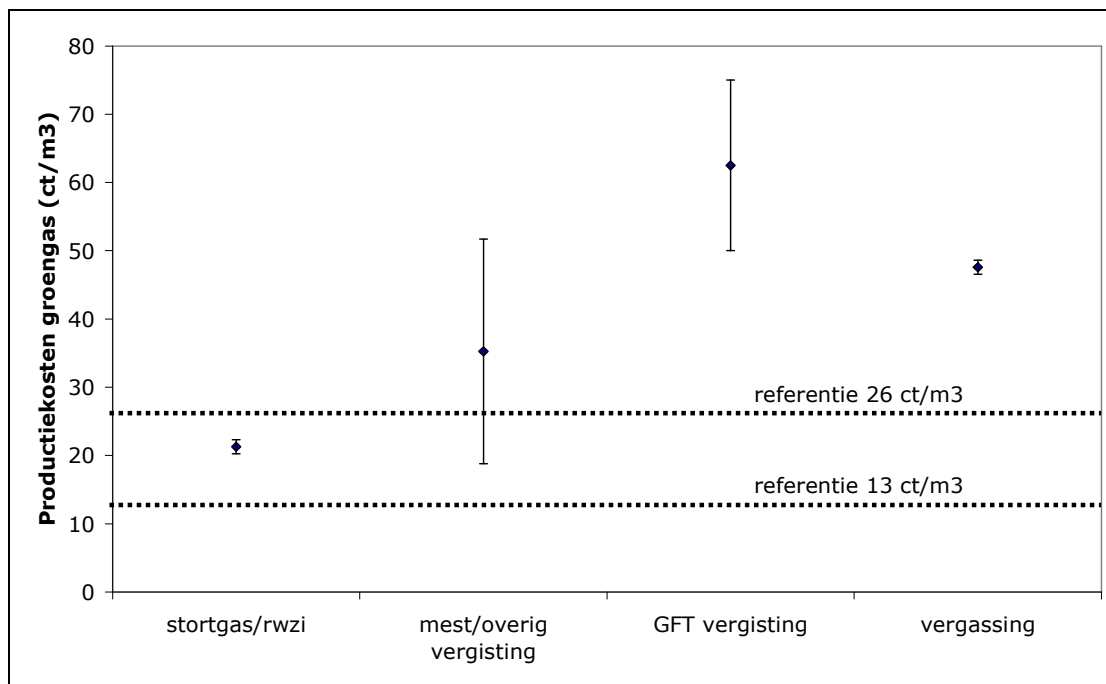
¹⁴¹ Bron: Johan Wempe (werkgroep Groengas) verkregen van Harry Droog, voorzitter Platform Duurzame Elektriciteitsvoorziening.

¹⁴² Van Dril et al., 2005.

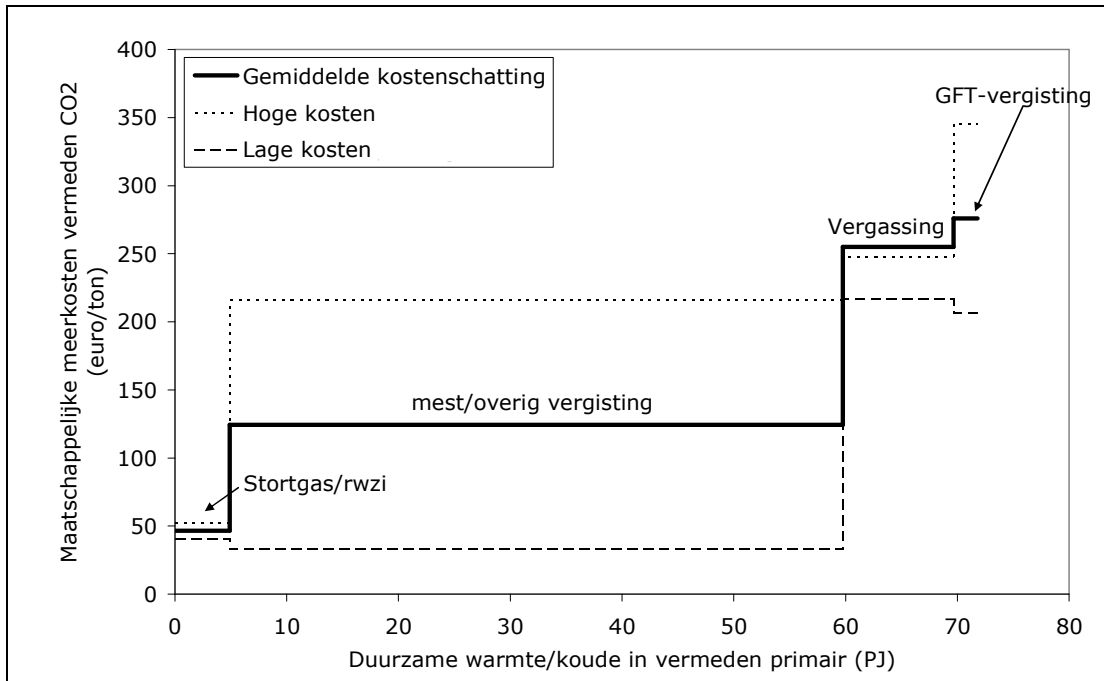
als bij groene en grijze elektriciteit), vindt verduurzaming plaats van alle processen die aardgas verbruiken (naast warmteproductie, ook elektriciteitproductie en feedstock). Omdat ca. 2/3 van het aardgasverbruik voor warmte wordt ingezet, zou op deze manier ongeveer 2/3 van het geïdentificeerde potentieel, ofwel 48 PJ, aan warmte toe te rekenen zijn. Vanuit beleidsoptiek kan het interessanter zijn alle groengas aan warmte te koppelen. Met behulp van groencertificaten en een energiebelastingvrijstelling op groengas (analoog aan de energievrijstelling op elektriciteit voor duurzaam) kan de gebouwde omgeving (vooral woningbouw) een aantrekkelijke markt zijn voor afzet van groengas. Wij veronderstellen daarom dat het volledige potentieel van 72 PJ beschikbaar is voor de productie van warmte.

3.6.3 Productiekosten groengas

Figuur 22 geeft een overzicht van de productiekosten van groengas. De figuur laat zien dat zonder subsidies groengasproductie niet rendabel is bij een gasprijs van 13 ct. Bij een gasprijs van 26 ct/m³ worden stortgasprojecten en grootschalige mestprojecten rendabel. Figuur 23 geeft een overzicht van de maatschappelijke meerkosten voor groengasproductie bij een lage aardgasprijs. Groengas uit stortgas en grootschalige mestvergisting vormen het grootste deel van potentieel en zijn voor minder dan 150 euro per ton meerkosten te realiseren.



Figuur 22 Productiekosten (exclusief subsidies) groengas in ct/m³ (referentie = commodity aardgas)



Figuur 23 Maatschappelijke meerkosten groengasproductie in euro per vermeden ton CO₂ (commodity aardgas 13 ct/m³)

3.7 Restwarmte

Zoals aangegeven in hoofdstuk 1 beoogt deze studie niet het potentieel voor restwarmte in kaart te brengen. Restwarmtebenutting wordt echter gezien als een van de transitieroutes richting verduurzaming. Het gebruik van restwarmte betekent dat minder warmte (dus ook duurzame warmte) geproduceerd hoeft te worden. Deze paragraaf is dan ook vooral bedoeld om het geïdentificeerde potentieel voor duurzame warmte in het perspectief te plaatsen van restwarmtebenutting.

3.7.1 Karakteristieken restwarmte

Restwarmte is gedefinieerd als het nuttig gebruik van afvalwarmte. Restwarmte kan ingezet worden voor warmtelevering en koeling¹⁴³ van woningen, kantoorgebouwen, kassen en industrieën met een laagwaardige warmtevraag. Alleen indien restwarmte afkomstig is van duurzame bronnen, is sprake van duurzame warmte. Fossiele restwarmte is geen duurzame warmte maar draagt wel bij aan energiebesparing en CO₂-reductie. Potentiële restwarmtebronnen zijn:

- Hoge temperatuur industriële processen
- Elektriciteitscentrales
- Afvalverbrandingsinstallaties (AVIs)

¹⁴³ In combinatie met een absorptiewarmtepomp.

Industriële restwarmtebenutting

Industriële restwarmtelevering wordt nog niet op grote schaal toegepast. Een voorbeeldproject is de warmtelevering van Shell Pernis naar een woonwijk Hoogvliet. Een voorbeeldproject in uitvoering is de warmtelevering van Shell Pernis en de AVR aan 50 duizend woningequivalenten in Rotterdam. Levering van industriële restwarmte aan de glastuinbouw vindt (nog) niet plaats. Een mogelijk project is het glastuinbouwgebied in Tinte Vierpolder. Het gaat hier om 172 ha tuinbouwgebied. In januari 2007 is de coöperatie Tinte-Vierpolder opgericht met als doel gezamenlijk te investeren in een restwarmtenet. De industriële restwarmte moet betrokken worden van nog nader vast te stellen bedrijven uit het Haven en Industrieel Complex Rotterdam¹⁴⁴ (ca. 1.5 PJ). Of het project doorgaat is nog niet zeker. Momenteel wordt onderzocht of een combinatie van restwarmtelevering en warmte uit WKKs haalbaar is.¹⁴⁵ Voor de zomer 2007 hoopt men de samenwerkingsovereenkomst tussen de verschillende partijen te tekenen waarna het business plan gemaakt kan worden. Industriële restwarmtebenutting is een regionale aangelegenheid omdat bij transportafstanden groter dan 40 km het warmteverlies te groot wordt.

De warmtevraag in de industrie (inclusief raffinage) bedraagt op dit moment ca. 570 PJ. Het grootste deel van deze warmte komt weer in de omgeving terecht door lozing via koelwater, koeltorens en rookgassen. Ongeveer 110 PJ warmte met een temperatuur tussen 50 en 250°C wordt actief weggekoeld. Via rookgassen (70°C tot 600°C) wordt tenminste 135 PJ overbodige warmte per jaar afgevoerd. Uit oogpunt van energie-efficiëntie ligt het voor de hand industriële restwarmte te benutten. Vaak matchen vraag en aanbod echter niet. De drie meest voorkomende mismatches hebben betrekking op het temperatuurniveau, het tijdstip en de locatie. Om vraag en aanbod beter te matchen wordt onderzoek gedaan naar de haalbaarheid om warmte in de zomer ondergronds te bufferen c.q. om 's zomers koude te produceren met behulp van een absorptiewarmtepomp.

Aftapwarmte van elektriciteitscentrales

Warmtelevering uit elektriciteitscentrales wordt al heel lang en op grote schaal toegepast. Om warmte van voldoende kwaliteit te leveren wordt een deel van het elektrisch rendement ingeleverd.¹⁴⁶ Op dit moment wordt ca. 30 PJ¹⁴⁷ warmte geproduceerd, waarvan 24 PJ geleverd aan eindverbruikers: gebouwde omgeving (17 PJ) en 500 ha glastuinbouw¹⁴⁸ (7 PJ). De restwarmte van kolencentrales bijgestookt met biomassa wordt voor een deel aangemerkt als duurzame warmte (0,8 PJ vermeden primaire energie in 2005¹⁴⁹).

¹⁴⁴ De beoogde warmteleverancier, Nerefco, is geen onderdeel meer van het project.

¹⁴⁵ Bron: George Brouwer (R3), 8 juli 2007.

¹⁴⁶ Algemeen geldt voor stadsverwarming een aftapcoëfficiënt van 0,2. Dit betekent dat voor iedere % thermisch rendement (of kW thermisch vermogen) 0,2% elektrisch rendement (kW elektrisch vermogen) wordt ingeleverd.

¹⁴⁷ CBS Statline, *productiemiddelen elektriciteit*, cijfers 2005. 25 PJ uit aardgasgestookt vermogen en 5 PJ uit kolencentrales (deels bijgestookt met biomassa).

¹⁴⁸ Een paar jaar geleden was dit nog 600 ha. Vooral in die gebieden waar een dubbele infrastructuur aanwezig is, is geen sprake van een stabiel lange termijn perspectief. In de B-driehoek zijn recent de marges voor restwarmtelevering verder onder druk komen te staan doordat de prijs van restwarmte nu bepaald wordt op basis van een terugleverende WKK als referentie.

¹⁴⁹ CBS, *Duurzame Energie in Nederland 2005*, Voorburg, 2006.

AVI-warmte

De huidige capaciteit van de Nederlandse AVI's bedraagt circa 5,5 miljoen ton afval per jaar¹⁵⁰. AVIs kunnen warmte en/of elektriciteit leveren.¹⁵¹ Op dit moment wordt 7,3 PJ AVI warmte benut voor warmtelevering.¹⁵² Het aandeel duurzame energie hierin is 47% en bedraagt in vermeden primaire energie 3,8 PJ¹⁵³. Plaatsen waar AVI warmte benut wordt zijn Amsterdam, Rotterdam, Duiven, Alkmaar en Roosendaal. Ook vindt er warmtelevering plaats ten behoeve van procesverwarming bij rioolwaterzuiveringinstallaties, waterdestillatie en slibdroging¹⁵⁴.

3.7.2 Marktpotentieel 2008-2020 bij ongewijzigd beleid

De gezamenlijke energiebedrijven gaan uit van een groei van 30% (van 24 naar 30 PJ) van de warmtelevering tussen nu en 2020 op basis van gecontracteerde en serieus verwachte uitbreidingen.¹⁵⁵ Deze groei wordt volledig gerealiseerd in de gebouwde omgeving en expliciet niet in de glastuinbouw. In de Referentieraming gaat ECN uit van een lichte groei van de restwarmteafzet in de glastuinbouw.

3.7.3 Maximaal realiseerbaar potentieel 2008-2020

Gebouwde omgeving

In een recente studie heeft SenterNovem het potentieel voor restwarmtebenutting in de gebouwde omgeving onderzocht. Binnen vier als kansrijk aangemerkte gebieden¹⁵⁶ bedraagt de potentiële extra warmteafzet 6,6 PJ warmte, overeenkomend met 260.000 woningequivalenten.^{154, 157}

In het Optiedocument gaat ECN uit van een restwarmtepotentieel voor woningen van 1,4 tot 5,0 PJ warmte (1,5 – 5,6 PJ vermeden primair) in 2020.

¹⁵⁰ Werkgroep Afvalregistratie, *Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2005*, Vereniging afvalbedrijven/SenterNovem, Utrecht, 2006. Met een gemiddelde energie-inhoud van 10 GJ/ton betekent dit ca. 55 PJ afval input. 47% hiervan wordt conform het Protocol Duurzame Energie aangemerkt als duurzaam.

¹⁵¹ In 2005 bedroeg de elektriciteitsproductie door AVIs 2129 GWh, waarvan 1001 GWh duurzaam (CBS, *Duurzame Energie in Nederland 2005*, Voorburg, 2006). Met de duurzaam geproduceerde AVI elektriciteit is 8,4 PJ primaire energie bespaard. De productie van elektriciteit door AVIs is dus veel omvangrijker dan de productie van nuttige warmte. In 2005 bedroeg de vermeden CO₂-emissie van duurzame AVI-elektriciteit 0,6 Mton en die duurzame AVI warmte 0,2 PJ. De Vereniging voor Afvalbedrijven gaat overigens uit van hogere cijfers en schat de huidige vermeden CO₂-emissie (warmte en elektriciteit samen) op 2 Mton (notitie aan Ecofys, Vereniging Afvalbedrijven, 10 juli 2007).

¹⁵² De vereniging afvalbedrijven spreekt in haar visie op het warmtepotentieel van AVIs (notitie aan Ecofys, 10 juli 2007) van 2,6 PJ warmtebenutting.

¹⁵³ CBS, *Duurzame Energie in Nederland 2005*, Voorburg, 2006. 7,3 PJ netto warmte x 47% / 90%.

¹⁵⁴ Melick, M.A.J. van, A.G.M. van der Weiden, *Warmteleveringsystemen voor Nederland. Verkennend onderzoek naar warmteleveringsystemen voor de gebouwde omgeving en glastuinbouw naar kosten en milieuprestatie*, SenterNovem, Sittard, 2007 (concept V2.1).

¹⁵⁵ EnergieNed, *Energieagenda 2007-2020: ambities op energiebeleid en de benodigde overheidsacties voor het project 'Schoner en Zuiniger'*, EnergieNed, Arnhem, 2007.

¹⁵⁶ Rijnmond en omgeving, Noordvleugel (Amsterdam), gebied rond Emmen (alleen glastuinbouw) en knooppunt Arnhem-Nijmegen (KAN-gebied).

¹⁵⁷ R3 is van mening dat SenterNovem het potentieel te laag inschat (George Brouwer, 8 juli 2007).

EnergieNed presenteerde onlangs in haar Energieagenda 2007-2020¹⁵⁸ de ambities van de energiebedrijven voor het verduurzamen van de energievoorziening. Hieruit blijkt de ambitie om in 2020 voor 70 PJ restwarmte te leveren aan de gebouwde omgeving. Dit betekent 40 PJ bovenop de 30 PJ warmtelevering die verwacht wordt bij ongewijzigd beleid (zie vorige paragraaf). EnergieNed gaat hierbij uit van 300 duizend woningen per jaar (waarvan ca. 1/3 nieuwbouw en 2/3 grootschalige renovatie), waarvan 40% aangesloten wordt op een collectieve warmtevoorziening. Ecofys is van mening dat het cijfer voor de bestaande bouw te hoog is geschat.¹⁵⁹ Onzekerheid in de monitoring gegevens speelt hierbij mogelijk een rol.

Glastuinbouw

SenterNovem schat het potentieel voor restwarmtebenutting in de glastuinbouw bovenop de bestaande projecten op 13.2 PJ warmte (1135 ha).¹⁶⁰

In een studie voor ROM Rijnmond¹⁶¹ stelt Ecofys dat de kansen voor restwarmtelevering¹⁶² in de tuinbouw zich beperken tot geconcentreerde tuinbouwgebieden met een hoge warmtevraag (intensieve teelt) zonder belichting.¹⁶³ Voorwaarden zijn dat CO₂-levering van derden mogelijk en betaalbaar is, dat aardgasrijzen relatief hoog zijn en dat WKKs die elektriciteit terugleveren aan het net geen aantrekkelijk alternatief meer vormen.¹⁶⁴ Netinkoop van elektriciteit voor belichting kan op dit moment – vooral in de piekuren - niet concurreren met WKK. Onze inschatting is dat deze situatie niet substantieel wijzigt in de periode tot 2020, een beeld dat wordt bevestigd in de Referentieraming.

Ecofys is van mening dat nieuwe restwarmtelevering aan de glastuinbouw niet of nauwelijks van de grond zal komen. Dit beeld wordt bevestigd in de gezamenlijke visie van de energiebedrijven,

¹⁵⁸ EnergieNed, *Energieagenda 2007-2020: ambities op energiebeleid en de benodigde overheidsacties voor het project 'Schoner en Zuiniger'*, EnergieNed, 2007.

¹⁵⁹ Ecofys rekent in deze studie met 121 duizend nieuwbouwwoningen per jaar (conform GE) en schat het totaal grootschalig gerenoveerde woningen in de periode 2008-2020 op 45 duizend (gebaseerd op de bouwprognose 2006-2011 door TNO), zie paragraaf 3.2.1.

¹⁶⁰ Van der Weiden en van Melick, *Verkennd onderzoek warmtesystemen in de Gebouwde Omgeving en Glastuinbouw naar kosten en milieuprestatie*, SenterNovem, Sittard, 2007.

¹⁶¹ Harmsen et al., *Kansen voor warmtelevering aan de glastuinbouw in perspectief van de energie-vraagontwikkeling*, Ecofys, Utrecht, 2007 (powerpointpresentatie definitieve rapportage).

¹⁶² Tuinders hebben over het algemeen meer interesse in het leveren van eigen warmteoverschotten aan een restwarmtenet. Vanuit het perspectief van de tuinder is dit aantrekkelijk, maar praktisch lijkt het niet handig omdat tuinders warmteoverschotten zullen hebben wanneer ook de industrie haar restwarmte kwijt wil. Omdat tuinders flexibel willen blijven, zal een dubbele infrastructuur nodig zijn om ze mee te laten doen. Deze dubbele infrastructuur vormt tegelijkertijd ook een belangrijke bedreiging voor een restwarmtenet omdat tuinders altijd de mogelijkheid houden terug te switchen naar de oude situatie zonder restwarmte, bijvoorbeeld als de gasrijzen laag zijn.

¹⁶³ Volgens cijfers van het LEI betreft dit op dit moment ruim 60% van het areaal. De verwachting is dat in 2020 een kleiner deel van areaal aan deze voorwaarden voldoet als gevolg van een toename van belichte teelt en de ontwikkeling van de semi-gesloten kas. Zie Harmsen et al., *Scenario's 2020: ontwikkeling energie-vraagpatronen in de glastuinbouw*, Ecofys, Utrecht, 2007 (powerpointpresentatie definitieve rapportage).

¹⁶⁴ In het GE scenario blijft de sparkspread (verhouding tussen gas en elektriciteitsprijs) relatief gunstig voor WKK. Wanneer de capaciteit voor elektriciteitsproductie fors uitgebreid wordt, kunnen de stroomrijzen gaan dalen en wordt teruglevering met WKK minder aantrekkelijk.

die het potentieel voor restwarmtebenutting vooral in de woningbouw zien en expliciet niet in de glastuinbouw.¹⁶⁵

Aandeel duurzame warmte in restwarmtelevering

Opties voor duurzame restwarmte zijn:

- AVIs (47% duurzaam)
- Biomassa bij/meestook kolencentrales (% duurzaam afhankelijk van aandeel biomassa)
- Grootschalige biomassa elektriciteitscentrale
- Diepe geothermie

AVIs

Een aantal bestaande AVI's wordt uitgebreid. Daarnaast zijn een aantal nieuwe AVI's gepland. De met redelijke zekerheid geplande uitbreidingscapaciteit bedraagt 2,7 miljoen ton afval. Concrete plannen voor warmtebenutting van AVIs zijn een verdere uitbreiding van de warmtelevering in Amsterdam, warmtelevering aan Nijmegen en omgeving, uitbreiding van de warmtelevering door de AVR aan het warmtebedrijf Rotterdam, en het voornemen van de gemeente Hengelo om een eigen warmtebedrijf op te richten waarbij warmte betrokken zal worden van AVI Twente. Ook voor warmtelevering aan de industrie bestaan uitgewerkte plannen (zie tekstbox).

Indien bij de uitbreiding van de AVIs maximaal wordt ingezet op warmtelevering, dan kan ca. 11 PJ primaire energie vermeden worden.¹⁶⁶ Dit is additionele besparing ten opzichte van de huidige productie door AVIs.

Warmte AVI Wijster gebruiken voor ethanolproductie

Een aantal boeren en ondernemers uit Noord-Nederland hebben plannen een bio-ethanolfabriek te bouwen naast de bestaande AVI in Wijster, Drenthe. Voor het productieproces zal de fabriek warmte gebruiken van de AVI. De AVI heeft momenteel een thermisch vermogen van 180 MW. De restwarmte is ruim voldoende voor de ethanolfabriek die uit tarwe jaarlijks naast 100 miljoen liter bio-ethanol ook eiwit en zemelen gaat produceren.

Biomassa mee/bijstook in kolencentrales

Additioneel potentieel voor duurzame warmte betreft een toename van het percentage mee/bijstook in kolencentrales ten opzichte van het huidige niveau. Het additioneel potentieel t.o.v. de huidige 0,8 PJ vermeden primaire energie is beperkt, behalve wanneer nieuwe kolencentrales met restwarmtebenutting worden gebouwd of bestaande kolencentrales in de toekomst restwarmte gaan leveren.

¹⁶⁵ EnergieNed, *Energieagenda 2007-2020: ambities op energiebeleid en de benodigde overheidsacties voor het project 'Schoner en Zuiniger'*, EnergieNed, 2007.

¹⁶⁶ 2,7 mln ton x 10 GJ/ton x 80% thermisch rendement x 47% / 90% referentierendement (conform het Protocol Duurzame Energie).

Diepe geothermie

Diepe geothermie kan een aantrekkelijke optie vormen om bestaande restwarmtenetten te verduurzamen. In combinatie met elektriciteitsproductie kan geothermie overwogen worden bij de vervanging van bestaande elektriciteitscentrales. In het buitenland bestaat al enige ervaring met dit type centrale.¹⁶⁷

Samenvatting duurzame restwarmte

Het grootste potentieel voor duurzame restwarmte in de periode tot 2020 ligt in de benutting van AVI warmte. Voor het maximaal realiseerbaar potentieel moet vooral gekeken worden naar extra warmtelevering bij al bestaande warmtenetten en de mogelijkheid restwarmte te leveren in de directe omgeving van nieuw te bouwen AVIs. Indien maximaal ingezet wordt op warmtelevering bedraagt de extra vermeden primaire energie ten opzichte van de situatie in 2005 11 PJ (0,6 Mton). Dit moet worden gezien als maximum.

Verduurzaming van restwarmtenetten met geo-WKKs zal zich tot 2020 beperken tot enkele proefprojecten (mits daar wel op gestuurd wordt) en kan vooral na 2020 een belangrijke optie worden.

In het algemeen geldt dat verduurzaming van bestaande restwarmtenetten vanuit CO₂-perspectief niet zinvol is wanneer lokaal/regionaal fossiele restwarmte/aftapwarmte beschikbaar is.¹⁶⁸

¹⁶⁷ European Geothermal Energy Council, *innovative applications combined geothermal heat and power plants*, K4RES-H studie voor de Europese Commissie.

¹⁶⁸ Voor fossiele restwarmte geldt omgekeerd ook dat deze in eerste instantie zoveel mogelijk beperkt dient te worden door besparing op finaal verbruik.

4 Barrières en beleidsinstrumentatie

4.1 Inleiding

Diverse barrières verhinderen dat het maximaal realiseerbaar potentieel geïdentificeerd in hoofdstuk 3 geïmplementeerd wordt. De overheid kan door inzet van het juiste beleid een belangrijke bijdrage leveren aan het wegnemen van deze barrières. Dit hoofdstuk brengt de barrières en mogelijkheden voor instrumentatie kwalitatief in beeld. Doel is daarbij een zo compleet mogelijk beeld te schetsen, maar nog geen keuzes te maken. In hoofdstuk 5 putten wij uit dit hoofdstuk bij het schetsen van een strategie voor implementatie van het maximaal realiseerbaar potentieel.

Dit hoofdstuk brengt allereerst de belangrijkste barrières per technologie en sector in kaart (paragraaf 4.2). Vervolgens worden de mogelijkheden voor aanscherping van het huidige beleid en/of de introductie van nieuw beleid geïnventariseerd om deze barrières weg te nemen (paragraaf 4.3).

4.2 Barrières: obstakels voor implementatie

Barrières refereren aan alle obstakels die verhinderen dat duurzame energie maatregelen worden geïmplementeerd¹⁶⁹. In de internationale literatuur is een grote diversiteit aan barrières beschreven, waarbij in veel gevallen een onderscheidt gemaakt wordt naar¹⁷⁰:

- Marktfalen: de wijze waarop de markt functioneert (bijvoorbeeld: split incentive probleem, versturende fiscale regels of wetgeving op andere terreinen, niet geprijste kosten en baten, onvoldoende of onvolledige informatie).
- Marktbarrières: alle andere factoren die bijdragen aan een (te) langzame implementatie van duurzame technologieën (bijvoorbeeld: lage prioriteit voor energiezaken en gebrekkige toegang tot kapitaalmarkten).

In dit project is een onderscheidt gemaakt naar de volgende type barrières:

- Economische barrières
- Markt barrières (zowel aan de vraag als aanbod zijde)
- Technische barrières
- Gebrek aan kennis en informatie
- Institutionele barrières
- Split incentive

¹⁶⁹ IPCC , *Climate Change 2001: Mitigation. A Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC Working Group III, 2001.

¹⁷⁰ Brown, *Market failures and barriers as a basis for clean energy policies*, Energy Policy 29, p1197–1207, 2001.

- Versturende of ontbrekende regelgeving

4.2.1 Aanpak en informatiebronnen

De volgende paragrafen behandelen achtereenvolgens de verschillende typen barrières. Daarbij wordt de barrières eerst in algemene zin behandeld en vervolgens wordt bekeken in hoeverre deze een rol speelt bij de verschillende technologieën en sectoren. Bij de inventarisatie van barrières hebben we getracht een zo compleet mogelijk overzicht te geven. Daarbij hebben we wel de nadruk gelegd op de meeste belangrijke barrières omdat dit de informatie is die belangrijkste input vormt voor de analyse van beleidsinstrumenten in de volgende paragrafen.

Voor de inventarisatie van barrières en is geput uit een grote diversiteit aan publicaties waaronder (EC, 2006)¹⁷¹, CE (2006)¹⁷², Joossen et al (2007)¹⁷³, Treter et al (2004)¹⁷⁴, Eurema (2007)¹⁷⁵, DE-Koepel et al (2007)¹⁷⁶, LTO Glaskracht & Natuur en Milieu (2007)¹⁷⁷, aangevuld met sector- en technologie specifieke expertise aanwezig binnen Ecofys en informatie verkregen uit de marktconsultatie (zie bijlage III voor een overzicht van geconsulteerde personen).

4.2.2 Economische barrières

De belangrijkste economische barrières zijn:

- De investeerder vindt de optie te duur of vindt deze niet voldoet aan gehanteerde bedrijfseconomische criteria. Voor vrijwel alle duurzame energieopties (warmte/opslag voor grote gebouwen uitgezonderd) geldt dat deze (forse) meerinvesteringen vereisen ten opzichte van de conventionele technologie. Ook veel energiebesparingstechnieken zijn goedkoper.
- De investeerder ervaart de investering in een duurzame energietechnologie als een te groot economisch risico. Dit hangt onder andere samen met het feit dat:
 - De meerinvesteringen over een lange tijd terug verdiend moeten worden terwijl er onzekerheid is met betrekking tot de hoogte van de energieprijzen (waaronder de internationale ontwikkeling van de biomassa prijs), de hoogte van de meeropbrengsten bij de gesloten kas (tuinbouw specifiek) en de omvang van de besparingen op de energierekening.
 - De investeerder lange termijn zekerheid wil ten aanzien van zijn inkomsten (bijvoorbeeld investeerder in restwarmteproject of collectief systeem) terwijl de

¹⁷¹ Europese Commissie, *Result of the public consultation on the EU Initiative on heating and cooling from renewable energy sources*, November 2006.

¹⁷² CE, *Markt & Milieu Gebouwde Omgeving. Concrete stappen naar halvering van CO2-emissies in de gebouwde omgeving*, Delft, mei 2006.

¹⁷³ Joossen et al., *Feasibility studies for alternative energy systems in large new buildings: state of the art, possible barriers and how to overcome them?* Paper gepresenteerd tijdens de ECEEE Summer Study 2007 4-8 juni 2007.

¹⁷⁴ Treter et al., *Best practice policies to develop Renewable Heat markets*, REACT project, Wenen, 2004

¹⁷⁵ Eurema, *Better Building Through Energy Efficiency: A Roadmap for Europe*, Eurema, juni 2006.

¹⁷⁶ DE-koepel et al., *Duurzame Warmte & Koude. We zijn er klaar voor!*, DE-koepel, Holland Solar, Nederlands Platform Warmtepompen, NVOO, Platform Geothermie, Stichting Warmtepompen, 2007.

¹⁷⁷ LTO Glaskracht & Stichting Natuur en Milieu, *Actieplan voor een klimaatneutrale glastuinbouw*, mei 2007.

afnemer alleen korte termijn contracten wil sluiten en keuzevrijheid wil hebben (bijvoorbeeld tuinders).

- Projectontwikkelaars en woningbouwcorporaties niet altijd zekerheid hebben of zij de meerkosten kunnen doorberekenen in een hogere verkoopprijs of een verhoging van de huur. Dit probleem speelt bijvoorbeeld in de sociale huursector.
- Initiële investeringen hoger zijn dan de investeerder normaal gewend is. Het meest in het oog springende voorbeeld is diepe geothermie, maar ook de semi-gesloten kas voor een tuinder en een warmtepomp in de woningbouw zijn fors duurder dan de referentietechnologie. Daarnaast hebben investeerders soms moeilijk toegang tot kapitaal.
- Bij diepe geothermie een groot financieel risico wordt gelopen indien er misgeboord wordt, of de put onvoldoende warmte levert.
- Bestaande kapitaalgoederen nog niet zijn afgeschreven. Dit vormt onder andere een barrière in de glastuinbouw sector waar de laatste jaren een groot aantal WKK installaties is neergezet (het afgelopen jaar alleen al 620 MWe)¹⁷⁸ die onder de huidige marktomstandigheden en overheidstimulering financieel zeer rendabel zijn.

4.2.3 Technische barrières

Technische barrières hebben vooral betrekking op het feit dat opties *nog niet uitontwikkeld* zijn of zich nog *onvoldoende hebben bewezen in de markt*. Deze studie kijkt naar de volgende technologieën die min of meer uitontwikkeld zijn en daarmee een substantiële bijdrage kunnen leveren aan het realiseren van de duurzame energiedoelstelling in 2020. Dit betreft:

- Warmtepompen (al dan niet in combinatie met warmte/koudeopslag)¹⁷⁹
- Zonneboilers in de utiliteit en woningbouw,
- Bio-WKK: heeft zich al wel bewezen in het buitenland maar heeft zich nog onvoldoende bewezen in de Nederlandse industrie en glastuinbouw.
- Groengas: vergistingstechnologie

Daarnaast kijkt de studie ook naar een aantal beloftevolle technologieën waarvan wordt verwacht dat ze voor 2020 een deel van de markt kunnen bestrijken:

- Hr-ketel/warmtepompcombi: Technologie wordt momenteel gedemonstreerd in de bestaande bouw met financiële ondersteuning vanuit EOS-DEMO.
- Rookgasreiniger voor bio-olie en hout (bio-WKK en ketel) ten behoeve van CO₂-dosering in de glastuinbouw. Deze technologie is nog niet commercieel beschikbaar.
- Groengas: vergassingstechnologie is waarschijnlijk pas na 2013 commercieel beschikbaar.
- Diepe geothermie: deze technologie heeft zich in het buitenland al bewezen maar nog niet in Nederland.
- Concept van (semi-)gesloten kas heeft zich nog niet tuinbouwbreed bewezen.

¹⁷⁸ Energiebeursbulletin, maart 2007.

¹⁷⁹ Voor de warmtepomp geldt wel dat de technologie robuuster zou kunnen gemaakt voor installatiefouten en ook in de optimalisatie van bronsystemen valt nog voordeel te halen (bron: *Warmtepompen in de transitie naar een duurzame warmtevoorziening*, februari 2007).

4.2.4 Markt barrières: vraag- en aanbodzijde

Barrières aan de *aanbodzijde* van de markt hebben betrekking op beperkingen van de markt waardoor een “alles uit de kast” scenario niet mogelijk is zonder risico van oververhitting van de markt en kwaliteitsconcessies. Beperkingen aan de aanbodzijde betreffen op dit moment:

- Onvoldoende aanbod van gekwalificeerde installateurs.
- Concurrentie bij de inzet van biomassa voor elektriciteit, warmte en biobrandstoffenproductie.
- Onvoldoende productiecapaciteit om op korte termijn aan de sterk groeiende vraag naar verschillende technologieën te voldoen waardoor gevaar ontstaat van sterke prijsstijgingen, lange levertijden en onvoldoende aandacht voor kwaliteit. Dit zou kunnen gebeuren bij een sterke groei van bijvoorbeeld de zonneboiler, warmtepomp en bio-WKK markt.¹⁸⁰
- Complexiteit en diversiteit van de aanbodsectoren; de markt bestaat uit veel kleine spelers die niet altijd goed zichtbaar zijn. Kleine bedrijven moeten groot worden of nieuwe spelers moeten op de markt verschijnen.
- Onzekerheid ten aanzien van het lange termijn aanbod van restwarmte.

Barrières aan de *vraagzijde* van de markt hebben betrekking op

- Onzekerheden in de ontwikkeling van de warmte- en koudevraag. Dit speelt in het bijzonder in de glastuinbouw sector waar er een trend is naar toenemende koeling. Indien de meeropbrengsten van de semi-gesloten kas tegenvallen (of de economische waarde van de tuinbouwproducten te laag is), kan de groei in vraag naar koude veel lager uitvallen. Grootschalige introductie van de semi-gesloten kas zal leiden tot grote warmteoverschotten in de glastuinbouw. Nuttig gebruik van deze warmte vraagt om oplossingen binnen het bedrijf, clustering van tuinbouwbedrijven of levering van warmte aan andere sectoren (gebouwde omgeving).
- Grote geografische spreiding van afzetlocaties en onvoldoende intensiteit van de lokale warmtevraag om opties rendabel te kunnen maken. Dit geldt voor collectieve systemen.

4.2.5 Gebrek aan kennis en informatie

Gebrek aan kennis en informatie over duurzame warmteopties kunnen een belangrijke barrière vormen voor de verdere groei van de markt.

- Om de effectiviteit van beleid te kunnen bepalen dient *goede monitoring data* beschikbaar te zijn:
 - De monitoring van duurzame warmte staat relatief nog in de kinderschoenen. Een van de belangrijkste problemen is het feit dat duurzame meter vaak “achter de meter” plaatsvindt en dus moeilijk te meten is.
 - Naast monitoring van duurzame warmte zelf is ook betere monitoring data op sectorniveau gewenst. Een voorbeeld is de utiliteitsector waar op structurele basis

¹⁸⁰ De huidige (volwassen) WKK markt in de glastuinbouw laat zien dat bij een sterke groei van de vraag de levertijden oplopen tot 6-12 maanden (bron: Energiebeursbulletin, maart 2007).

weinig informatie verzameld word. Dit maakt het evalueren van beleid lastig en onzeker en biedt onvoldoende houvast met betrekking tot de beleidseffectiviteit.

- Eindgebruikers, investeerders en de installatiebranche kennen opties niet of kennen opties wel maar denken dat zij hem niet kunnen toepassen. Duurzame energieopties komen daardoor veelal (te) laat in beeld in het bouwproces.
- Ook het bevoegde gezag (gemeenten, provincies, centrale overheid) kenmerkt zich door een gebrek aan kennis op het onderwerp (duurzame warmte en koude heeft vooralsnog weinig tot geen politieke prioriteit).
- Eindgebruikers worden niet, onvoldoende of verkeerd geïnformeerd over opties.
- Eindgebruikers hebben geen vertrouwen in de kwaliteit van de opties. Proefprojecten bepalen in hoge mate de beeldvorming van opties. Mislukte projecten kunnen de groei van een optie sterk vertragen.
- Gebrek aan installatie- en onderhoudskennis.

4.2.6 Institutionele barrières

Institutionele barrières zijn onder andere:

- Onduidelijk beslissingproces ten aanzien van investeringen in duurzame energie projecten binnen bedrijven waardoor deze met grote vertraging of niet van de grond komen.
- Gebrek aan ervaring in multidisciplinaire samenwerking tussen installateurs met verschillende technische achtergrond. Dit speelt in het bijzonder bij warmte/koude opslag en diepe geothermie projecten.
- Met betrekking tot diepe geothermie en warmte/koudeopslag: Ontbreken van totaaloverzicht van activiteiten in de ondergrond. Dit zou op lange termijn een barrière kunnen gaan vormen voor verder groei van warmte/koude opslag en geothermie: principe “wie het eerst komt..” werkt niet bij grootschalige toepassing en kan leiden tot conflictsituaties of suboptimaal gebruik van de ondergrond (interferentie)
- Nederland is een aardgasland: aardgasinfrastructuur is vrijwel overal aanwezig. Vaak worden de bestaande/standaard oplossingen (gebaseerd op aardgas) gekozen.
- De bouwkolom is overwegend conservatief en heeft een “laagste prijs” cultuur.
- Duurzame energie is geen kernactiviteit van de meeste investerende partijen.
- Bij duurzame restwarmteprojecten heeft de eindgebruikers geen keuzevrijheid meer ten aanzien van energieleverancier.

4.2.7 Split incentive

De split incentive barrière refereert aan de situatie waarin een investeerder in een duurzame warmte of koude technologie niet degene is die profiteert van de kostenbesparing op de energierekening. Dit is bijvoorbeeld het geval bij woningcorporaties, particuliere verhuurders en verhuurders van kantoren. De huurder profiteert bij investeringen van een lagere energierekening terwijl de verhuurders meerinvesteringen niet altijd door kunnen berekenen in een verhoging van de huur. Desinteresse bij de verhuurder in duurzame energie c.q. verlaging van de energiekosten speelt ook een belangrijke rol.

In 2004 was ongeveer 47% van het totale Nederlandse woningenbestand verhuurd dit komt overeen met ongeveer 41% van het totale woonoppervlak in Nederland^{181, 182}. In een studie uitgevoerd door Ecofys in opdracht van het IEA blijkt dat in de kantoorsector ongeveer 60% van de gebruikers (uitgedrukt in m² kantooroppervlak) zelf beslissingen kan nemen over energiebesparende investeringen tegen 40% die geen invloed uit kan oefenen¹⁸³.

4.2.8 Versturende of ontbrekende regelgeving

Verstorend of ontbrekend overheidsbeleid kan een barrière vormen voor de implementatie van duurzame warmte en koude opties:

- De belangrijkste barrière vormt het gebrek aan lange termijn support voor duurzame energie in zijn algemeenheid en duurzame warmte in het bijzonder (zoals het ontbreken van een warmtewet waarin duurzame warmte en koude een juiste plek krijgen). Hierdoor heeft Nederland vooralsnog slechts een kleine markt.
- Lange vergunningstrajecten:
 - Voor warmte/koude opslag is de vergunningprocedure gebaseerd op de bodembeheer- en grondwaterwet terwijl in deze wetten geen expliciete voorzieningen zijn getroffen voor warmte/koude opslag.
 - Voor geothermie is vergunningsprocedure gebaseerd op olie en gas, waarvoor meer veiligheidsrisico's gelden dan voor geothermie en veel discussieruimte is ingelast.
- Huidige berekening van warmtetarieven op basis van het Niet Meer Dan Anders principe (NMDA) waardoor de afnemer geen financieel voordeel heeft.
- WKK beleid: Het huidige WKK beleid (EIA, MEP) zorgt ervoor dat deze opties zeer aantrekkelijk is voor glastuinders waardoor duurzame warmte- en koude opties minder snel in beeld komen.

4.3 Relatie tussen barrières en beleidsinstrumenten

De belangrijkste barrières voor implementatie van het geïnventariseerde potentieel voor duurzame warmte en koude potentieel vormen:

- (i) de hoge investeringen voor duurzame warmte technieken ten opzichte van het gangbare alternatief
- (ii) de lange terugverdientijd van de investeringen.

Andere belangrijke barrières vormen het feit dat:

- (i) een aantal technologieën zich nog onvoldoende in de markt hebben bewezen (zoals de Hr-ketel/warmtepompcombinatie en de semi-gesloten kas in de glastuinbouw)

¹⁸¹ KWR, *Registration of the quality of the housing stock*, VROM, 2000.

¹⁸² CBS Statline, cijfers 2005, www.cbs.nl.

¹⁸³ De Visser, E, M Harmelink, *Energy use in commercial office buildings in the Netherlands*, Ecofys commissioned by the IEA (nog niet gepubliceerd).

- (ii) door het gebrek aan een grote marktvraag het aanbod nog erg versnipperd is en kennis en interesse bij belangrijke marktspelers en overheden nog onvoldoende is. Gevaar van oververhitting van de markt ligt aan de andere kant op de loer als de vraag naar duurzame warmte en koude te snel groeit.

Beleidsinstrumenten kunnen worden ingezet om de verschillende barrières weg te nemen. Tabel 19 geeft een overzicht tussen de verschillende type barrières voor duurzame warmte en koude en de verschillende type instrumenten die ingezet kunnen worden om deze barrières te overwinnen. Bij de indeling van het beleid is een onderscheid gemaakt naar:

7. Belastingen
8. Regulering
9. Budgettering (van CO₂-emissies of energiegebruik)
10. Financieel instrumentarium
11. Vrijwillige afspraken
12. Overig instrumentarium

Tabel 19 Relatie tussen inzet van beleidsinstrumenten en het barrières die weggenomen kunnen worden

	Belastingen	Regulering	Budgettering	Subsidies/fiscale instrumenten	Vrijwillige afspraken	Flankerend
Economische barrières						
• <i>hoge investeringen</i>						
• <i>lage rentabiliteit</i>						
Markt barrières						
• <i>onvolwassenheid van de markt</i>						
Technische barrières						
• <i>technologie nog onvoldoende bewezen in de markt</i>						
Gebrek aan kennis en informatie						
Institutionele barrières						
• <i>gebrek aan multidisciplinaire samenwerking</i>						
Split incentive						
Verstorende of ontbrekende regelgeving						
• <i>lange vergunningsprocedures</i>						

4.4 Aanscherping huidige beleid en mogelijkheden voor nieuw beleid

Deze paragraaf start met een algemeen overzicht van de huidige beleidscontext voor duurzame warmte in zowel Europa als Nederland. Daarbij wordt zowel op Europees als nationaal niveau gekeken wat de algemene beleidslijn is ten aanzien van duurzame warmte en koude en welke specifieke instrumenten momenteel worden ingezet om duurzame warmte te stimuleren. Vervolgens is bekeken wat de specifieke mogelijkheden op nationaal niveau zijn voor aanscherping van het huidige beleid en inzet van nieuw beleid.

4.4.1 Europese beleidscontext

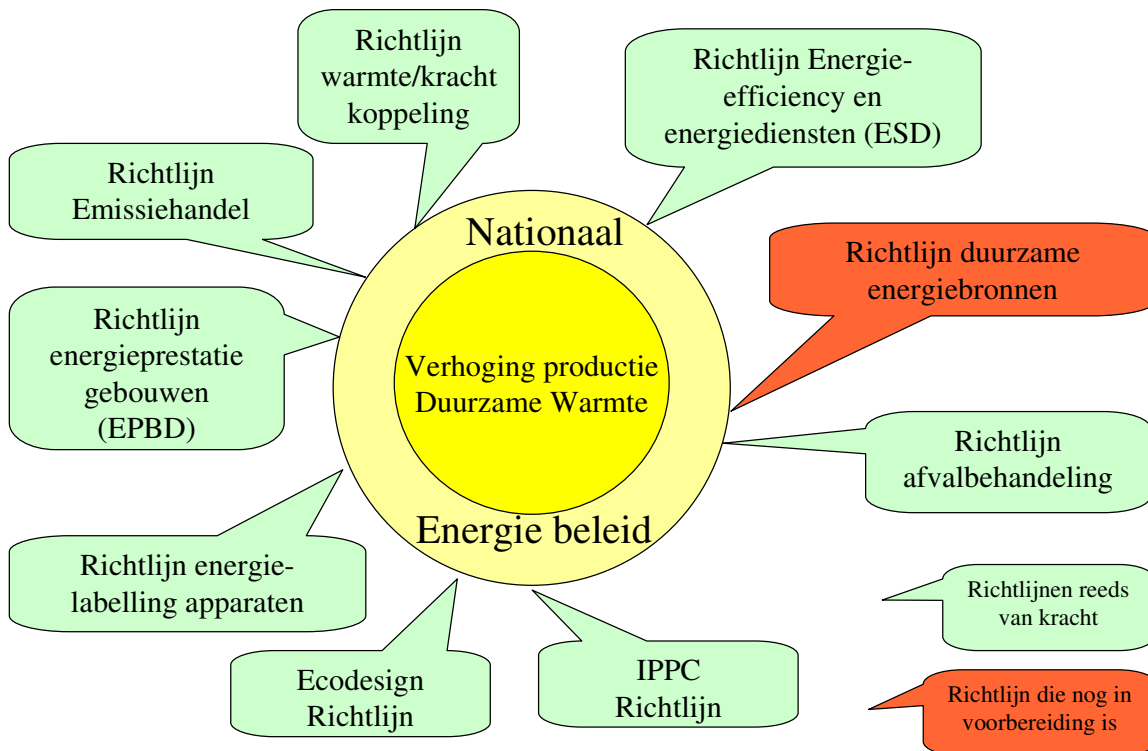
Het Europese Parlement en de Europese Commissie onderschrijven het belang van het stimuleren van duurzame warmte (en koeling) voor de verdere verduurzaming van de energievoorziening. In december 2005 heeft de Duitse Europarlementariër Mechtild Rothe geprobeerd te komen tot een bindende afspraak over een aandeel van 25% duurzame warmte en koeling in 2020. Om de barrières voor de toepassing van duurzame warmte en koeling te overwinnen stelde het Europese Parlement voor om een aparte richtlijn voor ‘heating and cooling’ in het leven te roepen¹⁸⁴. Deze richtlijn heeft het uiteindelijk niet gehaald vanwege onenigheid over de inzet van een generieke doelstelling dan wel inzet van specifieke doelstellingen (en richtlijnen) voor de verschillende duurzame warmtebronnen. Begin maart 2007 hebben de Europese ministers overeenstemming bereikt over de doelstelling van 20% duurzame energie in 2020. Deze doelstellingen en verdere afspraken worden vastgelegd in een nieuwe richtlijn voor duurzame energie waarvan ‘heating and cooling’ een integraal onderdeel vormen¹⁸⁵.

Figuur 24 geeft een overzicht van de EU richtlijnen die al van kracht zijn of in voorbereiding en die direct of indirect een bijdrage (kunnen) leveren aan verhoging van de productie van duurzame warmte in Nederland. In het Actieplan Energiebesparing¹⁸⁶ heeft de Europese Commissie de gebouwde omgeving en de transportsector aangewezen als belangrijkste sectoren voor het realiseren van extra energiebesparing. De Europese Commissie wil vooral bestaande richtlijnen en vrijwillige overeenkomsten gebruiken als kapstok voor verdere aanscherping van het energiebesparingsbeleid. Deze kunnen ook van invloed zijn op de verdere implementatie van duurzame warmte. Wärmtepompen worden Europees gezien als energiebesparing en niet als duurzame energie.

¹⁸⁴ ENDS Daily, *Rothe calls for 25% EU renewable heating target*, Thursday 1 December 2005.

¹⁸⁵ Europese Commissie, *Een Energiebeleid voor Europa*, 10.1.2007. COM(2007) 1 definitief.

¹⁸⁶ Europese Commissie, *Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential*, Brussels, 19.10.2006 COM(2006) 545 final.



Figuur 24 EU richtlijnen die al van kracht zijn of in voorbereiding die direct of indirect een bijdrage kunnen leveren aan verhoging van de productie van duurzame warmte in Nederland

De richtlijnen beïnvloeden gebruik van duurzame warmte als volgt:

- *Richtlijn Energieprestatie van gebouwen (EPBD) (2003)*: De richtlijn verplicht tot:
 - (1) Toepassing van minimale energie-eisen voor nieuwbouw en bestaande gebouwen met oppervlak > 1000 m² die een grote renovatie ondergaan;
 - (2) Verplichting tot uitvoeren van onderzoek naar haalbaarheid van de toepassing duurzame energietechnologieën.
 - (3) Invoering van een energiecertificaat van gebouwen;
 - (4) Periodieke inspectie van verwarming- en koelinstallaties.

De verplichte uitvoering van een haalbaarheidsonderzoek en de invoering van energiecertificaat bieden aanknopingspunten voor nationaal beleid. Om het effect van de richtlijn te vergroten stelt het Actieplan Energiebesparing onder meer voor om ook een verplichting te introduceren voor het installeren van passieve verwarming en koeling, evenals toepassing minimale energie-eisen voor gebouwen met oppervlak < 1000 m² te verplichten.
- *Richtlijn Emissiehandel (2003)*: De richtlijn stelt een maximum aan de uitstoot van CO₂ bij grote (verbranding-)installaties in de industrie- en energiesector. Daarbij kunnen eigenaars van installaties kiezen of ze zelf reducerende maatregelen nemen (waaronder energie efficiency maatregelen) of CO₂-rechten inkopen om aan hun verplichting te voldoen. Op Europees niveau wordt gesproken over verdere uitbreiding van het aantal sectoren en installaties dat onder emissiehandel gaat vallen.

- *Richtlijn Warmtekrachtkoppeling (2004)*: De richtlijn wil de toepassing van hoogefficiënte warmtekrachtkoppeling stimuleren, maar bevat geen indicatieve doelstelling voor te realiseren aandeel. De richtlijn is vooral gericht op het wegnemen van barrières voor warmtekracht zoals eerlijke toegang tot het energienet. Het Actieplan stelt onder meer voor om de richtlijn uit te breiden met minimum efficiëncyetisen voor warmtedistributie en microwarmtekracht. De richtlijn noemt specifiek bio-WKK als een belangrijke optie maar gaat niet in op specifiek beleid.
- *Richtlijn ecodesign voor energieverbruikende apparatuur (2005)*: De richtlijn richt zich op het opstellen van verplichtende ontwerpeisen voor energieverbruikende apparaten met uitzondering van transportvoertuigen. Het doel is om in de periode 2007-2009 voor 14 producten richtlijnen op te stellen waaronder boilers, computers en televisies, plus voor standby-verbruik van apparatuur. Deze richtlijn biedt aanknopingspunten om zeer energie inefficiënte airco's van de Europese markt te weren.
- *Richtlijn Energie-efficiency en energiediensten (2006)*: De richtlijn schept vooral de kaders voor een energiebesparingsbeleid op nationaal niveau en geeft als indicatieve doelstelling 9% extra energiebesparing in de periode 2008-2017. Daarnaast stelt de richtlijn dat (1) de overheid een 'voorbeeldrol' moet gaan spelen bij energiebesparing en (2) energiebedrijven en –distributeurs hierbij een 'rol' moeten gaan spelen. Verwarming en koeling (b.v. warmtepompen, nieuwe efficiënte boilers, installatie/modernisering van collectieve verwarming/koelingsystemen) worden expliciet genoemd als mogelijke maatregelen die bij kunnen dragen aan energiebesparing.
- *Richtlijn afvalbehandeling (1999)*. De richtlijn bevat operationele en technische voorschriften inzake afvalstoffen en stortplaatsen, procedures en richtsnoeren om negatieve gevolgen van het storten van afvalstoffen voor het milieu en elk risico tijdens de levensduur van de stortplaats te voorkomen of zoveel mogelijk te verminderen. Maatregelen liggen op het vlak van hergebruik, compostering en productie van biogas.
- *Richtlijn labellen huishoudelijke apparaten (1995)*: De richtlijn verplicht lidstaten om huishoudelijk apparatuur te voorzien van een energielabel. Dit betreft onder andere wasmachines, vaatwassers, koelkasten, vriezers en lampen. De huidige richtlijn voorziet niet in een frequente update van het labelling systeem waardoor bijvoorbeeld in Nederland soms meer dan 90% apparaten in bepaalde categorieën een A-label hebben. In het Actieplan Energiebesparing stelt de EC daarom voor om het labellingsysteem iedere vijf jaar te herzien zodat 10-20% van de apparatuur een A-label heeft. Aanscherping van de labelling van airco zou hieronder kunnen vallen en de labelling van warmtepompen (dit is nu nog niet voorzien).
- *IPPC Richtlijn*. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) richtlijn specificceert best beschikbare technieken (BAT) die lidstaten dienen te gebruiken als richtlijn bij het verlenen van milieuvergunningen met het doel dat industriële inrichtingen alle passende preventieve maatregelen tegen verontreinigingen worden treffen. In Nederland is de richtlijn geïmplementeerd in de Nederlandse Wet milieubeheer en het Inrichtingen- en Vergunningen besluit.
- *Richtlijn duurzame energiebronnen*. Deze richtlijn is nog in voorbereiding. In deze richtlijn zullen naar verwachting doelstellingen per lidstaat en verdere afspraken worden vastgelegd. 'Heating and cooling' vormt hiervan een integraal onderdeel.

4.4.2 Nationaal beleid

Tabel 20 geeft een overzicht van het huidige beleidsinstrumentarium (in zwart) dat in de verschillende sectoren beschikbaar is en dat in principe in meerdere of mindere mate een stimulans vormt voor het gebruik en de productie van duurzame warmte- en koude.

De tabel geeft daarnaast een overzicht van de mogelijkheden *voor aanscherping van het huidige instrumentarium en voor nieuw instrumentarium* op nationaal niveau met het doel het gebruik van duurzame warmte en koude te vergroten (in rood). Voor deze inventarisatie is zoveel mogelijk geput uit de ideeën die momenteel leven bij zowel beleidsmakers als marktpartijen (zoals Green4Sure, Meer met minder, Schoner en Zuiniger, etc) en die in de stakeholder consultatie naar voren zijn gekomen. Alle nieuwe beleidsopties zijn in de tekst kwalitatief beoordeeld op hun mogelijke impact op de verdere implementatie van duurzame warmte en koude (effectiviteit) en er is een inschatting gegeven van de uitvoerbaarheid.

Tabel 20 Overzicht huidig instrumentarium (zwart) en voorstel voor aanscherping huidige instrumentarium en nieuw instrumentarium (rood) voor de verschillende sectoren

		Effect op:					
		Woningbouw-nieuw	Woningbouw-bestaand	Utiliteitsbouw-nieuw	Utiliteitsbouw-bestaand	Glastuinbouw	Industrie
[Huidig beleid]							
<ul style="list-style-type: none"> • voorstel voor aanscherping huidig beleid of nieuw beleid 							
Belasting	Energiebelasting:	X	X	X	X	X	
	<ul style="list-style-type: none"> • Verhogen en verbreden (vrijstelling voor Groengas) 	X	X	X	X	X	
	<ul style="list-style-type: none"> • Vrijstelling elektriciteitsgebruik warmtepomp 	X	X	X	X	X	
	<ul style="list-style-type: none"> • Belasting op het lozen van afvalwarmte 	X	X	X	X	X	X
Regelgeving	EPC/EPN:	X		X			
	<ul style="list-style-type: none"> • Verdere verlaging EPC/EPN in zowel woning- als utiliteitsbouw 	X		X			
	EPL:	X		X			
	<ul style="list-style-type: none"> • Verplichting tot duurzaam aanbesteden energie-infrastructuur 	X		X			
	Verplichte energielabelling bestaande gebouwen		X		X		
	<ul style="list-style-type: none"> • Particuliere woningeigenaren verplichten woning gefaseerd op B-label te brengen 		X		X		
	<ul style="list-style-type: none"> • Verhuurders verplichten woningen gefaseerd op B-label te brengen 		X		X		
	<ul style="list-style-type: none"> • Bestaande utiliteitsbouw verplichten gebouwen gefaseerd op B-labelniveau te brengen 		X		X		
	Milieuvergunning:			X	X	X	X
	<ul style="list-style-type: none"> • Betere handhaving energie-eisen • IRR eis verruimen • BAT voorschrijven 			X	X	X	X
AMvB Glastuinbouw/GLAMI convenant					X		
<ul style="list-style-type: none"> • Invoering CO₂-normen en aanscherping van normen 					X		
<ul style="list-style-type: none"> • Verplichting op toepassing duurzame warmte/koude bij nieuwbouw/renovatie 	X		X				
<ul style="list-style-type: none"> • Verplichting toepassing LT systemen of restwarmte in nieuwbouw en zonneboilers in nieuwbouw en bestaande bouw 	X	X	X	X			
<ul style="list-style-type: none"> • Normering van airconditioning 	X	X	X	X			
<ul style="list-style-type: none"> • Aanpassing woningwaarderingstelsel 	X	X					

		Effect op:					
		Woningbouw-nieuw	Woningbouw-bestaand	Utiliteitsbouw-nieuw	Utiliteitsbouw-bestaand	Glastuinbouw	Industrie
[Huidig beleid]							
<ul style="list-style-type: none"> voorstel voor aanscherping huidig beleid of nieuw beleid 							
Budgettering	CO ₂ -emissiehandel:	X	X	X	X	X	X
	<ul style="list-style-type: none"> Uitbreiding emissiehandel met meerdere sectoren 	X	X	X	X	X	X
	<ul style="list-style-type: none"> Fossiele energierechten voor de gebouwde omgeving 	X	X	X	X		
	<ul style="list-style-type: none"> (Verhandelbare) duurzame energieverplichting voor energiebedrijven 	X	X	X	X	X	X
Financieel	MEP:			X	X	X	X
	<ul style="list-style-type: none"> Duurzame warmte productie met bio-WKK waarden in MEP 	X	X	X	X	X	X
	<ul style="list-style-type: none"> Exploitatiesubsidie voor collectieve duurzame warmte restwarmte 	X	X	X	X	X	X
	Groene financiering	X	X	X	X	X	X
	EIA/MIA;			X	X	X	X
	<ul style="list-style-type: none"> Financiële stimulans verhogen 			X	X	X	X
	MEI-regeling					X	X
	<ul style="list-style-type: none"> Differentiatie van de overdrachtsbelasting 	X	X				
	<ul style="list-style-type: none"> Financiële stimulering via de inkomstenbelasting 	X	X				
	<ul style="list-style-type: none"> Zachte leningen/revolverend fonds 	X	X	X	X		
	<ul style="list-style-type: none"> (Tijdelijke) subsidieregeling voor technologieën die zich nog onvoldoende bewezen hebben in de markt 	X	X	X	X	X	X
Vrijwillige afspraken	MJA's industrie en utiliteit:			X	X		X
	<ul style="list-style-type: none"> Concrete meetbare afspraken duurzame warmte 			X	X		X
	BANS Klimaatconvenant:						
	<ul style="list-style-type: none"> Concrete meetbare afspraken m.b.t. duurzame warmte 	X	X	X	X	X	
	<ul style="list-style-type: none"> Convenanten met woningcorporaties, energiebedrijven, grote vastgoedbeheerders 	X	X	X	X		
Overig	Garantiefonds geothermie glastuinbouw					X	
	<ul style="list-style-type: none"> Structureel garantiefonds voor alle sectoren 	X	X	X	X	X	X
	<ul style="list-style-type: none"> Trainingen en opleidingen installatiebranche 	X	X	X	X	X	X
	EOS-DEMO	X	X	X	X	X	X
	<ul style="list-style-type: none"> Expertise/aanjaagcentrum duurzame warmte 	X	X	X	X	X	X
	Duurzaam inkopen overheid (100% in 2010)			X	X		
	Wet bodembeheer/grondwaterwet:			X		X	
	<ul style="list-style-type: none"> Aanpassing zodat rekening wordt gehouden met mogelijkheid W/K opslag 	X		X		X	

4.4.3 Belastingen

Huidig beleid

- (1) *Energiebelasting*. De energiebelasting treft vooral de huishoudens. Huishoudens betalen momenteel 0,18 euro/m³ aardgas (inclusief BTW) en 0,08 euro/kWh¹⁸⁷. Dit is omgerekend ongeveer 100 euro per vermeden ton vermeden CO₂ voor aardgas en 137¹⁸⁸ euro per vermeden ton CO₂ voor elektriciteit. Dit is echter onvoldoende om duurzame warmte en koude technologieën voor deze sector economisch aantrekkelijk te maken.
- (2) *Energiebelasting* De utiliteitssector betaalt eveneens energiebelasting maar omdat een groot gedeelte van het gebruik in hogere schijf zit waarover minder energiebelasting betaald hoeft te worden, is de effectieve belastingdruk lager. Het niveau van belastingen is niet hoog genoeg om investeringen in duurzame warmte- en koude technologieën aantrekkelijk te maken.
- (3) *Energiebelasting*. Glastuinbouwsector betaalt een aangepaste energiebelasting voor aardgas. WKK is vrijgesteld

Aanscherping huidig of nieuw beleid

1. *Energiebelasting* De energiebelasting op aardgas voor huishoudens is al relatief hoog verleden met andere sectoren. De belasting zou echter fors verder verhoogd moeten worden (verdubbeling/verdrievoudiging) om ervoor te zorgen dat duurzame warmteopties in beeld komen. Deze verhoging treft ook de utiliteitssector, maar zal daar relatief minder effect hebben.
2. *Afschaffing speciaal tarief energiebelasting glastuinbouw*. Speciaal tarief voor glastuinbouw sector afschaffen waardoor de kosten voor aardgas stijgen. Hierdoor verbetert de rentabiliteit van investeringen in duurzame warmte- en koude opties. Echter, ook de rentabiliteit van WKK verbetert bij een verhoging van de energiebelasting vanwege de vrijstelling. In 2007 wordt bij de Europese Commissie een verlenging van het aangepaste tuinbouwtarief aangevraagd
3. *Vrijstelling energiebelasting voor groengas*: Vrijstelling van de energiebelasting op de consumptie van groengas. Dit verbetert de rentabiliteit van groengas opties. Bij het huidige niveau van de energiebelasting zou een gedeelte van het potentieel al in beeld komen.
4. *Belasting op het lozen van fossiele afvalwarmte*. Invoering van een belasting op het lozen van fossiele afvalwarmte zou een stimulans vormen voor het gebruik van (duurzame) restwarmte, waardoor deze optie eerder in beeld komt.
5. *Vrijstelling energiebelasting elektriciteit warmtepomp*. Vrijstelling van energiebelasting voor elektriciteit die wordt gebruikt voor het aandrijven van een warmtepomp. Hierdoor wordt de warmtepomp economische aantrekkelijker.

¹⁸⁷ <http://www.minfin.nl/binaries/minfin/assets/pdf/dossiers/belastingplannen/accijnzen-en-verbruiksbelastingen-1-juni-2007.pdf>.

¹⁸⁸ Uitgaande van een emissies van 606 gr per kWh conform het protocol Monitoring Duurzame energie voor 2020.

4.4.4 Regelgeving

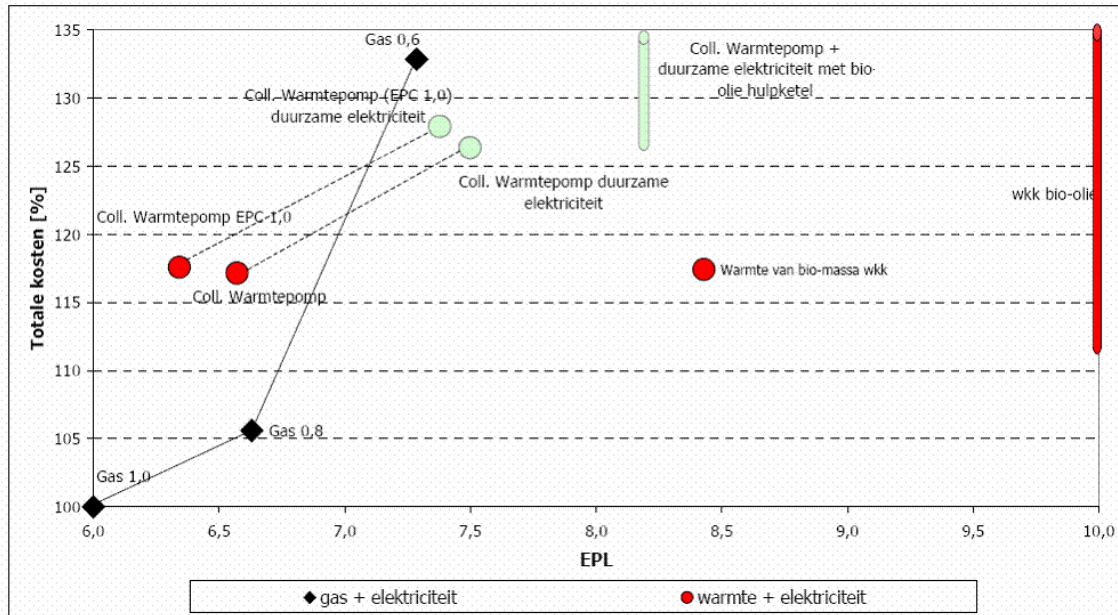
Huidig beleid

1. *Energieprestatienorm (EPC/EPN)*: De EPC voor nieuwbouwwoningen is sinds 2006 verlaagd naar 0,8. Deze norm is haalbaar zonder gebruik te maken van duurzame warmte (bijvoorbeeld door verbeterde isolatie en (vraaggestuurde) ventilatie met warmteterugwinning). De EPC/EPN voor nieuwbouw en grootschalige renovatie in de utiliteitssector verschilt per segment.
2. *Energieprestatie op Locatie (EPL)*. De EnergiePrestatie op Locatie (EPL) is een hulpmiddel dat ontwikkeld is in 1998 in kader van de uitvoering van het programma Optimale Energie Infrastructuur (OEI). Hierbij geldt hoe hoger de EPL, des te lager het energieverbruik. De EPL is net als de EPC een maat voor het berekende verbruik van fossiele brandstoffen maar dan voor een hele wijk inclusief de energievoorziening. De EPL heeft nu geen verplichtend karakter.
3. *Milieuvergunning*. In de milieuvergunning kunnen gemeenten en provincies eisen stellen ten aanzien van de implementatie van energiebesparende maatregelen. In principe kunnen zij in het kader van de Wet Milieubeheer eisen dat alle maatregelen met een terugverdientijd van minder dan 5 jaar worden geïmplementeerd. Uit onderzoek uit 2000 bleek dat gemeenten dit onderdeel van de wet Milieubeheer slecht implementeerden en handhaafden¹⁸⁹.
4. *AMvB Glastuinbouw/GLAMI covenant*: In het kader van de AMvB glastuinbouw zijn in de milieuvergunning voor tuinder energienormen vastgelegd per type teelt.

Aanscherping huidig of nieuw beleid

1. *EPC/EPN*: Verdere verlaging EPC/EPN in zowel woning- als utiliteitsbouw. Bij verdere verlaging van de EPC in de woningbouw komen zowel duurzame warmteopties in beeld. Wij schatten zowel de uitvoerbaarheid als haalbaarheid van deze optie in als hoog. Hierbij moet wel worden aangetekend dat de stapsgewijze verlaging van de EPC tot nu toe alleen aanvaardbaar waren voor de sector omdat deze kostenneutraal was te realiseren.
2. *Energieprestatie op Locatie (EPL)*: Gemeenten verplichten tot het duurzaam aanbesteden energie-infrastructuur, waarbij de EPL stapsgewijs wordt verlaagd. Bij de huidige EPC van 0,8 wordt een EPL van 6,6 gerealiseerd. Een EPL van 8 kan bijvoorbeeld gerealiseerd worden met collectieve warmtepomp aangedreven met duurzame elektriciteit. Een EPL van 10 is een klimaatneutrale wijk en kan momenteel gerealiseerd worden met een bio-WKK.

¹⁸⁹ VROM, *Hoofdrapport project Energie in de Milieuvergunning*, Den Haag.



Figuur 25 Illustratie van de relatie tussen de EPN en de EPL en de verschillende duurzame warmte technologieën die in beeld komen bij aanscherping van de EPL (Noot: dit is een illustratie niet alle duurzame warmte- en koude technologieën zijn in de figuur vergeleken)

3. *Verplicht aandeel duurzame energie in de nieuwbouw.* Verplichting om bij nieuwbouw of grootschalige renovatie een bepaald percentage (bijvoorbeeld 20%) van de warmte en koudevraag duurzaam in te vullen. Deze verplichting is recent bijvoorbeeld afgekondigd in de staat Baden-Württemberg.
4. *Verplichting op toepassing van technieken.* Verplichting toepassing lage temperatuur (LT) systemen en restwarmte in de nieuwbouw (aanscherping Bouwbesluit), en toepassing van zonneboilers in zowel nieuwbouw als renovatie. Het voorschrijven van technologieën door de overheid beperkt de keuzevrijheid van de markt op zoek te gaan naar de meest kosteneffectieve oplossing en kan leiden tot een technologische lock-in.
5. *Normering van airco's.* Energienormering van airco's zodat energie inefficiënte apparaten van de markt worden geweerd. Dit zal op Europees niveau ingevoerd moeten worden bijvoorbeeld in het kader van de Ecodesign richtlijn.
6. *Energiecertificering van bestaande gebouwen.* In het kader van de EPBD moeten alle gebouwen die overgaan naar een nieuwe eigenaar of huurder per 1 januari 2008 voorzien zijn van een energieprestatiecertificaat.
 - In de utiliteitsbouw zou hieraan in de milieuvergunning de eis gekoppeld kunnen worden dat het gebouw op een bepaald label niveau wordt gebracht.
 - Particuliere woningeigenaren zouden een verplichting geïntroduceerd kunnen krijgen om een woning bij aankoop minimaal 2 energielabels omhoog te brengen (tot B-niveau). Het huidige B-label kan in principe gerealiseerd worden zonder het gebruik van duurzame warmtebronnen. Om het B-label te realiseren zullen echter ook minder kosteneffectieve

- isolatiemaatregelen geïmplementeerd moeten worden en daarnaast een Hr++ ketel. Mogelijk komen een aantal duurzame warmte opties dan in beeld.
- Verhuurders (woningbouw en utiliteit) krijgen een verplichting om hun woningvoorraad gefaseerd op B-label te brengen. Hieraan gekoppeld zit de aanpassing van het woningwaarderingstelsel.
7. *Milieuvergunning*: Verbeterde handhaving van energie-eisen in de milieuvergunning, verruiming van de IRR eis en voorschrijven van BAT. Het voorschrijven van duurzame warmte en koude technologie als BAT is uitvoerbaar maar niet overal haalbaar (in utiliteit en glastuinbouw eventueel wel in geval van warmte/koudeopslag).
 8. *AMvB Glastuinbouw/GLAMI covenant*: Omzetting van huidige energienormen naar CO₂-normen en verdere aanscherping van de normen. Bij omzetting van energienormen naar CO₂-normen komen duurzame warmteopties eerder in beeld.
 9. *Aanpassing woningwaarderingstelsel*: Aanpassing van het woningwaarderingstelsel zodat duurzame warmte en koude opties beter worden gewaardeerd en deze niet door huurders geweigerd kunnen worden en verhuurder verplicht bij een bepaald percentage van hun huurder duurzame warmte opties te realiseren.

4.4.5 Budgettering van emissies of energiegebruik

Huidig beleid

1. *Europese CO₂-emissiehandel*: Het systeem van Europese emissiehandel stelt een maximum aan de uitstoot van CO₂ bij grote (verbranding-)installaties in de industrie- en energiesector. Momenteel wordt er gesproken over uitbreiding van emissiehandel met de luchtvaartsector en een aantal grote bronnen van niet-CO₂-broeikasgassen. Ook in de glastuinbouw staat aansluiting bij het CO₂-emissiehandelsysteem op dit moment op de gespreksagenda.

Aanscherping huidig of nieuw beleid

1. *Emissiehandel*: Aanscherping en uitbreiding van het huidige systeem van emissiehandel naar de gebouwde omgeving en de glastuinbouw. Bij verdere aanscherping van het plafond voor CO₂-emissiehandel zal de prijs voor emissierechten stijgen. De plafonds zullen echter fors moeten dalen voordat duurzame warmte en koude opties in beeld komen. Uitbreiding zou betekenen dat het aantal installaties/deelnemers onder het systeem van emissiehandel fors zou toenemen. Effect op implementatie van duurzame warmteopties is daarbij weer afhankelijk van de hoogte van het plafond en de resulterende prijs voor CO₂-emissierechten.
2. *Fossiele energierechten voor de gebouwde omgeving*: In Green4Sure¹⁹⁰ is het concept van fossiele energierechten uitgewerkt voor de gebouwde omgeving. Fossiele energierechten bestaan uit twee delen: 1) elektriciteitsbedrijven krijgen de verplichting om het aandeel duurzame elektriciteit geleverd aan de gebouwde omgeving in stappen te verhogen, 2) de aardgasverkopen in de gebouwde omgeving worden onder een apart systeem gebracht en de energiebedrijven moeten over rechten beschikken om aardgas te mogen verkopen, deze rechten zijn verhandelbaar.

¹⁹⁰ CE, *Green4Sure. Het groene energieplan*, Hoofdrapport, CE, Delft, mei 2007.

3. *(Verhandelbare) duurzame energieverplichting voor energiebedrijven:* Energiebedrijven krijgen de verplichting om een gedeelte van hun portfolio duurzaam in te vullen. Met deze zogenaamde Renewable Portfolio Standards (RPS) is in de VS al uitgebreide ervaring opgedaan in verschillende staten¹⁹¹. De RPS zijn zowel generiek geformuleerd als technologie specifiek ingevuld waaronder ook duurzame warmte technologieën. In Europa hebben o.a. het Verenigd Koninkrijk en België een verplichting voor duurzame energie maar deze heeft alleen betrekking op elektriciteitsproductie. Een ander systeem van verhandelbaarheid vormt de handel in energiebesparingcertificaten of witte certificaten. In zowel Italië als Frankrijk zijn witte certificaten systemen ingevoerd gekoppeld aan een verplichting opgelegd aan energiebedrijven om een bepaalde hoeveelheid energie te besparen bij hun klanten. Sommige duurzame warmtebronnen worden hierbij extra gestimuleerd door het toekennen van een ‘premium’ (extra witte certificaten en daarmee een extra financiële prikkel). Hierbij moet worden opgemerkt dat ervaringen in andere landen laat zien dat nationale markten nog verre van optimaal functioneren omdat het aantal marktspelers veelal te gering is om een liquide markt te realiseren^{192 193}. Voor een goed functionerende markt zou dergelijke systemen op EU niveau ingevoerd moeten worden (of een aantal landen zouden hun systemen moeten integreren). Verder is vraag verhandelbaarheid om een goed systeem van certificering van duurzame warmte dit is momenteel nog niet beschikbaar.

4.4.6 Financieel

Huidig beleid

1. *Milieu kwaliteit Elektriciteitsproductie (MEP):* De MEP is een subsidie op de productie van duurzame energie zoals de productie van elektriciteit uit windenergie, biomassa en zon-PV. De MEP bevat geen stimulans voor de productie van duurzame warmte en koude.
2. *Energie InvesteringsAftrek (EIA)/Milieu InvesteringsAftrek (MIA).* De EIA en MIA zijn fiscale regelingen. In principe kunnen ondernemingen uit alle economische sectoren een aanvraag indienen, mits belastingplichtig voor de inkomsten- of vennootschapsbelasting. De EIA is een generieke fiscale regeling waarbij een investeerder de mogelijkheid krijgt om bepaalde investeringskosten van de fiscale winst af te trekken. Momenteel is 44% van de investeringskosten aftrekbaar van de fiscale winst. Het directe financiële voordeel is afhankelijk van het belastingpercentage over de winst. De volgende duurzame warmte technologieën komen nu in aanmerking voor de EIA¹⁹⁴: warmtepompen, biomassa technologieën (stortgaswinning, bio-WKK, bio-ketel), warmte/koude opslag, uitkoppelen van afvalwarmte en zonthermisch.
3. *Groenfinanciering*¹⁹⁵: In 1995 heeft de overheid Groen Beleggen als stimuleringsmaatregel voor investeringsprojecten in Nederland met milieuwinst opgezet. Spaarders en beleggers

¹⁹¹ Zie o.a.: Holt E, R Wiser, *The Treatment of Renewable Energy Certificates, Emission Allowances, and Green Power Programs in State Renewable Portfolio Standards*, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California, 2007.

¹⁹² Zie voor ervaringen met witte certificaten EuroWhiteCert project: www.ewc.polimi.it.

¹⁹³ Zie voor ervaringen met renewable obligations in Europa o.a.: www.optres.fhg.de.

¹⁹⁴ SenterNovem, www.senternovem.nl/eia, 1 juli 2007.

¹⁹⁵ SenterNovem, www.senternovem.nl/groenbeleggen/financiering/Belastingvoordelen.asp, 1 juli 2007.

betalen normaal 1,2% vermogensrendementsheffing over het gespaarde of belegde bedrag (30% over het forfaitaire rendement van 4% geeft 1,2%). Deelnemers in groenfondsen zijn hiervan vrijgesteld tot een maximaal vermogen van 52.110 euro per persoon (2005). Groenfondsen (banken) kunnen hierdoor leningen aanbieden tegen een lagere rente dan de marktrente. Investeerders in groene projecten profiteren daarvan. De ervaring heeft geleerd dat voor de financiering van projecten met een groenverklaring de groenfondsen een rentetarief hanteren dat circa 1 à 2 % lager ligt dan anders het geval zou zijn. Alle in dit project onderzochte duurzame warmte- en koude technologieën (mits de projectomvang voldoende groot is) komen in aanmerking voor groenfinanciering.

4. *Marktintroductie Energie-Innovaties (MEI-regeling)*. Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit heeft 28 miljoen euro beschikbaar voor investeringen in innovatieve energiesystemen in de glastuinbouw waaronder de (semi)-gesloten kas. Aanvragers ontvangen maximaal 40 procent subsidie op hun investeringskosten.

Aanscherping huidig of nieuw beleid

1. *Levering van duurzame warmte waarden in MEP*. Momenteel is de MEP alleen beschikbaar voor duurzaam geproduceerde elektriciteit. De MEP zou aangepast kunnen worden zodat ook (grootschalige) productie van duurzame warmte met bio-WKK financieel aantrekkelijk wordt gemaakt. Hierbij zou bijvoorbeeld gekeken kunnen worden naar het Vlaamse en Waalse systeem waar warmtelevering van WKK een extra bonus krijgt op basis van de bespaarde energie (t.o.v. STEG en Hr-ketel). Een andere optie is de rendementseis voor bio-WKK zodanig hoog te stellen (bijvoorbeeld minimaal 75% conform de Europese WKK richtlijn) dat benutting van warmte een vereiste is. De doelstelling van de regeling moet wel helder geformuleerd worden. Door het stellen van rendementseisen wordt de regeling minder geschikt voor het stimuleren van innovatieve technologie.
2. *Exploitatiesubsidie voor (duurzame) restwarmtebenutting*: Invoering van een exploitatiesubsidie op het gebruik van (duurzame) restwarmte.
3. *EIA/MIA*: Aftrekbaarheid van duurzame warmte- en koudeopties verhogen en differentiëren naar CO₂-reductie waardoor de financiële stimulans (voor sommige opties) wordt verhoogd. Verder is het van belang dat technieken van de EIA lijst worden gehaald zodra deze rendabel zijn en alternatieven beschikbaar zijn in de markt.
4. *Differentiatie van de overdrachtsbelasting gekoppeld aan woninglabel*: Aanbrengen van differentiatie in de overdrachtbelasting, waarbij overdrachtbelasting wordt verhoogd voor energie-inefficiënte woningen (bijvoorbeeld voor woningen met energielabel met D, E, F en G) en wordt verlaagd voor woningen in de A, B of C categorie.
5. *Financiële stimulering via inkomstenbelasting*. Vast bedrag is aftrekbaar van de inkomstenbelasting wanneer woning bijvoorbeeld met 2 labelstappen is verbeterd. In plaats van een vast bedrag zou ook gekozen kunnen worden voor het aftrekbaar maken van een bepaald percentage van de daadwerkelijke investeringen maar daarmee worden de uitvoeringskosten aanzienlijk verhoogd.
6. *Zachte leningen*. Door middel van zachte leningen krijgen investeerders toegang tot goedkoop kapitaal waarmee de rentekosten afnemen en de kosteneffectiviteit van investeringen verbeterd (vergelijkbaar met groenfinanciering).

7. *(Tijdelijke) subsidieregeling.* Tijdelijke subsidieregeling voor technologieën die zich nog onvoldoende bewezen hebben in de markt zou een push kunnen geven. Een aantal technologieën zoals warmte/koudeopslag in de glastuinbouw en de Hrketel/warmtepompcombi hebben zich nog niet of onvoldoende op de markt bewezen. Om marktacceptatie te versnellen en verdere uitontwikkeling van de technologie kunnen gerichte subsidies verstrekt worden. In een latere fase moeten technologieën gebruik kunnen maken van de EIA totdat het gangbare technologie is geworden.

4.4.7 Vrijwillige afspraken

Huidig beleid

1. *MJA's industrie en utiliteit:* In het kader van de tweede fase Meerjarenaafspraken (MJA-2) zijn met een groot aantal industriële sectoren en sectoren in de utiliteitsbouw vrijwillige afspraken gemaakt over verbetering van de energie-efficiency. In het kader van MJA-2 zijn daarnaast afspraken gemaakt over energiezuinige productontwikkeling (EZP), duurzame energie (DE) en duurzame ketens en energiebesparing (DKE).
2. *BANS Klimaatconvenant.* In het kader van het BANS Klimaatconvenant hebben de rijksoverheid, gemeenten en provincies afspraken gemaakt over de implementatie en uitvoering van klimaatbeleid. In BANS zijn afspraken gemaakt over de reductie van broeikasgassen: het BANS-klimaatconvenant. 237 gemeenten en 12 provincies hebben in het kader van de subsidieregeling BANS-klimaatconvenant subsidie gekregen om de komende jaren projecten uit te voeren gericht op de reductie van CO₂-uitstoot.

Aanscherping huidig of nieuw beleid

1. *MJA-2.* Concreet meetbare afspraken maken over de realisatie van duurzame koude en warmte. Uit de eerste evaluatie van de MJA-2 bleek dat de bijdrage van verbredingsthema's (waaronder duurzame energie) nog erg bescheiden is ¹⁹⁶. In de meest recente monitoringrapportage is duurzame energie ook niet apart gerapporteerd¹⁹⁷.
2. *Convenanten met woningcorporaties, energiebedrijven, industrie, grote vastgoedbeheerders, gemeenten, provincies (opvolgers BANS).* Convenanten met woningcorporaties, energiebedrijven, industrie, grote vastgoedbeheerders, brancheorganisaties etc. over het realiseren van duurzame warmte en koude projecten.

4.4.8 Overig instrumentarium

Huidig beleid

1. *Garantiefonds geothermie glastuinbouw:* Er is een eenmalig garantiefonds geothermie opgericht voor het demoproject in Bleiswijk om eventuele risico's ten aanzien van fouthoringen of lage kwaliteit van de put financieel af te dekken.

¹⁹⁶www.senternovem.nl/mja/nieuwsbrieven/mja_nieuwsbrieven_gemeenten/mja_nieuwsbrief_gemeenten_2005-02_webversie.asp.

¹⁹⁷ SenterNovem, *Meerjarenaafspraken energie-efficiency. Resultaten 2005*, Utrecht, september 2006.

2. *Energie Onderzoek Subsidie (EOS)-DEMO*¹⁹⁸: EOS/DEMO is een subsidieregeling voor demonstratieprojecten. De regeling is bedoeld om in een demonstratieproject nieuwe technologieën, methoden en systemen te testen in een realistische gebruiksomgeving (momenteel worden bijvoorbeeld ondersteund: demonstratie van de Hrketel/warmtepompcombinatie in de bestaande bouw, semi-gesloten kas in glastuinbouw, microWKK, kosteneffectieve zonneboilers). Over de subsidiabele kosten ontvangt de aanvrager maximaal 40% subsidie.
3. *Duurzaam inkopen overheid*¹⁹⁹. Het Rijk heeft als doel dat uiterlijk in 2010 100 procent van de inkoop en aanbestedingen duurzaam gebeurt. Voor de andere overheden geldt een ambitie van tenminste 50 procent. Dit betekent ook dat de warmte en koude duurzaam ingekocht of geproduceerd zou moeten worden.

Aanscherping huidig of nieuw beleid

1. *Garantiefonds geothermie*. Structureel garantiefonds voor alle sectoren instellen. De overheid zou in eerste instantie garant moeten staan. Door middel van revolving funds zouden sectoren in een later stadium het risico zelf kunnen dragen waarmee de garantstelling door de overheid afgebouwd kan worden.
2. *Expertise/aanjaagcentrum duurzame warmte*. Om duurzame warmte echt op de kaart te zetten en een stimulans te geven zou een expertise/aanjaagcentrum duurzame warmte opgericht kunnen worden (vergelijkbaar bijvoorbeeld met het projectbureau warmte/kracht). Dit centrum zou ervoor moeten zorgen dat duurzame warmte- en koude opties tijdig in beeld komen in de verschillende sectoren.
3. *Trainingen en opleidingen*: De gezamenlijke brancheorganisaties en de installatiebranche zouden een opleiding- en trainingprogramma op kunnen zetten met het doel kennis van en informatie over duurzame warmte- en koude technologieën te vergroten.
4. *Wet bodembeheer/grondwaterwet*. Aanpassing van de grondwaterwet zodat ook rekening wordt gehouden met mogelijkheden van grondwatergebruik voor warmte/koude opslag. Hierdoor kan het vergunningentraject mogelijk worden verkort. Een masterplan voor de ondergrond, waarbij zaken als maximale retourtemperatuur, jaarrond energiebalans en optimale benutting van de ruimte een belangrijke rol spelen, is noodzakelijk.
5. *Certificering van duurzame warmte*: Opzetten van een systeem van certificering van duurzame warmte.

4.4.9 Totaalbeeld

In principe zijn er voldoende effectieve beleidsinstrumenten voor handen om de geïnventariseerde barrières voor de implementatie van duurzame warmte en koude te overwinnen en het gehele realiseerbaar potentieel te instrumenteren. De uiteindelijke keuze voor beleidsinstrumenten is echter een politieke keuze waarbij een afweging gemaakt zal moeten worden tussen; (i) welke kosten achten we als maatschappij acceptabel en op welke sectoren zal het beleid zich dan moeten

¹⁹⁸ www.senternovem.nl/eos/Financiële_steun/EOS_Demonstratie/Index.asp.

¹⁹⁹ VROM, *Rapportage Duurzame Bedrijfsvoering Overheden*, Brief aan TK, KvI2007036109, 2007.

richten; (ii) welke kosten zijn de eindgebruikers bereid te betalen, en (iii) wat zijn acceptabele kosten voor de overheid.

5 Een samenhangend beleidspakket

5.1 Inleiding

De overheid heeft zich ten doel gesteld om 20% van het energiegebruik in 2020 duurzaam te produceren. Om deze ambitieuze doelstelling te realiseren zal naast beleid om het aandeel duurzame elektriciteit en biobrandstoffen te vergroten, de aandacht zich vooral ook moeten richten op het vergroten van de bijdrage van duurzame warmte en koude. In dit hoofdstuk presenteren wij een samenhangend beleidspakket waarmee het realiseerbaar potentieel voor 2020 in beeld komt. Wij doen in dit hoofdstuk geen uitspraak over haalbaarheid van dit beleidspakket. Dit is uiteindelijk een politieke keuze waarbij een afweging gemaakt zal moeten worden tussen kosten voor de maatschappij, eindgebruikers en de overheid.

Uitgangspunten bij de instrumentatie is dat het pakket primair gericht moet zijn op het op korte termijn ontwikkelen van een structurele markt voor duurzame warmte en koude door het wegnemen van de belangrijkste barrières. Een effectief beleidspakket zou naar ons oordeel moeten bestaan uit de volgende vijf elementen:

1. Beprijzen van het energiegebruik en emissies om financieel gat met gangbare technologie te dichten
2. Normstelling in nieuwbouw en bestaande bouw om een structurele markt op gang te brengen.
3. (Tijdelijke) subsidiering van onrendabele technieken om markt acceptatie te versnellen.
4. Vrijwillige afspraken en een aanjaagcentrum om marktacceptatie te versnellen.
5. Flankerend beleid om overige barrières weg te nemen.

5.2 Maximaal realiseerbaar potentieel

Rekening houdend met de beschikbaarheid van technologieën en het tempo waarin aanbodmarkten kunnen groeien is het maximaal realiseerbaar potentieel voor de productie van duurzame warmte en koude geschat op 260 PJ²⁰⁰ vermeden primaire energie in 2020. Dit is ruim een factor 10 hoger dan de ontwikkeling zoals geschetst in Global Economy scenario onder huidig beleid. Het grootste potentieel wordt gevormd door het gebruik van groengas voor warmteproductie, warmte/koudeopslag in de utiliteitsbouw en de glastuinbouw, het gebruik van

²⁰⁰ Dit potentieel is berekend o.b.v. het Protocol Duurzame Energie. Het Protocol geeft als referentierendement voor elektriciteitsproductie in 2020 43,7% (aflevering bij eindgebruiker). De vermeden primaire energie door warmtepompen is erg gevoelig voor deze aanname. Bij een referentierendement van bijvoorbeeld 55% i.p.v. 43,7% stijgt de vermeden primaire energie van 52 PJ naar 60 PJ. Voor het totaal geïdentificeerde potentieel is het effect echter minder groot. Het koudedeel van warmte/koudeopslag levert namelijk minder vermeden primaire energie op als het referentierendement stijgt (daalt van 29 PJ naar 23 PJ). Dit komt omdat voor het koudedeel de referentie (een compressiekoelmachine) sterker profiteert van het hogere referentierendement. Het netto-effect van het hogere referentierendement is daarom slechts 2 PJ.

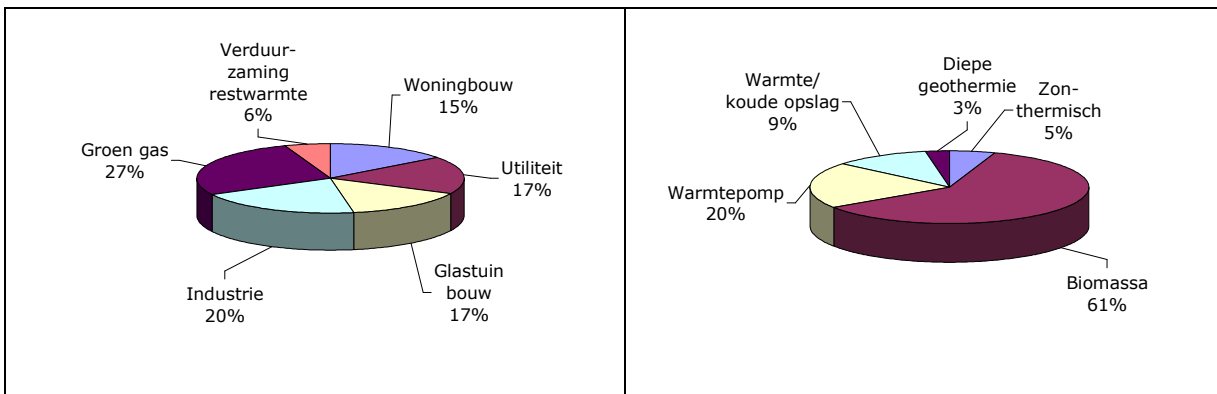
biomassa in de industrie en de glastuinbouw, en de Hr-ketel/warmtepompcombinatie in de bestaande woningbouw (zie Figuur 26)

Concurrentie tussen opties?

In de sectoranalyse woningbouw zijn de potentielen voor sommige individuele opties gecorrigeerd voor een (kleine) overlap. Dit betreft bijvoorbeeld de optie zonthermisch die voor nieuwbouwwoningen concurreert met de warmtepomp. In de andere sectoren overlappen de resultaten van deze studie voor individuele opties niet omdat specifiekere gekeken is naar kansrijke toepassingen voor de optie. Wat betreft de benodigde groei van de aanbodsectoren (warmtepompen, zonneboiler, ketels en WKKs) om het totaalpotentieel van 260 PJ te realiseren, geven de resultaten van de sectoranalyses geen aanleiding dit potentieel naar beneden bij te stellen. De grote aantallen komen vooral voor rekening van de woningbouw. In de sectoranalyse woningbouw is rekening gehouden met ingroeibeperkingen aan de aanbodzijde.

Effect van 2% energiebesparing per jaar

Global Economy gaat uit van een besparingstempo van 1% per jaar. De ambitie van de overheid is echter te komen tot 2% energiebesparing per jaar. Bij een dergelijk besparingstempo daalt het maximaal realiseerbaar potentieel tot 240 PJ.



Figuur 26 Procentuele verdeling van het maximaal realiseerbaar potentieel voor duurzame warmte en koude van 260 PJ op basis van vermeden primaire energie in 2020 naar sector en naar technologie tegen de achtergrond van het Global Economy scenario

Maximaal realiseerbaar potentieel in relatie tot de 20% duurzame energie doelstelling

Een maximaal realiseerbaar potentieel van 240 tot 260 PJ duurzame warmte uitgedrukt in vermeden primaire energie levert 1/3 van de 20% duurzame energiedoelstelling. Uitgaande van een minimaal aandeel van 10% biobrandstof in de transportsector zoals is voorgesteld door de

EU, betekent dit dat in 2020 circa 40% van de elektriciteit duurzaam geproduceerd moet worden om de doelstelling te realiseren.

Beschikbaarheid en duurzaamheid van biomassa

Volgens de SenterNovem studie "Verwachte beschikbaarheid van biomassa" (2005) is in 2010 in Nederland circa 132 PJ aan biomassa en biogene fractie in afvalstromen beschikbaar waarmee duurzame energie zou kunnen worden opgewekt. In het kader van het transitiepad Bio-electriciteit is de beschikbaarheid van biomassa in Nederland in 2030 geraamd op 434 PJ. Hiervan gaat naar verwachting 134 PJ gebruikt worden voor biobrandstoffen en feedstock en is 300 PJ beschikbaar voor elektriciteit en warmte. Cijfers voor 2020 zijn niet beschikbaar. Het maximaal realiseerbaar potentieel voor bio-warmte is in deze studie geraamd op 160 PJ vermeden primair in 2020. Wanneer ook de elektriciteitssector beslag gaat leggen op een deel van de binnenlands beschikbare biomassa, zal import noodzakelijk zijn. Geïmporteerde biomassa zal moeten voldoen aan de duurzaamheidscriteria zoals vastgesteld door de Commissie Cramer. Daarnaast zijn ook de betaalbaarheid en en leveringszekerheid van geïmporteerde biomassa een groeiend aandachtspunt.

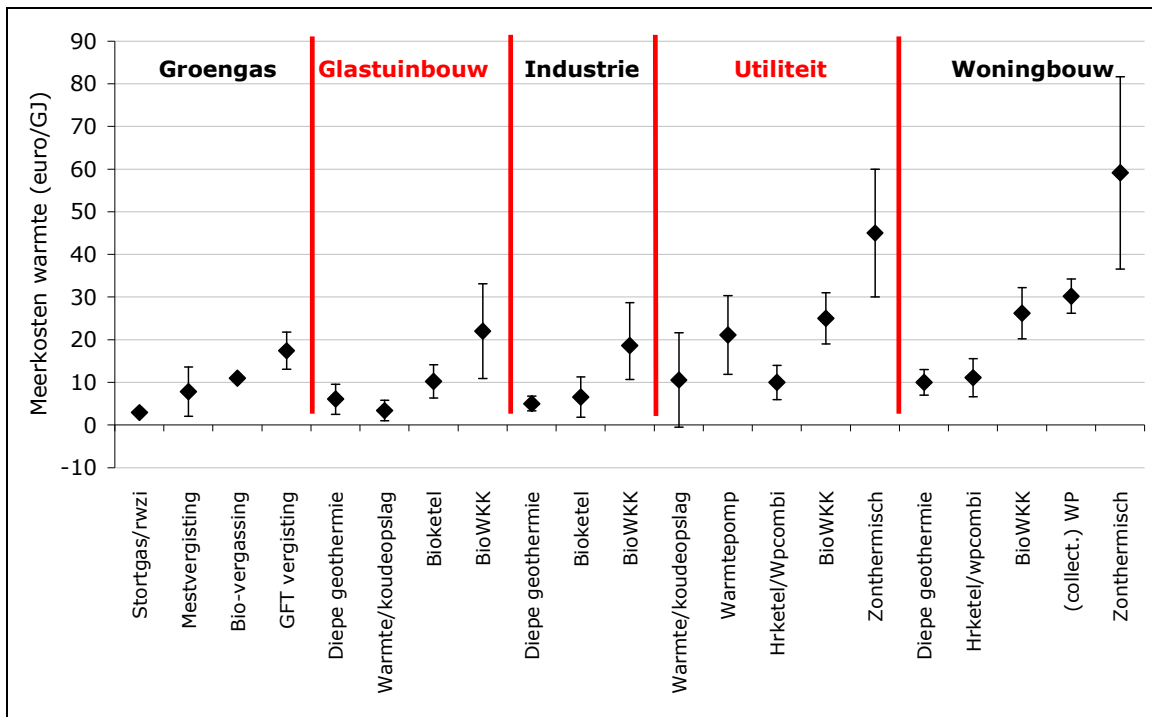
Nu zaaien, straks oogsten

Door beperkingen ten aanzien van het tempo waarin markten voor duurzame warmte en koude technologieën kunnen groeien, wordt naar schatting circa 2/3 van het geïdentificeerde potentieel in de periode 2016-2020 gerealiseerd. Om ervoor te zorgen dat deze markten tot volle wasdom komen is het noodzakelijk om in de komende jaren beleid in te zetten om de belangrijkste barrières weg te nemen en daarmee een fundament te leggen voor grote groei later.

5.3 Belangrijkste barriere: meerkosten voor duurzame koude en warmte technieken

In het algemeen zijn duurzame warmte en koude technologieën (veel) duurder dan de gangbare referentietechnologie. Een uitzondering vormt warmte/koudeopslag (WKO) dat – inclusief EIA – rendabel is bij de nieuwbouw van grotere kantoren. Realisatie van het potentieel zal zich bij deze optie minder moeten richten op verbetering van de rentabiliteit, maar meer op flankerend beleid. In de glastuinbouw biedt warmte/koude opslag eveneens goede vooruitzichten voor verduurzaming. Ook in deze sector is niet de rentabiliteit de belangrijkste barrière, maar zijn dit de onzekerheden over de omvang van meeropbrengsten door betere teeltcondities die tuinbouwbreed nog bewezen moeten worden.

Hoge investeringskosten en lange terugverdientijden vormen voor de meeste andere duurzame warmte opties echter de belangrijkste barrières voor implementatie van het potentieel. Figuur 27 geeft een overzicht van de meerkosten per technologie en sector ten opzichte van het gangbare alternatief (referentietechnologie) voor de eindgebruiker per GJ finale warmte of koude vraag. De figuur laat zien dat een aantal opties vanuit het perspectief van de eindgebruiker al bijna kosteneffectief zijn.



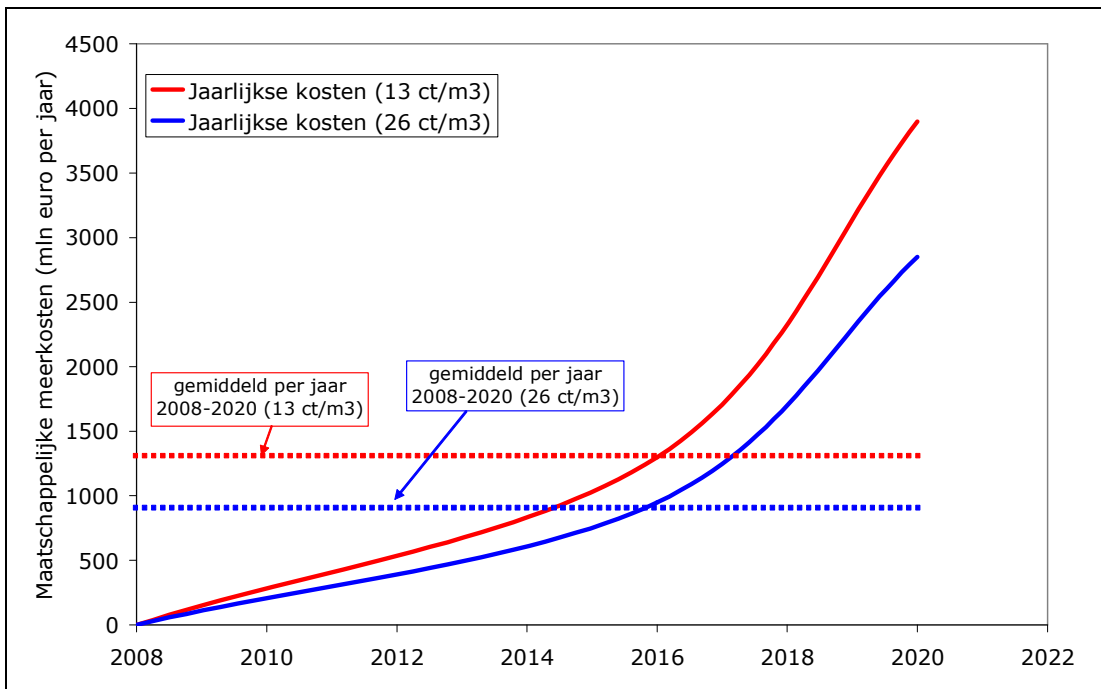
Figuur 27 Meerkosten ten opzichte van het gangbare alternatief (exclusief subsidies) voor de eindgebruiker per GJ finale warmte²⁰¹ per sector en per technologie in 2020 tegen de achtergrond van het GE scenario (commodity aardgas: 13 ct/m³)²⁰²

De implementatie van het maximaal realiseerbaar potentieel van 260 PJ kost de maatschappij in de periode 2008-2020 gemiddeld 1300 miljoen euro per jaar bij een aardgasprijs van 13 ct/m³, en 950 miljoen euro per jaar bij een aardgasprijs van 26 ct/m³ (zie Figuur 28). In de figuur is af te lezen dat de kosten in 2020 bij 13 ct/m³ 3900 miljoen euro per jaar bedragen. De bandbreedte (hoge/lage kosten) bedraagt +/- 2000 miljoen euro.

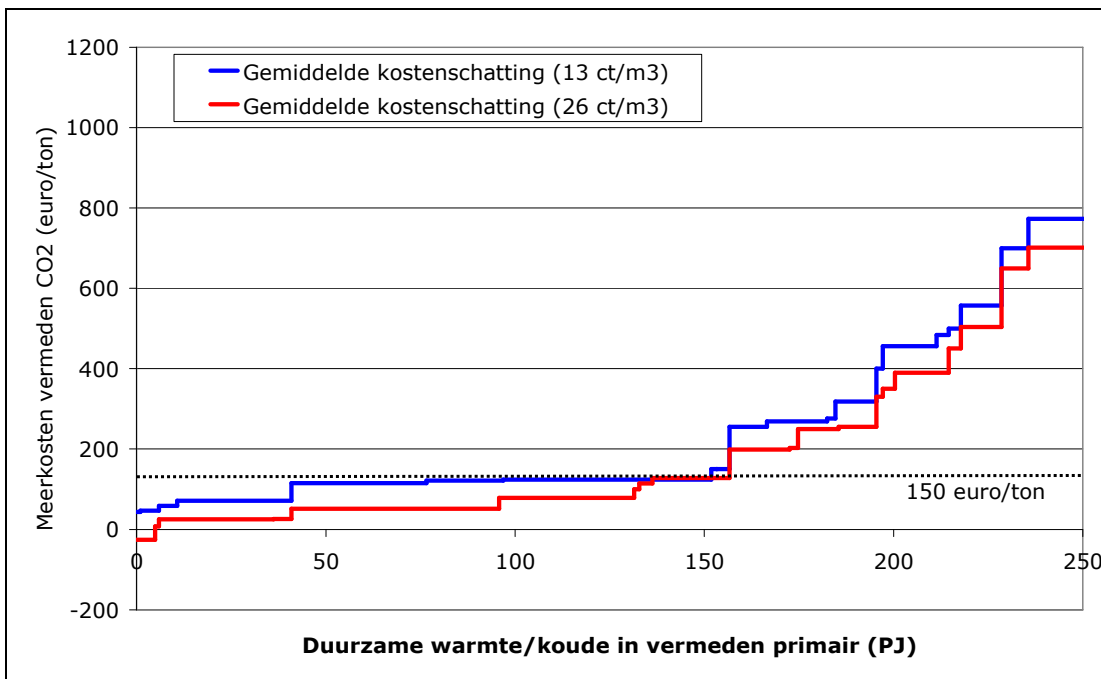
Groengas (mestvergisting en stortgas), warmte/koudeopslag in de utiliteit en glastuinbouw, bioketel in de industrie en diepe geothermie zijn de opties die tegen maatschappelijke meerkosten tot 150 euro per vermeden ton CO₂ gerealiseerd worden. Met deze opties kan in 2020 circa 160 PJ primaire energie worden vermeden (zie Figuur 29). De jaarlijkse maatschappelijke meerkosten voor realisatie van dit potentieel bedragen gemiddeld 100-300 miljoen euro in de periode 2008-2020.

²⁰¹ Kosten en baten van koude zijn –indien relevant- verrekend in de warmteprijs.

²⁰² Voor berekening van de kosten is de milieukostenmethodologie van VROM gevolgd.



Figuur 28 Maatschappelijke meerkosten bij volledige implementatie maximaal realiseerbaar potentieel in de periode 2008-2012



Figuur 29 Maatschappelijke meerkosten per vermeden ton CO₂ als functie van de hoeveelheid vermeden primaire energie in 2020 tegen de achtergrond van het Global Economy scenario bij hoge en lage gasprijzen²⁰³.

²⁰³ Verduurzaming van restwarmte is niet in de figuur opgenomen, waardoor het maximaal realiseerbaar potentieel in de figuur lager is dan de in de tekst genoemde 260 PJ.

5.4 Beleidsstrategie: ontwikkelen van een structurele markt

5.4.1 Beprijzen van het energiegebruik en emissies om financieel gat met gangbare technologie te dichten

Verhoging van de energiebelasting op aardgas

Verhoging van de energiebelasting vergroot de aantrekkelijkheid van duurzame warmte en koude technologieën ten opzichte van gangbare technologie. Om duurzame warmte en koude opties aantrekkelijk te maken zou de energiebelasting op aardgas fors verhoogd moeten worden. Bij een verdubbeling (tot 36 ct/m³) tot verdrievoudiging (54 ct/m³) van de huidige energiebelasting wordt de Hr-ketel/warmtepompcombinatie een financieel aantrekkelijke optie in de woningbouw. Voor de andere opties is een nog verdere verhoging van de energiebelasting noodzakelijk om in beeld te komen. Voordeel van een energieheffing is dat de uitvoeringskosten voor de overheid laag zijn. Een belangrijk nadeel van een verhoging is het feit dat dit alle gebruikers treft ook degene die weinig mogelijkheden hebben voor treffen van maatregelen. Voor een huishouden met een verbruik van 1500 m³ betekent dit een verhoging van de energierekening met € 540 tot € 810 per jaar.

Vrijstelling van energiebelasting voor de consumptie van groengas

Vrijstelling van de energiebelasting voor de consumptie van groengas zou de vraag naar deze optie kunnen vergroten. Bij het huidige niveau van de energiebelasting op aardgas (18 ct euro/m³) zou (grootschalige) mestvergisting en groengas productie uit stortgas rendabel worden. Bij een verdubbeling worden ook de bio-vergassing en GFT vergisting rendabel.

CO₂-emissiehandel als marktinstrument in de glastuinbouw en de industrie

Het stellen van stringente plafonds aan de uitstoot van broeikasgassen kan een belangrijke stimulans vormen voor de toepassing van CO₂-reducerende maatregelen. Om een bijdrage te kunnen leveren aan de ontwikkeling van de markt voor duurzame warmte en koude zijn scherpe plafonds noodzakelijk om ervoor te zorgen dat deze technieken in beeld komen in de glastuinbouw en de industrie. Bij een CO₂-prijs vanaf circa 80 euro per ton worden opties in de industrie rendabel.

5.4.2 Op gang brengen van een structurele markt door normstelling

Aanscherping van de EnergiePrestatieNorm (EPN) voor de woning- en utiliteitsbouw

Bij een verdere verlaging van de EPC komen (ook de duurdere) duurzame warmte en koude opties bij nieuwbouw en grootschalige renovatie in beeld. Bij een stapsgewijze verlaging van de EPC naar bijvoorbeeld 0,4 in de woningbouw zullen opties als de zonneboilers en warmtepompen standaard worden toegepast. In de utiliteitsbouw is de huidige EPC te realiseren zonder duurzame warmte en koude opties. Bij een verdere aanscherping zullen warmte/koudeopslag de standaard worden omdat deze opties nu al bijna rendabel zijn. Omdat bij aanscherping van de EPN opties in beeld komen die zich rechts in de kostencurve bevinden, leggen ze een kostenclaim op de eindverbruiker of de overheid. Het huidige principe dat een EPC verlaging gebaseerd is op toepassing van kosteneffectieve technologie, moet mogelijk (tijdelijk) verlaten worden. Verder brengt een aanscherping van de EPC extra uitvoering- en handhavingkosten mee voor de overheid. Vooral toepassing van de warmtepomp vraagt om strikte naleving van de bouwvoorschriften.

EnergiePrestatie op locatie (EPL) met een verplichtend karakter

De EPL heeft op dit moment een vrijwillig karakter. Indien de EPL een verplichtend karakter krijgt en langzaam wordt aangescherpt komen duurzame warmte opties nadrukkelijk in beeld. Bij een EPL van 8 zullen in de woningbouw collectieve warmtepompen standaard worden toegepast. Bij een EPL van 10 komen ook bio-WKKs in beeld. Aanscherping van de EPL brengt eveneens extra uitvoering- en handhavingkosten mee voor de overheid.

Verplichting op toepassing van duurzame warmteopties in de bestaande bouw

Om implementatie van duurzame warmte en koude in de bestaande bouw te stimuleren zou ingezet kunnen worden op een verplicht aandeel duurzame warmte. Deze verplichting zou bijvoorbeeld opgelegd kunnen worden aan energiebedrijven of woningcorporaties. Een alternatief is het energieprestatiecertificaat te koppelen aan een verplichting een woning of gebouw op een hoger labelniveau te brengen. Dit zou gekoppeld kunnen worden aan een stimulerend financieel instrumentarium. Voordeel van een verplichting is dat deze lange termijn duidelijkheid verschaft in de markt. Een nadeel is dat een dergelijke verplichting hoge kosten voor zowel de eindgebruiker (opties in de bestaande bouw bevinden zich veelal boven in de kostencurve) als de overheid (handhaving van een dergelijke verplichting) met zich mee brengt.

5.4.3 (Tijdelijke) subsidiering van onrendabele technieken

Tijdelijke subsidieregeling

Een aantal technologieën zoals warmte/koudeopslag in de glastuinbouw, de Hrketel/warmtepompcombi en diepe geothermie hebben zich nog niet of onvoldoende in de markt bewezen. Om marktacceptatie te versnellen en verdere uitontwikkeling van de technologie te versnellen kunnen gerichte tijdelijke subsidies verstrekt worden. In de implementatiefase moeten technologieën gebruik kunnen maken van de EIA totdat het gangbare technologie is geworden.

Exploitatiesubsidie op het nuttig gebruik van duurzame warmte

In de industrie en de glastuinbouw ligt een groot potentieel voor toepassing van biomassa. De belangrijkste barrière vormen de meerkosten. Met een exploitatiesubsidie op het nuttig gebruik van duurzame warmte zou dit potentieel ontsloten kunnen worden. Onder de veronderstelling dat de gehele onrendabele top van de eindverbruiker wordt gesubsidieerd bedragen de kosten in de periode 2008-2020 tussen de 250 (bij aardgas prijs van 26 ct/m³) en 350 miljoen euro per jaar (13 ct/m³)²⁰⁴. Het maximaal realiseerbaar potentieel in 2020 bedraagt circa 70 PJ vermeden primaire energie.

5.4.4 Vrijwillige afspraken en een aanjaagcentrum om marktacceptatie te versnellen

Aanjaagcentrum

Om oververhitting van de markt te voorkomen moet voldoende aandacht (zowel kwantitatief als kwalitatief) geschonken worden aan training en opleiding van installateurs. Daarnaast kan de oprichting van een “aanjaagcentrum” een belangrijke stimulans vormen om duurzame warmte en koude op de kaart te zetten.

Vrijwillige afspraken met energiebedrijven, woningbouwcorporaties en grote particuliere verhuurders

Om implementatie van duurzame warmte en koude in de bestaande bouw te stimuleren zou ingezet kunnen worden op vrijwillige afspraken met energiebedrijven, woningbouwcorporaties en/of grote particuliere verhuurders. Met vrijwillige afspraken alleen zal slechts een klein gedeelte van het potentieel worden gerealiseerd. Ze kunnen echter wel een startpunt vormen voor het vergroten van bewustwording over de mogelijkheden in de markt en daarmee de effectiviteit van financieel instrumentarium en regelgeving vergroten.

²⁰⁴ Voor bio-WKK is hiermee de volledige onrendabele top (incl. elektriciteit) gedekt.

5.4.5 Flankerend beleid om overige barrières te overwinnen

Monitoring als aandachtspunt

Duurzame warmte- en koudeproductie vindt veelal plaats achter de meter en is daarom moeilijk meetbaar. Het belang van goede en betrouwbare monitoring data is essentieel om de effectiviteit van beleid te bepalen en aanknopingspunten te vinden voor aanscherping of aanpassing van het beleid. Een apart aandachtspunt vormt de utiliteitsector. Het gebrek aan structurele en voldoende gedetailleerde monitoring data resulteert in grote onzekerheden bij het evalueren van beleid. Realisatie van het grote potentieel voor duurzame warmte en koude in deze sector is alleen mogelijk indien de sector beter in beeld gebracht wordt.

Verkorten vergunningtrajecten, centrale regie ondergrond, garantiefonds diepe geothermie

Voor warmte/koudeopslag en diepe geothermie is het van belang dat het gebruik van de ondergrond centraal geregisseerd wordt (masterplan). Korte en transparante vergunningtrajecten zijn daarnaast noodzakelijk om een brede groei van deze opties te realiseren. Voor het tot stand komen van diepe geothermie projecten is het van belang dat een structureel garantiefonds beschikbaar is om het financiële risico van misboringen te dekken.

Creëren van een level playing field voor duurzame warmte en koude

Huidig beleid kan remmend werken op penetratie van duurzame warmte- en koudetechnologie. Een voorbeeld is de dominante positie die WKK momenteel inneemt in de glastuinbouw. Ook door aanscherping van de milieuvergunning (verruimen interne rentevoet eis, voorschrijven van best beschikbare technologie) kan een breder speelveld voor duurzame warmte en koude gecreëerd worden.

Bijlage I: Lijst van afkortingen

AmvB	Algemene Maatregel van Bestuur
AVI	Afvalverbrandinginstallaties
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
ECN	Energieonderzoekscentrum Nederland
EIA	Energie-investeringsaftrek (subsidieregeling)
EOS	Energie Onderzoek Subsidie
EPA	Energie Prestatie Advies
EPC	Energie Prestatie Coëfficiënt
EPL	Energie Prestatie op Locatie
EPN	Energie Prestatie Norm
EZ	Ministerie van Economische Zaken
GE	Global Economy
GLAMI	Glastuinbouw en Milieu
J	Joule
LNV	Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit
LTV	Lage Temperatuur Verwarming
MEI	subsidieregeling Marktintroductie Energie-innovaties
MEP	Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie (subsidieregeling)
MJA	Meerjaren afspraak
MNP	Milieu en Natuur Planbureau
NMDA	Niet Meer Dan Anders
SE	Strong Europe
STEG	Stoom- en Gasturbine
Wh	Watt-uur
WKK	Warmtekrachtkoppeling
WKO	Warmte/koudeopslag
WMB	Wet Milieubeheer
W	Watt (J/s)

Bijlage II: Verantwoording kostenberekeningen

Type maatregel	Afschrijvingperiode
installaties	10
bron (diepe geothermie, WP, WKO)	25

Sector	Rente (%)
<i>Eindverbruikers perspectief</i>	
Huishoudens	8%
Glastuinbouw	8%
Utiliteit	15%
Industrie	15%
<i>Maatschappelijk perspectief</i>	
	4%

Energieprijzen - algemeen	
Commodityprijs aardgas	12,9 ct/m ³
Commodity elektriciteit (gewogen piek/dal)	5,2 ct/kWh
<i>Huishoudens incl. EB en BTW</i>	
Aardgasprijs (2000 m ³)	60 ct/m ³
Elektriciteitsprijs (3000 kWh)	22 ct/kWh
<i>Utiliteit</i>	
Aardgasprijs incl. EB	22 – 31 ct/m ³
Elektriciteitsprijs incl EB	8 – 12 ct/kWh
<i>Glastuinbouw</i>	
Aardgasprijs incl T&D en EB (1 mln m ³)	19 ct/m ³
Inkoopprijs elektriciteit (4000 MWh)	9 ct/kWh
<i>Industrie</i>	
Aardgasprijs (10 mln m ³)	17 ct/m ³

<i>Biomassa</i>	
houtsnippers	4-8 euro/GJ
Bio-olie	13 euro/GJ

Investeringskosten	
<i>Referentie</i>	
HR-ketel woningbouw ex BTW	1500 euro
Aardgasaansluiting woning ex BTW	600
Ketel utiliteit	100 euro/kWth
Compressiekoelmachine utiliteit	225 euro/kWth
Ketel tuinbouw/industrie	75 euro/kWth
<i>Warmtepomp</i>	
Warmtepomp woningbouw ex BTW	5000 euro
Bron warmtepomp woningbouw ex BTW	1000 euro
Hr-ketel/warmtepompcombi meerprijs t.o.v. Hr-ketel ex BTW	2000 euro
Warmtepomp utiliteit	225 euro/kW
WKO utiliteit	300 euro/kW
Semi-gesloten kas meerinvestering	50-140 euro/m ²
<i>Zonthermisch</i>	
Tapwatersysteem woningbouw (3,3 GJ) ex BTW	1900-2100 euro/systeem
Tapwater utiliteit	300-900 euro/m ²
<i>Bio-WKK / ketel</i>	
Bio-WKK (motor)	1200-1600 euro/kWe
Bio-WKK (houtsnippers)	2500-4500 euro/kWe
Bio-ketel	600 euro/kWth

Bijlage III: Stakeholderconsultatie

In het kader van deze studie is gesproken met:

- Edwin Zoontjes, Liane Schoonus, Vereniging Afvalbedrijven
- Frans Rooijers, Platform Nieuw Gas, werkgroep warmtemarkt
- George Brouwer, R3, Platform Ketenefficiency
- Hans Buitenhuis, Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energieopslag (NVOE)
- Harry Droog, Platform Duurzame Elektriciteitsvoorziening
- Kees den Blanken, Cogen Nederland
- Pieter van Alphen, Stichting Warmtepompen
- Rob van der Valk, LTO Glaskracht
- Roland van Ark, Eclair-E
- Teun Bokhoven, Duurzame Energie Koepel
- Victor van Heekeren, Platform Geothermie
- Walter Ruijgrok, EnergieNed