

Na de turf- en kolenlandschappen en de periode van olieplatforms, gasvelden en pijpleidingen zal een derde generatie energielandschappen haar stempel op onze omgeving drukken. In deze landschappen staat het gebruik van *renewables* en restwarmte centraal en speelt ruimtelijke nabijheid een belangrijke rol.

Van energie naar exergie



FOTO: SIEBE SWART/HH

Derde generatie energieland

Terwijl de benzineprijzen stijgen tot ongekende hoogten blijkt de gemiddelde Nederlander daar nauwelijks van onder de indruk. Er wordt geen kilometer minder om gereden. Wat de effecten op langere termijn zullen zijn – ook in ruimtelijk opzicht – is nog onduidelijk. Kopen we auto's die zuiniger zijn, nemen we vaker de fiets, of gaan we dichterbij ons werk wonen? Tot dusverre heeft energie of brandstof geen enkele invloed op waar we wonen en werken. De acceptabele woon-werkafstand wordt nog vooral bepaald door de reistijd; die is gemiddeld niet meer dan drie kwartier heen en drie kwartier terug. Ergo, de relatie tussen ruimte en energie in het tijdperk van de fossiele brandstof is tot nu toe minimaal. Maar dat kan snel veranderen.

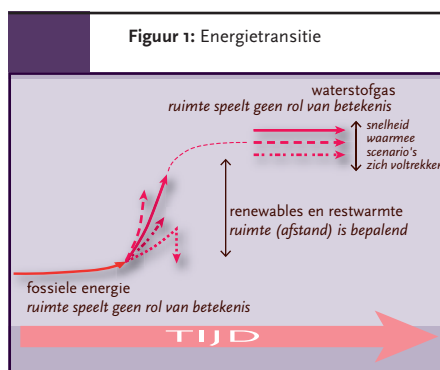
Er zijn redenen te over om naar alternatieven voor fossiele brandstof te gaan zoeken. Naast de al maar stijgende prijs en de dreigende schaarste leidt fossiele energie tot

CO₂-uitstoot, wat weer bijdraagt aan de opwarming van de aarde en een substantiële stijging van de zeespiegel. Belangrijk is ook de ongewenste afhankelijkheid van instabiele landen die met gas of olie geopolitiek willen bedrijven. Dit is een belangrijk motief om in

de Eemscentrale enkele kolencentrales te gaan bouwen, terwijl kolen met het oog op het milieu niet de meest voor de hand liggende brandstof zijn. Daarbij halen we ze helemaal uit Zuid-Afrika en Indonesië – geografische spreiding in de energieaanvoer moet onze energieconsumptie veilig stellen.

Het zijn evenzeer redenen om een energietransitie (figuur 1) te stimuleren – een transitie van fossiele energie naar een alternatief dat ons minder afhankelijk van andere economieën maakt én duurzaam is. In dat scenario passen natuurlijk zonne- en windenergie, het gebruik van bioafval, biomassa en biogas, en thermische warmte, die onttrokken wordt uit de diepe ondergrond. Het gaat om bronnen van energie die naar menselijke maat onuitputtelijk zijn – vandaar de naam *renewables*.

Ook wordt geëxperimenteerd met de opslag van (overtollige) energie. De accu is al heel lang bekend, maar de techniek van de warmte-opslag is in opkomst. Overtollige



Tussen de stabiele fasen ligt een fase van dynamische transformatie waarbij ruimte een belangrijke rol speelt.



landschappen

warmte wordt dan 's zomers in de ondergrond gepompt, om deze in de winter weer naar boven te halen voor de verwarming van ruimten.

Energiecascade

De mogelijkheden om overtollige warmte te gebruiken, gaan echter veel verder. Zo stoot

een drukkerij veel warmte uit, terwijl een nabijgelegen school grote hoeveelheden energie verstoekt om alle lokalen warm te houden. Het zou heel logisch zijn dat ze onderling tot zaken komen, maar dit gebeurt nog nauwelijks. Het landelijke energienet wordt veelal als enige bron van energie gezien en de drukkerij en de school zien zichzelf allebei als energieconsument. Toch kan de drukkerij ook een rol spelen als energieproducent, wanneer het z'n overtollige warmte doorgeeft aan de school. Dat zou financieel aantrekkelijk zijn, want energie wordt steeds duurder.

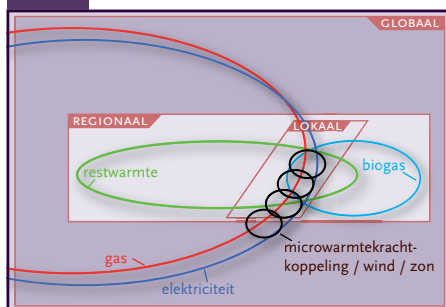
Als we deze redenering op basis van restwarmte doortrekken, komen we tot een keten van functies waarin iedereen optreedt als energieconsument en -producent. De hoogste in de keten is dan bijvoorbeeld een energiecentrale die de restwarmte niet loost in de zee, de rivier of de lucht (via gigantische koeltorens), maar deze doorgeeft aan bijvoorbeeld de voedingsmiddelenindustrie die

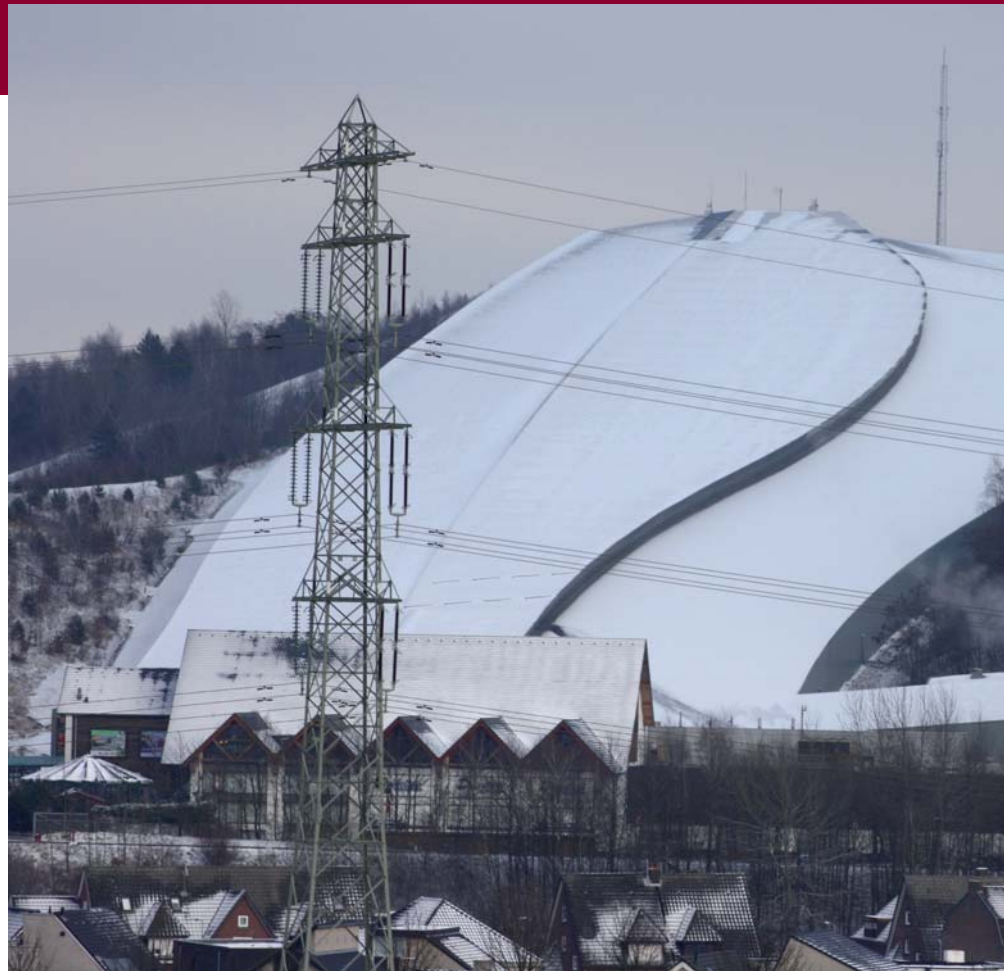
Eerste en tweede generatie energielandschappen

W e zouden het haast vergeten, maar ooit heeft de energiewinning flinke sporen in het landschap nagelaten. Hele veengebieden zijn gedecimeerd door de turfwinning. Het was een vorm van regionaal kolonialisme, gedreven door economisch gewin. Na de winning resteerden uitgestrekte landbouwgebieden en vele, vaak grote meren – de eerste generatie energielandschappen.

Met de ontdekking van olie en gas in de bodem kwam ook de ontwikkeling van de tweede generatie energielandschappen op gang. Deze energielandschappen zijn minder fysiek herkenbaar, want de meeste activiteit vindt onder de grond plaats. De tweede generatie energielandschappen is dan ook vooral institutioneel van aard, met bedrijven als de NAM en de Gasunie als opvallende exponenten.

Figuur 2: Schaalniveaus waarop energiesystemen zich manifesteren en bij elkaar komen





wel raad weet met deze hoogwaardige restwarmte. De industrie kan wat er overblijft aan warmte doorgeven aan een plaatselijk zwembad, ziekenhuis of school, waarna de warmte mogelijk wordt doorgegeven aan een woonwijk als laatste in de keten – woningen kunnen de laagwaardige warmte tot minimaal 25 graden nog prima gebruiken. Bedenk daarbij dat het nu nog heel gewoon is dat een gezinshoning verwarmd wordt met primaire en hoogwaardige energie, in de vorm van aardgas, die eenmalig wordt aangewend. Met de zogenoemde energiecascade worden meerdere gebruikers bediend, en gaat er aanzienlijk minder energie verloren.

Exergie en afstand

Een belangrijk uitgangspunt is dus het *doorgeven* van energie, in de vorm van restwarmte. Aan het begin is deze warmte nog 'hoogwaardig', want zo'n 1200 graden. Aan het eind is de warmte 'laagwaardig', want bijna gelijk aan de buitentemperatuur. We spreken dan ook niet langer van energie, maar van exergie. Met exergie benoemen we de kwaliteit van energie, ofwel de energie die bruikbaar is of die aan te wenden is om er warmte, een beweging of elektriciteit mee te genereren. Water dat een temperatuur heeft van 1200 graden is hoogexergetisch ten opzichte van

de buitentemperatuur en kan voor verschillende zaken nog zeer nuttig zijn. Water van 25 graden is laagexergetisch, maar kan nog altijd ruimten in woningen verwarmen. Daarna houdt het op: de exergetische waarde is gedaald tot 0 en er kan geen warmte of beweging meer mee gegenereerd worden.

Een tweede aspect is de *ruimtelijke relevantie*. Warmte neemt snel in kwaliteit af naarmate de afstand die moet worden overbrugd groter wordt. Anders dan de elektriciteits- en gasnetten kampt een warmtenet met kwaliteitsverlies over grotere afstanden. Om onderling warmte te kunnen uitwisselen moeten functies dus bij elkaar in de buurt liggen.

Warmtecascadeering leidt er dan ook toe dat functies in elkaars nabijheid gegroepeerd moeten worden. Dit kan verregaande gevolgen hebben voor ruimtelijke ontwikkeling.

Een woning die nu wordt verwarmd met kostbaar aardgas kan ook toe met restwarmte

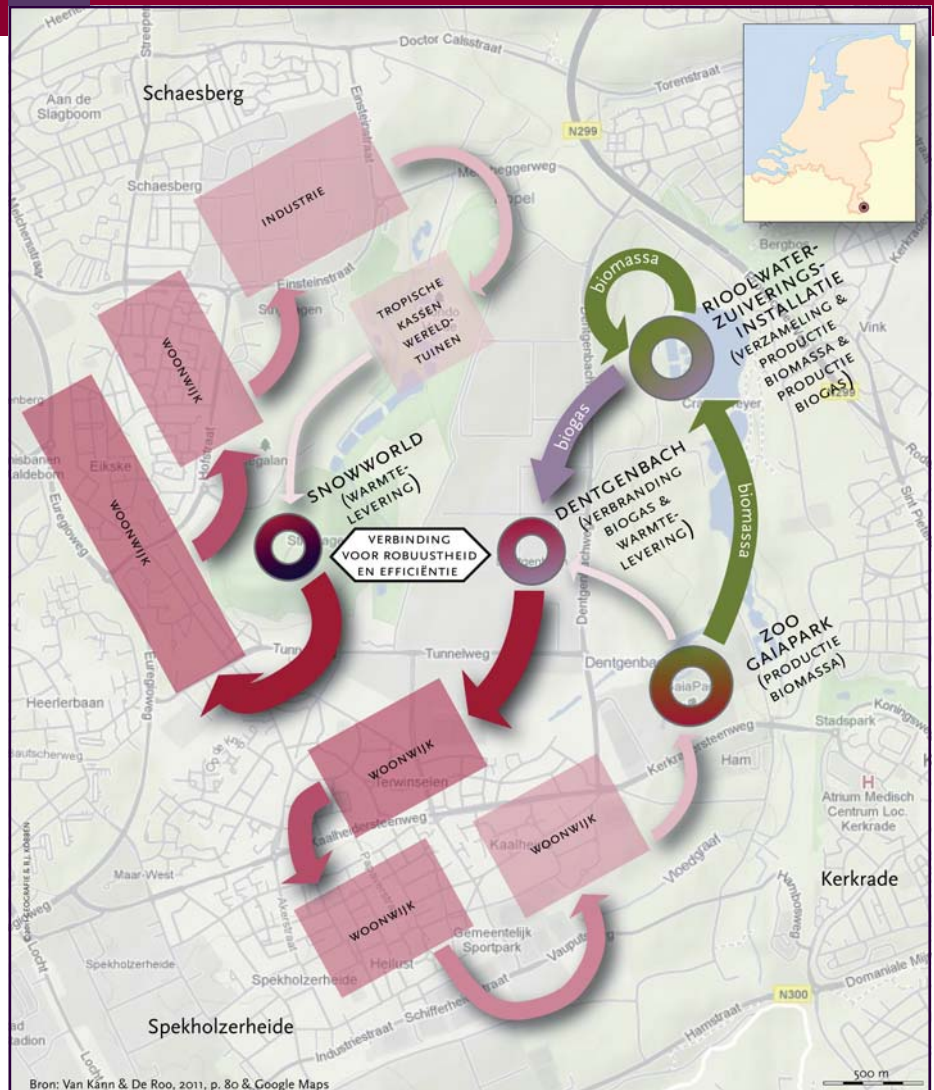
Noorman en anderen (2006) hebben onderzocht hoe Noord-Nederland zich tot 2035 ruimtelijk zou ontwikkelen als energie de enige sturende factor zou zijn. De conclusie luidde onder meer dat de stad Groningen dan niet langer de belangrijkste kern van Noord-Nederland zou zijn maar de Eemshaven. Hier komen dankzij de energiecentrales immers grote hoeveelheden hoogwaardige exergie vrij, die op een zinvolle manier kunnen worden aangewend als de 'afnemers' maar dicht genoeg in de buurt zitten. Een keten van warmte uitwisselende functies kan zich ontwikkelen tot een energienetwerk op lokaal of regionaal niveau. Op die niveaus is dan niet langer sprake van energiecascadeering, maar zijn er zo veel warmteconsumerende en -producerende functies met elkaar verbonden, dat veeleer sprake is van een warmtenetwerk. Aan dit warmtenet kan ieder naar behoefte (rest)warmte leveren of onttrekken. Dit warmtenet maakt weer deel uit van een groter geheel van energiedragers en -voorzieningen, die gezamenlijk een robuust en integraal energielandschap representeren.

Derde generatie landschappen

De universiteiten van Groningen, Wageningen en Delft hebben samen de realiteitswaarde van zo'n energienetwerk onderzocht. Het



Figuur 3: Energieruimtesysteem voor Park Gravenrode op basis van energiecascadering



project draagt de naam S-rex-SenterNovem, waarbij S-rex staat voor synergy tussen regio en exergie. De meest opvallende casus in dit onderzoek is Parkstad Limburg. Daar wordt momenteel gewerkt aan een ringweg om de mobiliteit en bereikbaarheid van het gefragmenteerde stedelijke landschap te vergroten. In het S-rex-onderzoek is voorgesteld buizen onder deze ringweg aan te leggen waarmee warmte van verschillende kwaliteiten kan worden rondgepompt. Deze 'energiering' doorsnijdt vier industriële clusters waar exergetisch van alles gaande is. Een van die clusters is Park Gravenrode (figuur 3), met een groot aantal warmteproducerende en -consumerende functies. Zo staan de chemische industrie, bakkerijen en het *indoor* ski-paradijs Snowworld garant voor de productie van restwarmte. Kantoren, de tropische kassen Wereldtuinen en het dierenpark Gaia zijn onder meer de warmteconsumenten. Ook is er een rioolwaterzuiveringsinstallatie, die als energierotonde dienst kan en wil doen, onder meer door als verzamelplek te fungeren voor biomassa van de diertuin, het rioolwater en zo meer. Ook verschillende woonwijken in de buurt kunnen onderdeel van dit warmte-cluster zijn.

De derde generatie energielandschappen ontstaat op dit moment nog nauwelijks de

tekening. Maar er liggen interessante kansen voor het grijpen, zeker als het om restwarmte gaat. Er zijn diverse regionale scenario's ontwikkeld, voor Parkstad Limburg en bijvoorbeeld Zuidoost-Drenthe en Twente. Ook op lokaal niveau, met aansprekende voorbeelden in grote steden als Den Haag en Amsterdam en kleinere gemeenten als Tynaarlo en Brummen, wordt steeds creatiever nagedacht hoe verschillende vormen van energie kunnen bijdragen aan een grotere mate van zelfvoorziening van de locatie, de gemeente en de regio. Veel gemeenten zeggen

energie-neutraal te willen worden. Gelukkig is het niet enkel retoriek of blijft het bij goede bedoelingen, maar zijn de eerste resultaten zichtbaar. Ze laten alle zien dat een goede lokale en regionale afstemming met de ruimtelijke ontwikkeling noodzakelijk is. Daarin ligt mogelijk een nieuw academisch interesseveld besloten, de energieplanologie. Maar ook zonder diepgaande academische reflectie durven we te stellen: de derde generatie energielandschappen komt eraan! •

Bronnen

- Broersma, S. & A. van den Dobbelsteen (eds.) 2008. *Synergy between regional planning and exergy. Research report 2008. 1 Energy transition in South Limburg*. TU Delft, Delft, Groningen, Wageningen.
- Noorman, K.J. et al. 2006. *Energie(k) Noord-Nederland. Zoektocht naar een ruimtelijk concept gebaseerd op een duurzame energiehuishouding*. IGU, Groningen.
- Noorman, K.J. & G. de Roo 2011. *Energielandschappen de 3de generatie – over regionale kansen op het raakvlak van energie en ruimte*. In Boekvorm, Assen.

Gebruik van renewables en restwarmte vergt een goede lokale en regionale afstemming met de ruimtelijke ontwikkeling