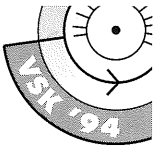


De weg naar een duurzame warmtevoorziening

Een 'duurzame' warmtevoorziening zou kunnen worden gebaseerd op warmte/kracht, zonnewarmte en aardwarmte, in combinatie met opslag in aquifers en distributiesystemen voor warmte. Zo'n infrastructuur is nog ver van ons verwijderd, maar de weg daar naartoe moet nu al worden ingeslagen. Zo luidt het betoog van H. van Poelje. Met zijn berekeningen wil hij graag de aftrap geven voor een discussie over de duurzame warmtevoorziening.

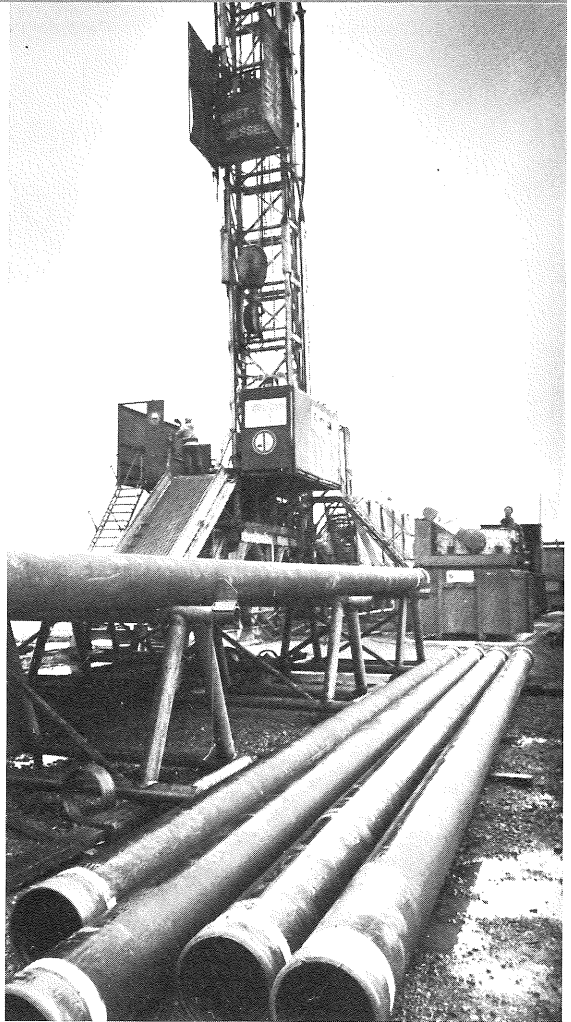


In de sector ruimteverwarming van onze energiehuishouding bestaat een opvallende tegenstelling tussen het gevraagde en het geboden kwaliteitsniveau van de energie. De ruimteverwarming kan volstaan met laagwaardige warmte van zo'n 90 °C, en toch wordt in deze sector op grote schaal het hoogwaardige aardgas gebruikt. De Algemene Energie Raad heeft er in haar advies over het Brundtland-rapport [1] al op gewezen dat dit 'kwaliteitsverlies' kan worden tegengegaan door, in plaats van aardgas, naast restwarmte ook duurzame bronnen als aardwarmte en thermische zonne-energie te gebruiken. Het aardgas zou dan moeten worden gereserveerd voor toepassingen met een hoge kwaliteit. Een dergelijke duurzame warmtevoorziening is echter bij de huidige lage energieprijzen niet rendabel.

Toch is er een goede reden om nu al over een dergelijke omschakeling na te denken. De stijging van energieprijzen kan immers snel gaan en op onverwachte momenten plaatsvinden, zoals we in het verleden hebben gezien. Veranderingen in de infrastructuur voor de warmtevoorziening nemen echter tientallen jaren in beslag. Daardoor ontstaat het risico dat een marktconforme introductie van duurzame energiebronnen straks wordt belemmerd doordat de benodigde infrastructuur niet tijdig gereed is. Het is daarom zaak om het gewenste ontwikkeltraject in de warmtevoorziening nu al te bedenken.

Huidige ontwikkeling

Het gebruik van de restwarmte uit de elektriciteitsvoorziening via warmte/kracht koppeling neemt momenteel toe. In de meeste scenario's zal deze warmtebron uiteindelijk zo'n 15% van de totale warmtemarkt (die in Nederland circa 750 PJ per jaar bedraagt) kunnen verzorgen [2]. De elektriciteitsvraag is hier de beperkende factor; bij een nog groter aandeel ontstaan inpassingsproblemen. Bij gebruik van seizoenopslag van



Het winnen van aardwarmte is, vooral in het buitenland, een bekende techniek. (foto: Van de Meulenhof)

warmte kan dit percentage wel hoger worden.

Thermische zonne-energie wordt momenteel in hoofdzaak toegepast via zonneboilers die het warme tapwater in woningen verzorgen. Deze toepassing kan uiteindelijk enkele procenten uitmaken van de warmtemarkt. Thermische zonne-energie wordt ook toegepast in de vorm van passieve zonne-energiebenutting in de nieuwbouw. Dit is nu nog uitzondering en zal, gezien de geringe doorstroming van het woningenbestand, niet eerder dan in de tweede helft van de volgende eeuw kwantitatief enige betekenis kunnen krijgen.

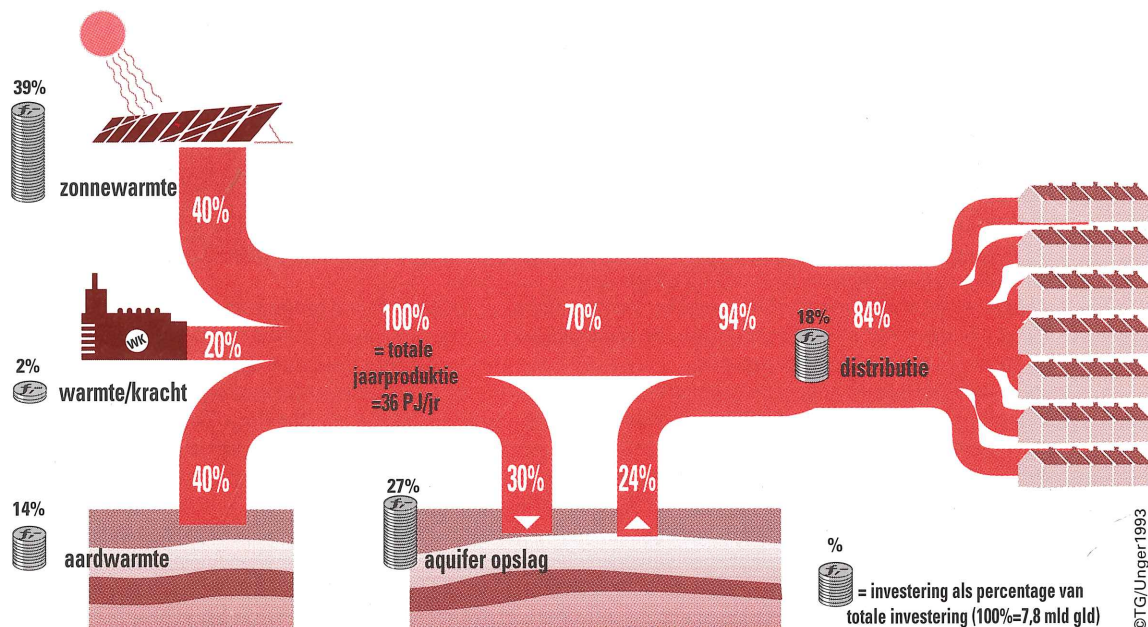
Ten slotte de aardwarmte: deze heeft in Nederland geen prioriteit gekregen. Proefboringen voor geothermische energie zijn opgeschort op advies van de Algemene Energie Raad. Deze raad wilde eerst meer systeemonderzoek naar een optimale warmtevoorziening. De bodem is in Nederland overigens zeer geschikt voor deze warmtevorm [3].

Potentieel

Uit het voorgaande blijkt niet dat er sprake is van een ontwikkeling in de richting van duurzame warmte. Voordat we kunnen beoordelen of een dergelijke ontwikkeling gewenst zou zijn, is het eerst nodig om te weten wat we maximaal kunnen verwachten van deze energiebronnen. In dit artikel (gebaseerd op [5]) is een poging gedaan om dit

Ir. H. van Poelje
Werkzaam bij de afdeling Milieu en Veiligheid van de nv Nederlandse Gasunie. Het artikel is op persoonlijke titel geschreven.

1 Energie- en geldstromen



A Duurzame warmtebronnen

	warmte/kracht	zon	aardwarmte
nodig voor 1 PJ/jr	32 MW	0,7 km ²	4 doublets
investering voor 1 PJ/jr (mln gld)	16	210	64
potentieel als % van totale warmtevraag	15%	70%	< 100%
status	uitontwikkeld en op ruime schaal toegepast	vrijwel uitontwikkeld en op kleine schaal toegepast	uitontwikkeld en in buitenland op redelijke schaal toegepast
beperkingen	<ul style="list-style-type: none"> • lokatie afhankelijk van E-productie • energieverlies bij niet-parallele E- en W-vraag 	<ul style="list-style-type: none"> • seizoenopslag nodig • plaatselijke grondschaarste 	<ul style="list-style-type: none"> • niet overal beschikbaar • lange aanlooptijd

potentieel te beoordelen. De centrale vraagstelling is: wat is ervoor nodig om de warmtevoorziening in Nederland te baseren op duurzame energiebronnen en wat kost dat?

Allereerst is een schatting gemaakt, op basis van de bestaande technieken en de meningen van een aantal betrokken deskundigen, wat de energie-opbrengst en de investeringskosten zijn van drie warmtebronnen: warmte/kracht-koppeling, aardwarmte en thermische zonne-energie. In tabel A zijn de resultaten samengevat. Daarbij is ook genoemd wat het uiteindelijk technisch mogelijke potentieel is, wat de status is en wat de beperkingen zijn van deze bronnen.

Hieruit komt duidelijk naar voren dat geen enkele van deze bronnen afzonderlijk in staat is om een hoofdrol te spelen in de warmtevoorziening. Daar-

om ligt een combinatie voor de hand, waarbij de verschillende warmtebronnen door middel van twee extra componenten, een ondergronds opslagsysteem en een transportsysteem, zijn gekoppeld. Ook hiervan zijn de investeringskosten bepaald.

Concept

In figuur 1 is het systeemconcept voor een denkbeeldige warmte-regio met 300 000 woningaansluitingen schematisch weergegeven. De energiestromen zijn aangegeven (over het jaar gemiddeld) in percentages van de bruto jaarproductie (36 PJ/jr). De getallen bij de stapeltjes munten zijn het aandeel in de totale investeringskosten van 7,8 miljard gulden. Deze cijfers zijn gebaseerd op een eenvoudig simulatiemodel van een dergelijke regio, waarin de vraag, productie, opslag en verlies van warm-

te per maand zijn gebalanceerd. Vanzelfsprekend kunnen deze getallen per regio variëren, afhankelijk van onder andere de bodemgesteldheid en de structuur van de vraag en het aanbod van warmte. Als de temperatuur van de warmte in de opslag onvoldoende hoog zou blijken te zijn, kan ook een warmtepomp aan het systeem worden toegevoegd.

Een bijkomend voordeel van het beschreven systeem is dat de restwarmte van bedrijven in het net kan worden ingebracht en eruit kan worden opgenomen. Dit biedt nieuwe mogelijkheden tot energiebesparing en optimalisatie van de warmtehuishouding van bedrijven. De extra energie die daardoor kan worden benut is, omdat hij moeilijk kwantificeerbaar is, als 'bonus' beschouwd en niet in de berekeningen meegenomen.

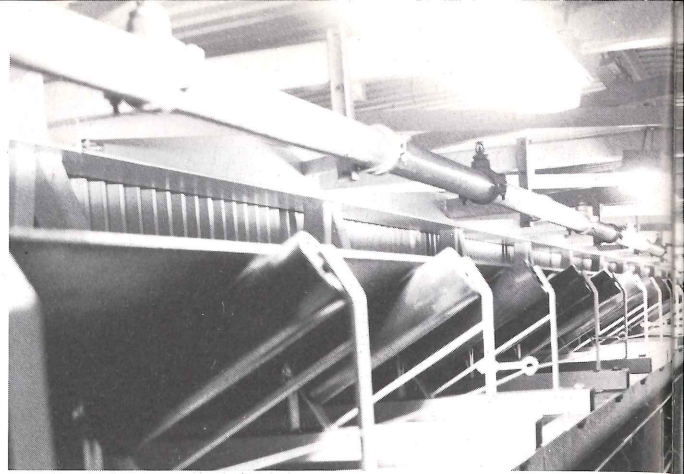
Een veelgehoord argument tegen warmte-distributiesystemen is het feit dat door de voortgaande energiebesparing, de aansluitkosten per woning zullen stijgen. De doelstelling is om het energieverbruik in woningen met 25% te reduceren in 2000 ten opzichte van 1990 [4]. Dit zou volgens het model een verhoging van 5% betekenen van de kosten per GJ. Daar staat tegenover dat de kostenverlaging in de warmtedistributie door technische ontwikkelingen nog niet ten einde is. Welk van deze twee effecten zal overheersen, is nog niet duidelijk.

Fasering

Momenteel zitten warmte/kracht-koppeling en warmtedistributie 'in de lift'. In brede kring wordt aanvaard dat dit een belangrijke bijdrage kan leveren aan de energiebesparing en het verminderen van het CO₂-probleem. Over de lange-termijnontwikkeling daarvan en de inpassing van duurzame energie daarin, zijn echter nog weinig concrete visies ontwikkeld. In [4] wordt een poging gedaan om, aansluitend op de in gang zijnde ontwikkeling, een fasering in de tijd aan te brengen:

A. Inrichten van seizoen-warmteopslag in ondergrondse aquifers, zodat het voorzieningsgebied van warmte/kracht-koppeling kan worden uitgebreid. Deze optie is in het huidige beleid voor warmte/kracht-koppeling al ter discussie [2].

B. Boren van aardwarmte-doublers (dubbele put-



ten voor aanvoer van het warme en afvoer van het koude water), waarna de opslag en het aantal aansluitingen weer kan worden uitgebreid.

C. Installeren van een proefveld met zonnecollectoren dat, zodra de prijsverhoudingen dat mogelijk maken, verder kan worden uitgebreid.

Kosten

De investeringskosten zullen hoger worden naarmate deze fasen doorlopen worden, zoals in tabel B is aangegeven. De investering is uitgedrukt in gulden per kW vermogen dat de eindafnemer krijgt als de warmtelevering gelijkmatig over het jaar zou zijn verdeeld.

De prijs die afnemers van stadsverwarming momenteel betalen ligt tussen 17 en 19 gulden per GJ. Dit tarief is een marktprijs, want het is gelijk getrokken met de prijs die de afnemer zou betalen bij individuele aardgasverwarming.

De kostprijs per eenheid warmte voor de fases A t/m C staat in de laatste regel van tabel B. Hij is berekend op basis van een aantal aannames, zoals een gemiddelde levensduur van dertig jaar, een jaarlijkse inflatie van 3,5% en een cost-of-capital van 10%. Hij varieert van de huidige consumentenprijs voor aardgasverwarming (fase A) tot het dubbele daarvan (fase C). Daarbij moet worden bedacht dat over de komende 25 jaar (de periode waarover een dergelijk warmte-investeringsprogramma zich zou kunnen uitstrekken) de wereld-energieprijzen naar verwachting ook zullen verdubbelen [6]. Dit zou betekenen dat de overgang

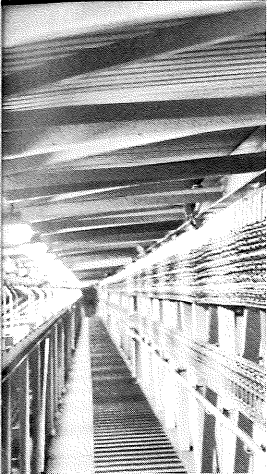
ECN-Beleidsstudies:

"Goed idee, maar twijfel over enkele aannames"

Gevraagd om commentaar, is ir. P.G.M. Boonekamp van ECN lovend over het initiatief van Van Poelje, omdat het de discussie over de toekomstige warmte-infrastructuur wellicht op een hoger plan brengt. "De voorgestelde seizoensopslag is een goede methode om de vraag en het aanbod van warmte van elkaar te ontkoppelen. Zo worden vrij kapitaalintensieve warmtebronnen, zoals aardwarmte, een stuk beter benut," vindt Boonekamp, die bij ECN-Beleidsstudies projectleider is van diverse scenariostudies. "Maar er moet nog wel het een en ander aan worden gerekend. Zo vraag ik me af of de door Van Poelje gekozen configuratie van de infrastructuur economisch gezien wel optimaal is. Worden de extra kosten van het opslagsysteem wel terugverdiend? In zijn studie lost hij bijvoorbeeld ook niet het bekende probleem op van de slechte benutting van een groot en duur distributiesysteem dat is uitgelegd op de piekvraag." Volgens

Boonekamp schort het in Van Poeljes verhaal hier en daar aan enkele aannames. "Dat geldt bijvoorbeeld voor de doorberekening van de verdubbeling van de wereld(olie)prijs, die slechts beperkt doorwerkt in de verhoging van de gasprijs. Ook ten aanzien van de verrekening van de kosten voor stadsverwarming zet ik enkele vraagtekens, terwijl hij bij het berekenen van gedeelde kosten voor CO₂-emissiereductie rekening moet houden met hogere rendementen in conventionele centrales. Daardoor kunnen de kosten voor CO₂-emissiereductie wel eens lager uitvallen dan de door Van Poelje genoemde 150 gulden per ton CO₂."

Ondanks de haken en ogen, zou Van Poeljes studie een aantrekkelijk startpunt zijn voor verdere berekeningen. Boonekamp: "Het is zeker niet ondenkbaar dat we onze computerprogramma's op dit soort nieuwe concepten voor de Nederlandse warmtevoorziening zullen loslaten."



Op sommige plaatsen, zoals bij zwembad De Wildhoeve in Epe, wordt al thermische zonne-energie gebruikt.

B Kosten

	fase A	fase B	fase C
verdeling	100% w/k met seizoenopslag	33% w/k en 67% aardwarmte	20% w/k, 40% aardwarmte en 40% zonne-energie
investering (gld/kW)	3880	5352	8221
kostprijs (gld/GJ)	17	25	36

naar duurzame energie in de warmtemarkt niet hoeft te leiden tot een hogere prijs dan het alternatief van aardgasverwarming.

Het probleem lijkt dus niet te zijn dat de consument de prijs voor de duurzame warmte niet kan opbrengen. Wat wel een probleem kan zijn, is dat de overheid en de oliemaatschappijen inkomsten uit aardgas zouden gaan missen als de warmtevoorziening meer op duurzame energie wordt gebaseerd. Of dit inderdaad een reëel probleem wordt, hangt helemaal af van de vraag wat er met het uitgespaarde aardgas wordt gedaan. Als het energiebeleid wordt gericht op vergroting van de export of versterkte inzet in de elektriciteitsvoorziening, dan kunnen de aardgasinkomsten wel in stand worden gehouden.

Risico's

De benodigde investeringen kunnen worden beschouwd als normale commerciële investeringen door de energiesector zelf. De technische risico's hoeven niet groot te zijn, omdat het steeds, ook bij de aquifers en de aardwarmte, gaat om 'proven technology'. Omdat op projectniveau een enkele boring best kan mislukken, zou een wettelijke regeling voor geothermie zoals in Frankrijk en Italië al bestaat, met een egalisatiefonds om de risico's te spreiden, op zijn plaats zijn [7].

Een financieel risico doet zich voor als de verwachte verdubbeling van de energieprijzen op de wereldmarkt de komende 25 jaar uitblijft. Het nemen van dit risico zou gedeeltelijk kunnen worden gezien als een onvermijdelijke prijs die moet worden betaald voor concrete stappen in de richting van duurzame energie en milieuverbetering, met name de CO₂-beperking. Voor een ander deel zal het risico kunnen worden beperkt omdat tijdens het doorlopen van de drie genoemde fasen bijstelling van het tempo van invoering mogelijk is.

Bij de beoordeling van de vraag in hoeverre de overheid bij het afdekken van dit risico een rol zou moeten spelen, moeten ook de positieve maatschappelijke effecten in beschouwing worden genomen. In de eerste plaats worden er kosten voor andere CO₂-beperkende maatregelen uitgespaard. In fase B is de meerprijs van de warmte ten opzichte van de huidige prijs die de consument voor stadsverwarming betaalt,

ongeveer 8 gld/GJ (tabel B). Het alternatief aardgas stoot 56 kg CO₂ per GJ uit, dus per ton CO₂-uitstoot wordt 17,8 GJ aan aardgas gebruikt. Vervanging van aardgas door de combinatie warmte/kracht met seizoenopslag en aardwarmte kost dan 142 gulden per uitgespaarde ton CO₂. Dit is in de huidige situatie al kosteneffectief. De norm die de distributiesector stelt in de eigen Milieu Actieplannen voor 'fossiele' maatregelen is 150 gulden per uitgespaarde ton CO₂, en voor duurzame bronnen nog hoger. Voor windenergie is bijvoorbeeld 186 gulden nog acceptabel. Fase C (met zonne-energie erbij) ligt met 320 gulden per uitgespaarde ton CO₂ nog boven deze norm.

Verder is er het werkgelegenheidseffect van een investeringsimpuls (die tot 6 mld gulden per jaar kan bedragen [5]) in de sectoren boringen, leidingaanleg en grondwerk, w/k-installaties, apparaten, procesbesturing en zonnecollectoren.

Ten slotte kan, door export van het uitgespaarde aardgas, worden voorkómen dat een verslechtering van de betalingsbalans optreedt. Deze verslechtering zou zich voordoen omdat volgens het huidige Plan van Gasafzet de export na 2009 zal gaan aflopen.

Uitvoering

In de 'duurzame warmtevoorziening' gaat het om vijf verschillende soorten 'business': warmte/kracht, aquifer-opslag, aardwarmte, zonnewarmte en warmtedistributie. Geen enkele afzonderlijke energie-instelling in Nederland beheerst dit pakket in zijn totaliteit. Bovendien hebben de energiebedrijven (productie, distributie, in- en verkoop van gas) ieder hun eigen doelstellingen, die in het algemeen niet gericht zullen zijn op het bereiken van een integrale warmte-infrastructuur.

Om de gewenste samenwerking in de energiewereld op dit doel te richten, lijkt politieke bemoeienis daarom onontbeerlijk, bijvoorbeeld in de vorm van doelstellingen en modaliteiten voor de risicodkking. Dit kan dan als richtsnoer dienen voor de vele deelbeslissingen die voor de energievoorziening in de warmtemarkt moeten worden genomen, zodat die kunnen leiden tot een samenhangende structuur.

Als eerste stap zou een proefregio kunnen worden opgezet. Een dergelijke regio zou moeten worden gezocht in een gebied met een goed bestuurlijk klimaat voor vernieuwing en met een geschikte geologische structuur. Bij voorkeur zou aansluiting moeten worden gezocht bij de bestaande ontwikkeling van stadsverwarming. De onderzoekprogramma's op het gebied van aardwarmte, aquifers en zonnewarmte kunnen in het kader van een dergelijke proef verder worden ontwikkeld zodat ze meer doelgericht worden en elkaar versterken. ■

Literatuur

1. Energie en Duurzame ontwikkeling; advies van de Algemene Energie Raad naar aanleiding van het Brundtland-rapport, oktober 1989.
2. P.G.M. Boonekamp en M. Beeldman: Inpasbaarheid Decentraal Vermogen; ECN, juli 1992; Dr. P.A.M. Berdowski: Warmte/kracht en warmtedistributie; uitgave van het Ministerie van Economische Zaken, 22 januari 1993.
3. Prof.dr.s. F. Walter: Moeder Aarde geeft haar warmte prijs; Poly Technisch Tijdschrift, november 1992.
4. Nota Energiebesparing - Beleidsplan energiebesparing en stromingsbronnen; Economische Zaken, juli 1990.
5. H. van Poelje: Integrale warmtevoorziening met duurzame energie; Groningen, februari 1993 (te bevragen bij H. van Poelje, 050-212725).
6. Begroting van Economische Zaken, 1993.
7. The several uses of low temperature geothermal energy for heating; FAST-OPET, Europese Commissie, Directoraat-Generaal XVII voor Energie.