

toekomstbeeld der techniek

33

toekomstige verwarming van
woningen en gebouwen

eindredactie: ir. A.C. Sjoerdsma



Toekomstige verwarming van woningen en gebouwen

W. J. van der Meulen

W. J. van der Meulen

W. J. van der Meulen

W. J. van der Meulen

W. J. van der Meulen

W. J. van der Meulen

W. J. van der Meulen

W. J. van der Meulen

Stichting Toekomstbeeld der Techniek

Toekomstbeeld der Techniek 33

Toekomstige verwarming van woningen en gebouwen

door:

prof.dr. J. Hamaker
dr.ir. P.W. Renaud
ir. M. Sträter
ir. P.A.M. van Luyt
ir. A.C. Koelwijn
ir. P.H.H. Leijendeckers
ir. F.R. Bogtstra
ir. T. Potma

eindredactie: ir. A.C. Sjoerdsma

De Stichting Toekomstbeeld der Techniek – in 1968 opgericht door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs – heeft als doel:

- het van de ingenieurswetenschappen uit bestuderen van mogelijke toekomstige technische ontwikkelingen, in samenhang met andere maatschappelijke ontwikkelingen;
- het op ruime schaal bekend maken van de resultaten van die studies om daarmee bij te dragen tot het verkrijgen van een meer integraal beeld van de toekomstige Nederlandse samenleving.

De Stichting richt zich daarbij tot het bedrijfsleven, de overheden, het onderwijs en – uiteraard – de geïnteresseerde staatsburger.

De Stichting Toekomstbeeld der Techniek is gevestigd in het gebouw van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, Prinsessegracht 23, Postbus 30424, 2500 GK 's-Gravenhage; telefoon (070) 646800.

Uitgegeven door de
Delftse Universitaire Pers
Mijnbouwplein 11
2628 RT Delft
telefoon (015) 783254

Copyright © 1982 by Stichting Toekomstbeeld der Techniek

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from Stichting Toekomstbeeld der Techniek.

ISBN 90 6275 094 X

Druk: Princo B.V., Culemborg, The Netherlands.

Inhoud

Voorwoord	IX
1. Inleiding / prof.dr. J. Hamaker	1
2. Lage temperatuurwarmte in het Nationaal Programma Energie-Onderzoek / dr.ir. P.W. Renaud	8
Inleiding	8
Denkwijze in het Nationaal Programma Energie-Onderzoek	10
Beleidsontwikkeling op de lange termijn	13
Conclusies	16
3. Rationeel energiegebruik door integraal ontwerpen / ir. M. Sträter	17
Inleiding	17
Probleemstelling	17
Integraal ontwerpen	18
. Beperking van de vraag naar energie in woningen en gebouwen	18
. Toepassing van verbeterde of nieuwe installaties of energievoorzieningssystemen	19
. Voorwaarden vanuit het toekomstig gebruik	20
Ontwikkelingsstrategie praktijkexperimenten	20
Besparingsperspectief	21
Innovatieperspectief	22
4. Grote warmtesystemen / ir. P.A.M. van Luyt	23
Inleiding	23
Grote warmtesystemen	25
Toekomst	26
Beheer van grote systemen	29
Afstemming van vraag en aanbod	31
Conclusie	32

5. Kleine warmteproductiesystemen op korte termijn /	
ir. A.C. Koelewijn	33
Inleiding	33
Waarom lage temperatuursystemen?	33
De invloed van de temperatuur van het medium op het toestelrendement	34
Temperatuur van het medium bij verschillende verwarmings- systemen	38
Invloed van de regeling op de temperatuur van het medium	39
Gebruik van interne warmtebronnen	42
Conclusies	44
6. Kleine warmteproductiesystemen op langere termijn /	
ir. P.H.H. Leijendeckers	46
Inleiding	46
De huidige situatie	46
Toekomstige mogelijkheden	49
7. De keuze uit energiebesparingsmogelijkheden voor de woningen / ir. F.R. Bogtstra	61
Inleiding	61
Het investeren in energiebesparing	61
Investering in verschillende energiebesparende verbruikssystemen	62
Isolatie	65
Het verhogen van het ketelrendement	66
Stadsverwarming	67
. Dieselmotoren	69
. STEG	69
. Aftapcondensatie	69
Keuzecriteria	69
. Het totale lastencriterium	71
. De hoogste energiebesparing	71
. Het werkgelegenheids- en het investeringscriterium	71
. Het milieucriterium	72
. Het maximale winstcriterium	73
Slotbeschouwing	74
Literatuur	76

8. Afwegen: een mengsel van techniek, economie en politiek / ir. T. Potma	77
Inleiding	77
De besparingskok zonder kookboek	77
Criteria bij de afweging	78
Studerende partijen en opgetreden meningsverschillen	80
Belangrijkste studies	82
9. Paneldiscussie	87

Voorwoord

Sinds in 1974 Stichtingspublicatie nr. 19 'Energy Conservation; Ways and Means' verscheen, is er in Nederland veel op energiebesparing gestudeerd en is een begin gemaakt met de verwezenlijking van een groot aantal besparingsprojecten.

De warmtevoorziening van onze woningen en gebouwen vraagt thans, evenals in 1972, toch nog ongeveer 30% van het nationale energiegebruik. In geen enkele andere sector zijn er zoveel mogelijkheden om tot besparing van energie te komen als juist in de sector van woningen en gebouwen.

In de laatste zeven jaar is een groot aantal studies naar energiebesparing in deze sector verricht. Zonder volledig te zijn, kunnen de rapporten van de volgende groepen worden genoemd: Beleidsadviesgroep Stadsverwarming, Stuurgroep Energiebesparing in de Gebouwde Omgeving, Bouwcentrum, Nederlandse Energie Ontwikkelings Maatschappij, VEG-Gasinstituut, Projectbureau Energieonderzoek TNO, Centrum voor Energiebesparing, Commissie Optimalisatie Ruimteverwarming, Algemene Energieraad, Bureau Energie Onderzoek Projecten van het ECN.

Enkele van deze studies zijn onafhankelijk van elkaar tot stand gekomen en niet zonder meer vergelijkbaar. Andere sluiten ten dele op elkaar aan.

De Energie Lezingen Commissie - een samenwerkingsverband van de Stichting Toekomstbeeld der Techniek, het Energieonderzoek Centrum Nederland en het Koninklijk Instituut van Ingenieurs - heeft samen met het Projectbureau Energieonderzoek TNO op 25 mei 1982 een symposium gehouden over de warmtevoorziening van woningen en andere gebouwen. Belangrijke vragen die op dat symposium zijn behandeld, zijn:

- Wat zijn de voornaamste mogelijkheden voor beleidsmakers, investeerders, architecten en installateurs?
- Hoe moet uit deze mogelijkheden worden gekozen?
- Waarom komt besparing niet veel sneller tot stand?

Met het Nationaal Onderzoekprogramma Rationeel Energiegebruik in de Gebouwde Omgeving als achtergrond heeft een aantal direct bij deze problematiek betrokken personen de laatste stand van inzichten in deze belangrijke thema's op het symposium besproken. De voordrachten en discussies zijn in deze Stichtingspublikatie verzameld.

De Stichting Toekomstbeeld der Techniek is het ECN, het KIVI en het Projectbureau Energieonderzoek TNO erkentelijk voor de geboden mogelijkheid dit gezamenlijke project in een Stichtingspublikatie op te nemen.

Grote dank zijn wij verschuldigd aan de voorzitter van het symposium, prof.dr. J. Hamaker, de inleiders ir. F.R. Bogtstra, ir. A.C. Koelewijn, ir. P.H.H. Leijendeckers, ir. P.A.M. van Luyt, ir. T. Potma, dr.ir. P.W. Renaud en ir. M. Sträter, alsmede de heren mr. H.G. de Maar en drs. C.M.I. Richter die in de discussie hun visie wilden geven vanuit Economische Zaken, resp. Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. Zij allen zijn overtuigd van de noodzaak van een zo goed en objectief mogelijke behandeling van dit voor onze nationale energiehuishouding zo belangrijke onderwerp.

dr.ir. A.E. Pannenberg,
voorzitter.

1. Inleiding

Prof.dr. J. Hamaker, emeritus TH-Delft

Deze conferentie heeft een opzet die enigszins afwijkt van de gebruikelijke. Gewoonlijk is er een technisch thema: zonne-energie, windenergie, warmtepompen, afvalverwarming en ventilatie, werden in de loop van de laatste jaren door verschillende organisaties aan de orde gesteld.

Vandaag ligt het accent anders. Vandaag is de verwarming van onze leefruimten - in huis of in andere gebouwen - het probleem. Dit is de formulering van een maatschappelijk probleem, dat technisch op verschillende manieren kan worden opgelost.

Door deze andere formulering wordt de techniek duidelijker in een dienstverlenende positie geplaatst dan bij conferenties over een technisch thema. De keuze tussen oplossingen komt aan de orde.

Daarbij komt de maatschappij meer naar voren, samen met de mensen in die maatschappij, de gebruikers van de verwarming. De betrouwbaarheid van de techniek, de hanteerbaarheid, de kans op acceptatie, de beïnvloeding van het milieu zijn allemaal van belang bij het maken van een keuze.

Deze gerichtheid op de maatschappij heeft het wenselijk gemaakt twee hoofdamttenaren uit te nodigen met het oog op de paneldiscussie aan het einde van deze dag.

Een technische benadering heeft haar eenzijdigheid, maar ook een probleemgerichtheid kent haar afbakening en kan daardoor niet allesomvattend zijn. Zo is de verwarming van leefruimten maar een deel van de noodzakelijke energievoorziening van gebouwen.

Figuur 1 brengt vele mogelijke vormen van energie-aanvoer in kaart, gegroepeerd naar gebruikssectoren in de woning. Het gaat ons nu om het tweede blok van rechts - de ruimteverwarming.

Dit schema laat ons onder andere zien:

- dat een leefruimte, naast de bewust toegevoerde warmte ook nog "toevallig" warmte ontvangt, namelijk van de zon, van de mensen in de leefruimte en afvalwarmte van de andere energieverbruikssectoren; de warmte, die wij over de meter aanvoeren is dus het

verschil tussen de warmtebehoefte en de toevallige warmte;
- dat elektriciteit nooit gemist zal kunnen worden, terwijl men
het desgewenst zonder gas zou kunnen doen.

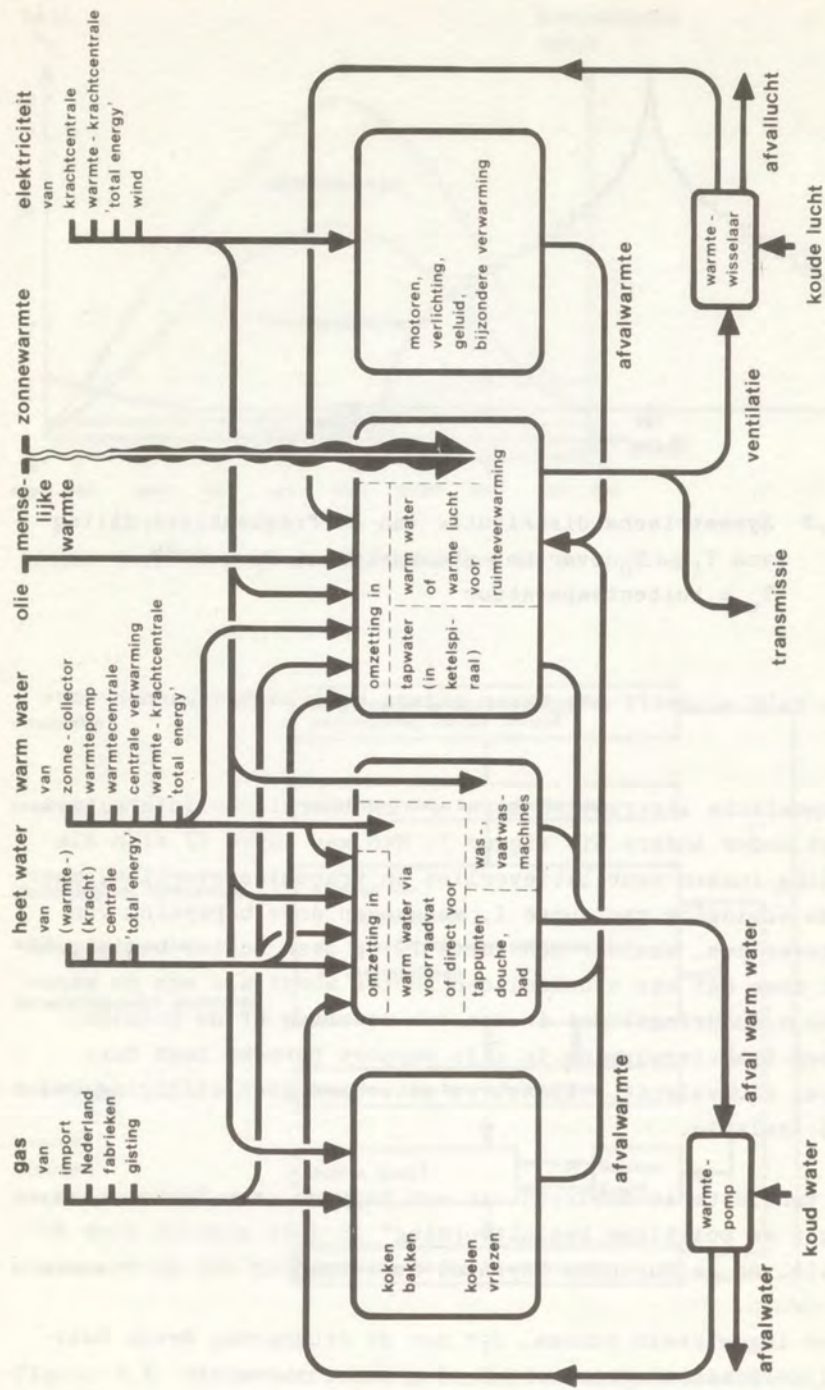
Een tweede opmerking die ik in deze inleiding wil maken is deze, dat een probleemgerichte behandeling - met als probleem de keuze van een oplossing - het gevolg heeft dat technische details buiten beschouwing blijven.

Toch is er een algemeen vraagstuk - gelegen in het karakter van onze winters - dat genoemd moet worden: de koude piek duurt maar kort, maar in deze periode is een relatief groot gedeelte van de verwarmingscapaciteit absoluut noodzakelijk; 25% van de te installeren capaciteit wordt slechts gedurende 7½% van de tijd van het stookseizoen gebruikt (figuur 2). Voor het dekken van deze piek moet een conventionele ketel een warmtepomp te hulp snellen, moeten gedecentraliseerde hulpketels in een stadsverwarmingssysteem worden opgenomen en dergelijke.

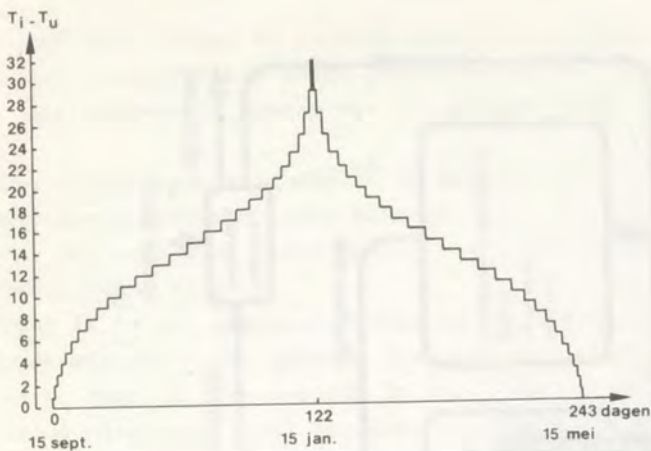
Een derde opmerking: veel maatregelen gericht op een rationeel energiegebruik beïnvloeden het effect van andere maatregelen gericht op het zelfde doel.

Dit is niet steeds het geval. Isolatie ter beperking van de warmteverliezen staat thermisch geheel los van de beperking van warmteverlies door beperking van de ventilatie. Over het algemeen is het echter zo, dat een maatregel een percentage van het verbruik bespaart. Met iedere genomen maatregel neemt dit verbruik af en daardoor ook het absolute effect van de volgende maatregel. De kosten van die volgende maatregel nemen meestal niet in de zelfde verhouding af. In economisch opzicht wordt die maatregel dus negatief beïnvloed.

Men ziet dit duidelijk bij de aanschaffing van een zogenaamde hoogrendementsketel. Technisch staat de beperking van de warmtebehoefte geheel los van de warmte-opwekking. Beperkt men echter de behoefte dan kan het verbruik zo laag worden, dat de extra investering in het hoge rendement van de ketel niet meer verantwoord is. De keuzeproblematiek wordt hierdoor moeilijk. Men moet zich steeds bewust blijven dat een goede thermische kwaliteit betekent, dat de kwaliteit niet verder gaat dan het voldoen aan de eisen. Het streven naar een verdergaande kwaliteit is niet goed, omdat men



Figuur 1.1 Energie in de woning



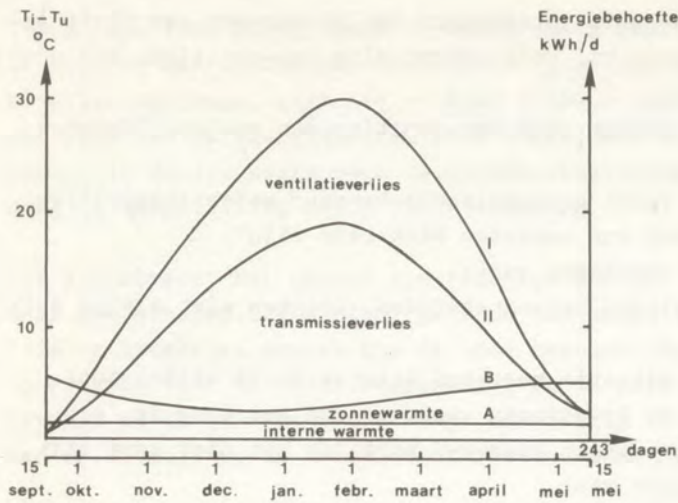
Figuur 1.2 Symmetrische distributie van de frequentieverdeling van $T_i - T_u$ over het stookseizoen; $T_i = 20^{\circ}\text{C}$; $T_u =$ buitentemperatuur

dan extra geld uitgeeft dat beter anders besteed had kunnen worden.

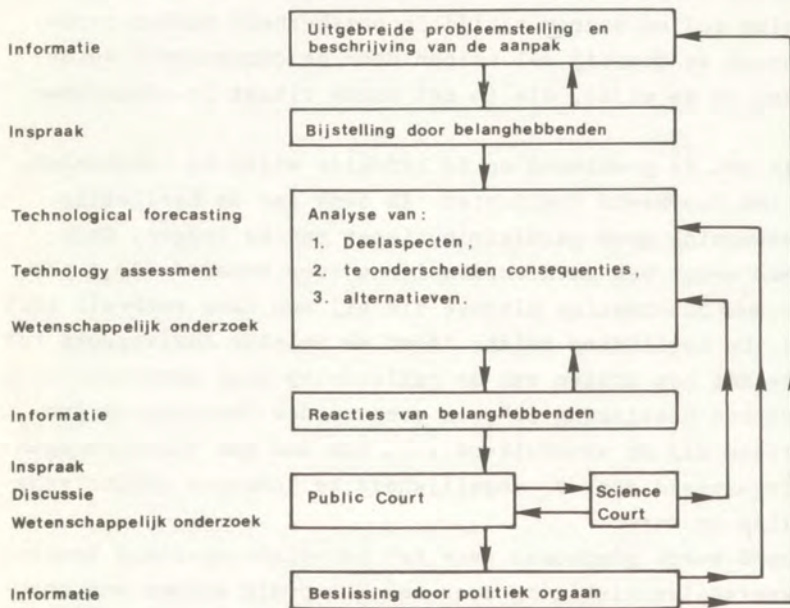
Naast economische interacties zijn er ook thermische interacties. Dit blijkt onder andere uit figuur 3. Men kan curve II zien als de scheiding tussen ventilatieverlies en transmissieverlies, maar ook als de verlaging van curve I, verkregen door beperking van het warmteverlies. Wanneer men curve II op deze manier beziet, illustreert deze dat het stookseizoen korter wordt als men de warmtebehoefte terugdringt! Het is dan ook de vraag of de Beleids Adviesgroep Stadsverwarming in zijn rapport terecht zegt dat: "het aantal equivalente vollasturen uiteraard geen wijziging ondergaat" bij isolatie.

Figuur 4 tenslotte is ontleend aan een rapport over "Wetenschap, technologie en politieke besluitvorming" in 1978 gemaakt voor de Conferentie van de European Physical Society door een ad-hoc samengestelde groep.

Het is een ingewikkeld schema, dat men de Stuurgroep Brede Maatschappelijke Discussie ter bestudering kan aanbevelen.



Figuur 1.3 Thermische interacties in de woning



Figuur 1.4 Structuur van een besluitvormingsprocedure

Het is voor ons onderwerp interessant dat de auteurs een "Science Court" laten meewerken bij de voorbereiding van politieke besluitvorming.

Ik citeer een paar zinnen over het functioneren van een "Science Court":

"Een Science Court wordt georganiseerd wanneer wetenschappelijke onderzoekers het over hun aspecten niet eens zijn".

Dat zal nogal eens voorkomen want:

"Deskundigen zijn altijd belanghebbenden, hetgeen niet altijd duidelijk blijkt".

In de hierbedoelde situatie moet een Science Court leiden tot:

"Een overzicht van de beweringen waarover men het eens is, een overzicht van de beweringen waarover partijen het niet eens zijn, dit dan met een opgave van:

- de verschillen in uitgangspunten of waardering;
- de lacunes in de kennis;
- andere punten die open bleven om nader te specificeren redenen".

Deze onvolmaaktheden in de technische informatie zullen er altijd zijn. Het maatschappelijk forum (Public Court) en de politieke besluitvorming zullen daarom altijd in onzekerheid moeten oordelen. Wij kunnen ze daarbij wel helpen door de onzekerheid duidelijk te maken op de wijze, die in het derde citaat is aangegeven.

Hoe moeilijk het is problemen op de bedoelde wijze te behandelen, wil ik aan een voorbeeld toelichten. Ik denk aan de beslissing bij stadsverwarming geen gasdistributienet aan te leggen. Deze wordt genomen omdat een gasdistributienet voor koken f 700,- per woning kost, een bovenmatige uitgave die bij een laag verbruik niet rendabel is. De beslissing luidt: "Komt de Beleids Adviesgroep tot de conclusie dat het afzien van de gaslevering voor kookdoeleinden een verantwoorde beslissing is", en even verder "mochten er problemen ontstaan bij de verbruikers ... dan kan men voorzieningen treffen bijvoorbeeld door de mogelijkheid te scheppen elektrische kooktoestellen te huren."

Met geen woord wordt gesproken over het benodigde speciale keukengerei, de kapitaalvernietiging door het overbodig worden van nog bruikbare fornuizen en gerei en de jaarlijkse weerkerende kostenverhoging voor de gebruikers.

Wat dit laatste betreft, spreekt het BAS-rapport van 800 kWh, resp.

150 m³ gas voor koken, maar de Energienota deel 3 over 950 kWh en de enquête van de Gasunie over 100 m³ gas. Als wij deze laatste getallen aannemen, gaat het om rond f 200,= verhoging per gezin per jaar van de energiekosten voor koken, een niet te verwaarlozen bedrag in de discussie over de inkomensbesteding en een hoog bedrag in vergelijking met f 700,= eenmalig.

Dit illustreert het gevaar van techniek-gericht denken. Had men meer maatschappelijk gericht gedacht dan waren vragen rond het beleid op tweeërlei manier aan de orde gekomen. Het beleid als randvoorwaarde voor de probleemoplossing en de probleemoplossing als invloed op de beleidsformulering. Het beleid als randvoorwaarde had de fixatie op de energiedistributie kunnen voorkomen.

2. Lage temperatuurwarmte in het Nationaal Programma Energie-Onderzoek

Dr.ir. P.W. Renaud, Projectbureau Energie-onderzoek TNO

Inleiding

Het warmtegebruik voor woningen en gebouwen in Nederland was in 1980 als volgt:

4,7 miljoen woningen gebruikten 15,1 miljard m³ aardgasequivalent;
58 miljoen m³ gebouwen hadden 6,2 miljard m³ nodig;
de glastuinbouw had behoefte aan 3,5 miljard m³.

De totale behoefte aan lage temperatuurwarmte in 1980 bedroeg dus ongeveer 25 miljard m³ aardgasequivalent. Dat is ruwweg een derde van het totale nationale energiegebruik in Nederland. De brandstofkosten die hiermee gemoeid zijn, bedragen thans het formidabele bedrag van circa f 15 miljard per jaar, dat is ongeveer 4% van ons bruto nationaal produkt. Het is dus alleszins de moeite waard te onderzoeken of aanzienlijke besparingen mogelijk zijn.

Op korte termijn kunnen we eigenlijk alleen behoorlijke besparingen zoeken in de bestaande woningen en gebouwen. De levensduur van woningen en gebouwen bedraagt namelijk minstens vijftig jaar. Zonder onderzoek kan er al veel worden bespaard. Het Nationaal Isolatie Programma voorziet o.a. in spouwmuurisolatie, dubbele beglazing, dakisolatie en vloerisolatie. Centrale verwarmingsketels met hoog rendement zijn inmiddels in de handel en stadsverwarming wordt toegepast. In totaal zou zonder onderzoek wel 20-30% op het energiegebruik voor verwarming van woningen en gebouwen kunnen worden bespaard.

Met onderzoek naar nieuwe isolatiemethoden en nieuwe verwarmingsapparatuur kunnen we nog aanzienlijk verder komen. Daarbij denken we aan verbeterde isolatiemethoden, vooral voor dak en vloer, aan beperking van ventilatieverliezen en aan warmtepompen en warmte/

kracht toepassingen.

Een totale besparing in de bestaande bouw van 50% lijkt het maximum haalbare. Het is echter de vraag of die ook werkelijk zal worden verwezenlijkt.

In de nieuwbouw zijn de mogelijkheden aanzienlijk groter. Reeds zonder onderzoek zijn besparingen van 30-50% haalbaar. Woningen met centrale verwarming van vóór 1975 gebruiken toch al gauw zo'n 4.000 m³ aardgas voor verwarming. De nieuwste normen stellen nu een gebruik van circa 2.250 m³ aardgas per jaar voor verwarming van een woningwoning. Een gebruik van minder dan 2.000 m³ voor verwarming en circa 400 m³ voor warm water is zeker haalbaar. Met onderzoek kunnen we evenwel nog aanzienlijk verder komen. TNO heeft thans al proefprojecten in het onderzoekprogramma waarvoor op papier een energiegebruik voor warmte van circa 400 m³ per jaar haalbaar lijkt. Of de resultaten van het proefproject ook in de praktijk zo laag zullen zijn, zal nog moeten blijken, maar we hebben in ieder geval goede hoop. De meerkosten hiervoor zijn alleszins redelijk, namelijk vermoedelijk rond f 10.000,- per woning. Worden daarbij alle mogelijkheden opgeteld van stadsverwarming, warmtepompen, zonne-energie enz. dan kan zonder overdrijving worden gesteld dat bij nieuwbouw met de beste en nieuwste methoden besparingen van 80-90% technisch haalbaar lijken. Ook hier geldt: of dit ooit wordt verwezenlijkt, hangt niet alleen af van de economie, maar in veel belangrijker mate nog van de hele politieke besluitvorming die hier bijhoort.

Wat zijn nu de argumenten voor een nationale aanpak van het onderzoek op dit gebied?

1. Elk procent verlaging van het brandstofgebruik levert jaarlijks f 150 miljoen besparing op de exploitatiekosten op. We spreken over een of enkele procenten, maar over mogelijk vele tientallen procenten.
2. Alle nieuwe besparingstechnieken vergen aanzienlijke investeringen. Die investeringen betalen zich weliswaar terug, maar veelal niet binnen enkele jaren. De vraag is hoe een hoogrendement cv-ketel van f 2.400,- in de markt kan komen, laat staan een warmtepomp van f 6.000,- tot f 10.000,-, terwijl een gewone cv-ketel f 1.000,- kost. Niet alleen moet de vraag worden ge-

steld of de investering ooit wordt terugverdiend, maar ook of het geld voor de aanschaf op tafel kan komen. Het is zeer begrijpelijk dat de industrie aarzelt geld te steken in deze ontwikkelingen die misschien wel nooit tot een markt zullen leiden, tenzij de overheid helpt die markt te openen. Het gaat dus om meer dan alleen technische ontwikkelingen. Ook het energiebeleid en het volkshuisvestingsbeleid zullen in de toekomst moeten worden bijgesteld om de mogelijke besparingen in werkelijkheid te kunnen omzetten.

3. Het derde argument sluit hierbij aan. De bouwnijverheid en de apparatenindustrie zijn geen kapitaalkrachtige wereldconcerns, maar hebben zelf niet of nauwelijks geld ter beschikking om onderzoek te financieren. En dan zeker geen onderzoek ten behoeve van het overheidsbeleid.

Een nationale aanpak is daarom de enige methode om industrie en overheid hand in hand naar vernieuwing van de warmtevoorziening van woningen en gebouwen te laten streven.

Denkwijze in het Nationaal Programma Energie-onderzoek

Het doel van het Nationaal Programma is in de eerste plaats het zo snel mogelijk en zo efficiënt mogelijk verleggen van de grenzen van het haalbare. Het is dus een maatschappelijk effectief programma, gericht op de verwezenlijking van de doelstellingen van het algemene energiebeleid.

Het tweede doel van het NPE is de voorbereiding van nieuw beleid, dat wil zeggen het aandragen van bouwstenen voor nieuwe inzichten en nieuwe richtingen. Maar ook hier geldt weer: geen hoogdravend vernuft voorop, maar vooral praktisch gericht en maatschappelijk realiseerbaar.

Het onderzoek moet dus aansluiten bij het algemene energiebeleid. De hoofdlijnen hiervan zijn:

- diversificatie van brandstoffen en bronnen om de afhankelijkheid van olie en gas te verminderen;
- besparing: 30-40% besparing op het totale binnenlandse verbruik in het jaar 2000, overeenkomstig de energienota van Minister Van Aardenne.

Deze besparing is niet haalbaar zonder verder onderzoek- en

ontwikkelingswerk.

Als nevendoelelstelling van het Nationaal Programma geldt dat het Nederlandse bedrijfsleven zo veel mogelijk moet worden ingeschakeld; eerst bij het onderzoek en daarna bij de uitvoering.

In het Nationaal Programma Energie-onderzoek worden drie onderzoekniveaus onderscheiden, namelijk:

- ontwikkeling van techniek;
- ontwikkeling van concepten;
- ontwikkeling van beleid.

De ontwikkeling van techniek is in de eerste plaats gericht op de industrie en de energieprodukten. Wat kan de nieuwe techniek, hoe moet gefabriceerd worden, wat kost het?

De ontwikkeling van concepten betreft vooral de toepassing van nieuwe technieken en is vooral gericht op de energieconsumenten, de lagere overheden, de opdrachtgevers in de bouwnijverheid en de rijksoverheid om tot beleidskeuzen te kunnen komen.

De beleidsontwikkeling is in de eerste plaats gericht op de rijksoverheid en daarnaast op de lagere overheden en andere beleidsbeslissers.

Enkele van de technieken die in het Nationaal Programma worden onderzocht zijn: ruimtelijke inrichting, ontwerp, bouw, installatie, warmtepompen, warmte/kracht, huishoudelijke toestellen, energie uit afval, rest- en afvalwarmte van de industrie, aardwarmte, zonne-energie en windenergie.

Volledigheidshalve zij opgemerkt dat zonne-energie en windenergie niet door TNO worden gecoördineerd maar door het Bureau Energie Onderzoek Projecten (BEOP) van het ECN in Petten.

De conceptenontwikkeling is de ontwikkeling van een geoptimaliseerde combinatie van bouwkundige en installatie-technische maatregelen, aangepast aan eisen van de gebruikers en voldoende aan de voorwaarde van volksgezondheid en veiligheid.

In het verleden is te weinig gekeken naar integratie van deze technieken. Teveel is tot nu toe gewerkt vanuit "technology push" en te weinig vanuit "market pull".

Onderwerpen die hierbij worden bestudeerd, zijn:

- integratie en optimalisatie van technische maatregelen en systemen;
- de economie;
- aanvaarding door gebruikers;
- eisen ten aanzien van milieu, volksgezondheid en veiligheid;
- juridische aspecten;
- bestuurlijke aspecten;
- aanpassing van voorschriften en maatregelen.

Naar het zich thans laat aanzien, zijn er tal van concepten mogelijk die allemaal energiezuinig zijn en ten dele voor elkaar in de plaats kunnen worden gesteld. Als voorbeeld noem ik de actuele keuzemogelijkheid tussen hoogrendement cv-ketels en isolatie tegenover stadsverwarming. In de toekomst zijn er evenwel nog veel meer keuzen mogelijk.

Onderwerpen voor beleidsontwikkeling zijn daarom:

- Integratie en combinatie van concepten.
- Beleidskeuze. Hiermee wordt bedoeld zowel de keuze in het geval van concrete projecten (welk concept is in mijn geval het beste?), als ook de keuze voor de rijksoverheid om concepten te integreren en om lange termijn beleid te voeren.
- Uitvoeringsproblemen. Waar liggen de knelpunten en hoe zouden ze kunnen worden opgelost?
- Ontwikkeling van nieuwe beleidsinstrumenten.
- Beïnvloeding van het energiebesparingsbeleid door het algemene energiebeleid en door andere beleiden en omgekeerd. Dit behelst vragen als kolen of kernenergie, aardgas snel uitputten of juist langzaam, kolen vergassen of niet, maar ook beleidszaken als werkgelegenheid, industriële innovatie, milieu, enzovoort.

In de volgende hoofdstukken zal nader worden ingegaan op allerlei technische ontwikkelingen. Daarom zal nu worden ingegaan op het zeer belangrijke onderwerp van de beleidskeuzen op de lange termijn.

Beleidsontwikkeling op de lange termijn

Laten we eerst eens nagaan wat we hier onder lange termijn moeten verstaan. De levensduur van woningen en gebouwen en dus zeker die van ruimtelijke vormgeving ligt in de orde van vijftig jaar of meer. Werkelijk grondige verandering van de warmtevoorziening kan alleen plaatsvinden door complete vernieuwing van ons woningen- en gebouwenbestand. We kunnen dus twee belangrijke constateringën doen:

- energiebesparing in nieuwbouw vraagt tenminste vijftig jaar voordat de volle omvang is bereikt;
- beslissingen die nú worden genomen ten aanzien van ruimtelijke ordening en nieuwbouw hebben nog minstens vijftig jaar lang gevolgen.

Lange termijn betekent daarom vijftig jaar of meer. In het nu volgende wordt het belang getoond van een beleidskeuze voor de lange termijn op het gebied van de warmtevoorziening van woningen en gebouwen. Daarbij wordt er van uitgegaan dat we op de lange termijn onze bouwtechnieken zodanig hebben aangepast dat de vraag van alle woningen naar ruimteverwarming en warm water is teruggebracht tot circa 700 m³ aardgasequivalent per jaar. Voor gebouwen wordt een reductie tot circa 40% van nu en voor de glastuinbouw een halvering aangenomen. Bij gelijkblijvende aantallen en volumina zijn daarvoor circa 7,5 miljard m³ per jaar nodig. Veranderingen van aantallen en volume kunnen weliswaar aanzienlijk zijn gedurende vijftig jaar, maar de invloeden van bevolking en economie zijn zo complex dat voorspellingen hachelijk zijn. Voor het betoog zijn zij overigens niet van werkelijk belang.

Om te voorzien in een vraag naar warmte van 7.5 miljard m³ per jaar zijn er vier basisopties die elk voldoende potentie hebben om tot ver in de volgende eeuw of zelfs langer mee te kunnen, namelijk:

- een voorziening voornamelijk gebaseerd op een landelijke gasvoorziening;
- een voorziening voornamelijk gebaseerd op grote warmwaternetten;
- een voorziening voornamelijk gebaseerd op een centrale elektriciteitsvoorziening;
- een voorziening voornamelijk gebaseerd op decentrale voorzieningen die zelfs een autarkisch karakter kunnen hebben (althans lokaal).

De landelijke gasoptie. We hebben nu al een zo wijd vertakt gasnet dat deze lange termijn optie de minste fantasie vraagt en daarom voor de korte en middellange termijn de meest waarschijnlijke is. Het bestaande plan van gasafzet geeft voor het jaar 2006 een verwachte reserve van ruim 1.000 miljard m^3 aardgas. Dit gas is natuurlijk niet allemaal beschikbaar voor ruimteverwarming. Maar bij een gebruik dat afneemt tot 7,5 miljard m^3 per jaar is het duidelijk dat dit nog tientallen jaren kan meespelen. Daarenboven kan de gasvoorziening worden uitgebreid met kolengas, LPG en eventueel nog andere gassen. Bovendien is het technisch mogelijk met hoogrendementsketels, warmtepompen en decentrale warmte/krachtinstallaties de vraag naar warmte te dekken met minder dan 7,5 miljard m^3 . Zeker met het oog op de zeer grote steenkoolvoorraden die er op de wereld en zelfs in Nederland zijn, mag worden verondersteld dat deze optie voldoende potentie heeft om tot ver in de volgende eeuw aan de dan bestaande vraag naar warmte te voldoen.

De tweede optie is de warm water optie. Als we kijken naar de resultaten van de studie die de Nederlandse Energie Ontwikkelings Maatschappij (NEOM) onlangs heeft uitgevoerd dan blijkt dat, zelfs wanneer we ons beperken tot warmtebronnen in de industrie en elektriciteitsopwekking van 2 MW of meer en van een temperaturniveau boven $110^{\circ}C$, het besparingspotentieel ca. 5 miljard m^3 aardgasequivalent per jaar bedraagt. Tevens is gebleken dat de afvalwarmte op een lager temperaturniveau (bijvoorbeeld $60^{\circ}C$) op een veelvoud kan worden geschat van de afvalwarmte op hogere temperaturniveaus. Als de industrie zelf rigoreus energie gaat besparen dan betekent dit in de eerste plaats vermindering van warmteaanbod op hogere temperaturen. Toch lijkt het redelijk te veronderstellen dat de gevraagde 7,5 miljard m^3 per jaar min of meer geheel met warm water zou kunnen worden gedekt, zeker als we daarbij mogelijkheden van aardwarmte en warmte uit afvalverwerking meetellen. Weliswaar is de afstemming van vraag en aanbod sterk aan de plaats van levering gebonden, maar in een periode van vijftig jaar of meer moet via een nieuw vestigingsbeleid voor warmproducerende industrie zowel als voor de warmte-afnemers, een aanzienlijk betere afstemming bereikt kunnen worden dan thans. Hèt gaat daarbij vooral om een globale benadering en niet om de laatste details van de realisering, ofschoon die tenslotte zeer belangrijk kunnen zijn.

Dan de derde optie, de elektrische samenleving. De warmtevoorziening vindt nu hoofdzakelijk plaats via centrale elektriciteitsopwekking, eventueel gecombineerd met plaatselijk gebruik van de restwarmte van de centrales. De elektrische warmtepomp zou nu het belangrijkste toestel voor zuinig elektriciteitsgebruik kunnen zijn. Alhoewel deze basisoptie de laatste jaren steeds onwaarschijnlijker is geworden, vooral vanwege de twijfel aan kernenergie, moet toch worden onderkend dat bij eventuele toekomstige beschikbaarheid van snelle kweekreactoren en misschien ook van kernfusiereactoren de principiële mogelijkheid van een "all electric society" bestaat.

Dan tenslotte de vierde basisoptie: een warmtevoorziening hoofdzakelijk gebaseerd op gedecentraliseerde bronnen. Zon, wind, aardwarmte, lokale afvalverwerking, biogas en waterkracht zijn hierbij de voornaamste bronnen. Seizoenopslag van warmte mag bij deze optie zeker niet ontbreken, want zonnewarmte hebben we nu eenmaal vooral in de zomer en de afvalverwerking gaat bij voorkeur ook het hele jaar door. Technisch zou de gehele vraag naar warmte met deze basisoptie kunnen worden gedekt. Maar de economie van al die decentrale systemen is een kwetsbare plek van deze basisoptie.

Technisch gesproken zijn er dus voor de lange termijn meerdere basisopties waarmee de behoefte aan warmte op energiezuinige wijze geheel of nagenoeg geheel kan worden gedekt. Het spreekt vanzelf dat het niet òf de ene basisoptie is òf de andere. Het meest waarschijnlijk is een mengsel van drie of misschien wel alle vier opties. De keuzen die daarbij moeten worden gemaakt, zijn niet of nauwelijks technisch van aard (het kan immers allemaal), maar ten dele economisch en in belangrijke mate politiek van aard.

Wat is de energiekoeers die de overheid in internationaal perspectief wil aanhouden en wat is aanvaardbaar en wenselijk voor de energieconsument? Dat zijn de belangrijkste vragen.

In het huidige beleid geldt: ieder project dat energie bespaart en tevens betaalbaar is, is welkom. Voor een snel begin van het besparingsbeleid lijkt dit ook het enig juiste. Maar als we hiermee vijftig jaar zouden doorgaan, zouden we weliswaar zuiniger omspringen met energie dan thans, maar van een optimaal gebruik van bronnen en van financiële middelen zou dan zeker geen sprake zijn. Om deze optimalisatie wel te bereiken of althans na te streven, is er behoefte aan een landelijke planning zowel van de gehele

energievoorziening als van het gehele landelijke gebruik. Voor de elektriciteitsvoorziening en de olie- en gasvoorziening is een dergelijke planning er al lang. Maar voor de warmtevoorziening en voor het warmtegebruik, is deze er nog niet. De volgende voorbeelden zijn denkbaar. In het Rijnmondgebied is veel industrie, veel glastuinbouw en dichte bebouwing. Wellicht komt deze streek goed in aanmerking voor de warm water optie. Kijken we evenwel naar de landelijke gebieden van Noord-Holland of Friesland, dan zien we dat er veel wind beschikbaar is en agrarisch afval. Wellicht zou voor deze streken de decentrale optie geschikt zijn. Grotere steden in minder industriële zones zijn misschien het meest geschikt voor de centrale gasoptie. Een landelijke planning voor de vraag naar warmte en warmtevoorziening zou kunnen bestaan uit een landelijk kaderplan in de trant van de genoemde voorbeelden en een provinciale of regionale invulling en uitwerking ervan.

Conclusies

1. Op de lange termijn zijn meerdere energiezuinige warmtevoorzieningen mogelijk. Beleidskeuzen nu en in de komende jaren zijn daarvoor noodzakelijk.
2. Een landelijke energieplanning, bestaande uit een landelijk kaderplan en regionaal uitgewerkte deelplannen, zou het mogelijk maken beslissingen over hedendaagse projecten, zoals stadsverwarming of hoogrendement cv-ketels, te toetsen en af te stemmen op de landelijke lange termijn planning.
3. Het Nationaal Programma Energie-onderzoek kan voor deze of soortgelijke beleidsontwikkelingen bouwstenen aandragen.
4. Aan het Nationaal Programma Energie-onderzoek voor de Gebouwde Omgeving besteedt het Ministerie van Economische Zaken thans circa f 20 miljoen per jaar. Gezien de bestaande en toekomstige programma's is het te hopen dat het bezuinigingsmes niet te hard zal toeslaan, want een veelvoud van dit bedrag zou heel goed zinnig kunnen worden besteed.

3. Rationeel energiegebruik door integraal ontwerpen

Ir. M. Sträter, Projectbureau Energieonderzoek TNO

Inleiding

Het Nationaal Onderzoekprogramma Rationeel Energiegebruik Gebouwde Omgeving kent drie doelstellingen, namelijk:

- het op aangepaste schaal laten zien van geavanceerde mogelijkheden tot energiebesparing in de gebouwde omgeving (woningen, gebouwen en ruimtelijke ordening);
- het aangeven van de voorwaarden om deze energiebesparingsmogelijkheden op de middellange en lange termijn in de gebouwde omgeving te realiseren;
- het zo intensief mogelijk betrekken van het Nederlandse bedrijfsleven bij de uitvoering van het programma.

Probleemstelling

Te lang is verdergaande energiebesparing in de gebouwde omgeving gezien als een bouwkundig of een puur installatie-technisch probleem. De verbetering van de thermische isolatiekwaliteit van de schil van gebouwen en woningen heeft zich ontwikkeld als een volledig losstaand aandachtsgebied naast verbetering van ruimteverwarmingsinstallaties en collectieve ruimteverwarmingssystemen. Het ontwikkelen van concepten die schilkwaliteit en installatiekeuze in het ontwerp van een gebouw of woning met elkaar verbinden, behoort nog tot de uitzonderingen.

Langzamerhand begint echter het besef door te breken dat het uiteindelijke energieverbruik van een woning of een gebouw al voor een groot deel in het programma van eisen, dat voorafgaat aan het ontwerp van woning of gebouw, wordt bepaald. De problemen die optreden bij de invoering van nieuwe energiebesparende concepten en technieken en de acceptatie van deze concepten en technieken door gebruikers belemmeren het bereiken van voorspelde besparingen en marktaandeel. Daarom moet bij de ontwikkeling van nieuwe energiebesparende systemen worden rekening gehouden met eisen die vanuit

het toekomstig gebruik zullen worden gesteld.

Integraal ontwerpen

De hiervoor in het kort geschetste probleemstelling vraagt om een integrale benadering van het (stede-)bouwkundige en energievoorzieningsontwerp, c.q. renovatieplan van woningen, gebouwen en ruimtelijke structuren, gericht op rationeel energiegebruik. Een dergelijke benadering zal moeten leiden tot de ontwikkeling van concepten die een optimale combinatie van (stede-)bouwkundige besparingsmaatregelen en verbeterde of nieuwe energievoorzienings- en installatiesystemen vormen. Bij de ontwikkeling van concepten gericht op rationeel energiegebruik zal dan altijd sprake zijn van:

- a. Samenhangende overwegingen ten aanzien van:
 - beperking van de vraag naar energie in woningen en gebouwen;
 - toepassing van verbeterde of nieuwe installatie of energievoorzieningssystemen;
 - gericht inspelen op voorwaarden vanuit de toekomstige gebruikssituatie.

- b. Optimalisatie van de samenhang tussen deze drie soorten overwegingen, gericht op beperking van de uiteindelijke woonlasten, c.q. exploitatiekosten van de woning of het gebouw.

De ontwikkeling van concepten voor woningen en gebouwen krijgt pas betekenis wanneer ook ruimtelijke ordenings- en energievoorzieningsmaatregelen op elkaar worden afgestemd. Deze maatregelen stellen namelijk de voorwaarden voor bouwkundige en installatietechniek van woningen en gebouwen. Daarom zal tevens onderzoek moeten worden verricht naar samenhangen en interacties tussen ruimtelijke inrichting en energievoorziening.

Beperking van de vraag naar energie in woningen en gebouwen

De maatregelen zijn te splitsen in ontwerpmaatregelen en bouwtechnische maatregelen.

Als ontwerpmaatregelen dienen zich bijvoorbeeld aan:

- gebruik van passieve zonne-energie door oriëntatie van de woning, oriëntatie van de ramen, optimale zoninval en verkleining van raamoppervlakken aan de noordzijde, accumulatie van zonnewarmte in de constructie van de woning;
- indeling van de woning, dat wil zeggen warmte functies op het zuiden, koude op het noorden;
- compacte bouwwijze door verkleining van het buitenoppervlak bij gegeven woninginhoud en vermindering van de te verwarmen inhoud van de woning;
- toepassing van luiken en zonwering.

Behalve aan deze ontwerpverbeteringen zal extra aandacht moeten worden gegeven aan de bouwtechnische kwaliteit van de woning in thermische zin.

Voorbeelden van bouwtechnische maatregelen zijn:

- verbetering van de isolatiegraad van de schil van de woning, met nauwkeurige bewaking van de kwaliteit van uitvoering;
- afdichting van kieren in constructies, bij raamaansluitingen enzovoort;
- verzekering van de dampdichtheid van de constructie, opdat de isolatiegraad niet ongunstig zal worden beïnvloed door interne condensatie;
- ontwikkeling van nieuwe bouwsystemen en -materialen gericht op thermische en kwaliteitseisen.

Toepassing van verbeterde of nieuwe installaties of energievoorzieningssystemen

De samenhang tussen bouwkundig ontwerp en installatie wordt van groter belang naarmate de vraag naar warmte vermindert.

Om in een sterk verminderde vraag naar warmte te voorzien, dienen zich diverse nieuwe en verbeterde installatiesystemen aan.

In deze korte beschouwing zal met een opsomming worden volstaan:

- Het verwarmingssysteem: luchtverwarming, warmtepomp, warmte/kracht, combinatie warmtepomp en warmte/kracht, wijk- of stadsverwarming, afstandsverwarming.
- De warmtebron: energiedak, zonnecollector, windturbine, bodemwisselaar.
- Warmtedistributie: afgifte- en buffersystemen.

Vermindering van de vraag naar warmte van een woning of gebouw door ontwerp- en bouwtechnische maatregelen is er de oorzaak van dat de ventilatie een relatief steeds belangrijker verliespost wordt. Regeling van het ventilatiesysteem wordt nodig, bijvoorbeeld door mechanische ventilatie met warmteterugwinning. Specifiek voor gebouwen zijn produkten en technieken die bijdragen aan een beperking van de vraag naar warmte, koeling en elektriciteit voor verlichting.

Voorwaarden vanuit het toekomstig gebruik

Rationeel energiegebruik wordt mogelijk door in het bouwkundig- en installatie-ontwerp rekening te houden met gebruiks- en toepassingsvraagstukken. Daartoe moet bij het ontwerpen van woningen en gebouwen rekening worden gehouden met specifieke eisen, die samenhangen met:

- nieuwbouw, dan wel renovatie van woningen en gebouwen;
- soort woning (eensgezins, meergezins, alleenstaanden) en gebouw (kantoor, school, ziekenhuis);
- duur en intensiteit van het gebruik;
- eigendoms-, beheers- en zeggenschapsverhoudingen ten aanzien van het gebouwde en de energievoorziening daarvan;
- overheidsvoorschriften, richtlijnen en normen;
- aanvaarding van het concept door de toekomstige gebruikers.

Ontwikkelingsstrategie praktijkexperimenten

Zoals wij zagen, ontstaan concepten voor rationeel energiegebruik door optimalisatie van de volgende punten tezamen:

- beperking van de vraag naar energie;
- toepassing van verbeterde of nieuwe installaties of energievoorzieningssystemen;
- inspelen op voorwaarden vanuit de toekomstige gebruikssituatie.

In het kader van het Nationaal Programma Rationeel Energiegebruik Gebouwde Omgeving zullen met deze concepten praktijkexperimenten worden opgezet om tot een versnelde verdere ontwikkeling van deze concepten te komen en technische en gebruikservaringen op te doen. Het gaat daarbij om praktijkexperimenten zowel in de woningbouw als in de utiliteitsbouw.

De schaal waarop praktijkexperimenten met woningconcepten zullen worden uitgevoerd, varieert, namelijk 8-10, 35-40 en 80-100 woningen. Op welke schaalgrootte een praktijkexperiment plaatsvindt, is afhankelijk van de voor dat concept nodige meerinvestering.

De strategie is erop gericht via goed begeleide ontwikkelingsstapen te komen tot geleidelijke vermindering van de onrendabele en rendabele meerinvestering en tot vergroting van de schaal van het concept en de daarin toe te passen techniek.

Voor de uitvoering van een dergelijke ontwikkelingsgang van een concept zijn goede bedrijfsvoering en begeleiding onontbeerlijk, opdat het concept volledig volgens specificatie wordt uitgevoerd. Op basis van bij dergelijke praktijkexperimenten opgedane ervaringen met bewoners- en gebruikersgedrag en de registratie van energieverbruiken, zal in een evaluatie de definitieve waardebeoordeling van het concept kunnen plaatsvinden.

De resultaten van deze evaluatie kunnen aanleiding zijn tot herhaling van het experiment op grotere schaal of tot het op grote schaal invoeren van het concept of van producten die daarvan deel uitmaken. Daarnaast kan deze evaluatie de aanzet geven tot overdracht van onderzoek- en experimentresultaten en het verrichten van beleidsstudies om grootschalige invoering van onderbouwing te voorzien.

Besparingsperspectief

Op basis van de technische en economische eigenschappen van de diverse concepten, het ontwikkelingstempo dat in het praktijkexperimentenprogramma zal worden gevolgd en verwachtingen omtrent toepassingsmogelijkheden en acceptatie, kunnen prognoses over de bespaarde hoeveelheid aardgas bij grootschalige introductie van diverse concepten worden geformuleerd.

Over mogelijke belemmeringen voor de invoering en aanvaarding van concepten is nog te weinig bekend om gedegen voorspellingen te doen over het marktpotentieel. Wel is de omvang van diverse categorieën woningen en gebouwen te schetsen. Daardoor kan het toepassingsveld voor concepten nader worden ingedeeld en begrensd.

Uit het Structuurschema Volkshuisvesting blijkt dat de totale voorraad woningen in het jaar 2000 kan worden geschat op ongeveer 5,9 miljoen stuks. Ruim 70% daarvan bestaat uit woningen die nu al ge-

bouwd zijn. Dit betekent dat aan het ontwikkelen van concepten voor renovatie grote aandacht zal moeten worden besteed. Voor utiliteitsbouw is het programma momenteel beperkt tot kantoren, scholen en ziekenhuizen. Uit gegevens die ontleend zijn aan het rapport Energiebesparing Gebouwde Omgeving van het Energieonderzoek Centrum Nederland blijkt dat per jaar 2% van de totale voorraad wordt vervangen en dat de omvang van het huidige gebouwenbestand ongeveer gelijk is aan het aantal gebouwen dat tot 2000 zal worden gebouwd.

In totaal kan versnelde ontwikkeling van concepten voor nieuwbouw en renovatie van woningen en gebouwen in het kader van het Nationaal Onderzoekprogramma REGO, gevolgd door een adequate procedure voor de grootschalige introductie van concepten, in het jaar 2000 al leiden tot een besparing van 5,5 miljard m³ aardgas per jaar (woningen: 4,6 miljard; gebouwen: 0,9 miljard m³ aardgas). Deze besparing kan nog worden vergroot door een integraal ruimtelijk en energiebeleid dat optimale condities schept voor rationeel energiegebruik in woningen en gebouwen.

Innovatieperspectief

Uit de aard en de karakteristieken van de diverse concepten blijkt welke innovatieperspectieven deze opzet voor de Nederlandse ontwerp-, bouw-, renovatie- en installatiepraktijk met zich mee kan brengen.

4. Grote warmtesystemen

Ir. P.A.M. van Luyt, Nederlandse Energie Ontwikkelings Maatschappij

Inleiding

NEOM is als 100% dochter-BV door de Minister van Economische Zaken in 1976 gesticht, uit een initiatief van datzelfde Ministerie ten tijde van het ministerschap van Drs. Lubbers. De algemene doelstelling van NEOM is een bijdrage te leveren aan de verbetering van de energiepositie in Nederland.

In hoofdlijnen zijn daartoe de NEOM-activiteiten thans gericht op een drietal invalshoeken:

- het verbeteren van het rendement bij het gebruik van primaire energie;
- het verbeteren van de samenstelling van het energiegrondstoffenpakket (brandstofdiversificatie);
- het combineren van energietoepassingen op een zodanige manier dat in totaliteit energiebesparing optreedt.

NEOM probeert in het algemeen demonstratieprojecten van de grond te trekken waarmee een nieuwe wijze van energievoorziening of een nieuw energieproces of een nieuwe energiebesparende techniek op industriële schaal wordt toegepast. Dergelijke toepassingen zijn vaak nog niet algemeen, omdat er nog te grote technische of economische risico's aan verbonden zijn. Enige voorbeelden mogen de NEOM-activiteiten voor elk van de drie genoemde hoofdlijnen toelichten.

De ontwikkeling van de economizer voor cv-ketels is voor 90% te danken aan activiteiten van de NEOM; zij is ook de licentiehoudster van deze economizer. Dank zij deze economizer kon de ontwikkeling van hoogrendementsketels versneld tot stand komen. Immers, vier van de op dit moment zes verschillende merken hoogrendementsketels, bestaan uit een conventionele ketel met daarbovenop, danwel daarachter gekoppeld een soort economizer, waarbij het totaal in een nieuw jasje is gestoken. Mede dank zij financiële ondersteuning van NEOM konden inmiddels 14 projecten met in totaal 371 hoogrendements-

ketels beginnen. Wat betreft de pompschakelaar, is de exploitatie van het Vegin-octrooi door NEOM ter hand genomen. Ten aanzien van warmtepompen was NEOM een van de drie initiatiefnemers voor de oprichting van Warmtepomp Nederland, een BV met als drie aandeelhouders Gasunie, Vegin en NEOM. Het is de taak van de Warmtepomp Nederland BV de toepassing van warmtepompen te stimuleren door uitvoering van een groot aantal demonstratieprojecten.

Voor wat betreft de verbetering van de samenstelling van het grondstoffenpakket, kan worden opgemerkt dat NEOM zich beijverd heeft en nog ijvert om te komen tot milieuverantwoorde herinvoering van kolen. Als voorbeeld moge dienen de bouw van een kolengestookte wervelbedketel bij kalkzandsteenfabriek "De Hazelaar", welke dank zij NEOM-inzet ter hand kon worden genomen.

Ten aanzien van het combineren van energietoepassingen, behoeft slechts te worden verwezen naar de twintig gemeenten waar inmiddels, mede door toedoen van NEOM, tot de aanleg van stadsverwarming is besloten.

Toen NEOM vijf à zes jaar geleden met haar ontwikkeling begon, waren de opties voor ruimteverwarming uiterst beperkt. Voor isolatie gold de norm NEN 1068 en zo die al werd toegepast, werd zij als geavanceerd beschouwd. Bij individuele cv-systemen was de conventionele ketel de enige mogelijkheid. Het is dan ook niet verwonderlijk dat in dat licht bezien, NEOM naast het aanzetten van ontwikkelingen zoals de economizer, warmtepomp, verbeterde isolatiesystemen en hoogrendementsketel, sterke activiteiten ontplooiden om bij grootschalige nieuwbouwprojecten in Nederland vooruitlopend op de komst van allerlei nieuwe energiebesparende technieken tot een belangrijke mate van energiebesparing te komen door stadsverwarming ter hand te nemen. Er was immers geen hoogrendementsketel, geen economizer en ook geen grootschalige toepassingsmogelijkheid van de warmtepomp.

In de grootschalige stadsverwarmingsprojecten heeft NEOM een voortrekkersrol vervuld en is daarin zo succesvol geweest, dat zij door velen ten onrechte wordt vereenzelvigd met een instantie die zich uitsluitend voor stadsverwarming zou inzetten.

Grote warmtesystemen

In het voorgaande werd stadsverwarming als voorbeeld genoemd van combinatie van energietoepassingen op een zodanige manier dat in totaliteit energiebesparing optreedt. Het ligt voor de hand daarbij vooral te denken aan het gebruik van bestaande afval- en restwarmtebronnen.

In 1979 is door NEOM een eerste inventarisatie gemaakt naar de beschikbare en beschikbaar te maken hoeveelheden afval- en restwarmte bij de Nederlandse industrie en de elektriciteitscentrales. Daartoe zijn destijds een 150-tal industrieën en alle elektriciteitscentrales van Nederland benaderd met de vraag hoeveel warmte men vernietigde waarmee water tot een temperatuurniveau van 110°C kan worden verwarmd. De resultaten van deze inventarisatie zijn vastgelegd in het NEOM-rapport "Benuttingsmogelijkheden van afval- en restwarmte in Nederland", dat als bijlage is opgenomen in het eind 1980 uitgebrachte advies "Afval- en restwarmte als energiebron" van de voorlopige Algemene Energieraad. Het temperatuurniveau van 110°C was gekozen op grond van de gangbare ontwerpwaarden voor verwarmingssystemen in de bebouwde omgeving en bij de glastuinbouw. Hoewel landelijk en regionaal bezien de vraag naar warmte voor gebouwen, woningen en tuinbouwkassen het aanbod aan afval- en restwarmte in hoge mate overtreft, gaf de inventarisatie een aantal regio's aan met een zeer aanzienlijk aanbod van afvalwarmte. Het betreft hier met name: Rijnmond, Zuidelijk Noord-Holland (IJmond), Zuid-Limburg, Midden-Gelderland, alsmede een gebied rond de Amercentrale in Geertruidenberg en het gebied rond de stad Utrecht. De studie had mede tot doel gebieden te selecteren waar deze beschikbare warmte voor ruimteverwarming zou kunnen worden gebruikt. Het is overigens zinvol te vermelden dat in twee gebieden de plaatselijke elektriciteitsproducenten al initiatieven hadden genomen om met warmte/kracht op grote schaal en stadsverwarming een belangrijke mate van energiebesparing te bereiken, namelijk de PNEM bij Breda en Tilburg en de PEGUS in de omgeving van Utrecht. NEOM heeft mede de aanzet gegeven tot studies die de economische haalbaarheid van het koppelen van de vraag en het aanbod naar warmte in de overige regio's dienden na te gaan. Het zal immers duidelijk zijn dat er forse investeringen nodig zijn om de relatief goedkope warmte te vervoeren van de opwekker naar de verbruiker. Een aantal

van deze studies is nog in uitvoering en een aantal is inmiddels afgesloten. Tijdens de verdere uitwerking van deze projecten werd bevestigd dat er inderdaad een groot potentieel aan afval- en restwarmte aanwezig is. Daarnaast hebben deze studies echter ook geleerd dat de hoeveelheid afvalwarmte van de industrie boven 110°C aanmerkelijk minder zal zijn dan in de inventarisatie is aangenomen. De belangrijkste reden hiervoor is dat de industrie, gezien de sterke stijging van energiekosten, gelukkig zelf eerder tot interne toepassing komt; hetgeen vanzelfsprekend tot energiebesparing leidt (en daar is het uiteindelijk toch om begonnen). Daar staat tegenover dat een veel grotere hoeveelheid warmte van lager temperatuurniveau overtollig blijft. Het gebruik van laagwaardige warmte voor ruimteverwarming zal echter pas mogelijk kunnen worden door middel van verdergaande isolatie gecombineerd met aanpassing van de verwarmingsinstallatie (dus afwijkend van de huidige standaardinstallatie met 90°C - 70°C systeem). Dit zelfde geldt uiteraard ook voor toepassing van deze warmte in de glastuinbouw (waarbij de technische mogelijkheden worden beperkt door het feit dat elke aanpassing teelttechnische consequenties heeft en bijgevolg tot opbrengstverlies aanleiding zou kunnen geven).

Bij inpassing van warmtepompen, wanneer deze economisch in grote aantallen op de markt komen, kan dan zonder al te vergaande wijzigingen in de woningen en kassen zelfs afvalwarmte van nog lager temperatuurniveau (denk aan laagcalorisch koelwater) nuttig worden gebruikt.

Toekomst

Wat zijn nu de toekomstmogelijkheden voor grootschalige systemen? Zoals reeds eerder opgemerkt, ontlenen deze systemen hun bestaansrecht aan het feit dat uit de toepassing van relatief goedkope afval- en restwarmte een aanzienlijke energiebesparing resulteert. Gezien de prijs die voor die energiebesparing moet worden betaald, zal het echter duidelijk zijn dat grote systemen alleen maar daar toepasbaar zullen zijn waar dezelfde mate van energiebesparing niet goedkoper kan worden gerealiseerd. In elk geval geldt dat de kosten die gemaakt moeten worden om de energiebesparing te bereiken zich op termijn terugbetalen. De kosten die gemoeid zijn met de toepas-

sing van afval- en restwarmte in grote systemen zijn relatief erg hoog. Dit betekent dan ook dat de terugverdientijd meestal groot is en de aanloopverliezen aanzienlijk zijn. Gezien die lange terugverdientijden legt men zich bij de keuze voor het gebruik op grote schaal van afvalwarmte voor langere termijn vast. Maar wie zou willen beweren dat uitvoering van een andere optie (bijvoorbeeld de aanleg van een gasnet voor ruimteverwarming in combinatie met een bepaalde isolatiewaarde voor woningen) de volledige vrijheid van handelen ten aanzien van toekomstige alternatieven openlaat, zou in de praktijk ook wel eens bedrogen kunnen uitkomen; hoewel het wel zo is dat grote systemen nog minder flexibel zijn.

Dit alles neemt niet weg dat zich een aantal mogelijkheden voor toepassing van grote systemen voordoet. Het is immers de enige manier om het spuien van overtollige afvalwarmte te voorkomen. Daarbij zal het accent wel moeten liggen op lagere temperatuurniveaus dan tot nu toe gebruikelijk is, met de daarbij behorende aanpassingen in de huisinstallaties en de kassen. Gebruik van afvalwarmte bij bestaande woningen lijkt daarbij eveneens een goede optie omdat daar de mogelijkheden om de warmtebehoefte daar terug te dringen door isolatie beperkter zijn dan bij nieuwbouw.

Een van de grote problemen bij aanpassing van huisinstallaties vormt het feit dat in de sociale woningbouw (het merendeel van ons nationaal woningbestand) de investeringskosten voor de verwarming genormeerd zijn en slechts voor genormeerde bedragen in de huur kunnen worden opgenomen. Elke verhoging van de investeringen ten behoeve van verwarming, hetzij in isolatie hetzij in andere verwarmingssystemen, kan via het complexe stelsel van huursubsidie en VRO-maatregelen niet eenvoudig worden vóórgefinancierd en vervolgens door huurverhoging (welke op haar beurt wordt gecompenseerd door lagere stookkosten) op de huurder worden verhaald. Met andere woorden voordat overtollige laagwaardige afvalwarmte op grote schaal in de sociale woningbouw kan worden toegepast, zal het hele subsidiegebouw voor de sociale woningbouw grondig dienen te worden gerenoveerd.

Het zijn immers de totale woonlasten die tellen en niet alleen de huurkosten en dus de hoogte van de stichtingskosten!

Dit geldt overigens in gelijke mate voor het op grote schaal invoeren van alle andere energiebesparingsopties bij ruimteverwarming.

En aanpassing hiervan is uit energiebesparingsoogpunt alleszins noodzakelijk en niet alleen op korte termijn. Ook met het oog op de in de verdere toekomst liggende opties is dit nodig.

In dit kader zijn twee mogelijke ontwikkelingen te noemen:

Geothermie. Het is bekend dat in een groot deel van Nederland de geologische structuur in beginsel perspectieven biedt voor het gebruik van aardwarmte. Veelal zal dit aardwarmtepotentieel, evenals de industriële afvalwarmte, van laag temperatuurniveau zijn. Al is het zo dat de temperatuur stijgt met het toenemen van de diepte waarop de warmte wordt gewonnen, geldt hier hoe warmer, hoe dieper de boring en hoe duurder de warmte. Indien het grote systeem op voorhand voor het gebruik van lage temperatuurafvalwarmte wordt uitgelegd, bestaat te allen tijde de mogelijkheid aardwarmtebronnen in een dergelijk systeem op te nemen. Dit kan o.a. positief werken ten aanzien van de beschikbaarheid van warmte. Daarnaast geeft het bestaan van grootschalige warmtenetten meer bewegingsvrijheid voor wat betreft lokalisering van aardwarmtebronnen op plaatsen met geologisch gunstige structuren en een spreiding van risico's bij de exploitatie van aardwarmte.

Een tweede mogelijke ontwikkeling is gelegen in seizoenopslag van warmte: een optie waarnaar momenteel ook onderzoek wordt verricht. Het zal duidelijk zijn dat om het beschikbare vermogen aan afvalwarmte optimaal te gebruiken een warmte-afnamepatroon moet worden gekozen dat zo goed mogelijk overeenkomst met het aanbod. Waar industriële afvalwarmte praktisch het hele jaar door vrijkomt, zal men haar bij voorkeur gebruiken voor levering van basislast. Als dan nog een groot deel van de aangeboden warmte niet nuttig wordt gebruikt, zou grootschalige seizoenopslag in aquifers een optie kunnen zijn, waarbij in de zomer overtollige warmte wordt opgeslagen die in de winter een deel van de pieklastlevering overneemt. Levering van de afvalwarmte aan tuinbouwkassen verdient daarom in beginsel uit het oogpunt van energiebesparing de voorkeur. Enkele argumenten daarvoor zijn:

- Het basislastverbruik in de glastuinbouw is aanmerkelijk groter dan bij woningverwarming.
- De investeringen per bespaarde m^3 aardgasequivalent zijn bij gebruik van afvalwarmte in de tuinbouw aanmerkelijk lager dan bij stadsverwarming (f 1,- à f 3,- per m^3 besparing per jaar in de glastuinbouw versus f 2,50 à f 5,- voor stadsverwarming). De warm-

tebehoefte voor 1 hectare glastuinbouw is ongeveer even hoog als die voor 5 à 10 hectare geconcentreerde bebouwing, terwijl in de glastuinbouw per hectare met 1 aansluiting kan worden volstaan.

- De mogelijkheid voor andere besparingsopties zijn in de glastuinbouw beperkter dan bij woningen. De tuindersketel heeft al een hoog rendement (zeker waar hij wordt toegepast in combinatie met een algemeen gangbare rookgascondensator). Verdere verhoging van de isolatiewaarde van de kas bijvoorbeeld door installatie van dubbele kasdekken wordt verhinderd door de daarmee gepaard gaande mindere lichtinval. Die lichtinval is de beperkende produktiefactor in de Nederlandse glastuinbouw.

Afvalwarmte zal in de tuinbouw altijd maar een deel van de warmtebehoefte kunnen dekken. Gezien de flexibiliteit die de tuinder als zelfstandige ondernemer nodig heeft, zal naast de aansluiting op het grote systeem de eigen gasgestookte ketel aanwezig moeten blijven voor pieklast en reservestelling al was het alleen maar ten behoeve van koolzuurproduktie en de mogelijkheid in eigen beheer de bodem te ontsmetten door grondstromen.

Het zal duidelijk zijn dat een en ander totaal andere beheerstechnische problemen oproept dan bij stadsverwarming. Daar is namelijk geen alternatief voor ruimteverwarming.

Beheer van grote systemen

Daarbij kan men drie belangrijke elementen onderscheiden:

- warmte-opwekking;
- transport van warmte;
- distributie van warmte binnen het verzorgingsgebied.

In de eenvoudigste vorm zal het project bestaan uit slechts één warmte-opwekeenheden en één distributiegebied. In dat geval kunnen zich nog vier verschillende vormen van beheer voordoen, namelijk:

- warmtewinning, transport en distributie zijn in een hand (zoals in Lelystad de PGEM);
- warmtewinning is gescheiden van transport en distributie (welke laatste in een hand zijn) (deze vorm is in Nederland nog niet uitgewerkt);
- warmtedistributie is gescheiden van winning en transport (zoals bij Breda en Tilburg de PNEM).

- warmtewinning, transport en distributie kennen elk een afzonderlijke beheersvorm (deze beheersvorm wordt voorzien voor het Botlekgebied).

Met "één hand" wordt hier een organisatorische eenheid bedoeld die in staat is zonder inmenging van buiten tot beslissingen te komen die nodig zijn om het project te leiden, te (laten) uitvoeren en te financieren. Bij elk afzonderlijk project dient te worden bezien welke instantie het geschiktste is de betreffende taak uit te voeren, danwel de verantwoordelijkheid op zich te nemen.

In zijn algemeenheid kan worden gesteld, dat de aard van de distributiefunctie het beste aansluit bij een gasdistributiebedrijf of een gemeentelijk energiebedrijf, terwijl het werk in de warmte-opwekking het beste aansluit bij een warmte/kracht-bedrijf. De transportfunctie is niet zo duidelijk te karakteriseren.

Het beheersprobleem wordt complexer als meerdere distributie- en/of warmtefuncties samenspelen. Teneinde zo een project tot stand te brengen is het nodig dat de besluitvorming tot stand komt in bestaande organisatorische bestuurlijke eenheden en niet op voorhand een afhankelijkheid te scheppen. In zo een situatie immers zou een gebrek aan besluitvorming ergens in de keten, de totstandkoming van het project verhinderen. Bij afzonderlijke distributie moet dan ook een apart besluit worden genomen. Dit impliceert dat aangetoond moet worden dat de delen ook separaat een levenskans hebben. Bij het warmtetransport moet in zo een geval een onafhankelijke inkoop- en distributiefunctie worden vervuld. Dat wil zeggen aan de inkoopkant tegen meestal afwijkende commerciële condities afwijkende hoeveelheden warmte inkopen. Aan de distributiekant kan het voorkomen dat ongelijksoortige afnamen ontstaan bij stadsvernieuwing of tuinbouw.

Welke instanties dienen nu betrokken te zijn bij de diverse functies? Dit zijn allereerst diegene die potentieel risicodragers zouden kunnen zijn, dat wil zeggen gemeenten, elektriciteitsbedrijven en gasdistributiebedrijven, maar ook de afnemers in de vorm van woningbouwcorporaties of verenigde grootafnemers. Indien de industrie de warmte opwekt is het nodig ook deze vroegtijdig in het overleg te betrekken.

De beheersvormen zijn dus afhankelijk van de aard van het project.

Vanuit overheidsstandpunt is het echter nodig dat de risicodragende partner, die dus de subsidie en de risicodragende lening zal verwerven, een organisatorische eenheid vormt die separate boekhouding mogelijk maakt.

Waar meerdere partners uit het oogpunt van risicodracht tezamen de distributiefunctie vervullen, kan een BV-vorm met aandelen worden gekozen als een bekende, werkbare samenwerkingsvorm.

De warmte-opwekkers en -transporteurs zullen meestal ook een aparte BV of NV vormen die contacten onderling en met de distributeur mogelijk maakt.

Concessieregelingen, inhoudende uitsluiting van concurrentiebeding, lijken op dit moment niet noodzakelijk, zelfs minder wenselijk opdat indien de meest gereede partner niet kan of wil deelnemen te allen tijde de mogelijkheid openblijft dat een andere deze taak op zich kan nemen.

Voor elke beheersvorm zal uiteraard van geval tot geval de optimale structuur moeten worden gekozen.

Afstemming van vraag en aanbod

Tot slot nog enkele opmerkingen over de toekomstige mogelijkheden om de vraag en het aanbod naar warmte beter op elkaar te doen aansluiten. De vraag naar warmte treedt op bij ruimteverwarming van woningen, gebouwen en tuinbouwkassen. Het aanbod naar warmte is voornamelijk afkomstig van de industrie, elektriciteitscentrales, warmte/kracht-installaties en vuilverbrandingsinstallaties. Gezien het grote scala van mogelijkheden bij nieuwbouw voor verdere isolatie, warmteterugwinning uit ventilatielucht en hoogrendementsverbrandingsinstallaties, is daar (zeker op termijn) de mogelijkheid aanwezig de warmtebehoefte zodanig terug te dringen dat het de vraag is of het opzetten van grote warmtenetten daar zin zal hebben, tenzij er al een warmtebron voorhanden is. Dit betekent dat het in de toekomst opzetten van nieuwe warmtebronnen voor nieuwbouwprojecten minder zinvol zal zijn. Voor bestaande bebouwing en bij de kas- en tuinbouw is de situatie duidelijk anders. Bij bestaande bebouwing is het veelal slechts tegen zeer hoge kosten mogelijk de bestaande vraag naar warmte in belangrijke mate terug te dringen, zodat daar veelal een redelijke warmtebehoefte van wellicht 1.500 - 2.000 m³ aardgasequivalent per woning per jaar zal blijven bestaan. Het

is zeer wel mogelijk dat grootschalige warmtenetten daar perspectief hebben, zelfs indien de warmtebron nog gepland moet worden. Welke warmtebronnen komen daar dan voor in aanmerking? Zeker geen industriële afvalwarmte. Immers nieuwe energie-intensieve industrie zal in Nederland niet meer worden opgezet en indien dat bij hoge uitzonderingen nog wel zal gebeuren, dan zeker niet pal naast stedelijke bebouwing. Hoe is het dan gesteld met warmte/krachten vuilverbrandingsinstallaties als warmtebron?

Voor de in de toekomst noodzakelijke brandstofdiversificatie is het opzetten van nieuwe warmte/kracht-installaties op basis van kolen ter vervanging van afgeschreven elektriciteitsproductievermogen op sommige plaatsen zeer wel mogelijk. Uiteraard zal de infrastructuur ter plaatse geschikt moeten zijn voor het grootschalig hanteren van kolen en reststoffen, terwijl er vanzelfsprekend van wordt uitgegaan, dat nieuwe technieken milieuvriendelijke verbranding van kolen mogelijk maken. Het is trouwens zo dat vooral voor dit laatste grootschaligheid een voordeel biedt.

Ook moeten toekomstige plannen van vuilverbrandingsinstallaties waarvan de vrijkomende warmte wordt geleverd aan tuinbouwkassen en bestaande woningen niet uitgesloten worden geacht. De mogelijkheid tot storten van huisvuil zal verder afnemen, zodat er niet veel anders overblijft (na bij voorkeur gescheiden inzameling) dan verbranding van de niet te gebruiken componenten.

Conclusie

In de toekomst zullen grote systemen voor ruimteverwarming gebouwd blijven worden. Vooralsnog met gebruik van bestaande afval- en restwarmtebronnen, maar ook met gebruik van nieuw te bouwen warmtebronnen voor voorziening in de behoefte bij bestaande woningbouw en kastuinbouw. Het is evident dat de juiste opzet van grote netten leidt tot zeer aanzienlijke energiebesparing. En al mocht de ontwikkeling van de ruwe-olieprijs op de spotmarkt wel eens het tegendeel doen vermoeden, het energieprobleem is net zo lang over tot de derde energiecrisis zich aandient.

5. Kleine warmteproductiesystemen op korte termijn

Ir. A.C. Koelewijn, VEG-Gasinstituut

Inleiding

In woningen en gebouwen wordt voornamelijk warmte gebruikt voor woningverwarming, warmtevoorziening en koken.

Voor woningverwarming wordt in een gemiddelde woning, gebouwd volgens de huidige voorschriften, circa 2.000 m³ gas per jaar verbruikt. Onder andere door betere isolatie kan dit verbruik nog sterk worden verminderd. Er worden momenteel reeds woningen gebouwd waarbij naar verwachting het gasverbruik voor verwarming circa 1.000 m³ per jaar zal zijn. Bij deze goed geïsoleerde woningen wordt een groot deel van de warmtebehoefte gedekt door de interne warmteproductie en krijgt de verwarmingsinstallatie het karakter van bijverwarming.

Voor de warmwatervoorziening wordt 400-600 m³ gas per jaar verbruikt. Hoewel in deze inleiding vrijwel uitsluitend wordt ingegaan op mogelijkheden om het energiegebruik voor ruimteverwarming te verminderen, blijkt uit deze cijfers wel dat bij dit streven de warmwatervoorziening niet geheel buiten beschouwing kan blijven. Door onze waterbeschaving is van besparing op warm water niet veel te verwachten.

Waarom lage temperatuursystemen?

Als gesproken wordt over verwarmingssystemen voor toekomstige woningen en gebouwen, wordt vaak veel aandacht gegeven aan systemen die functioneren bij lage temperatuur van het verwarmingsmedium. Het gebruik van deze verwarmingssystemen heeft als belangrijkste voordeel dat gebruik kan worden gemaakt van warmte die anders verloren zou gaan. Hierdoor nemen de mogelijkheden toe om afvalwarmte van andere processen nuttig te gebruiken en kan tevens het rendement van verwarmingstoestellen worden verhoogd.

Hiertegenover staat vrijwel altijd een hogere investering. Per si-

tuatie zal moeten worden nagegaan of de extra investering binnen redelijke tijd door het lagere energiegebruik kan worden terugverdiend. Om dit te kunnen doen, is een goed inzicht nodig in de invloed van de temperatuur van het medium op het rendement.

De invloed van de temperatuur van het medium op het toestelrendement

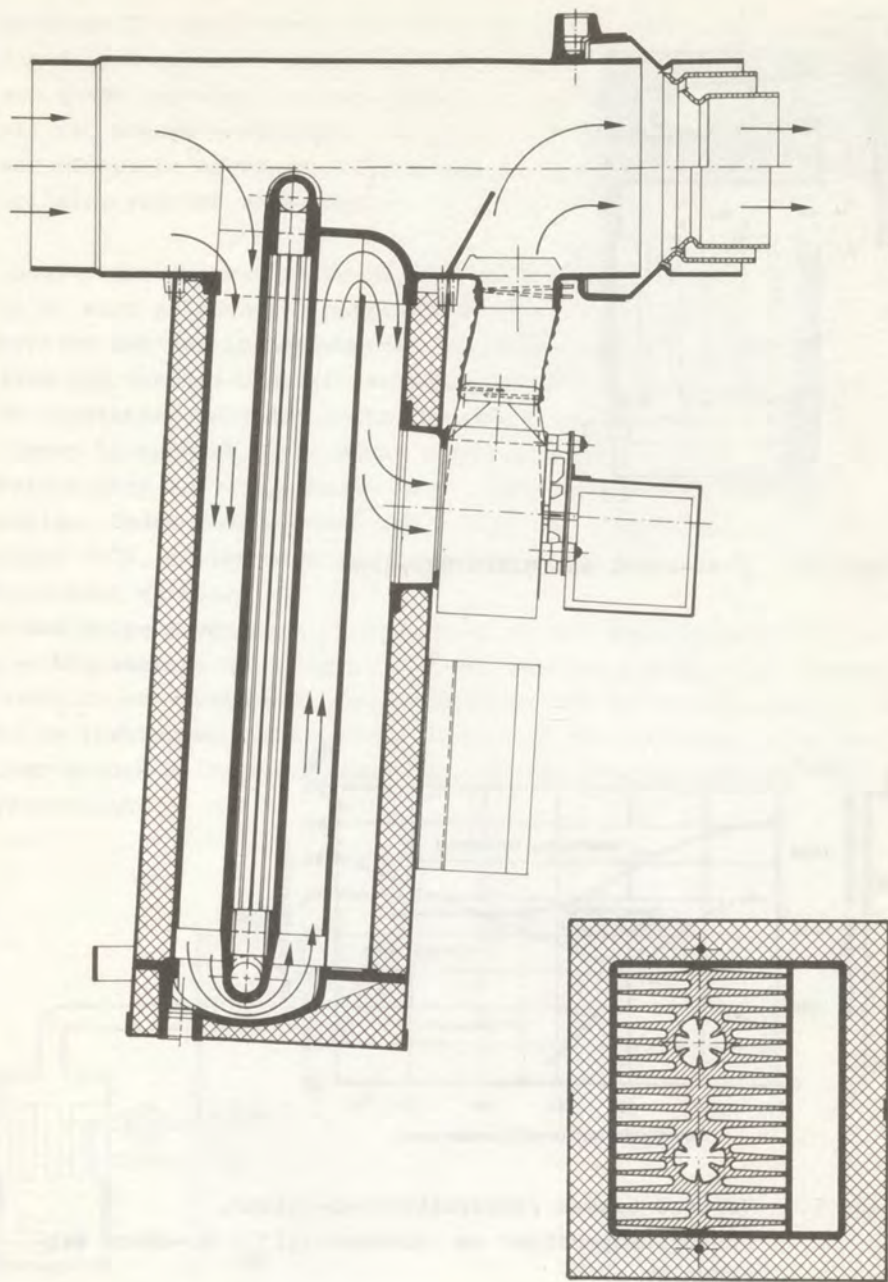
De invloed van de temperatuur van het medium op het rendement van het verwarmingstoestel is niet voor alle toestellen gelijk. Bij de conventionele gasgestookte cv-ketel is de invloed gering. Blijkens een aantal metingen van VEG-Gasinstituut zal bij deze ketels een verlaging van de gemiddelde ketelwatertemperatuur van ongeveer 70°C naar ongeveer 45°C een stijging van het rendement van circa 2% geven.

Voor deze cv-ketels is een extra warmtewisselaar (economizer) ontwikkeld die op het bestaande toestel kan worden geplaatst. Hiermee wordt de warmte van de verbrandingsgassen gebruikt om het retourwater van de cv-installatie voor te verwarmen. De rendementsstijging die hiermee kan worden bereikt, hangt af van de temperatuur van de verbrandingsgassen en van de temperatuur van het retourwater. Gemiddeld zal het rendement met ongeveer 10% stijgen. De extra investering die hiervoor moet worden betaald, bedraagt circa f 850,- voor de economizer plus de installatiekosten, van minimaal circa f 250,-, beide bedragen inclusief BTW.

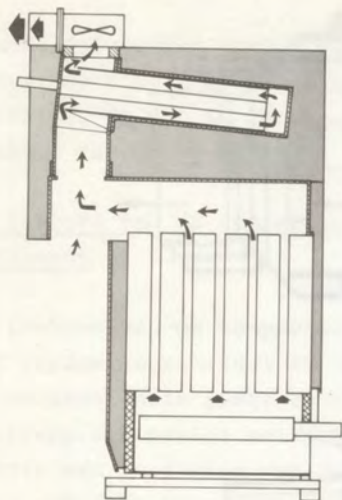
Door zo'n extra warmtewisselaar meteen in de cv-ketel in te bouwen en nog wat verbeteringen aan te brengen, kan een cv-ketel met hoog rendement worden verkregen. Indien bij de keuring bij VEG-Gasinstituut zo'n cv-ketel bij gemiddelde bedrijfsomstandigheden een rendement van ruim 90% haalt, gerekend op de bovenste verbrandingswaarde van aardgas, mag de fabrikant op een dergelijke ketel het GIVEG-HR-merk voeren.

Verschillende van deze toestellen zijn inmiddels op de markt. Ze zijn f 1.000,-, f 1.500,- duurder dan de normale cv-ketels en geven een besparing van 15-20%. Installatie van deze ketels in bestaande woningen kan nogal duur worden.

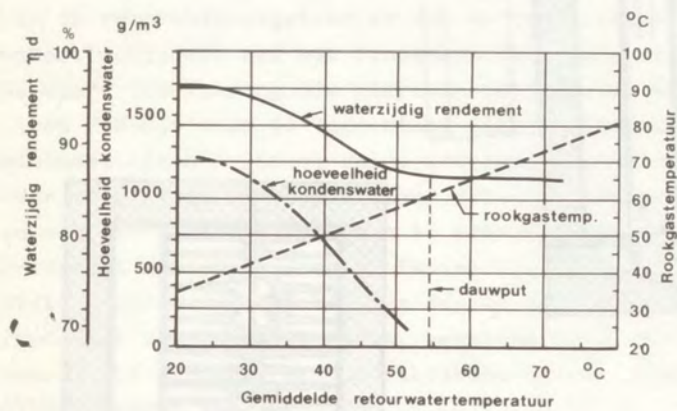
Net als bij de economizers, is ook bij deze GIVEG-HR-ketels het rendement sterk afhankelijk van de retourwatertemperatuur. De verbrandingsgassen worden bij deze toestellen afgekoeld tot een tem-



Figuur 5.1 Economizer



Figuur 5.2 C.v.-ketel met GIVEG-HR-merk

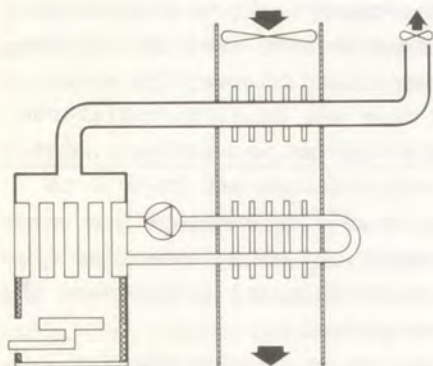


Figuur 5.3 Verband tussen retourwatertemperatuur, rookgastemperatuur en rendement bij c.v.-ketel met GIVEG-HK-merk

peratuur die maar circa 5°C boven de retourtemperatuur ligt. Als de retourwatertemperatuur lager is dan 50 à 60°C , wat bij een goede regeling het grootste deel van het stookseizoen het geval is, treedt condensatie op van de bij de verbranding gevormde waterdamp. De hierdoor vrijkomende warmte geeft een duidelijke stijging van het rendement.

Luchtverwarmers met GIVEG-HR-merk zijn er momenteel nog niet. Wel is er kort geleden een keuringseis van kracht geworden waarin is bepaald dat een luchtverwarmer het GIVEG-HR-merk mag voeren indien bij continu bedrijf het schoorsteenverlies lager is dan 5% . Te verwachten valt dat luchtverwarmers met dergelijke lage verliezen binnenkort op de markt komen. Bij deze toestellen zal de retourlucht worden gebruikt om de verbrandingsgassen extra te koelen. Omdat deze retourlucht altijd een temperatuur heeft van circa 20°C , zullen deze luchtverwarmers ook continu met een hoog rendement werken.

Sinds enige jaren zijn er overigens al wel zogenaamde indirecte luchtverwarmers op de markt met een zeer hoog rendement. Hierbij wordt in een cv-toestel water verwarmd dat dan wordt gebruikt om in de luchtverwarmer lucht op te warmen. In een extra warmtewisselaar worden de verbrandingsgassen van de cv-ketel gekoeld door de retourlucht.



Figuur 5.4 Indirecte luchtverwarmer met warmteterugwinning uit de verbrandingsgassen

Nog hogere rendementen zijn te behalen met warmtepompen. Hiermee wordt warmte van een laag niveau, bijvoorbeeld 5°C , opgepompt naar een hoger niveau, bijvoorbeeld 40°C , door energie toe te voeren. De hoeveelheid energie die moet worden toegevoerd, is groter naarmate een groter temperatuurverschil moet worden overbrugd. Bij deze toestellen bestaat er dus ook een duidelijk verband tussen het rendement en de temperatuur van het verwarmingsmedium.

Zoals uit het voorgaande blijkt, bestaat er voor alle verwarmings-toestellen een duidelijk verband tussen het temperatuurniveau waarop de verwarming functioneert en het rendement van het verwarmings-toestel. Deze invloed wordt groter naarmate men meer moeite heeft gedaan om het rendement van het toestel zo hoog mogelijk te krijgen.

Temperatuur van het medium bij verschillende verwarmings-systemen

Het in Nederland in de nieuwbouw bijna uitsluitend toegepaste verwarmingssysteem is de centrale verwarming met water als verwarmingsmedium. Deze centrale verwarming is vrijwel altijd zo gedimensioneerd dat het water wordt aangevoerd met een temperatuur van 90°C en de retourtemperatuur 70°C is. Bij de hierbij vrijwel altijd toegepaste regeling met een kamerthermostaat die rechtstreeks de brander schakelt, zullen deze watertemperaturen vrijwel nooit optreden.

Maatgevend voor het maximaal haalbare rendement is de gemiddelde retourwatertemperatuur. Deze ligt, gerekend over een stookseizoen, op circa 40°C . Verlaging van deze temperatuur is mogelijk door grotere radiatoren toe te passen, of door met dezelfde radiatoren het huis beter te isoleren. Het effect hiervan is overigens niet erg groot. Om de verwarming bij ontwerpcondities met $70-50^{\circ}\text{C}$ te laten functioneren in plaats van met $90-70^{\circ}\text{C}$ is ongeveer een verdubbeling van het radiatoroppervlak nodig. De extra besparing die hierdoor bereikt kan worden met een GIVEG-HR-ketel is ongeveer 5%. Dit weegt niet op tegen de extra investering.

Een verdere verlaging van de watertemperatuur is mogelijk door toepassing van vloerverwarming. De retourwatertemperatuur kan hierbij dalen tot circa 25°C . Voorwaarde is wel dat niet een combinatie van vloerverwarming en radiatoren wordt gekozen, omdat dan

de cv-ketel tevens water met een hogere temperatuur moet leveren voor de radiatoren.

Bij luchtverwarming is de retourtemperatuur gelijk aan de gemiddelde temperatuur in de woning en kan dus gesteld worden op circa 20°C.

Uit het bovenstaande blijkt dat theoretisch het hoogste rendement kan worden gehaald met luchtverwarming. Een rendement van vrijwel 100% is hierbij mogelijk, maar het oppervlak van de warmtewisselaars in de luchtverwarmer moet dan wel erg groot worden.

Bij waterpompen speelt derhalve de retourtemperatuur ook de aanvoertemperatuur een belangrijke rol. Bij de gangbare systemen is deze bij vloerverwarming het laagst, maar in een goed geïsoleerde woning kan ook bij luchtverwarming de aanvoertemperatuur vrij laag zijn.

Indien het verwarmingstoestel tevens dient voor de warmwatervoorziening, moet met de hiervoor nodige temperaturen rekening worden gehouden.

Voor sanitaire doeleinden is een warmwatertemperatuur van 55°C vrijwel altijd voldoende. Bij een warmwatervoorziening met een voorraadsysteem (boiler), zal het verwarmingstoestel altijd een retourtemperatuur krijgen aangeboden die boven deze waarde ligt. Bij een doorstroomsysteem is een lagere temperatuur mogelijk. Bij de huidige toestellen wordt van deze mogelijkheid nog geen gebruik gemaakt. Het toestel moet dan wel een groot vermogen hebben om aan de momentane behoefte aan warm water te kunnen voldoen.

Invloed van de regeling op de temperatuur van het medium

Naast het verwarmingssysteem heeft ook de regeling invloed op het temperatuurniveau van het verwarmingsmedium in het toestel.

Als voorbeeld zal hier uitsluitend de centrale verwarming met radiatoren worden behandeld, maar overeenkomsten met andere verwarmingssystemen zijn zeker aanwezig.

Indien we de warmte-afgifte van een radiator willen verminderen, kan dit in principe op drie manieren. Het oppervlak van de radiator kan worden verminderd, de hoeveelheid doorstromend water kan

worden verminderd of de temperatuur van dit water kan worden verlaagd.

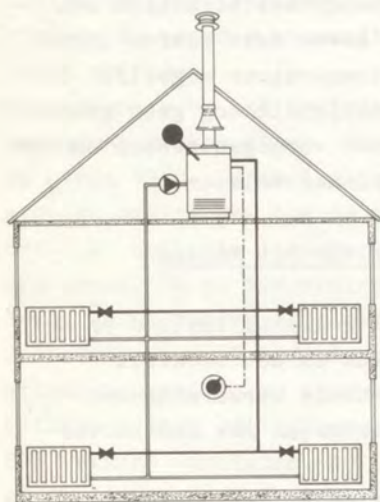
Om een zo hoog mogelijk rendement te krijgen, streven we naar een zo laag mogelijke watertemperatuur. Hieruit blijkt dat een regeling van de watertemperatuur de voorkeur verdient, immers, indien de waterhoeveelheid of het radiatoroppervlak wordt verminderd, moet de watertemperatuur hoger zijn dan op dat moment strikt noodzakelijk is.

Verlaging van de watertemperatuur kan door het warme water uit het cv-toestel te mengen met kouder retourwater, of door het cv-toestel water met een lagere temperatuur te laten leveren.

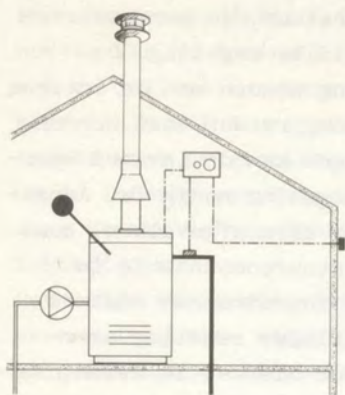
Aangezien de watertemperatuur in het toestel zo laag mogelijk moet zijn, heeft een regeling die rechtstreeks deze temperatuur beïnvloedt de voorkeur boven een mengregeling.

De conclusie tot nu toe is, dat een regeling die rechtstreeks op het toestel ingrijpt de voorkeur verdient. Dit kan door het regelorgaan de gasklep van het toestel te laten bedienen.

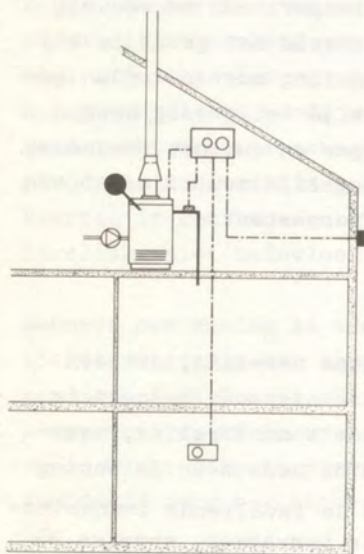
Voor dit regelorgaan bestaat dan nog de keuze tussen een thermostaat in het vertrek waar men het grootste belang hecht aan het



Figuur 5.5 C.v.-installatie met regeling door kamerthermostaat



Figuur 5.6 C.v.-installatie met weersafhankelijke regeling



Figuur 5.7 C.v.-installatie met weersafhankelijke regeling met kamertemperatuurcompensatie

nauwkeurig aanhouden van de gewenste temperatuur, de kamerthermostaat in de woonkamer, of een weersafhankelijke regeling. De weersafhankelijke regeling kan geen rekening houden met de interne warmteproductie in het vertrek waarin de temperatuur moet worden geregeld. Juist bij goed geïsoleerde woningen kan de invloed hiervan erg groot zijn, zodat hiervoor een naregeling nodig is. Aangezien andere regelmogelijkheden reeds eerder zijn afgevallen, komt voor deze naregeling alleen de kamertemperatuurcompensatie in aanmerking. Om deze regeling goed te laten functioneren moet de kamertemperatuurcompensatie de weersafhankelijke regeling overheersen. De weersafhankelijke regeling wordt hiermee in wezen overbodig, zodat we hiermee zijn gekomen op de simpele kamerthermostaat die rechtstreeks de gasklep van het cv-toestel bestuurt als optimale regeling om het rendement van dit toestel onder alle omstandigheden zo hoog mogelijk te krijgen.

Deze regeling waarbij een kamerthermostaat rechtstreeks de gasklep van het cv-toestel bestuurt, wordt in Nederland zeer veel toegepast. Uit het bovenstaande blijkt dat voor een betere regeling niet moet worden gezocht naar andere regelsystemen, maar naar verbetering van deze kamerthermostaat.

Zodra in meerdere vertrekken de gewenste temperatuur nauwkeurig moet worden aangehouden, zoals dit bijvoorbeeld het geval is bij blok of wijkverwarming, zal een andere regeling moeten worden gekozen. Deze andere regeling zal echter altijd tot gevolg hebben dat de watertemperatuur in het toestel hoger en dus het rendement van het verwarmingstoestel lager is dan mogelijk zou zijn met een regeling uitsluitend met een goede kamerthermostaat.

Gebruik van interne warmtebronnen

Onder interne warmtebronnen wordt al datgene verstaan, dat een extra verwarming van de woning geeft zonder hiervoor bedoeld te zijn. Een bekend voorbeeld is de invallende zonnestraling, maar ook de aanwezige apparatuur, de lampen en de mensen in de woning geven een interne warmteproductie. Indien de invallende zonnestraling bewust wordt gebruikt om de woning te verwarmen, spreken we van het passieve gebruik van zonne-energie.

Isolatie van de woning zal geen of weinig invloed hebben op de in-

terne warmteproductie. Dit betekent dat, naarmate de warmtebehoefte van de woning lager wordt door betere isolatie, de invloed van de interne warmteproductie steeds groter wordt. Een probleem hierbij is dat deze interne warmteproductie niet altijd daar optreedt waar de grootste warmtebehoefte is.

Om de interne warmteproductie nuttig te gebruiken, is het nodig deze warmte te transporteren naar de plaatsen waar hieraan wel behoefte is.

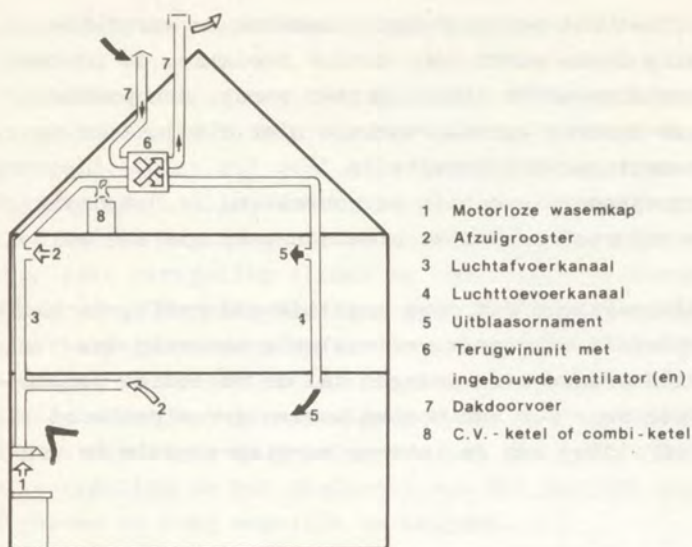
Het enige verwarmingssysteem dat deze mogelijkheid heeft, is luchtverwarming, mits hierbij voldoende recirculatie aanwezig is.

Volgens enkele oriënterende berekeningen zal de volledige woninginhoud ongeveer twee keer per uur moeten worden gerecirculeerd om een voldoende spreiding van de interne warmteproductie te verkrijgen.

Alle in de woning geproduceerde warmte, of deze nu afkomstig is van de verwarmingsinstallatie of veroorzaakt door de interne warmteproductie, verlaat uiteindelijk de woning door transmissie of door ventilatie. Door een goede isolatie zijn de transmissieverliezen al vergaand te beperken. Ventilatie blijft echter altijd nodig. De eerste stap om de ventilatieverliezen te beperken, bestaat uit beheersing van deze verliezen. Dit betekent dat de woning moet zijn voorzien van een ventilatiesysteem waarmee op die plaatsen geventileerd wordt waar hieraan behoefte is en dat de hoeveelheid lucht waarmee geventileerd wordt niet meer, maar ook niet minder is dan waaraan op een gegeven moment behoefte bestaat. Hiertoe is een beheerste toe- en afvoer van ventilatielucht noodzakelijk, niet beïnvloed door het buitenklimaat.

Wanneer een woning is voorzien van een installatie waarmee de ventilatie volledig kan worden beheerst, is het vaak mogelijk tegen geringe extra kosten een warmtewisselaar te plaatsen waarmee de warmte uit de af te voeren ventilatielucht wordt gebruikt om de verse lucht voor te verwarmen. De verse lucht is het medium met, gemiddeld over het stookseizoen, de laagste temperatuur, ongeveer 5°C.

Door één fabrikant wordt een dergelijk systeem op de markt gebracht. In dat systeem worden tevens de verbrandingsgassen van het cv-toestel gemengd met de af te voeren ventilatielucht, zodat ook



Figuur 5.8 Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning uit ventilatielucht en verbrandingsgassen

nog warmte uit deze verbrandingsgassen wordt teruggewonnen. Hoewel dit energetisch niet ideaal is, zijn de kosten van een dergelijk systeem zoveel lager dan van een systeem waarbij de warmte uit de verbrandingsgassen en de warmte uit de ventilatielucht apart worden teruggewonnen, dat bij de huidige prijzen aan een systeem met gecombineerde terugwinning de voorkeur moet worden gegeven.

Conclusies

Voor toekomstige verwarmingssystemen voor woningen en gebouwen zal het uitgangspunt moeten zijn dat de warmteverliezen zoveel mogelijk worden beperkt. Dit betekent zowel het verminderen van de transmissieverliezen door ontwerp en isolatie, als het verminderen van de ventilatieverliezen door een volledige beheersing van de ventilatie.

Vervolgens zal gestreefd moeten worden naar een zo goed mogelijk gebruik van de interne warmtebronnen.

Het ideaal van de ontwerper moet zijn om langs deze wegen tot een woning of gebouw te komen waarin alleen voor uitzonderlijke condities extra verwarming nodig is. Omdat dit ideaal op korte termijn niet haalbaar is, zal voorlopig in elke woning en elk gebouw nog een verwarmingsinstallatie moeten worden geplaatst. Ongeacht het soort toestel dat hierbij wordt toegepast, zal het hoogste rendement altijd worden behaald indien dit toestel kan functioneren bij lage temperatuur van het medium. Hiertoe moet zowel aan de installatie als aan de regeling veel aandacht worden besteed. Een regeling waarmee de gewenste ruimtetemperatuur nauwkeurig kan worden geregeld door uitsluitend de gastoevoer naar het toestel te regelen zal gemiddeld over het stookseizoen de laagste temperatuur van het medium in het toestel tot gevolg hebben en dus tot het hoogste toestelrendement leiden.

Indien de transmissieverliezen door ontwerp en isolatie sterk zijn teruggedrongen, is een verdere vermindering van de warmteverliezen alleen nog mogelijk door vermindering van de ventilatieverliezen. Omdat vermindering van de ventilatie slechts beperkt mogelijk is, is de enige goede methode om deze verliezen te verminderen de warmteterugwinning uit ventilatielucht.

De hierboven genoemde maatregelen kosten geld. Slechts in goed overleg tussen opdrachtgever, architect en installateur is het mogelijk tot een optimale combinatie van deze mogelijkheden te komen.

6. Kleine warmteproductiesystemen op langere termijn

Ir. P.H.H. Leijendeckers, Raadgevend Technies Buro Van Heugten

Inleiding

In de discussie rond het thema energievoorziening, speelt op de achtergrond de kwestie van de al dan niet bestaande tegenstelling tussen grootschalige en lokale kleinschalige oplossingen. Op een moment dat zich een heroriëntatie op de toekomst van de energievoorziening aftekent, is discussie over fundamentele kwesties als deze noodzakelijk. Immers de keuze tussen grootschalige en lokale kleinschalige oplossingen heeft verstrekkende gevolgen.

In de eerste plaats grijpt zij aan op het vlak van de technische alternatieven zoals bijvoorbeeld elektriciteitsopwekking op basis van kolen of uraan (grootschalig en centraal) of warmte/kracht-koppeling, gebruik van restwarmte, toepassing van warmtepompen en van duurzame energiebronnen zoals zon en wind (lokaal en beperkt van schaal).

Vervolgens heeft de technische keuze consequenties voor de organisatie en de bedrijfsvoering van de energieproductiebedrijven.

Op het economische vlak speelt de kwestie van monopolisering of liberalisering van de markt.

En tenslotte zijn er de aspecten van doelmatig brandstofgebruik, diversificatiemogelijkheden, beschikbaarheid en kwaliteit.

De huidige situatie

De huidige elektriciteitsvoorziening is sinds het begin van deze eeuw steeds verder uitgebouwd tot een grootschalig opwekkings- en distributiesysteem. Aanvankelijk vonden opwekking en distributie plaats vanuit lokale installaties van beperkte omvang. Ook in de wederopbouwfase na de oorlog, toen de provinciale elektriciteitsbedrijven reeds lang de exclusiviteit van de elektriciteitslevering hadden verworven, lag de grootte van nieuw te installeren opwekkingseenheden tussen de 25 en 50 MW. Amper vijftientig jaren later was dit echter uitgegroeid tot circa 600 MW voor gas- of

oliegestookte eenheden en het geprojecteerde vermogen van de nieuwe kerncentrales bedroeg zelfs 1.000 MW per eenheid.

Naast de geweldig toegenomen energievraag bestaan er toch vooral een aantal andere redenen voor de toename in de omvang van de eenheden.

Allereerst zijn de investeringskosten per vermogenseenheid in grote centrales lager dan in kleine.

Vervolgens kan met deze grote eenheden een hoog opwekkingsrendement worden gehaald.

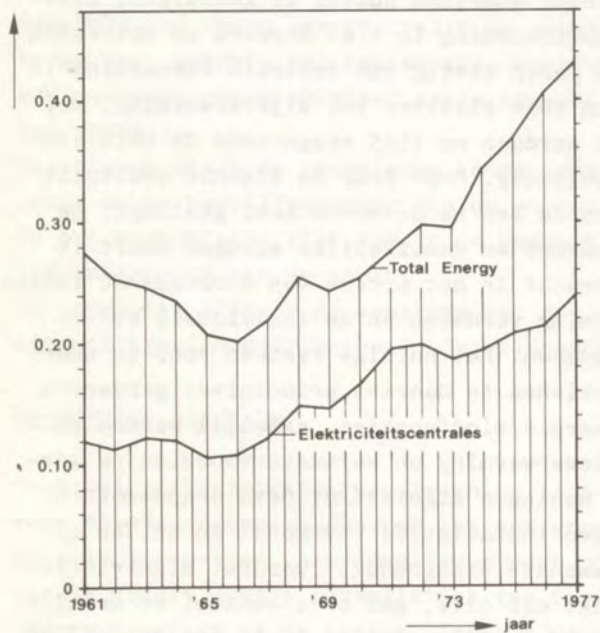
Verder zijn zij beter geschikt voor het verstoken van vuile of anderszins moeilijke brandstoffen zoals stookolie, kolen en uraan, die zeer goedkoop waren.

Bij elkaar bieden deze factoren de mogelijkheid grote hoeveelheden elektriciteit tegen zeer lage kosten te produceren.

De voordelen van goedkope kolen en zware stookolie en de behoefte deze brandstoffen zo volledig mogelijk nuttig te gebruiken, leidden in Nederland tot stadsverwarming in o.a. Utrecht en Rotterdam en - met de opkomst in de jaren zestig van centrale verwarming in de sociale woningbouw - op vele plaatsen tot wijkverwarming. Met de komst van het goedkope aardgas na 1965 stagneerde de ontwikkeling van wijkverwarming volledig. Mede door de slechte kwaliteit van deze installaties werd de een na de ander snel gesloopt. De komst van het schone, goedkope en gemakkelijke aardgas heeft in feite al een keerpunt gebracht in het proces van voortgaande schaalvergroting. De wijkverwarming verdween en de individuele cv- en blokverwarming werden algemeen. Het huidige systeem voor de energievoorziening van woongebieden is daarmee principieel gebaseerd op een tweedeling naar energie/eindfuncties, namelijk warmte en elektriciteit. Voor ruimteverwarming en warmwatervoorziening worden gas (of olie) aan de woningen afgeleverd. Deze brandstoffen worden ter plaatse in eigen installaties (cv-ketel en boiler of geysers) omgezet in het gewenste eindproduct: warmte. Elektriciteit wordt in centrales opgewekt uit olie, gas of steenkool en uranium. Via een landelijk koppelnet wordt de elektriciteit aan de gebruikers geleverd. Een dergelijk systeem heeft een aantal organisatorische en technische voordelen, maar is alleen denkbaar bij een zeer lage prijs van de energiegrondstoffen. Het is als totaal namelijk gebaseerd op een ondoelmatig gebruik van energie, o.a. omdat:

- de huidige cv-systemen een matig rendement hebben;
- bij de opwekking en distributie van elektriciteit belangrijke verliezen optreden;
- door het ontbreken van onderlinge afstemming tussen warmte- en elektriciteitsproduktie bij gescheiden opwekking extra verliezen ontstaan.

Daarnaast blijken ook de investeringskosten voor de uitbreiding van het energievoorzieningssysteem, nodig om een groeiend gebruik te kunnen opvangen, onevenredig sterk te stijgen. In 1965 bedroeg het investeringskostenaandeel voor nieuwe elektrische centrales in de Verenigde Staten ongeveer 10% van de totale industriële investeringen in nieuwe apparatuur en installaties. In 1977 was dit gestegen tot 24%. Het investeringsaandeel voor de totale energievoorziening bedroeg in 1965 ongeveer 20% en beliep in 1977 ongeveer 43% van alle investeringen in vernieuwing of uitbreiding van industriële activiteiten (figuur 1).



Figuur 6.1 Investeringsaandeel in energievoorziening als belangrijke component van het totaal der industriële investeringen in de Verenigde Staten

Dat hier een fundamenteel probleem ligt, moge duidelijk zijn. Wellicht zijn de grenzen van wat technisch mogelijk is om het bestaande energievoorzieningssysteem uit te breiden nog niet bereikt, financieel-economisch lijkt dit evenwel duidelijk het geval te zijn. Energiekosten vormen een onevenredig snel toenemend onderdeel van de produktiekosten van bedrijven en kunnen zeker op de langere termijn niet meer worden verwaarloosd.

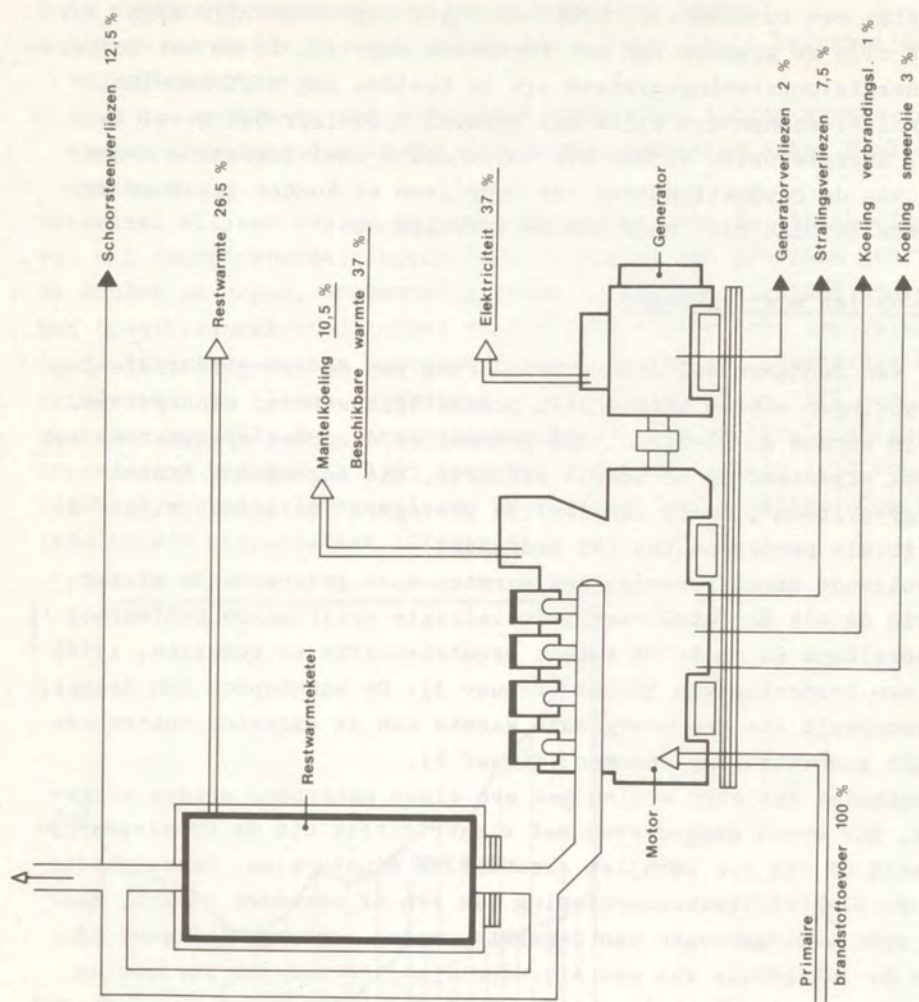
Toekomstige mogelijkheden

Door een fundamenteel andere benadering kan de energievoorziening van woningen echter aanzienlijk doelmatiger worden. Een systeem waarin warmte en elektriciteit gecombineerd worden opgewekt op een schaal afgestemd op de lokale behoefte, het zogenaamde "total-energy-systeem", heeft aanzienlijk geringere verliezen (figuur 2). Het totale rendement kan 74% bedragen.

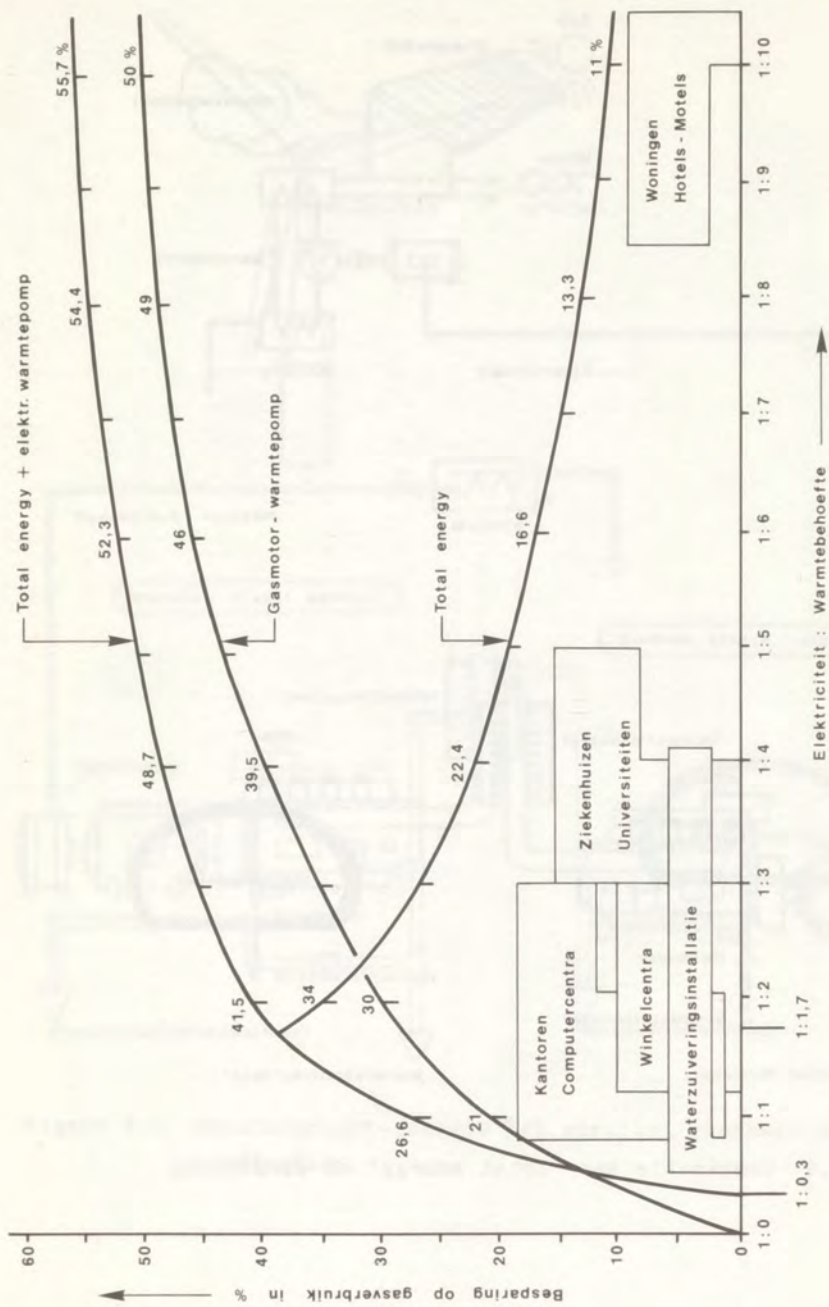
Aanvullende warmtelevering met warmtepompen gedurende de winter, waarin de uit de total-energy-installatie vrijkomende restwarmte ontoereikend is om in de totale warmtebehoefte te voorzien, leidt tot een besparing van 50-60% (figuur 3). De warmtepomp kan daarbij bijvoorbeeld via een energiedak warmte aan de omgeving onttrekken of uit zonnestraling opnemen (figuur 4).

In principe kan elke woning met een eigen waterpomp worden uitgerust, die wordt aangedreven met elektriciteit uit de total-energy-eenheid of uit een parallel geschakelde windturbine. Deze laatste kan de elektriciteitsvoorziening van een of meerdere wijken, maar ook voor woninggroepen van beperkte omvang verzorgen (figuur 5). Door de integratie van een afzonderlijke voorziening per woning in een gezamenlijk kleinschalig warmte/kracht-systeem is niettemin een zodanige koppeling bereikt dat de flexibiliteit ten aanzien van capaciteitskeuze en bedrijfsvoering maximaal is. Een voorbeeld hiervan wordt gedemonstreerd met het project "De Achtste Barrier" te Eindhoven. De warmte/kracht-eenheid zal in de huidige situatie kunnen bestaan uit een diesel- of gasmetergeneratorset met rest-warmteketel en warmtebuffer (figuren 6 en 7).

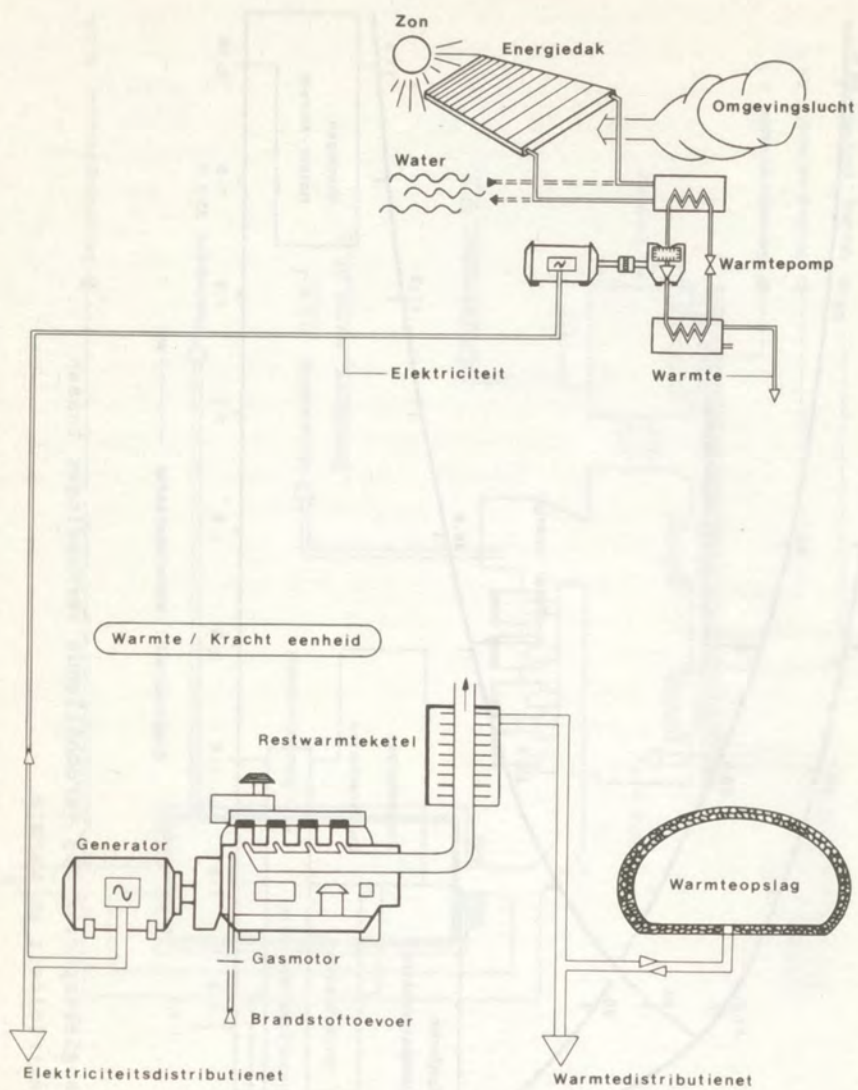
In de toekomst zullen evenwel ook brandstofcellen en foto-elektrische co-produktiesystemen gebruikt kunnen gaan worden. Voor grotere gebouwen kan de combinatie van een gasmotor/warmtepomp met een elektrische generatoreenheid worden overwogen, alhoewel de voor-



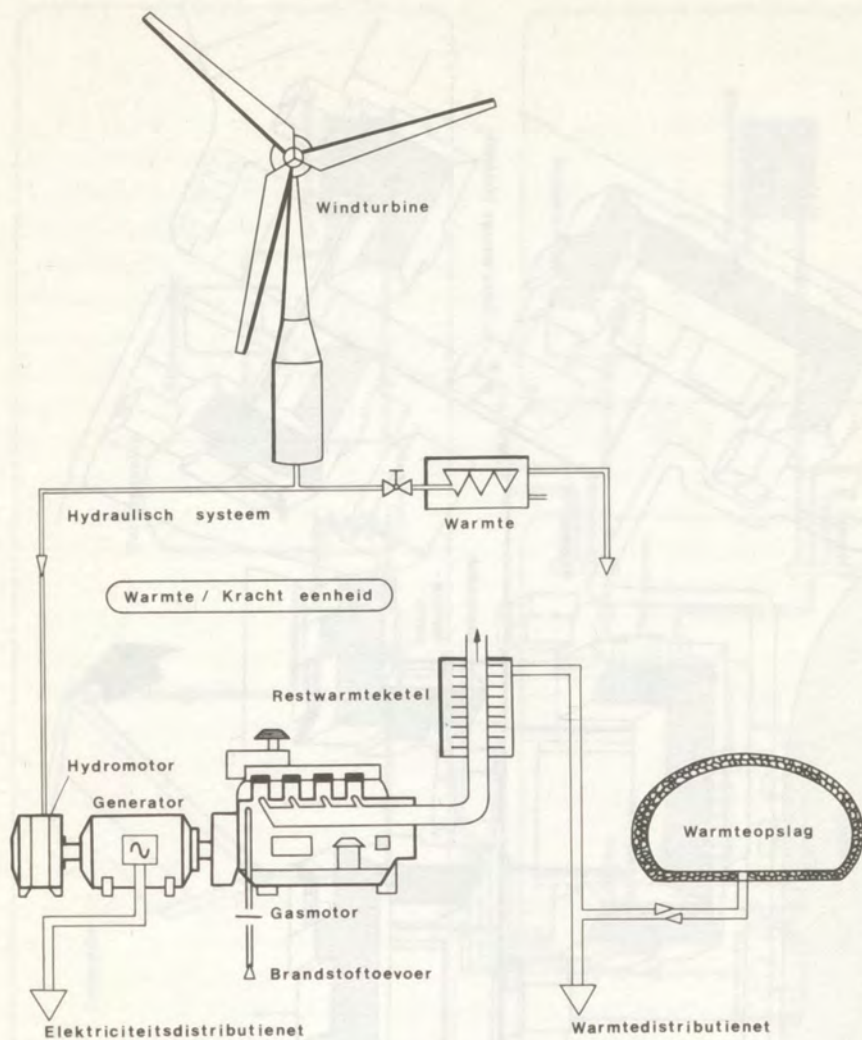
Figuur 6.2 'Total energy'-installatie



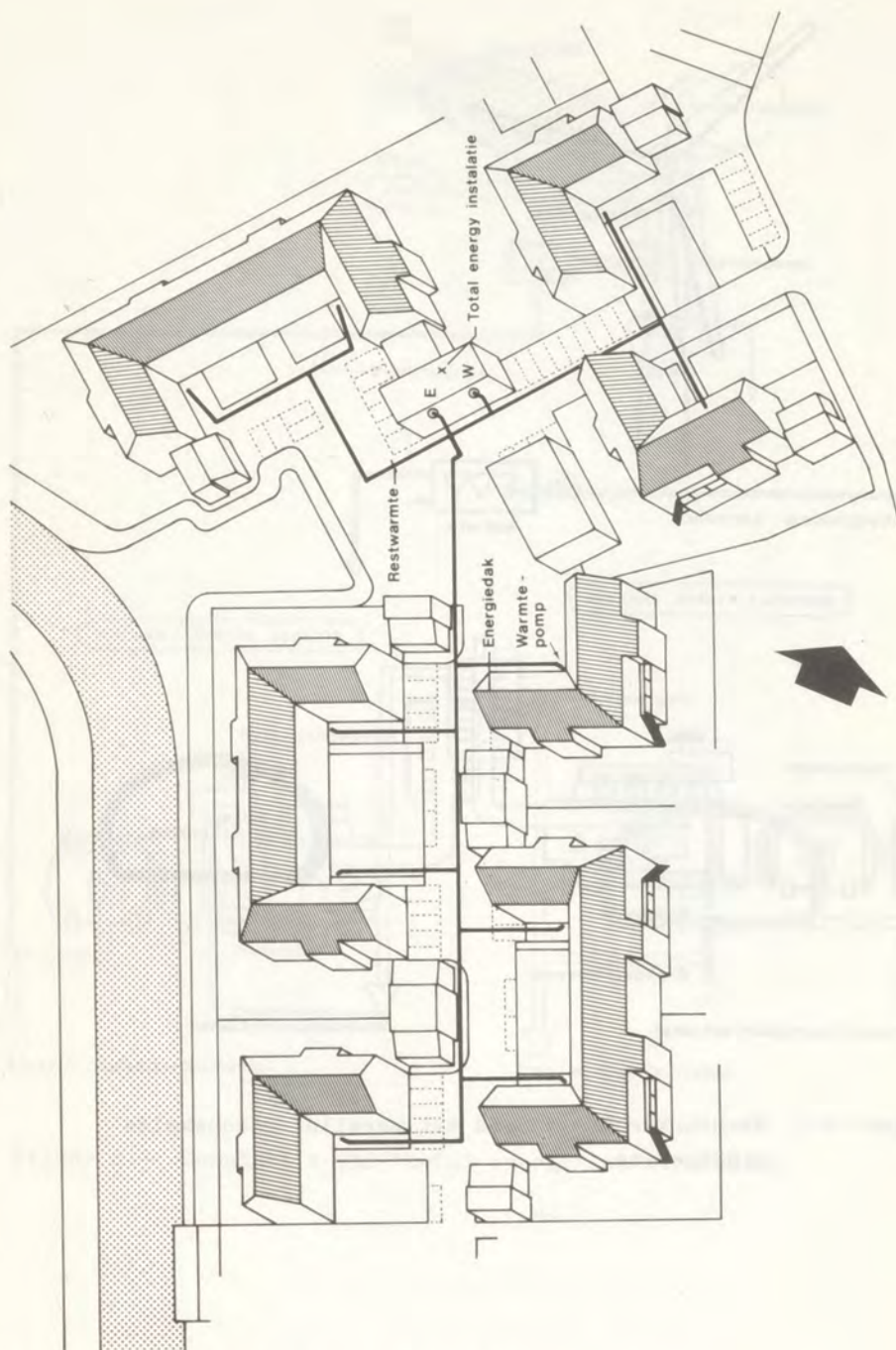
Figuur 6.3 Energiebesparing bij verschillende verhoudingen tussen elektriciteit en warmte



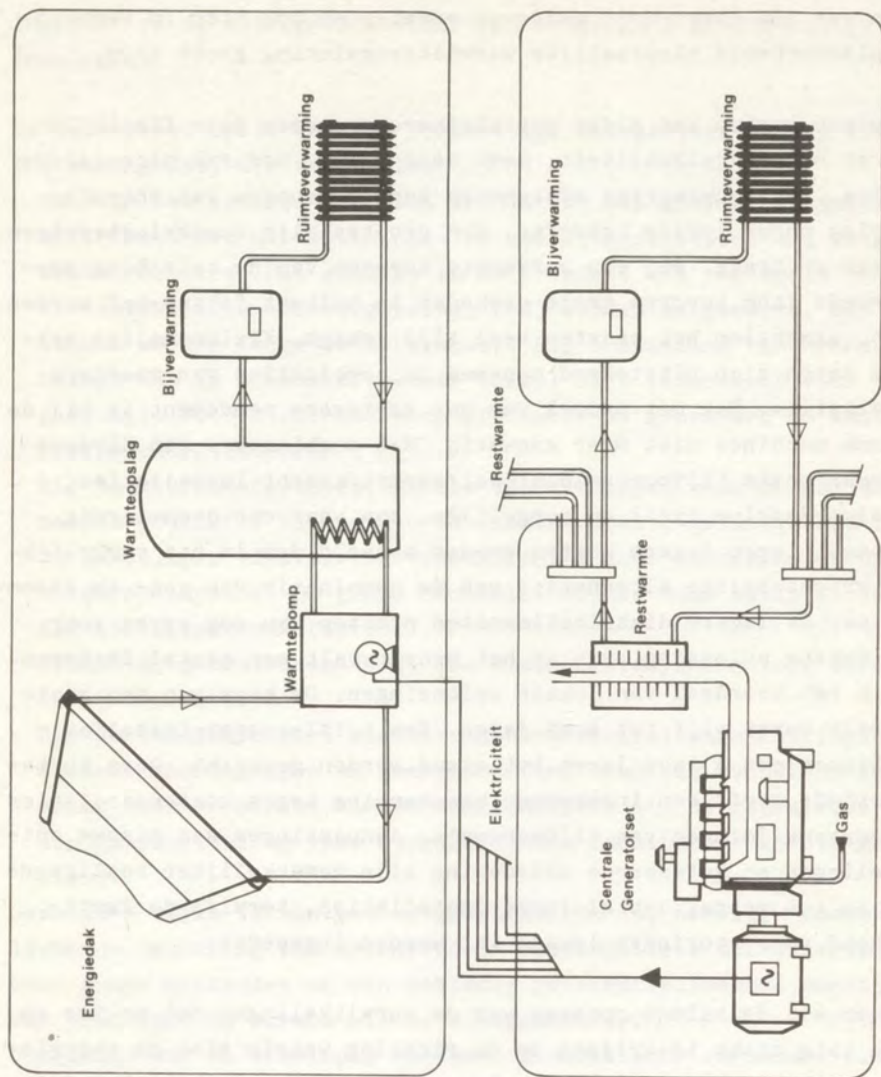
Figuur 6.4 Combinatie van 'total energy' en warmtepomp



Figuur 6.5 Warmte/kracht-eenheid met parallel geschakelde windturbine



Figuur 6.6 Centraal wonen Achtse Barrier Eindhoven



Figuur 6.7 Warmte/kracht-eenheid met restwarmteketel en warmtebuffer

delen van een elektrisch gedreven warmtepomp ook hier in verband met bijvoorbeeld plaatselijke warmteterugwinning groot zijn.

Technisch gezien kan aldus met kleinere systemen door flexibiliteit en hoge regelkwaliteit, mede dank zij de moderne micro-elektronica, een nauwkeurige afstemming worden geboden van energielevering op de lokale behoefte. Een grootschalig opwekkingssysteem is star en traag. Bij een verwachte toename van de belasting moeten reeds lang tevoren grote eenheden in nullast "stand-by" worden gezet, aangezien het starten veel tijd vraagt. Kleinschalige systemen laten zich uitstekend opnemen in combinaties van meerdere installaties. Ook het nadeel van het geringere rendement is bij de moderne machines niet meer aanwezig. Met combinaties van diverse systemen zoals bijvoorbeeld diesel/warmte/kracht-installaties, Clausius-Rankine cycli en dergelijke, kan vaak een evenwaardig rendement tegen lagere kosten worden behaald dan in het vergelijkbare grootschalige alternatief van de combinatie van gas- en stoomturbine. De lagere distributiekosten pleiten dan nog extra voor deze eerste oplossing. Ook in het beheer valt een aantal factoren uit in het voordeel van lokale oplossingen. De bouw van een grote centrale vergt vijf tot acht jaren. Een total-energy-installatie kan binnen een à twee jaren tot stand worden gebracht. Deze kortere periode geeft een ingebouwde bescherming tegen kostenescalaties en overschrijdingen van tijdschema's. Aanpassingen aan nieuwe ontwikkelingen en gefaseerde uitvoering zijn gemakkelijker realiseerbaar in een geheel van kleinere installaties, terwijl de kwetsbaarheid voor storingen lokaal kan worden ingeperkt.

Wanneer wij de balans opmaken van de ontwikkelingen tot nu toe en pogen enig zicht te krijgen op de richting waarin zich de energievoorziening zou kunnen ontwikkelen, dan moet men vaststellen dat dank zij de voordelen van o.a. de lage kostprijs van de grootschalige energieproductie in de laatste decennia een geweldige economische ontwikkeling mogelijk is geweest. Door de maatschappelijke veranderingen die zich thans voltrekken, begint het perspectief te verschuiven naar een hervoering van kleinschaliger energieproductie. Tengevolge van de prijsstijgingen en de snelle veranderingen in de maatschappij groeit de behoefte aan concurrerende, zeer efficiënte en flexibele kleinschalige energieproductiesystemen,

angepast in de huidige structuur van overwegend grootschalige oplossingen.

De beschreven optie voor de toekomstige energievoorziening ziet er, samengevat, als volgt uit:

- Voor de basisvoorziening van brandstof: een grofmazig landelijk distributienet met leverings- en omzettingsstations bij de gebruikerscentra. Het gas kan in de toekomst uit regionale productiecentra (steenkoolvergassing, LPG) worden aangevoerd, dan wel lokaal worden toegevoerd (biogas). Bij toepassing van brandstofcellen kan de brandstoftoevoer lokaal zijn (steenkool voor vergassing). Foto-elektrische co-productie is gebaseerd op volledig lokale energietoevoer.
- Bij de gebruikerscentra: lokale voorzieningen voor de gecombineerde productie van warmte en elektriciteit, geïntegreerd in de landelijke elektriciteitsvoorziening door koppeling op het hoogspanningsnet. De grote centrales dienen voor basislast en als stabiliserende factor.
- Binnen de gebruikerscentra: een distributiesysteem voor warmte en elektriciteit.
- Bij de eindgebruiker: warmte- en elektriciteitsaansluitingen, alsmede warmtepompen en energiebuffers voor het evenwicht tussen vraag naar en aanbod van de eindfuncties. Bij de gebruikers kan een gasaansluiting voor kookdoeleinden facultatief worden gesteld.

Deze idee wijkt af van wat nu gebruikelijk is, namelijk gecentraliseerde omzetting van brandstof in elektriciteit met distributie over grote afstanden en een volledig gedecentraliseerde omzetting van brandstof in warmte bij de eindgebruiker.

Uitgaande van de voorlopig volkomen theoretische veronderstelling dat het gehele Nederlandse woning- en gebouwenbestand conform het voorgaande optimaal zou zijn geïsoleerd en overeenkomstig de schatting van de Beleids Adviesgroep Stadsverwarming dat 15% op een stadsverwarmingsnet zou zijn aangesloten en in het resterende gedeelte de mogelijkheden tot lokale energie-omzetting zouden zijn gebruikt, dan zou een vermindering van het huidige energiegebruik met 75% denkbaar zijn.

Het besparingseffect is in figuur 8 uitgewerkt. De procentuele verdeling van de investeringskosten en de verhouding tussen inves-

Potentieel.

Toekomstig woningbestand = 100 %

Energiebesparing door:

1. Isolatie + directe

zonnwarmtebenutting

2. Lokale energieomzetting

- zonnwarmte (indirekt actief)

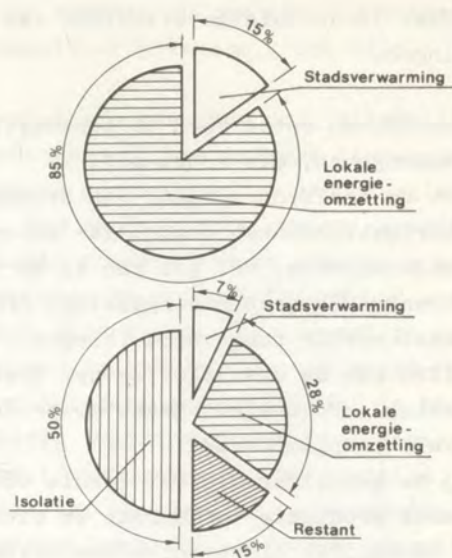
- warmtepompen

- total energy

3. Centrale omzetting

(stadsverwarming)

Besparingseffekt

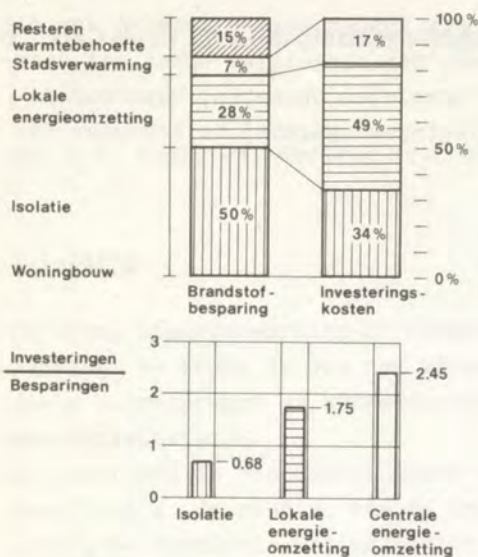


Figuur 6.8 Aandeel en besparingseffekt van isolatie, lokale energie-omzetting en stadsverwarming in de woningbouw

teringen en besparingen geeft figuur 9. Het blijkt dat vermindering van de warmteverliezen via isolatie de hoogste prioriteit heeft, maar dat het rendement en het potentieel van lokale energieconversies gunstiger zijn dan van centrale systemen.

Aldus wordt via een aantal nieuwe elementen zicht geboden op vernieuwing en voortzetting van de energievoorziening in de toekomst, namelijk langs de weg van lokale warmte/kracht-installaties, warmtepompen en het gebruik van omgevingsenergie (zon en wind). Dit roept echter ook een aantal nieuwe, maar essentiële randvoorwaarden op, namelijk:

- De woningen dienen zeer goed te worden geïsoleerd, zodat het warmteverlies per woning niet meer dan 5 à 10 kW zal bedragen. Dit is met conventionele middelen en methoden bereikbaar.
- Het elektriciteitsdistributiesysteem dient openbaar te worden in die zin dat aansluiting voor iedereen mogelijk is, zowel om energie af te nemen als om energie te leveren. Het distributienet wordt zo de marktplaats waar vraag en aanbod open bij elkaar worden gebracht.



Figuur 6.9 Opbrengst en kosten van isolatie, lokale energie-omzetting en stadsverwarming

- Optimaliseringsregelingen gebaseerd op het gebruik van micro-processoren voor de besturing van de lokale voorzieningen moeten worden toegepast om vraag en aanbod van energie op een zo efficiënt mogelijke wijze op elkaar te kunnen afstemmen.

Het is tenslotte denkbaar met schaalverkleining zo ver te gaan dat de omzetting van brandstof in warmte en elektriciteit plaatsvindt in de woning. Voorstellen en ontwerpen voor de benodigde kleine total-energy-eenheden, al of niet gecombineerd met directe aandrijving van warmtepompen door kleine gasmotoren of een brandstofcel, zijn de laatste jaren veelvuldig gepresenteerd. Hoewel dit technisch kan worden gerealiseerd, blijft het zeer de vraag of de kostprijs van deze installaties niet prohibitief zal zijn voor toepassing op grote schaal. Voor een werkelijke prijsverlaging is massaproductie nodig.

Omdat een markt voor deze installaties nog ontbreekt, vormt massaproductie voor het bedrijfsleven een te groot risico. Een tweede belangrijk probleem vloeit voort uit de belangrijke hoeveelheid extra installaties in de woning, waardoor de storingskans groter wordt. De betrouwbaarheid en de onderhoudskosten van deze instal-

laties zullen moeilijk gelijkwaardig kunnen worden gemaakt aan die van meer gecentraliseerde systemen. Een dergelijke opzet zal daarom hoogstens beperkt blijven tot afgelegen objecten, waarvoor de aansluiting op de openbare voorzieningen (gasnet) te kostbaar is.



Figuur 1.1. Technische tekening van een gasmotor of verwarmingsapparaat met verschillende onderdelen en aanduidingen.

De afgelegen objecten worden vaak voorzien van een eigen gasnet, dat is aangesloten op het openbare gasnet. Dit is vooral het geval bij fabrieken en andere grote industriële gebouwen. Het gas wordt hier vaak gebruikt voor verwarming en voor de productie van stroom. De afgelegen objecten kunnen ook worden voorzien van een eigen gasnet, dat is aangesloten op het openbare gasnet. Dit is vooral het geval bij fabrieken en andere grote industriële gebouwen. Het gas wordt hier vaak gebruikt voor verwarming en voor de productie van stroom. De afgelegen objecten kunnen ook worden voorzien van een eigen gasnet, dat is aangesloten op het openbare gasnet. Dit is vooral het geval bij fabrieken en andere grote industriële gebouwen. Het gas wordt hier vaak gebruikt voor verwarming en voor de productie van stroom.

7. De keuze uit energiebesparingsmogelijkheden voor de woningen

Ir. F.R. Bogtstra, Centrum voor Energievraagstukken, TNO

Inleiding

De vraag stadsverwarming of hoogrendementsketel speelt langer dan vandaag. De keuze is ook nog uitgebreider, daar nieuwe systemen zoals warmtepompen en zonne-energie-apparatuur in ontwikkeling of demonstratie zijn.

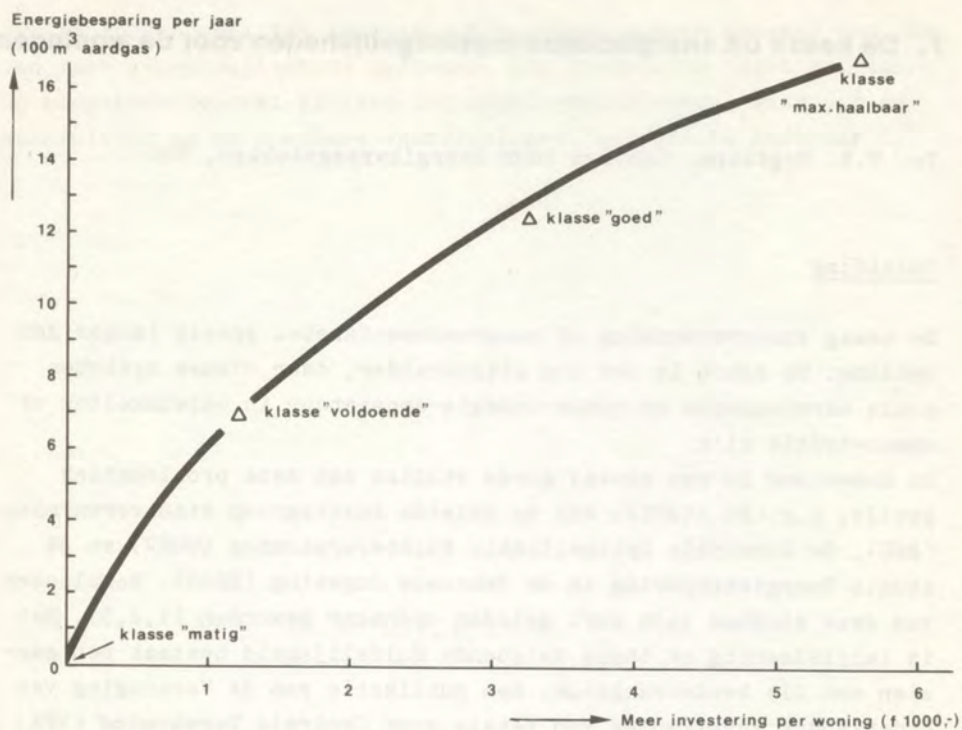
In Nederland is een aantal goede studies aan deze problematiek gewijd, o.a. de studies van de Beleids Adviesgroep Stadsverwarming (BAS), de Commissie Optimalisatie Ruimteverwarming (CORV) en de studie Energiebesparing in de Gebouwde Omgeving (EBGO). Resultaten van deze studies zijn kort geleden openbaar geworden [1,2,3]. Het is twijfelachtig of thans voldoende duidelijkheid bestaat ten aanzien van dit keuzevraagstuk. Een publikatie van de Vereniging van Nederlandse Fabrikanten van Ketels voor Centrale Verwarming (VFK) [4] wijst erop dat bij betrokken instanties een verwarring dreigt die kan leiden tot onevenwichtige besluitvorming. Daarom zullen in het navolgende de gegevens op een andere wijze worden gepresenteerd, waarbij een aantal aspecten van de vier genoemde alternatieven duidelijker uit de verf komen.

Het investeren in energiebesparing

Indien wij investeren om energie te besparen dan ontdekken wij dat een geringe investering een relatief grote besparing veroorzaakt. Een volgende investering van gelijke grootte zal een minder grote besparing opbrengen en een volgende een nog kleinere.

Figuur 1, die cijfers uit een studie van de Stuurgroep Energie en Gebouwen weergeeft [5], toont dit verschijnsel van verminderende meeropbrengst. Volgens deze figuur levert een eerste investering van circa f 1.200,- om een gemiddelde woning van matig^{*)} op voldoende geïsoleerd te brengen een besparing van 700 m³ aardgas, een

*) Volgens NEN 1068



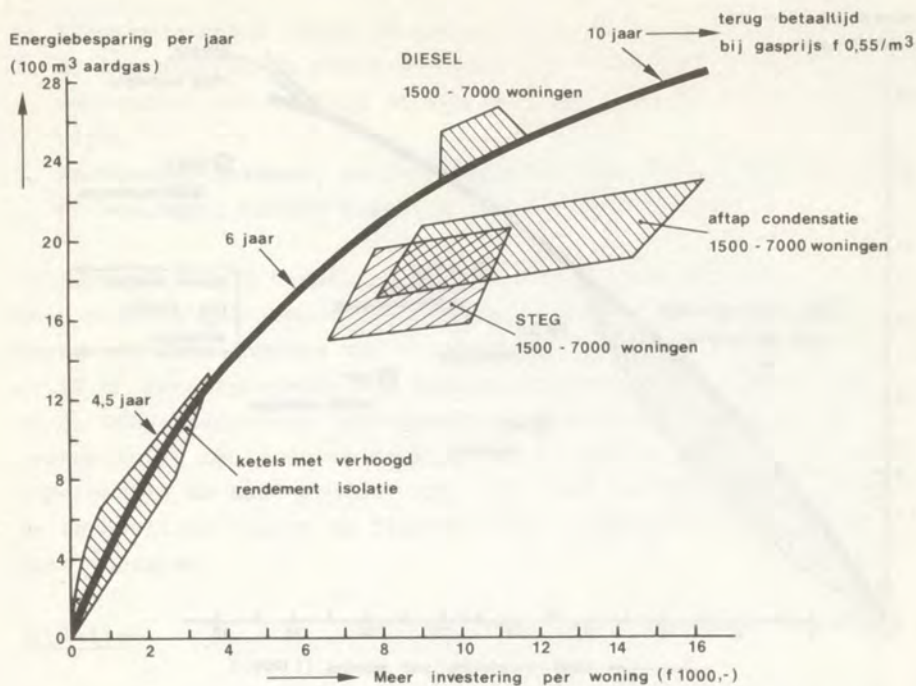
Figuur 7.1 Energiebesparing als functie van de meerinvestering ten opzichte van klasse 'matig' volgens Stuurgroep Energie en Gebouwen

tweede van f 2.000,- om de woning van voldoende*) op goed*) geïsoleerd te krijgen, levert 550 m³ aardgasbesparing.

Investering in verschillende energiebesparende verbruikssystemen

In onder meer de CORV-[2] en de EBG0-[3] studies zijn veel nuttige gegevens verzameld over energiebesparende verbruikssystemen zoals stadsverwarming, zonne-energie en hoogrendementsketels. Door, evenals in figuur 1, de energiebesparing tegen de investering uit te zetten, is onderlinge vergelijking mogelijk. Hiertoe werd uit de beschikbare gegevens de energiebesparing en de investering per wooneenheid berekend.

Figuur 2 toont het beeld van de resultaten van de CORV-studie. Ook hier zien wij dat een eerste investering een hoog rendement geeft.



Figuur 7.2 Energiebesparing als functie van de meerinvestering per woning in energiebesparende maatregelen volgens de CORV-gegevens

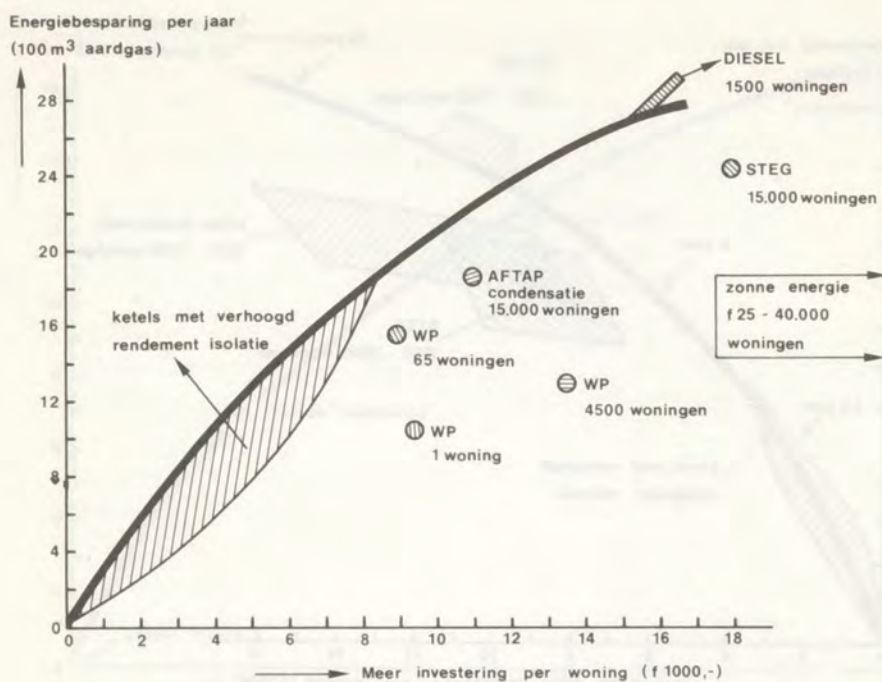
Wordt verder geïnvesteerd in nog meer energiebesparing, dan wordt het rendement van de investering gaandeweg lager.

Het vraagstuk is in feite: tot waar is het verantwoord om te investeren? Daarop zal nader worden ingegaan. De CORV-studie is gericht op systemen die thans verkrijgbaar zijn.

De EBGO-studie heeft, naast deze systemen, ook systemen meegenomen die in een ontwikkelings- of demonstratiestadium verkeren. De gegevens voor deze systemen werden door deskundigen geschat. Zet men gegevens uit deze studie in grafiek, dan resulteert figuur 3. Ook uit deze gegevens blijkt een verminderde opbrengst bij meer investeren.

Figuren 1, 2 en 3 leiden tot een aantal interessante conclusies:

1. De systemen die in de figuren vertegenwoordigd worden door punten op of nabij de kromme voldoen ten opzichte van elkaar



Figuur 7.3 Energiebesparing als functie van de meerinvestering per woning in energiebesparende maatregelen volgens EBGO-gegevens

aan redelijke eisen van rentabiliteit. Punten boven, resp. onder de kromme vertegenwoordigen systemen die naarmate de afstand tot de kromme toeneemt meer, resp. minder toepassing verdienen. De ligging van de kromme stelt tevens eisen aan nog te ontwikkelen systemen ten aanzien van energiebesparing en investering.

2. Van de stadsverwarmingssystemen is de dieselluitvoering interessant. STEG en aftapcondensatie vergen een te hoge investering voor de resulterende energiebesparing. (Een en ander volgens de gegevens van de EBGO- en CORV-studies.)
3. Indien een korte terugbetaaltijd gewenst is, valt de keuze op isolatie en hoogrendementsketels, eventueel in combinatie.
4. De hoogste energiebesparing wordt bereikt door stadsverwarming.

*) Volgens NEN 1068

5. Stadsverwarming vergt de hoogste investering.
6. De investering in zonne-energie voor ruimteverwarming is thans een factor 3-4 te hoog om een serieuze concurrent te kunnen zijn.
7. Warmtepompsystemen, in het bijzonder die voor verwarming van 65 woningen, kunnen mogelijk concurrerend worden.

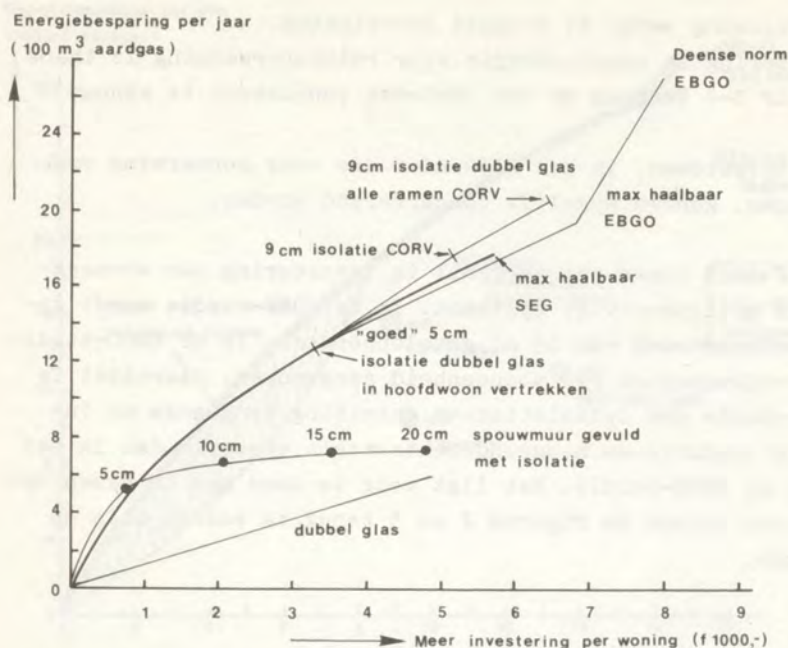
De figuren 2 en 3 tonen een verschil in investering per wooneenheid voor de gelijksoortige systemen. In de CORV-studie wordt gewerkt met wooneenheden van 65 m^2 geveleppervlak, in de EBGO-studie is 77 m^2 geveleppervlak per wooneenheid aangenomen. Daarnaast is in de CORV-studie een optimistischer schatting aangaande de investering in isolatie en hoogrendementsketels verwerkt dan in het algemeen in de EBGO-studie. Het ligt voor de hand aan te nemen dat de verschillen tussen de figuren 2 en 3 terug te voeren zijn op deze oorzaken.

Isolatie

Ook steeds verdergaande isolatie gaat gepaard met verminderende meeropbrengst. Figuur 4 toont de relatie tussen de behaalde jaarlijkse energiebesparing en de benodigde investering voor een aantal studies.

In de studie van het Bouwcentrum [6] zijn bij steeds dikkere isolatie naast de isolatiekosten eveneens de extra bouwkosten als gevolg van verdikking van de spouw meegenomen. Voorbij een spouwdikte van 5 cm ziet men in de figuur de kosten (investering) snel toenemen. Daarnaast ziet men de resultaten van de in figuur 1 reeds weergegeven SEG-studie en van de CORV- en EBGO-studie. Uitgangspunt van deze laatste studies is goedeisolatie volgens NEN 1068. De SEG-, CORV- en EBGO-gegevens omvatten niet alleen spouwisolatie, doch tevens dubbel glas. Ook het effect op de energiebesparing van investering in laatstgenoemde maatregel wordt in figuur 4 weergegeven. Vermeld dient nog te worden dat de investeringen werden omgerekend naar een geveleppervlak van 65 m^2 ten behoeve van de vergelijkbaarheid in figuur 4.

Het resultaat doet vermoeden dat in de SEG-, de CORV- en de EBGO-studie onvoldoende rekening is gehouden met toenemende bouwkosten bij verdergaande isolatie.



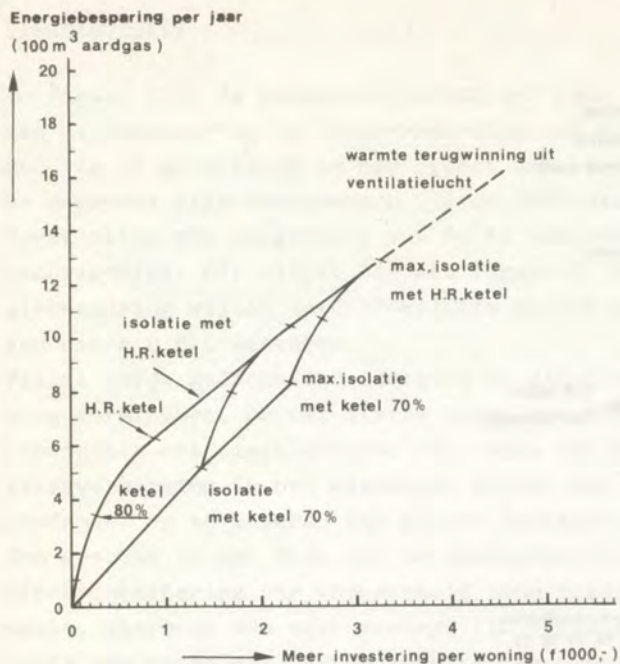
Figuur 7.4 Energiebesparing als functie van de meerinvestering in isolatie volgens gegevens uit een SEG-, de CORV-, de EBGO- en een Bouwcentrum-studie

Het verhogen van het ketelrendement

Figuur 5 toont de energiebesparing per jaar en de benodigde meerinvestering in ketels met resp. 70, 80 en 90% rendement, al of niet in combinatie met isolatie volgens de CORV-studie.

De gebruikte getallen berusten op schattingen die werden gemaakt ten tijde van het gereedkomen van de eerste prototypen hoogrendementsketels. Voor de hoogrendementsketel is een rendement van 90% aangenomen bij een aanschafprijs van f 1.700,-. Thans blijkt dat met de aanschaf een investering van circa f 2.500,- is gemoeid. Figuur 6 geeft de EBGO-resultaten weer met betrekking tot ketels van verhoogd rendement al of niet in combinatie met isolatie.

Figuren 5 en 6 tonen dat ketels met verhoogd rendement betere energiebesparing per eenheid investering geven dan alleen isolatie. In figuur 5 zullen de lijnen "isolatie met HR-ketel" en "isolatie met ketel 70%" elkaar snijden in een punt waar het ketelrendement er

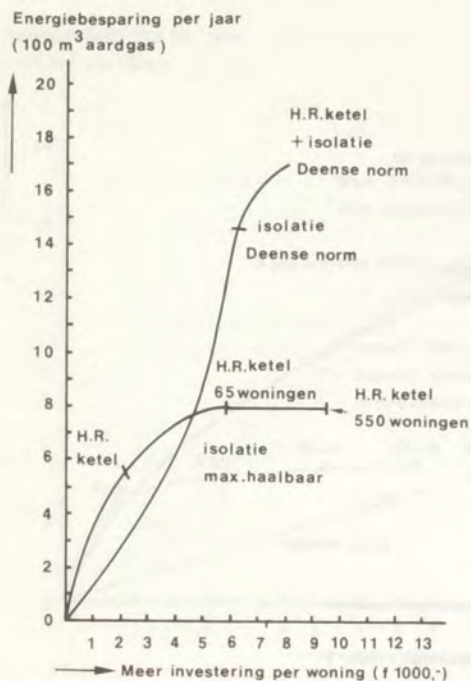


Figuur 7.5 Energiebesparing als functie van de meerinvestering in isolatie en ketels met verhoogd rendement, benevens in warmteterugwinning uit ventilatielucht volgens CORV-gegevens

niet toe doet. De isolatie is dan zo dik (theoretisch) dat geen ketel nodig is. Dit punt zal liggen bij de maximaal haalbare besparing. In figuur 6 heeft "isolatie max. haalbaar" betrekking op de maximaal haalbare isolatie bij de huidige bouwwijze. Men zou verwachten dat verdere isolatie relatief duurder zou uitkomen. Uit de figuur blijkt het omgekeerde, waaruit moet worden geconcludeerd dat de kosten voor de Deense normisolatie veel te laag zijn geschat. Figuur 6 laat eveneens zien dat een hoogrendementsketel voor meerdere woningen tegelijk geen aantrekkelijke optie is.

Stadsverwarming

In de gerefereerde studies zijn drie vormen van het tegelijk opwekken van warmte en elektriciteit in beschouwing genomen, name-



Figuur 7.6 Energiebesparing als functie van de meerinvestering in isolatie, ketels met verhoogd rendement, warmtepompen en zonne-energie (HR-ketels voor collectief gebruik berekend per woning) volgens EBGO-gegevens

lijk dieselmotoren, gecombineerde stoom- en gasturbine, aftapcondensatie bij bestaande elektriciteitsbedrijven.

Voor een overzicht van de werking van deze drie vormen wordt verwezen naar het rapport van de Beleids Adviesgroep Stadsverwarming [1]. Alle drie de vormen worden in de CORV-studie uitgewerkt voor drie wijkgrootten, te weten wijken met 1.500, 3.500 en 7.000 woningen, voorzien van 10% bijzondere bebouwing (scholen, kerken, winkels, enz.). De hiernavolgende resultaten zijn berekend per wooneenheid. De totalen voor bovengenoemde wijken zijn gedeeld door het aantal wooneenheden. In de resultaten zijn alle kosten zoals transportnet, hulpketels, distributie, huisinstallaties, investering in elektrisch koken, bouwrente en aanloopkosten verwerkt.

Dieselmotoren

In figuur 7 is de energiebesparing per jaar uitgezet als functie van de investering in stadsverwarming met dieselmotoren. De wijk-grootte is gevarieerd en het effect van isolatie is meegenomen. De gegevens zijn overgenomen uit de CORV-studie. Het ligt in de verwachting dat vergroting van de te bedienen wijk leidt tot kostenbesparing. Dit blijkt ook uit figuur 7. Voor wat betreft energiebesparing wijzen de CORV-cijfers op een optimale wijk-grootte van circa 2.000 woningen.

Veelal wordt gedacht dat isolatie de zinvolheid van stadsverwarming vermindert. De resultaten tonen het tegendeel. Isolatie in combinatie met dieselmotoren (en zoals zal blijken isolatie met stadsverwarming in het algemeen) blijkt een gunstiger investeringsrendement op te leveren dan alleen isolatie. De oorzaak moet worden gezocht in het feit dat de meerinvestering voor isolatie een minderinvestering per wooneenheid voor stadsverwarming veroorzaakt, waardoor een zeer geringe (in bepaalde gevallen voor diesel zelfs een negatieve) extra investering overblijft.

STEG

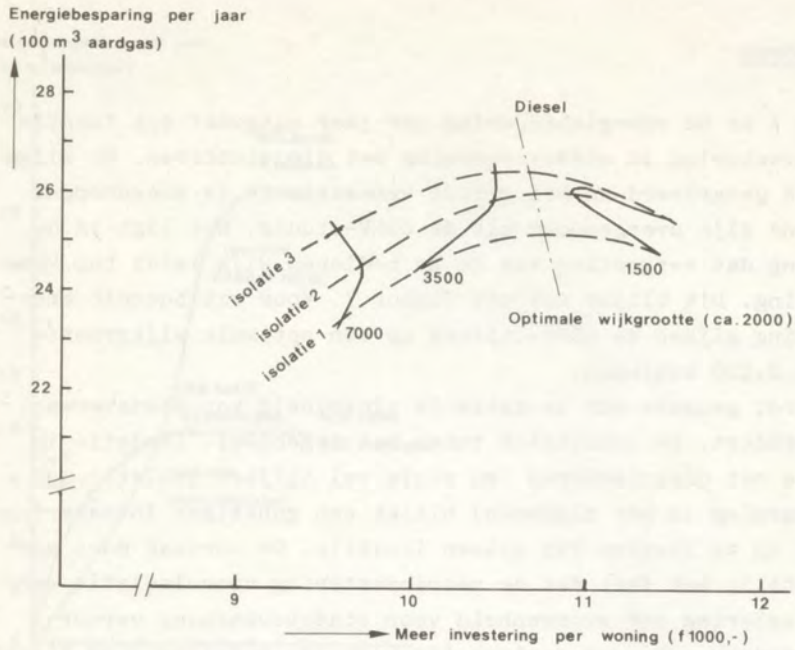
Figuur 8 toont de resultaten voor de combinatie stoom- en gasturbine. Voor grotere wijken is STEG gunstiger. De optimale wijk-grootte ligt volgens deze cijfers boven 7.000 wooneenheden. Isolatie maakt STEG gunstiger dan was te verwachten op grond van het effect van alleen isolatie.

Aftapcondensatie

Voor aftapcondensatiebedrijf blijken de resultaten in grote trekken overeen te stemmen met die voor STEG (zie figuur 8). Wijken van 1.500 wooneenheden blijken voor deze vorm te klein te zijn.

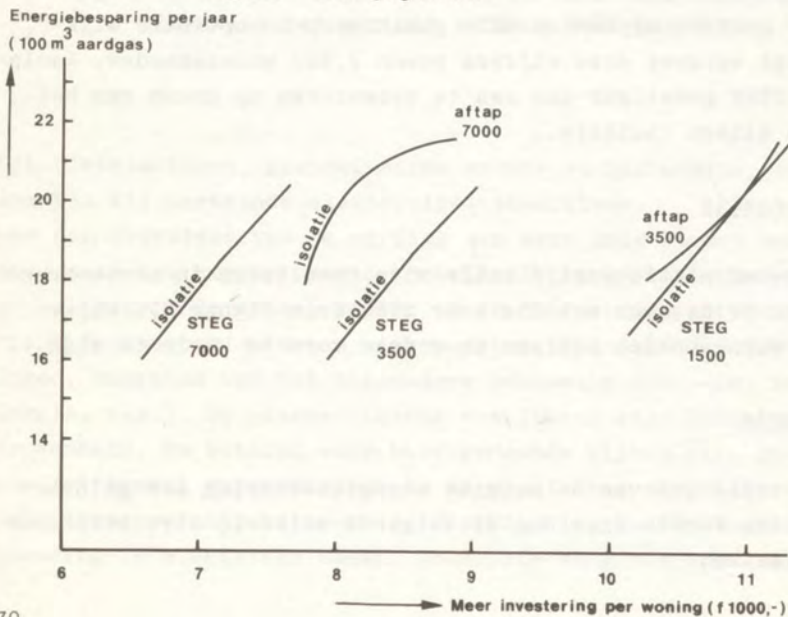
Keuzecriteria

Naast het criterium van de hoogste energiebesparing per geïnvesteerde gulden worden hier nog de volgende criteria kort besproken:
- totale lasten;



Figuur 7.7 Energiebesparing als functie van de meerinvestering in stadsverwarming (diesel) volgens CORV-gegevens

Figuur 7.8 Energiebesparing als functie van de meerinvestering in stadsverwarming met STEG, resp. aftapcondensatie volgens CORV-gegevens



- hoogste energiebesparing;
- werkgelegenheid;
- investering;
- milieu;
- maximale winst.

Het totale lastencriterium

De totale lasten omvatten: investeringslasten of afschrijvingen; exploitatielasten bestaande uit onderhoud, bediening, beheer en distributie; brandstoflasten.

Figuur 9 toont de totale lasten als functie van de gasprijs voor de gunstige varianten.

Bij gasprijzen tot 55 cent per m³ blijkt de hoogrendementsketel in combinatie met isolatie en warmteterugwinning uit ventilatielucht de laagste jaarlijkse lasten te vergen. Boven 55 cent per m³ heeft de stadsverwarmingsvariant diesel voor 7.000 woningen, gecombineerd met isolatie en warmteterugwinning de laagste lasten.

De hoogste energiebesparing

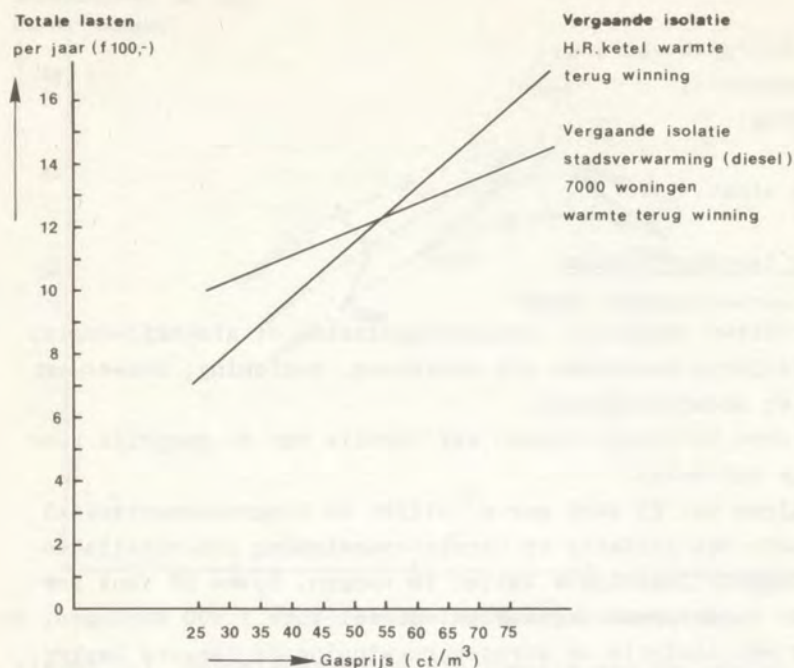
Het is nauwelijks te verwachten dat dit criterium op zich van doorslaggevende betekenis zal zijn. Het zal altijd in combinatie met kosten of investering in beschouwing moeten worden genomen. Figuren 2 en 3 geven daarom een goed inzicht over de verschillende opties gezien vanuit dit criterium.

Het werkgelegenheids- en het investeringscriterium

Het EBGO-rapport hanteert beide hiergenoemde criteria. Uit het rapport blijkt dat de hoge investering parallel loopt met hoge werkgelegenheid. Dit is niet verwonderlijk. De investering voor alle systemen bestaat voor een groot deel uit arbeidskosten voor installatie. Daar waar de gebruikte apparaten in Nederland worden vervaardigd, worden de produktiekosten ervan grotendeels bepaald door arbeidskosten.

Toepassing van dit criterium leidt tot conclusies die geheel in strijd zijn met alle vormen van het baten/kosten criterium.

Indien dit criterium wordt gehanteerd, zal het duurste systeem



Figuur 7.9 Totale jaarlijkse lasten als functie van de gasprijs voor twee energiebesparingssystemen volgens CORV-gegevens

moeten worden gekozen.

Een privaat-economische beslissing zal dus nooit op dit criterium berusten. Het is echter denkbaar dat nationaal-economisch dit criterium wel degelijk een rol kan en moet spelen.

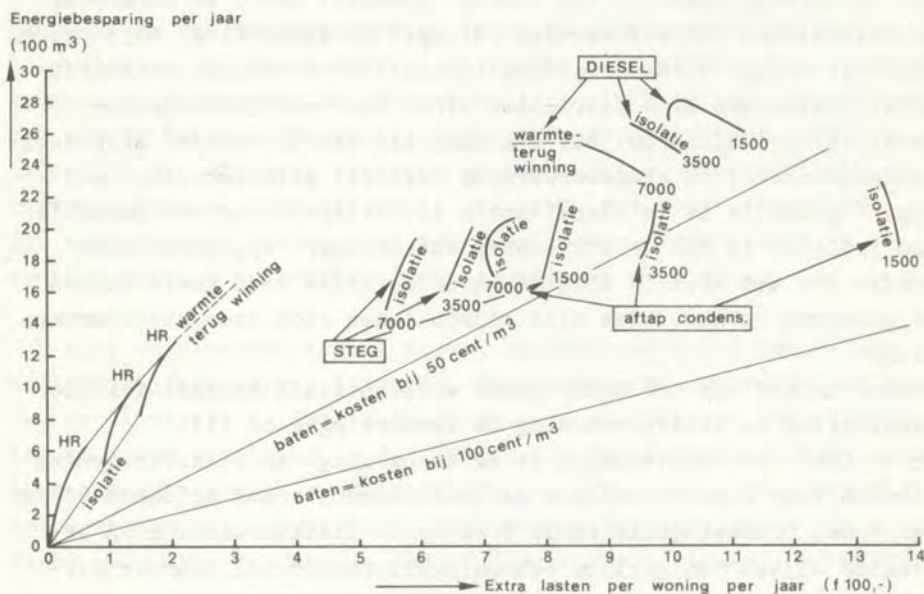
Het milieucriterium

De BAS-studie is tot een kwantitatieve analyse gekomen van de milieuproblematiek rondom de verschillende opties. Geconstateerd wordt dat stadsverwarming tot de hoogste energiebesparing leidt, wat gunstig is voor het milieu. Daarnaast leidt warmte/krachtkoppeling voor stadsverwarming tot verminderde lozing van restwarmte. Ten aanzien van schoorsteenlozing valt er, indien aardgas wordt verstoekt, nauwelijks een voordeel voor stadsverwarming enerzijds of hoogrendementsketels anderzijds te constateren. Gebruik van andere fossiele brandstoffen zou een verschil ten gunste van stadsverwarming opleveren.

Het maximale winstcriterium

Rekent men de jaarlijkse energiebesparing om in een jaarlijkse kostenbesparing en trekt men hiervan de jaarlijkse extra lasten af dan verkrijgt men de winst per jaar. Een denkbaar keuzecriterium is gestoeld op maximalisering van de winst.

Figuur 10 toont de jaarlijkse energiebesparing uitgezet tegen de jaarlijkse meerlasten. Deze jaarlijkse meerlasten bedragen de som van investerings- en exploitatielasten per woning, verminderd met diezelfde som voor een woning van de laagste isolatieklasse ("goed") voorzien van een ketel met 70% rendement. In de figuur zijn lijnen aan te geven waarop de jaarlijkse besparing uitgedrukt in geld gelijk is aan de jaarlijkse meerlasten, met andere woorden de winst = 0 of baten = kosten. De figuur toont de lijnen voor aardgasprijzen van 50 cent/m³ en f 1, =/m³. Het blijkt dat bij een



Figuur 7.10 Jaarlijkse energiebesparing als functie van de jaarlijkse extra lasten voor verschillende systemen volgens CORV-gegevens

gasprijs van $f 1,-/m^3$ de optie diesel - maximale isolatie - warmte-terugwinning - 7.000 woningen de hoogste winst geeft. Bij een aardgasprijs van circa $55 \text{ cent}/m^3$ is de winst van deze optie gelijk aan die van hoogrendementsketel - maximale isolatie - warmte-terugwinning.

Slotbeschouwing

Grafische weergave van energiebesparing tegenover investering maakt duidelijk dat isolatie, hoogrendementsketels en stadsverwarming (diesel) gelijkwaardige opties zijn.

Kiest men voor een korte terugbetaaltijd van de investering dan verdienen hoogrendementsketels de voorkeur. De wens veel energie te besparen kan worden gehonoreerd door stadsverwarming. Nationaal-economisch gezien zou om reden van werkgelegenheid aanleg van stadsverwarming verkiesbaar zijn. Zoekt men naar minimale jaarlijkse lasten van het verwarmen van de woning dan komen op grond van de huidige gasprijs ($55 \text{ cent}/m^3$ aardgas) zowel de hoogrendementsketel als stadsverwarming (diesel) in aanmerking. Bij hogere gasprijs krijgt stadsverwarming (diesel) de voorkeur. Hetzelfde geldt indien men zijn jaarlijkse winst door energiebesparing wenst te optimaliseren. Bij een gasprijs van $55 \text{ cent}/m^3$ zijn hoogrendementsketel en stadsverwarming (diesel) gelijkwaardig. Bij hogere gasprijs is de diesel-optie voordeliger. Bij een gasprijs van $f 1,-/m^3$ is ook de STEG-optie voordeliger. Opgemerkt moet worden dat men niet in alle gevallen de vrije keus heeft tussen de genoemde opties. Niet alle wijken lenen zich voor stadsverwarming.

Bekend is dat van het Nederlandse woningbestand hooguit 15% voor aansluiting op stadsverwarming in aanmerking komt [7].

In de CORV- en EBGO-studies is de toepassing van stadsverwarming bekeken voor nieuwbouwwijken gebouwd volgens thans geldende normen van bouw, bebouwingsdichtheid enzovoort. Stadsverwarming in bestaande wijken van gelijke bebouwingsdichtheid zal duurder uitkomen. Een grotere bebouwingsdichtheid, zoals in de bestaande bouw veel voorkomt, kan de extra kosten, gepaard gaande met openbraak en wederopbouw, bij aanleg van stadsverwarming in bestaande wijken, gedeeltelijk, geheel, of meer dan teniet doen. Aanleg van isolatie en installatie van ketels met verhoogd rendement in de

bestaande bouw geeft eveneens extra kosten. Deze worden echter in evenwicht gehouden door de resulterende energiebesparing die in het algemeen groter is dan voor nieuwbouw. Ten aanzien van opties die nog in de ontwikkelings- of demonstratiefase verkeren, blijken systemen voor ruimteverwarming door middel van zonne-energie thans een factor 3 à 4 te duur te zijn.

Warmtepompen zouden mogelijk in de toekomst concurrerend kunnen worden.

Het moge duidelijk zijn dat er niet een optie is aan te wijzen die in alle gevallen de voorkeur verdient. De beste keus wordt bepaald door omstandigheden als ligging van de woning, grootte en bebouwingsdichtheid van de wijk, de wijze waarop men zijn geld wenst te investeren en nog vele andere zaken die niet alle in deze beschouwing zijn opgenomen. In dit verband valt nog te noemen de voorkeur van de gebruiker: bijvoorbeeld wenst hij individueel of in een collectief zijn zaken te behartigen. In de praktijk zullen meerdere mogelijkheden tegelijkertijd toepassing krijgen.

Ten aanzien van stadsverwarming is de volgende opmerking nog op haar plaats. Bij het opwekken van warmte door middel van stadsverwarming is aangenomen dat de overtollige elektriciteit aan het net kan worden geleverd tegen het daarvoor geldende tarief. Het is duidelijk dat dit geen bezwaren oplevert indien elektriciteit in beperkte mate aan het net wordt geleverd. Het houdt tevens in dat bovenstaande beschouwing ten aanzien van stadsverwarming slechts geldt voor beperkte introductie van deze optie.

Tot slot moet worden opgemerkt dat de nauwkeurigheid van de gebruikte cijfers betrekkelijk is. Aangetoond kan worden dat de kosten van isolatie te laag zijn geschat in de CORV- en EBGO-studie. Verder is de schatting in de CORV-studie van de investering in de hoogrendementsketel te optimistisch geweest. Andere onnauwkeurigheden werden niet opgespoord, maar kunnen bestaan. De in dit overzicht getrokken conclusies hebben daardoor een globaal karakter.

Literatuur

- [1] Interimrapport van de Beleidsgroep Stadsverwarming. Uitgave VEEN; 1977.
- [2] Optimale Ruimteverwarming in Nieuwe Woonwijken. Rapport van de Commissie Optimalisatie Ruimteverwarming (CORV), Uitgave NEI; 1981.
- [3] Energiebesparing Gebouwde Omgeving. Een technische en economische vergelijking van besparingsmogelijkheden in de gebouwde omgeving. Uitgave ESC; 1982.
- [4] Stadsverwarming: Collectief belang versus consumentenvoordeel? Rapport uitgebracht door: Vereniging van Nederlandse Fabrikanten van Ketels voor Centrale Verwarming (VFK); oktober 1981.
- [5] Basisstudie Herziening Isolatiënormen. Stuurgroep Energie en Gebouwen; februari 1979.
- [6] Vergroting van de spouwuidte ten behoeve van isolatieverbetering. Rapport nr. 600, Bouwcentrum; december 1979.
- [7] Fabrikanten van cv-ketels in de aanval tegen snel oprukkende stadsverwarming. Het Financiële Dagblad; 15 december 1981.

8. Afwegen: een mengsel van techniek, economie en politiek

Ir. T. Potma, Centrum voor Energiebesparing

Inleiding

De heer Renaud heeft in hoofdstuk 2 een viertal technische opties uitgewerkt voor de verwarming van onze toekomstige woningen. Daarnaast zijn er ook verschillende uitvoeringsmogelijkheden denkbaar als varianten op elke technische hoofdrichting. In totaal ontstaat op deze wijze een zeer grote verscheidenheid aan oplossingen en daarmee ontstaat een gecompliceerde keuzeproblematiek.

Wie de ontwikkelingen in besparingsland gedurende de jaren na de eerste oliecrisis volgt, ziet dat aanvankelijk de besparingsmogelijkheden werden onderschat, vervolgens ontdekt en daarna institutioneel en politiek geadopteerd in de volgorde: isolatie - groot-schalige stadsverwarming - industriële warmte/kracht - industriële afvalwarmte - nieuwe vormen van energiezuinige woningbouw en woning-uitrusting. Met de toename van het aantal erkende mogelijkheden is ook het besef van de keuzeproblematiek toegenomen. Het lijkt daarom juist die keuzeproblematiek hier expliciet aan de orde te stellen.

De besparingskok zonder kookboek

Bij het bereiden van een maaltijd spelen vele overwegingen een rol, zoals de gedachten over gezonde voeding, de verwachte honger van de tafelgenoten, de beschikbare ingrediënten en vooral de prijs daarvan.

Zo is ook de keuze van een verwarmingssysteem voor een complex woningen onderhevig aan overwegingen betreffende het lange termijn beleid, de gewenste brandstoffen, de beschikbaarheid en de kosten van technische voorzieningen.

De beschikbaarheid en de prijs van de technische voorzieningen hangen weer af van het in een voorgaand stadium aan de betreffende industrie geboden perspectief op basis van overheidsbeleid, ontwikkelingssteun, tarief- en belastingspolitiek en dergelijke. Wanneer de industrie bijvoorbeeld verneemt dat in de toekomst in de

sociale bouw de overheid zich zal gaan richten op het bouwen van woningen met hoge isolatiekwaliteit gecombineerd met luchtverwarming, zullen er waarschijnlijk tijdig goedkope hoog-efficiënte gas/luchtverhitters en luchtverwarmingssystemen beschikbaar komen. Wanneer het er naar uit ziet dat lokale vormen van warmte/kracht in conflict gaan komen met een beleid dat zich richt op een centrale overcapaciteit aan elektrisch vermogen, bijvoorbeeld uit een oogpunt van de gewenste brandstofdiversificatie, dan zal de industrie minder hard lopen om vroegtijdig de benodigde warmte/krachtapparatuur beschikbaar te hebben, maar zich begrijpelijkerwijs richten op de verkrijging van orders voor de grote ketelbouw. Uiteraard is het onredelijk te verwachten dat beleid, toekomstprojecties en technisch-commerciële ramingen ooit als een spoorboekje gepland zullen worden, maar dat neemt niet weg dat het voor de lokale besluitvorming, voor de industriële plannenmakerij en voor het effectueren van de onderzoekinspanning veel kan helpen wanneer zoveel mogelijk planmatige duidelijkheid ontstaat.

Criteria bij de afweging

Denkbaar zijn de volgende criteria bij de keuze van verwarmingssystemen voor een complex woningen:

- a. Ideële overwegingen:
 1. zo laag mogelijk brandstofverbruik;
 2. zo hoog mogelijk milieukwaliteit;
 3. maximale autonomie van de gebruiker.

- b. Politiek-economische (macro-)overwegingen:
 1. evenwichtig brandstoffenpakket;
 2. belangen Nederlandse industrie;
 3. zo groot mogelijke aardgasreserve?
 4. hoge aardgasexport i.v.m. betalingsbalans;
 5. onafhankelijkheid brandstofimport;
 6. behoud milieu als produktiefactor.

c. Lokale financieel-economische overwegingen:

1. laagste totale verwarmingskosten per jaar;
2. laagste totale woonkosten;
3. laag investeringsniveau;
4. hoog investeringsrendement;
5. terugverdienperiode kleiner dan twintig jaar bij een opbrengst op basis van isolatie volgens NEN 1068 Klasse goed, cv-ketelrendement van 70% en gasprijs van 30 cent;
6. als 5), maar isolatie, ketelrendement en gasprijs worden steeds aangepast.

Door het Centrum voor Energiebesparing is bij evaluatiestudies steeds primair het criterium c.1) gehanteerd door uit te gaan van een bepaalde standaard woonkwaliteit en vervolgens de kosten te betrekken op alle extra energie-investeringen, dus ook het eventuele investeringsaandeel voor de extra woningisolatie of andere energie-relevante extra voorzieningen in de woning.

Deze voorkeur betekent natuurlijk niet dat de andere criteria over het hoofd worden gezien, maar de gedachte is dat de politieke en ideële overwegingen via wettelijke maatregelen, adviezen en subsidies de voorgestane lokale beslissing in voldoende mate kunnen beïnvloeden. In de praktijk blijkt er zelfs van een overbeïnvloeding sprake te zijn en komen het lokale en het consumentenbelang gemakkelijk in gedrang.

Ten aanzien van de gehanteerde criteria is er een duidelijke verschuiving opgetreden. Aanvankelijk lag het accent bij KEMA, NEOM en EZ bij de criteria b.1), b.3) en c.5). Zolang voldaan kon worden aan criterium c.5) werd voorkeur gegeven aan relatief groot opgezette stadsverwarmingssystemen boven andere verwarmingssystemen. Deze voorkeur werd daarbij ontleend aan de aangenomen hogere besparingspercentages en het diversificatie-argument.

Deze criteria bleken echter aanleiding te geven tot toenemende problemen naarmate duidelijker werd dat extra isolatie en rendabeler cv-installaties een mogelijkheid boden om de referentiekosten per woning te verlagen. De consument eiste terecht dat het stadsverwarmingstarief op deze lagere kosten zou berusten, maar dit betekende dat de aanvankelijk berekende opbrengst van reeds in gang gezette stadsverwarmingssystemen zou moeten dalen.

Onder druk van de consumentenorganisaties en in laatste instantie eveneens van de gaswereld is het criterium verschoven naar c.6). Deze verschuiving betekende dat reeds bij de besluitvorming over de toepassing van stadsverwarming geanticipeerd moest worden op een mogelijke daling van de exploitatie-opbrengst door het beschikbaar zijn of komen van verwarmingsmogelijkheden met lagere verwarmingskosten. Daardoor werd een vergelijking met andere verwarmings-systemen noodzakelijk en verschuift het criterium van c.6) naar c.1). In totaal vergde de verandering van zienswijze een aanpassingsproces van meerdere jaren, welk proces zijn einde nog lang niet heeft bereikt.

Studerende partijen en opgetreden meningsverschillen

In het volgende overzicht zijn de belangrijkste studiewerkzaamheden opgesomd. Onderscheid is gemaakt naar het verschil in opstelling en visie van de studerende partijen. De uitgangspunten die ten grondslag liggen aan de keuze van bepaalde invoergrootheden zijn vaak doorslaggevens voor de uitkomsten van de berekeningen.

BAS	1975-'81	} Overheid, semi-overheid. Produktie-georiënteerd (P-studies).
EBGO	1977-'81	
CORV	1980-'82	
Decentralisatienota	1975-'76	} Onafhankelijke particuliere bureaus, besparingsindus- trie, gebruikers, maatschap- pelijke organisaties. Besparingsgeoriënteerd (B-studies).
CE/NEOM	1980-'82	
Optimalisatiestudie	1979-'82	
Elektriciteit en stads- verwarming	1979-'82	
Nationale Woningraad	1980-'81	
VFK-studie		Vereniging fabrikanten cv- ketels

In dit overzicht is onderscheid gemaakt tussen enerzijds studies welke door overheid, semi-overheid en in het algemeen de aan de energieproduktie geliëerde instanties worden verricht, gestuurd en gefinancierd en anderzijds studies verricht vanuit particuliere initiatieven door de bij het energiegebruik en de energiebesparing betrokken organisaties en bedrijven.

Opvallend is de in het algemeen betrouwbaarder uitkomsten van deze laatste zogenaamde B-studies. Deze grotere betrouwbaarheid wordt vooral veroorzaakt doordat de B-stroming zich meer op de echte kostengegevens en minder op overwegend politiek en ambtelijk bepaalde gegevens baseert. De produktie-georiënteerde groep moet zich blijkbaar houden aan de op elk moment door de overheidsinstanties gehanteerde en geaccepteerde gegevens en uitgangspunten.

Tabel 1 geeft een overzicht van de opgetreden meningsverschillen en tabel 2 geeft inzicht in de politieke relevantie van onderdelen van de optimalisatieproblematiek. Het zijn vooral de elementen a en b uit tabel 2 die de in tabel 1 gesignaleerde meningsverschillen veroorzaken.

Tabel 1. Verschillen tussen P- en B-studies.

Gerezen vragen	P-studies	B-studies
Brandstofprijs	±	-
Aftap	+	-
Schaaleffect	±	-
Kookgasnet	-	-
Gebruikerskosten	±	-
Criteria	±	-
Vraag naar warmte	±	-
Inspraak	-	-
Elektriciteitsvergoeding	-	-
Toepassing isolatie	+	-
Warmteverlies	±	±

+ Standpunt aangepast en overeenstemming bereikt.

± Standpunt aangepast maar nog geen overeenstemming.

- Geen verandering van standpunt.

Tabel 2. Elementen uit de optimalisatieproblematiek met een afnemend politiek accent.

- a. Gebruikte gegevens (rendementen, brandstofprijzen, elektriciteitsvergoeding, tarieven, subsidies, rentepercentages, e.d.);
- b. Optimalisatiecriteria;
- c. Technisch-economische relaties m.b.t. de gehanteerde rekenmethode;
- d. Misverstanden - vergissingen.

Belangrijkste studies

De EBGO-, Optimalisatie- en CORV-studies zijn op dit moment voor de besluitvorming het meest relevant. Daarom komen ze in het volgende nader aan de orde.

De EBGO-studie die gericht is op het bevorderen van goede algemene afweging van de verschillende mogelijkheden om in de energievraag te voorzien, werd ondernomen door het Energie Studie Centrum (ESC) in Petten tezamen met het Centrum voor Energievraagstukken (CVE) te Apeldoorn, in opdracht van Economische Zaken. Deze studie heeft zijn eindstadium bereikt met het rapport "Energiebesparing Gebouwde Omgeving", december 1981. Het accent bij deze studie ligt op het bepalen van het besparingspotentieel bij toepassing van de verschillende verwarmingssystemen op landelijke schaal. Het potentieel wordt in principe voor de verschillende opties afzonderlijk bepaald, maar het rapport bevat ook schattingen voor gecombineerde toepassingen. Daarnaast wordt ingegaan op de financieel-economische aspecten. Deze studie is vooral bedoeld voor het verstrekken van achtergrondinformatie ten behoeve van de prioriteitsbepaling bij het aan energie gerelateerde onderzoek en bij het bepalen van het energiebeleid. De gegevens zijn echter voor een groot deel eveneens bruikbaar voor de keuzebepaling in een lokale situatie. Voor nadere gegevens en conclusies ten aanzien van het EBGO-rapport verwijs ik naar hoofdstuk 7 van de heer Bogtstra.

De tweede studie die in het kader van vooral de lokale keuzeproble-

matiek werd ondernomen, ontstond op initiatief van het Centrum voor Energiebesparing (CE) te Delft en het gasbedrijf Intergas N.V. te Oosterhout. Deze studie, geïnitieerd eind 1979, ontstond naar aanleiding van de gang van zaken van de lokale besluitvorming over toepassing van stadsverwarming. Voor het eerst werd hier de keuze-problematiek geïntroduceerd als een optimalisatievraagstuk. Deze studie, die wordt gefinancierd en inhoudelijk ondersteund door een tiental bedrijven en bureaus alsmede door de provincies Noord- en Zuid-Holland en enkele consumentenorganisaties (Vereniging Eigen Huis en Konsumenten Kontakt), richt zich op het tot stand komen van een handleiding voor de lokale besluitvormers.

Het tot stand brengen van een bruikbare keuzemethodiek bleek geen eenvoudige opgave, te meer daar er:

- in het algemeen een groot gebrek blijkt te bestaan aan betrouwbare detailgegevens;
- diepgaande meningsverschillen bestaan over keuzecriteria, kosten en rekenmethoden tussen de bij collectieve verwarmingssystemen betrokken deelbelangen; de ontrafeling van deze meningsverschillen op basis van harde gegevens en heldere inzichten voert terug tot het eerste punt;
- het financiële draagvlak van deze, in feite zeer ambitieuze, studie relatief vrij klein is mede door het ontbreken van overheidsparticipatie.

Het uiteindelijke optimalisatierapport zal in de loop van 1982 uitkomen. De opzet is in grote trekken als volgt:

- Algemene systeembeschrijving.
- Relatie tussen gebruikte gegevens, momentaan beleid en toekomstverwachtingen.
- Voorkeuzemethode ten behoeve van de selectie van de meest aantrekkelijke opties.
- Handleiding.
- Appendix (handboek verwarmingstechniek en mogelijke verwarmingssystemen).

Het probleem van de strijdigheid van cijfers over te hanteren kosten, besparingspercentages en andere rekengrootheden is bij de optimalisatiestudie in principe opgelost doordat de lokale beslisser een duidelijk inzicht wordt geboden in de herkomst van getalsmatige verschillen. Op deze wijze wordt de lokale bestuurder een beleids-marge geboden waarbinnen hij vervolgens zelf zijn getalsmatige

keuze kan doen. De lokale beslisser in een gemeente komt als volgt tot een voorkeuze:

1. De gemeente bepaalt de belangrijkste bouwgegevens.
2. Op grond van 1) volgt de keuze van de omvang van het verzorgingsgebied.
3. Op grond van 1) en 2) volgt de keuze van het in eerste instantie meest voor de hand liggende verwarmingssysteem.
4. Op grond van 1), 2) en 3) volgt de keuze van de meest aantrekkelijke isolatieklasse.

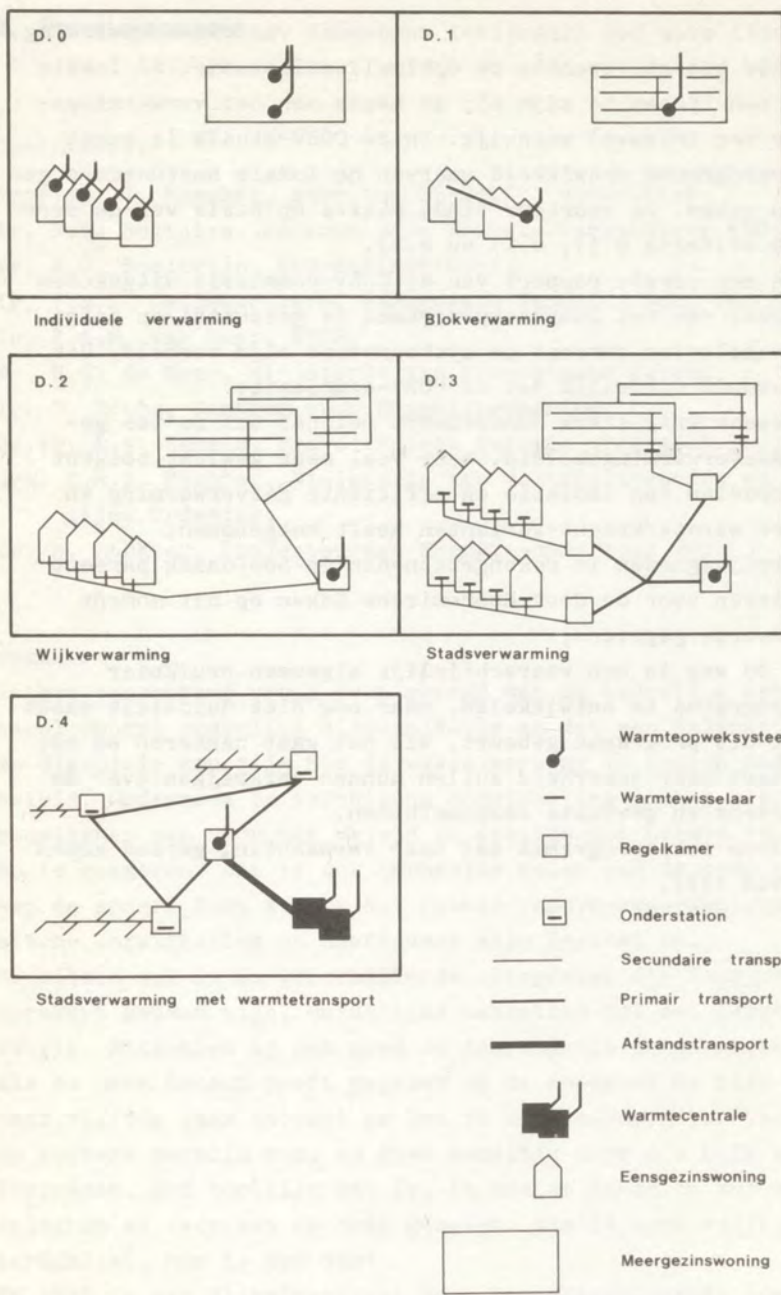
Figuur 1 geeft een voorbeeld van het onderscheid naar omvang van het verzorgingsgebied.

De kostenopbouw volgt uit een deelkostenbepaling voor de volgende onderdelen van het totale verwarmingssysteem. Zij zijn afleesbaar uit duidelijke grafieken, die met een computerprogramma worden berekend:

- extra isolatie (waaronder glasoppervlak, opbrengst passieve zonne-energie, bouwkundige voorzieningen);
- extra ventilatievoorzieningen (standaard is mechanische afzuiging);
- warmteproductiesysteem (warmte/kracht, industriële afvalwarmte, warmtepomp);
- warmtedistributie (primair, secundair en transport);
- warmte-afgiftesysteem in de woning (standaard is cv-water 70-90°C);
- tapwaterinstallatie (drie varianten);
- aanloopkosten.

De rekengang vindt plaats door invulling van drie formulieren. De uitkomst geeft jaarkosten, totale investeringskosten en brandstofverbruik.

In de periode waarin de voorbereidingen tot uitvoering van deze optimalisatiestudie werden getroffen, vormde Economische Zaken samen met de NEOM, het VEG-Gasinstituut en de Gasunie een Commissie Optimalisatie Ruimteverwarming. Deze commissie, die later werd uitgebreid met Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, startte de zogenaamde CORV-studie. De belangrijkste aanleiding voor deze studie was het destijds tussen Gasunie en Economische Zaken gerezen



Figuur 8.1 Voorbeeldschema uit het optimalisatierapport

meningsverschil over het financieel rendement van stadsverwarming. De CORV-studie beoogt, evenals de optimalisatiestudie, de lokale bestuurders behulpzaam te zijn bij de keuze van het verwarmings-systeem voor een (nieuwe) woonwijk. In de CORV-studie is eerst een computerprogramma ontwikkeld waarvan de lokale bestuurders gebruik kunnen maken. De voorkeur vindt plaats op basis van de eerder genoemde criteria a.1), c.1) en c.4).

Eind 1981 is een eerste rapport van de CORV-commissie uitgekomen waarin de opzet van het computerprogramma is geschetst en enige voorlopige conclusies omtrent de systeemkeuze zijn vermeld. Uit dit rapport wordt duidelijk dat de CORV-commissie:

- zich weliswaar vrij sterk conformeert met het tot nu toe gevoerde stadsverwarmingsbeleid, maar veel meer gewicht toekent aan de voordelen van isolatie en efficiënte gasverwarming en de kleinere warmte/kracht-varianten heeft meegenomen;
- de tegenstrijdigheden in rekengrootheden in hoofdzaak pareert door te kiezen voor de door Economische Zaken op dit moment gesanctioneerde gegevens;
- duidelijk op weg is een waarschijnlijk algemeen bruikbaar computerprogramma te ontwikkelen, maar nog niet duidelijk maakt wat er met dit programma gebeurt, wie het gaat hanteren en hoe de gebruikers meer zekerheid zullen kunnen verkrijgen over de invoergegevens en gewenste rekenmethoden.

Het definitieve rekenprogramma zal naar verwachting gereed komen in de loop van 1982.

9. Paneldiscussie

Deelnemers:

Prof.dr. J. Hamaker, emeritus TH-Delft, voorzitter;
Ir. F.R. Bogtstra, Centrum voor Energievraagstukken TNO;
Ir. A.C. Koelewijn, VEG-Gasinstituut;
Ir. P.H.H. Leijendeckers, Raadgevend Technies Buro Van Heugten;
Ir. P.A.M. van Luyt, NEOM;
Mr. H.G. de Maar, Ministerie van Economische Zaken;
Ir. T. Potma, Centrum voor Energiebesparing;
Dr.ir. P.W. Renaud, Projectbureau Energie-onderzoek TNO;
Drs. C.M.I. Richter, Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening;
Ir. M. Sträter, Projectbureau Energie-onderzoek TNO.

Hamaker:

Ik heb vanochtend vroeg even gezegd dat de bedoeling was dat het panel vooral onderling discussiëerde en dat een belangrijk punt in de discussie zou zijn hoe de wisselwerking is tussen onderzoek en beleid. Onderzoek en technische ontwikkeling in het algemeen dragen bouwstenen aan voor het beleid en stellen het beleid in staat daarop te reageren. Dat is ook herhaalde malen aan de orde geweest. Aan de andere kant scheidt het beleid randvoorwaarden voor de technische ontwikkeling en heeft daar zijn invloed op.

Er zitten ook in de verschillende uitspraken die door de auteurs/sprekers gedaan zijn, duidelijke aanzetten tot een dergelijke discussie. Misschien is het goed om daarbij uit te gaan van de visie die de heer Renaud heeft gegeven op de noodzaak de blik te werpen naar vijftig jaar vooruit en dan je beslissingen van vandaag, ook op kortere termijn dus, zo goed mogelijk door die blik te laten beïnvloeden. Hoe moeilijk dat is, is aan de lunch in ons kleine gezelschap al even aan de orde geweest. Als je eens vijftig jaar terugblijkt, hoe is het dan?

In 1920 is het Rijksinstituut voor Brandstofeconomie opgezet, in 1927 is de Warmtestichting opgezet, beide met de bedoeling warmte te besparen. Direct na de Tweede Wereldoorlog was er het Rijkskolenbureau dat de distributie regelde en werd er ook veel aandacht

gegeven aan de warmte-economie. In 1952 was ik zelf penvoerder van een commissie van een van de organisatoren van deze dag, het KIVI, over de toekomstige energievoorziening in Nederland.

Als ik bij dat laatste begin, dan moet ik zeggen dat eigenlijk bijna alle mogelijkheden van vandaag in dat rapport uit 1952 wel zijn genoemd, maar dat men ze helemaal niet de plaats kon geven die ze vandaag de dag hebben.

Techniek ontwikkelt zich dus - dat moeten we ons bewust zijn - relatief langzaam. Want in 1952 was wat we vandaag doen, grotendeels wel bekend, maar toen maakten we ons nog druk over het brandstofgebruik van 14 hl anthraciet per woning per jaar. Daarna is de oliekachel gekomen en olie is weer vervangen door gas. En nu zitten we in een totaal andere situatie.

In 1952 is in dat rapport een voorspelling gedaan over de duur van de oliewinning in Schoonebeek. Die oliewinning zou daar op het ogenblik beëindigd zijn. Als U uit De Ingenieur van 23 oktober 1980 een klein grafiekje voor U zoudt kunnen halen, dan blijkt daaruit dat de primaire oliewinning in 1952 ongeveer goed is voorspeld. Maar dat daar later, toen de prijzen omhoog gingen, de secundaire winning is gestart door water onder de olie te pompen en zo de olie naar de putten te persen, nu weer twee tot drie jaar geleden de tertiaire winning in Schoonebeek is gestart door niet water, maar stoom onder druk onder de grond te persen en zo te maken dat de dikstropelige olie dun-vloeibaar wordt daar ter plaatse. Zo verschuift in de loop van decennia het beeld. Zo verschuift de energievoorraad in de wereld en het is de wereld waarop we ons eigenlijk hebben te richten, wat betreft de energievoorziening. Ook al kennen we misschien alle mogelijkheden die in het jaar 2000 of kort daarna door ons zullen worden gebruikt dan nog kunnen we moeilijk op dit moment onder elkaar voorspellen wat eigenlijk de verhouding van de verschillende mogelijkheden in die tijd zal zijn. En ik weet niet of de heer Renaud in staat is hier op te reageren en te zeggen wat hij met die lange termijn vraag, die hij aan het eind van zijn voordracht aan de orde heeft gesteld, heeft bedoeld en of misschien de heer De Maar daarop dan vanuit een wat andere optiek zou kunnen reageren.

Renaud:

Ja, als ik daar dan als eerste op mag reageren, dan heb ik toch behoefte een kleine aanvulling te geven op wat ik gezegd heb over die lange termijn planning. Ik heb nu een paar maal gehoord, als een reactie van Uw kant, maar toch ook van andere kanten, dat ik over het plannen op vijftig jaar zou hebben gesproken. Dat is natuurlijk ten dele waar, ik heb het gehad over de lange termijn. Als ik over lange termijn praat, dan gaat het over vijftig jaar. Maar: het grote belang van de lange termijn planning zit hem niet in het vormen van een beeld van de situatie over vijftig jaar, want ik geloof niet dat we dat kunnen. Inderdaad hoeft U maar naar het verleden te kijken om te weten wat we in 1930 konden plannen van de situatie van vandaag en ik denk dat dat niet veel is geweest. Zo zal het nu ook wel weer zijn.

Ik denk dat het grote belang van het plannen over lange termijn is, dat we aan de hand van een samenhangend beeld in staat zijn om vandaag keuzen te maken. U moet het afzetten tegen het alternatief, namelijk het niet-plannen over lange termijn. En dat betekent, zoals ik het in mijn voordracht ook al noemde, dat te hooi en te gras bespaard gaat worden. En dan komen we niet naar een optimale situatie toe.

Als ik het heb over het plannen van een energievoorziening over lange termijn, dan bedoel ik ook niet dat die planning nu moet worden vastgesteld en dat die in geen vijftig jaar meer mag worden veranderd, maar dan bedoel ik:

Het opstellen van een globaal beeld, dat ieder jaar, of iedere paar jaar, voortdurend wordt bijgesteld, zo mogelijk naar een steeds betere vorm. Het zal natuurlijk ook wel eens blijken dat dan toch keuzen in het verleden niet helemaal de beste zijn geweest. Maar het belang wat ik nu extra wil onderstrepen is in de eerste plaats dat de korte termijn keuze pas mogelijk wordt in een geoptimaliseerde richting, aan de hand van een lange termijn plan. En ik wil nog één element toevoegen: ik wist niet dat de studie van de heer Potma - de optimalisatiestudie - eigenlijk zo goed hierbij aansloot. Want als ik praat over een getrappt landelijk energieplan, dan denk ik dat zo'n keuzemechanisme als de heer Potma heeft aangereikt heel mooi als sluitstuk zou kunnen dienen, aan de detailkeuzekant van die hele planning. Een landelijk kaderplan, provinciale invulling, met richtlijnen daaruit voor de gemeenten,

met een beperkte voorkeuze en tenslotte dus de handleiding waaruit gekozen kan worden. Zoiets staat me inderdaad voor ogen.

De Maar:

Ik heb geluisterd naar wat prof. Hamaker en de heer Renaud hebben gezegd. De gevoelens die ik heb omtrent de onzekerheid waarin wij leven, ook wat betreft de beslissingen die wij nu moeten nemen, heeft prof. Hamaker al voortreffelijk verwoord. Als je projecteert op het verleden, dan zie je heel duidelijk hoe snel de wereld verandert, dat ook de situaties en de gegevens die relevant zijn voor het beleid snel veranderen en dat is iets wat ons toch tot bescheidenheid moet stemmen. Dat wil niet zeggen dat wat de heer Renaud gedaan heeft, in mijn ogen niet zinvol zou zijn. Neen, integendeel, ik was erg geboeid door zijn vier opties. Ik geloof ook dat het zinvol is die uit te werken, omdat je daaruit toch - zoals hij zelf al zegt - wellicht enigszins een idee kan krijgen welke keuzen je op de korte termijn moet nemen. Daarbij moeten we wel beseffen - en dat lijkt me erg belangrijk - dat die keuzen niet alleen worden ingegeven door zijn lange termijn opties, maar dat daarbij een heleboel andere factoren meespelen. We kunnen alleen al voor de rentabiliteit verschillende criteria noemen. Maar ook andere overwegingen op het gebied van energie (diversificatie, prijsrisicospreiding) en op het gebied van industrie (sociaal/economische aspecten, werkgelegenheid) en dergelijke spelen meer bij het maken van keuzen. Die snelle verandering - en daarmee samenhangend de onoverzienbaarheid van de lange termijn - en de omstandigheid dat bij beslissingen zeer veel factoren meespelen, houden in dat men de betekenis van lange termijn beelden toch wel wat moet relativiseren. Volgens mij ligt de betekenis van de beelden van de heer Renaud hierin, dat men bij uitwerking waarschijnlijk toch sneller bepaalde knelpunten die je op lange termijn kunnen overvallen, kan zien aankomen, ook al zullen die beelden nooit - en dat is Renaud naar ik begreep helemaal met me eens - realiteit worden. Als een soort denkmodellen kunnen we zeer waardevol zijn. Maar ik denk wel dat we bescheiden moeten zijn en moeten beseffen dat we erg weinig van de toekomst weten. En dat heeft ook consequenties ten aanzien van de planning.

Het nationale plan, waarin men aangeeft wat de energietoekomst is, bergt gevaren in zich. Dat wil niet zeggen dat je voor bepaalde

delen wat kan doen, maar naar mijn persoonlijke mening zal een totaal plan wel erg moeilijk zijn. En wat dat betreft kunnen we juist ook in de combinatie waarin we hier bij elkaar zijn, van het gebied van de ruimtelijke ordening wel iets leren. In de oorlog en vlak daarna heeft men getracht een nationaal plan voor het hele ruimtelijke beleid in Nederland te maken. En naarmate men daarmee bezig is geweest, heeft men toch altijd ontdekt dat de situatie waarmee men te maken had sneller veranderde dan het nationale plan gereed kwam. En ik denk dat dat toch ook wel tot wat bescheidenheid moet stemmen.

Hamaker:

Hartelijk dank. Ik wou daar nu niet verder op ingaan. We hebben als het ware vraag en antwoord gehad. Ik zou graag de heer Richter in het gesprek betrekken aan de hand van een uitspraak van de heer Van Luyt, die met de introductie van warmtedistributiesystemen oploopt tegen problemen bij de huurvaststelling in Nederland. Ik heb voor mezelf het gevoel dat je ook dat misschien wat algemener en principiëler zou kunnen formuleren, want in de hele huurvaststelling voor de sociale woningbouw spelen zoveel beleidsfactoren, of politieke factoren, als U wilt, een rol, dat het inderdaad een heel grote renovatie (dat is ook het woord dat de heer Van Luyt gebruikt heeft) van het huurbeleid zou betekenen als men dat met twee benen op een economisch gezonde basis zou willen zetten, zodat dan ook beter de kosten voor energiebesparing en de energiebesparing op zich tegen elkaar kunnen worden afgewogen. Maar ik denk, de heer Richter heeft zelf ook de stelling van de heer Van Luyt gelezen, dat ik voldoende aanbod heb gedaan om hem wat over de huurpolitiek te laten zeggen.

Richter:

Voorzitter, dat wil ik graag doen. Ik hanteer een heel andere invalshoek dan U gedurende de hele dag heeft gehoord. U hoort hier nu de visie vanuit een omgeving die een gedeelte moet toepassen van waar we het vandaag over hebben gehad. Een toepassingsgebied waar vele zaken spelen en dat ook een wat andere beleidsoptiek en beleidsdoelstellingen heeft dan die puur vanuit het energiebeleid. Als ik mijn antwoord geef, dan doe ik dat vanuit het Volkshuisvestingsbeleid. We praten, gezien Uw vraag, over de woningbouw,

met name de gesubsidiëerde woningbouw. Dan heb ik even een aanloop nodig om U duidelijk te maken waarom het gaat.

In het najaar zullen er 5 miljoen woningen in Nederland staan. We kunnen dat uitrekenen. Die woning wordt al gebouwd en wordt vermoedelijk in oktober opgeleverd, en waarschijnlijk in deze stad, Utrecht. Maar dan staan er 5 miljoen woningen die verwarmd moeten worden. U weet dat daar tot het jaar 2000 1,2 miljoen woningen bij moeten komen. Dat is niet niks. We starten bovendien met een inhaalvraag: er zijn op dit moment 110.000 woningen te weinig. Dat betekent dat we in de komende jaren hard zullen bouwen en richting 2000 wat kunnen gaan matigen. Het beleid van het Rijk op dit gebied is voldoende woningen - kwantitatief en kwalitatief - neer te zetten tegen betaalbare prijzen. Dat is uitgangspunt van het beleid. Wel, als wij nu kijken wat in die woningen allemaal terecht komt, dan zijn dat vele dingen. Er zijn de eisen van veiligheid. Er zijn de eisen van gezondheid. Er zijn - vrij recent - ook gekomen de eisen ten aanzien van de geluidshinder. Er zijn eisen ten aanzien van milieu in het algemeen, ik denk ook aan bodemverontreiniging. Er zijn erg veel zaken die op die woning terecht komen. Daar hoort ook energiebesparing bij. Uiteraard.

Nu bestaat er een historisch gegroeid en goed werkend huur- en subsidiesysteem, dat uitgaat van het principe dat een woning een duurzaam consumptiegoed is waarin tegen betaalbare prijzen en met de door ons allemaal gewenste kwaliteit, wordt gewoond.

Dat huur- en subsidiesysteem werkt volgens bepaalde principes. Het gaat uit van bepaalde stichtingskosten, investeringskosten van de totale woning. Via een bepaalde methodiek wordt daar een vraaghuur uit berekend, er komt een vraaghuurpercentage uit, gecalculeerd volgens de dynamische kostprijsmethode. Zo ontstaat de kale huur die de huurders moeten betalen en dat is de prijs waar het volkshuisvestingsbeleid zich voor stelt.

Dat is een circuit waaraan dan nog eens de individuele huursubsidie wordt gekoppeld voor diegenen die de huur niet of niet volledig zouden kunnen betalen. Dat circuit staat volledig naast het circuit van de energielasten en de betaling daarvan. Daar heeft het volkshuisvestingsbeleid tot nu toe niets mee te maken in de zin van de financiële kant, de inning, en de verschaffing van energie. Wel, waar stoot je nou op?

Je stoot bij de introductie van nieuwe systemen, die een hogere

investeringsprijs vragen maar daartegenover in de loop van de gebruikswaarde profijt kunnen opleveren voor de gebruiker, op het feit dat A investeringskosten moet betalen en dat B daar profijt van heeft. A zit in circuit 1 en B zit in circuit 2. Tot nu toe volkomen gescheiden circuits.

Wel, dat geeft in zoverre wringingen, dat je zo goed mogelijk vanuit die systematiek moet proberen daarvoor een oplossing te vinden. Ten aanzien van bestaande zaken proberen we dat te doen. Het beleid is er dan ook op gericht, om zo goed mogelijk in te spelen op isolatie, in ieder geval op energiebesparing. Na dak en spouwmuuren, de dubbele ramen in de woonkamer, de keuken en de daarmee in verband staande open ruimten en sinds 1 januari de begane grondvloeren, wordt nu gedacht over de gevels, of dat ook nog kan.

Wel, deze investeringen zijn volledig in de subsidiëring meegenomen, evenals bepaalde apparaatskosten.

We zijn ons bewust dat het systeem niet optimaal is vanuit een oogpunt van energiebesparing. In de praktijk proberen we vanuit bestaande betrouwbare zaken daarvoor een oplossing te vinden. Daarbij zijn twee criteria van belang. Dat is de micro-rentabiliteit, dat wil zeggen de rentabiliteit voor de bewoner. Als een alternatief systeem, een alternatieve oplossing voor de bewoner, naar integrale woonlasten gerekend voordeliger is, dan is er geen vuiltje aan de lucht, dan kan het worden toegepast. Als het duurder is naar integrale woonlasten, dan hebben we daar vanuit volkshuisvestingsbeleid problemen mee, evenals uiteraard ook vanuit het totale rijksbeleid.

Dan is er nog een tweede criterium waar we naar kijken. Dat is de acceptatie in het gebruik van de bewoners. Wij subsidiëren of financieren niet graag zaken die de bewoner niet accepteert of waarvan hij geen of onvoldoende gebruik gaat maken. Want de prioriteiten stapelen zich op.

Tenslotte, even naar de toekomst. Er wordt natuurlijk wel geprobeerd een systeem te ontwikkelen dat wat gemakkelijker loopt. Misschien zegt het een aantal van U iets: het normkostensubsidiesysteem. Dat is een subsidiesysteem waarin met normkosten wordt gewerkt. Normkosten die er nu, zoals vanmiddag werd gesuggereerd, voor bepaalde energiebesparende zaken zouden zijn. Die zijn er niet. Er is wel een streefprijs voor de totale stichtingskosten van een woning. Maar ten aanzien van de normkosten gaan we naar bepaalde

normen toe. Die normen zullen er zijn voor veiligheid en gezondheid; op dat gebied zal er een basiskwaliteitsnorm, ook een prijs, worden afgegeven. Daarbovenop wordt er rekening gehouden met een normkostenbedrag voor energiebesparing. En daarbovenop wordt er ook nog rekening gehouden met kosten voor optimaal onderhoud. Dat betekent dat binnen het bedrag van de energiebesparingskosten, die normkosten, allerlei systemen hun plaats kunnen vinden. Overigens wijs ik nog even op de bestaande situatie. Een zeer recent rapport, wat twee weken geleden is gepubliceerd, heeft de meest gangbare projecten in Nederland, zeg de gemiddelde woning in Nederland, van twee verschillende types, uit 1981 nagegaan. Daaruit blijkt dat als diezelfde woningen opnieuw zouden worden gebouwd volgens de bestaande voorwaarden, voorschriften en wenken, volgens de bestaande modelbouwverordening, maar dan met de minimaal aanvaardbare kwaliteit dan zouden diezelfde woningen ongeveer 24% goedkoper kunnen zijn. Dat betekent dat, waar de energiebesparingsmaatregelen al in de voorschriften en wenken en in de modelbouwverordening zitten, er voor 24% duurder gemiddeld in Nederland wordt gebouwd dan verplicht is. Dat betekent dat opdrachtgever en architect in hun eigen verantwoordelijkheid om die ruimte boven de minimumkwaliteit in te vullen vrij zijn daarin te kiezen wat zij willen. Dus dat zij daar ten aanzien van energiebesparing meer in kunnen doen. Zij zullen er wat anders voor moeten laten vallen. Ik wou het hierbij laten, voorzitter.

Hamaker:

Hartelijk dank, mijnheer Richter. Ik wil nu verder eigenlijk aan het hele panel het volgende vragen: Ik heb vandaag weinig gehoord van één van de zinsneden die in de convocatie stonden: "Waarom komt besparing niet veel sneller tot stand?". Iets wat we natuurlijk een beetje benaderen in de vraag van de heer Van Luyt, waar de heer Richter antwoord op heeft gegeven, maar ik weet niet of iemand achter de tafel op dat punt nog wat concreter zou willen worden.

Sträter:

Ja, ik denk dat het aansluit op de bemerkingen en opmerkingen die de heer Potma gemaakt heeft over te stellen criteria en op de opmerkingen die gemaakt zijn over woonlasten. De belangrijkste kans

op succes met al die mooie maatregelen en het ooit introduceren van die maatregelen, ligt niet in de macro-economische afweging. Natuurlijk is die voor de hogere overheid van belang, maar de grootste drempel voor introductie is de micro-economische afweging, van de bewoner en de gebruiker van een gebouw. Zodra voor hem duidelijk is dat toepassen van nieuwe maatregelen, combinaties van nieuwe maatregelen, voor hem gelijkblijvende kosten oplevert, of misschien zelfs baten, dan is er een markt gecreëerd. En ik denk met al het mooipraten over kwaliteiten van allerlei concepten en technieken die verder ontwikkeld worden, uiteindelijk ook de hogere overheid wat haar criteriastelling betreft, zal moeten inzien dat die macro-economische criteria alleen zijn te vervullen, als aan die micro-economische criteria zijn voldaan. Ik denk dat dat eigenlijk op dit moment nog steeds de grootste belemmering voor verdergaande energiebesparing is.

Potma:

Ik heb het idee, voorzitter, dat U in Uw inleiding daar eigenlijk ook al wat op de oorzaak van de vertraging inhaakte. U trok ons vermogen in twijfel om de toekomst te voorspellen. Nu is een belangrijk element in die toekomst de schatting van "Hoe zal het met de energieschaarste verlopen?". Daar bestaan sterk verschillende gedachten over. Ik zelf geloof dat je wel een aantal dingen over die toekomst kunt zeggen en dat dat ook in het verleden is gebeurd en dat ook in het verleden heel veel van wat toen gezegd is, inderdaad is uitgekomen. Er is een aantal dingen die wel degelijk bekend zijn. Het is altijd voorzien - en ook uitgekomen - dat de wereldbevolking zou toenemen. Het is altijd voorzien - en uitgekomen - dat de exploitatie van de wereld zal verhevigen. Het is altijd voorspeld en uitgekomen dat er een soort welvaarts-spreiding over de wereld zal ontstaan, via een machtsverschuiving weliswaar, maar als je ziet dat zo'n land als China een macht gaat vertegenwoordigen en vervolgens aan de welvaartskoek gaat knabbelen, dan kan je zeggen: zo zijn er wel meer dingen die je kan voorspellen.

En nou gaat het erom of je in het kader daarvan tot de conclusie komt dat er een fundamentele toenemende schaarste aan energie gaat ontstaan of niet. En als je ervan overtuigd raakt dat dat vermoedelijk het geval is, dan kan je daarop een beleid bouwen. Dan ga je

een beleid formeren wat daarop inspeelt en dan kom je vervolgens tot de ontdekking dat de hele samenleving in zijn instituties en organisaties en denkwijzen anders is gericht.

Het is mijnsinziens onmogelijk de gedragscodes en denkwijzen van een ingewikkelde samenleving geprogrammeerd in een expansionistische richting van meer verbruik, om te vormen wanneer er niet een ontzettend sterk algemeen besef is dat die schaarste aan energie wel degelijk blijvend is voor de toekomst. En ik denk dat wanneer je die obstakels wilt opruimen, er nodig is: a) de overtuiging dat de schaarste blijvend is en b) de erkenning dat we in de samenleving en in onze institutionele mechanismen niet in de goede richting geprogrammeerd zijn.

Vandaar dat ik ook die scherpe scheiding heb aangebracht in b- en p-dominante stromingen, die te maken hebben met het tempo waarin obstakels worden opgeruimd.

Hamaker:

Enerzijds dus de schaarste, waarvan we ons bewust moeten zijn; anderzijds het feit dat het ons in een gelijke financiële positie moet laten, zo mogelijk voordeel moet geven.

Leijendeckers:

Er is van de micro-kant het een en ander naar voren gebracht. Ik heb bij mijn eigen voordracht vanuit het bedrijfsleven mijn visie gegeven en zou dat ook graag op dit probleem willen doen. En dan moet ik even gebruikmaken van de overhead projector.

We kennen allemaal de S-curve van de produktontwikkeling. Horizontaal staat de inspanning en verticaal staat het resultaat. In het begin is het resultaat gering en de inspanning groot, daarna neemt het resultaat toe en vervolgens neemt het af.

Bekende stelregel in de industrie is: als het resultaat maximaal is, begin dan te zien naar een nieuw produkt. Mijn verhaal over centrale systemen is in feite als aanloop bedoeld om te stellen dat wij bij de centrale systemen op een punt zijn gekomen waar met een heleboel extra inspanning de verbeteringen niet zo geweldig groot meer zijn. Dus naar mijn mening, en ik denk naar de mening van meer in de industrie, is het nu tijd uit te zien naar nieuwe ontwikkelingen. En dat gebeurt en dat beeld heb ik geschilderd. Het probleem waar we in feite mee worden geconfronteerd, is het

probleem van de markt, de structuren. In feite zit er binnen de structuur van de energievoorziening een blokkade tussen de industrie en de markt, de individuele gebruiker. Er is geen direct contact meer. We zien dat wel voor zover het de vrije sector woningen betreft, maar in de sector van de sociale woningbouw is dat contact er niet. En dat zien wij in de industrie als een blokkade. Ik zou me kunnen voorstellen dat in plaats van een systeem van subsidies, met een variant op het gezegde de vervuiler betaalt, we wat meer in de richting moeten gaan van "de verbruiker betaalt". Bijvoorbeeld via progressieve tarieven, waardoor er dan duidelijk een contact is tussen een industrie die produkten aanbiedt en een markt die in feite ook geïnteresseerd zal zijn in die produkten. Een voorbeeld is toch de automobiellindustrie. Daar zie je een direct contact tussen industrie en gebruikers. En we zien daar ook een enorme ontwikkeling in het aanbod van energiezuinige automobielen en een steeds voortgaande ontwikkeling, ook wat betreft de techniek.

Hier, in de sector woningverwarming, zitten wij in feite als industrie heel duidelijk met het gegeven dat we onderkennen naar nieuwe technieken toe te moeten. Er is ook een behoorlijke inspanning in de industrie om die nieuwe technieken te ontwikkelen, maar het contact met de gebruikers in de markt wordt in zekere zin geblokkeerd door de structuren die er maatschappelijk zijn. En ja, ik zou toch aan de heer Richter willen vragen - ik weet niet of dat mag van de voorzitter - of hij het in zekere zin met me eens zou kunnen zijn en als dat zo zou zijn, of er ook mogelijkheden denkbaar zijn waardoor het contact tussen industrie enerzijds en de markt anderzijds, wat opener zou kunnen worden.

Hamaker:

De heer De Maar had al gevraagd ook iets te mogen zeggen. Dan heeft de heer Richter nog even tijd om te denken.

De Maar:

Voorzitter, wat ik wou zeggen, zijn eigenlijk twee dingen. Ten eerste: Potma heeft gezegd - en dat ben ik met hem eens - gelukkig is het niet zo dat je over de toekomst helemaal niets kunt zeggen. De wereldbevolking groeit. Ja, voor zover we nu kunnen zien, zal dat inderdaad het geval zijn. Ik zou daar overigens mijn hand niet

voor in het vuur durven te steken, want er kunnen allerlei nare dingen gebeuren. Maar goed. De welvaart die verder gespreid wordt, dat was ook een van de dingen die hij noemde. Daar zou ik al een iets groter vraagteken bij willen zetten. Persoonlijk geloof ik ook wel - met hem - dat de energieprijzen waarschijnlijk op de langere termijn nog verder omhoog zullen gaan. Maar daarbij zou ik eigenlijk een Arabisch spreekwoord in herinnering willen brengen: "degenen die de toekomst voorspellen, die liegen, zelfs als ze de waarheid spreken", en als dit ergens opgaat, dan is het wel voor een voorspelling van de olieprijs in de toekomst. Daarop zijn zoveel factoren van invloed, dat voorspellen wel erg moeilijk is. Maar ik denk dat er het gevaar is zoals we nu al twee keer gehad hebben sinds de oliecrisis 73/74, dat je geconfronteerd wordt met plotselinge prijsstijgingen. Die plotselinge prijsstijgingen maken juist dat de economische gevolgen erg nadelig kunnen zijn. Een beetje stabiliteit in de olieprijsontwikkeling, ook als je op een stijgend pad mikt, is daarom erg belangrijk. Het is zeker niet zo dat als de overheid eenmaal erkende dat de prijs van energie verder zou stijgen, dat dan alle problemen uit de wereld waren. Gezien de risico's zal je je op zo'n situatie moeten voorbereiden en dat doet de overheid ook.

In de tweede plaats wilde ik ingaan op iets wat de heer Sträter heeft gezegd. In het algemeen worden alleen maatregelen door de overheid bevorderd als deze ook micro-economisch rendabel zijn. Aan zijn wens wordt dus voldaan. Dat betekent overigens niet dat besparingen ook moeten worden gerealiseerd. Je ziet bijvoorbeeld dat je te maken hebt met een soort introductiesnelheid. De introductie vindt eigenlijk langzamer plaats dan je had verwacht. Ik kan het wel verduidelijken aan een voorbeeld. Een van de rapporten die deze keer niet aan de orde is gekomen, maar die toch met het onderwerp vrij veel te maken heeft, is een advies van de Algemene Energieraad waarin het besparingsbeleid van de overheid wordt bezien en waarin bekeken wordt of er eventueel versterking mogelijk is. Isolatie is een zeer rendabele maatregel. Toch gebeurt hier volgens de AER onvoldoende. Daarop zijn verschillende factoren van invloed, denk ik, zowel technische als psychologische, alsook financieel-economische en juridisch-technische belemmeringen.

Hamaker:

De heer Leijendeckers heeft even de progressieve tarieven genoemd. Ik denk dat hij bedoelt progressieve energietarieven. Hebt U daarover ook iets hardop te denken?

De Maar:

Nou neen, laat ik dat op dit moment even laten zitten.

Hamaker:

Akkoord. Dan zou ik toch eerst even de heer Richter willen laten spreken.

Richter:

Ja, voorzitter, het contact tussen de industrie en de gebruiker. De overheid is daar alleen maar vóór. Nou is dat een makkelijk antwoord en ik wil het probleem niet ontwijken. Ik heb een paar minuten de tijd gehad om erover te denken wat de heer Leijendeckers bedoelt. Ik kan me een paar momenten voorstellen waarop zwaardere isolatie-eisen of andere systemen in de procedure uit de boot vallen. De hoofdingenieurs/directeur van de volkshuisvesting in de provincie is de man die de nieuwe woningbouwplannen toetst en die een consigne van het Rijk heeft meegekregen "gemiddeld moet jij streven naar die prijs dit jaar". Op het moment dat deze HID een project krijgt met een hogere prijs dan het streefgemiddelde en hij zit al op zijn streefgemiddelde, dan gaat die HID heel kritisch naar dat pand kijken en zegt dan tegen de architect en de opdrachtgever: "Joh, dat ding is te duur, daar moet je wat uit schrappen". Om het project niet nog duurder te maken, dus om het niet opnieuw te hoeven gaan tekenen, verandert men bouwkundig meestal niets aan dat plan, er worden zaken die makkelijk kunnen worden veranderd, cijfertjes die kunnen worden veranderd, worden dan op dat moment gewijzigd. Ik vermoed dat op dat moment, waar de HID dus al boven dat streefgemiddelde zit, waarschijnlijk ook wel eens op het gebied van de energiebesparing iets wordt geschrapt wat niet direct noodzakelijk was of voorgeschreven. Ik denk dat dat een punt is waarop er dan vanuit de architect naar de industrie toe, wordt gezegd "de heer HID die pikt de prijs niet, dit moet er maar uit". Nou schilderde ik de situatie zoals die gaat. Ik kom nog eens terug op die 24% ruimte tussen de gemiddelde prijs

voor een woning in 1981 en die volgens de verplichte voorschriften. Ik denk dat boven het basisniveau dat door de overheid geëist wordt, er op dit moment gemiddeld in Nederland 24% meer wordt ingevuld en dat betaalt de overheid tot nu toe. Overigens gaan we natuurlijk in de stichtingskosten wat omlaag en wordt die 24% volgend jaar 22% of in die orde van grootte, afhankelijk van het beleid van de volgende minister. Maar, in ieder geval, zuiniger bouwen zal moeten en dat zal moeten afgaan van die 24% luxe, maar er blijft de komende jaren nog genoeg over om heel creatief binnen die 24% te zeggen wat we willen. Ik denk dat hier een taak ligt van de industrie om dat samen met de opdrachtgever en architect in te vullen, om voordelen te laten zien aan de gebruiker en aan degene die voor de gebruiker bouwt.

Ik denk dat er een tweede punt is. Als ik de prentjes zie van ingewikkelde, grotere en grootschalige collectieve nieuwe systemen en ik tevens hoor dat misschien een woningcorporatie daar beheerder van zou moeten worden - dan denk ik dat op dit moment een woningcorporatie daar niet geschikt voor is. Onderhoud, reparaties en storingen vormen voor een corporatie met zijn technische apparaat op dit moment een probleem. Als U die weg wilt bewandelen, dan zult U in die maatschappelijke structuur wel wat weerstand vinden, overigens uit zeer legitieme redenen.

En tenslotte denk ik dat gewoon voor de bewoner zelf altijd telt: "Word ik er beter van, van dit systeem? Moet ik minder betalen? Kost het me minder? Kan ik mijn sherry blijven drinken? Mijn buitenlandse reis maken en mijn tv op tijd vernieuwen?". Nou als U hem dat kunt aanbieden of dat hij in totaal zelfs daarop vooruit gaat - en dan niet over vijftig of vijftig jaar, maar hooguit op een termijn van drie à vier jaar - dan denk ik dat er geen enkel probleem voor de industrie is. U moet U dan wel hoeden voor technische hoogstandjes waar U alleen maar problemen mee kunt krijgen. Overigens, een vraag terug aan de heer Leijendeckers: Waarom staat de vrije sector waarmee hij beter contact zegt te hebben, niet stijf van de isolatie, alternatieve plannen en die dingen?

Leijendeckers:

Ja, ik voel me toch een beetje aangesproken, voorzitter, want ik denk dat ik helemaal verkeerd begrepen word, en ik wil gewoon op een paar praktijkervaringen teruggaan.

Wij zijn in de afgelopen jaren diverse keren geconfronteerd met bewonerscollectieven die renovatieplannen hadden waarmee duidelijk het energiegebruik in de op stapel staande projecten kon worden gedrukt. De exploitatieberekeningen waren gemaakt en de bewonerscollectieven waren bereid voor de meerinvestering meer huur op te brengen. De exploitatie werd dus gewoon sluitend gemaakt. De enige bottleneck bestond uit de bestaande huur- en subsidievoorschriften en dat kost je dan drie jaar lang praten. Dat is natuurlijk geen termijn om woningrenovatieprojecten te realiseren en we moesten afhaken omdat het gewoon niet te rijmen viel met die voorschriften. Daar heb ik diverse voorbeelden van in de praktijk. En dan waren het niet de bewoners en niet de industrie, maar toch duidelijk het Ministerie van Volkshuisvesting, wat daar een structureel probleem vormde.

Een tweede ding wat ik wil zeggen, is dat er op dit moment inderdaad wel iets meer ruimte komt voor dit soort oplossingen. Maar wat de heer Richter naar voren brengt, dat doen dan de ambtenaren van dat Ministerie ook: die gaan de bewonersvereniging bang maken voor onderhoudskosten en onderhoudsproblemen en op die manier wordt er dan een soort secundair probleem geïntroduceerd waarbij de bewijslast dan weer bij de industrie ligt. Dat werkt in feite nadelig voor de introductie van nieuwe systemen. Het ontwerpen van een nieuw systeem op basis van beschikbare componenten en beperkte, maar beschikbare ervaring, vraagt een aantal maanden. De feitelijke ambtelijke procedure om iets gerealiseerd te krijgen (en het is een pure toevalstreffer als het eens een keer wil lukken) is met drie jaar vaak nog niet voldoende gediend.

Hamaker:

Dit was de heer Leijendeckers, die (applaus in de zaal) zich aangesproken voelde.

Mag ik even nog de heer Richter vragen of hij op de heer Leijendeckers wil reageren, voordat ik uit de zaal reacties vraag op wat er vandaag is gezegd?

Richter:

Voorzitter, van renovatieplannen kan ik me best voorstellen dat er wel eens een uit de boot valt. Het Ministerie zit aan een jaarbudget vast en heeft daarmee een aantal renovatieplannen van een be-

paald niveau te honoreren. Dat het niet in alle plannen gaat zoals bewoners of alle anderen dat willen, is een gezamenlijk aspect waaraan ik graag zou willen voldoen als er wat meer budget is voor de renovatie.

Hamaker:

Heeft het enige zin om dan niet lokaal te beginnen, maar op het Ministerie? Als je met een hele nieuwe aanpak begint?

Richter:

Als ik nu de renovatieplannen van de woningwetwoningen zie en het niveau waarop geïsoleerd wordt, dan wordt al het mogelijk wat binnen de budgetten kan, ook gedaan. Als ik zie wat er wordt gesubsidieerd door de overheid - de huren mogen met slechts 2,5% van de investeringskosten worden verhoogd - dan is die subsidiëring terug te rekenen tot 3/4 van het totaal, ook van de isolatiekosten. Als we dan zien dat er nogal wat geïsoleerd wordt, dan denk ik dat enkele voorbeelden die de heer Leijendeckers geeft, best problematisch zijn, maar in zijn totaliteit gezien - landelijk - gaan we een stap vooruit. Ten aanzien van de ambtelijke procedures ben ik het volledig met hem eens: die zijn lang, dat erkennen we. Daar proberen we wat aan te doen om die te verkorten. Ten aanzien van nieuwe systemen is het altijd moeilijk. Ik heb al gezegd: het huidige huursubsidiesysteem geënt op de groei-economie past niet zozeer meer in deze tijd, ook niet op de alternatieven die worden aangeboden vanuit de energiebesparing. Daar moeten we ad-hoc op inspelen. En dat kost in het begin wat meer moeite. Maar daar moeten we via experimenten, maar proberen uit te komen.

Schiebaan:

Mijn naam is Schiebaan, van het NIKEFKA in Amsterdam. Ik ben van mening dat er ontzettend geharreward wordt door allerlei instanties over de juiste recepten voor de toepasbaarheid van isolatie en dat soort dingen. Ik geloof dat daardoor de consument zeer nadelig wordt ingelicht en maar zeer beperkt op de hoogte is van de echte consequenties van energiebesparende kosten die daaruit naar voren komen. Je ziet het bij de bouwer, je ziet hoe onduidelijk hij zijn richtlijnen heeft. Je ziet het aan de voorschriften - alles komt even aarzelend naar voren. Ik geloof dat er een veel grotere beper-

king in de tijd zou kunnen komen wanneer de voorschriften snel en doelmatig naar voren kwamen en snel aangepast werden. Als je de voorschriften leest van isolatiefabrikanten en je leest daarnaast TNO-rapporten en je leest daarnaast weer dingen van Bouwcentrum, dan is het gewoon niet aaneensluitend, het dekt elkaar niet. Men spreekt elkaar tegen op grond van overwegingen die voor de fabrikant belangrijk zijn, ook voor de industrie belangrijk zijn, of voor dat specifieke punt belangrijk zijn. Maar men spreekt niet over bijvoorbeeld de vochtigheid of andere criteria. Het is erg belangrijk voor de snelheid, ook voor het publiek, dat er van vele instanties een goed gedefinieerd standpunt naar voren komt. Ik denk hierbij ook eventjes aan het rapport over de proefwoningen in Veldhoven: het zijn alleen de negatieve aspecten die hierin naar voren komen. Heel makkelijk was geweest om aan te geven hoe daarin verandering zou kunnen worden aangebracht. Ook zou aangegeven kunnen worden hoe je door middel van subsidie daadwerkelijk dat niveau zou kunnen krijgen dat het in een volgende fase interessant zou kunnen worden. Ik vind de systemen die door de overheid of door de industrie naar voren worden gebracht, dermate star van opzet en bepalend voor het verdere verloop van de eerste tien jaar, dat we daarmee niet de snelheid van het introduceren van de systemen bevorderen.

Dat zijn eigenlijk twee hoofdpunten. Ik geloof dat we niet politiek over en weer moeten gaan harrewarren over wie de schuld heeft. Ik geloof dat voorlichting een heel belangrijke kern van de zaak is.

Hamaker:

Hartelijk dank. Ik had voor mijzelf eigenlijk ook de vraag geformuleerd: "Moet er meer aan voorlichting worden gedaan?". Uit Uw reactie begrijp ik dat U behoefte hebt aan een systematischer en meer gecoördineerde voorlichting.

Schiebaan:

Niet persoonlijk, ik zorg wel dat ik op de hoogte ben.

Hamaker:

Ja, akkoord, dat niet U, maar Nederland behoefte heeft aan een meer systematische en gecoördineerde voorlichting. SVEN is daar

natuurlijk in zekere zin voor in het leven geroepen. Ik kan me Uw visie overigens wel voorstellen, want U hebt in de convocatie kunnen zien dat ik emeritus hoogleraar ben ik probeer uit wat tot mij komt, bij te blijven. Dat is niet altijd eenvoudig en dat is niet altijd zonder tegenstellingen. Ik weet niet of iemand hier nog op wil reageren? De heer Potma wilde graag nog iets zeggen.

Potma:

De heer De Maar zegt: "We gaan er van uit dat de energieschaarste in de toekomst doorgaat en we willen er graag wat aan doen". Dat is dus heel positief. De heer Richter zegt: "We zijn op de goede weg". Nou is het fijn dat we op de goede weg zijn en dat we er wat aan willen doen, maar we doen er acht of negen jaar over om een beetje behoorlijke isolatie in een woning te krijgen. Dit is niet negatief bedoeld, maar ik wou eigenlijk aan de heer De Maar en aan de heer Richter vragen: "Wat voor middelen, eventueel min of meer paardemiddelen zijn er in Uw ogen noodzakelijk om vanuit Uw positie veel straffer te kunnen optreden in de richting van een aanpak van die energiebesparende mogelijkheden en het elimineren van de op zichzelf zeer goed bekende belemmeringen?". Wat is daar nu Uw mening over? Wat voor een soort paardemiddel is daarvoor nodig? U bent kennelijk beperkt in Uw mogelijkheden, U wilt graag een versnelling aanbrengen, wat ervaart U dan als de grootste belemmering om die zaak aan te pakken? Is dat de Kamer, is dat de verstrekker van geld, is dat de politieke besluitvorming, wat is naar Uw idee mogelijk om die stroomversnelling tot stand te brengen?

Hamaker:

Het is nu tegen half vijf. Ik zou zeggen, ik laat mijn twee buurlieden het slotwoord.

De Maar:

Zal ik dan beginnen? Ik wil eerst opmerken dat er op het gebied van de voorlichting wel degelijk activiteiten worden ontwikkeld. Ik kan hier in ieder geval noemen de algemene bewustwordingscampagne voor het nut van energiebesparing, die begonnen is met de wereldbol, maar die sindsdien al veel verder gaat: de campagne "verstandig met energie", die ook poogt, via allerlei folders en

tijdschriften, informatie te geven over adressen waar je terecht kan en over de methodes van energiebesparing die kunnen worden toegepast. Dat wordt verder onderbouwd door de SVEN - de Stichting Voorlichting Energiebesparing Nederland. Een in Apeldoorn gevestigde instelling, volledig door de overheid ondersteund, die op allerlei vragen antwoord kan geven. Die dus ook bedrijfsgerichte voorlichting geeft. Die voorlichting geeft over energiemangement. Die energiebussen heeft rijden en daarmee voorlichting kan geven. Die kan je bellen dan komt die bus langs bij het bedrijf. Bovendien is SVEN in staat particulieren door te verwijzen. Dan hebben we het Nationaal Isolatie Programma, met een speciaal stafbureau in Rotterdam. Er is door dat stafbureau een heel uitgebreid netwerk opgezet van alle energiebedrijven in den lande, waar duidelijk een betrouwbare informatie verkregen kan worden. Dus als iemand twijfel heeft omdat sommige partijen die misschien zakelijk geïnteresseerd zijn - en daar is in een land nou eenmaal moeilijk iets aan te doen - afwijkende voorlichting geven, dan kan diegene er van overtuigd zijn dat hij bij zijn energiebedrijf terecht kan voor goede en objectieve voorlichting. U kunt verder nog naar het Bouwcentrum.

Ik wou op de vraag van de heer Potma heel kort ingaan. Hij heeft gevraagd naar een paardemiddel: welnu, een paardemiddel heeft als kenmerk dat het niet geschikt is voor mensen en dat gaat hier ook op. Ik denk dat er niet zoveel aan te doen is en dat wij zo krachtig mogelijk moeten doorgaan.

Richter:

Ik heb ook geen paardemiddel, maar een ambtenarenmiddel: ik wou samen met het Ministerie van Economische Zaken proberen structureel op de begroting van ons Ministerie meer geld te krijgen voor dit doel.

Interruptie:

Hoe krijg je dat dan?

Richter:

Ja, dat is een rijksprioriteit die wij in onze democratie met zijn allen moeten proberen in het totale rijksbudget neer te leggen. Ik denk dat het maatschappelijke krachten zijn die democratisch

bepalen in welke richting het nationale budget moet worden verdeeld.

Interruptie:

Is het de politiek die niet wil?

Richter:

Dat zei ik niet. Ik denk dat er al heel wat geld naar de isolatie gaat. Ik heb vanmorgen in deze zaal gehoord dat op dit moment het verbruik in de huidige woningwetwoningen 2.000 m³ aardgas zou zijn. Ik kan U zeggen dat dat tussen de 1.600 en 1.700 ligt op dit moment, met de huidige eisen. Dus al veel lager dan wij denken. Ik denk inderdaad dat wij op de goede weg zijn. Als we nog harder willen, moet er gewoon meer geld komen, te geven door de Regering en goed te keuren door het Parlement.

Hamaker:

We zullen ons allemaal sterk moeten moeten om de algemene meningsvorming in Nederland te mobiliseren, want alleen langs die weg, denk ik dat een middel te vinden is waarmee de regering in samenspel met de Kamer deze prioriteit meer ruimte geeft dan op het ogenblik het geval is.

En daarmee zou ik willen sluiten. Hartelijk dank, sprekers en mijn rechter- en linkerbuurman De Maar en Richter, voor de bijdrage in deze discussie.

Overzicht van reeds verschenen publikaties van de Stichting Toekomstbeeld der Techniek

1. Toekomstbeeld der Techniek; ir. J. Smit, 1968
2. Techniek en Toekomstbeeld, Telecommunicatie in telescopisch beeld; prof. dr. ir. R.M.M. Oberman, 1968
3. Verkeersmiddelen; prof. ir. J.L.A. Cuperus, prof. ir. J.H. Krietemeijer, ir. G. Veldhuyzen, ir. F. Oudendal, prof. ir. G.J. van der Burgt en prof. ir. H. Wittenberg, 1968
4. Hoe komt een beleidsvisie tot stand? ir. P.H. Bosboom, 1969
5. De overgangsprocedures in het verkeer; prof. ir. J.L.A. Cuperus, prof. dr. L.H. Klaassen, mr. R.J.H. Fortuyn, mr. M.G. de Bruin, A. Blankert, mr. Th. van der Meer, drs. J.A. van de Kamp, prof. drs. E.A. van de Poll, ir. G.C. Meeuwse, A.M. Lels, mr. M. van den Bos en E. van Donkelaar, 1969
6. De invloed van goedkope elektrische energie op de technische ontwikkeling in Nederland; dr. P.J. van Duin, 1971
7. Electrical energy needs and environmental problems, now and in the future; ir. J.H. Bakker, prof. dr. J.J. Went, dr. K.J. Keller, ir. A.J. Elshout, H. van Duuren, ir. J.L. Koolen, P.E. Joosting, dr. J.C. ten Houten, J.A.G. Davids, prof. dr. J.A. Goedkoop en ir. M. Muysken, 1971
8. Mens en milieu: prioriteiten en keuze; ir. L. Schepers, dr. ir. W.J. Beek, prof. dr. D.J. Kuenen, prof. H. van Genderen, dr. ir. L.J. Revallier en dr. ir. H. Hoog, 1971
9. Het voeden van Nederland nu en in de toekomst; prof. dr. ir. M.J.L. Dols, drs. J. de Veer, dr. C. Engel, prof. dr. J. Boldingh, prof. dr. H. Doorenbos, drs. W.C. Bus, ir. H. Glazenburg en prof. dr. A.G.M. van Melsen, 1971
10. Barge Carriers; some technical, economic and legal aspects; drs. W. Cordia, mr. G.J.W. de Vries en ir. N. Wijnolst, 1972
11. Transmissiesystemen voor elektrische energie in Nederland; prof. dr. J.J. Went, ir. A. Govers, drs. M.C. Lelie en prof. ir. H. Wiggerts, 1972
12. Elektriciteit in onze toekomstige energievoorziening: mogelijkheden en consequenties; dr. ir. H. Hoog, ir. P.J. Wemelsfelder, prof. ir. D.G.H. Latzko, dr. D.J. Kroon en prof. ir. J.J. Bröeze, 1972
13. Communicatiestad 1985: elektronische communicatie met huis en bedrijf; prof. dr. ir. J.L. Bordewijk e.a., ir. D. van den Berg en dr. W. Horn, 1973
14. Techniek en preventief gezondheidsonderzoek; dr. M.J. Hartgerink, prof. dr. H.H.W. Hogerzeil, prof. dr. ir. P. Eykhoff, prof. dr. J.C.M. Hattinga Verschure, prof. dr. H.J.J. Leenen, dr. P. Gootjes, prof. dr. A.H. Wiebenga en ir. D.H. Bekkering, 1973
15. Technologisch verkennen: doelstellingen en methoden; ir. A. van der Lee, drs. Th.M.A. Bemelmans en dr. ir. W.J. Beek, 1973
16. Mens en milieu: beheerste groei; stuurgroep en werkgroepen voor milieuzorg, 1973
17. Mens en milieu: zorg voor zuivere lucht; stuurgroep en werkgroepen voor milieuzorg, 1973
18. Mens en milieu: kringlopen van materie; Stuurgroep, Werkgroepen, Milieuzorg, 1973
19. Energy Conservation: ways and means; edited by J.A. Over and A.C. Sjoerdsma, 1974 (uitverkocht)
20. Voedsel voor allen, plaats en rol van de EEG; prof. dr. J. Tinbergen, prof. dr. ir. J. de Hoogh, dr. J.R. Jensma, prof. drs. J. de Veer, ir. I.B. Warmenhoven, dr. ir. A.W.G. Koppejan, ir. K.K. Vervelde en dr. ir. W.J. Beek, 1976
21. Stedelijk verkeer en vervoer langs nieuwe banen?; redactie: ir. J. Overeem, 1976
22. Materialen voor onze samenleving; redactie: ir. J.A. Over, 1976

23. De industrie in Nederland: Verkenning van knelpunten en mogelijkheden; redactie: ir. H.K. Boswijk en ir. R.G.F. de Groot, 1978
24. Toekomstbeeld der industrie; prof. dr. P. de Wolff, drs. R.F.M. Lubbers, dr. ir. H. Kramers, prof. ir. J. in 't Veld en mr. G.A. Wagner, 1978
25. Arts en gegevensverwerking; redactie: ir. R.G.F. de Groot, 1979
26. Bos en hout voor onze toekomst; redactie: ir. T.K. de Haas, ir. J.H.F. van Apeldoorn en ir. A.C. Sjoerdsma, 1979
27. Steenkool voor onze toekomst; eindredactie: ir. A.C. Sjoerdsma, 1980

Overige uitgaven:

De innovatienota; een aanvulling; ir. H.K. Boswijk, dr. ir. J.G. Wissema en prof. W.C.L. Zegveld, 1980 (uitverkocht)

Deze publikaties zijn schriftelijk te bestellen bij:

Stichting Toekomstbeeld der Techniek

postbus 30424

2500 GK DEN HAAG

28. Distributie van consumentengoederen; informatie en communicatie in perspectief; redactie ir. R.G.F. de Groot, 1980 (ISBN 90 6275 052 4)
29. Wonen en techniek; ervaringen van gisteren, ideeën voor morgen; redactie: ir. J. Overeem en dr. G.H. Jansen, 1981 (ISBN 90 6275 053 2)
30. Biotechnology: a Dutch Perspective; edited by J.H.F. van Apeldoorn, 1981 (ISBN 90 6275 051 6)
31. Micro-elektronica in beroep en bedrijf: balans en verwachting; ir. H.K. Boswijk e.a., 1981 (ISBN 90 6275 064 8)

Bij deze studie behorende deelstudies zijn los verkrijgbaar

31-1 Micro-elektronica: de Rundveehouderij;

31-2 Micro-elektronica: de Grafische industrie en Uitgeverijen;

31-3 Micro-elektronica: Procesinnovatie in de sector Elektrometaal;

31-4 Micro-elektronica: Produktinnovatie van consumentenprodukten en diensten voor gebruik in huis;

31-5 Micro-elektronica: het Ontwerpproces;

31-6 Micro-elektronica: het Bankwezen;

31-7 Micro-elektronica: het Kantoor;

31-8 Micro-elektronica: het Reiswezen;

31-9 Micro-elektronica: de Belastingdienst.

32. Micro-elektronica voor onze toekomst; een kritische beschouwing; 1982 (ISBN 90 6275 089 3)

Publikaties 28 en later zijn verkrijgbaar bij de boekhandel of bij de uitgever:

Delftse Universitaire Pers

Mijnbouwplein 11

2628 RT DELFT.

Sinds in 1974 de Stichting Toekomstbeeld der Techniek uitkwam met de publikatie 'Energy Conservation; Ways and Means', is er in Nederland veel op energiebesparing gestudeerd en is er een begin gemaakt met de verwezenlijking van een groot aantal besparingsprojecten.

In de laatste zeven jaar is ook een groot aantal studies verricht naar energiebesparing in woningen en gebouwen.

Toch vraagt de verwarming van onze woningen en gebouwen nog steeds, evenals voor de eerste oliecrisis in 1973/1974, ongeveer 30% van het nationale energiegebruik. In geen enkele andere sector zijn zoveel mogelijkheden om tot besparing van energie te komen als juist in deze sector.

De Stichting Toekomstbeeld der Techniek heeft samen met het Projectbureau Energieonderzoek TNO, het Energieonderzoek Centrum Nederland en het Koninklijk Instituut van Ingenieurs een aantal vraagstukken op dit gebied behandeld. Daarbij komen o.a. de volgende belangrijke punten aan de orde:

- Wat zijn de voornaamste mogelijkheden voor beleidmakers, investeerders, architecten, installateurs en beheerders?
- Hoe moet uit deze mogelijkheden worden gekozen?
- Waarom komt besparing niet sneller tot stand?



delftse universitaire pers

