



Duurzame warmte en koude in Nederland

D3 van WP2 van het RES-H Policy project

Dit rapport is uitgebracht in het kader van het IEE project
"Policy development for improving RES-H/C penetration in
European Member States
(RES-H Policy)"

Juni 2009

Geschreven door:

Marijke Menkveld (menkveld@ecn.nl), ECN
Luuk Beurskens (l.beurskens@ecn.nl), ECN

Ondersteund door

Intelligent Energy  Europe

Het project "Policy development for improving RES-H/C penetration in European Member States (RES-H Policy)" wordt ondersteund door de Europese Commissie in het IEE-programma (contractnummer IEE/07/692/SI2.499579).

Het project wil regeringen van de Europese lidstaten bijstaan bij de voorbereiding van de uitvoering van de nieuwe richtlijn inzake hernieuwbare energiebronnen (2009/28/EC) voor het deel hernieuwbare warmte en koude (RES-H/C). De bedoeling is om lidstaten te ondersteunen bij het opzetten van nationale sectorspecifieke 2020/2030 RES-H/C-doelstellingen. Bovendien worden nationale processen opgezet waarin beleidsalternatieven kwalitatief en kwantitatief worden beoordeeld. Op grond van deze evaluatie zal het project beleidskeuzes en aanbevelingen formuleren voor het beste ontwerp om de penetratie van RES-H/C in de nationale energiehuishouding te bevorderen.

In het project worden Oostenrijk, Griekenland, Litouwen, Nederland, Polen en het Verenigd Koninkrijk nader beschouwd. Op Europees niveau wil het project bijdragen aan de coördinatie en harmonisatie van de beleidsvorming. De bedoeling is dat dit resulteert in gemeenschappelijke ontwerpcriteria voor een algemeen EU-kader voor RES-H/C-beleid en een overzicht van kosten en baten van verschillende geharmoniseerde strategieën.

De enige verantwoordelijkheid voor de inhoud van dit verslag ligt bij de auteurs. Het rapport geeft niet bij de mening van de Europese Gemeenschappen weer. De Europese Commissie is niet verantwoordelijk voor het gebruiken van de beschreven informatie.

Inhoud

| | |
|---|-----------|
| Inhoud | 3 |
| Samenvatting | 5 |
| 1 Introductie | 10 |
| 1.1 Aandeel warmte in TVB..... | 10 |
| 1.2 Verdeling warmtevraag naar sectoren | 10 |
| 1.3 Koudevraag | 12 |
| 2 De warmtemarkt | 15 |
| 2.1 Energiedragers en conversietechnieken..... | 15 |
| 2.2 Woningen | 15 |
| 2.3 Uiliteitsbouw | 16 |
| 2.4 Structuur van de warmtemarkt | 18 |
| 3 De koudemarkt | 20 |
| 3.1 Koude uit duurzame bronnen | 20 |
| 3.2 Toegepaste technieken voor koude | 22 |
| 4 Duurzame warmte en koude | 23 |
| 4.1 Doelstelling | 23 |
| 4.2 Huidige productie duurzame warmte en koude..... | 23 |
| 5 Historisch en huidig beleid ter ondersteuning van duurzame warmte en koude | 26 |
| 5.1 Zonthermisch..... | 26 |
| 5.2 Warmtepompen | 29 |
| 5.3 Warmte/koudeopslag | 30 |
| 5.4 Biomassa..... | 31 |
| 5.5 Werkprogramma Warmte op stoom | 34 |
| 6 Conclusies | 36 |
| 7 Referenties | 38 |
| Bijlage A Berekening warmtevraag | 39 |
| Bijlage B Gesprekken | 46 |

Lijst van figuren

| | | |
|-----------------|--|-----------|
| <i>Figuur 1</i> | <i>Het totaal verbruik binnenland (TVB) voor het jaar 2006 (3232 PJ_{prim}) uitgesplitst naar inzet van de energiedragers.....</i> | <i>10</i> |
| <i>Figuur 2</i> | <i>Verschillende typen energiebronnen/-opslag</i> | <i>21</i> |

Lijst van tabellen

| | | |
|------------------|---|-----------|
| <i>Tabel 1</i> | <i>Actuele (2006) en op basis van huidig bekend beleid verwachte (2020) ontwikkeling duurzame warmteproductie.....</i> | <i>6</i> |
| <i>Tabel 2</i> | <i>Totale warmtevraag Nederland in 2006 en bijbehorende CO₂-emissie, berekend op basis van aannames over de gebruikte conversietechnieken (zie Bijlage A).....</i> | <i>11</i> |
| <i>Tabel 3</i> | <i>Warmtevraag voor het jaar 2006 verdeeld naar sectoren en naar temperatuurniveau</i> | <i>12</i> |
| <i>Tabel 4</i> | <i>Bezit koelinstallaties Utiliteitsbouw</i> | <i>13</i> |
| <i>Tabel 5</i> | <i>Finale koudevraag voor het jaar 2006 verdeeld naar sectoren en naar temperatuurniveau.....</i> | <i>14</i> |
| <i>Tabel 6</i> | <i>Primair energiegebruik voor warmte naar energiedragers en conversie.....</i> | <i>15</i> |
| <i>Tabel 7</i> | <i>Verdeling woningvoorraad naar woningtype en bouwjaar.....</i> | <i>16</i> |
| <i>Tabel 8</i> | <i>Aantal gebouwen in de Nederlandse utiliteitsbouw</i> | <i>17</i> |
| <i>Tabel 9</i> | <i>Gebruikte technieken voor verwarming</i> | <i>17</i> |
| <i>Tabel 10</i> | <i>Type koelinstallatie Utiliteitsbouw (Bron: SenterNovem Utiliteitsbouw panel 2008).....</i> | <i>22</i> |
| <i>Tabel 11</i> | <i>Duurzame warmteproductie in 2006.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Tabel 12</i> | <i>Ontwikkeling duurzame warmte en koudeproductie conform update raming *</i> | <i>24</i> |
| <i>Tabel A.1</i> | <i>Finaal verbruik voor energetische doeleinden 2006 [PJ].....</i> | <i>40</i> |
| <i>Tabel A.2</i> | <i>Omzettingsrendementen</i> | <i>42</i> |
| <i>Tabel A.3</i> | <i>Nuttig warmteverbruik 2006 [PJ_{th}].....</i> | <i>43</i> |
| <i>Tabel A.4</i> | <i>Emissiefactor per energiedrager.....</i> | <i>44</i> |
| <i>Tabel A.5</i> | <i>CO₂-emissie samenhangend met warmtevraag.....</i> | <i>45</i> |

Samenvatting

ECN is partner in het Europese onderzoeksproject 'RES-H Policy', een Intelligent Energy Europe (IEE) project. Het project heeft als doel om voor een aantal landen, waaronder Nederland, in een interactief proces te komen tot het vormgeven van een coherent en effectief pakket aan beleidsmaatregelen ter bevordering van het aandeel duurzame warmte en koude in de nationale energiehuishouding. Eén van de resultaten van het project is het voorliggende rapport over de stand van zaken rond duurzame warmte en koude in Nederland: het aandeel duurzaam op dit moment, de verwachting ervan voor de nabije toekomst, en ervaringen met beleid.

Het aandeel duurzame warmte

Het totale energiegebruik in Nederland (TVB) bedraagt 3232 PJ_{prim} in 2006. Deze energie wordt gebruikt voor de productie van elektriciteit en warmte, als brandstof voor transport en als grondstof. Van dat totale energiegebruik is 1224 PJ, bijna 40%, bestemd voor warmte. De warmtevraag wordt voornamelijk ingevuld met aardgas en warmte uit WKK. Door veronderstellingen te doen over het rendement van de conversie naar warmte kan de warmtevraag worden berekend. De totale finale warmtevraag bedraagt in 2006 ca. 1093 PJ_{th}. Bijna de helft daarvan is warmtevraag voor de industrie en raffinaderijen, 25% voor huishoudens, 20% voor de utiliteitsbouw en 8% voor de landbouw.

De duurzame warmteproductie is in het jaar 2006 ca. 20 PJ, waarmee 1,8% van de warmtevraag duurzaam wordt ingevuld. In de geactualiseerde Referentieramingen Energie en emissies 2008-2020 van ECN en PBL wordt verwacht dat de duurzame warmteproductie tot en met 2020 toeneemt naar 30 PJ (zie Tabel 1). De Nederlandse doelstelling voor duurzame energie (20% in 2020) is hoger dan de eis uit Brussel (14%). Er is geen aparte doelstelling voor duurzame warmte en koude.

Tabel 1 Actuele (2006) en op basis van huidig bekend beleid verwachte (2020) ontwikkeling duurzame warmteproductie¹

| | Duurzame warmteproductie [PJ _{th}] | |
|-------------------------------|--|------|
| | 2006 | 2020 |
| Zonthermisch | 0,6 | 1,3 |
| Warmtepompen | 2,2 | 7 |
| Warmte/koudeopslag | 0,5 | 1,7 |
| Afvalverbrandingsinstallaties | 3,5 | 7 |
| Meestook biomassa | 0,5 | 0 |
| Houtkachels | 7,1 | 7 |
| Verbranding overig | 3,1 | 0,6 |
| Vergisting | 2,4 | 6 |
| Totaal | 19,9 | 30,6 |

bron: CBS 2008, Daniëls 2009

Stand van zaken verschillende opties en ervaringen met beleid

In dit rapport is een beschrijving gemaakt van de stand van zaken van verschillende opties en de ervaringen met beleidsinstrumenten die gebruikt zijn om duurzame warmte en koude te stimuleren. Via literatuuronderzoek en interviews heeft ECN in kaart gebracht wat de ervaringen zijn.

Zonthermisch

In het buitenland zijn zonthermische systemen veelal maatwerk. In Nederland heeft de markt zich gericht op kleine systemen, standaardisatie en economische optimalisatie. Zonneboilers hebben een lange terugverdientijd, langer dan 15 jaar. Al vanaf 1988 wordt beleid gevoerd, via subsidies, promotiecampagnes en convenanten. Subsidies zijn gebaseerd op warmteproductie, niet op collectoroppervlak: dit is om efficiënte systemen te stimuleren. Subsidies zijn steeds tijdelijk geweest en ze zijn in het verleden soms plotseling beëindigd, zoals bij de Energiepremieregeling in 2003, wat de markt afwachtend maakt. De convenanten waren succesvol in daling van de kostprijs,

¹ Niet in tabel 1 opgenomen is diepe geothermie, dit betreft slechts 1 gerealiseerd project na 2006 in de glastuinbouw met een warmteproductie van ca. 0,1 PJth.

maar niet in opschaling van de markt. Les daaruit is dat marketing belangrijk is. Installateurs hebben echter weinig ervaring met zonneboilers en zullen deze dan ook niet aanbevelen. Verwacht werd dat energiestatistiekennormen voor de nieuwbouw tot meer zonneboilers en warmtepompen zouden leiden maar de huidige eisen zijn nog steeds te realiseren met goedkopere maatregelen.

Warmtepompen

Bij warmtepompen gaat het over diverse technologie qua warmtebron, warmtepomptype en warmteafgiftesysteem. Partijen beschouwen ieder project als maatwerk, er zijn weinig standaardoplossingen met als gevolg relatief hoge kosten voor engineering (zeker voor woningbouw). Leveranciers van warmtepompen zijn veelal kleine bedrijven waarbij de warmtepomp slechts een deel van hun assortiment is (recentelijk komt hierin wel geleidelijk verandering). De integratie van een warmtepomp in het gebouwconcept is cruciaal: wanneer de bouwkwaliteit te wensen overlaat, schiet de capaciteit van de warmtepomp te kort. Vanaf 1995 wordt beleid gevoerd om warmtepompen te stimuleren via subsidies, voorlichting en demonstratieprojecten. Er zijn nog veel installateurs onbekend met de techniek. Verkoopargumenten voor de warmtepomp zijn: comfort (koeling, constante temperatuur), energiebesparing en gezond binnenklimaat (luchtkwaliteit).

Een nieuwe ontwikkeling is de combinatie van een warmtepomp met een gasgestookte HR-ketel, een hybride systeem met een groot potentieel in de bestaande woningbouw. Voordeel is dat geen grondgekoppelde bodemwarmtewisselaars nodig zijn: lucht wordt als warmtebron gebruikt. Bij de ontwikkeling zijn grote fabrikanten (van o.a. airconditioners) betrokken met een groot R&D-budget.

Warmte/koudeopslag (WKO)

De markt kenmerkt zich door een beperkt aantal bedrijven wat de kennisoverdracht vergemakkelijkt, de branche is goed georganiseerd. WKO wordt toegepast in grote bouwprojecten, met weinig actoren. WKO is een rendabele techniek voor grote gebouwen met voldoende koelvraag. Demonstratieprojecten zijn gestart vanaf 1993. Vanuit het beleid zijn alleen haalbaarheidsstudies gesubsidieerd. Het enige knelpunt vormt vergunningverlening, daar zijn vele bestuurslagen bij betrokken en de eisen zijn niet geharmoniseerd. De huidige grondwaterwet houdt geen rekening met WKO. Voor open systemen is wel een vergunning vereist, voor gesloten systemen niet. De branche wil graag een vergunningsplicht voor alle systemen, maar wel afgestemd op de moeilijkheidsgraad van het project. In een Taskforce WKO wordt getracht overeenstemming te bereiken om de knelpunten in wetgeving op te lossen.

Biomassa

Duurzame warmte uit biomassa betreft zeer uiteenlopende opties: AVI's, biomassameestook in kolencentrales, houtkachels bij huishoudens en bedrijven, kleinschalige biomassa verbranding en vergisting. Elektriciteitsproductie uit biomassa wordt gestimuleerd via de MEP en SDE subsidie. Daarbij was er afgelopen jaren geen aandacht voor warmtebenutting. Voor SDE subsidieaanvragen vanaf 2009 voor nieuwe installaties wordt de subsidie op elektriciteit wel afhankelijk van de warmtebenutting. Warmteafzet van afval en biomassa-installaties vereist een lange termijn planning. Als in de planningsfase wordt vergeten warmteafnemers te contracteren, dan is er geen markt tegen de tijd dat installaties in bedrijf komen. Bij vergisting is er weinig netto warmteproductie van installaties. Bij vergisting in rioolwaterzuiveringsinstallaties is 50% van de warmteproductie nodig om de vergisting op gang te houden. Bij mestvergisting is de warmtebenutting nog beperkt tot ongeveer 1% van alle gewonnen biogas. De ervaring is dat biomassaverbanding in een lokaal integraal concept lastig te realiseren is. Handling en procesvoering van brandstofstromen anders dan schoon hout (energiegewassen, snoeiafval) is complex en lastig. Bij de huidige schaalgrootte en marktprijzen is dat niet rendabel. Wanneer de vraag naar biomassa hoger wordt kan ook de prijs flink stijgen. Een lange-termijn optie is de grootschalige productie van Substitute Natural Gas (SNG) uit de vergassing van vaste biomassastromen (bio-SNG), maar deze zal op grote schaal en op commerciële basis pas vanaf 2020 mogelijk zijn. Voor 2020 zullen waarschijnlijk wel demonstratieprojecten plaats vinden.

Duurzame warmte en koude in de industrie

Wegens het vraagprofiel naar warmte in de industrie is de rol van zonthermie marginaal: het temperatuurniveau en de vermogensdichtheid zijn te laag en het intermitterende karakter van zanaanbod maakt de optie minder betrouwbaar. Wegens de ruime beschikbaarheid van aardgas is er op dit moment geen aanleiding voor de industrie om biomassa in te zetten. Er zijn wel reststromen van biogene aard beschikbaar in de industrie, maar deze stromen leveren méér op bij verkoop aan andere routes dan de energieopwekkingroutes. Een kans ligt in de geïntegreerde bedrijventerreinen. Het probleem is echter dat de op deze manier gecreëerde (energie)afhankelijkheid ongewenst is door de industriële partijen. Diepe geothermie is een interessante optie voor de industrie: het temperatuurniveau en de leveringszekerheid kan hoog zijn. Deze optie zou ingezet kunnen worden voor processen met een warmtevraag lager dan 150 °C, maar zal moeten concurreren met het gebruik van (fossiele) restwarmte.

Conclusies

De ervaring heeft laten zien dat stop-and-go policy niet goed is voor de markt: de markt heeft behoefte aan duidelijkheid en stabiliteit. Standaardisatie en normering zijn voorwaarden voor succes van duurzame warmte en koude. Voor een grootschalige toepassing van duurzame warmte en koude is er behoefte aan een mix van beleid en noodzakelijke voorwaarden. Met alleen een goede beleidsmaatregel ben je er nog niet: alle randvoorwaarden moeten gunstig zijn.

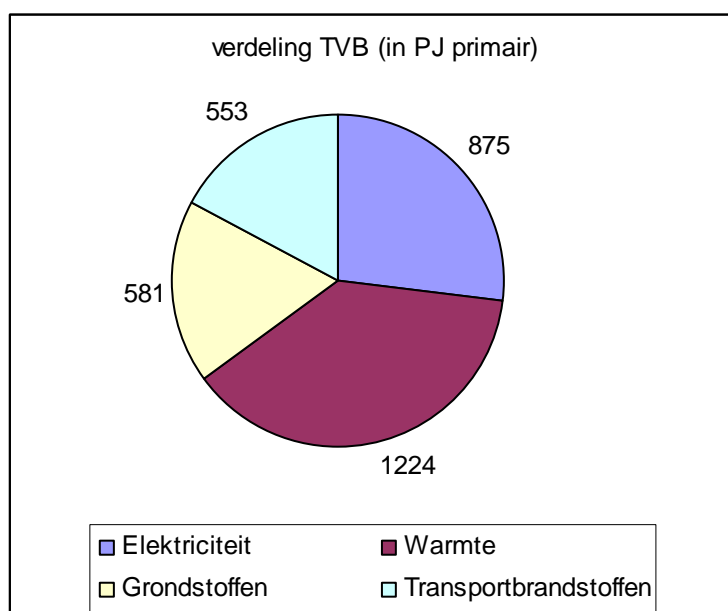
In 2008 presenteerde het kabinet het eerste integrale beleidsprogramma voor verduurzaming van de warmte en koudevraag ("Warmte op stoom", 2008). Hoewel de nota alleen een uitwerking bevatte van eerder aangekondigd beleid, krijgt het onderwerp duurzame warmte en koude daarmee wel een plek op de beleidsagenda.

1 Introductie

1.1 Aandeel warmte in TVB

Het totale energiegebruik in Nederland (TVB) is 3232 PJ in 2006. Deze energie wordt gebruikt voor de productie van elektriciteit en warmte, als brandstof voor transport en als grondstof. Van dat totale energiegebruik is 1224 PJ, bijna 40% bestemd voor warmte (zie Figuur 1.1). Warmtevoorziening is de grootste verbruiker van energie in Nederland. Besparen, verduurzamen van energie en efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen voor warmtevoorziening hebben dan ook een grote impact op het totale energiegebruik en de CO₂-uitstoot.

Figuur 1 Het totaal verbruik binnenland (TVB) voor het jaar 2006 (3232 PJ_{prim}) uitgesplitst naar inzet van de energiedragers



bron: CBS i.o.v. Nationaal Expertisecentrum Warmte / SenterNovem

1.2 Verdeling warmtevraag naar sectoren

Voor het potentieel aan duurzame warmte- en koude is ook de verdeling van de warmtevraag naar sectoren van belang. In de energiestatistiek rapporteert CBS alleen het finaal energiegebruik van verschillende energiedragers zoals aardgas, kolen en olie aan eindgebruikers en de levering van warmte uit WKK. Het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) heeft de finale *warmtevraag* voor verschillende sectoren berekend door aannamen te doen over het gemiddelde rendement van conversie naar warmte (zie Bijlage A).

De totale finale warmtevraag bedraagt in 2006 ca. 1093 PJ warmte. Bijna de helft daarvan is warmtevraag voor de industrie en raffinaderijen, 25% is voor voor huishoudens, 20% komt voor rekening van de utiliteitsbouw en 8% is voor de landbouw.

Tabel 2 laat zien wat de totale finale warmtevraag in Nederland in 2006 was, inclusief de bijbehorende CO₂-emissie.

Tabel 2 Totale warmtevraag Nederland in 2006 en bijbehorende CO₂-emissie, berekend op basis van aannames over de gebruikte conversietechnieken (zie Bijlage A)

| | Warmtevraag [PJ _{th}] | CO ₂ -emissie [Mton] |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Industrie | 413 | 29 |
| <i>waarvan Chemie</i> | 245 | 16 |
| <i>waarvan Metaal</i> | 52 | 5 |
| <i>waarvan Overig</i> | 117 | 7 |
| Huishoudens | 280 | 19 |
| Landbouw | 89 | 6 |
| Utiliteitsbouw ¹ | 206 | 14 |
| Raffinaderijen | 105 | 8 |
| TOTAAL | 1093 | 74 |

¹ *Utiliteitsbouw is gedefinieerd als het verbruik bij diensten (inclusief milieudienstverlening) en de bouw*

In Tabel 3 is de warmtevraag verdeeld naar temperatuurniveau's. Het grootste aandeel van de warmtevraag valt in de categorie beneden 100 °C (57%). Dit wordt voornamelijk ingezet voor ruimteverwarming in huishoudens en de utiliteitsbouw (samen 44% van het totaal). De land- en tuinbouw vraagt 8% van de totale warmtevraag. De warmte op dit temperatuurniveau wordt in de praktijk opgewekt met gasgestookte ketels of WKK-installaties. Technisch gesproken zouden ook warmtepompen en diepe geothermie dit segment kunnen bedienen. De warmtevraag in het segment 100-250 °C speelt alleen in de industrie, en invulling ervan vindt plaats met ketels en WKK-installaties. Het temperatuurniveau erboven, 250-500 °C, geldt ook alleen voor de industrie en betreft directe ondervuring en gasturbines. De temperaturen boven 500 °C komen alleen in de industrie voor. Maar ook deze zouden in principe met biomassa opgewekt kunnen worden.

Tabel 3 Warmtevraag voor het jaar 2006 verdeeld naar sectoren en naar temperatuurniveau

| Warmtevraag [PJ] | Industrie | Wv Chemie | Wv Metaal | Wv Overig | Huishoudens | Landbouw | Utiliteitsbouw | Raffinaderijen | TOTAAL |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|----------|----------------|----------------|--------|
| Temperatuur in °C | | | | | | | | | |
| <100 | 53 | 12 | 8 | 33 | 280 | 89 | 206 | 0 | 628 |
| 100-250 | 71 | 27 | 0 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 71 |
| 250-500 | 84 | 66 | 3 | 15 | 0 | 0 | 0 | 45 | 129 |
| 500-750 | 51 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 | 100 |
| 750-1000 | 69 | 64 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| >1000 | 85 | 25 | 36 | 24 | 0 | 0 | 0 | 11 | 97 |
| TOTAAL | 413 | 245 | 52 | 117 | 280 | 89 | 206 | 105 | 1093 |

Bron: *Inschatting ECN*

1.3 Koudevraag

Huishoudens

Slechts 6% van de woningen is voorzien van een airconditioninginstallatie ofwel airco (Van Holsteijn en Kemna, 2008), Daarvan heeft ca. 1% heeft een splitairco (900W, 320 uur aan), 5% betreft een single portable unit (450W, 184 uur aan). In totaal kost dat naar schatting 100 miljoen kWh elektriciteit per jaar (dat is 0,4 PJ elektriciteit). De werkelijke koelvraag is waarschijnlijk hoger maar daar wordt nu nog niet in voorzien. De *coëfficiënt of performance* (COP) ligt rond de 3, de koudevraag is dan 1 PJ koude.

Daarnaast gebruikt een huishouden naar schatting gemiddeld 600 kWh elektriciteit voor koel- en vriesapparatuur (Van Holsteijn en Kemna, 2008), met 7 miljoen huishoudens betekent dat een verbruik van 4200 miljoen kWh, dat is 15 PJ elektriciteit, met een COP van 3 is dat 45 PJ koude.

Utiliteitsbouw

In de utiliteitsbouw ligt het bezit van koelinstallaties voor ruimtekoeling veel hoger, variërend van 22% in de sector onderwijs en 81% in ziekenhuizen, zie Tabel 4.

Tabel 4 *Bezit koelinstallaties Utiliteitsbouw*

| Bezit koelinstallaties 2007 | |
|-----------------------------|-----|
| Kantoorgebouwen | 58% |
| Onderwijs | 22% |
| Winkels | 47% |
| Ziekenhuizen | 81% |
| Verpleging en verzorging | 33% |

Bron: *SenterNovem Energiedata Utiliteitsbouw 2007*

Voor ruimtekoeling wordt in utiliteitsgebouwen ca. 13 PJ elektriciteit en 3 PJ aardgas gebruikt, de totale koelvraag is 54 PJ koude. (bron: Model ECN SAVE Utiliteit 2005). Daarnaast wordt 5 PJ elektriciteit gebruikt voor productkoeling in supermarkten, met een resulterende koudevraag van 15 PJ.

Industrie

In de industrie is er alleen koudevraag in specifieke sectoren zoals in de zuivelindustrie. Dat is een deel van de voeding- en genotmiddelen industrie. Van de elektriciteitsvraag in de zuivelindustrie (3 a 4 PJ elektriciteit) gaat ca. 25% naar koeling, dus ca. 1 PJ elektriciteit, met een COP van 3 is dat ca. 3 PJ koudevraag (Alsema, E.A. 2001).

Glastuinbouw

Ondanks het gematigde Nederlandse klimaat lopen de temperaturen in kassen in de zomer regelmatig op tot nadelig hoge temperaturen. De ramen in de kas staan in die gevallen maximaal open en, indien aanwezig, zijn schaduwsschermen dichtgetrokken. Voor de meeste gewassen zijn de nadelen van deze hoge temperaturen echter niet zodanig dat grote investeringen in koelsystemen gerechtvaardigd kunnen worden.

Toch is er in de glastuinbouw steeds meer vraag naar koeling. Voorheen werd er vooral gekoeld in de Fresia- en Alstroemeria-teelt. Dit zijn teelten waarbij grondkoeling wordt toegepast, die leiden tot een koudebehoefte van 200 tot 300 MJ per m² per jaar. De beschikking over koude is een voorwaarde voor de jaarronde productie van Fresia en Alstroemeria (Zwart H.F. de, 2004). Er is ca. 191 ha Fresia teelt (cijfers 2004), met 300 MJ per m² levert dat een koudevraag van 0,6 PJ per jaar. Als Alstroemeria evenveel hectares teelt beslaat, gaat het om ca. 1 PJ koudevraag.

De laatste jaren is ook de kasluchtkoeling in opmars. Hierbij moet concreet worden gedacht aan Phalenopsis. Ook in de aardbeienteelt is er veel belangstelling voor nachtelijk koeling van de kaslucht. De grootste koudebehoefte ontstaat echter wanneer gestreefd wordt naar een geheel gesloten kas, zoals momenteel wordt beproefd en ontwikkeld. In deze situaties is de koudebehoefte ongeveer 2000 MJ/(m² jaar). Deze koude maakt het mogelijk de kas dicht te houden, en kan daarmee ongeveer 20%

productiestijging realiseren. Een toename van gesloten kassen in de toekomst zal dus een toename van de koudevraag betekenen.

Tabel 5 Finale koudevraag voor het jaar 2006 verdeeld naar sectoren en naar temperatuurniveau

| koudevraag [PJ] | Industrie | Huishoudens | Landbouw | Utiliteitsbouw | TOTAAL |
|--------------------|-----------|-------------|----------|----------------|--------|
| Temperatuur in °C | | | | | |
| +10 to +15 | 0 | 1 | 1 | 54 | 56 |
| +10 to -30 | 3 | 45 | 0 | 15 | 63 |
| < -30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAAL | 3 | 46 | | 69 | 119 |

Bron: Inschatting ECN

2 De warmtemarkt

2.1 Energiedragers en conversietechnieken

Van belang voor de mogelijkheden voor duurzame warmte en koude is ook de manier waarop de huidige warmte- en koudevraag wordt ingevuld, met welke energiedragers en met welke conversietechnieken. Tabel 6 geeft een overzicht van het primair energiegebruik uit de energiebalans dat aan warmte kan worden toegerekend. Eerste kolom is WKK, de overige kolommen betreft ketels.

Warmtevoorziening is verantwoordelijk voor bijna 40% van het energiegebruik in Nederland. Opvallend is verder een grote rol van aardgas en van WKK.

Tabel 6 Primair energiegebruik voor warmte naar energiedragers en conversie

| | Warmte uit wkk | Biomassa en afval en warmte-niet- WKK | Kolen | Aardgas | Olie | Totaal |
|----------------|-------------------|--|-------|---------|------|--------|
| Industrie | 138 | 13 | 22 | 214 | 198 | 584 |
| Huishoudens | 3 | 14 | 0 | 302 | 4 | 323 |
| Landbouw | 16 | 0 | 0 | 67 | 2 | 84 |
| Utiliteitsbouw | 6 | 21 | 0 | 201 | 3 | 232 |
| Totaal | 163 | 48 | 22 | 784 | 207 | 1224 |

2.2 Woningen

Het totaal aantal woningen in 2006 is 6,9 miljoen, nieuwbouw bedraagt ca. 70.000 per jaar, overeenkomend met 1% van de woningvoorraad. Het slooptempo is ca. 20.000 woningen per jaar. Alle woningen gebouwd voor 1980 zijn ongeïsoleerd. Daarna wordt beperkte vloerisolatie (warmteweerstand $RC=0,6$), spouwmuurisolatie en dakisolatie toegepast ($RC=1,3$). Na 1995 wordt de gebouwschil beter geïsoleerd ($Rc=2,5$). Pas bij woningen gebouwd na 1980 zijn alle ramen bij de nieuwbouw van dubbel glas voorzien. Ondertussen zijn eerdere bouwjaarklassen deels ook van dubbel glas voorzien. De gemiddelde U-waarde is 3,5, dit betekent dat ca. 20% van de woningen nog enkel glas heeft en 80% dubbel of HR-glas.

Voor ruimteverwarming is in 2006 85% van de woningen voorzien van een individueel CV systeem met een gastgestookte ketel, 9% is aangesloten op blok- wijk of stadsverwarming en 6% is verwarmd met lokale verwarming via kachels (bron HOME 2007).

Meer dan 70% van de woningen heeft een combiketel die zowel in ruimteverwarming als warm tapwater voorziet. In 5 % van de woningen staat een elektrische boiler voor

warm tapwater voor douche of bad. Van de woningen heeft 10% ook een elektrische keukenboiler voor warm tapwater in de keuken. De overige woningen krijgen warm tapwater via stadsverwarming of via gasgestookte boilers of geisers.

Tabel 7 Verdeling woningvoorraad naar woningtype en bouwjaar

| Woningtype | Bouwjaarklasse | Aantal |
|--------------------|----------------|-----------|
| Vrijstaand | voor 1930 | 226.306 |
| | 1931-1959 | 218.522 |
| | 1960-1980 | 237.553 |
| | 1981-1995 | 189.717 |
| | na 1995 | 148.418 |
| | Totaal | 1.020.516 |
| 2/1-kap/hoekwoning | voor 1930 | 98.827 |
| | 1931-1959 | 178.608 |
| | 1960-1980 | 235.155 |
| | 1981-1995 | 221.233 |
| | na 1995 | 135.770 |
| | Totaal | 869.593 |
| Rijtjeswoning | voor 1930 | 375.056 |
| | 1931-1959 | 535.553 |
| | 1960-1980 | 1.031.761 |
| | 1981-1995 | 757.959 |
| | na 1995 | 328.178 |
| | Totaal | 3.028.507 |
| Meergezinswoning | voor 1930 | 212.896 |
| | 1931-1959 | 443.748 |
| | 1960-1980 | 641.886 |
| | 1981-1995 | 428.876 |
| | na 1995 | 266.383 |
| | Totaal | 1.993.789 |
| Totaal | | 6.912.405 |

2.3 Uilteitsbouw

Meer dan de helft van de gebouwvoorraad 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. Deze vormen een lastig te bereiken doelgroep voor energiebesparing omdat energiekosten vaak één op één 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.

Tabel 8 Aantal gebouwen in de Nederlandse utiliteitsbouw

| Marktsegment utiliteit | Aantal gebouwen | Opmerking |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Kantoren | 60.000 | 81% verhuur |
| Onderwijs | 13.700 | |
| Ziekenhuizen | 128 | |
| Verpleging en verzorging | 1300 | |
| Winkels | 144.000 | 79% verhuur |
| Bedrijfshallen | 101.000 | |
| Overdekte zwembaden/combi zwembaden | 490 | 36% in beheer gemeenten |
| Hotels/conferentieoorden | 2.400 | |
| Restaurants | 9.585 | |
| Overdekte sportaccomodaties | 2.160 | 46% in beheer gemeenten |

Bron: Ecofys (2007) Duurzame warmte en koude 2008-2020: potentiëlen, barrières en beleid

Tabel 9 geeft een overzicht van de gebruikte technieken voor verwarming. Zo'n 80% van de gebouwen wordt verwarmd met een gasgestookte ketel, 4% is duurzaam via WKO en warmtepompen, 3% is aangesloten op stadsverwarming, 5% via een eigen WKK en een resterende 8% wordt niet verwarmd of de conversietechniek is niet bekend. De toegepaste technieken verschillen per bouwtype. Van de ziekenhuizen heeft 50% een WKK, vanwege eigen noodstroomvoorziening. In de categorie 'winkels food', zoals supermarkten heeft een derde van de gebouwen helemaal geen verwarming.

Tabel 9 Gebruikte technieken voor verwarming

| Hoe wordt het gebouw verwarmd? [%] | Ziekenhuizen | Verpleging en verzorging | Kantoren | Onderwijs | Winkels food | Winkel non food | Totaal |
|---------------------------------------|--------------|--------------------------|----------|-----------|--------------|-----------------|--------|
| Via stadsverwarming | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| Alleen via ketel in gebouw | 26 | 79 | 87 | 87 | 56 | 77 | 80 |
| Gebruik gemaakt van wkk | 44 | 9 | 2 | 1 | 0 | 2 | 4 |
| Wko | 8 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| Via warmtepomp | 0 | 3 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| Wko en wkk | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wkk en warmtepomp | 5 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 |
| Gebouw wordt op andere wijze verwarmd | 5 | 0 | 2 | 0 | 3 | 9 | 3 |
| Gebouw wordt niet verwarmd | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | 5 | 3 |
| Combinatie's | 8 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 | 2 |
| | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Bron: SenterNovem Ubouw panel 2008

2.4 Structuur van de warmtemarkt

De informatie in deze paragraaf is gebaseerd op gesprekken met experts op het gebied van warmte in Nederland (zie Bijlage B).

Duurzame warmte opties bedienen slechts een klein segment in de markt. Installateurs zullen duurzame opties vaak afraden en niet aanbevelen, omdat ze er geen ervaring mee hebben.

Vanaf eind jaren '80 wordt het uitgangspunt dat zonneboilers in huishoudens alleen een optie zijn voor de productie van een deel van het warm tapwater. Het bezit van gasgestookte combiketels is dan al erg groot en integratie van de zonneboilers met deze gasgestookte systemen wordt van belang. Grote ketelfabrikanten worden ook aanbieders van zonneboilers. Nadeel is dat ketelfabrikanten concurreren op marktaandeel door woningcorporaties en installateurs aan zich te binden. Hun consumentenmarketing is slecht.

In het buitenland zijn zonthermische systemen custom-made (maatwerk), in Nederland factory-made. In Nederland heeft de markt zich gericht op kleine systemen, standaardisatie en economische optimalisatie.

Bij warmtepompen gaat het over diverse technologieën qua warmtebron, warmtepomptype en afgiftesysteem. Partijen beschouwen ieder project als maatwerk, er zijn weinig standaardoplossingen met als gevolg hoge engineeringkosten. Er zijn geen ontwerprichtlijnen of kwaliteitseisen. De overheid ziet dat niet als haar taak. Maar voor veel fabrikanten is warmtepomp maar een klein deel van hun assortiment. De branche is verdeeld, er zijn meerdere platforms die de belangen van een bepaald type warmtepomp ondersteunen. Voor bestaande bouw hebben hybride oplossingen (combinatie met HR-ketel) een groot potentieel. Warmtepomp kan ook later toegevoegd worden. Bij de fabrikanten van hybride systemen zitten grote buitenlandse airconditioning fabrikanten met een groot R&D budget.

Van groot belang voor de succesvolle implementatie van duurzame energie in de gebouwde omgeving is de bouwkwaliteit. In het bijzonder bij het gebruik van warmtepompen kan door een slecht ontwerp of slechte uitvoering van een gebouw of woning het totale energieverbruik hoger uitvallen dan bij een conventioneel verwarmingssysteem. Wanneer tevens de totale eigendomskosten voor de gebruiker hoog zijn, kan dat leiden tot een implementatiebarrière. Dit wordt onderschreven door ervaringen in Oostenrijk (Egger 2009). Een interessant marktinitiatief is de methodiek van de Groenwoning, waarin door verbeterde samenwerking en monitoring tijdens de diverse fasen in de bouw èn beïnvloeding van keuzes van de gebruiker hoge kwaliteit wordt nagestreefd, die bij gebleken prestatie ook gecertificeerd wordt. Het resultaat is een gezonde, comfortabele en energiezuinige woning, met gegarandeerde prestaties (Groenwoning, 2009). In de markt bestaan diverse aanbieders die zich affichereren als hoogwaardige bouwers: er bestaat een voorhoede van innovatieve spelers, maar het merendeel van de bouw- en installatiebranche is niet zo vooruitstrevend.

Afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) worden primair ontworpen voor verwijdering van afval en worden vaak gesitueerd naast stortplaatsen ver weg van bebouwing. Verder wordt biomassa meegestookt in kolencentrales die zich vanwege logistieke redenen in de buurt van havens en ook niet dicht bij bebouwing bevinden. Warmtebenutting is daarom lastig.

Bij biomassaverbranding wordt in eerste instantie gedacht aan duurzame elektriciteitsopwekking die via MEP of SDE subsidie wordt gestimuleerd, warmtebenutting blijkt in de praktijk pas laat in de voorbereiding van een project in beeld te komen.

Warmtelevering aan huishoudens (district heating) neemt toe, meestal als gevolg van uitbreiding van bestaande warmtenetten, vaak op grote nieuwbouwlocaties en conform lange termijn contracten met elektriciteitscentrales.

Ideeën over duurzame warmte uit biomassa komen van onafhankelijke transitieplatforms, zoals de co-productie van chemicaliën, transportbrandstoffen, elektriciteit en warmte en de productie van SNG (substitute of synthetic natural gas) voor de aardgasinfrastructuur. De platforms wekken interesse en stimuleren onderzoek.

De standaard voor de energievoorziening in de Nederlandse industrie is aardgas, dat vele voordelen biedt: het is schoon, vereist slechts een goedkope installatie (ketel) en er is geen rookgasreiniging noodzakelijk. Bij de inzet van bijvoorbeeld biomassa zijn deze eigenschappen niet van toepassing. Er is daarom op dit moment geen aanleiding voor de industrie om biomassa in te zetten in plaats van aardgas. Er zijn wel reststromen in de industrie van biogene aard beschikbaar, maar deze stromen leveren méér op bij verkoop aan andere (grondstoffen)routes dan de energieopwekkingroutes. Een kans ligt in de geïntegreerde bedrijventerreinen. Het probleem is echter dat de op deze manier gecreëerde (energie)afhankelijkheid ongewenst is door de industriële partijen.

3 De koudemarkt

De informatie in dit hoofdstuk is gebaseerd op gesprekken met experts op het gebied van warmte en koude in Nederland (zie Bijlage B).

3.1 Koude uit duurzame bronnen

Voor de opwekking van koude uit duurzame bronnen zijn in Nederland twee typen systemen gebruikelijk: warmte- en koude opslag (WKO) en omgevingsenergie via warmtepompen. Daarnaast behoort koeling via zonthermische energie of op restwarmte of vrij koeling met gebruik van buitenlucht tot de mogelijkheden. De eerste twee komen in Nederland tot nu toe weinig voor. Koeling met buitenlucht is wel gebruikelijker, maar wordt niet als duurzame energie gezien. Deze paragraaf richt zich daarom op WKO en koeling met warmtepompen.

WKO en koeling via warmtepompen maken gebruik van energieopslag in de bodem. Het werkingsprincipe van energieopslag in de bodem is eenvoudig. Koude en/of warmte wordt opgeslagen in een watervoerende zandlaag (aquifer) in de bodem. Met behulp van bronnen kan het grondwater uit de aquifer worden opgepompt en weer in de aquifer worden geïnfiltreerd. 's Winters wordt winterkoude opgeslagen in de koude bron met een temperatuur van circa 8°C. 's Zomers wordt het koude grondwater uit de koude bron opgepompt en gebruikt voor koeling van een gebouw of een proces. Het grondwater neemt de warmte uit het koelcircuit in het gebouw op en wordt met een temperatuur van 15 à 20°C in de warme bron geïnfiltreerd. Het grondwatercircuit en het gebouwcircuit zijn gescheiden door een warmtewisselaar. Koelen met opgeslagen koude kost slechts 10% van het vermogen van een koelmachine. Samen met de elektriciteit voor het laden van koude is een besparing mogelijk van 40 - 80% op het elektriciteitsverbruik voor koeling in vergelijking met een koelmachine. Warmte/koudeopslag in combinatie met een warmtepomp bespaart circa 50 procent op de energie voor verwarmen en koelen in vergelijking met een klassieke installatie, bestaande uit een ketel en koelmachine.

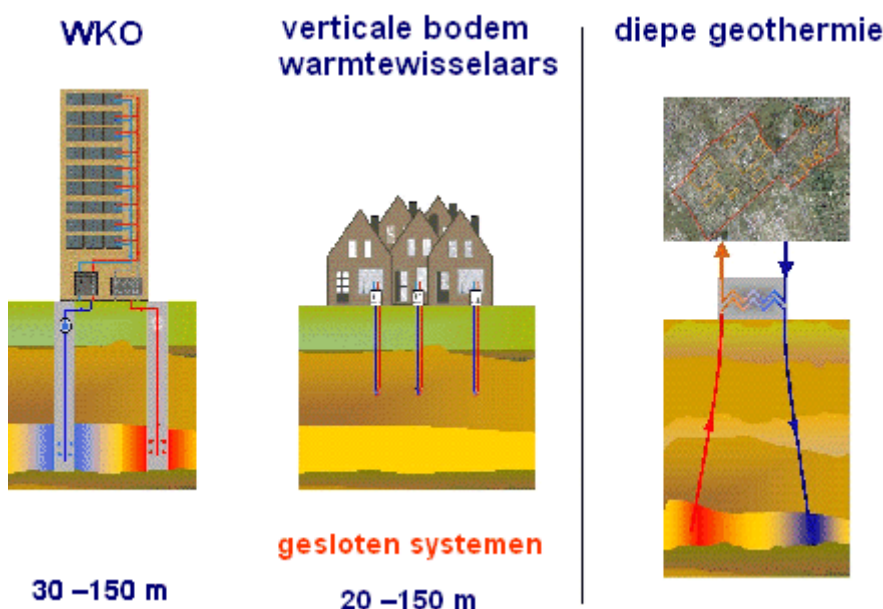
In technisch opzicht worden er drie typen systemen (zie ook figuur 2) onderscheiden:

1. Open systemen (warmte/koudeopslag, WKO)
2. Verticale Bodem Warmtewisselaars (gesloten systemen, VBWW)
3. Diepe geothermie

Bij systeem 1 (de open systemen (WKO)) wordt grondwater uit de bodem als energiedrager gebruikt voor koelen of verwarmen. Daarna wordt het grondwater weer in de bodem geïnjecteerd. Gesloten systemen of verticale bodem warmtewisselaars (systeem 2) bestaan uit leidingen of buizen die in de bodem worden ingebracht en waardoor water circuleert. Energie-uitwisseling tussen het water in de leiding en de omringende bodem gebeurt door warmtegeleiding. Bij diepe geothermie wordt de warmte van het grondwater op grotere diepte benut. De temperatuur van het

grondwater dieper dan twee kilometer kan plaatselijk tussen veertig en honderdtwintig graden Celsius variëren. In tabel 10 worden de systemen op een aantal aspecten vergeleken.

Figuur 2 Verschillende typen energiebronnen/-opslag



Bron: NVOE

Tabel 10 Overzicht verschillende systemen met ondergrondse energieopslag

| | Warmte/koude-opslag | Verticale Bodemwarmtewisselaars | Diepe geothermie |
|------------------------|---|------------------------------------|---|
| Toepassingsvorm | Koelen of koelen en verwarmen vaak met warmtepomp | Verwarmen en koelen met warmtepomp | Alleen verwarmen |
| Marktsectoren | Utiliteitsbouw, glastuinbouw, woningbouw | Woningbouw, kleine utiliteitsbouw | Woningbouw, glastuinbouw, industrie |
| Minimale schaalgrootte | Gebouw > 2.000 m ² , 50 woningen, koelvermogen >100 kW | 1 woning | 2500 woningen, warmtevraag > 2 miljoen m ³ aardgas |
| Diepte in de bodem | 30-150 meter | 20-150 meter | 1500-5000 meter |
| Vergunning | Grondwaterwet | (Nog) geen vergunning nodig | Mijnbouwwet |
| Energiebesparing | 50-80% op koeling, 30-50% op verwarmen, 50% op de combinatie | 30-50% op verwarmen en koelen | 60-70% op verwarmen |

Bron: NVOE

3.2 Toegepaste technieken voor koude

Slechts de helft van de utiliteitsgebouwen in Nederland heeft ruimteteoeling (zie tabel 2). Meestal wordt daarvoor een compressiekoelmachine gebruikt. Slechts 3% van de gebouwen heeft een warmtepomp of WKO voor koeling. Het aandeel warmte- en koude opslag is het hoogst in ziekenhuizen (zie tabel 2). In die sector zijn de eerste projecten van start gegaan, ziekenhuizen doen hun eigen gebouwbeheer en beheerders zijn bereid in technische zin iets nieuws uit te proberen. Toen bleek dat het voor grote gebouwen met een grote koelvraag rendabel was gingen ook projectontwikkelaars erom vragen en werd de optie ook in kantoren toegepast.

Bij de projecten is een beperkt aantal bedrijven betrokken (IF technology, DWA, Haijtema), het is een klein netwerk wat de kennistransfer vergemakkelijkt. Verder betreft het grootschalige bouwprojecten, waarbij slechts een beperkt aantal actoren betrokken is.

De branche is goed georganiseerd, organiseert zelf opleidingen en heeft kwaliteitseisen en ontwerprichtlijnen opgesteld. Knelpunt is wet- en regelgeving. Dit is ook gecompliceerd, omdat meerdere bestuurslagen en departementen erbij betrokken zijn: het rijk, provincies, waterschappen en zowel de waterwet als ruimtelijke ordening speelt een rol.

Tabel 10 Type koelinstallatie Utiliteitsbouw (Bron: SenterNovem Utiliteitsbouw panel 2008)

| | Ziekenhuizen | Verpleging en verzorging | Kantoren | Onderwijs | Winkel food | Winkel non-food | Totaal |
|------------------------|--------------|--------------------------|----------|-----------|-------------|-----------------|--------|
| Compressie koelmachine | 36 | 22 | 27 | 9 | 33 | 14 | 19 |
| Absorptie koelmachine | 10 | 6 | 4 | 6 | 3 | 2 | 5 |
| Warmtepomp | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 |
| Anders | 5 | 6 | 11 | 5 | 3 | 4 | 6 |
| Een combinatie | 18 | 2 | 6 | 2 | 0 | 3 | 3 |
| Weet niet | 8 | 6 | 18 | 5 | 3 | 17 | 10 |
| Wko | 10 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Geen koeling | 10 | 56 | 29 | 71 | 58 | 58 | 53 |
| | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

4 Duurzame warmte en koude

4.1 Doelstelling

Het huidige kabinet heeft begin 2007 in het Coalitieakkoord ambitieuze doelen voor het energie- en klimaatbeleid geformuleerd. De beoogde reductie van broeikasgassen bedraagt 30% in 2020 ten opzichte van 1990. Daarnaast wordt ingezet op een verhoging van het tempo van energiebesparing van 1 naar 2% per jaar en verhoging van het aandeel duurzame energie van 2 naar 20% in 2020. Er is geen afzonderlijke doelstelling voor duurzame warmte en koude.

4.2 Huidige productie duurzame warmte en koude

In Tabel 11 is de duurzame warmteproductie gegeven. Ten opzichte van de warmtevraag in Nederland is het aandeel nog geen 2%.

Tabel 11 Duurzame warmteproductie in 2006

| Opties | Duurzame warmteproductie [TJ] |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Zonthermisch | 599 |
| Warmtepompen | 2240 |
| Warmte/koudeopslag | 547* |
| Afvalverbrandingsinstallaties | 3537** |
| Meestoken biomassa | 469 |
| Houtkachels huishoudens | 5191 |
| Houtkachels bij bedrijven | 1930 |
| Overige biomassaverbranding | 3078 |
| Biogas | 2370 |
| Totaal | 19961 [†] |

* Warmte/koudeopslag levert ook koudeproductie.

** Dit cijfers betreft alleen het biogene deel van het afval, 47% van het totaal

Bron: CBS

De verwachte marktontwikkelingen

In de Actualisatie Referentieramingen energie- en emissies 2008-2020 geeft ECN (Daniëls et al, 2009) aan welke ontwikkeling van duurzame warmte- en koude productie ze verwacht op basis van het huidige beleid, zie tabel 12.

Tabel 12 Ontwikkeling duurzame warmte en koudeproductie conform update raming*

| warmteproductie in [PJ] | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|
| | 2006 | 2010 | 2015 | 2020 |
| zonthermisch | 0,6 | 0,9 | 1,1 | 1,3 |
| warmtepompen | 2 | 4 | 5 | 7 |
| warmte/koudeopslag | 0,5 | 1 | 1,3 | 1,7 |
| Biomassa totaal | 17 | 28 | 30 | 20 |
| waarvan AVI | 3,5 | 7 | 7 | 7 |
| waarvan meestook biomassa | 0,5 | 0,7 | 0 | 0 |
| waarvan houtkachels | 7 | 7 | 7 | 7 |
| waarvan verbranding overig | 3 | 1,8 | 2,0 | 0,6 |
| waarvan vergisting | 2 | 12 | 14 | 6 |
| Totaal | 20 | 34 | 37 | 30 |

* 2006 is statistiek CBS, 2010-2020 zijn getallen ECN.

Het aantal zonneboilers bij huishoudens blijft toenemen met hetzelfde aantal als in de periode 2000-2005, additioneel zijn de 50.000 zonneboilers gesubsidieerd uit de duurzame warmte subsidieregeling in de periode 2008-2011. Het aantal warmtepompen neemt toe in de nieuwbouw (in woningen oplopend van 1% naar 6% van de nieuwbouwwoningen in de periode 2015-2020). Een toename van warmtepompen in de bestaande bouw is in deze raming nog niet voorzien. Voor warmte/koudeopslag is een trendmatige groei verondersteld, koudeproductie is ook onderdeel van deze cijfers.

Voor warmteproductie uit biomassa leveren de AVI's een grote bijdrage. Voor 2010 komt er een nieuwe AVI bij, daarna blijft het vermogen en de warmtelevering van AVI's constant. Biomassa meestook in kolencentrales werd gestimuleerd in de MEP, maar niet meer in de SDE. Wanneer de MEP beschikkingen aflopen in de periode 2010-2015 dan is er geen subsidiebudget meer. In de update van de raming is verondersteld dat biomassa meestook in kolencentrales dan niet meer rendabel is. Qua beleid wordt een verplichting voor biomassa meestook overwogen, maar dat is in de raming nog niet meegenomen. Over houtkachels bij huishoudens en in de industrie zijn weinig gegevens bekend. In ramingen wordt de warmteproductie constant verondersteld. Er moet onderscheid gemaakt worden tussen open haarden in huishoudens en houtkachels bij bedrijven zoals in de hout- en meubelindustrie (gegroeid in 2005 en 2006). Alleen industriële houtkachels kunnen echt als duurzaam worden gezien en zijn de moeite waard om te stimuleren.

Kleinschalige biomassaverbranding en mestvergisting is gesubsidieerd vanuit de MEP. Wanneer de beschikkingen aflopen na 2015 krijgen deze projecten geen subsidie meer. ECN heeft in de update van de raming verondersteld dat bij gebrek aan budget voor nieuwe SDE projecten in de periode 2015-2020 ervoor gekozen wordt goedkopere opties te subsidiëren zoals wind op zee. Bij vergisting neemt ook de stortgasproductie terug doordat geen nieuw brandbaar afval meer wordt gestort.

In de CBS-statistiek staat in 2006 al 3 PJ warmteproductie door kleinschalige biomassaverbranding, ECN gaat in haar update raming uit van 0, omdat ze alleen heeft gekeken naar de MEP- en SDE-beschikkingen. De biomassaverbranding die CBS waarneemt betreft projecten die vermoedelijk zonder MEP- of SDE-subsidie zijn neergezet, bijvoorbeeld installaties die alleen warmte produceren.

Behalve Daniëls et al (2009) zijn er nog andere referenties die zich uitspreken over de toekomstige ontwikkeling van duurzame warmte en koude in Nederland. Deze rapporten veronderstellen echter allemaal een intensivering van het beleid, waardoor duurzame warmte en koude flink gaat groeien. Omdat in deze paragraaf alleen een indicatie gegeven wordt van de ontwikkeling op basis van *huidig beleid* worden de andere literatuurbronnen hier niet besproken. In het RES-H Policy project bestaat een ander rapport waarin voor Nederland de beschikbare studies op een rijtje gezet worden: (Kranzl 2009).

5 Historisch en huidig beleid ter ondersteuning van duurzame warmte en koude

5.1 Zonthermisch

In 2006 bedroeg het opgesteld collectoroppervlak 646.000 m². Zonneboilers zijn de bekendste toepassing, maar in collectoroppervlak is de markt voor grote systemen voor zwembaden groter. Het aantal bijgeplaatste zonneboilers is gegroeid van 500 in 1990 naar 10.000 per jaar in 2002 maar daarna gedaald naar 5600 in 2006. Het bijgeplaatst collectoroppervlak van grote systemen is gegroeid van 2000 m² in 1990 naar 28000 m² per jaar in 2002 en daarna gedaald naar 13000 m² in 2006.

Onderstaand een overzicht van het beleid t.a.v. zonthermische systemen:

1988: start van de eerste subsidieregeling voor zonneboilers

De subsidie bedroeg maximaal 40% van de investering, het budget was 7 miljoen gulden per jaar. Vanaf 1991 bedroeg de subsidie 700 gulden per m² geïnstalleerd collector oppervlak met een maximum van 4 m².

1990: Doelstelling zonneboilers in Nota Energiebesparing

In de Nota Energiebesparing staat de doelstelling 300.000 zonneboilers in 2010. Onderzoek op gebied van zonthermisch achtte EZ niet nodig en hiervoor stelde het ministerie geen budgetten beschikbaar. De nadruk van het Novem programma Zonthermisch zou vooral op marktintroductie moeten liggen. Op basis van dit uitgangspunt ontwikkelde Novem een marketingstrategie voor de periode tot 1994. In 1991 ging de Zonneboiler Campagne van start.

1991: Start van de zonneboilercampagne

Belangrijkste doelgroep waren de net nieuw gevormde distributiebedrijven. Deze bedrijven hadden in het kader van het MAP (Milieu Actie Plan) met EZ afgesproken iets voor het milieu te doen en de zonneboiler was één van de opties. In de jaren daarna nemen de energiebedrijven 80% van de jaarlijkse afzet van zonneboilers voor hun rekening en zijn daarmee de grootste afnemers van zonneboilers.

1993/1994: stabilisatie van de markt

Hoewel het aantal geïnstalleerde zonneboilers begin jaren '90 toenam van enkele honderden naar ruim 2000 systemen per jaar trad in 1993 en 1994 een stabilisatie op. Belangrijkste reden was dat de budgetten steeds vroegtijdig op waren. Het kabinet wilde de subsidie schrappen. In 1993 en 1994 wordt de BSET subsidie op zonneboiler gecontinueerd maar met steeds lagere bedragen per m².

1994: Meerjarenafspraken zonneboilers ondertekend

Op 3 februari 1994 wordt door EnergieNed, een vijftal distributiebedrijven, de zonne-energie-industrie, EZ, Novem en Holland Solar een meerjarenafpraak gesloten. Daarin zegt de industrie toe dat zij zal werken aan een verlaging van de kostprijs (incl. Installatie, excl. Btw) van een zonneboiler, van 3850 gulden in 1991 naar 2.350 gulden in 1997. De distributiebedrijven streven ernaar het tempo van de plaatsing op te voeren, van 1.800 naar 14.000 stuks per jaar. Novem zal in het kader van het door haar gecoördineerde Nationaal Onderzoekprogramma Zonne-energie betrokken energiebedrijven financieel ondersteunen.

Novem en Holland Solar zetten samen de zonneboilercampagne voort. Verder wordt een kwaliteitscertificaat ontwikkeld. EZ zal tot 1997 gemiddeld 7 miljoen gulden per jaar beschikbaar stellen voor het subsidiëren van de aanschaf van een zonneboiler. Daarna moet de zonneboiler het zelfstandig kunnen redden op de markt. Vanaf 1995 wordt de subsidie gerelateerd aan de energie-opbrengst in plaats van het collectoroppervlak van de zonneboiler.

Door de groei van de vraag, toenemende efficiëntie van productiemethoden en productinnovatie zullen de prijzen van zonneboilers dalen. In 1991 was de prijs van geplaatste zonneboilers nog f. 3.800, eind 1995 bedraagt de prijs al minder dan f. 2.900. De zonneboilerfabrikanten lijken hiermee voor te lopen op de afspraken die gemaakt zijn in het kader van de meerjarenafpraak. Een verdere prijsdaling van zonneboilers is noodzakelijk. De zonneboiler moet namelijk vanaf 1998 ook zonder subsidie van EZ in grote hoeveelheden op de markt kunnen worden afgezet.

1995: Derde Energienota verschijnt

Het verschijnen van de derde Energienota leidt tot nieuwe aandacht voor duurzame energie. De streefdoelen gaan omhoog: 80.000 zonneboilers in 2000 en 400.000 in 2010. De subsidie op de aanschaf van zonneboilers, die oorspronkelijk in 1997 zou worden beëindigd, wordt tot en met het jaar 2000 voortgezet. Met ingang van 1998 heeft EZ het budget voor deze subsidieregeling verhoogd van 6 naar 8 miljoen gulden per jaar. Maar omdat de verlenging van de subsidieregeling na 1998 pas in november wordt gepubliceerd, wordt in 1998 slechts voor 2 miljoen gulden subsidie aangevraagd.

1999: Meerjarenafpraak wordt convenant zonneboilers

Ruim dertig partijen verklaren samen met EZ en VROM zich te zullen inzetten voor de toepassing van zonneboilers in Nederland middels het tekenen van het convenant Zonneboilers. Het convenant is een vervolg op de meerjarenafpraak Zonneboilers die in 1997 is afgelopen. De ondertekening vond ruim een jaar later plaats dan voorzien, vanwege de moeite die het kostte om het niet in strijd te laten zijn et de mededingingswetgeving en Europese regelgeving. Dertien producenten van zonneboilers zetten zich in voor verbetering van de kwaliteit van de boilers, terwijl installateurvereniging VNI de kwaliteit van de installatie onder de loep neemt. Dertien aangesloten energiebedrijven hebben een inspanningsverplichting om 40.000 zonneboilers bij te plaatsen in 2000 en bijna 65.000 tot 2002. Het convenant heeft een

looptijd tot ultimo 2001 met de mogelijkheid tot verlenging tot 2007. Uiteindelijk zal er een zonneboilermarkt moeten ontstaan die de doelstelling van 400.000 zonneboilers in 2010 mogelijk maakt.

2000: overheidsdoelstelling niet gehaald

De doelstelling voor het jaar 2000 (80.000 zonneboilers) wordt niet gehaald. De verwachting was dat de energieprestatie norm voor nieuwe woningen vanzelf tot de toepassing ervan zou leiden. Verder is de MAP bijdrage in 2000 verdwenen, waarmee de distributiebedrijven de zonneboilers konden financieren. En de zonneboiler heeft concurrentie gekregen van steeds efficiëntere HR-combiketels.

2001: EZ kiest voor biomassa en wind, 2002 beëindiging convenant

In de toelichting op de rijksbegroting voor het jaar 2002 beschrijft Economische Zaken haar "nieuwe strategie" ten aanzien van duurzame energie. Dit naar aanleiding van een "herbezinning" op de overheidsdoelstelling in het licht van factoren die duurzame energie beïnvloeden. De doelstelling is 10% duurzame energie in 2020, met als tussendoelstelling 5% in het jaar 2010. Voor het Nederlandse elektriciteitsgebruik wordt gestreefd naar een aandeel van 9% in het jaar 2010 en 6% in het jaar 2005.

Deze nieuwe strategie houdt in dat het nationale beleid meer prioriteit zal geven aan duurzame energieopties die de grootste bijdrage aan de 10% doelstelling in 2020 kunnen leveren. Dat zijn volgens het ministerie met name elektriciteit uit wind op zee en biomassa. Concreet houdt dit in dat het ministerie de regie zal voeren bij de ontwikkeling van windparken op zee en dat gestudeerd zal worden op mogelijke biomassaopties, waarbij het bijstoken van biomassa in kolencentrales onverminderd belangrijk zal blijven.

Volgens het ministerie wordt er van andere duurzame bronnen, zoals zonneboilers, fotovoltaïsche cellen en warmtepompen pas na 2020 een substantiële bijdrage verwacht. Dit betekent dat deze bronnen geen specifieke steun meer zullen krijgen: zo zullen de convenanten voor de marktintroductie van genoemde bronnen tussen overheid en marktpartijen na het aflopen ervan, "mede in verband met hun geringe effectiviteit in termen van mensen/middelen", niet voortgezet worden. In 2002 wordt het convenant zonneboilers beëindigd.

2001 t/m 2003: Energiepremieregeling

Per 1 januari 2001 wordt de energiepremieregeling uitgebreid. De regeling omvat naast energiebesparende maatregelen ook maatregelen voor duurzame energie bij particuliere huishoudens, zoals PV-systemen, zonneboilers en warmtepompboilers. In 2003 wordt EPR subsidie beëindigd. Het effect voor de zonneboilermarkt is beperkt, omdat de nieuwbouw geen gebruik kon maken van de EPR en dat is het belangrijkste segment voor de zonneboilermarkt. Nadat ook de EPR subsidie is stopgezet loopt de markt terug, Nederland is het enige land in Europa met een dalende markt voor zonneboilers. De tijdelijke regeling CO₂-reductie gebouwde omgeving heeft maar beperkt effect gehad op de markt. Ook de verdere aanscherping van de EPC naar 0,8

heeft nog weinig effect op de markt. Belangrijkste reden hiervoor is dat ook de EPC van 0,8 te halen is met goedkopere technieken.

2008: Schoon en zuinig

In het kader van ambitieuze energie-en klimaatdoelen van het huidige kabinet zoals verwoord in het werkprogramma 'Schoon en zuinig' start in september 2008 een nieuwe subsidieregeling voor zonneboilers in de bestaande woningbouw. Voor de aanschaf van kleine zonneboilers met een collectoroppervlak tot zes vierkante meter zal in het eerste jaar tot en met augustus 2009, de subsidie 200 euro per GJ bedragen. Voor grotere zonneboilers geldt een subsidie van 180 euro per GJ. Voor de meest gangbare zonneboiler betekent dit een gemiddelde subsidie van 600 tot 1000 euro. Er is voldoende subsidiebudget om in vier jaar in totaal tussen 50.000 en 60.000 zonneboilers te subsidiëren.

5.2 Warmtepompen

Het opgesteld vermogen bedraagt in 2006 831 MW_{th}. In 2006 is het aantal warmtepompen met ruim 10 duizend toegenomen naar 50 duizend. Van die 10 duizend zijn 6400 omkeerbare warmtepompen in de utiliteitsbouw en landbouw, die vooral worden aangeschaft vanwege de mogelijkheid om te koelen. Verder betreft het 2000 warmtepompboilers in de huishoudens en 500 warmtepompen voor warmteterugwinning bij melkkoeling. De rest (ruim 3000, waarvan 2500 in woningen) zijn warmtepompssystemen voor ruimteverwarming.

Onderstaand een overzicht van het beleid t.a.v. warmtepompen:

1995: Start Programma Warmtepompen

In 1995 gaat het Novem Programma Warmtepomp van start. Het programma beoogt onder andere het vergroten van de betrokkenheid van leveranciers en installateurs, evenals potentiële gebruikers. Verder wordt gestreefd naar het versterken, operationaliseren en uitwisselen van kennis en ervaringen, onder andere door demonstratieprojecten en voorlichting. Tevens moet een aantal knelpunten in de markt worden opgelost. Voorbeelden van deze knelpunten zijn de zeer geringe bekendheid, het gebrek aan ervaring met warmtepompen bij de installateurs, het ontbreken van serieproductie, de beperkte kennis en de vooralsnog hoge investeringskosten. Ook de fijnmazige gasinfrastructuur en de tariefverhouding van gas versus elektriciteit remt de introductie van warmtepompen.

Per ultimo 1996 is de subsidiefaciliteit voor warmtepompen beëindigd.

1995: Derde Energienota

In de derde energienota worden hoge doelstellingen voor warmtepomp vermeld: van 2 PJ in 1995 naar 7 PJ in 2000, naar 50 PJ in 2007 en 65 PJ in 2020 in alle sectoren: woningen, utiliteitsbouw, glastuinbouw en industrie. Het aantal warmtepompen zou in de tweede helft van de jaren '90 ook sterk stijgen. Maar tegelijkertijd kwam de

warmtepomp als vorm van duurzame energie onderdruk te staan. Na langdurige discussie wordt besloten dat warmtepompen in de industrie niet meer als duurzaam gelden, omdat ze werken met restwarmte van fossiele energiedragers.

Huidig beleid

Vanaf september 2008 start de nieuwe subsidieregeling duurzame warmte: Voor water/water-warmtepompen tot en met 10 kW_{th} (warmtevermogen) is de subsidie het eerste jaar 500 euro per kW_{th}. Boven de 10 kW_{th} bedraagt de subsidie 250 euro per kW_{th}. Voor een investering van 20.000 euro per woning levert dat een subsidie van 5.000 euro. Voor lucht/waterwarmtepompen bedraagt de subsidie 500 euro per kW_{th} met een maximum van 1.000 euro (een lucht/water warmtepomp inclusief HR-ketel, kost ongeveer 7.000 euro). De subsidieregeling geeft dus ca. 20 à 25% van de investering. In totaal kunnen t/m 2011 met het beschikbare budget ca. 7000 warmtepompen worden gesubsidieerd.

Stimulering van lange termijn onderzoek aan warmtepompen vindt plaats via o.a. EOS en UKR

5.3 Warmte/koudeopslag

In 2006 is het opgesteld thermisch vermogen aan warmte/koude opslag (WKO) gegroeid met 150 MW_{th} naar 743 MW_{th}. Het grootste deel van de warmte/koude productie (70%) betreft systemen in de utiliteitsbouw maar ook opslag in de glastuinbouw begint van de grond te komen met 20% van het nieuwe vermogen in 2006.

Onderstaand een overzicht van het beleid t.a.v. warmte/koudeopslag:

1994: Marktintroductie Energie-opslag Aquifers (MEA)

Na subsidies voor haalbaarheidsstudies door SenterNovem worden in 1993 meerdere projecten met koudeopslag gerealiseerd. EZ concludeerde dat een investeringssubsidie niet nodig was maar startte wel het MEA programma, een programma bij SenterNovem om haalbaarheidsstudies en investeringen en projecten te ondersteunen. Dit programma kon maatwerk leveren en was daardoor effectiever dan huidige generieke regelingen.

Huidig beleid

Op dit moment is er geen stimuleringsbeleid voor WKO behalve fiscale maaregelen als de energieinvesteringsaftrek (EIA). WKO is rendabel voor grote gebouwen met grote koelvraag. De branche is goed georganiseerd, organiseert zelf opleidingen en heeft kwaliteitseisen en ontwerprichtlijnen opgesteld. Knelpunt is wet- en regelgeving. De huidige grondwaterwet houdt geen rekening met WKO. Open systemen vereisen een vergunning, gesloten systemen niet. Iedere provincie stelt andere regels ook t.a.v. monitoring waardoor automatisering van het vergunningetraject onmogelijk is. De

vergunningprocedure kost ca. 9 maanden. De Nederlandse Vereniging voor Ondergrondse Energieopslagsystemen (NVOE) heeft een voorstel gedaan voor harmonisering en vereenvoudiging van vergunningen voor WKO in de Integrale waterwet. Dit voorstel is door Tweede Kamer als amendement aangenomen, maar er is in de praktijk nog niets veranderd. Momenteel onderzoekt de Taskforce WKO de knelpunten.

5.4 Biomassa

- Duurzame warmte uit biomassa betreft verschillende opties:
- Warmtelevering uit afvalverbrandingsinstallaties (AVI's)
- Warmtelevering uit centrales met biomassa bijstook of meestook
- Houtkachels bij bedrijven en huishoudens
- Warmteproductie uit overige biomassaverbranding: verbranden van papierslib, dierlijk vet of andere biogene reststromen buiten centrales
- Stortgas
- Biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties
- Overig biogas, o.a. bij landbouwbedrijven door mestvergisting.

Afvalverbrandingsinstallaties

Warmteproductie uit AVI's is min of meer constant, er zijn beperkte uitbreidingen geweest. De AVI's en energiewinning uit afval is het resultaat van het afvalbeleid.

1979: motie Lansink, 1996 stortverbod afval

In 1979 nam de Tweede Kamer de motie Lansink aan, die een rangorde aanbracht in de gewenste wijze van aanpak van afvalstoffen: eerst preventie, dan hergebruik, dan verbranden al dan niet met energiewinning en ten slotte storten. In de praktijk leidde dit in de jaren tachtig vooral tot het saneren van stortplaatsen en de bouw van afvalverbrandingsinstallaties. In 1996 werd het storten van brandbaar afval helemaal verboden.

1999: Convenant Energie uit afval

In 1999 sluiten de AVI's een convenant met de overheid om de energieproductie uit afvalverbranding met 23 procent te verhogen. De AVI's ontvingen hiervoor vanaf 1 augustus 1999 per geleverde kilowattuur een vergoeding uit de Regulerende Energiebelasting (REB), de gebruikelijke bijdrage voor de opwekking van duurzame energie uit de REB-gelden. Deze 50% is gelijk aan het organisch (GFT) gehalte van het gemiddelde geproduceerde afval in Nederland (in 2007 bedraagt dit percentage 47%). Het convenant en de producenten vergoeding worden door het kabinet beëindigd per 1 augustus 2002.

2003: MEP-vergoeding voor elektriciteitsproductie

Vanaf 2003 krijgt elektriciteit uit AVI's MEP vergoeding, vanaf 2008 SDE vergoeding. Die vergoeding betekent een stimulans voor elektriciteitsproductie door AVI's, maar geen stimulans voor warmtelevering door AVI's.

Stortgas

Stortgas is biogas uit stortplaatsen. Het meeste afgevangen stortgas wordt omgezet in elektriciteit. Op een paar stortplaatsen wordt aardgas gemaakt en daarnaast wordt er nog een beetje stortgas direct voor warmteproductie gebruikt. Het affakkelen van stortgas gebeurt als het stortgas niet rendabel kan worden benut. De winning van stortgas neemt sinds 2003 af omdat er steeds minder afval is gestort.

Na enkele gifschandalen (o.a. Lekkerkerk, 1979) worden er vanaf 1993 milieueisen gesteld aan stortplaatsen waaronder de verplichting tot bovenafdekking van de stortplaats. Dat maakte het onttrekken van stortgas nagenoeg noodzakelijk en uiteindelijk kwam er ook een wettelijke verplichting voor het winnen van stortgas. In 1992 werd het Adviescentrum Stortgas (ACS) opgezet door Novem, EnergieNed en de VVAV. Het ACS geeft adviezen en voorlichting aan exploitanten van stortplaatsen en energiebedrijven. Het ACS had tot doel bij iedere stortplaats een haalbaarheidsstudie te doen en een dialoog tot stand te brengen tussen de exploitanten en de energiebedrijven.

Warmtelevering uit kolencentrales

Bij het meestoken van biomassa in elektriciteitscentrales worden verschillende soorten biomassa gebruikt. Voorbeelden zijn agrarische reststromen en houtpellets in kolencentrales en palmolie in gasgestookte centrales. Na een sterke groei in de jaren 2003-2005 is het meestoken van biomassa in 2006 iets gedaald. De groei van het meestoken is veroorzaakt door het gereedkomen van enkele technische aanpassingen in 2004 en 2005 waardoor het mogelijk werd om grotere hoeveelheden biomassa mee te stoken. Verder waren de subsidiëtarieven in 2005 waarschijnlijk ruimschoots voldoende om de meerkosten van biomassa te dekken. In mei 2005 heeft EZ de subsidieregeling voor nieuwe meestookprojecten gesloten. De subsidie voor bestaande meestookprojecten is vanaf 1 juli 2006 fors naar beneden bijgesteld. Samen met de maatschappelijke discussie over de duurzaamheid van palmolie heeft dit waarschijnlijk bijgedragen aan het wegvallen van de groei.

Bij biomassameestook in kolencentrales is het beleid tot nu toe alleen gericht op elektriciteitsproductie. Er zijn voornemens het tarief per kWh te differentiëren naar gelang meer of minder warmte nuttig wordt afgezet, maar dat geldt alleen voor installaties die vanaf 2009 een subsidieaanvraag indienen en niet voor lopende verplichtingen. Maar ter discussie staat of op termijn biomassameestook nog wel subsidie moet krijgen of dat het verplicht moet worden gesteld. De verplichting geldt dan voor de meestook van biomassa, niet voor de warmtebenutting. Een verplichting op biomassameestook kan de warmteproductie uit biomassa wel verhogen, omdat in

de situatie waar een kolencentrale warmte levert aan en warmtenet, die warmteproductie dan meer duurzaam zal zijn.

Houtkachels huishoudens

De bijdrage van houtkachels aan duurzame warmte is door CBS de laatste jaren constant gehouden omdat er geen gegevens beschikbaar zijn. Het betreft open haarden, inzethaarden en vrijstaande kachels. Het totale aantal is geschat op 800.000. Er is geen beleid om dit te stimuleren.

Houtkachels bedrijven

De warmteproductie uit houtkachels bij bedrijven is in 2005 en 2006 gestegen door kleinere kachels bij landbouwbedrijven. De meeste houtkachels staan bij de houtindustrie en de meubelindustrie voor het verstoken van eigen afvalhout. Er is geen beleid om dit te stimuleren.

Overige biomassaverbranding

Het gaat hier om biomassaverbranding buiten centrales. Totaal gaat het om 20 projecten, 13 daarvan wekken elektriciteit en warmte op, 7 alleen warmte. Installaties die elektriciteit opwekken worden ondersteund via de MEP subsidie of SDE. Voor projecten die vanaf 2009 een aanvraag indienen is de hoogte van de SDE subsidie afhankelijk van de warmtebenutting.

Biogas uit RWZI

De productie van biogas uit rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) is de laatste jaren min of meer stabiel, een trend van de laatste jaren is dat er meer biogas wordt omgezet in elektriciteit en minder wordt gebruikt via directe verbranding voor andere processen. Er is MEP en SDE subsidie voor elektriciteitsproductie met RWZI installaties. De warmteproductie wordt voor ongeveer 50% gebruikt om de gisting op temperatuur te houden. Dit deel mag eigenlijk niet als duurzame warmteproductie worden meegeteld.

Biogas op landbouwbedrijven

De biogasinstallaties op landbouwbedrijven, ook wel mestvergisters genoemd, gebruiken veelal mest in combinatie met ander plantaardig materiaal. Het vergisten van mest alléén is technisch-economisch minder aantrekkelijk. Door de milieuwetgeving was het eerst heel lastig om andere materialen (co-substraten) mee te vergisten. Een paar jaar geleden is dit veranderd en heeft de overheid een positieve lijst geïntroduceerd. Een andere belangrijke voorwaarde is de subsidie op de geproduceerde elektriciteit, via de MEP en SDE regeling. Eind 2007 waren er 53 landbouwbedrijven met een mestvergister. Met de restwarmte uit de vergistingsinstallatie is het mogelijk om het digestaat (het restproduct na vergisting) te drogen. De landbouwkundige waarde van digestaat is hoger dan die van niet vergiste drijfmest en daardoor is het gebruik ervan aantrekkelijk. De warmtebenutting (buiten de vergister om) is nog beperkt tot ongeveer 1% van alle gewonnen biogas. Deze 1

procent wordt gerealiseerd door ongeveer een derde van de mestvergisters. Meestal gaat het om verwarming van de stallen.

Overig biogas

Omvat vooral biogas dat gewonnen en gebruikt wordt in de voedingsmiddelen industrie. Daar wordt via anaërobe afvalwaterzuivering biogas gewonnen dat wordt gebruikt voor de opwekking van elektriciteit en/of proces warmte. Daarnaast zijn er enkele projecten met GFT vergisting en in de papierindustrie.

5.5 Werkprogramma Warmte op stoom

In 2008 verschijnt het eerste integrale beleidsprogramma over warmtevoorziening, het werkprogramma "Warmte op stoom". Het werkprogramma bevat drie typen stimuleringsmaatregelen:

- Kennis ontwikkelen en delen
- Samenwerking bevorderen
- Marktcondities voor verduurzaming verbeteren.

Hieronder een overzicht van beleid uit dit werkprogramma voor zover een stimulans voor duurzame warmte en koude. Het werkprogramma bevat ook beleidsmaatregelen voor besparing op de warmtevraag en restwarmtebenutting, maar die blijven hier buiten beschouwing.

Kennis ontwikkelen:

- In januari 2009 start het Nationaal Expertisecentrum Warmte. Dit centrum gaat kennis verzamelen en delen over het verduurzamen van de warmte- en koudevoorziening. Het centrum richt zich op partijen die investeringsbeslissingen kunnen beïnvloeden, in eerste instantie vooral op gemeenten. Het expertisecentrum ontwikkelt een uniforme maatlat om de prestaties van verschillende technieken met elkaar te vergelijken. Ook zal ze de komende jaren veldtesten uitzetten om prestaties van technieken in de praktijk te onderzoeken.
- Vanaf 2009 worden op regionale warmtekaarten vraag en aanbod van warmte inzichtelijk gemaakt, zoals beschikbare restwarmte of mogelijkheden voor aardwarmte. EZ financiert 50% van de kosten, provincies en Tennet de andere helft.
- In de industrie wordt via de MJA aanpak aandacht gevraagd voor duurzame opwekking.
- Binnen het programma Kas als energiebron wordt onderzoek, demonstratie en kennisuitwisseling van verduurzaming van warmtevraag van de glastuinbouw gestimuleerd.

Samenwerking bevorderen:

In het Lenteakkoord Energiebesparing in de Nieuwbouw zijn afspraken gemaakt met de bouwsector over de verbetering van de energieprestatie van gebouwen met 25% in 2011 en 50% in 2015 (t.o.v. 2007). Met energieleveranciers is in 2008 een convenant getekend voor energiebesparing in de bestaande bouw "Meer met Minder". Het lenteakkoord met de bouwsector en het Meer Met Minder convenant moet ook samenwerking tussen partijen bevorderen om de warmtevoorziening te verduurzamen in de gebouwde omgeving. Ook met de landbouwsector is in 2008 een convenant gesloten.

De marktcondities verbeteren:

- Het grootste knelpunt voor geothermie is het risico van een foute boring. In april 2009 wordt een garantiefaciliteit geopend om de risico's van geothermische boringen af te dekken. De regeling wordt gedekt door een budget van de rijksoverheid van 10 miljoen euro en premie inkomsten van indieners.
- De huidige wetgeving (Mijnbouwwet) die de basis vormt voor de vergunningverlening voor geothermie lijdt tot lange procedures bij aardwarmteprojecten. In 2009 wordt gekeken naar vereenvoudiging en versnelling van procedures.
- Bij de productie van elektriciteit uit biomassa komt warmte vrij die nu lang niet altijd benut wordt. In de SDE zal vanaf 2009 het subsidiebedrag berekend worden op basis van de elektriciteitsproductie en nuttige bestede warmte samen.
- In september 2008 is een subsidieregeling voor duurzame warmteproductie in woningen gepubliceerd met een budget van 66 miljoen euro. Die moet ertoe leiden dat in 2011 ca. 55.000 zonneboilers, 5000 warmtepompen en 10.000 micro-WKK's in bestaande woningen zijn geplaatst.
- Door de Minister van VROM is een Taskforce Warmte-koude opslag (WKO) ingesteld die op korte termijn advies zal geven over versnelling van de groei van WKO.

6 Conclusies

De belangrijkste ervaringen met beleid ter bevordering van duurzame warmte en koude in Nederland zijn hieronder opgesomd.

- Subsidies op zonneboilers zijn gebaseerd op warmteproductie, niet op collectoroppervlak: dit is om efficiënte systemen te stimuleren. De ervaring heeft laten zien dat stop-and-go policy niet goed is voor de markt, die behoefte heeft aan duidelijkheid. Subsidies op zonneboilers zijn steeds tijdelijk geweest en ze zijn in het verleden soms plotseling beëindigd, zoals bij de Energiepremiereregeling, wat de markt afwachtend maakt.
- Verwacht werd dat energieprestatienormen voor de nieuwbouw tot meer zonneboilers en warmtepompen zouden leiden maar de huidige eisen zijn nog steeds te realiseren met goedkopere maatregelen.
- De meerjarenafspraken en het convenant zonneboilers waren succesvol in het realiseren van een daling van de kostprijs, maar niet in opschaling van de markt. Les daaruit is dat marketing belangrijk is. Die marketing is lastig daar het een grote groep particuliere huiseigenaren betreft. Installateurs zijn een belangrijke schakel, maar zij zijn vaak nog te onbekend met zonneboilers en warmtepompen, en zullen deze niet aanbevelen.
- Bij warmtepompen gaat het over diverse technologie qua warmtebron, warmtepomptype en afgiftesysteem. Partijen beschouwen ieder project als maatwerk, er zijn weinig standaardoplossingen met als gevolg hoge kosten voor engineering. De integratie van een warmtepomp in het gebouwconcept is cruciaal, wanneer de bouwkwaliteit te wensen overlaat schiet de capaciteit van de warmtepomp te kort.
- WKO is een rendabele techniek voor grote gebouwen met voldoende koelvraag. Demonstratieprojecten zijn gestart vanaf 1993. Vanuit het beleid zijn alleen haalbaarheidsstudies gesubsidieerd. Het enige knelpunt vormt vergunningverlening, daar zijn vele bestuurslagen bij betrokken en de eisen zijn niet geharmoniseerd.
- Elektriciteitsproductie uit biomassa wordt gestimuleerd via de MEP en SDE subsidie. Daarbij was er afgelopen jaren geen aandacht voor warmtebenutting. Voor SDE-subsidieaanvragen vanaf 2009 wordt de subsidie op elektriciteit voor nieuwe installaties wel afhankelijk van de warmtebenutting. Warmteafzet van afval en biomassa installaties vereist een lange termijn planning. Als in de planningsfase wordt vergeten om warmteafnemers te contracteren, dan is er geen markt tegen de tijd dat installaties in bedrijf komen. Bij vergisting is er weinig netto warmteproductie van installaties. Bij vergisting in rioolwaterzuiveringsinstallaties is 50% van de warmteproductie nodig om de vergisting op gang te houden. Bij mestvergisting is de warmtebenutting nog beperkt tot ongeveer 1% van alle gewonnen biogas.

- Wegens het vraagprofiel naar warmte in de industrie is de rol van zonthermie marginaal: het temperatuurniveau en de vermogensdichtheid zijn te laag en het intermitterende karakter van zanaanbod maakt de optie minder betrouwbaar. Wegens de ruime beschikbaarheid van aardgas is er op dit moment geen aanleiding voor de industrie om biomassa in te zetten.

7 Referenties

- E. A. Alsema 2001, ICARUS 4 Sector study for the drugs and food industry, University Utrecht 2001
- Bosselaar, L. 2007. Statusrapport zonneboilermarkt in Nederland 2007.
- Daniëls, B. et al 2009. Actualisatie Referentieramingen Energie en emissies 2008-2020, ECN /BPL, 2009 (nog te verschijnen).
- Ecofys (2007) Duurzame warmte en koude 2008-2020: potentiëlen, barrières en beleid
- Egger, Ch., Oberösterreichischer Energiesparverband (Upper Austrian Renewable Energy Agency), Linz, Oostenrijk, persoonlijke communicatie, 2009
- Groenwoning, <http://www.groenwoning.nl> , geraadpleegd maart 2009
- Internet website 2009: www.energie.nl
- Kranzl, L. et al 2009, Country report the Netherlands (nog te verschijnen).
- CBS 2006. Duurzame energie in Nederland 2006.
- CBS 2007. Duurzame energie in Nederland 2007.
- Van Holsteijn en Kemna, 2008. Elektrische apparatuur in Nederlandse huishoudens, VHK, Delft december 2008
- Verbong, G. 2001. Een kwestie van lange adem, De gescheidenis van duurzame energie in Nederland.
- Zwart, H.F de e.a. 2004. Energiezuinige koudeproductiesystemen voor (semi)gesloten kassen, Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen, 2004.

Bijlage A Berekening warmtevraag

De finale warmtevraag is door ECN berekend aan de hand van gegevens van CBS over verbruik energiedragers per sector (CBS, NEH 2006), zie Tabel A.1 Door ECN is het gemiddelde omzettingsrendement naar warmte per sector en per energiedrager geschat, zie Tabel A.2.

Vermenigvuldiging van het verbruik van energiedragers met het omzettingsrendement geeft de warmtevraag per sector, zie Tabel A.3. Iedere energiedrager heeft een eigen emissiefactor, zie Tabel A.4. Door het verbruik per sector per energiedrager voor warmte te vermenigvuldigen met de emissiefactor, kan de CO₂-emissie die samen hangt met warmteverbruik worden berekend, zie Tabel A.5.

Tabel A.1 Finaal verbruik voor energetische doeleinden 2006 [PJ]

| Energiedrager | Industrie | ww Chemie | ww Metaal | ww Overig | Huishoudens | Overige afnemers excl MWT | Raffinaderijen | Vuil verbranding | Winningsbedrijven | Distributiebedrijven | Transport | Mobiele werktuigen | TOTAAL |
|------------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------------------|----------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------|--------------------|--------|
| Kolen totaal | 21,7 | | 19,4 | 2,3 | 0,2 | 0,3 | | | | | | | 22,2 |
| Cokesovengas | 8,0 | | 8,0 | 0,0 | | | | | | | | | 8,0 |
| Hoogovengas | 10,9 | | 10,9 | 0,0 | | | | | | | | | 10,9 |
| Kolen overig | 2,8 | 0,0 | 0,5 | 2,3 | 0,2 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | 3,3 |
| Olie totaal | 102,5 | 99,8 | 0,6 | 2,1 | 3,7 | 5,0 | 86,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 490,6 | 36,3 | 724,2 |
| Raffinaderijgas | 2,0 | 2,0 | | 0,1 | | | 67,8 | | | | | | 69,8 |
| Chemisch restgas | 97,7 | 97,7 | | 0,0 | | | | | | | | | 97,7 |
| Olie overig | 2,8 | 0,1 | 0,6 | 2,0 | 3,7 | 5,0 | 18,2 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 490,6 | 36,3 | 556,7 |
| Aardgas | 173,3 | 61,1 | 32,3 | 79,9 | 301,5 | 267,2 | 13,4 | 0,6 | 25,8 | 1,8 | 0,0 | | 783,6 |
| Elektriciteit | 118,5 | 35,9 | 28,6 | 54,0 | 87,2 | 140,4 | 9,6 | 0,1 | 8,7 | 19,0 | 5,8 | | 389,4 |
| Stoom en/of warm water | 145,2 | 100,2 | 4,7 | 40,3 | 19,2 | 60,8 | 16,1 | 3,9 | 0,1 | 5,2 | | | 250,5 |

| | Industrie | ww Chemie | ww Metaal | ww Overig | Huishoudens | Overige afnemers excl MWT | Raffinaderijen | Vuil verbranding | Winningsbedrijven | Distributiebedrijven | Transport | Mobiele werktuigen | TOTAAL |
|----------------|-----------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------------------|----------------|---------------------|-------------------|----------------------|-----------|--------------------|--------|
| Energiedrager | | | | | | | | | | | | | |
| Fermentatiegas | 0,6 | 0,1 | | 0,5 | | 1,6 | | 0,0 | | 0,1 | | | 2,3 |
| TOTAAL | 561,8 | 297,0 | 85,6 | 179,2 | 411,8 | 475,3 | 125,2 | 4,6 | 34,6 | 26,2 | 496,4 | 36,3 | 2172,2 |

Tabel A.2 Omzettingsrendementen

| Energiedrager | Industrie | wv Chemie | wv Metaal | wv Overig | Huishoudens | Overige afnemers excl MWT | Raffinaderijen |
|------------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------------------------|----------------|
| Kolen overig | 85,0% | 85,0% | 85,0% | 85,0% | 74,2% | 80,0% | 85,0% |
| Olie overig | 87,0% | 87,0% | 87,0% | 87,0% | 79,9% | 80,0% | 87,0% |
| Aardgas | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 85,5% | 85,5% | 90,0% |
| Cokesovengas | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 85,5% | 85,5% | 90,0% |
| Hoogovengas | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 85,5% | 85,5% | 90,0% |
| Raffinaderijgas | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 85,5% | 85,5% | 90,0% |
| Chemisch restgas | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 85,5% | 85,5% | 90,0% |
| Fermentatiegas | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 90,0% | 85,5% | 85,5% | 90,0% |
| Stoom en/of warm water | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Bron: Inschatting ECN

Tabel A.3 Nuttig warmteverbruik 2006 [PJ_{th}]

| Energiedrager | Industrie | wv Chemie | wv Metaal | wv Overig | Huishoudens | Overige afnemers excl MWT | Raffinaderijen | TOTAAL |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------|----------------|---------------|
| Kolen overig | 2,4 | 0,0 | 0,5 | 1,9 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 2,8 |
| Olie overig | 2,4 | 0,1 | 0,5 | 1,8 | 3,0 | 4,0 | 15,9 | 25,3 |
| Aardgas | 156,0 | 55,0 | 29,1 | 71,9 | 257,8 | 228,5 | 12,1 | 654,3 |
| Cokesovengas | 7,2 | 0,0 | 7,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,2 |
| Hoogovengas | 9,8 | 0,0 | 9,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 9,8 |
| Raffinaderijgas | 1,8 | 1,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 61,0 | 62,8 |
| Chemisch restgas | 87,9 | 87,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 87,9 |
| Fermentatiegas | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 1,4 | 0,0 | 1,9 |
| Stoom en/of warm water | 145,2 | 100,2 | 4,7 | 40,3 | 19,2 | 60,8 | 16,1 | 241,3 |
| TOTAAL | 413,3 | 245,0 | 51,7 | 116,5 | 280,1 | 294,9 | 105,0 | 1093,3 |

Tabel A.4 Emissiefactor per energiedrager

| | Emissiefactor CO ₂ [kton/PJ] |
|------------------------|---|
| Kolen overig | 94,7 |
| Olie overig | 73 |
| Aardgas | 56,8 |
| Cokesovengas | 41,2 |
| Hoogovengas | 237,1 |
| Raffinaderijgas | 66,7 |
| Chemisch restgas | 62,6 |
| Fermentatiegas | 0 |
| Stoom en/of warm water | 63,1 |

Tabel A.5 CO₂-emissie samenhangend met warmtevraag

| Energiedrager | Industrie | wv Chemie | wv Metaal | wv Overig | Huishoudens | Overige afnemers excl MWT | Raffinaderijen | TOTAAL |
|------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------------------------|----------------|-------------|
| Kolen overig | 0,3 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 |
| Olie overig | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 1,3 | 2,2 |
| Aardgas | 9,8 | 3,5 | 1,8 | 4,5 | 17,1 | 15,2 | 0,8 | 42,9 |
| Cokesovengas | 0,3 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 |
| Hoogovengas | 2,6 | 0,0 | 2,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,6 |
| Raffinaderijgas | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 4,7 |
| Chemisch restgas | 6,1 | 6,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,1 |
| Fermentatiegas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Stoom en/of warm water | 9,2 | 6,3 | 0,3 | 2,5 | 1,2 | 3,8 | 1,0 | 15,2 |
| TOTAAL | 28,6 | 16,0 | 5,1 | 7,5 | 18,6 | 19,4 | 7,6 | 74,3 |

Bijlage B Gesprekken

In het kader van dit rapport zijn gesprekken gevoerd met de volgende personen:

Gerard van Amerongen, Holland Solar

Ernst-Jan Bakker, ECN, programma Energie in de Gebouwde omgeving

Lex Bosselaar, SenterNovem, Nationaal Expertisecentrum Warmte (NEW)

Hans Buitenhuis, DWA Installatie- en energieadvies, voorzitter NVOE (Nederlandse Vereniging van Ondergrondse Energieopslag)

Ad Schoof en Erik Wissema, Ministerie van Economische Zaken

Huib Visser, ECN programma Energie in de gebouwde omgeving

Rian Visser, ECN unit Biomassa, Kolen & Milieuonderzoek (BKM)

Anton Wemmers, ECN unit Efficiency & Infrastructure (Heat Technology & Systems)