

UITBREIDING VAN HET WARMTEFRONT

Een technologiedynamische analyse van de uitbreiding
van lokale stadsverwarmingsnetten in Nederland

G.J. SCHAEFFER

Verantwoording

Dit rapport is geschreven in het kader van het verkrijgen van de graad van wijsgerig ingenieur door de auteur. Daartoe heeft er een stage bij ECN-Beleidsstudies plaatsgevonden in de periode oktober 1992 - april 1993. Als begeleiders hebben opgetreden J.M. Bais van ECN-Beleidsstudies en dr. C. Disco van de Faculteit Wijsbegeerte en Maatschappijwetenschappen van de Universiteit Twente. Dit rapport is een heruitgave van het afstudeerverslag dat in kleine oplage is verschenen in mei 1993.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	11
Literatuur	13
2. KENMERKEN VAN GROOTSCHALIGE TECHNOLOGISCHE SYSTEMEN: De systeembenadering van Thomas Hughes	15
2.1 Technologisch systeem als cultureel artefact	15
2.2 Fasen in de ontwikkeling van grootschalige technologische systemen	16
2.3 Overige concepten van Hughes' theorie	18
2.4 Korte samenvatting	21
Literatuur	22
3. CONSTRUCTIE VAN EEN TECHNOLOGIEDYNAMISCH RAAMWERK	23
3.1 Geschiedenis van de stadsverwarming in Nederland	23
3.1.1 Utrecht 1923, een sterk stijgende stroomvraag	24
3.1.2 Rotterdam 1949, brandstofbesparing in de wederopbouw	25
3.1.3 1973, de olie- en energiecrisis	28
3.1.4 1974-1980, strategische netwerken en kosmopoliete systeembouwers	29
3.1.5 1980-1985, sociale en maatschappelijke weerstand	31
3.1.6 1986-1989, financiële perikelen en kleinschalige WKK	34
3.1.7 1989-1992, nieuwe perspectieven voor stadsverwarming	36
3.2 Samenvatting en afbakening onderzoeksterrein	38
Literatuur	40
4. KLEINSCHALIGHEID	43
4.1 Diepe tegenstellingen over het energievraagstuk	45
4.2 De achtergronden van de kleinschaligheidsgedachte	46
4.2.1 Ivan Illich	47
4.2.2 Otto Ullrich	48
4.2.3 Ernst Friedrich Schumacher	50
4.2.4 Kort commentaar	52
4.3 De kleinschaligheidsgedachte tegenwoordig	52
Literatuur	54
5. HET LOKALE NIVEAU	57
5.1 Almere	57
5.1.1 Voorgeschiedenis	57
5.1.2 De plannen en de praktijk	59
5.1.3 1979-1982, worstelen met de techniek	61
5.1.4 1982-1983, sociale onrust, kolen en financiële zorgen	61
5.1.5 Het systeem maakt zich sterker	63
5.1.6 Groei en concessiegebieden	67
5.1.7 Grote financiële problemen	68
5.1.8 De slag om Almere-Stad/Oost	69
5.1.9 Organisationele hervormingen en financiële ontwikkelingen	71
5.1.10 De toekomst van stadsverwarming in Almere	72
5.2 Lelystad	74

5.2.1	De voorgeschiedenis	74
5.2.2	De geringe uitbreiding van het systeem	75
5.2.3	Overige ontwikkelingen en vooruitzichten	77
5.3	Uitbreiding van lokale stadsverwarmingssystemen	77
	Informatiebronnen	81
6.	UITBREIDING VAN HET WARMTEFRONT	83
6.1	Over welk systeem gaat het eigenlijk?	83
6.2	De rol van het momentum en de load factor bij uitbreiding	85
6.3	Reverse salients en critical problems	86
6.3.1	Analyse en synthese	86
6.3.2	Fronten van het systeem als raakvlakken met de omgeving	87
6.3.3	Soorten critical problems	88
6.3.4	Beschrijving van de fronten van het systeem van Almere	89
6.3.5	Most reverse salients	99
6.4	Het systeem en de ontwikkelingsfasen	99
6.5	Voorspellende waarde en sturing	100
6.5.1	Voorspellende waarde	101
6.5.2	Mogelijkheden tot sturing	102
6.6	Korte samenvatting	103
	Literatuur	104
7.	IS STADSVARWARMING HET NASTREVEN WAARD?	105
7.1	Duurzaamheid als normatief ijkpunt	105
7.2	De Brundtland-definitie	106
7.3	De natuur en duurzaamheid	106
7.3.1	Antropocentrische varianten: RMNO en de Club van Rome	108
7.4	Menselijke behoeften	115
7.4.1	Theorieën over menselijke behoeften	116
7.4.2	Universele kenmerken van de mens als fundament van zijn behoeften	118
7.4.3	De excentrische positie als structuurkenmerk van de mens	119
7.4.4	De excentrische positie van de mens en zijn mimetische begeerte	121
7.4.5	De excentrische positie van de mens en zijn behoeften	122
7.4.6	Samenvatting menselijke behoeften	122
7.5	Kenmerken van duurzaamheid	123
7.5.1	Minimalisatie milieubelasting en handelingsruimte voor de mens	123
7.5.2	Grootschaligheid en kleinschaligheid	124
7.6	Duurzaamheid en stadsverwarming	126
	Literatuur	128
8.	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	131
8.1	Conclusies	131
8.2	Aanbevelingen voor verder onderzoek	132
	Literatuur	133

SAMENVATTING

Probleemstelling

Stadsverwarming, waarmee in Nederland bedoeld wordt het op grote schaal gecombineerd opwekken van elektriciteit en warmte voor verwarmingsdoel-einden, is vrijwel onbetwist één van de milieuvriendelijkste methoden van ruimteverwarming. Recente studies wijzen uit dat het zowel voor nieuwbouw als voor bestaande bouw een economisch rendabele technologie is. In beleids-kringen leeft dan ook de verwachting dat de diffusie van deze technologie snel zal (moeten) plaatsvinden. Dit blijkt echter (nog) niet onmiddellijk te gebeu-ren. Dit soort discrepanties tussen verwachtingen en feitelijke ontwikkelingen schiep bij de unit Beleidsstudies Energie en Milieu van het Energie onderzoek Centrum Nederland (ECN) te Petten, waar deze afstudeeropdracht groten-deels is verricht, een bepaalde onvrede en de wens dat de wijze van diffusie van stadsverwarming op een grondige manier onderzocht werd. Dit is aanlei-ding geweest voor het doen van dit onderzoek. De *probleemstelling* luidt:

Hoe is de diffusie van stadsverwarming in Nederland te begrijpen? Welke factoren belemmeren danwel stimuleren het diffusiepatroon en op welke wijze vindt dit plaats?

Er zijn twee verschillende manieren van diffusie onderscheiden. Diffusie kan plaatsvinden door middel van *verspreiding*, d.w.z. dat er op een nieuwe lokatie een stadsverwarmingssysteem wordt geïntroduceerd, of door *uitbreiding* van reeds bestaande systemen. In dit onderzoek is er voor gekozen de aandacht te richten op de uitbreiding.

Theoretisch uitgangspunt

De theorie van Thomas Hughes over de ontwikkeling van grootschalige technologische systemen is als uitgangspunt genomen voor een theoretische benadering van de probleemstelling. Daarom wordt hiervan in hoofdstuk 2 een korte weergave gegeven. Deze theorie is opgesteld aan de hand van de geschiedenis van het ontstaan van elektriciteitsnetwerken op diverse plekken in de wereld tussen 1880 en 1930. Hughes gebruikt daarbij een *systeembena-dering* van de technologie. Een systeem omschrijft hij als een samenhangend geheel van interacterende componenten van heterogene aard. Een technolo-gisch systeem bevat dus niet alleen technische maar bijvoorbeeld ook econo-mische, sociale en geografische componenten, evenals waarden en normen. De ontwikkeling van een (succesvol) grootschalig technologisch systeem vindt in *fasen* plaats. Na de fase van uitvinding en ontwikkeling waarin de leidende personen als *inventor-entrepreneurs* kunnen worden aangemerkt volgen de fasen van technologie overdracht, groei en consolidatie, waarbij de leidende personen van *engineer-entrepreneurs* tot *manager-entrepreneurs* tot *financier-entrepreneurs* veranderen. Deze leidende persoonlijkheden duidt Hughes aan met de term *systeembouwers*. Deze systeembouwers doen er van alles aan om de groei van het systeem te waarborgen. Tijdens het uitbreiden is het van belang dat de verschillende heterogene componenten van het systeem met elkaar 'in de pas lopen'. Wanneer één van de componenten dat niet doet is er sprake van een achterblijvend deel van het systeemfront, een zogenaamde '*reverse salient*'. Zo'n reverse salient kan de groei van het systeem belemmeren en moet daarom uit de weg geruimd worden. Dit gebeurt door de reverse salients te vertalen in '*critical problems*' en daarvoor oplossin-

gen te zoeken. Door middel van dit proces vindt technologie ontwikkeling binnen het systeem plaats. Reverse salients ontstaan wanneer de feitelijke groei zoals gepercipieerd door de systeembouwers afwijkt van de door hen verwachte groei. Reverse salients hebben dus zowel een perceptieve als een normatieve component. De normatieve component weerspiegelt een aantal heersende maatschappelijke of persoonlijke waarden. In een kapitalistische maatschappij zijn reverse salients dan ook vaak economisch van aard. Dit komt tot uiting in het belang van de *load factor*, de gemiddelde belasting over een bepaalde tijdperiode gedeeld door de maximale belasting die het systeem aan kan. Een technologisch systeem zal streven naar het verhogen van deze *load factor*. Naast deze begrippen neemt het begrip *momentum*, waarmee Hughes de schijnbare autonomie van de ontwikkeling als gevolg van het incorporeren van het systeem van steeds meer technische installaties, mensen en middelen en de richting van de groei aanduidt, een belangrijke plaats in zijn theorie.

Een technologiedynamisch kader

Met deze theoretische begrippen in het achterhoofd is in hoofdstuk 3 de geschiedenis van stadsverwarming in Nederland beschreven. Tot de energiecrisis in 1973 waren er alleen in Utrecht (vanaf 1923) en in Rotterdam stadsverwarmingssystemen. Na de energiecrisis begon de overheid stadsverwarming sterk te stimuleren. Er werden tientallen haalbaarheidsstudies gedaan, maar op slechts 16 lokaties kwamen nieuwe stadsverwarmingssystemen van de grond. Dit kwam voornamelijk door een grote sociale en maatschappelijke weerstand die onder andere vanuit de milieubeweging kwam. Deze had bezwaar tegen het grootschalige karakter van deze bijdrage aan een oplossing van het energieprobleem. De wel opgestarte systemen begonnen over het algemeen langzaam maar zeker te groeien, maar ontmoetten veel sociale en financiële problemen. Stadsverwarming werd lange tijd gezien als een financieel bodemloze put. Sinds 1989 is er onder andere vanwege de hernieuwde aandacht voor het milieu weer meer belangstelling voor gekomen. De uitbreiding van de bestaande systemen gaat door en er is gepland de komende jaren een aantal nieuwe systemen te beginnen.

Aan de hand van de geschiedenis van stadsverwarming in Nederland is er een technologiedynamisch kader gecreëerd, waarmee de probleemstelling te lijf kan worden gegaan. Stadsverwarming in Nederland is dan te beschrijven als een flink aantal fysisch niet gekoppelde lokale stadsverwarmingssystemen die met elkaar verbonden zijn via een netwerk van organisaties en (onderzoeks-)instellingen waar o.a. de stand der techniek wat betreft stadsverwarming in Nederland vorm krijgt. Naar analogie van de onderscheiding lokaal-kosmopoliet die wordt gemaakt in theorieën over technische kennisontwikkeling, kan hier worden gesproken van een *kosmopoliet systeemniveau*. Een belangrijk deel van het technologie ontwikkelingsproces (het vertalen van reverse salients in critical problems en het zoeken en vinden van oplossingen daarvan) vindt op het kosmopoliete systeemniveau plaats. Verder treden actoren uit het kosmopoliete systeemniveau op als vertegenwoordigers van de stadsverwarmingswereld in het relevante sociaal actor netwerk waarin o.a. met de overheid en vertegenwoordigers van concurrerende verwarmingstechnologieën (zoals gas) een politiek spel wordt gespeeld om zo gunstig mogelijke randvoorwaarden voor de diffusie en ontwikkeling van stadsverwarming te creëren. Ook op lokaal niveau is zo'n actor-netwerk te onderscheiden. Hierin treden bijvoorbeeld woningbouwverenigingen, de gemeentelijke overheid, bewoners-

(hoe blijft het systeem financieel overeind en kan het de uitbreiding bekostigen?), een *geografisch front* (hoe verlopen geografische ontwikkelingen in de omgeving, zoals het woningbouwprogramma en op welke wijze gaat het systeem daarmee om?) en een *politiek front* (hoe gaat het systeem om met nationale en lokale politieke doelstellingen die uitkomst zijn van politieke consensusvorming) te onderscheiden. De systeembouwers hebben drie oplossingsdomeinen tot hun beschikking waarmee ze de strijd op de verschillende fronten kunnen leveren of m.a.w. waarin ze reverse salients in critical problems kunnen vertalen en waarbinnen ze naar oplossingen hiervoor kunnen zoeken. In de eerste plaats de *techniek*, in de tweede plaats kunnen ze verbindingen aangaan en weer verbreken met andere sociale actoren (het systeem als een soort *Latouriaans punt*) en ten derde kunnen ze gebruik maken van *voortlichting, propaganda en andere p.r.-middelen*. Deze middelen worden in grotere mate op een bepaald front ingezet naarmate de systeembouwers deze als zorgelijker ervaren dan anderen. De mate van zorgelijkheid op een bepaald moment ten opzichte van een periode ervoor of erna en ten opzichte van de andere systeemfronten kan worden ingeschat door de mate en de inhoud van het gebruik van de manipuleerbare variabelen door de systeembouwers te analyseren. Dit is voor elk van de fronten van het systeem van Almere gedaan waarbij zowel naar de ontwikkelingen, gebeurtenissen en activiteiten in de lokale en nationale omgeving, de lokale en nationale actornetwerken is gekeken. Aangegeven is hoe de lokale en kosmopoliete systeembouwers met behulp van de bovengenoemde manipuleerbare variabelen of oplossingsstrategieën er in Almere in geslaagd zijn de groei van het systeem te laten continueren en het systeem steeds meer momentum te geven. Daarbij konden sommige oplossingen voor critical problems gebruikt worden om meerdere reverse salients tegelijk uit de weg te ruimen of m.a.w. om tegelijkertijd strijd te leveren op verschillende fronten. In andere gevallen ging de strijd op het ene front ten koste van het andere. In dat soort gevallen ging de meeste aandacht en zorg uit naar wat de systeembouwers zagen als de 'most reverse salient'. Verder kunnen er aan de hand van deze technologiedynamische beschouwing inschattingen van toekomstige technologische ontwikkelingen worden gemaakt en aanbevelingen worden gedaan om deze technologie te stimuleren.

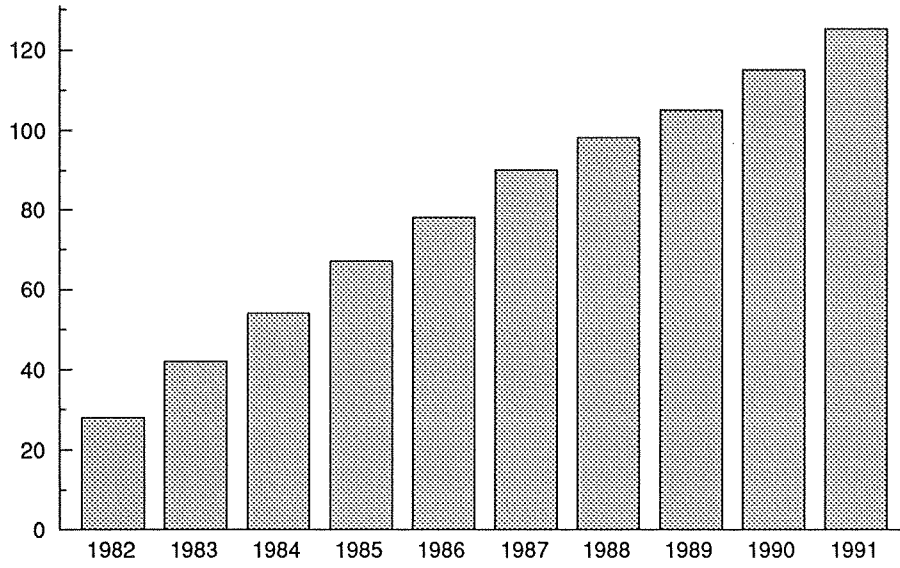
Stadsverwarming en duurzaamheid

Als er inzicht is verkregen in de dynamica van een technologie als stadsverwarming en er naar aanleiding daarvan aangegeven kan worden op wat voor manieren de diffusie en ontwikkeling beïnvloedbaar is, wordt de vraag of dat inderdaad ook moet gebeuren relevant. Is de stadsverwarmingstechnologie het waard om nagestreefd te worden en zo ja in welke vorm of onder welke voorwaarden? Om deze vraag te beantwoorden is in hoofdstuk 7 bekeken of stadsverwarming een bijdrage kan leveren aan een duurzame ontwikkeling. Dat duurzame ontwikkeling een goede zaak is wordt algemeen aanvaard, over de invulling van dat begrip lopen de meningen echter nogal uiteen. Deze verschillen in invulling van het duurzaamheidsbegrip kunnen op milieufilosofische manier geïdentificeerd worden als verschillen in de attitude ten aanzien van de mens-natuur verhouding. Antropocentrische visies op de mens-natuur verhouding leveren andere omschrijvingen op van het duurzaamheidsbegrip dan meer ecocentrisch gerichte visies. De definitie van duurzame ontwikkeling uit het Brundtlandrapport (een zodanige ontwikkeling dat we in onze behoeften voorzien zonder dat de behoeften van komende generaties worden aangetast) kan als een antropocentrische worden aangemerkt. In dit kader kan stadsverwarming als energiebesparende en emissie-arme technologie een bijdrage

leveren aan een duurzame ontwikkeling mits er ook instrumenten worden ontwikkeld en toegepast die de groei van de bevolking en de welvaart kunnen ombuigen naar een stabilisatie daarvan. Verder is via een doordenking van de aard van menselijke behoeften aan het duurzaamheidsbegrip een sociale inhoud gegeven. Daaruit volgde de conclusie dat een samenleving, zoals een (eco-)fascistische, die geen rekening houdt met de wezenlijke behoeften van de mens die het gevolg zijn van het universele menselijke kenmerk van zijn of haar excentriciteit in tegenspraak is met het duurzaamheidsbegrip zelf. Hetzelfde geldt voor duurzame technologieën. Naast het criterium van milieuvriendelijkheid moeten technologieën mensen ook voldoende 'handelingsruimte' bieden om duurzaam te mogen heten. De combinatie van milieuvriendelijkheid en handelingsruimte vraagt om een juiste balans tussen groot- en kleinschaligheid en voldoende flexibiliteit. Stadsverwarming biedt in dit verband mogelijkheden om een duurzame technologie te worden. Het systeem kan zodanig ontworpen worden dat aan de criteria van milieuvriendelijkheid en handelingsruimte kan worden voldaan en de warmtebronnen kunnen steeds milieuvriendelijker worden en tenslotte alleen nog door vervangbare energiebronnen worden gevoed. In het kader van duurzaamheid is het wenselijk dat het beleid van de overheid en de activiteiten van de systeembouwers hierop gericht worden.

Plaatsen in Nederland met stadsverwarming in 1991 en het verloop van het totaal aantal stadsverwarmingsaansluitingen in de tijd.

Aantal aansluitingen op stadsverwarming (x 1000)



1. INLEIDING

Wat is stadsverwarming

De Romeinen hadden het al: stadsverwarming. Op een centrale plaats werd er water verwarmd dat door een buizenstelsel naar de rijke patriciërshuizen werd gedistribueerd waar het in de vloeren en de muren de warmte afgaf. Het principe van de huidige stadsverwarmingssystemen is niet anders. De schaal is wellicht wat groter. Eén centrale warmtebron levert de warmte voor een groot deel van een stad en deze warmte wordt via een zelfde soort buizenstelsel gedistribueerd en de warmte wordt via radiatoren aan de woningen en kantoren afgegeven. De moderne stadsverwarmingssystemen in Europa komen sinds het begin van deze eeuw voor en zijn vaak gekoppeld aan de elektriciteitsproductie. De restwarmte die bij de elektriciteitsproductie vrijkomt (een gemiddelde centrale heeft een elektrisch rendement van circa 40%) wordt op deze manier nuttig gebruikt. Als er in Nederland gesproken wordt over stadsverwarming dan wordt dan ook bedoeld het op grote schaal gecombineerd opwekken van elektriciteit en warmte voor verwarmingsdoeleinden.

Probleemstelling

Met de modernste opwekmethode is stadsverwarming op dit moment vrijwel onbetwist één van de milieuvriendelijkste manieren van ruimteverwarming. In Nederland is deze technologie echter nog nauwelijks van de grond gekomen. Het marktaandeel in de ruimteverwarmingsmarkt omvat momenteel 2% à 3%. Recente onderzoeken wijzen uit dat vanuit economisch oogpunt stadsverwarming rendabel is (Du Pré en Van Bussel, 1992). Her en der leeft dan ook de verwachting (of de wens) dat diffusie van de stadsverwarmingstechnologie snel zal plaatsvinden. Vooralsnog blijkt dit in de praktijk tegen te vallen. Bij het implementatieproces spelen vele belangen, organisaties en instituties een rol en dit lijkt een belemmerende invloed te hebben op het diffusieproces. Bij de unit Beleidsstudies van het Energie onderzoeks Centrum Nederland (ECN) te Petten, waar dit afstudeeronderzoek verricht is, schied dit soort discrepanties tussen verwachtingen en feitelijke ontwikkelingen die worden aangeduid als 'institutionele problemen' een bepaalde onvrede. Het vraagt naar een beter inzicht in de wijze waarop de diffusie van een technologie als stadsverwarming plaatsvindt. De probleemstelling van dit onderzoek is dan ook:

Hoe is de diffusie van de stadsverwarmingstechnologie in Nederland te begrijpen? Welke factoren bevorderen danwel belemmeren het diffusiepatroon en op welke wijze vindt dit plaats?

Wijzen van diffusie

Op dit moment zijn er in Nederland 14 verschillende stadsverwarmingsnetten die noch aan elkaar gekoppeld zijn noch in de nabije toekomst aan elkaar gekoppeld zullen worden. Diffusie van stadsverwarming in Nederland kan op twee manieren plaatsvinden. In de eerste plaats kan er op een lokatie waar nu geen stadsverwarmingsnet ligt, besloten worden zo'n net aan te leggen. Deze manier van diffusie wordt in dit verslag aangeduid met *verspreiding*. Een andere manier van diffusie vindt plaats wanneer lokale stadsverwarmingssystemen zich uitbreiden. Dit wordt in dit verslag dan ook aangeduid met *uitbreiding*. Dit onderzoek richt zich met name op de uitbrei-

ding. Uitbreiding van een lokaal systeem vindt over een bepaalde tijdsperiode plaats. In deze periode vinden er binnen het beschouwde systeem en zijn omgeving echter ook veranderingen plaats bijvoorbeeld in de technische, organisatorische en economische structuur ervan. Met andere woorden, het systeem ontwikkelt zich. Inzicht in de *ontwikkeling* van stadsverwarming, waarmee het veranderingsproces van een technologie als geheel wordt bedoeld, is dan ook onontbeerlijk voor een goed begrip van de uitbreiding.

Theoretisch kader

Uitbreiding vindt op lokaal niveau plaats. Voor een beter begrip van het uitbreidingsproces moet dus een stadsverwarmingsnet op lokaal niveau bekeken worden. Zo'n stadsverwarmingsnet staat niet op zichzelf. Voor het tot stand brengen, het in stand houden en het uitbreiden ervan is naast de technische ook een organisatorische, sociale, politieke en economische (infra-)structuur nodig. In deze opzichten doet stadsverwarming veel denken aan andere technologieën zoals het gasdistributie- of het elektriciteitsnetwerk. Er is niet alleen sprake van een technologie, maar van een *technologisch systeem*. De ontwikkeling van technologische systemen is geconceptualiseerd door Thomas Hughes aan de hand van de ontwikkeling van elektriciteitsnetwerken aan het eind van de vorige/begin deze eeuw in de Verenigde Staten, Duitsland en Engeland (Hughes, 1983). Het ligt dus voor de hand zijn theoretische begrippen, zoals *momentum*, *reverse salient*, *critical problems* en *load factor* te gebruiken bij het conceptualiseren van de ontwikkeling van stadsverwarming in Nederland. Hier zitten echter enige haken en ogen aan. Aan de ene kant kan stadsverwarming in Nederland niet beschouwd worden als één systeem. Er zijn immers 14 aparte netwerken met ieder hun eigen organisatorische, technische en financiële structuur. Aan de andere kant kunnen deze systemen niet helemaal los van elkaar beschouwd worden. Ten eerste zijn deze systemen ingebed in dezelfde Nederlandse samenleving, m.a.w. ze hebben gemeenschappelijke sociale, maatschappelijke en politieke cultuur. Daarnaast hebben deze systemen via een netwerk van overkoepelende organisaties, onderzoeksinstituten en overheidsinstellingen veel meer met elkaar te maken dan met willekeurige systemen in het buitenland. Dit netwerk vormt een soort overkoepelend niveau. Via dit netwerk vindt een deel van de (technologie-)ontwikkeling van stadsverwarming plaats. Naar analogie van de onderscheiding die in theorieën over technologische kennis wordt gemaakt tussen een laag (lokaal) niveau en een hoog (kosmopoliet) niveau, wordt dit netwerk, waarin o.a. de *stand der techniek* wat betreft stadsverwarming in Nederland zich constitueert, aangeduid als het *kosmopoliete systeemniveau*. Met deze amendering op Hughes' theorie over de ontwikkeling van technologische systemen, kan de uitbreiding van stadsverwarmingssystemen in Nederland theoretisch te lijf worden gegaan.

Indeling van het verslag

Na deze inleiding zal eerst nader worden ingegaan op de theoretische begrippen van Hughes' systeembenadering van technologie ontwikkeling (hoofdstuk 2). Omdat, zoals hierboven aangegeven, uitbreiding niet te begrijpen is zonder de context te kennen waarin deze uitbreiding plaatsvindt, zal aan de hand van de geschiedenis van stadsverwarming in Nederland en met gebruikmaking van de geamendeerde versie van Hughes' systeemtheorie een breder technologiedynamisch raamwerk worden geconstrueerd (hoofdstuk 3). Eén van de opvallende aspecten in de geschiedenis van stadsverwarming in Nederland is

de grote maatschappelijke weerstand tegen de diffusie van stadsverwarming aan het eind van de jaren '70 en begin jaren '80 die onder andere voortkwam uit de toenmalige milieubeweging. Deze weerstand had onder andere te maken met het kleinschaligheidsdenken dat grote weerklank vond in deze sociale beweging. In hoofdstuk 4 zal worden ingegaan op de sociale en ideologisch achtergronden van het kleinschaligheidsdenken binnen de milieubeweging. Hiermee wordt een gedeelte van de filosofische component ingevuld. In hoofdstuk 5 wordt aan de hand van eigen onderzoek een beschrijving gegeven van het ontwikkelings- en uitbreidingsproces van twee lokale stadsverwarmingssystemen te weten Almere en Lelystad. In Almere is die uitbreiding min of meer voorspoedig verlopen in tegenstelling tot het systeem in Lelystad. Vergelijking van deze twee cases geeft inzicht in wat voor soorten factoren de uitbreiding van een lokaal stadsverwarmingssysteem beïnvloeden. In hoofdstuk 6 wordt het in hoofdstuk 3 ontwikkelde technologiedynamische raamwerk meer systematisch in verband gebracht met de uitbreiding op lokaal niveau. Naast inzicht in het uitbreidingsproces, levert dit ook aangrijpingspunten voor sturing en inschattingen van toekomstige technologische ontwikkelingen op. Met deze resultaten komt de normatieve vraag naar voren of het ook wenselijk is de diffusie van stadsverwarming en de ontwikkeling van deze technologie te stimuleren. Om deze normatieve vraag te behandelen wordt in hoofdstuk 7 het begrip duurzaamheid als normatief ijkpunt genomen. Duurzaamheid (of duurzame ontwikkeling) is echter niet een eenduidig en helder begrip en behoeft een nadere reflectie en uitwerking. Hiermee wordt de filosofische component van dit afstudeerverslag voltooid. Na het duurzaamheidsbegrip nader gespecificeerd te hebben wordt bekeken of en onder welke voorwaarden stadsverwarming hieraan voldoet. Conclusies en aanbevelingen voor verdere studie volgen in het laatste hoofdstuk.

Literatuur

F. van Bussel, B. du Pré, *Voorstudie potentieelraming stadsverwarming*, NOVEM, Apeldoorn, 1992.

T.P. Hughes, *Networks of Power; Electrification in Western society 1880-1930*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1983.

2. KENMERKEN VAN GROOTSCHALIGE TECHNOLOGISCHE SYSTEMEN

De systeembenadering van Thomas Hughes

In de westerse samenleving spelen verschillende grootschalige technologieën een belangrijke rol. Zonder spoorwegen, autosnelwegen, vliegverkeer, energie- en communicatienetwerken is het huidige leven ondenkbaar. Maar hoe zijn deze technologieën tot stand gekomen. Hoe zijn ze geworden tot wat ze nu zijn? Had het anders kunnen lopen of verloopt de ontwikkeling zo autonoom dat niemand er eigenlijk invloed op kan uitoefenen?

Dit soort vragen behelzen de vraag naar de dynamica van een technologische ontwikkeling en in het bijzonder naar de dynamica van grootschalige technologieën. Deze vraag wordt nog interessanter als er min of meer algemene kenmerken voor de ontwikkeling van grootschalige technologieën aan te geven zouden zijn. Inzicht in de dynamica van een technologie kan leiden tot een betere inschatting van de richting waarin zo'n technologie zich ontwikkelt of ontwikkeld wordt. Bovendien kan het mogelijke aangrijpingspunten tot sturing aangeven.

Een manier om inzicht te krijgen in de ontwikkeling en dynamica van een grootschalige technologie is het grondig bestuderen van een bestaand exemplaar. Dat is wat Thomas Hughes heeft gedaan met het bestuderen van het ontstaan en de daaropvolgende ontwikkeling van elektriciteitsnetten. Eind vorige eeuw werd het eerste elektrische distributienetwerk uitgevonden en ontwikkeld in New York door Edison. Verder bestudeert Hughes de manier waarop het concept van een elektriciteitsnetwerk een vervolg kreeg in Londen en Berlijn en hoe regionale en nationale netwerken ontstonden in de loop van de jaren '20 en '30. Aan de hand van deze studie die op een heel leesbare manier is weergegeven in zijn hoofdwerk *Networks of Power* (1983), heeft Hughes een theorie met daarin een aantal concepten voorgesteld om grootschalige technologieën te beschrijven. Dit hoofdstuk zal deze theoretische concepten behandelen. Eerst zal het door Hughes' gebruikte systeembegrip worden besproken. Daarna zal worden ingegaan op de door hem aangeduide fasen die naar zijn idee te onderscheiden zijn in de ontwikkeling van een grootschalige technologie. Daarna zullen een aantal begrippen die hij hierbij gebruikt nader worden bekeken. Tenslotte zal in een korte samenvatting de onderlinge verbanden tussen de verschillende begrippen duidelijker worden.

2.1 Technologisch systeem als cultureel artefact

Hughes hanteert bij zijn beschrijving van grootschalige technologieën een systeembenadering. Een precieze definitie van het systeembegrip geeft hij niet. Dat stelt hem in staat het begrip 'losjes' te hanteren. Niet alleen gebruikt hij de term 'systeem' voor een 'technisch' (sub-)systeem zoals een elektriciteitstransportsysteem (hoogspanningsleidingen bijvoorbeeld), maar ook past hij dit concept toe om een geheel van interacterende componenten, technisch en niet-technisch aan te geven. Een grootschalig technologisch systeem bevat dan niet alleen technische maar bijvoorbeeld ook institutionele,

economische, sociale en geografische componenten, evenals waarden en normen. De interactie met de maatschappij zit in deze systemen ingebakken. Als cultureel artefact weerspiegelen ze zowel het verleden als het heden. Een systeem is niet een gesloten geheel. Technologie-ontwikkeling verklaren alleen aan de hand van een interne dynamica heeft dan ook geen zin. Juist de manier waarop het systeem, met zijn interne dynamica, interacteert met zijn omgeving en de wijze waarop die omgeving er uit ziet, bepaalt de richting waarin een technologisch systeem zich ontwikkelt.

Met systeem wordt dus een samenhangend geheel van interacterende componenten van verschillende aard bedoeld. Dat wat niet onder systeemcontrole staat maar wel invloed heeft op het systeem, heet de omgeving. Het systeem probeert zo goed mogelijk om te gaan met deze omgeving. Het probeert zich er niet alleen aan aan te passen, maar probeert ook de omgeving aan zichzelf aan te passen. Delen van de omgeving kunnen zo tot het systeem gaan behoren.

2.2 Fasen in de ontwikkeling van grootschalige technologische systemen

Uitvinding en ontwikkeling

In de ontwikkeling van grootschalige technologische systemen zijn verschillende fasen te onderscheiden. In de eerste fase ligt er een sterke nadruk op uitvindingen en ontwikkeling van het systeem¹. Talloze, vooral technische problemen spelen in deze fase een rol. De belangrijkste personen in deze fase zijn technische professionals. Maar omdat het systeem ook aan de man gebracht moet worden, zijn ondernemerscapaciteiten onontbeerlijk. Hughes kenmerkt de leidende persoonlijkheden (de *systeembouwers*, zie 2.3) dan ook met de term *inventor entrepreneur*. De belangrijkste uitvindingen tijdens deze eerste fase zijn vaak *radicaal* van aard, ze maken een nieuw technisch systeem mogelijk. *Conservatieve* uitvindingen verbeteren de systeemcomponenten en daardoor het systeem. Soms kan een radicale uitvinding ook plaatsvinden als het oorspronkelijke systeem al in een redelijk gevorderd stadium van zijn ontwikkeling is.²

-
- 1 Bij Edison spreekt de uitvinding van de gloeilamp tot grote verbeelding maar daarnaast moesten ook andere componenten van het systeem uitgevonden of aan de andere componenten aangepast worden. De grote verdienste van Edison was niet zozeer dat hij de gloeilamp uitvond alswel een geheel systeem en dat in zo'n systeem alle componenten op elkaar afgestemd waren.
 - 2 De uitvinding van de transformator waardoor elektrische energie met behulp van hele hoge spanningen over veel grotere afstanden kon worden getransporteerd betekende uiteindelijk het einde van de tot dan toe bestaande gelijkspanningssystemen. Deze 'vervanging' gebeurde niet van de ene dag op de andere. Door conservatieve uitvindingen (verbeteringen aan de generatoren bijvoorbeeld) verbeterde het gelijkspanningssysteem zich zodanig dat nog tot het eind van de jaren '20 gelijkspanningsnetwerken voorkwamen.

Technologie overdracht

Als een technisch systeem eenmaal min of meer succesvol is geïntroduceerd op een bepaalde lokatie, worden er vaak ook op andere lokaties pogingen gedaan zo'n systeem op te zetten. Het vergroten van de bekendheid van het systeem vindt o.a. via tentoonstellingen, artikelen en demonstratiemodellen plaats. Vervolgens worden er door de ontwerpers van het oorspronkelijke systeem, vaak in overleg met personen op lokaal niveau, plannen gemaakt om het systeem op andere lokaties te introduceren. Er vindt dan technologie overdracht plaats. Maar deze technologie overdracht verloopt niet zomaar. Iedere lokatie heeft zijn eigen specifieke kenmerken. Deze kunnen sociaal, cultureel, juridisch, geografisch, economisch, organisatorisch, of van welke andere aard dan ook zijn. De wijze waarop een geslaagde variant van het oorspronkelijke systeem eruit ziet hangt dan ook van dit soort kenmerken af. Het succes van de technologie overdracht wordt sterk bepaald door de mate waarin deze aan de lokale omstandigheden aangepast is.³

Groei

De volgende fase van een technologisch systeem wordt gekenmerkt door groei. In dit groeiproces zullen niet alle componenten (technische en niet-technische) van het systeem even hard meegroeien waardoor de totale groei belemmerd kan worden. Deze 'achterlopende' componenten duidt Hughes aan met de term 'reverse salient' (zie paragraaf 3). Wanneer deze belemmeringen kunnen worden vertaald in oplosbare problemen ('critical problems') en deze oplossingen inderdaad gerealiseerd worden, kan het systeem weer verder groeien indien er genoeg vraag naar het produkt is. Dit proces herhaalt zich dan, omdat de nieuwe groei op haar beurt weer problemen oplevert. Dit kan zich vele malen herhalen, waardoor het systeem kan blijven groeien. Als dit groeiproces enige tijd doorzet, krijgt het systeem een 'eigen dynamiek', het groeien wordt als het ware een van de kenmerken van het systeem en het zal steeds moeilijker worden de richting van de ontwikkeling bij te sturen. Deze eigen dynamiek of 'momentum' (zie paragraaf 3) geeft zo'n technologie de schijn van autonomie.

Tijdens het groeiproces verandert de aard van de problemen. In het begin zijn deze vooral technisch van karakter, maar wanneer het systeem steeds ingewikkelder en technischer wordt en bovendien sterk groeit, worden management problemen steeds belangrijker.

Planning en consolidatie

Wanneer het systeem een aanzienlijke eigen dynamiek heeft ontwikkeld en het een essentieel onderdeel is uit gaan maken van de maatschappij, wordt het zaak het systeem zo goed mogelijk te beheren, de toekomstige vraag in te schatten en daarop te plannen. De positie van het systeem in de maatschappij

3 Hughes illustreert deze kenmerken van technologie overdracht aan de hand van de pogingen het technologisch systeem van het elektriciteitsnetwerk dat ontworpen was voor een gedeelte van de stad New York te introduceren in de steden Berlijn en London. In het eerste geval lukt dat wel, maar vergde wel enige flinke aanpassingen. In het tweede geval lukte het in eerste instantie niet. Dit kwam vooral door de afwijkende wetgeving en cultuur in Groot-Brittannië en economische omstandigheden. Pas enige jaren later kwamen er in Engeland elektriciteitsnetwerken van de grond.

raakt dan geconsolideerd. Bij het plannen gaat het erom de kapitaalinvesteringsen zo goed mogelijk te spreiden. De problemen en activiteiten om deze op te lossen zijn dan vooral financieel van aard.

Relativiteit tijdsvolgorde fasenmodel

Dit fasenmodel moet overigens niet te strak worden opgevat in die zin dat ze in de tijd altijd na elkaar zouden plaatsvinden. Zoals gezegd kunnen kenmerken uit de eerste fase ook later optreden. Verder kan technologie overdracht naar een bepaalde lokatie, optreden wanneer op andere lokaties de laatste fase al bereikt is. Maar het globale patroon geeft wel de gegeven volgorde van fasen aan.

2.3 Overige concepten van Hughes' theorie

Systeembouwers

Een groot technologisch systeem komt niet zomaar tot stand en breidt zich niet zomaar uit. Daarvoor zijn mensen binnen het systeem nodig die niet alleen in het systeem geloven, maar ook in staat zijn het systeem op te bouwen. Dat betekent dat zowel de problemen binnen het systeem moeten worden opgelost als dat het systeem naar buiten toe verdedigd en gepromoot moet worden. Systeembouwers geven aan waar de knelpunten zitten en zorgen ervoor dat deze door henzelf of anderen worden opgelost. Zoals is gebleken uit het fasenmodel verandert de aard van de systeembouwers in de loop van het ontwikkelingsproces van het systeem. Ondernemend zijn deze systeembouwers allemaal, maar in het begin zijn ze vooral technisch gericht (engineer-entrepreneurs), tijdens de groeifase gaat het erom de groei in juiste banen te leiden en goed te managen (manager-entrepreneurs) en in de consolidatiefase gaat het vooral om een goed beheer (financier-entrepreneurs).

Reverse salient en critical problems

Het begrippenpaar reverse salient en critical problems vormt de kern van Hughes theorie over technologie-ontwikkeling binnen een technologisch systeem. De term reverse salient komt oorspronkelijk uit het militaire jargon en werd vooral veel gebruikt tijdens de Eerste Wereldoorlog. Het geeft een deel van een oprukkend front aan dat oorspronkelijk in de pas loopt met de rest van het front, maar nu door allerlei redenen achterop is komen te liggen. Zo'n reverse salient belemmert een snelle opmars van het front als geheel. Dit concept vertaalt Hughes naar een technologisch systeem. Een technologisch systeem is heterogeen van aard en voor systeemuitbreiding moeten de 'fronten' van alle gebieden min of meer met elkaar 'in de pas lopen'. Gebeurt dit niet doordat één van de fronten 'achterloopt' dan stagneert de groei. Zo'n achterliggend front duidt Hughes aan met de term reverse salient. Het onderkennen van reverse salients gebeurt door de systeembouwers die daarmee aangeven dat het actuele ontwikkelingspatroon niet strookt met het hypothetische ontwikkelingspatroon dat zij graag zouden zien. Om reverse salients aan te pakken moet deze eerst vertaald worden in één of meer critical problems. Terwijl de reverse salients van allerlei aard zijn (bijvoorbeeld economisch) richt de formulering van de critical problems zich meestal op een technische oplossing. Om de critical problems op te lossen en zo de reverse salient te

eliminieren worden er uitvindingen gedaan en wordt de techniek verder ontwikkeld.⁴

Load factor en economische mix

Reverse salients zijn altijd perceptief van aard. Dat wil zeggen dat het benoemen van een reverse salient en/of de daarbij behorende critical problems te maken heeft met de manier waarop de systeembouwers de ontwikkeling van het systeem en de relatie met de omgeving inschatten en de manier waarop zij graag zouden zien dat dit gebeurt. Behalve een perceptieve component hebben reverse salients dus ook een normatieve component. Deze normatieve component weerspiegelt een aantal heersende maatschappelijke of persoonlijke waarden. Systemen die opkomen in een kapitalistische maatschappij met een sterke nadruk op economische waarden, leveren dan ook vaak reverse salients op die economisch van aard zijn. Bij grootschalige kapitaalintensieve systemen zoals het elektriciteitsnetwerk en stadsverwarming, komt dit naar voren in het belang van de load factor. De load factor van een gebruiker, een groep van gebruikers of een geheel systeem is de gemiddelde belasting over een bepaalde tijdsperiode gedeeld door de maximale belasting (in het geval van een geheel systeem betekent dit de maximale belasting die het systeem aankan). Een technologisch systeem zal in het gros van de gevallen streven naar het verhogen van de load factor en de technologische ontwikkeling zal daarop gericht zijn. Het begrip heeft te maken met pieken en dalen. Een manier om de load factor te verhogen is er voor te zorgen dat klanten met verschillende gebruikspatronen zijn aangesloten. In het ideale geval vallen de pieken van de ene gebruikersgroep tijdens de dalen van de andere en compenseren ze elkaar precies.⁵

Beschrijft het begrip load factor wat er aan de vraagzijde gebeurt, het begrip economische mix houdt hetzelfde in, maar nu betrokken op de produktiezijde. Dit begrip geeft aan dat in een systeem de produktie van verschillende

-
- 4 Een voorbeeld kan het reverse salient-critical problem mechanisme duidelijker maken. Een economische reverse salient van het door Edison geplande elektrische netwerk voor de stad New York waren de hoge distributiekosten. Met deze kosten zouden zijn lampen bij lange na niet kunnen concurreren met gaslicht. Voor de hoeveelheden stroom die door het netwerk zouden lopen had hij hele dikke koperdraden nodig. Na enig denk- en rekenwerk met de wetten van Ohm en Joule kwam hij er achter dat wanneer de spanning van het net hoger lag, dezelfde energie kon worden getransporteerd met lagere elektrische stroom wat betekende dat de transportleidingen dunner konden worden zodat er net zo weinig (of veel) transportverliezen optraden (het eerste critical problem opgelost). Wel moest dan de weerstand van de lampen veel hoger liggen. Die bestond nog niet. Zo'n lamp moest dus nog worden uitgevonden. Daarop richtte Edison vervolgens zijn inventiviteit. De oplossing van dit 'critical problem' elimineerde deze reverse salient van zijn systeem.
 - 5 Een concept dat tegenwoordig in dit verband ook gebruikt wordt maar net even wat anders is, is de gelijktijdigheidsfactor. Dit is de werkelijke maximale belasting als resultaat van het gebruik van de afnemers in een systeem gedeeld door de theoretische maximale belasting dat veroorzaakt zou kunnen worden als het totale bij de gebruikers opgestelde vermogen tegelijkertijd wordt ingezet van datzelfde systeem. In tegenstelling tot de load factor zal het systeem proberen deze factor te verlagen zodat met dezelfde produktiecapaciteit meer afnemers bediend kunnen worden. In zo'n geval kan de totale produktiecapaciteit een stuk lager liggen dan de som van de bij het klanten opgestelde vermogen.

bronnen kan komen en dat het erom gaat dit zo optimaal mogelijk te regelen. Ook de produktiezijde kan tijdsafhankelijk zijn (zo kunnen rivieren alleen maar bijdragen aan de elektriciteitsproduktie als ze niet bevroren zijn). De afstemming van de tijdsafhankelijke produktie op de tijdsafhankelijke vraag levert een hele set technische vraagstellingen op en bepaalt mede de aard van de technologische ontwikkeling van een systeem.

Soorten van groei

Het streven naar het verhogen van de load factor en de optimaal economische mix vormen stimulansen tot groei. Bepaalde technologische ontwikkelingen worden sterk bepaald door de manier waarop de economische mix wordt gevormd.⁶ Met het in gebruik nemen van nieuwe produktiebronnen wordt de load factor van het systeem verlaagd waardoor er druk ontstaat het systeem uit te breiden. Dit uitbreiden (groeien) kan op verschillende manieren plaatsvinden. In de eerste plaats kan er meer van dezelfde door het produkt geleverde dienst op de afzetmarkt worden aangeboden (bijvoorbeeld door te proberen meer lampen te verkopen). Dit kan worden aangeduid met horizontale groei. Maar om de load factor sterker te verhogen zal ook gekeken worden naar groepen afnemers die het produkt gebruiken op andere tijdstippen. Om dit te bereiken kan er voor gekozen worden om ook andere diensten aan te bieden (zoals elektrisch vervoer d.m.v. trein of tram). Dit kan worden aangeduid met verticale groei. Zo'n diversiteit van aangeboden diensten kan de groei van een systeem sterk stimuleren. Deze nieuwe diensten bieden weer een scala aan technische ontwikkelingsmogelijkheden en groeimogelijkheden van het systeem.

Momentum

Als een systeem groeit krijgt het een 'eigen gewicht' (zie paragraaf 2). Dit duidt Hughes aan met de natuurwetenschappelijke metafoer momentum (impuls). Het geeft aan dat het systeem een 'massa' heeft, een 'snelheid' en zich beweegt in een 'richting'. De massa bestaat uit de apparaten, machines, de technische infrastructuur en alles waar veel kapitaal in is geïnvesteerd. Het momentum wordt verder nog bepaald door de het aantal en de soort personen en organisaties die bij het systeem betrokken zijn en wordt zeer sterk als maatschappelijke organisaties en structuren zoals een scholingssysteem, professionele organisaties, overheidsinstanties en ondernemingen uit het bedrijfsleven er aan bijdragen. De groei van een succesvol technologisch systeem met een dergelijk momentum is vaak exponentieel van aard. De richting van de groei wordt bepaald door doelen die door de systeembouwers wordt aangegeven. Voor een jong systeem is het formuleren van doelen belangrijker dan voor een ouder systeem waarin de aard van het momentum de richting van de groei voor een belangrijk deel bepaald wordt. Het is het momentum dat een groot technologisch systeem de schijn van een autonome ontwikkeling geeft. Hoe groter een systeem wordt (hoe meer momentum het systeem heeft), hoe minder belangrijk individuen in de ontwikkeling worden en hoe

6 Het gebruik van sterke waterkrachtbronnen voor elektriciteitsproduktie schiep de behoefte de elektriciteit over nog veel grotere afstanden te transporteren dan tot dan toe gebruikelijk was. Dit betekende dat er een hoog-spannings-technologie moest worden ontwikkeld. Deze technologische ontwikkeling maakte koppeling van kleinere systemen mogelijk waardoor er grotere regionale systemen konden ontstaan.

meer de ontwikkeling van uit een expliciet systeemconcept beschreven kan worden. Een systeem met veel momentum lijkt alles en iedereen mee te slepen in de richting waarin het gaat. Maar ook de richting van een systeem met veel momentum kan door contingente factoren veranderd worden.⁷

Technologische stijl

Zoals bij het bespreken van de fase van technologie overdracht al aan de orde is gekomen, kan elk lokaal systeem er tot op zekere hoogte anders uit komen te zien. Dit geldt niet alleen voor de technologie overdracht, maar ook tijdens de groeifase komt dit tot uiting. Elk systeem krijgt zijn eigen 'couleur locale'. Dit heeft verschillende oorzaken. Voor een groot deel ligt dat aan de verschillende omstandigheden waaronder de betreffende systemen zich ontwikkelen. Geografische, juridische, economische, sociale, organisatorische, historische en culturele factoren evenals de in de betreffende cultuur heersende normen en waarden oefenen via de systeemontwerpers, -beheerders en -bouwers hun invloed uit. Het is echter niet zo dat deze factoren de vorm van de technologie volledig determineren. Binnen de bovenstaande gegevens is er genoeg speelruimte om aan eigen creativiteit vorm te geven. Ook staan deze factoren niet allemaal zo vast als het lijkt. Op een ingewikkelde manier interacteren ze met de technologie en met elkaar. Technische probleemoplossers dragen daar hun persoonlijke steentje aan bij.

Tot op zekere hoogte is dus verschil mogelijk. Sommige componenten zien er echter hetzelfde uit. Dit is gedeeltelijk te verklaren uit het bestaan van een internationale technologische 'pool' waar de geïndustrialiseerde landen uit putten. Internationaal opererende werktuig vervaardigende fabrieken, patenten, technische en wetenschappelijke artikelen en educatieve systemen dragen o.a. bij aan de vorming van deze pool. Wat het concept van technische stijl duidelijk maakt is dat er geen sprake kan zijn van 'one best way of technology' maar dat er meerdere 'best ways' zijn. Het gaat erom dat het technologisch systeem is aangepast aan de niet-technische factoren waardoor dit systeem mede bepaald wordt.

2.4 Korte samenvatting

De ontstaansgeschiedenis van een groot technologisch systeem is globaal in te delen in een viertal fasen. De *eerste fase* kenmerkt zich door (*radicale uitvinding en ontwikkeling*) van de eerste variant van het systeem. De systeembouwers zijn vooral technische professionals met goede ondernemerskwaliteiten (*inventor-entrepreneurs*). Dat blijft zo in de *tweede fase* waarin *technologie-overdracht* plaatsvindt. Het succes van de technologie-overdracht wordt voor een groot deel bepaald door de mate waarin het systeem wordt aangepast aan de op de betreffende plaats geldende omstandigheden. In de

⁷ Hughes laat bijvoorbeeld zien dat ten tijde van de Eerste Wereldoorlog, toen de meeste elektrisch netwerken al een behoorlijk momentum hadden, de doelen van de systeembouwers onder externe druk werden gewijzigd. In plaats van op winst kwam er meer nadruk te liggen op de maatschappelijke taak die elektriciteit kon vervullen. Het produceren van elektriciteit op zich werd belangrijker dan winst of organisatorische autonomie. Dit gold ook nog na de oorlog. Veel elektriciteitsmaatschappijen kwamen onder controle van de overheid.

derde fase nemen *manager-entrepreneurs* het roer over. Het systeem wordt dan vooral gekenmerkt door *groei*. Tijdens deze groei houden niet alle componenten het groeitempo bij en gaan 'achterlopen'. Deze *reverse salients* kunnen de groei van het gehele systeem belemmeren. Wanneer de reverse salients zijn vertaald in *critical problems* en deze zijn opgelost, kan het systeem weer verder groeien. Tijdens het groeien ontwikkelt het systeem steeds meer *momentum*, waardoor het lijkt of het zich min of meer autonoom gedraagt. Tijdens de *vierde fase* worden *financier-entrepreneurs* de belangrijkste dragers van het systeem. Dit is nu zo ingebed in de maatschappij dat het 'slechts' geconsolideerd hoeft te worden. Om de grote kapitaalinvesteringen goed te spreiden wordt *planning* een belangrijk kenmerk.

Technologische ontwikkelingen binnen het systeem zijn tijdens al deze fasen (vooral tijdens de groeifase) te verklaren met het begrippenpaar *reverse salient* en *critical problems*. De reverse salients zijn lang niet altijd technisch van aard, maar de critical problems meestal wel. Reverse salients hebben een *perceptieve* en een *normatieve* component. In de normatieve component komen heersende culturele normen en waarden tot uiting. Daarom zijn reverse salients van systemen die opkomen in de huidige kapitalistisch industriële wereld vaak economisch van aard. Dit is goed te zien in het belang van het streven naar de verhoging van de *load factor* en het optimaliseren van de *economische mix* als aanjagers van technologische ontwikkelingen binnen het systeem en stimulators van horizontale en verticale groei. Met *momentum* kan de schijnbare autonomie van de ontwikkeling van het technische systeem worden verklaard. Het begrip geeft aan dat het systeem massa (machines, geld, betrokkenheid mensen en maatschappelijke instituties), snelheid en richting (groei) heeft. Het is moeilijk doch niet geheel onmogelijk een systeem met veel momentum een andere richting op te laten gaan of te stoppen. Hoe een systeem op een bepaalde lokatie eruit ziet wordt voor een belangrijk deel bepaald door de daar aanwezige niet-technische factoren en de manier waarop de betreffende technici, ingenieurs en systeembouwers zich hieraan aan passen. Er is dus geen 'one best way' voor alle systemen. Dit duidt Hughes aan met het begrip *technologische stijl*.

Literatuur

B. Joerges, 'Large Technical Systems: Concepts and Issues', in: Maintz, R. , Hughes, T.P. , *The Development of Large Technical Systems*, Frankfurt am Main, 1988, p. 5-36.

T.P. Hughes, *Networks of Power; Electrification in Western society 1880-1930*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1983.

T.P. Hughes, 'The evolution of Large Technological Systems', in: W.B. Bijker, T.P. Hughes, T.J. Pinch, *The social construction of technological systems; New directions in the sociology and history of technology*, Cambridge, 1987.

3. CONSTRUCTIE VAN EEN TECHNOLOGIEDYNAMISCH RAAMWERK

Aan de hand van de geschiedenis van het ontstaan van elektriciteitsnetwerken op verschillende plaatsen in de (westerse) wereld heeft Hughes een aantal begrippen ontwikkeld die heel bruikbaar kunnen zijn bij het beschrijven van de ontwikkeling van grootschalige technologische systemen. In dit hoofdstuk zal van dit gereedschap gebruik worden gemaakt om een technologiedynamisch kader te creëren waarmee de huidige ontwikkeling en diffusie van stadsverwarming in kaart gebracht kunnen worden. Dit zal gebeuren aan de hand van de geschiedenis van stadsverwarming in Nederland in het eerste gedeelte van dit hoofdstuk. In het tweede gedeelte zal aan de hand van dit raamwerk aangegeven kunnen worden op welke onderdelen daarvan dit onderzoek is gericht.

In dit hoofdstuk wordt dus 'slechts' een technologiedynamisch raamwerk gecreëerd. Verklarende uitspraken over de ontwikkeling en diffusie van stadsverwarming in Nederland met behulp van deze theorie komen aan de orde in hoofdstuk 6.

3.1 Geschiedenis van de stadsverwarming in Nederland

Tot aan de energiecrisis in 1973 kwam stadsverwarming in Nederland nauwelijks voor. Alleen in Utrecht vanaf 1923 (paragraaf 1) en in Rotterdam vanaf 1949 (paragraaf 2) bestond er in die tijd stadsverwarming. De olie- en energiecrisis (paragraaf 3) had als gevolg dat men zich sterk voor allerlei vormen van energiebesparing ging interesseren. Een techniek waarmee een behoorlijke energiebesparing bereikt kan worden is stadsverwarming. Nationaal beleid richtte zich onder andere op het stimuleren van het opzetten van stadsverwarmingsprojecten op zoveel mogelijk plaatsen in Nederland (paragraaf 4). Vanaf ongeveer 1980 rees er veel maatschappelijke weerstand tegen deze nieuwe technologie (paragraaf 5) wat als gevolg had dat er op veel minder plaatsen stadsverwarmingsprojecten werden opgezet als door velen van te voren was voorzien. Toen deze maatschappelijke weerstand wat weggeëbd was, bleken de meeste stadsverwarmingsprojecten met zware financiële problemen te kampen te hebben (paragraaf 6). Dit werd nog eens versterkt door de sterk dalende energieprijzen na 1986. In deze periode begonnen tevens verschillende technieken op te komen waarmee op kleine schaal WKK kan worden bedreven. Dit zou voor stadsverwarming een extra concurrent op de warmtemarkt kunnen betekenen, naast het in Nederland wijdverbreide gasnet. In 1989 werden door ondersteuning van de overheid de financiële problemen wat verlicht en werden de vooruitzichten voor stadsverwarming in het algemeen wat beter (paragraaf 7). Dit was onder andere het gevolg van de hernieuwde aandacht voor het milieu en de reorganisatie van de nationale elektriciteitssector.

3.1.1 Utrecht 1923, een sterk stijgende stroomvraag

De historische primeur van een stadsverwarmingssysteem in Nederland vond plaats in Utrecht. In augustus 1922 werd de N.V. Provinciaal en Gemeentelijk Utrechts Stroomleveringsbedrijf (PEGUS) opgericht. In die tijd steeg het elektriciteitsgebruik snel en werd er besloten naast de sinds 1904 bestaande elektriciteitscentrale aan de Nicolaas Beetsstraat een nieuwe centrale te bouwen aan het Merwedekanaal. Deze centrale had een zodanig vermogen dat de centrale aan de Nicolaas Beetsstraat enige jaren stopgezet kon worden. Daarna zou deze centrale enige uren per jaar tijdens piekbelastingen bij kunnen springen. Bij de PEGUS vond men dat zonde van het kapitaal en er werd naarstig gezocht naar een manier om deze installaties toch nuttig te gebruiken. Maar hoe? 'Deze vraag was ook in het buitenland herhaaldelijk zóó beantwoord, dat de in de binnenstad gelegen electriciteitsfabriek, die door een of ander reden stopgezet of slechts als spitscentrale zou dienst doen, als verwarmingscentrale gewijzigd, nog winstgevend kon blijven. Dat is bijv. in Hamburg en in Kiel het geval' (Smits, 1927). Duitsland (en ook Amerika) gaven antwoord op deze brandende vraag: stadsverwarming dus, waarbij men er ook aan dacht de stoom in het proces voor elektriciteitsproductie te gebruiken. De centrale aan de Nicolaas Beetsstraat bevond zich op een ideale plek. Vlak in de buurt stond het ziekenhuis dat op dat moment nog geen centrale verwarming had en dit wel als noodzakelijk beschouwde (Boon, 1947). Verder waren er nog andere potentiële grote warmte afnemers in de buurt zoals de laboratoria van de Rijksuniversiteit en de kantoorgebouwen van de Nederlandse Spoorwegen. In 1923 werd het Algemeen Ziekenhuis met Zusterhuis als eerste aangesloten gevolgd door de Administratiegebouwen der Spoorwegen in 1926. Alle grote warmte afnemers in de buurt werden langzaamaan aangesloten en ook begon men te leveren aan particulieren. In de jaren '30 breidde het net zich gestaag uit over een groot deel van de binnenstad. In 1947, op het moment dat men in Rotterdam vergevorderde plannen had een stadsverwarmingsnet aan te leggen waren er 700 aansluitingen gerealiseerd en had het leidingnet een totale lengte van 43.5 kilometer. Ten behoeve van deze warmtelevering werden er in 1933, '36 en '38 nieuwe ketels bijgebouwd (Boon, 1947).

Dit begin van de Nederlandse stadsverwarming was dus aanvankelijk weinig meer dan een soort 'side-effect' van een ander technische systeem, dat van de elektriciteitsvoorziening. Een van de mogelijkheden om de load-factor van de betreffende elektriciteitscentrale te verhogen was het te gebruiken als een bron voor een centrale warmtevoorziening. De omstandigheden waren relatief gunstig omdat enkele grote warmte-afnemers (het ziekenhuis en de Nederlandse Spoorwegen) dicht in de buurt zaten. Daarnaast bestond er nog geen ander centraal energiesysteem voor warmtelevering. In de stad stookte men de kachels voornamelijk met kolen die men in de winkels kon kopen. De kolen werden opgeslagen in een kolenhok. Ook het afvoeren van de asresten moest via de weg gebeuren. Ten opzichte van dit verwarmingssysteem was de stadsverwarming een hele vooruitgang. De ruimte voor de kolenopslag kon verdwijnen evenals het gesjouw met kolen en asresten. Door deze gunstige omstandigheden kon het systeem zich gestaag uitbreiden en ging het 'side-effect' een eigen leven leiden. Het groeide uit tot een zelfstandig technisch systeem met een eigen groeidynamiek.

In dit licht bezien lijkt het merkwaardig dat er voor de oorlog niet op meer plaatsen in Nederland stadsverwarmingsnetten zijn aangelegd. Waarschijnlijk speelden er ook omgevingsfactoren een rol die de verspreiding van stadsverwarming belemmerden. Omdat men gewend was slechts één of twee ruimten in een huis te verwarmen, was de warmtevraagdichtheid in veel gebieden waarschijnlijk veel te laag om stadsverwarming rendabel te maken. In ieder geval bleef tot 1947 het net in Utrecht het enige in Nederland. Wellicht was er in dit geval sprake van een samenloop van een aantal uiterst gunstige omstandigheden zoals het vrijkomen van een potentiële warmteproductie-eenheid op korte afstand van een aantal grote warmte afnemers. En er waren blijkbaar mensen die van deze omstandigheden gebruik maakten en besloten een nieuw soort activiteit in Utrecht te beginnen. Dat hield wel in dat men de benodigde kennis moest gaan verwerven in andere landen, deze kennis en technieken aanpassen aan de omstandigheden in Utrecht en voor de vele technische, financiële vraagstukken een oplossing vinden. Hughes zou dit soort mensen systeembouwers noemen.

Het belang van systeembouwers, die met veel inzet een nieuw technisch systeem van de grond krijgen, komt nog veel duidelijker naar voren in het ontstaan van het stadsverwarmingsnet in Rotterdam.

3.1.2 Rotterdam 1949, brandstofbesparing in de wederopbouw

Op 14 mei 1940 werd Rotterdam zwaar gebombardeerd door Duitse bommenwerpers. De volgende dag capituleerde Nederland en niet veel later begonnen de plannen voor de wederopbouw van de stad. 'De rook van het bombardement was nauwelijks opgetrokken toen het plan voor de aanleg van een stadsverwarming opdook' (De Vries, 1974). Op 13 december 1940 stuurde de Algemeen Gemachtigde voor de Wederopbouw, de heer J.A. Ringers na een eerste onderzoek en rapport door ir. De Graeff een brief naar het GEB waarin stond dat hij besloten had een adviescommissie in te stellen onder leiding van prof. A.J. ter Linden die het idee van stadsverwarming nader ging onderzoeken. Het rapport van De Graeff was een eerste in een hele reeks van rapporten over of en hoe er stadsverwarming in Rotterdam moest komen. Voorlopig kwam men toch nog niet aan wederopbouw toe, dus er was tijd genoeg om over een goede manier van stadsverwarming na te denken. Een belangrijk rapport uit deze reeks was die waarin het *Plan Hoenkamp* stond. Dit plan bevatte het idee van een centrale stookeenheid die zou stoken tot 50% van het aansluitvermogen in combinatie met hulpstookcentrales die tijdens piekuren zouden kunnen bijstoken. De centrale eenheid aan de Schiehaven zou dan 90 % van de jaarlijkse warmteproductie voor zijn rekening nemen (zie figuur 3.2). Hiermee kon de bedrijfstijd van de duurste installatie gemaximaliseerd worden en de zekerheid van de levering verhoogd omdat bij het uitvallen van de centrale eenheid de hulpstookcentrales de warmtevoorziening konden overnemen. Dit maakte het systeem technisch sterker en verhoogde de load-factor.

Rond 1943 waren de Algemeen Gemachtigde en het GEB het met elkaar eens over de plannen met betrekking tot stadsverwarming. De contacten met het Rotterdamse stadsbestuur verliepen echter tamelijk moeizaam. Men was huiverig voor de financiële consequenties en men wilde er nauwelijks aan. En

tijdens de laatste oorlogsjaren had men wel wat anders aan het hoofd. Direct na de bevrijding werd de draad weer opgepakt en werd het besluitvormingsproces snel in gang gezet. Op 10 november 1945 gingen B & W van Rotterdam akkoord en vroegen daarbij van het Rijk een bijdrage in de kosten. Op 21 januari 1947 ging de regering definitief akkoord met als toezegging dat zij tweederde van de exploitatieverliezen in de komende 25 jaar op zich zou nemen. Uiteindelijk betekende dit dat het rijk Rotterdam gedurende die 25 jaar een bedrag van f 3 462 000,- heeft betaald.

De Rotterdamse gemeenteraad ging op 10 april 1947 akkoord. Dit was slechts een formaliteit want het GEB was al sinds eind 1945 met de voorbereidingen voor het aanleggen van het stadsverwarmingsnet begonnen. (De Vries, 1974). Behalve veel voordelen onderkenden de initiatiefnemers wel zeker ook de nadelen van een stadsverwarmingsnet. Het grote kapitaalsbeslag in de tijd van wederopbouw waarin misschien andere dingen de prioriteit zouden verdienen, de technische grenzen aan het transporteren van warm water, de vraag of op dat moment genoeg materiaal (vooral ijzer) voorhanden zou zijn en de financiële risico's voor de armlastige overheid zag men als grote remmende factoren (De Graeff, 1947). De voordelen waren grotendeels dezelfde als indertijd in Utrecht: ruimtebesparing voor de afnemer, een betere hygiëne in de stad omdat kolen- en oliestook achterwege zou blijven en het vermijden van kolen- en atransport (De Graeff, 1947; Ter Linden, 1947, Hoenkamp, 1947).

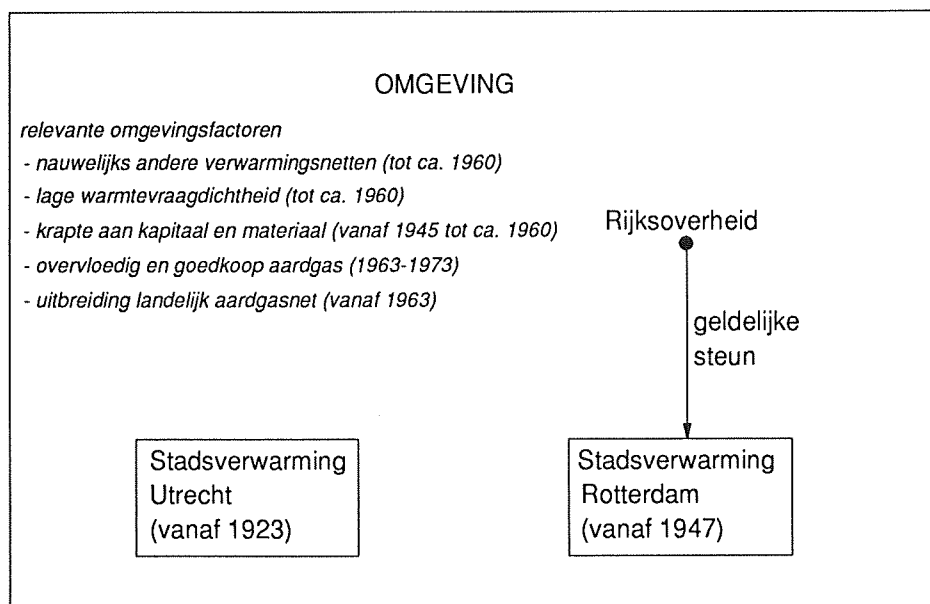
In de winter van 1949-1950 werd met de warmtelevering aan de eerste klant, het flatgebouw Pax aan de Groenendaal, begonnen. De capaciteit van het net breidde zich tot 1960 gestaag uit. Het net zelf bleef ook daarna nog groeien. Wel kreeg het stadsverwarmingsbedrijf (als onderafdeling van het GEB) het in de jaren '60 ontzettend moeilijk. In 1960 werd er namelijk aardgas bij Slochteren gevonden wat de belofte en vervolgens de realiteit (vanaf 1963) betekende van een goedkope en overvloedig aanwezige brandstof voor ruimteverwarming. In enkele jaren werd er een nationaal aardgasnet aangelegd waardoor stadsverwarming helemaal uit het zicht verdween. 'Ik wil u niet verhelen', zo sprak de directeur van het GEB Rotterdam, de heer N. de Vries tijdens een terugblik op 25 jaar stadsverwarming in Rotterdam in 1974, 'dat wij enkele jaren geleden, toen het goedkope aardgas bij wijze van spreken niet op kon, wel met de gedachte hebben rondgelopen om het er maar bij te laten en het bedrijf zeker niet verder meer uit te breiden.' De gestage uitbreiding bleef doorgaan, maar erg groot werd het stadsverwarmingsnet niet. In 1974 waren er 2687 kleinverbruikers aangesloten en 530 grootverbruikers.

In Rotterdam had stadsverwarming zich in de jaren van de wederopbouw een plaats veroverd. Maar in de vele andere verwoeste steden zoals Arnhem, Nijmegen, Zandvoort en nog enige andere plaatsen, niet. Men had waarschijnlijk wel wat anders aan het hoofd bij het wederopbouwen van Nederland dan een nieuwe kapitaalintensieve en materiaalvretende nutsactiviteit te starten. Dikwijls werd er gekozen voor het goedkopere alternatief van een (fabrieks-) gasnet of men liet het verwarmen van de huizen net als voor de oorlog aan de mensen zelf over.

Het is dus eigenlijk opmerkelijk dat men in Rotterdam wel aan stadsverwarming begon. Dit was voor een groot deel te danken aan de rol van de mensen die erin geloofden, zoals Ringers die wel de 'grote promotor van de Rotterdam-

se stadsverwarming' wordt genoemd (De Vries, 1974) en mensen zoals Hoenkamp, De Graeff en Ter Linden. Zonder de inzet van deze systeembouwers zou er ook in Rotterdam geen stadsverwarming zijn aangelegd. Ze slaagden erin de verschillende potentiële reverse salients (de technische grenzen aan het transporteren van warm water, de financiële risico's en de schaarste aan materiaal) door ze te vertalen in critical problems (hoe kan de temperatuur van het water op grotere afstand toch op temperatuur gehouden of gebracht worden, hoe kan de rijksoverheid overgehaald worden belangrijke financiële risico's over te nemen, hoe kan het voor elkaar gekregen worden dat aan stadsverwarming prioriteit gegeven wordt bij het verkrijgen van schaarse materialen zoals ijzer) en deze voldoende op te lossen (door verspreid in het verzorgingsgebied hulpketels neer te zetten, door een garantie van de rijksoverheid los te krijgen dat tweederde van de verliezen zouden worden gecompenseerd voor de eerste 25 jaar en door de nadruk te leggen op de voordelen van stadsverwarming met name het besparen van schaarse brandstof door de gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte).

Tot eind jaren zeventig bleef stadsverwarming in Nederland beperkt tot de technische systemen van Rotterdam en Utrecht. De omstandigheden die de overdracht van deze technologie naar andere lokaliteiten in Nederland mede bepaalden waren, zoals gebleken is, niet erg gunstig te noemen. De wederopbouw bood weinig plaats voor dit soort kapitaalintensieve activiteiten die niet als direct noodzakelijk werden gezien. En tegen de tijd dat de wederopbouw zijn voltooiing naderde en men misschien weer tijd zou nemen om stadsverwarming als optie te overwegen, werd het aardgas bij Slochteren gevonden. Dit goedkope en overvloedige aardgas maakte niet alleen diffusie door verspreiding nog moeilijker, ook diffusie van stadsverwarming door uitbreiding van de twee lokale systemen werd hierdoor ernstig bemoeilijkt. Dit veranderde echter in 1973.



Figuur 3.1 Stadsverwarming in Nederland 1923-1974

3.1.3 1973, de olie- en energiecrisis

De eindigheid van fossiele brandstoffen werd aan het eind van de jaren '60 en het begin van de jaren '70 een steeds belangrijker maatschappelijk thema. Ook de milieu aspecten van de energievoorziening kregen veel aandacht. Een belangrijke rol in dit bewustwordingsproces speelde het rapport van de Club van Rome uit 1972. Maar zolang de energieprijzen erg laag waren, had deze bewustwording weinig rechtstreekse invloed op het beleid van de regering en gedrag van producenten en consumenten. Dit veranderde abrupt in 1973.

Rond 1973 kwam bijna 90 % van de Nederlandse olie import uit de Arabische olielanden. Deze olie werd gewonnen door de zeven grote westerse oliemaatschappijen. In de loop der jaren hadden de regeringen van de Arabische landen hun invloed op de produktie en export gestaag versterkt door belastingen, nationalisaties en onderlinge prijsafspraken in de in 1960 opgerichte OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries). Hiermee was de mogelijkheid geschapen olie ook als politiek wapen te gebruiken. Dit gebeurde voor het eerst goed in 1973. Begin oktober brak de Yom Kippoer oorlog uit tussen Israël en de Arabische landen. De Arabische landen van de OPEC besloten per maand hun produktie met 5 % te verminderen totdat Israël zich zou terugtrekken uit de bezette gebieden. Hierdoor ging de wereldolieprijs sterk omhoog (in een half jaar een verviervoudiging) en vertoonde sterke fluctuaties. Tevens werd door een aantal belangrijke exportlanden (die in het eerste halfjaar van 1973 tweederde van de Nederlandse import voor hun rekening namen) een totale olieboycot afgekondigd tegen een tweetal Israël vriendelijk gezinde landen te weten de Verenigde Staten en Nederland (Winkler Prins, 1974).

De schok was groot. De al bekende 'latente' energiecrisis werd plotseling zeer actueel, vooral door overheidsmaatregelen als de autoloze zondag en de distributie van benzine via een bonnensysteem.

Omdat Nederland een grote aardgasvoorraad had (en heeft) en omdat de industrie olie wist te importeren uit landen die Nederland niet boycotten, is de uiteindelijke invloed van de oliecrisis op de Nederlandse economie niet zo groot geweest. Belangrijker voor de lange termijn was de enorme bewustwording van het energieprobleem die naar aanleiding van de oliecrisis ontstond. De oliecrisis werd door velen gezien als een symptoom van de veel fundamentele energiecrisis (Leroy, 1989).

In dit kader ontstond er een sterke belangstelling voor methoden en technieken om energie te gaan besparen en dus ook voor stadsverwarming. Een ander aspect was het gevoel van afhankelijkheid van de Arabische landen dat men ondervond had gedurende de oliecrisis. Hierop is de nu nog steeds geldende politiek van brandstofdiversificatie gebaseerd. Daarmee wordt bedoeld dat men zo min mogelijk afhankelijk wil zijn van één energiebron. Ook in dit kader was stadsverwarming interessant. Een stadsverwarmingsbron kan op allerlei soorten brandstoffen gestookt worden terwijl voor individuele verwarming hoofdzakelijk gas gebruikt werd. Door stadsverwarming zou het dus weer mogelijk kunnen worden de brandstofdiversificatiepolitiek ook voor ruimteverwarming door te voeren.

3.1.4 1974-1980, strategische netwerken en kosmopoliete systeembouwers

Vrij abrupt waren er door de energiecrisis, voor stadsverwarming gunstige omgevingsfactoren bijgekomen. Dit gold niet alleen voor de uitbreidingsmogelijkheden van de twee bestaande netten, zeker ook de omstandigheden voor verspreiding waren nu gunstiger dan ooit. Stadsverwarming paste in het streven van de overheid naar energiebesparing en brandstofdiversificatie en werd door de hogere brandstofprijzen ook economisch weer een stuk aantrekkelijker. Zodra het directe economische gevaar van de oliecrisis geweken leek, begon men de toen bekende mogelijkheden van energiebesparing op een rijtje te zetten. Bij een symposium dat gehouden werd door de Stichting Toekomstbeeld der Techniek in 1974 kwam men tot een 13-tal concrete aanbevelingen om energiebesparing te stimuleren. De allereerste hield in: onderzoek naar de mogelijkheden voor integratie van de openbare elektriciteitsproductie en warmteproductie, met speciale aandacht voor stadsverwarming (De Ingenieur, 1974).

In dit gunstige klimaat begon zich op landelijk niveau een strategisch netwerk van sociale actoren te vormen die de verspreiding van stadsverwarming wilde stimuleren. De twee bestaande stadsverwarmingsbedrijven (GEB Rotterdam en de N.V. PEGUS uit Utrecht) zonden een brief naar de VEGIN en de VEEN (de vereniging van resp. de gas- en de elektriciteitsbedrijven in Nederland) waarin werd voorgesteld om een Beleids Adviesgroep Stadsverwarming (BAS) op te richten. Deze adviesgroep zou de mogelijkheden en moeilijkheden van stadsverwarming op een rijtje moeten zetten op een zodanige manier dat provinciale en gemeentelijke besturen het zouden kunnen gebruiken als een goede handleiding om op een verantwoorde manier tot een beslissing over het al of niet introduceren van stadsverwarming te komen. Het advies werd overgenomen en op 14 april 1975 werd de BAS officieel door minister Lubbers (EZ) geïnstalleerd. In de BAS zaten mensen uit de gaswereld (Gasunie, VEG-Gasinstituut), de elektriciteitswereld (o.a. KEMA), de TH Delft, de overheid en vertegenwoordigers van de PEGUS en het GEB Rotterdam. De groep ging aan het werk en zou in 1977 met een eerste rapport (het 'Interimrapport') uitkomen. Hierna werden er ook vertegenwoordigers uit de Consumentenbond in de BAS opgenomen.

De overheid zat ondertussen ook niet stil. In 1976 werd de NEOM (Nederlandse Energie Ontwikkelingsmaatschappij) opgericht. Deze kreeg als taak projecten op energiegebied te stimuleren en op te treden als adviseur van de centrale overheid inzake de 'innovatie' op energiegebied (BAS, 1980). Dit betekende o.a. dat de NEOM ging inventariseren waar stadsverwarming mogelijk was door het laten uitvoeren van zogenaamde 'haalbaarheidsstudies'. Deze studies werden vaak door de KEMA uitgevoerd. Ook kreeg de KEMA soms opdrachten van plaatselijke energiebedrijven die zelf de mogelijkheid van stadsverwarming onderzochten. Daarnaast waren er andere instellingen, zoals ingenieursbureau's die in opdracht van de NEOM of de lokale energiebedrijven haalbaarheidsstudies verrichtten. De haalbaarheidsstudies moesten aan algemene uitgangspunten van de NEOM voldoen om de nieuwe projecten voor subsidie in aanmerking te laten komen. Deze algemene uitgangspunten werden jaarlijks bijgesteld tijdens een conferentie waar alle instellingen die haalbaarheidsstudies deden aan deelnamen. Als er projecten werden opgestart steunde de NEOM deze financieel met grote leningen.

Veel haalbaarheidsstudies werden gedaan nadat het Interimrapport van de BAS (1977) was uitgekomen. In dit rapport werd aandacht besteed aan technische, economisch/financiële, afnemers-, planologische, milieu hygiënische en organisatorische aspecten van stadsverwarming. Ook werd een aantal uitgangspunten geformuleerd op basis waarvan bij het opzetten van een stadsverwarmingsproject moet worden uitgegaan. Een belangrijk uitgangspunt is de eerste formulering van het 'niet meer dan anders-beginsel' wat inhoudt dat de prijs die de afnemer moet betalen voor de geleverde warmte niet meer mag zijn dan hij/zij zou betalen indien voor de ruimteverwarming aardgas zou worden gebruikt. Dit beginsel betekende in feite dat werd gepoogd de substitutie van gasverwarming door stadsverwarming voor de consument kostenneutraal te maken. Bij goede toepassing van dit beginsel zou een belangrijke potentiële sociale reverse salient (nl. het niet accepteren van het nieuwe systeem door de afnemers omdat het duurder dan andere systemen zou zijn) kunnen worden voorkomen.

Het BAS-Interimrapport gaf een flinke impuls aan de besluitvormingsprocessen op lokaal niveau. Vrij snel na het uitkomen van dit rapport werden er in vijf plaatsen besluiten genomen om een stadsverwarmingsnet aan te leggen (Rotterdam/Capelle, Nieuwegein, Den Haag, Almere en Breda). In 1980 kwam het Eindrapport van de BAS uit. Dit was een uitgebreidere en meer uitgediepte versie van het Interimrapport. Tegen die tijd waren er ook in Tilburg, Purmerend en Helmond besluiten genomen om met een stadsverwarmingsnet te beginnen. In zo'n twintigtal andere plaatsen waren de besluitvormingsprocessen in een vergevorderd stadium.

Zo waren er zowel op het nationale als op het lokale niveau strategische netwerken van sociale actoren rond stadsverwarming ontstaan. De BAS was op zich al een strategisch netwerk, maar trad eveneens als een zelfstandige actor naar buiten.

Op lokaal niveau vonden in deze netwerken onderhandelingen plaats. Elektriciteitsbedrijven, gasbedrijven, de gemeentelijke en de provinciale overheid met op de achtergrond de NEOM en de KEMA en/of de ingenieursbureau's gingen met elkaar in de slag over de vraag of en hoe er stadsverwarming zou komen, wie bijvoorbeeld de investeringskosten zou gaan betalen en wie de organisatie op zich zou nemen. In de periode 1977-1983 gebeurde dit op totaal 55 verschillende lokaties in Nederland (VESTIN, 1983).

Opmerkelijk en voor stadsverwarming geheel nieuw in deze 'stadsverwarmingsgolf' was het gegeven dat er sociale actoren als een soort systeembouwers optraden terwijl ze zich op hogere aggregatieniveau's bevonden dan waar de beoogde systemen zouden komen. Hierbij valt te denken aan de NEOM, de KEMA en de BAS op nationaal niveau en actoren zoals de planologische dienst van de provincie Overijssel (Kram, 1992) op provinciaal niveau. Deze sociale actoren probeerden van bovenaf nieuwe technische stadsverwarmingssystemen van de grond te krijgen. Om dat te doen moesten zoveel mogelijk moeilijkheden en mogelijkheden op een rijtje gezet worden en moest er geprobeerd worden oplossingen hiervoor te vinden. Tevens speelden deze nationale actoren een voortrekkersrol om stadsverwarming te promoten en te stimuleren. Dit zijn typische systeembouwersactiviteiten, die zich echter niet afspeelden op het niveau waar de stadsverwarmingssystemen zich bevonden (het lokale niveau) maar, zoals gezegd, op een niveau daarboven. Zonder

systeembeheerder te zijn, waren ze wel systeembouwers en systeemondersteuners, opererend op een hoger aggregatieniveau dan het lokale niveau waar de lokale systeembeheerders probeerden hun systeem verder uit te bouwen. Naar analogie van de begrippen lokale kennis en kosmopoliete kennis (Rip en Disco, 1992) kunnen we hier spreken van lokale systeembouwers en kosmopoliete systeembouwers, van diverse systemen op lokaal niveau waar interactie plaatsvindt tussen energiebedrijven, afnemers, gemeente e.d. en van een kosmopoliet niveau van stadsverwarming, waar een deel van de systeembouwende activiteiten werden (en worden) ondernomen.

Met het eindrapport van de BAS (1980) verdween deze actor op kosmopoliet niveau. Maar ondertussen was er op dit niveau een actor bijgekomen, nl. de VESTIN (Vereniging van Exploitanten van Stadsverwarmingsbedrijven in Nederland) die op 14 maart 1980 werd opgericht. Deze organisatie aggregereert jaarlijks kennis over de problemen en eventuele oplossingen die de lokale stadsverwarmingsbedrijven kennen en probeert samen met de NEOM door onderzoek en ontwikkeling algemene oplossingen voor deze problemen aan te reiken. Een deel van de lokale reverse salients wordt dus op kosmopoliet niveau vertaald in critical problems en naar oplossingen daarvan gezocht door bijvoorbeeld tariefadviezen en technische onderzoeksprogramma's.

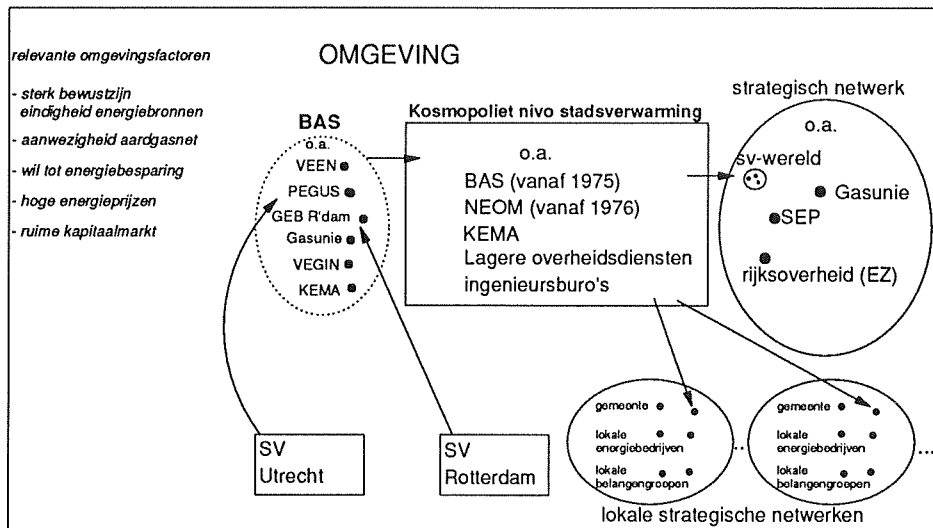
Gedurende de jaren '70 was er voor stadsverwarming in Nederland dus een geheel nieuwe situatie ontstaan. Het algemene klimaat voor stadsverwarming was gunstiger dan ooit en er waren veel systeembouwers op kosmopoliet en lokaal niveau bijgekomen. In de strategische netwerken op nationaal en lokaal niveau werd overlegd op welke manier er meer stadsverwarming van de grond kon worden gekregen. Het enthousiasme en de voortvarendheid leken enorm.

3.1.5 1980-1985, sociale en maatschappelijke weerstand

De aanvankelijk hooggespannen verwachtingen kwamen echter niet uit. Vanaf 1979 kwam er uit verscheidene hoeken steeds meer weerstand tegen stadsverwarming, zowel op lokaal als op nationaal niveau. In enkele plaatsen werd stadsverwarming onder felle protesten van groepen uit de bevolking door de gemeenteraad afgewezen. Er waren zelfs gemeentes waar al praktisch besloten was om een stadsverwarmingsnet aan te leggen, maar die daar op terug kwamen (CE, 1980; VESTIN, 1982 en 1983). Van de 55 plaatsen waar men studie had verricht naar mogelijkheden van stadsverwarming, waren er in 1984 slechts 16 over waar men daadwerkelijk was begonnen met het aanleggen van een stadsverwarmingsnet. Waar kwam die weerstand vandaan en hoe was deze ontstaan?

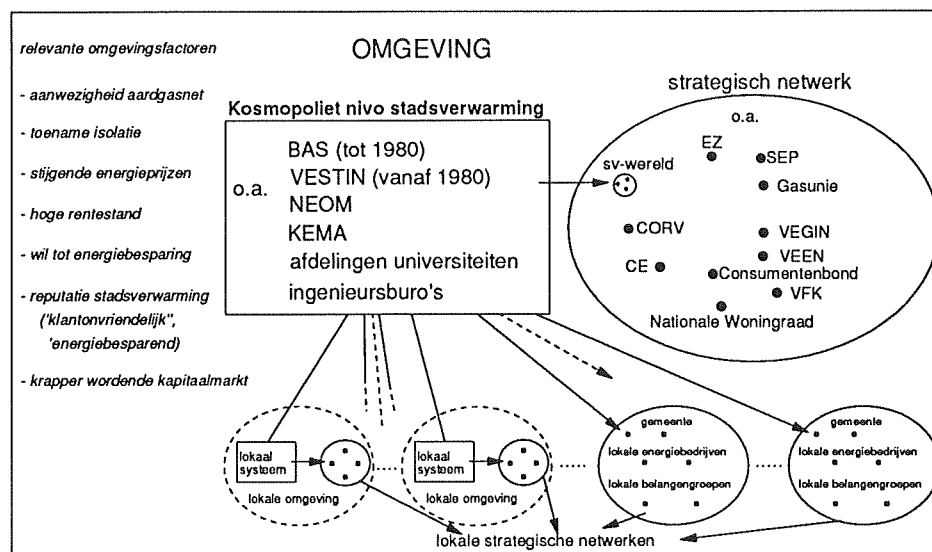
De weerstand tegen stadsverwarming vond in eerste instantie voor een belangrijk deel plaats op lokaal niveau. De mensen die op stadsverwarming werden aangesloten waren daar vaak nauwelijks van op de hoogte gesteld en al helemaal niet betrokken geweest bij de besluitvorming daarover (CE, 1980). Daar kwam bij dat stadsverwarming aanvankelijk enige belangrijke nadelen kende ten opzichte van gasverwarming. Door 'technische kinderziekten' kwamen op diverse plaatsen storingen in het net voor. Ook waren er klachten over de mogelijkheden om de eigen kamertemperatuur goed te regelen. Omdat er (nog) geen goede warmtemeters voor de individuele gebruiker waren, werden de kosten vaak hoofdelijk omgeslagen i.p.v. dat men betaalde naar wat men

had verbruikt. In andere gevallen werd er via een soort verdeelmeting ten dele wel een variabel tarief berekend, maar men vond deze methode onnauwkeurig en vertrouwde de afrekeningen niet. Verder bestond nog het probleem van de tariefstructuur. Door de dure infrastructuur van het stadsverwarmingsnet zijn de exploitatielasten van een stadsverwarmingsmaatschappij grotendeels kapitaalslasten en voor slechts een klein deel variabele (energie-) lasten. Deze kostenstructuur werd vertaald in de tariefstructuur. Dit betekende dat de afnemers een hoog vastrechtbedrag betaalden. Door dit soort tariefstructuren kon men nauwelijks invloed uitoefenen op de hoogte van de energierekening wat als heel frustrerend ervaren werd. Bovendien vertrouwde men er niet op dat aan het niet-meer-dan-anders beginsel voldaan zou worden als de tariefstructuur niet hetzelfde was als voor gas. Een laatste reden voor de gebruikers om zich tegen stadsverwarming te keren was het feit dat men zich gedwongen voelde op elektriciteit te gaan koken omdat er in (nieuwbouw-) stadsverwarmingswijken geen gasnet werd aangelegd.



Figuur 3.2 Stadsverwarming in Nederland 1974-1977

Zo begonnen op het lokale niveau actiegroepen van bewoners deel uit te maken van het strategisch netwerk rond stadsverwarming en zich daarbinnen tegen stadsverwarming te verzetten (Consumentengids, augustus 1980). Op landelijk niveau bracht de Consumentenbond de bezwaren naar voren. De vragen die waren ontstaan naar aanleiding van het verzet op lokaal niveau gaven aanleiding tot een nieuwe adviesgroep: de Commissie Optimalisatie Ruimte Verwarming (CORV) waarin actoren uit de gaswereld, de NEOM en de overheid vertegenwoordigd waren. Deze kwam in 1981 met een eerste rapport uit waarin werd geconcludeerd dat door isolatie en betere CV-ketels aanzienlijke besparingen tegen een lage prijs kon worden gerealiseerd. Als alleen het energiebesparingscriterium naar voren werd gebracht dan kwam stadsverwarming wel als beste optie uit de bus.



Figuur 3.3 Stadsverwarming in Nederland 1977-1984

Naast de weerstand vanuit de consumenten kwam er ook weerstand vanuit de alternatieve energie- en milieubeweging. Indien stadsverwarming op basis van kolen plaatsvindt is het milieuvoordeel niet erg groot of geheel afwezig. In dat geval conflicteert het diversificatieprincipe dus met de milieubelangen. Maar dat er met stadsverwarming energie bespaard kon worden, was voor iedereen duidelijk. De milieubeweging legde er voornamelijk de nadruk op dat er ook naar kleinschaliger varianten van warmtekrachtkoppeling en mogelijkheden voor isolatie gekeken moest worden. Onder andere bij monde van het Centrum voor Energiebesparing zette de milieubeweging zich vrij sterk af tegen de 'grootschalige stadsverwarmingsprojecten' (CE, 1980). In eerste instantie door deel te nemen aan het lokale strategische netwerk in Breda (1978), daarna door een landelijke brochure uit te geven waarin een sterk kritische toon ten aanzien van stadsverwarming doorklonk (1980). Ook lokale milieugroepen stelden zich als kritische actoren in de plaatselijke strategische netwerken op. Zo stelde bijvoorbeeld de 'Werkgroep Kalkar Tilburg' zich zeer kritisch op t.a.v. de plaatselijke plannen voor het aanleggen van een stadsverwarmingsnet.

Het verzet van de milieu- en energiebeweging tegen de energiebesparende technologie van stadsverwarming lijkt opmerkelijk omdat deze beweging zich juist sterk inzette voor energiebesparing. De opstelling van de toenmalige milieubeweging behoeft vooral een sociologische en ideologische verklaring waarop in hoofdstuk 4 dieper zal worden ingegaan.

Eind 1981 liet ook de CV-ketel industrie van zich horen. De Vereniging van Nederlandse Fabrieken van Ketels voor Centrale Verwarming (VFK) kwam toen uit met een rapport getiteld: *Stadsverwarming: Collectief belang versus consumenten-voordeel?* (VFK, 1981) waarin werd geconcludeerd dat zowel financieel als vanuit energiebesparingsoogpunt het beter was om te investeren in HR-ketels en isolatie dan in stadsverwarming.

De gaswereld begon zich langzamerhand tegen stadsverwarming te keren. Hoewel de VEGIN er nog lange tijd op aandrong ook gasbedrijven bij de exploitatie van stadsverwarming te betrekken, besloten de meeste gasbedrijven op plaatselijk niveau dat niet te doen. Voor de grote investeringen die nodig zijn voor stadsverwarming waren de gasbedrijven meestal niet kapitaalkrachtig genoeg. Daarom kwam de bedrijfsvoering van de stadsverwarmings-systemen meestal onder de hoede van het elektriciteitsbedrijven. Hierdoor werden stadsverwarming en gasverwarming ook organisatorisch en cultureel concurrenten van elkaar. De Gasunie berekende voor de stadsverwarmings-bedrijven die gas stookten veel hogere tarieven dan normale grootverbruikers omdat dit gas indirect ten goede kwam aan de kleinverbruikers. In onderhandelingen met het ministerie van EZ en de Gasunie probeerde de VESTIN dit te veranderen, wat slechts ten dele lukte (VESTIN, 1985).

Zowel op het kosmopoliete niveau als rond de diverse systemen op lokaal niveau had het strategische netwerk zich dus uitgebreid met een aantal actoren dat veel kritischer stonden ten opzichte van stadsverwarming. Bovendien had stadsverwarming door de vele negatieve publiciteit een slechte naam gekregen, wat niet heeft bijgedragen tot de verspreiding ervan. Ook de omgeving was dus door al deze perikelen veranderd.

Door de plaatselijke bedrijven en door de VESTIN werd ondertussen hard gewerkt om de consumenten beter tevreden te stellen. De tariefstructuur werd in de loop van de tijd overal aangepast aan de tariefstructuur van gas. Verder werden er op veel plaatsen individuele warmtemeters geplaatst om het individuele verbruik goed te kunnen meten. Langzamerhand werden door deze en andere technische verbeteringen de bezwaren van de consument weggenomen. Maar om de bezoedelde naam van stadsverwarming op te poetsen was er meer nodig. Om die reden werd er onder leiding van de VESTIN een *Campagne Stadsverwarming* gestart die zowel intern (naar de mensen in de bedrijven zelf) als extern gericht was, waarin de voordelen van stadsverwarming weer werden benadrukt. Maar voorlopig werd dit positief beoogde imago ruimschoots overtroffen door een nieuw negatief imago: dat van een financieel bodemloze put.

3.1.6 1986-1989, financiële perikelen en kleinschalige WKK

Bij stadsverwarming gaan de kosten behoorlijk voor de baat uit. Het opzetten van de infrastructuur en de verwarmingsinstallaties vergen hoge aanvangsinvesteringen. Deze investeringen worden pas na verloop van tijd terugverdiend. In het BAS-rapport van 1980 werden deze terugverdientijden tussen de 10 en 17 jaar geschat voor stadsverwarmingsprojecten met aardgas als brandstof. De overheid was bereid een deel van deze aanloopverliezen te subsidiëren om zo het financiële risico van de deelnemende bedrijven te verminderen. Aan de 16 nieuwe projecten droeg de overheid in totaal een bedrag van 140 miljoen gulden bij. De NEOM leende in totaal 155 miljoen gulden aan deze projecten (Horeman & Sijben, 1991).

Ondanks deze ondersteuning kregen de stadsverwarmingsbedrijven het financieel gezien steeds moeilijker. De inkomsten bleven sterk achter bij de prognoses en de kosten vielen hoger uit dan gedacht. De lagere inkomsten kwamen in eerste instantie door het achterblijven van de warmteverkoop.

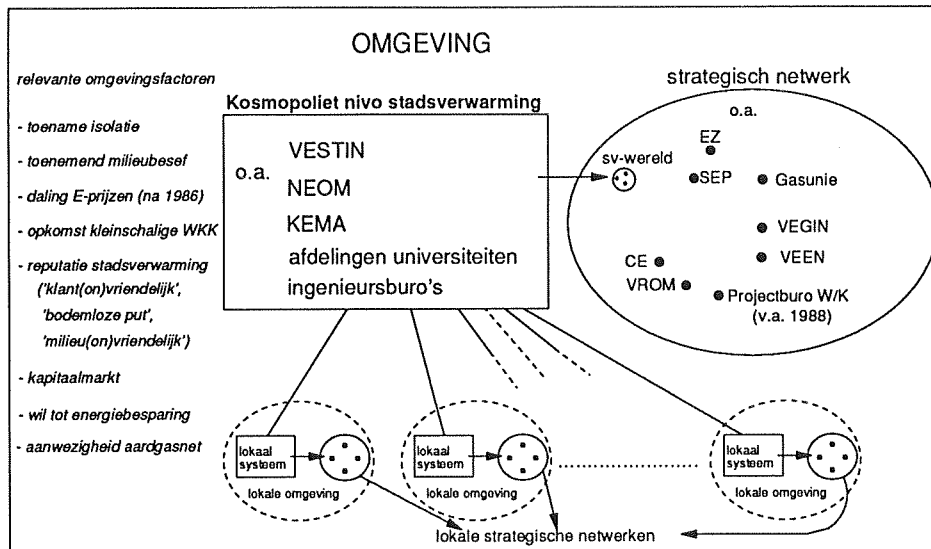
Door de verbeterde isolatieniveaus van de huizen, het energiebewustere stookgedrag van de afnemers en de bouw van kleinere wooneenheden was de gemiddelde warmte-afzet per woning ongeveer 30 GJ per jaar terwijl er in sommige haalbaarheidsstudies van 80 GJ per jaar was uitgegaan (Horeman & Sijben, 1991). Bovendien vonden er vertragingen in de woningbouwprogramma's plaats waardoor de totale warmte-afzet nog verder tegenviel. Door de lage inkomsten ontstonden grote verliezen waardoor de leningen niet of nauwelijks konden worden afgelost. Samen met de hoge rentestand tijdens de investeringen had dit enorme rentekosten tot gevolg wat de verliezen alleen maar groter maakten. Tot en met 1985 weken de tegenvallende resultaten nog niet in desastreuze mate van de prognoses af. Maar vanaf 1986 begonnen de energieprijzen sterk te dalen waardoor de inkomsten per aansluiting aanmerkelijk terugliepen. De bedrijven kwamen zwaar in de rode cijfers. In 1989 waren de gezamenlijke cumulatieve verliezen van de VESTIN-leden opgelopen tot meer dan 300 miljoen gulden (VESTIN 1989). De VESTIN probeerde in deze jaren de aandacht van de overheid te vragen voor de benarde financiële positie van de stadsverwarmingsbedrijven. Er werd geldelijke steun gevraagd voor 'deze bedrijven die voor een algemeen belang hun nek hebben durven uitsteken'.

Vanwege deze voor stadsverwarming ongunstige financiële ontwikkelingen besloot de NEOM om na 1986 de jaarlijkse conferentie waar de uitgangspunten van de haalbaarheidsstudies werden bijgesteld voorlopig niet meer te houden. Nieuwe projecten werden vanwege de sterk gedaalde energieprijzen niet rendabel geacht. Het leek verstandig eerst de nog prille ervaringen met stadsverwarming uit te bouwen en de in de bestaande projecten geïnvesteerde kapitaalstromen terug te verdienen.

Kleinschalige WKK, een nieuwe concurrent?

Het koppelen van de produktie van warmte en kracht is ook op kleinere schaal mogelijk bijvoorbeeld met behulp van gasmotoren of kleine gasturbines. De schaal van deze installaties is zodanig dat ze vooral geschikt zijn voor de industrie en andere grote warmte-afnemers zoals kantoor- en flatgebouwen, scholen en ziekenhuizen. Kleinschalige warmtekrachtinstallaties vergen minder grote investeringen dan grote stadsverwarmingssystemen, simpelweg omdat een uitgebreid distributienet achterwege kan blijven. Ze zijn ook op veel meer plaatsen in Nederland inzetbaar. Verder sluiten ze beter aan bij het 'small is beautiful'- idee en waren dientengevolge populair bij mensen uit de milieuhoeke die aan het eind van de jaren '70 en begin van de jaren '80 zo tegen stadsverwarming gekant waren. Het vermogen van deze kleinschalige vormen van WKK nam toe van 350 MW in 1984, het jaar waarin de overheid deze vorm van WKK met subsidies begon te stimuleren (Berbée & Houben) tot 2250 MW in 1990 (Tweede Kamerstukken 1984-1985; Sterkenburgh, 1992). De vooruitzichten zijn dat het vermogen aan kleinschalige warmtekracht verder toe zal nemen tot meer dan 3500 MW in het jaar 2000.

In hoeverre kleinschalige wkk als een 'concurrent op de warmtemarkt' van stadsverwarming beschouwd kan worden, hangt af van de vraag of het aanwezig zijn van kleinschalige WKK de uitbreiding en/of verspreiding van stadsverwarming heeft belemmerd. Als een extra manier van energiebesparende ruimteverwarming lijkt het wat betreft maatschappelijke aandacht en subsidie van de overheid zeker een concurrent van stadsverwarming geworden.



Figuur 3.4 Stadsverwarming in Nederland 1984-1989

3.1.7 1989-1992, nieuwe perspectieven voor stadsverwarming

Vanaf 1989 begint het tij voor stadsverwarming weer langzaam te keren. De overheid besloot op aandringen van de VESTIN tot een 'saneringsoperatie'. Dit betekende dat er een bedrag van 100 miljoen gulden ter beschikking kwam die verdeeld werd over de stadsverwarmingsbedrijven. Die moesten daarvoor wel een saneringsplan opstellen waarin ze aangaven hoe ze binnen redelijke tijd, rekening houdend met de extra financiële injectie, winstgevend konden worden en de aanloopverliezen konden terugverdienen. Dit betekende dat over het algemeen de stadsverwarmingsbedrijven zich meer gingen richten op het aansluiten van grootverbruikers zoals kantoren en tuinbouw. Verder werden de leningen van de NOVEM (Nederlandse Ontwikkelingsmaatschappij voor Energie en Milieu, nieuwe naam voor de NEOM) vernieuwd, waardoor er aanzienlijke reducties op de rentekosten mogelijk waren. Door deze saneringsoperatie werden bijna alle projecten financieel weer gezond.

Ook op andere terreinen tekenden zich voor stadsverwarming gunstige ontwikkelingen af. In de loop van de jaren '80 was de aandacht voor het milieu steeds sterker geworden. Na het *Brundtlandrapport* en de nota *Zorgen voor Morgen* kwam in 1989 het *Nationaal Milieu Beleidsplan* uit. Ook in de energiesector kreeg het milieu steeds meer aandacht. Naast diversificatie en betrouwbaarheid van de energievoorziening tegen zo laag mogelijke kosten werd ook het beperken van de invloed op het milieu één van de uitgangspunten van het beleid van de SEP. Bij de verschillende energiedistributiebedrijven stelde men Milieu Actie Plannen (MAP) op die in 1990 werden samengevat in het Milieu Actie Plan van de Energiedistributiesector.

Aandacht voor het milieu is goed voor stadsverwarming, tenminste wanneer stadsverwarming als milieuvriendelijk beschouwd kan worden. Dat kan als aardgas als brandstof wordt gebruikt en geen kolen of olie. Dit was in 1989 de

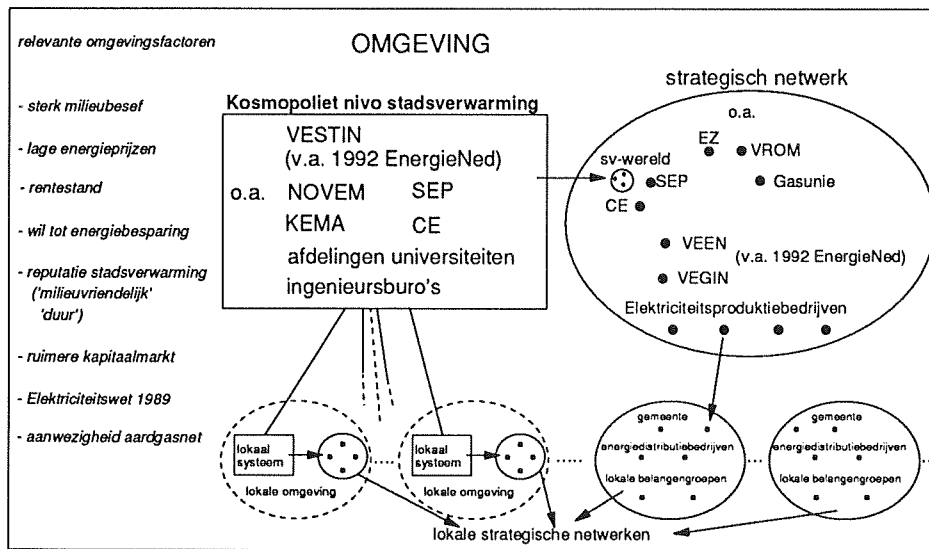
boodschap van de VESTIN aan het Ministerie van VROM, waar stadsverwarming niet echt een milieuvriendelijke naam had omdat in het begin van de jaren '80 veel projecten kolen als brandstof hadden vanwege het diversificatieprincipe. Nadat men had gemerkt dat dit in de praktijk de diffusie van stadsverwarming belemmerde was het diversificatieprincipe voor stadsverwarming min of meer losgelaten en waren de meeste stadsverwarmingsprojecten inmiddels gebaseerd op aardgas als brandstof. Toen VROM er op geattendeerd was dat stadsverwarming een enorm potentieel vertegenwoordigt om vermindering van de uitstoot van CO₂, SO₂ en NO_x te bereiken, besloot dit Ministerie daar zelf een onderzoek naar te starten (Hof, 1992). In dit onderzoek (Bresser & Van de Veen, 1991) werden kleinschalige WKK, centrale verwarming en stadsverwarming met elkaar vergeleken. Hieruit bleek dat een wijk verwarmd door stadsverwarming op basis van een STEG-centrale de minste verzurende uitstoot heeft, het meeste energie bespaard en economisch rendabel is (wat betekent dat het zich terugverdiend binnen de economische levensduur van de installaties). Verder kwam er een rapport (1991) van de Algemene Energie Raad (een advieslichaam voor het Ministerie van Economische Zaken) uit waarin stond dat stadsverwarming met een grote 250 MW STEG-installatie als warmtebron de grootste energiebesparing kon bereiken tegen de laagste kosten per bespaarde eenheid energie.

Naast de aandacht voor het milieu bracht ook de Elektriciteitswet van 1989 een belangrijke verandering aan in het strategisch netwerk rond stadsverwarming. Door deze wet, waarin de scheiding tussen elektriciteitsdistributie- en -produktiemaatschappijen geregeld werd en aan de distributiemaatschappijen de mogelijkheden tot kleinschalige opwekking werden verruimd, kregen kleinschalige warmtekracht en stadsverwarming ieder hun eigen strategisch karakter (zie verslag André Struker). Het opzetten van stadsverwarmingsprojecten is een strategisch belang geworden voor de produktiemaatschappijen. Dit belang werd nog versterkt door een convenant tussen het Ministerie van VROM en de SEP waarin is afgesproken dat de SEP de helft van de uitstootvermindering van stadsverwarmingsprojecten aan de productiesector kan toerekenen. Dit betekent dat men om de beoogde NO_x-reductiebeperkingen te halen minder in dure DeNO_x-installaties hoeft te investeren.

Het milieu-uitgangspunt en de strategische belangen van de SEP zorgden ervoor dat deze actor in het strategisch netwerk zich is gaan opstellen als een kosmopoliete systeembouwer en één van de belangrijkste initiatiefnemers is geworden voor een nieuwe serie stadsverwarmingsprojecten. In het Elektriciteitsplan van 1989 is het zogenaamde Warmteplan opgenomen waarin 5 nieuwe 250 MW warmtekrachtcentrales zijn opgenomen. Voor het plannen van verdere grote warmtekrachtprojecten werd door de SEP en de VESTIN aan het Centrum voor Energiebesparing en Schone Technologie (CE) de opdracht verstrekt een warmtekaart van Nederland te maken. Het CE nam deze opdracht aan en nam zo deel aan de systeembouwactiviteiten op kosmopoliet niveau. Op grond van deze warmtekaart werd tot nog een aantal nieuwe grote warmtekrachtprojecten besloten. Enkele van de nieuwe centrales zijn gepland op lokaties waar nu al stadsverwarmingsnetten bestaan. Hiermee wordt de load-factor in deze netten dus verlaagd, wat een extra druk geeft op uitbreiding van deze netten en het zoeken naar nieuwe toepassingen van stadsverwarmingswater. In dit kader kan het onderzoek naar mogelijkheden van koeling door absorptiepompen met behulp van stadsverwarmingswater genoemd worden. Andere centrales komen op nieuwe lokaties (Diemen en Nijmegen).

Als voorwaarde voor het inderdaad bouwen van deze eenheden heeft de SEP gesteld dat er voldoende warmte-afzet (d.w.z. voldoende om het maximale subsidiebedrag binnen te halen) moet zijn. Dit legt een enorme druk op de betreffende produktiemaatschappijen om een nieuw stadsverwarmingsnet van de grond te krijgen. Wat betreft de centrale in Diemen heeft dit geresulteerd in een voor de distributiemaatschappij EBA (Energie Bedrijf Amsterdam) financieel behoorlijk gunstig contract voor de warmtelevering aan een nog op te zetten stadsverwarmingsstelsel in Amsterdam-Zuidoost (Struker, 1993).

Hoewel de contracten tussen de productie- en distributiebedrijven per stadsverwarmingsproject kunnen verschillen, zijn de kenmerken ervan gelijk. Deze kenmerken zijn vastgelegd in het akkoord dat is gesloten tussen de VESTIN en de SEP in 1991. In dit akkoord wordt afgesproken dat de financiële risico's van een stadsverwarmingsstelsel worden verdeeld over de productie- en de distributiesector. De risico's die voortkomen uit de schommelingen in de brandstofprijzen zijn voor rekening van de productiebedrijven en de risico's die voortkomen uit een verminderde warmte-afzet zijn voor rekening van de distributiebedrijven. (Dit kan bijvoorbeeld door een vaste marge tussen verkoop- en inkoopprijs af te spreken, jaarlijks verhoogd met het inflatiecijfer). Dit akkoord betekent dat de distributiebedrijven een stuk minder onzeker zijn over hun inkomsten en zo meer vooruitzicht hebben op een financieel gezonde onderneming. In drie jaar tijd zijn door al deze ontwikkelingen de vooruitzichten voor stadsverwarming een stuk rooskleuriger geworden.



Figuur 3.5 Stadsverwarming in Nederland 1989-1992

3.2 Samenvatting en afbakening onderzoeksterrein

Met als uitgangspunt de concepten van Hughes is aan de hand van de geschiedenis van stadsverwarming in Nederland een technologiedynamisch kader ontwikkeld waarmee deze technologie te beschrijven is. Concepten uit

de systeemtheorie van Hughes (zoals systeembouwers, load-factor en reverse salients) zijn goed te gebruiken. Voor een betere begrip zijn daar enige concepten aan toegevoegd.

In de eerste plaats geldt dat voor het onderscheid tussen lokaal en kosmopoliet. Verschillende systeembouwactiviteiten worden vanaf 1973 verricht door sociale actoren die niet op hetzelfde niveau handelen als het niveau waar de technische systemen daadwerkelijk komen of zijn. Door verspreiding te stimuleren en door het proces van het vertalen van reverse salients in critical problems en het zoeken naar oplossingen daarvan gedeeltelijk over te nemen, fungeren deze sociale actoren als systeembouwers op 'kosmopoliet' niveau. Door het bestaan van dit kosmopoliete niveau kunnen de systemen niet meer geheel los van elkaar beschouwd worden. Maar evenmin is er sprake van een nationaal technisch systeem omdat de netten fysiek niet gekoppeld zijn en lokaal beheerd worden. Er is dus sprake van een ingewikkeld systeem met enerzijds een kosmopoliet niveau waar een deel van de systeembouwactiviteiten plaatsvindt en anderzijds meerdere systemen op lokaal niveau waar een stadsverwarmingsnet daadwerkelijk aanwezig is. Deze systemen kunnen op zich weer beschouwd worden als 'Hughesiaanse' systemen met hun eigen systeembouwers, technische configuratie, reverse salients etc.

De systeembouwers op zowel het lokale als het kosmopoliete niveau zijn aan de ene kant bezig hun systeem sterker te maken door te werken aan (vaak technische) oplossingen voor hun critical problems en aan de andere kant proberen ze in een soort strategisch spel met andere sociale actoren het systeem een sterkere positie te geven. De locus van dit spel is aangeduid met de term 'strategisch netwerk van sociale actoren' of kortweg 'strategisch netwerk'. Zowel op nationaal niveau als op lokaal niveau zijn er strategische netwerken.⁸

Afbakening onderzoeksterrein

Dit technologiedynamisch raamwerk is de basis voor een beter begrip van de dynamica van stadsverwarming in Nederland. Om dit vollediger begrip te bereiken moeten de verschillende onderdelen die nu nog vrijwel geheel 'black boxes' zijn, worden ingevuld en de processen die zich binnen en tussen deze black boxes afspelen, beschreven. Er kunnen aan de hand van dit raamwerk verscheidene deelprobleemstellingen worden onderscheiden.

Ten eerste kan bekeken worden hoe het proces van interactie tussen het lokale en kosmopoliete niveau te beschrijven is. Hoe worden lokale reverse salients 'gekosmopolitiseerd', hoe worden deze vertaald in critical problems, via welke heuristieken vindt het oplossen daarvan plaats en hoe komt deze 'kosmopoliete kennis' weer op lokaal niveau terecht? Deze vragen kunnen worden benaderd vanuit technologiedynamische theorieën over technische kennisontwikkeling.

⁸ In deze netwerken wordt onder andere over de maatschappelijke legitimatie van stadsverwarming gesproken en nagedacht. Op deze manier is het een plek waar reflexiviteit in de technologische ontwikkeling van stadsverwarming (maar ook in het algemeen) plaats kan vinden.

Ten tweede kan het proces van verspreiding (technology transfer) binnen Nederland nader bestudeerd worden. Hoe is de technology transfer in het verleden te karakteriseren en hoe vindt die nu plaats? Voor de beantwoording van deze vragen moet onderzocht worden hoe de verschillende lokale strategische netwerken er uit zien tijdens de besluitvorming over de invoering van stadsverwarming. Hierbij kan de onderzoeksstrategie van de 'consumption junction' goed gebruikt worden.

Ten derde kan onderzoek naar het strategisch netwerk van sociale actoren op nationaal niveau. Hoe heeft dit zich in de loop van de tijd ontwikkeld? Bij de andere probleemstellingen is enig inzicht in het nationale strategische netwerk van belang, maar dit netwerk kan ook zelf als onderzoeksobject genomen worden.

In de vierde plaats kan onderzocht worden hoe de uitbreiding van stadsverwarmingssystemen op lokaal niveau tot nog toe heeft plaatsgevonden. Hierbij kunnen de begrippen van Hughes weer gebruikt worden.

In dit licht geplaatst houdt de rest van mijn onderzoek zich voornamelijk bezig met de vierde vraagstelling. Hiervoor is enige achtergrondkennis van het nationaal strategisch netwerk van sociale actoren (zoals bijvoorbeeld in dit hoofdstuk aan de orde is gekomen) nodig.

Alvorens de verwickelingen rond enige stadsverwarmingsprojecten op lokaal niveau (Almere en Lelystad) aan de orde komen, rest eerst nog de vraag waarom de milieubeweging zich 10 à 15 jaar geleden zich zo verzette tegen deze energiebesparende technologie. Met behulp van een beschrijving van enkele sociale en ideologische aspecten van de milieubeweging zal in het volgende hoofdstuk hier nader op worden ingegaan.

Literatuur

Algemene Energie Raad, AER, *Advies over energiebesparing bij ruimteverwarming*, Den Haag, 1991.

Beleidsadviesgroep Stadsverwarming (BAS), *Interimrapport*, Arnhem, 1977.

Beleidsadviesgroep Stadsverwarming, *Eindrapport*, Arnhem, 1980.

F.P.J. Berbée, J.M.J/F. Houben, *Evaluatie 10 jaar NIP; in 10 jaar besparing van f 5,3 miljard*. Gas, 1989 nr. 2, p. 75-80.

H.J. Boon, *Enkele bedrijfservaringen van de warmtelevering door de N.V. 'P.E.G.U.S.' te Utrecht*. De Ingenieur, 1947, nr. 22, p. G24-G29.

H. Bresser, W. Van der Veen, *Vergelijking van centrale verwarming met stadsverwarming en kleinschalige warmtekoppeling*, Den Haag, 1991, Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Publikatierreeks Lucht 94.

Centrum voor Energiebesparing, *Energiebesparing en stadsverwarming*, Rotterdam, 1980.

C. Disco, A. Rip, B. van de Meulen, *Technical Innovation and the Universities: Divisions of Labor in Cosmopolitan Technical Regimes*. Social Science Information, London, 1992, nr. 3, p.465-507.

A.C.D. de Graeff, *Afstandsverwarming in de wederopbouw*. De Ingenieur, 1947, nr. 22, p. G31-G33.

A.J. Horeman, A.W.J. Sijben, *Stadsverwarming in de jaren negentig*. Energiespectrum, 1991, oktobernummer, p. 251-256.

M.C. Hoenkamp, *Het project 'Stadsverwarming Rotterdam'*. De Ingenieur, 1947, nr. 22, p. G33-G36.

J.J. Hof, Interview, november 1992

T. Kram, Persoonlijke mededeling, november 1992

A.J. ter Linden, *Stadsverwarming*, De Ingenieur, 1947, nr. 21, p. G21-G23.

Redactie van De Ingenieur, *Voorstellen m.b.t. vervolgactiviteiten op de energiebesparingsstudie*. De Ingenieur, 1974 nr. 34, p. 659.

J.J.F. Smits, *Het gebruik van electriciteitsfabrieken voor verwarming van gebouwen in nabij gelegen stadsgedeelten*; voordracht, gehouden in de 97ste vergadering te Utrecht, van de Afdeling voor Electrotechniek van het Kon. Instituut van Ingenieurs, op 13 October 1926. De Ingenieur, 1927, nr.3, p. 37-44.

P.L. Sterkenburgh, *Aspecten van Warmte/Krachtkoppeling*. Studiedag WKK, Arnhem, 1992.

Tweede Kamerstukken, *Elektriciteitsvoorziening in de jaren negentig*, Den Haag, 1985, kamerstukken 18 830, nrs 1-4.

Vereniging van Nederlandse Fabrieken van Ketels voor Centrale Verwarming VFK, *Stadsverwarming: Collectief belang versus consumenten-voordeel?*, Zoetermeer, 1981.

VESTIN, *jaarverslag*, Arnhem, 1982.

VESTIN, *jaarverslag*, Arnhem, 1983.

VESTIN, *jaarverslag*, Arnhem, 1985.

VESTIN, *jaarverslag*, Arnhem, 1989.

VESTIN, *jaarverslag*, Arnhem, 1991.

N. de Vries, *Stadsverwarming voor Rotterdam - een terugblik*. De Ingenieur, 1975, p. 280-283.

Winkler Prins, *Energiecrisis*, In: Jaarboek 1974, p. 118-123.

Winkler Prins, *Olieboycot*, In: Jaarboek 1974, p. 258-261.

4. KLEINSCHALIGHEID

Eén van de zaken die in de geschiedenis van de stadsverwarming in Nederland als opvallend beschouwd kan worden is de bijdrage van de milieubeweging aan het eind van de jaren '70 en het begin van de jaren '80 aan de maatschappelijke weerstand tegen deze technologie. Samen met consumenten- en bewonersverenigingen en de gas- en cv-ketelwereld vormde de milieubeweging de harde kern van het verzet tegen stadsverwarming. De consumenten- en bewonersverenigingen kwamen op voor hun belangen die door de nieuwe technologie bedreigd leken. Op een andere manier gold hetzelfde voor de gas- en cv-ketel wereld die stadsverwarming als een nieuwe concurrent op de verwarmingsmarkt zagen. Maar wat dreef de milieubeweging in de strijd tegen stadsverwarming? Deze technologie is en was toch juist energiebesparend en milieuvriendelijk? En het belang waar de milieubeweging voor staat (en stond) werd toch juist gediend met deze nieuwe technologie?

Om de weerstand van de milieubeweging begrijpelijker te maken is het zinvol om een kort citaat weer te geven uit de brochure *Energiebesparing en stadsverwarming* (1980) van het toenmalige Centrum voor Energiebesparing (tegenwoordig Centrum voor Energiebesparing en Schone Technologie):

[.....] de meeste vragen [hebben] betrekking op de volgende punten:

- a. de kosten en de financiële risico's;
- b. de tarieven voor de bewoners;
- c. de wijze van uitvoering (kleinschalige systemen worden niet gepresenteerd laat staan afgewogen tegen grootschalige systemen);
- d. de dwang en kosten van het elektrisch koken;
- e. de isolatiekwaliteit van de aan te sluiten woningen;
- f. de gevolgde rekenmethodiek voor de berekening van de besparing en de financiële resultaten;
- g. de hoogte van het vastrecht;
- h. de beschikbaarheid van aardgas en de prijs (op langere termijn) van kolen;
- i. de besluitvormingsprocedure, de keuze van de adviseurs en de rol die de 'grote' energiewereld (de olie-, gas- en elektriciteitsproducenten) daarbij speelt;
- j. het gebrek aan voorlichting aan de burgers, de geringe invloed van de burgers, de geringe invloed van de consumenten op de te nemen beslissingen en het beheer van het stadsverwarmingssysteem.

Ervan uitgaande dat een actor uit de alternatieve energie en milieuhoek zich primair richt op de milieu- en energiebesparingsaspecten van een nieuwe technologie, is dit een merkwaardige opsomming van argumenten. Een aantal van deze argumenten sluit uitstekend aan bij de bezwaren van bewoners- en consumentengroeperingen (argumenten b,d,g en j). Andere argumenten hadden kunnen komen vanuit de gas- en cv-wereld (a, f en h). Het opsommen van deze specifieke argumenten kan een indicatie zijn dat men aansluiting zocht bij de 'andere' tegenstanders van stadsverwarming om zo een invloedrijk machtsblok te kunnen vormen. De indruk van de vorming van zo'n machtsblok wordt gestaafd door een publikatie van één van de andere actoren die van dit machtsblok deel zou uit kunnen maken. In 1981 kwam de Vereniging van Nederlandse Fabrieken van Ketels voor Centrale Verwarming VFK uit met een

