

Ruimtelijke concepten voor duurzame energielandschappen op regionale schaal



Ruimtelijke concepten voor duurzame energielandschappen op regionale schaal

**Supervisor en 1^e beoordelaar: MSc. F.M.G. Van Kann
2^e beoordelaar: drs. T. van der Meulen**

**Masterthesis Environmental and Infrastructure Planning
Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen
Rijksuniversiteit Groningen**

**Jan Verhoeven
s1648411**

Groningen, 23 augustus 2010

Samenvatting

Er komt een einde aan het tijdperk van fossiele brandstoffen. De voorraden raken op, en bovendien heeft CO₂, dat bij de verbranding van fossiele brandstoffen vrijkomt, een negatieve invloed op het klimaat. Andere, meer duurzame bronnen van energie, zoals zon, wind en biomassa, zijn nodig om de voorzieningszekerheid van energie te kunnen waarborgen. Belangrijker nog dan het gebruiken van deze hernieuwbare energiebronnen is het reduceren van de vraag naar energie. Hoe minder vraag naar energie, hoe minder aanbod van energie nodig is.

Een energietransitie is noodzakelijk. Maar veranderingen in de energiehuishouding ontstaan niet van het ene op het andere moment. Ruimtelijke planning kan gezien worden als één van de middelen om veranderingen in de energiehuishouding te initiëren. Dit is niet zonder reden. Energie en ruimte kennen een sterke verwevenheid. Energiebewuste ruimtelijke planning kan daarom, via toepassing van ruimtelijke concepten, bijdragen aan duurzame energielandschappen. Dit zijn landschappen waarin de vraag naar energie waar mogelijk gereduceerd wordt, en de resterende vraag zo veel mogelijk ingevuld wordt met energie uit hernieuwbare bronnen. Kunnen hernieuwbare bronnen niet aan de totale energievraag voldoen, dan zullen ook fossiele brandstoffen nog aangewend worden, maar wel op een zo schoon en zuinig mogelijke manier.

Het doel van dit onderzoek was het aanbevelen van ruimtelijke concepten die duurzame energielandschappen kunnen bewerkstelligen. Zowel strategische als instrumentele concepten komen daarbij aan de orde. Strategische concepten verwoorden welke ruimtelijke ontwikkelingen gewenst zijn, terwijl instrumentele concepten aangeven welke instrumenten nodig zijn om deze ontwikkelingen mogelijk te maken.

Het onderzoek richtte zich specifiek op het regionale schaalniveau. Op dit ruimtelijke schaalniveau was nog een leemte aan kennis over het integreren van energie en ruimte.

Uit dit onderzoek blijkt dat bijvoorbeeld exergieplanning, het efficiënter gebruiken van energiekwaliteiten, een strategisch concept is die de transitie naar duurzame energielandschappen in gang kan zetten. Ook andere strategische concepten, zoals het benutten van regionale energiepotenties en het reduceren van CO₂-uitstoot, hebben deze potentie. Energiecascades, energiebuffers en Carbon Capture and Storage (CCS), zijn voorbeelden van instrumentele planconcepten die een transitie mogelijk maken.

Een energietransitie kan enkel gerealiseerd worden als nieuwe strategische concepten toegevoegd worden aan, of de plaats innemen van, bestaande strategische concepten. Voor planologen een taak om dit te realiseren, zodat daadwerkelijk duurzame energielandschappen ontstaan.

Voorwoord

Met dit onderzoek heb ik de masterthesis van de master *Environmental and Infrastructure Planning* aan de Rijksuniversiteit Groningen afgerond.

Na enige twijfel tussen verschillende onderwerpen, heb ik uiteindelijk besloten een onderzoek te doen naar ruimtelijke concepten die een transitie naar duurzame energielandschappen kunnen realiseren. Het is een onderwerp dat mijzelf confronteerde met de werkelijkheid, het opraken van fossiele brandstoffen en de voortschrijdende klimaatverandering.

Ik hoop dat een ieder die deze thesis leest, zich net als ik bewust wordt van het feit dat een duurzame energievoorziening noodzakelijk is.

Dit onderzoek is in eerste instantie geschreven voor iedereen die geïnteresseerd is in het thema ‘duurzame energie’. Daarnaast wil ik planologen en ruimtelijke planners uitdagen en aansporen om energiebewust te plannen.

Op deze plek wil ik in het bijzonder mijn begeleider van de Rijksuniversiteit Groningen, Ferry Van Kann, bedanken voor zijn enthousiaste manier van begeleiden. Hij inspireerde door uitvoerig te vertellen, gaf bruikbaar commentaar en vond in zijn agenda altijd wel een moment wanneer het nodig was om af te spreken.

Met het afronden van deze masterthesis is tegelijkertijd een einde gekomen aan vier studiejaar. Ik kijk er naar uit om dat wat ik in de afgelopen jaren geleerd heb, toe te gaan passen in de praktijk.

Jan Verhoeven
Groningen, augustus 2010

Inhoudsopgave

1. Energie en ruimte.....	6
1.1 Aanleiding.....	6
1.2 Doelstelling en onderzoeksvragen.....	7
1.3 Onderzoeksmethodiek.....	7
1.4 Leeswijzer.....	11
2. Duurzame energielandschappen.....	10
2.1 Inleiding.....	10
2.2 Duurzame energievoorziening.....	11
2.3 Duurzame energielandschappen.....	15
2.4 De noodzaak van duurzame energielandschappen.....	17
3. De regionale schaal als uitgangspunt voor duurzame energielandschappen.....	19
3.1 Inleiding.....	19
3.2 Ruimtelijk perspectief.....	19
3.3 Regionaal schaalniveau.....	20
3.4 Afbakening van regio's.....	22
4. Conceptvorming, ruimtelijke concepten en duurzame energielandschappen.....	24
4.1 Inleiding.....	24
4.2 Conceptvorming.....	25
4.3 Reductie van energievraag.....	28
4.4 Hernieuwbare energiebronnen.....	31
4.5 Duurzaam fossiel.....	34
4.6 Reflectie.....	35
5. Van theorie naar empirie: casus Leerdam.....	37
5.1 Inleiding.....	37
5.2 Reductie van energievraag.....	38
5.3 Hernieuwbare energiebronnen.....	42
5.4 Duurzaam fossiel.....	44
5.5 Reflectie.....	44
6. Synthese: Ruimtelijke concepten voor duurzame energielandschappen.....	47
6.1 Inleiding.....	47
6.2 De rol van verschillende concepten.....	48
6.3 Energietransitie.....	49
7. Integreer energie en ruimte: pas ruimtelijke concepten toe!.....	52
Bijlage 1: Energiecijfers.....	55
Literatuurlijst.....	56

1. Energie en ruimte

1.1 Aanleiding

Energie is van levensbelang. Beweging en verwarming zijn twee alledaagse voorbeelden van processen die zonder energie niet mogelijk zouden zijn. In de wereld waarin we leven is iedereen gebaat bij een adequate energievoorziening.

De wereldwijde energievoorziening staat echter onder druk. Fossiele brandstoffen, die in het grootste deel van de totale energiebehoefte voorzien (OECD/IEA, 2009c), raken op (Van Kann & Leduc, 2008). Bovendien leidt het gebruik van fossiele brandstoffen tot ongewenste klimaatverandering, vooral door de uitstoot van CO₂. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er wereldwijd aandacht gevraagd wordt voor een duurzame energievoorziening. Een duurzame energievoorziening voorziet huidige generaties in hun energiebehoefte, en zorgt ervoor dat ook voldaan kan worden aan de energiebehoefte van toekomstige generaties.

Eén van de mogelijkheden om energievoorziening te verduurzamen is het integreren van energie en ruimte (Van Kann & Leduc, 2008). Hier ligt een uitdaging voor planologen. Door synergie van energie en ruimte kunnen *duurzame energielandschappen* ontstaan. Het is niet toevallig dat energiebewuste ruimtelijke planning bij kan dragen aan een duurzame energievoorziening. Energie en ruimte zijn nauw verweven. Sterker nog: Energie is ruimte (Gordijn et al., 2003).

Het klinkt veelbelovend dat ruimtelijke planning bij kan dragen aan de transitie naar een duurzame energievoorziening. De vraag is *hoe* dat dan kan.

Er zijn al verschillende studies verschenen waarin *ruimtelijke concepten* worden beschreven die bij kunnen dragen aan de realisatie van duurzame energielandschappen. Ruimtelijke concepten verwoorden een gewenste ontwikkelingsrichting, en beschrijven instrumenten die deze ontwikkelingsrichting mogelijk maken (Schoenmaker, 1984).

Het integreren van energie en ruimte wordt vooral kansrijk geacht op *regionaal schaalniveau* (Roggema & Van Den Dobbelsteen, 2007; Stremke, 2007; Van Kann, 2009). Opvallend is dat juist op dit schaalniveau nog volop mogelijkheden zijn voor verder onderzoek naar het integreren van energie en ruimte (Gommans & De Vries, 2008; Stremke & Koh, 2009; Stremke & Koh, 2010).

Het gebrek aan onderzoek naar het integreren van energie en ruimte op het regionale schaalniveau was daarom aanleiding voor het schrijven van deze studie.

In de volgende paragraaf worden doel- en vraagstelling van deze studie uiteengezet. Paragraaf 1.3 gaat vervolgens in op de onderzoeksmethode die gebruikt is voor het beantwoorden van deze doel- en vraagstelling. In de slotparagraaf van dit hoofdstuk wordt de opbouw van het rapport nader toegelicht.

1.2 Doelstelling en onderzoeksvragen

Doel van deze studie is het aanbevelen van ruimtelijke concepten die bij kunnen dragen aan het realiseren van duurzame energielandschappen op regionale schaal. Op basis van deze doelstelling is de volgende hoofdonderzoeksvraag geformuleerd:

- *Welke ruimtelijke concepten dragen op regionale schaal bij aan duurzame energielandschappen?*

De deelvragen, die de begrippen uit de hoofdvraag belichten en het beantwoorden van de hoofdvraag mogelijk maken, zijn als volgt geformuleerd:

- *Wat zijn duurzame energielandschappen?* (Hoofdstuk 2)
- *Waarom zijn duurzame energielandschappen belangrijk?* (Hoofdstuk 2)
- *Waarom wordt het regionale schaalniveau het meest kansrijk geacht voor het integreren van energie en ruimte?* (Hoofdstuk 3)
- *Wat zijn ruimtelijke concepten?* (Hoofdstuk 4)
- *Welke typen ruimtelijke concepten zijn er?* (Hoofdstuk 4)
- *Hoe kunnen ruimtelijke concepten toegepast worden in een concrete regio?* (Hoofdstuk 5)

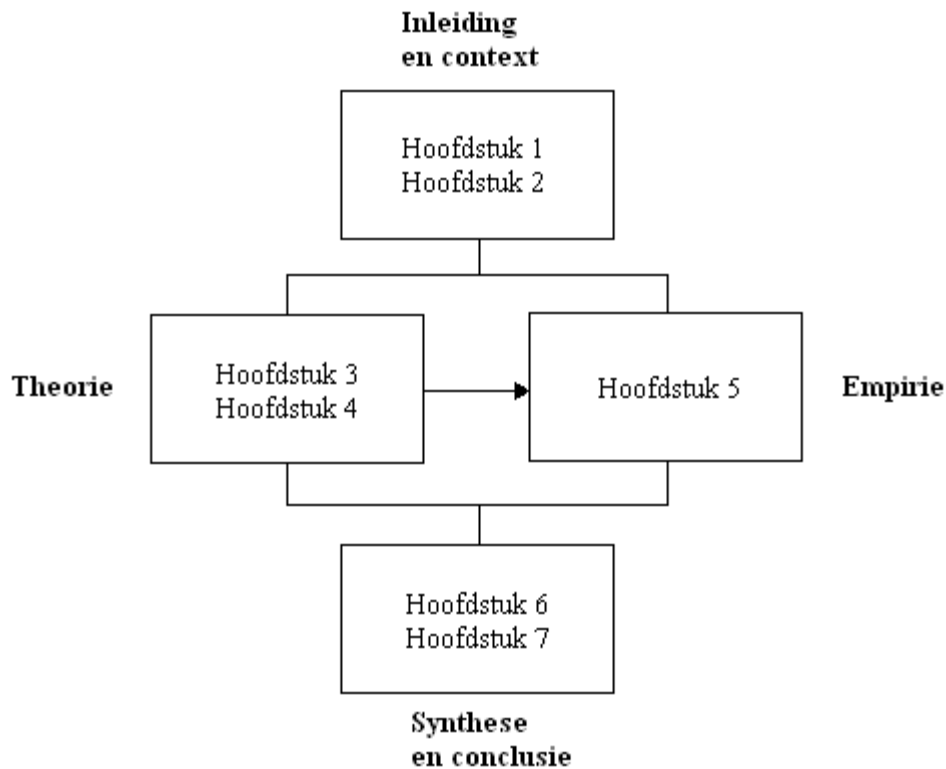
1.3 Onderzoeksmethodiek

Het onderzoek bestaat uit vier hoofdcomponenten. Deze zijn weergegeven in figuur 1.1. Hoofdstuk 1 en 2 zijn samen het inleidende en contextuele gedeelte. Hoofdstuk 3 en 4 vormen het theoretische deel van het onderzoek. Hoofdstuk 5 verkent de toepassingsmogelijkheden van het theoretische deel in een praktijksituatie. Hoofdstuk 6 en 7 brengen theorie en praktijk vervolgens weer samen in een synthese en conclusie. In deze paragraaf komen de onderzoeksmethoden, die gebruikt zijn voor de beantwoording van de onderzoeksvragen, per onderzoekscomponent aan bod.

Voor het inleidende en contextuele gedeelte is literatuuronderzoek gedaan naar de inhoud en context van duurzame energielandschappen. Een paragraaf over de noodzaak van duurzame energielandschappen kon, na het doen van deze literatuurstudie, niet uitblijven. Naar aanleiding van literatuuronderzoek is ook een specifieke keuze gemaakt om in te zoomen op duurzame energielandschappen op *regionale schaal*. Uit verschillende bronnen kwam naar voren dat vooral op dit schaalniveau de integratie van energie en ruimte nog nader onderzocht kon worden.

Het is om die reden dat in hoofdstuk 3 het theoretische gedeelte begint met het definiëren van wat het regionale schaalniveau is. Een boek van G.J. Schoenmaker uit 1984 over de

methodologische beginselen van de geografie was hierbij een bruikbaar hulpmiddel. Voor het verklaren waarom juist het regionale schaalniveau kansrijk is voor het integreren van energie en ruimte, zijn andere, meer recente literatuurbronnen gebruikt.



Figuur 1.1 Schematische weergave van onderzoeksmethodiek.

Hoofdstuk 4 bestaat, naast een inleidende paragraaf, uit twee delen. Paragraaf 4.2 gaat in op de aard en rol van ruimtelijke planconcepten. Verschillende boeken en artikelen, vooral van prof. dr. W.A.M. Zonneveld, hebben geholpen om inzicht te krijgen in de wereld van ruimtelijke planconcepten.

Na het algemene gedeelte over ruimtelijke planconcepten, is specifiek onderzoek gedaan naar welke ruimtelijke concepten bij kunnen dragen aan de transitie naar duurzame energielandschappen. De uitgevoerde analyse is beschreven in de paragrafen 4.3 tot en met 4.5. Ook dit gedeelte van het onderzoek is gebaseerd op bevindingen uit literatuurstudie. Paragraaf 4.6 sluit het theoretische gedeelte van het onderzoek af met een overzicht van de geanalyseerde planconcepten die bij kunnen dragen aan de realisatie van duurzame energielandschappen.

Met hoofdstuk 5 wordt een brug geslagen van theorie naar praktijk. Door logisch nadenken wordt verkend of en hoe de ruimtelijke planconcepten uit het theoretische deel van het onderzoek toegepast kunnen worden in een concrete regio, zodat een duurzaam energielandschap ontstaat. De regio Leerdam is gekozen als casus voor deze verkenning, omdat de schrijver van deze studie daar woonachtig is. Hij meent om die reden zijn ruimtelijke kennis van het gebied te kunnen gebruiken bij het onderzoek. Hoofdstuk 5 sluit af met een overzicht van gebiedsspecifieke planconcepten die in de regio Leerdam bij kunnen dragen aan een duurzame energievoorziening.

Hoofdstuk 6 brengt het theoretische en het empirische gedeelte samen in een synthese. De onderlinge verhouding tussen geanalyseerde planconcepten wordt hier besproken. Vervolgens wordt de hoofdvraag van dit onderzoek beantwoord.

In hoofdstuk 7 wordt deze studie afgesloten met een conclusie. Hierin wordt het onderzoek geëvalueerd.

1.4 Leeswijzer

Het rapport bestaat uit zeven hoofdstukken, één bijlage en een literatuurlijst. Deze leeswijzer vormt de laatste paragraaf van het eerste hoofdstuk. Probleem-, doel- en vraagstelling, alsmede de onderzoeksmethodiek zijn in het eerste hoofdstuk uiteengezet.

Hoofdstuk 2 beschrijft aan welke kenmerken een duurzame energievoorziening te herkennen is. Vervolgens gaat het hoofdstuk in op de vraag wat duurzame energielandschappen zijn, en waarom het van belang is deze duurzame energielandschappen te realiseren.

In hoofdstuk 3 wordt beargumenteerd waarom het regionale schaalniveau, meer dan andere schaalniveaus, de meeste kansen biedt voor het integreren van energie in de ruimtelijke planning. Tevens wordt een definitie gegeven van de regio.

Hoofdstuk 4 start, na de inleidende paragraaf, met een paragraaf over conceptvorming. Hierin wordt beschreven wat ruimtelijke concepten zijn, en welke typen ruimtelijke concepten er zijn. Het tweede gedeelte van het hoofdstuk, paragraaf 4.3 tot en met 4.6, analyseert verschillende ruimtelijke concepten die een bijdrage kunnen leveren aan de transitie naar duurzame energielandschappen.

In hoofdstuk 5 wordt verkend of en hoe de ruimtelijke concepten, zoals geanalyseerd in het theoretische deel van deze studie, toegepast kunnen worden in de praktijk, in een concrete regio. De regio Leerdam is gekozen voor het uitvoeren van deze verkenning.

Hoofdstuk 6 brengt de theorie en empirie bij elkaar in een synthese. De hoofdvraag van deze studie wordt in dit hoofdstuk beantwoord. Ook wordt geanalyseerd wat de onderlinge verhoudingen zijn tussen de verschillende typen planconcepten. Daarnaast wordt aandacht besteed aan de voorwaarden voor het ontstaan van een energietransitie.

In hoofdstuk 7 wordt deze studie afgesloten met een conclusie. Hierin wordt het onderzoek geëvalueerd.

2. Duurzame energielandschappen

2.1 Inleiding

Zonder energie staat alles stil. Ook in de Nederlandse maatschappij is energie van cruciale betekenis (Noorman et al., 2006). Niet alleen voor individuen afzonderlijk, maar ook voor de collectieve industriële, commerciële en sociale welvaart (EEA, 2006). Om deze reden heeft de voorzieningszekerheid van energie een belangrijke plaats in het Nederlandse beleid (Gordijn et al., 2003). Gezondheidszorg, mobiliteit, communicatie, landbouw en industrie zijn voorbeelden van activiteiten die mogelijk zijn dankzij energie.

Energiegebruik heeft echter ook een keerzijde. Zowel productie als consumptie van energie oefenen druk uit op het milieu (EEA, 2006). Klimaatverandering en het opraken van fossiele brandstoffen zijn, vanwege de aard en omvang van hun gevolgen, de meest besproken thema's op dit gebied (AER, 2004; Van Kann & Leduc, 2008; Van Den Dobbelsteen et al., 2007a). De uitstoot van broeikasgassen draagt bij aan klimaatverandering. Door klimaatverandering gaat biodiversiteit verloren, wordt het risico op natuurrampen groter en worden voedselvoorziening en volksgezondheid bedreigd (EEA, 2006; VROM, 2007). Daarnaast komt door het opraken van fossiele brandstoffen de voorzieningszekerheid in het geding. Het geopolitieke schaakspel, de verdeling van de laatste voorraden, zal uitbreken als er niets verandert (Gordijn et al., 2003).

Wereldwijd begint naar aanleiding van bovenstaande redenen het besef door te dringen dat veranderingen in de energievoorziening noodzakelijk zijn. Dit besef gaat in veel gevallen gepaard met de begrippen *energietransitie* en *duurzaamheid* (OECD/IEA, 2009a; OECD/IEA, 2009b; Benner et al., 2009; AER, 2009).

Energietransitie houdt niet alleen een fysieke verandering in ten opzichte van de huidige situatie, maar ook een verandering in het denken over energie. De Algemene Energieraad (2004) spreekt van een *systeemverandering*, terwijl Stremke (2007) het woord *paradigmaverandering* gebruikt. Welk woord ook gebruikt wordt om aan te geven dat een verandering noodzakelijk is, het doel van de veranderingen is in alle gevallen het verduurzamen van de energievoorziening (AER, 2004; Stremke, 2007; Benner et al., 2009). Op dit punt ontstaat er echter een gebrek aan eenduidigheid. Want wat is een duurzame energievoorziening eigenlijk? Opvallend is dat deze vraag veelal onbeantwoord blijft. Het doel van de energietransitie blijft dan een vage, ongrijpbare en dus niet goed te toetsen toekomstige situatie. Daarom is het belangrijk om wél een definitie te geven van wat een duurzame energievoorziening is. Dit wordt gedaan in de volgende paragraaf. Alleen op die manier kan duidelijk worden welke veranderingen er plaats moeten vinden om het doel, een duurzame energiehuishouding, te bereiken.

In paragraaf 2.3 zal blijken waarom het thema *duurzame energievoorziening* zo relevant is voor planologen. Om alvast vooruit te blikken: Energie *is* ruimte (Gordijn et al., 2003). Zowel winning, transport als gebruik van energie had en heeft een niet te onderschatten ruimtelijke dimensie (AER, 2000, Gordijn et al., 2003). Daarom zal een energietransitie niet zonder

ruimtelijke gevolgen kunnen plaatsvinden. Sterker nog, er zijn ruimtelijke ingrepen nodig om tot een duurzame energievoorziening te komen (Van Kann, 2009). Deze ingrepen kunnen de ruimte om ons heen veranderen in *duurzame energielandschappen*. In paragraaf 2.3 wordt beschreven wat duurzame energielandschappen zijn. Vervolgens gaat de slotparagraaf van dit hoofdstuk dieper in op het nut en de noodzaak van duurzame energielandschappen.

2.2 Duurzame energievoorziening

Processen en producten die hun oorsprong hebben in bronnen die eindig zijn, worden vaak bekritiseerd vanwege hun weinig duurzame karakter. Het woord *duurzaamheid* laat zich moeilijk definiëren. Wat door de een duurzaam gevonden wordt, kan door een ander als niet-duurzaam bestempeld of ervaren worden. Ondanks dat is het begrip duurzaamheid de afgelopen 25 jaar uitgegroeid tot een modewoord. Vooral vanwege de positieve klank die het bij zich draagt, *het streven naar beter*.

Volgens de Van Dale (2005) is 'iets' duurzaam als het *'weinig aan slijtage of bederf onderhevig is'*. De definitie die de VN-commissie Brundtland in 1987 gaf aan duurzaamheid is echter een meer gangbare: *'Sustainability is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs'* (Brundtland, 1987).

Er zit in deze definitie een bewustzijn verweven dat ook toekomstige generaties voor hun levensbehoeften afhankelijk zullen zijn van de nu aanwezige, eindige bronnen. Dit roept enerzijds op tot verantwoord omgaan met beperkte middelen, anderzijds tot het vinden van alternatieve oplossingen om in behoeften te kunnen blijven voorzien.

Dit geldt zeker ook voor de energievoorziening. In 2007 werd 81,4% van de wereldwijde energievoorziening geleverd door fossiele brandstoffen, eindige bronnen (OECD/IEA, 2009c). In datzelfde jaar lag dit percentage in Nederland op 97,2% (CBS, 2009; OECD/IEA, 2009a). Verduurzaming is gewenst, maar wat betekent dat in de praktijk? Wat is een duurzame energiehuishouding waar Europees en Nederlands beleid naar streven (EEA, 2006; Min. EZ, 2008)?

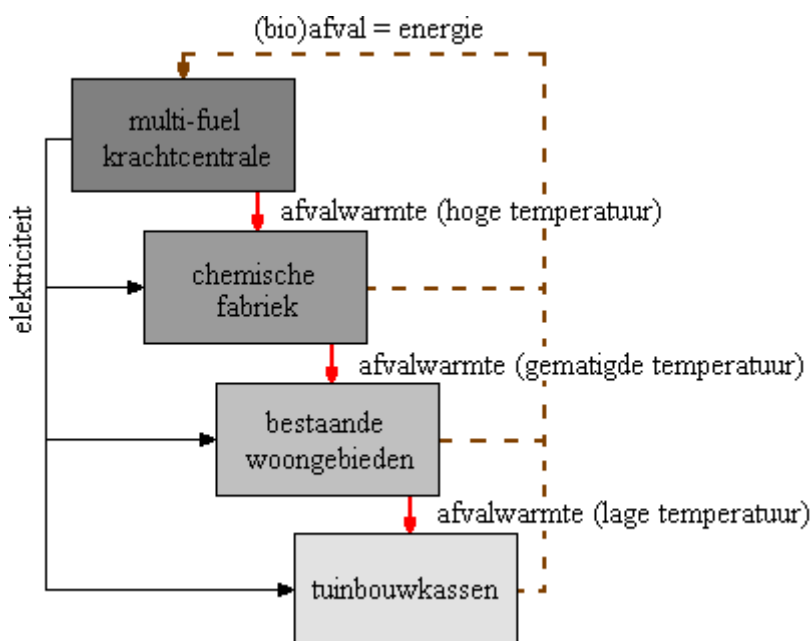
Een veelgebruikt concept om een transitie naar een duurzame energiehuishouding te realiseren en te evalueren is de *Trias Energetica* (Van Kann & Leduc, 2008). In een latere fase van deze studie zal de aard en functie van concepten nader toegelicht worden. 'De drie pijlers van duurzame energievoorziening' (AER, 2000) en 'De Energieladder' (Benner et al., 2009) zijn andere namen voor de Trias Energetica, die bestaat uit drie stappen. De eerste stap is het verminderen van de vraag naar energie door middel van rationeel gebruik. De tweede stap is het inzetten van hernieuwbare energiebronnen in plaats van fossiele brandstoffen. De derde stap is het efficiënt gebruiken van fossiele brandstoffen (Van Kann & Leduc, 2008). Deze drie stappen dragen gezamenlijk bij aan een energietransitie in de richting van een duurzame energiehuishouding. Om die reden worden bovenstaande stappen één voor één uitgewerkt.

Het *reduceren van de vraag* naar energie is een stap die in de praktijk nogal eens onderbelicht blijft. En dat terwijl energiebesparing de minst gecompliceerde stap is om de energiehuishouding te verduurzamen, zeker op korte termijn. Verminderd energiegebruik

draagt direct bij aan een gezonder klimaat, omdat CO₂-uitstoot daalt (Roggema & Van Den Dobbelen, 2007). Om het energiegebruik te reduceren is het nodig slim om te gaan met energie. Dit wordt rationeel of verstandig gebruik genoemd (Van Kann, 2010). Voor het begrijpen van deze materie is het nodig iets over de aard van energie te zeggen.

Energie kan niet verloren gaan. Daarom wordt niet gesproken van *energieverbruik*, maar van *energiegebruik*. Wat wel verloren kan gaan bij energiegebruik is de *kwaliteit* van energie, ook wel *exergie* genoemd (Stremke & Koh, 2010; Van Kann & Leduc, 2008). Een voorbeeld hiervan is dat er restwarmte vrijkomt wanneer energie gebruikt wordt, bijvoorbeeld bij voertuigen, elektronische apparaten en fabrieksprocessen. De kwaliteit van deze restwarmte (output) is lager dan de kwaliteit van de oorspronkelijke energiebron (input). Dit wil echter niet zeggen dat energie met een lagere kwaliteit niet meer bruikbaar is. Integendeel, vaak kan energie met een lagere kwaliteit toch nog ingezet worden op plaatsen waar een vraag naar laagwaardige energie is. Door verstandig met energiekwaliteiten om te gaan, is het dus mogelijk de totale energievraag te reduceren. Het verstandig omgaan met energiekwaliteiten wordt *exergieplanning* genoemd, en kan worden toegepast bij het gebruik van zowel fossiele als hernieuwbare energiebronnen. (Van Kann & Leduc, 2008).

Een belangrijk principe bij exergieplanning is dat van *energiecascadering* (Van Kann & Leduc, 2008; Van Kann, 2009). Waar in de praktijk restwarmte vaak gedumpt wordt in lucht of water, is het ook mogelijk om restwarmte te gebruiken voor verwarming of koeling van bepaalde functies. Op die manier krijgt gebruikte energie een nieuwe bestemming. Dat energiehuishouding en ruimtelijke ordening steeds meer verweven moeten worden om energiecascadering mogelijk te maken, wordt in een later stadium van deze studie uitgewerkt. In figuur 2.1 is te zien hoe restwarmte drie keer gebruikt wordt. Hoe lager een functie in de energiecascade is weergegeven, hoe laagwaardiger de kwaliteit van energie zal zijn die een functie nodig heeft.



Figuur 2.1 Het principe van energiecascadering. Bron: Van Kann, 2010 (bewerkt).

De tweede stap van de Trias Energetica is het inzetten van *hernieuwbare energiebronnen*, op die plaatsen waar ondanks rationeel gebruik van energie toch een energievraag overblijft. Bij het inzetten van hernieuwbare energiebronnen gaat het om een substitutie van fossiele brandstoffen naar bronnen die oneindig zijn. In tegenstelling tot de eerste stap van de Trias Energetica, die samenhangt met de vraag naar energie, is deze tweede stap dus gericht op de aanbodzijde van energie.

Hernieuwbare energiebronnen zijn wind, zon, water, biomassa en geothermische warmte. Deze bronnen zijn niet alleen oneindig, maar hebben ook weinig negatieve invloed op het klimaat (Roggema, 2008). Vooral omdat bij gebruik van hernieuwbare energie de CO₂-uitstoot significant lager is in vergelijking met het gebruik van fossiele brandstoffen (Van Der Eijk, 2006). Daar staat tegenover dat het ruimtebeslag van *renewables* groter is. In het vervolg van deze studie wordt uitgelegd waarom dat zo is.

Gezamenlijk leveren hernieuwbare bronnen meer energie dan wereldwijd gevraagd wordt. De mensheid is echter nog niet in staat het deel van deze energie op te vangen waarmee de huidige energievraag ingevuld zou kunnen worden (Stremke & Koh, 2010).

De vraag of alle hernieuwbare energiebronnen per definitie duurzaam zijn moet negatief beantwoord worden. Niet voor niets is de eerste stap van de Trias Energetica gericht op het reduceren van de vraag naar energie. Hoe minder vraag er is naar energie, hoe minder energie er ook aangeboden hoeft te worden. Hoewel het aanbod van hernieuwbare energie oneindig is, economisch en ruimtelijk gezien is het onverstandig te streven naar zoveel mogelijk aanbod van energie. Economisch omdat het realiseren van hernieuwbare energiebronnen vraagt om grote financiële investeringen, die in Nederland op kunnen lopen tot 4 miljard euro per jaar (AER/VROM, 2004). Ruimtelijk omdat het opwekken van energie uit hernieuwbare bronnen meer ruimte vraagt dan het opwekken van energie uit fossiele brandstoffen (Gordijn et al., 2003). En dat terwijl ruimte schaars is. Hier ligt een uitdaging voor planologen.

Uit bovenstaande alinea kan opgemaakt worden dat de vraag naar energie zo laag mogelijk moet zijn om van een duurzame energiehuishouding te kunnen spreken. Bij een lage energievraag past een laag energieaanbod. Dit behoeft echter enige nuance. De gemiddelde Nederlander wil en verwacht volledige voorzieningszekerheid van energie. Dat is verwoord in het gezamenlijk advies van de VROM-raad en de Algemene Energieraad (2004), waar betrouwbaarheid als een van de subdoelen van een duurzame energievoorziening wordt genoemd. Kortom, het aanbod van energie moet zo veel mogelijk gelijk zijn aan een zo laag mogelijke vraag naar energie, maar de voorzieningszekerheid mag niet in gevaar komen. Om de voorzieningszekerheid te waarborgen wordt in Nederland gewerkt met een 'mix' van verschillende brandstoffen. Olie, gas, kolen en uranium zijn voorbeelden van zulke brandstoffen. Als een soort brandstof om wat voor reden dan ook wegvalt, blijven de andere soorten nog over. Mede omdat de fysieke voorraad aardgas in Nederland slinkt, is het goed hernieuwbare energiebronnen aan de brandstofmix toe te voegen (Benner et al., 2009). Op de lange termijn kunnen hernieuwbare bronnen steeds meer de fossiele bronnen vervangen.

De derde en laatste stap van de Trias Energetica is het *efficiënt gebruik van eindige energiebronnen*, op die plaatsen waar nog een resterende energievraag is. Efficiëntie betekent in deze stap het zo *schoon* en *zuinig* mogelijk gebruiken van energie bij processen die op fossiele brandstoffen draaien (EEA, 2006; AER/VROM, 2004; Min. EZ, 2008; VROM,

2007). *Schoon fossiel* is de naam die de Algemene Energieraad (2000) aan deze stap geeft. Vanuit het oogpunt van duurzaamheid is het positief als deze resterende vraag zo klein mogelijk is. Zoals eerder gezegd, er valt op dit punt nog veel te verbeteren. Te veel processen zijn nog afhankelijk van fossiele brandstoffen. Om die reden hebben de eerste twee stappen van de Trias Energetica een hogere prioriteit dan deze laatste stap (Benner et al., 2009).

De Trias Energetica is een hulpmiddel bij het definiëren van een duurzame energiehuishouding. De AER (2000) onderstreept dit door de stappen van de Trias Energetica 'de drie pijlers van een duurzame energiehuishouding' te noemen. Naast het concept van de Trias Energetica hebben verschillende auteurs eigenschappen beschreven waar een duurzame energiehuishouding aan zou moeten voldoen (AER/VROM, 2004; Roggema & Van Den Dobbelen, 2007; Stremke, 2007; EEA, 2006; Van Kann, 2009). Deze kenmerken zijn vrijwel altijd onder de noemer van minstens een van de drie stappen van de Trias Energetica in te delen. Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat de Trias Energetica een compleet overzicht geeft van de factoren waar een duurzame energiehuishouding aan zou moeten voldoen. Samenvattend, een energiehuishouding is duurzaam als:

1. de vraag naar energie door middel van rationeel gebruik van energiekwaliteiten zo veel mogelijk wordt gereduceerd.
2. het aanbod van energie zo veel mogelijk uit hernieuwbare energiebronnen bestaat, zonder dat de voorzieningszekerheid in gevaar komt.
3. fossiele brandstoffen zo efficiënt mogelijk ingezet worden, daar waar de vraag naar energie groter is dan het aanbod uit hernieuwbare energiebronnen.

In dit rapport wordt de bovenstaande definitie vanuit een *ruimtelijk perspectief* benaderd. In hoofdstuk 3 wordt uitgelegd wat er met een ruimtelijk perspectief bedoeld wordt. Het ruimtelijke perspectief is nodig om de focus te richten op de voor deze studie relevante factoren van een duurzame energiehuishouding. De basisgedachte van deze studie is dat ruimtelijke maatregelen bij kunnen dragen aan een duurzame energiehuishouding. Deze maatregelen worden door Zonneveld (1991a) planconcepten genoemd. Het aanbevelen van deze concepten beantwoordt aan het doel van dit onderzoek.

De keuze voor een ruimtelijke benadering van een duurzame energiehuishouding is geen toevallige. Energievoorziening is nauw verbonden aan de ruimte. Een energietransitie zal dan ook niet te onderschatten ruimtelijke consequenties met zich meebrengen (Gordijn et al., 2003). Waar de ruimtelijke ordening vaak bepalend is geweest voor de inrichting van de energiehuishouding, zou dat in de toekomst wel eens andersom kunnen zijn: Energiewinning, -transport, -opslag en -distributie worden bepalend voor de inrichting van de ruimte. Voor planologen een reden om de energiehuishouding als een belangrijk onderdeel van hun werkterrein te (gaan) beschouwen.

In deze studie wordt onderzocht in hoeverre ruimtelijke planconcepten bij kunnen dragen aan duurzame energielandschappen. De drie factoren van een duurzame energievoorziening komen hierbij aan bod:

1. Welke ruimtelijke concepten dragen bij aan rationeel gebruik van energie, waardoor de vraag naar energie zo veel mogelijk beperkt blijft?
2. Welke ruimtelijke concepten zorgen ervoor dat hernieuwbare energiebronnen de rol van fossiele brandstoffen overnemen?
3. Welke ruimtelijke concepten dragen bij aan efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen?

De antwoorden op deze vragen hebben logischerwijs een ruimtelijk karakter. Kennis van energie en kennis van ruimte worden geïntegreerd. Zo ontstaan duurzame energielandschappen (Noorman et al., 2006). Dit zijn landschappen waarin de ruimtelijke maatregelen, die bijdragen aan een duurzame energiehuishouding, worden ingezet. In de volgende paragraaf wordt hier uitvoeriger op ingegaan. Daar zal blijken dat vooral de eerste twee van bovenstaande vragen invloed hebben op de onderlinge samenhang van energie en ruimte.

2.3 Duurzame energielandschappen

Energielandschappen zijn van alle tijden. Gordijn et al. (2003) noemt verschillende energiebronnen die in de geschiedenis van Nederland het landschap hebben beïnvloed en gevormd. Spierkracht en hout zijn de eerste. Door de ontdekking van vuur was er leven mogelijk in de meer noordelijke, koudere werelddelen, waaronder Nederland. De mensen kaptten stukken bos, om vervolgens op die plekken te gaan wonen. De eerste landbouw ontstond. Grootschalige ontbossing volgde, mede voor energievoorziening (Noorman et al., 2006). Dit duurde zo lang dat er een tekort aan brandhout kwam. Hierdoor werd gezocht naar andere energiebronnen. Wind- en watermolens verschenen tijdens de Middeleeuwen in het landschap. Ook het afgraven van turf liet sporen in het landschap achter die vandaag nog steeds te zien zijn. Zo ontstonden bijvoorbeeld veenmeren, zoals de Vinkeveense en Loosdrechtse plassen. Maar ook de infrastructuur werd aangepast, zodat distributie van de turf mogelijk werd. Wegen en kanalen werden aangelegd, en de vorm van nederzettingen veranderde. Lange streekdorpen, watersteden en veenkoloniën herinneren aan de tijd dat turf gewonnen werd voor de energievoorziening.

Hoewel minder dan de turfwinning, heeft ook de steenkoolwinning ruimtelijke sporen in het Nederlandse landschap achtergelaten (Gordijn et al., 2003). Vooral in Zuid-Limburg herinneren schoorstenen, mijnschachten, fabrieksgebouwen, kanalen, spoorlijnen en mijnwerkerskoloniën aan de tijd dat steenkool een belangrijke energiebron was. Ook bij de winning van olie en gas, dat grotendeels ondergronds gebeurt, zijn een aantal kenmerken in het landschap te zien, zoals booreilanden, jaknikkers, fakkelpijpen en industrielanden. Maar van nog grotere invloed op de ruimte zijn de ondergrondse pijpleidingen voor het transport van olie en gas. In verband met veiligheidseisen kennen deze infrastructuren een risicozonering. Bovengrondse ontwikkelingen zijn hierdoor niet overal te realiseren. De vraag naar andere, meer duurzame bronnen van energie is echter vooral het gevolg van andere negatieve aspecten van olie- en gaswinning. Om de belangrijkste nog eens te noemen: uitputting, het in gevaar komen van de voorzieningszekerheid, afhankelijkheid van andere landen en in mindere mate ook olierampen en bodemdaling (Gordijn et al., 2003).

Energie en ruimte blijken onlosmakelijk met elkaar verbonden te zijn (Van Hoorn et al., 2010). Ze worden ook wel twee kanten van dezelfde medaille genoemd (Noorman et al., 2006). Met ruimtelijke effecten van energiegebruik worden niet alleen het directe en indirecte ruimtegebruik van de energiebron zélf bedoeld. Ook de gevolgen van dat ruimtegebruik voor het landschap, de infrastructuur en bebouwingspatronen vallen onder deze ruimtelijke effecten (Gordijn et al., 2003). Uit bovenstaande historische beschrijving is duidelijk geworden dat het gebruik van energie bepalend is voor hoe een landschap er uit ziet. Dat geldt ook voor de toekomst. Een transitie naar een duurzaam energielandschap zal om ruimtelijke aanpassingen vragen (Van Hoorn et al., 2010). In deze studie wordt naar concepten gezocht die duurzame energielandschappen bewerkstelligen. Het gaat hier om concepten die zorgen voor een vermindering van de vraag naar energie door middel van rationeel gebruik, aanbod van hernieuwbare energie mogelijk maken, en efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen aanmoedigen. Van deze drie doelen hebben vooral de eerste twee een ruimtelijke dimensie. Het efficiënt gebruiken van fossiele brandstoffen is in eerste instantie te realiseren door niet-ruimtelijke ingrepen, zoals nieuwe technologieën. Stremke (2007) is van mening dat er te veel nadruk wordt gelegd op deze efficiëntie-technologieën om de energievoorziening te verduurzamen. De ruimtelijke ordening zou naar zijn mening een grotere rol moeten hebben in het sturen van energiegebruik.

Een duurzaam energielandschap ontstaat niet van het ene op het andere moment. Een energietransitie kost tijd (Noorman et al., 2006). Er is tijd nodig om te bouwen, om te innoveren en om te experimenteren. Als hernieuwbare bronnen steeds meer benut gaan worden, kan het gebruik van fossiele brandstoffen afgebouwd worden. Voorlopig zal een combinatie van beide aan de energievraag voldoen (Noorman et al., 2006). Het is zelfs de vraag of een duurzaam energielandschap zich ooit in een eindstadium kan bevinden. Want wanneer is het niet meer mogelijk om, vanuit een ruimtelijk perspectief, de energiehuishouding verder te verduurzamen? Het streven naar beter houdt nooit op. Dit wil niet zeggen dat het doel waar naar gestreefd wordt, een duurzaam energielandschap, een vage is. Dat blijkt wel uit de vorige paragraaf, waar het duurzame energielandschap werd gedefinieerd.

Stremke (2007) benadrukt dat binnen een duurzaam energielandschap niet gestreefd moet worden naar een maximale energieopbrengst. In een duurzaam energielandschap zijn energieopwekking en andere landschappelijke functies met elkaar in evenwicht. Biodiversiteit en landschapsbeleving zijn voorbeelden van zulke functies. Benner et al. (2009) stelt het terecht nog breder: Initiatieven om de energievoorziening te verduurzamen moeten geïntegreerd zijn in andere beleidsterreinen, zoals economie en veiligheid.

Een duurzaam energielandschap is een landschap waarin een duurzame energiehuishouding een voornamelijk plaats heeft. Daar hoort bij dat een duurzaam energielandschap zoveel mogelijk zelfvoorzienend is (Stremke, 2007; Stremke et al., 2009). De ruimtelijke concepten die bijdragen aan een dergelijk landschap komen in een latere fase van dit rapport aan bod. Zij zijn de kern van dit onderzoek.

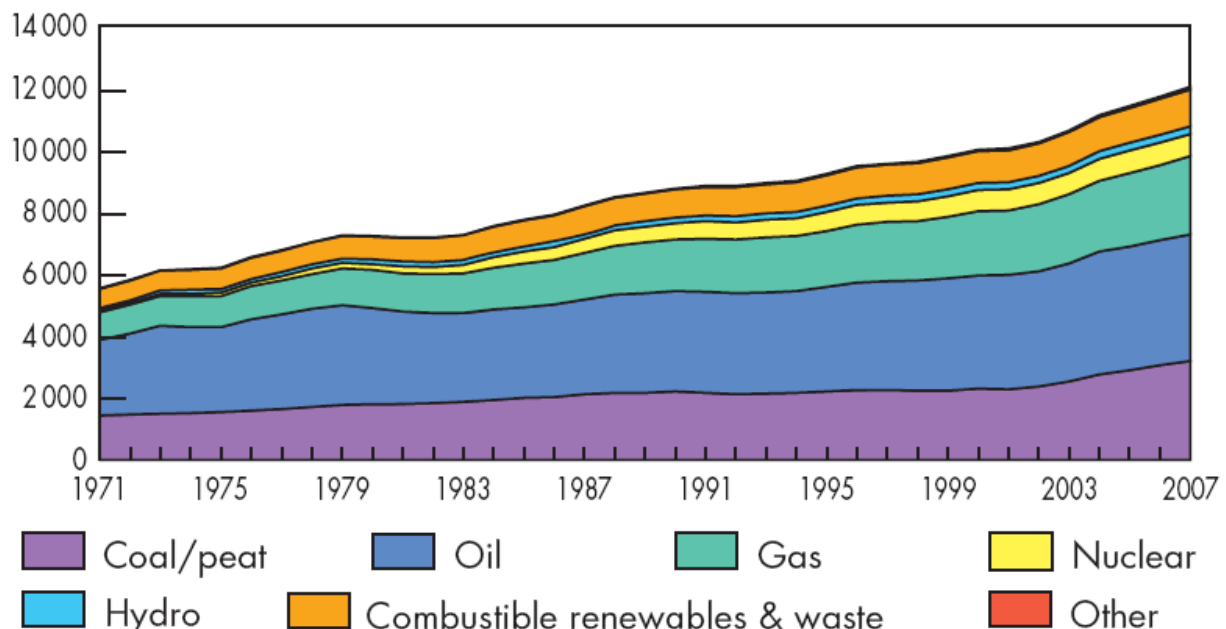
In de volgende paragraaf wordt eerst nog de vraag beantwoord in hoeverre het noodzakelijk is om een energietransitie in te zetten. Want zonder het belang van deze transitie te onderkennen, zijn plannen gedoemd te stranden in mooie woorden.

2.4 De noodzaak van duurzame energielandschappen

Zonder energie staat alles stil. Genoeg reden om bewust om te gaan met de eindige energiebronnen die de aarde nog bezit. Over de vraag hoe lang deze bronnen nog beschikbaar zijn verschillen de meningen. De Algemene Energieraad (2004; p.19) verwacht dat wereldwijd de voorraden gas en kolen ‘nog decennialang en misschien wel honderden jaren toereikend zullen zijn’. Het Energierapport 2008 sluit zich hierbij aan, hoewel er minder nieuwe voorraden worden ontdekt dan verwacht (Min. EZ, 2008). Voor de traditionele Nederlandse gasvoorraden geldt niet dat ze nog lang toereikend zijn. Integendeel, die zijn over 25-40 jaar op (AER, 2004). De raad geeft aan dat Nederland daarmee afhankelijker wordt van andere landen op het gebied van energievoorziening. In tijden van geopolitieke instabiliteit is dit een bedreiging, omdat de voorzieningszekerheid van energie in gevaar kan komen (AER, 2004; Gordijn et al., 2003; Min. EZ, 2008).

Klimaatverandering is echter de grootste bedreiging als het gaat om duurzaamheid (AER, 2004; Roggema, 2008; OECD/IEA, 2009a). Deze verandering is het gevolg van grootschalige CO₂-uitstoot (AER, 2004; Roggema, 2008), en heeft niet te onderschatten consequenties. Toenemende overstromingen, droogtes en andere natuurrampen als gevolg van extreme weersomstandigheden zijn voorbeelden hiervan, evenals negatieve effecten op de gezondheid van de mens (AER, 2004; IPCC, 2007a).

Vermindering van de CO₂-uitstoot is de beste manier om klimaatverandering te beteugelen (IPCC, 2007b). In figuur 2.2 is echter te zien dat de vraag naar energie de afgelopen jaren alleen maar toegenomen is. De verwachting is dat die trend zich door zal zetten (OECD/IEA, 2009c). In bijlage 1 zijn twee scenario's weergegeven die deze verwachting visualiseren.



Figuur 2.2 Wereldwijde ontwikkeling van het totale primaire energieaanbod tussen 1971 en 2007, in megaton olie-equivalent. Bron: OECD/IEA, 2009c.

Het is dan ook niet verwonderlijk dat de AER (2004) en Stremke (2007) stellen dat de huidige energiehuishouding niet duurzaam is. Wereldwijd wordt ruim 81% van de energie gewonnen

uit fossiele bronnen (OECD/IEA, 2009c). In Nederland is dit zelfs 97,2% (CBS, 2009; OECD/IEA, 2009a). In absolute zin neemt het gebruik van fossiele brandstoffen, en daarmee de CO₂-uitstoot, toe (OECD/IEA, 2009c). Ook dit is in bijlage 1 te zien.

Een energietransitie is nodig om de CO₂-emissies te reduceren, en om een betrouwbare energievoorziening te kunnen handhaven (Stremke, 2007; Stremke et al., 2009). Hier gaat echter een doorslaggevende voorwaarde aan vooraf, namelijk dat er een algemeen gevoel van urgentie, '*a sense of urgency*', heerst (AER, 2004; Van Der Eijk, 2006). Vooral omdat een energietransitie tijd kost. Nu is er nog tijd om die transitie te realiseren, om robuuste strategieën te ontwikkelen die klimaatverandering bestrijden (Van Kann, 2009). Daar zijn ruimtelijke mogelijkheden voor. Van Kann en Leduc (2008) beschrijven, net als Venselaar (2010) en Gommans en De Vries (2008), dat er in de Nederlandse maatschappij veel winst te behalen is door het gebruiken van energie waar op dit moment nog niks mee gedaan wordt. Deze energie moet gebruikt worden voor het te laat is.

Het toepassen van ruimtelijke concepten wordt gezien als een van de mogelijkheden om duurzaam met energie om te gaan. In hoofdstuk 4 wordt onderzocht welke concepten dit zouden kunnen zijn. In hoofdstuk 3 wordt echter eerst geanalyseerd op welk schaalniveau de synergie het grootst zal zijn tussen ruimtelijke planning en energievoorziening. Ook wordt beschreven wat bedoeld wordt met het begrip *ruimtelijk perspectief*, dat in dit hoofdstuk genoemd is als invalshoek om energie en duurzaamheid aan elkaar te verbinden.

3. De regionale schaal als uitgangspunt voor duurzame energielandschappen

3.1 Inleiding

Uit het vorige hoofdstuk is gebleken dat de energietransitie in dit rapport wordt benaderd vanuit een *ruimtelijk perspectief*. De ruimte zélf is onderdeel van die transitie. Maar wat is de ruimte? Of beter gezegd, wat wordt hier bedoeld met de ruimte? In paragraaf 3.2 zal duidelijk worden dat de definiëring van het begrip *ruimte* bepalend is voor de reikwijdte van dit onderzoek.

Naast het definiëren van het begrip ruimte, wordt in dit hoofdstuk aandacht besteed aan het *ruimtelijke schaalniveau* van duurzame energielandschappen. Maatregelen om energielandschappen te verduurzamen kunnen in beginsel van lokaal tot mondiaal niveau toegepast worden. Schaalniveaus blijken bij duurzame energielandschappen van grotere invloed te zijn dan bij energielandschappen die gekenmerkt worden door fossiele energiebronnen. In paragraaf 3.3 wordt beschreven waarom dat zo is.

Van alle schaalniveaus wordt het regionale schaalniveau het meest kansrijk geacht om de energiehuishouding via ruimtelijke interventies te verduurzamen (Roggema & Van Den Dobbelen, 2007; Stremke, 2007; Stremke & Koh, 2009; Van Kann, 2009). Dat wil overigens niet zeggen dat op andere schaalniveaus niet gewerkt wordt aan het ontwikkelen van duurzame energielandschappen. Toch zal de nadruk in dit rapport gelegd worden op de regio als uitgangspunt voor het verduurzamen van de energiehuishouding. Omdat het begrip *regio* meerdere betekenissen kan hebben, wordt dit begrip in paragraaf 3.4 nader uitgewerkt.

3.2 Ruimtelijk perspectief

De Van Dale (2005) geeft meerdere omschrijvingen voor het begrip *ruimte*. De meest gangbare daarvan lijken elkaar tegen te spreken: ‘*Een door grenzen bepaalde plaats*’ en ‘*een onbegrensde verzameling van plaatsen; het heelal*’. Voor dit onderzoek blijft de ruimte beperkt tot de aardse ruimte, en is daarmee per definitie al begrensd. Dat geldt overigens ook voor de geografie en de planologie als ruimtelijke wetenschappen (Schoenmaker, 1984). Zij hebben ‘*de ruimtelijke orde, de zich in een gebied manifesterende geografische structuren en processen*’, als onderwerp van studie (Voogd, 2006; p.17). Vanuit deze disciplines wordt hier het begrip ruimte nader onderzocht.

Schoenmaker (1984) beschrijft geografische ruimte als een ‘*locatie van activiteiten*’. Dat betekent dat ruimte niet alleen gekenmerkt wordt door een begrensd gebied, maar ook door wat er in dat gebied gebeurt. Madanipour (1996) maakt dan ook onderscheid tussen *fysieke* en *sociale* ruimte. Het ‘ruimtelijke’ is daarmee een geheel van onderling samenhangende territoriale én sociale regels (Sack, 1993).

Dit geldt ook voor energie. De energiehuishouding heeft zowel een fysieke als een sociale component. Aanleg van energie-infrastructuur is een voorbeeld van fysieke ruimtevraag, terwijl acceptatie van energie-infrastructuur door bewoners van een gebied betrekking heeft op de sociale ruimte. Het ‘*Not In My Backyard (NIMBY)*’-verschijnsel illustreert dit: Een

ingreep in het landschap heeft niet alleen fysieke, maar ook sociale gevolgen (AER, 2000). In dit rapport zal de nadruk liggen op de fysieke ruimtevraag van duurzame energie, omdat dit perspectief relevant is voor planologen. Maatregelen die een meer duurzame energiehuishouding bewerkstelligen door middel van niet-fysiek ruimtelijke kenmerken, zoals maatregelen binnen chemische productieprocessen, blijven in dit rapport onbesproken.

Fysieke ruimte is schaars (AER, 2000; Voogd, 2006). Daarom is het noodzakelijk en zinvol verschillende ruimteclaims tegen elkaar af te wegen (Stremke, 2007; Voogd, 2006). Wonen, werken, recreatie, mobiliteit, en ook energievoorziening zijn voorbeelden van functies die ruimte claimen. Het is niet toevallig dat ook en juist ruimtelijke maatregelen steeds meer aangewend worden om de energiehuishouding te verduurzamen. Rond de laatste eeuwwisseling is het gedachtegoed versterkt dat strategische ruimtelijke planning een instrument is dat kan bijdragen aan duurzame ontwikkeling in de breedste zin van het woord (Davoudi & Strange, 2009). Het ‘ruimtelijke’ is meer dan voorheen van doorslaggevende betekenis voor het al dan niet ondernemen van actie. Van Hoorn et al. (2010; p.7) onderstreept de kracht van ruimtelijke planning: *‘Ruimtelijke planvorming kan de implementatie van duurzame energievoorziening versnellen.’*

Duurzame energielandschappen benaderen vanuit een *ruimtelijk perspectief* betekent voor deze studie het onderzoeken welke ruimtelijke maatregelen bijdragen aan duurzame energielandschappen. Juist ook in het streven naar een meer duurzame energievoorziening zijn ruimtelijke maatregelen noodzakelijk. In hoofdstuk 4 zal overigens blijken waarom dat zo is, en om welke maatregelen het gaat.

3.3 Regionaal schaalniveau

In de vorige paragraaf is een definitie gegeven van wat in dit onderzoek bedoeld wordt met het ruimtelijke perspectief. Echter, de ruimte kent vele schaalniveaus. Ruimtelijke maatregelen om de energiehuishouding te verduurzamen kunnen dan ook verschillende orden van grootte aannemen. Het verduurzamen van een woning zal om andere fysieke maatregelen vragen dan het verduurzamen van een stad of een land.

In dit onderzoek worden ruimtelijke concepten onderzocht die op *regionale schaal* de energiehuishouding verduurzamen. De keuze voor de regionale schaal is gemaakt op basis van literatuurstudie. Daar wordt dit schaalniveau het meest kansrijk geacht om de energiehuishouding te verduurzamen door middel van ruimtelijke ingrepen (Roggema & Van Den Dobbelsteen, 2007; Stremke, 2007; Van Kann, 2009).

Door deze keuze blijven andere schaalniveaus buiten beschouwing. Er wordt bijvoorbeeld niet onderzocht welke ruimtelijke mogelijkheden er zijn om een individuele woning energieneutraal te laten zijn. Overigens kunnen ruimtelijke maatregelen op regionale schaal wel invloed hebben op andere schaalniveaus, zowel hogere als lagere. Sterker nog, dat is ook de bedoeling als het gaat om het verduurzamen van de energievoorziening. Uiteindelijk moeten niet één of twee regio's duurzaam zijn, maar de wereldwijde energievoorziening: De wereld als duurzaam energielandschap!

Het schaalniveau speelt bij duurzame energielandschappen een grotere rol dan bij niet-duurzame energielandschappen (Gordijn et al., 2003). Dat heeft een aantal redenen, gerelateerd aan de principes van de Trias Energetica.

Ten eerste kan transport van fossiele brandstoffen plaatsvinden over grote afstanden (Stremke & Koh, 2010). Dit in tegenstelling tot het transport van duurzame energie. Bij energiecascladering bijvoorbeeld moet de afstand tussen twee functies niet te groot zijn, omdat warmte, en dus kwaliteit van energie, verloren gaat tijdens transport. In hoofdstuk 4 wordt dieper ingegaan op de rol die afstand speelt bij het transport van energie.

Een tweede argument betreft de aard van energielandschappen. In tegenstelling tot niet-duurzame energielandschappen zijn duurzame energielandschappen zo veel mogelijk zelfvoorzienend. Energiebronnen en energieafnemers zullen daarvoor binnen een gebied in gelijke verhouding aanwezig moeten zijn. Op lokaal niveau, of schaalniveaus lager dan het lokale niveau, zal de verhouding tussen energiebronnen en energieafnemers vaak ongelijk verdeeld zijn. Duurzame energielandschappen daarentegen op schaalniveaus die het regionale schaalniveau overstijgen, verliezen aan robuustheid en flexibiliteit (Europoort Kringen, 2009). Deze woorden zeggen iets over de kracht van een energieregio en het vermogen om aan te passen aan onvoorziene omstandigheden.

Verschillende stemmen gaan op om de energiehuishouding verder te decentraliseren ten opzichte van de huidige situatie (AER, 2000; Europoort Kringen, 2009). Bij uitval van energieleverende installaties bijvoorbeeld zijn de gevolgen kleiner wanneer ook de energieregio kleiner is.

Voor de reikwijdte van dit onderzoek is het van belang om helder te hebben wat wordt verstaan onder de regionale schaal. Alleen dan kan gericht gezocht worden naar ruimtelijke maatregelen die de energiehuishouding op dat niveau verduurzamen. Het is echter niet eenvoudig om vast te stellen wat een regio is. Gevoelsmatig is een regio groter dan een stad, en kleiner dan een land als Nederland, hoewel meerdere landen samen soms ook een regio genoemd worden. Het is opvallend dat er verscheidene auteurs zijn die de regionale schaal als uitgangspunt nemen om de energievoorziening te verduurzamen, zonder dat ze beschrijven wat er met een regio bedoeld wordt (Benner et al., 2009; Roggema & Van Den Dobbelssteen, 2007, Stremke, 2007).

Schoenmaker (1984; p. 225) stelt dat de regio omschreven kan worden als *'een min of meer aaneengesloten gebied, dat op grond van aard, gerichtheid en samenhang der bestudeerde objecten afgepaald kan worden van andere zodanige gebieden'*. Hieruit blijkt dat het afbakenen van regio's afhankelijk is van het studieobject of de studieobjecten. Energieregio's hebben dus niet per definitie dezelfde gebiedsgrenzen als regio's met een ander studieobject.

Schoenmaker (1984) gebruikt de volgende categorisering van regio's: uniforme en functionele regio's. Een uniforme regio is afgebakend op basis van een kenmerk die de betreffende regio onderscheidt van een andere regio. Binnen een uniforme regio is het kenmerk van het object dus uniform. Het eigene van een regio wordt zichtbaar. Zo kunnen gebieden met verschillende grondsoorten worden onderscheiden, of gebieden met verschillende bevolkingsdichtheden. Uniforme regio's worden ook wel zonale, homogene of formele regio's genoemd.

Functionele regio's zijn af te bakenen op basis van het spreidingsgebied van onderling samenhangende, ruimtelijke relaties tussen ongelijksoortige objecten (Schoenmaker, 1984).

Bedrijven en hun afzetgebied, ziekenhuizen en hun verzorgingsgebied, maar ook de onderlinge interacties tussen bijvoorbeeld scholen kunnen in functionele regio's uiteenvallen. Voor de energiehuishouding zijn beide soorten regio's van belang. Het spreidingsgebied van duurzame energiebronnen kan immers geclassificeerd worden in uniforme regio's, terwijl de ruimtelijke interactie tussen energie en andere objecten in functionele regio's ingedeeld kan worden. In dit onderzoek ligt de nadruk op functionele regio's, omdat zowel bron, overdracht als gebruik van duurzame energie onderzocht worden, vooral in hun onderlinge samenhang.

Het op bovenstaande wijze classificeren van regio's heeft als gevolg dat niet alle regio's even groot zijn. De grootte van een regio hangt af van ruimtelijke relaties (Schoenmaker, 1984). Deze opvatting is ook wel eens anders geweest (Amin, 2004; Lagendijk, 2006; Paasi, 2001; Schoenmaker, 1984). Tot halverwege de vorige eeuw werd de regio gezien als een begrensde territorium, waarbinnen verschillende verschijnselen beschreven en bestudeerd konden worden. Deze regio's worden om die reden ook wel 'containers' genoemd (Amin, 2004, Schoenmaker, 1984). Tegenover dit absolute ruimtebegrip ontstond de relationele benadering van ruimte, de ruimte met een relatieve inhoud. De regio is niet langer een territorium met een interne samenhang, maar een ruimtelijk gevolg van relaties tussen mensen, objecten en activiteiten (Amin, 2004; Massey, 2004; Schoenmaker, 1984). Amin (2004) noemt globalisering en de opkomst van transnationale stromen en netwerken als oorzaken voor deze verschuiving. De wereldwijde energievoorziening kan gezien worden als een van deze netwerken.

Het regionaliseren, het ordenen van objecten in ruimtelijke klassen, is niet meer een doel op zich, maar een middel voor het opsporen van ruimtelijke relaties (Schoenmaker, 1984). Voor deze studie zijn de relaties tussen ruimtelijke planning en energiehuishouding in het bijzonder van belang. Het wel of niet ontstaan van duurzame energielandschappen hangt mede af van hoe sterk ruimtelijke planning en energiehuishouding verweven zijn.

3.4 Afbakening van regio's

Zoals gezegd hangt de grootte van een regio af van de reikwijdte van ruimtelijke relaties. In een energielandschap zijn de relaties tussen energie en andere objecten dus van invloed op de grootte van de regio. Echter, deze ruimtelijke relaties hebben in elke regio een eigen reikwijdte. Bovendien verschilt deze reikwijdte per energiebron. Een windmolenpark heeft een grotere reikwijdte dan een fabriek die restwarmte levert aan een woonwijk.

Om toch enigszins een werkkader voor dit onderzoek te hebben is het praktisch om een wat concreter beeld te hebben van de grootte van een energieregio. De ruimtelijke maatregelen ter verduurzaming van energielandschappen vinden immers plaats binnen fysieke gebiedsgrenzen. Daarom is een aantal uitgangspunten genomen die het onderzoek van tevoren bepaalde handvatten geven.

Allereerst gaat het in dit onderzoek om ruimtelijke maatregelen die het niveau van de individuele woning overstijgen. Maatregelen op dit niveau, zoals innovatieve

isolatiemethoden en het realiseren van autarkische woningen, zijn een studieonderwerp op zich.

Ten tweede heeft de energieregio een grootte waarop het zoveel mogelijk zelfvoorzienend kan zijn. Stremke en Koh (2010) vergelijken dit met natuurlijke ecosystemen. In de ecologie hangt de optimale grootte van een regio af van de kwantiteit en de kwaliteit van aanwezige energie. Optimaal is als vraag en aanbod van energie even groot zijn binnen een regio. In een '*human environment*' is niet alleen vraag en aanbod van energie van belang voor de grootte van de regio, maar speelt transport en opslag van energie ook een belangrijke rol (Stremke & Koh, 2010). Omdat warmteverliezen toenemen bij grotere transportafstanden, en warmte een belangrijke bron van energie is binnen duurzame energielandschappen, zijn regio's gelimiteerd wat grootte betreft. Voor dit onderzoek wordt een straal van 10 á 15 km ten opzichte van een centrale energiebron als uitgangspunt genomen bij het afbakenen van de regio. Deze afbakening is onvermijdelijk bediscussieerbaar. Toch geeft deze afbakening voor dit onderzoek een kader om mee te werken.

Het beperken van de grootte van een duurzame energieregio wordt in mindere mate ook ondersteund door een sociaal argument, dat mensen zich binnen een regio bewust worden van het feit dat een transitie naar duurzame energie waardevol en noodzakelijk is. In een te grote regio kan dit bewustzijn zwak zijn, omdat bewoners geen interactie hebben met het duurzame energielandschap (Stremke & Koh, 2009). Een windmolenpark op zee zet over het algemeen mensen minder snel aan het denken over energie dan een windmolen die te zien is vanuit het keukenraam.

De derde opmerking betreft het karakter van regiogrenzen. Omdat energieregio's geen gesloten systemen zijn, worden de grenzen gekenmerkt door transparantie (Stremke & Koh, 2009). Er zijn constante stromen van energie, zowel via natuurlijke processen als via aangelegde transportnetwerken. Om die reden kunnen regio's elkaar ook overlappen, en is er sprake van interactie tussen aangrenzende regio's.

Een laatste opmerking betreft de geologische en geomorfologische kenmerken van een regio. Het klimaat en de vorm van het landschap zijn van invloed op de mogelijkheden om een duurzame energiehuishouding te realiseren (Stremke, 2007). In Nederland bijvoorbeeld is energieopwekking door waterkracht een weinig succesvolle methode vanwege geringe hoogteverschillen in het landschap. Deze studie spitst zich toe op ruimtelijke maatregelen die duurzame energielandschappen kunnen realiseren in vlakke landschappen zoals de Nederlandse.

Bovengenoemde uitgangspunten schetsen de grove lijnen van een regio. Bij het definiëren van regio's blijft er ruimte open voor interpretatie en discussie. Dat is onvermijdelijk, tenzij er rechte lijnen over een landkaart worden getrokken. Daarmee zouden energielandschappen echter minder duurzaam zijn, omdat duurzame energieregio's afgebakend worden op basis van ruimtelijke functies en relaties.

4. Conceptvorming, ruimtelijke concepten en duurzame energielandschappen

4.1 Inleiding

Tot hier toe is het *wat* en het *waarom* van duurzame energielandschappen uitgewerkt. De noodzaak om de energiehuishouding te verduurzamen is duidelijk geworden, hoewel dat besef nog niet bij iedereen leeft (NRC Handelsblad, 2009; Steenhorst, 2010; Vaessen, 2009).

Daarnaast is aangegeven waarom een energietransitie op het regionale schaalniveau het meest kansrijk wordt geacht. In wat volgt staat het *hoe* van die transitie centraal. Onmiskenbaar is ruimtelijke planning van invloed op deze transitie (Gordijn et al., 2003). Tijd voor planologen om de uitdaging aan te gaan: het integreren van energie en ruimte!

In dit hoofdstuk worden, op basis van literatuurstudie, ruimtelijke concepten geanalyseerd die de energiehuishouding verduurzamen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van analogieën: Concepten uit andere disciplines, zoals ecologie en infrastructuurplanning, worden gebruikt als hulpmiddel bij het zoeken naar concepten voor een duurzame energiehuishouding. Zo wordt toegewerkt naar de beantwoording van de hoofdvraag: *Welke ruimtelijke concepten dragen op regionale schaal bij aan duurzame energielandschappen?* In hoofdstuk 6 worden deze concepten gepresenteerd in de vorm van aanbevelingen.

De geanalyseerde concepten uit dit hoofdstuk worden in hoofdstuk 5 toegepast in een concrete regio. Hoofdstuk 5 dient als voorbeeld van hoe ruimtelijke concepten toegepast *kunnen* worden.

Om de hoofdvraag van deze studie te beantwoorden, is deze, naar aanleiding van de Trias Energetica, opgedeeld in drie deelvragen. Zo is geprobeerd structuur te geven aan deze studie. De deelvragen zijn in paragraaf 2.2 al genoemd. In de paragrafen 4.3, 4.4 en 4.5 komen ze achtereenvolgens aan de orde:

1. Welke ruimtelijke concepten dragen bij aan rationeel gebruik van energie, waardoor de vraag naar energie zo veel mogelijk beperkt blijft?
2. Welke ruimtelijke concepten zorgen ervoor dat hernieuwbare energiebronnen de rol van fossiele brandstoffen overnemen?
3. Welke ruimtelijke concepten dragen bij aan efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen?

Alvorens deze deelvragen te onderzoeken is het van belang te weten wat wordt verstaan onder *ruimtelijke concepten*. Zonder de rol en inhoud van deze concepten te noemen, blijft het vaag welke bijdrage deze concepten kunnen leveren aan de energietransitie. Daarom gaat paragraaf 4.2 in op de aard van ruimtelijke concepten. Een kwadrant wordt geschetst waarbinnen ruimtelijke concepten te categoriseren zijn.

De slotparagraaf vormt de synthese van de in paragraaf 4.3, 4.4 en 4.5 beschreven ruimtelijke concepten. In deze slotparagraaf worden de geanalyseerde concepten in het kwadrant, zoals geïntroduceerd in paragraaf 4.2, geplaatst. Zo wordt zichtbaar wat de kenmerken zijn van de verschillende ruimtelijke concepten die bijdragen aan duurzame energielandschappen.

4.2 Conceptvorming

Ruimtelijke ontwikkelingen zijn te beïnvloeden. Dat is wat ruimtelijke planning en beleidsvoering zinvol maakt (Zonneveld & Verwest, 2005). Ook het ontwikkelen van duurzame energielandschappen vraagt om doelgericht beleid en bijbehorende instrumenten voor het interveniëren in de ruimte. *Strategische planconcepten* zijn hét middel om de beleidspraktijk hierbij te ondersteunen (Zonneveld, 1991a), zeker in de hoogdynamische context van een energietransitie (Spit & Zoete, 2006; Van Kann, 2010).

Deze paragraaf beschrijft wat strategische planconcepten zijn en hoe ze bij kunnen gaan dragen aan duurzame energielandschappen. Daarnaast wordt aangegeven dat er verschillende typen ruimtelijke planconcepten zijn. Aangenomen wordt dat een typering van ruimtelijke concepten zinvol is. De kenmerken en functies van deze typen planconcepten worden uiteengezet in een kwadrant.

Ruimtelijke ingrepen veranderen het landschap, vaak voor lange tijd. Daarom is het nodig deze van tevoren goed te overdenken. Gewenste ontwikkelingen worden vastgelegd in ruimtelijk beleid. Beleid vormt een kader voor het realiseren van doelstellingen, en geeft handvatten aan actoren bij het uitvoeren van hun werk. In de ruimtelijke planning wordt beleid mede verwoord in ruimtelijke planconcepten (Spit & Zoete, 2006; Zonneveld, 1991a; Zonneveld & Verwest, 2005). *‘Een ruimtelijk planconcept geeft in kernachtige vorm, via woord en ook via beeld, uitdrukking aan de wijze waarop een planactor aankijkt tegen de gewenste ontwikkeling van de ruimtelijke inrichting, alsmede de aard van de interventies die noodzakelijk worden geacht’* (Zonneveld, 1991a; p.21). Hieruit blijkt dat een planconcept zowel visionair als pragmatisch is (Spit & Zoete, 2006). Doel en maatregelen om dat doel te bereiken komen samen in een planconcept. Dit vindt vaak plaats op een abstract niveau, in de vorm van een metafoor of streefbeeld (Spit & Zoete, 2006; Zonneveld & Verwest, 2005).

Ruimtelijke planconcepten kunnen meerdere functies hebben: een empirische functie, een intentionele functie, een institutionele functie, een communicatiefunctie en een handelingsfunctie (Zonneveld, 1991a; Zonneveld & Verwest, 2005). Deze functies komen hier achtereenvolgens kort aan bod.

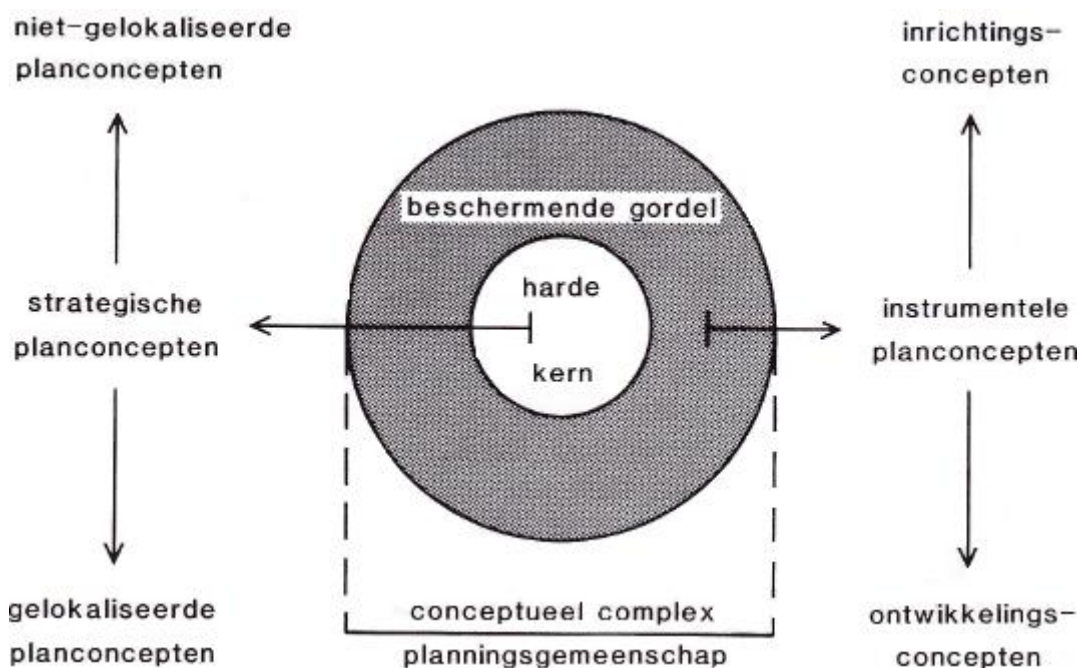
Ten eerste hebben planconcepten een *empirische functie*, het overdragen van kennis. Ze bevatten hypothesen over de opbouw en het functioneren van de ruimte, en dragen daarmee een bepaalde perceptie van de ruimtelijke werkelijkheid over (Zonneveld & Verwest, 2005). De tweede functie van planconcepten onderstreept dit: De *intentionele functie*. Planconcepten maken intenties zichtbaar en bespreekbaar (Spit & Zoete, 2006). Ze hebben een normatief karakter, wat betekent dat ze wenselijke en ongewenste ruimtelijke ontwikkelingen aangeven. Ten derde hebben planconcepten een institutionele functie. De *‘verdeling van beslissingsbevoegdheden tussen individuen, organisaties en overheidsinstanties’* staat hierbij centraal (Zonneveld, 1991a; p.22).

De belangrijkste functie is de *communicatiefunctie* (Spit & Zoete, 2006). Door communicatie is interactie tussen actoren mogelijk, met consensusvorming als mogelijke uitkomst. Door de toegenomen ruimtelijke complexiteit zijn planconcepten als communicatiemiddel steeds belangrijker geworden (Zonneveld & Verwest, 2005).

Een ruimtelijk concept communiceert in twee ‘talen’: Naast een verbale taal is elk concept tekenbaar (Faludi, 1996; Zonneveld & Verwest, 2005), hoewel dit laatste niet altijd gedaan

wordt (Zonneveld, 2005). Tekentaal bestaat meestal uit punten, lijnen en vlakken, die respectievelijk nodale, communicale en zonale structuren weergeven. Soms is het herkennen van de concrete ruimte in een tekening onmogelijk, omdat enkel symbolen, pictogrammen en iconen weergegeven zijn (Zonneveld & Verwest, 2005). Het nadeel van tekentaal is de gevoeligheid voor manipulatie (Zonneveld & Verwest, 2005; Van Kann, 2009). De laatste functie van ruimtelijke planconcepten is de *handelingsfunctie*. Een planconcept kan verwoorden welke acties genomen moeten worden om de doelstelling te verwezenlijken, welke instrumenten hiervoor nodig zijn, en wie verantwoordelijk is voor de te nemen acties (Zonneveld, 1991a).

Planconcepten staan niet op zich, maar maken deel uit van een groter geheel: het *conceptueel complex*, dat door Faludi (1996) aangeduid wordt met de term *'frame'* (Zonneveld, 1991a). In figuur 4.1 is te zien dat een conceptueel complex bestaat uit een harde kern en een beschermende gordel, respectievelijk strategische en instrumentele planconcepten. *Strategische planconcepten* vormen het hart van een conceptueel complex. Ze hebben betrekking op de lange termijn, en zijn kaderstellend voor te maken keuzes (Spit & Zoete, 2006). Deze concepten hebben draagvlak bij de planningsgemeenschap, de totaliteit van actoren die hebben bijgedragen aan de totstandkoming van de harde kern. Doorwerking van strategische planconcepten vindt plaats door middel van *instrumentele planconcepten*. Over deze instrumentele concepten kunnen meningsverschillen bestaan. Zij geven *'op directe wijze richting aan het handelingsniveau in de planning doordat met deze planconcepten gebieden en locaties worden aangewezen waar een specifiek plannings- en beleidsinstrumentarium wordt ingezet'* (Zonneveld, 1991a; p.57). Hoofdzakelijk komen bij het handelen twee keuzes aan bod: De in te zetten instrumenten om het doel mee te bereiken, en de keuze voor een concreet gebied. Instrumentele planconcepten zijn daarmee altijd actiegericht en gebiedsgebonden (Zonneveld, 1991a).



Figuur 4.1 Het conceptuele complex. Bron: Zonneveld, 1991a.

De harde kern van een conceptueel complex is geldig zolang zij draagvlak heeft onder de planningsgemeenschap. Ontstaan er echter meningsverschillen over deze harde kern, dan valt het conceptueel complex uiteen. Het zal opgevolgd worden door een nieuw conceptueel complex, waarin succesvolle strategische concepten uit het vorige conceptuele complex opnieuw een plaats zullen krijgen. Een conceptueel complex heeft drie tot vijf jaar nodig om zich te installeren, en is normaal gesproken tien tot vijftien jaar van kracht. (Zonneveld, 1991a).

In figuur 4.1 is te zien dat zowel strategische als instrumentele planconcepten een tweedeling kennen (Zonneveld, 1991a). Aan de hand van voorbeelden, gegeven door Zonneveld (1991a), zullen de vier typen planconcepten kort toegelicht worden.

Strategische planconcepten zijn te verdelen in *niet-gelokaliseerde en gelokaliseerde planconcepten*. Deze termen kunnen verwarring oproepen. Een gebiedsgebonden planconcept is niet per definitie hetzelfde als een gelokaliseerd planconcept. ‘Gelokaliseerd’ wil zeggen dat een concept van toepassing is op een *concreet*, dus uniek gebied. ‘Gebiedsgebonden’ verwijst eveneens naar gebieden, maar deze kunnen overal liggen, en zijn dus niet concreet aangewezen (Zonneveld, 1991b). Gebundelde deconcentratie is een voorbeeld van een strategisch, niet-gelokaliseerd planconcept.

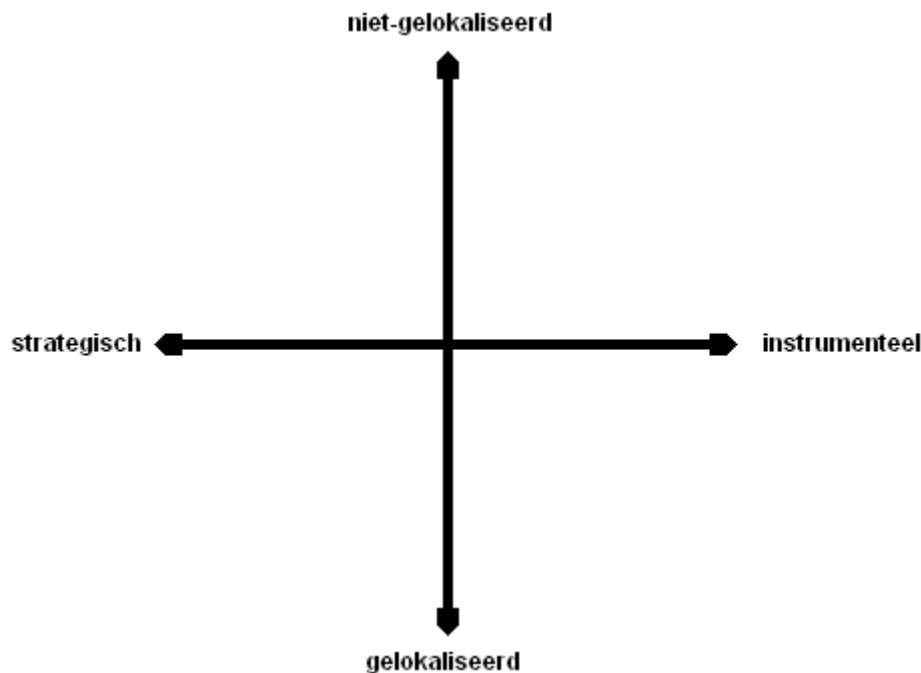
Gelokaliseerde planconcepten zijn wel van toepassing op een uniek gebied. Zij worden door Faludi (1996) ook wel *inrichtingsprincipes* genoemd, en zijn vaak de concrete uitwerking van niet-gelokaliseerde planconcepten. Zo is de Twentse stedenband, een concept uit de jaren zestig, een uitwerking van het zojuist genoemde niet-gelokaliseerde concept: gebundelde deconcentratie (Zonneveld, 1991a).

Instrumentele planconcepten zijn te onderscheiden in *inrichtingsconcepten en ontwikkelingsconcepten*. Inrichtingsconcepten geven de fysieke verhoudingen van de inrichting van bepaalde gebieden weer, zoals de verhouding tussen stedelijke en landelijke delen. De groene scheg en bufferzones zijn hier voorbeelden van.

Een ontwikkelingsconcept is een instrumenteel planconcept dat de functie van bepaalde gebieden aangeeft. Zo kregen ontwikkelingsgebieden in de jaren vijftig de functie van economische groeigebied. De spreiding van de bevolking en van maatschappelijke activiteiten zijn het onderwerp van ontwikkelingsconcepten (Zonneveld, 1991a).

Figuur 4.2 schetst een kwadrant waarbinnen een meer eenvoudige typering van planconcepten kan plaatsvinden. De horizontale as toont het spectrum tussen strategische en instrumentele planconcepten. Strategisch komt hier overeen met het bedenken van hoofdlijnen en het stellen van kaders. Instrumenteel betekent het bepalen van details en het gericht zijn op uitvoering. Sommige planconcepten vertonen zowel strategische als instrumentele kenmerken. Het een sluit het ander niet uit. Dit in tegenstelling tot de verticale as. Deze maakt onderscheid tussen niet-gelokaliseerde en gelokaliseerde planconcepten, oftewel tussen algemene en specifieke planconcepten.

Uiteindelijk zijn instrumentele planconcepten nodig in gelokaliseerde, en dus concrete regio's, die interveniëren in de ruimte teneinde duurzame energielandschappen te creëren. In paragraaf 4.6 komt dit uitgebreider aan bod.



Figuur 4.2 Vereenvoudigde weergave van typen planconcepten in kwadrant.

Conceptvorming speelt in de ruimtelijke planning een belangrijke rol. Zeker omdat ingrepen in het landschap, voortkomend uit ruimtelijke planconcepten, vaak gevolgen hebben voor de (middel)lange termijn (Spit & Zoete, 2006). Het belang voor de samenleving van goed ruimtelijk beleid is groot, omdat keuzes van nu invloed hebben voor later (Voogd, 2006). Ook voor de energiehuishouding geldt dat doeltreffend ruimtelijk beleid noodzakelijk is. Dat een energietransitie mogelijk is met enkel de huidige ruimtelijke planconcepten is onwaarschijnlijk, vooral omdat duurzame energievoorziening nog geen wezenlijk onderdeel is van het huidige ruimtelijk beleid (Stremke & Koh, 2009; Van Hoorn et al., 2010). Het woord ‘transitie’ geeft eigenlijk al aan dat beleidsveranderingen nodig zijn om de energiehuishouding te verduurzamen. In de paragrafen die volgen wordt onderzocht welke veranderingen dit zijn. Nieuwe planconcepten worden beschreven. In paragraaf 4.6 worden deze planconcepten geplaatst in het kwadrant uit figuur 4.2.

4.3 Reductie van energievraag

Het verminderen van de vraag naar energie is de primaire stap richting duurzame energielandschappen. Omdat vraag en aanbod van energie op elkaar afgestemd dienen te zijn, zal een kleinere vraag leiden tot een kleiner aanbod. Dit is mogelijk door rationeel gebruik, het slim omgaan met energie (Van Kann & Leduc, 2008; Van Kann, 2009). Slim omgaan met energie betekent het voorkómen van onnodig energiegebruik. Een kleinere energievraag heeft positieve effecten op het milieu en klimaat. Bovendien wordt er minder beslag op de ruimte gelegd, en blijven kosten die de energievraag met zich meebrengt bespaard. Dit geldt zowel voor gebruik van fossiele als hernieuwbare energiebronnen.

Centrale vraag in deze paragraaf is daarom: *Welke ruimtelijke concepten dragen bij aan rationeel gebruik van energie, waardoor de vraag naar energie zo veel mogelijk beperkt blijft?* Enig inzicht in huidig energiegebruik is daarbij onmisbaar. Immers, het moet duidelijk worden waar mogelijkheden liggen om de vraag te reduceren, alvorens ruimtelijke ingrepen te doen.

Wereldwijd zijn grofweg drie sectoren verantwoordelijk voor het gebruik van energie. In 2007 is ruim een kwart van alle energie gebruikt in de industriële sector. Een vergelijkbaar aandeel werd gebruikt in de transportsector. De overige sector, hoofdzakelijk bestaande uit landbouw, commerciële activiteiten, publieke diensten en wonen, was goed voor 35% van de energieconsumptie (OECD/IEA, 2009c). In hetzelfde jaar waren deze cijfers voor de Europese Unie respectievelijk 33, 29, en 38% (EEA, 2006; OECD/IEA, 2008). Cijfers uit 2007 van het Nederlandse energiegebruik zijn verdeeld in vier sectoren: 40% werd gebruikt in de industriële sector, 25% voor transport, 16% voor wonen en 19% voor commerciële doeleinden en anders (OECD/IEA, 2009a). Twee sectoren, industrie en transport, gebruiken het grootste deel van de energie. Het verminderen van de energievraag is vooral in deze sectoren gewenst.

Voor al de genoemde sectoren geldt dat ook niet-ruimtelijke ingrepen kunnen leiden tot vermindering van de energievraag. Denk bijvoorbeeld aan steeds zuiniger wordende voertuigen, en betere isolatietechnieken voor gebouwen. Hoewel deze ingrepen noodzakelijk zijn voor een duurzame wereld, vallen ze vanwege hun niet-ruimtelijke karakter buiten het bereik van dit onderzoek.

Exergieplanning, *'het in beeld brengen van ruimtelijke voorwaarden voor het beter benutten van niet effectief gebruikte energiestromen'* (Van Kann, 2010; p.5), is - vanuit ruimtelijk perspectief - wél van belang voor het reduceren van de energievraag. Dat is in paragraaf 2.2 al aangegeven. Verschillende energiekwaliteiten worden gebruikt voor verschillende functies. Uiteraard is het hiervoor noodzakelijk te weten welke energiekwaliteiten de verschillende functies nodig hebben. Alleen dan kunnen ze in de vorm van een *energiecascade* figuurlijk, maar soms ook letterlijk onder elkaar worden geplaatst.

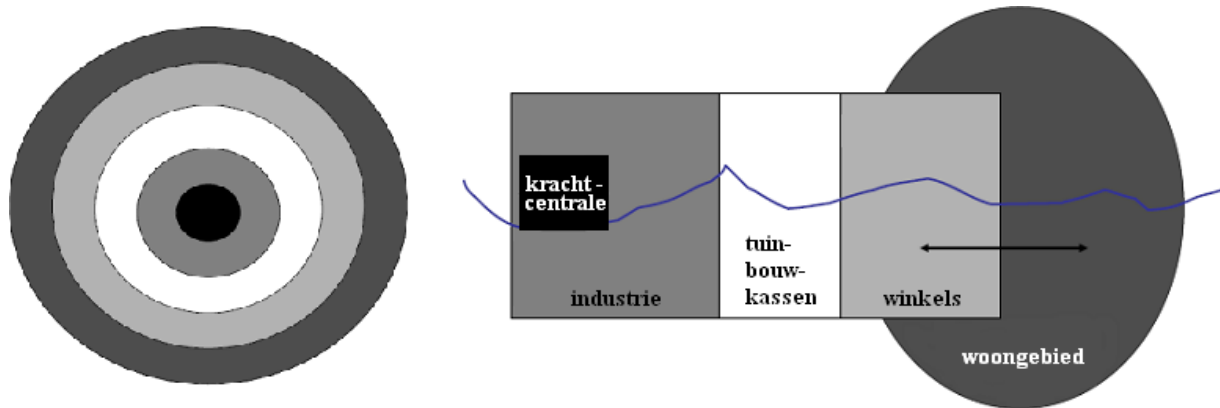
Exergieplanning reduceert op twee manieren de vraag naar energie. Ten eerste omdat niet alle functies meer gebruik maken van onnodig hoge energiekwaliteiten. Ten tweede omdat afval van functies opnieuw gebruikt wordt als input voor de hoogste functie. Dit is in figuur 2.1 te zien.

De toepassingsmogelijkheid van energiecascadering hangt af van een aantal ruimtelijke factoren. Planologen dienen hier rekening mee te houden. Ten eerste is *multifunctionaliteit* van een gebied van belang. Veel verschillende functies geven veel mogelijkheden.

Exergieplanning zal leiden tot functiecombinaties (Roggema & Van Den Dobbelsteen, 2007). Echter, daar is wel een voorwaarde aan verbonden; De *afstand* tussen de functies moet niet te groot zijn, omdat kwaliteit van energie verloren gaat bij transport (Van Den Dobbelsteen et al., 2007b; Venselaar, 2010). Bij transport van elektriciteit is dit verlies verwaarloosbaar, waardoor huidige energielandschappen onbeperkt zijn in hun schaalniveau. Bij het transport van thermische energie, via buisleidingen, zijn verliezen niet verwaarloosbaar. Zelfs op lokaal schaalniveau kunnen al verliezen optreden. Warm water kan bijvoorbeeld getransporteerd worden over afstanden tot 10 kilometer (Stremke & Koh, 2010). Dit pleit voor duurzame energielandschappen die het regionale niveau niet overschrijden. Omdat het clusteren van

functies resulteert in kortere transportafstanden, wordt dit als een positief ontwerpelement beschouwd (Van Kann & Leduc, 2008).

Naast nabijheid is *verbondenheid* een belangrijk principe bij toepassing van energiecascades (Van Kann & Leduc, 2008). Figuur 4.3 illustreert dit.



Figuur 4.3 Het sectorale ontwerpmodel (links) en het integrale ontwerpmodel (rechts). Tekst en kleuren komen overeen. *Bron: Van Kann & Leduc, 2008 (bewerkt).*

In het sectorale ontwerpmodel zijn afstanden tussen functiegroepen gunstig voor het toepassen van een energiecascade, aangenomen dat een functie verder van de kern een lagere kwaliteit van energie gebruikt. Echter, de verbondenheid is niet optimaal. De afstand tussen individuele functies kan groot zijn. Het is niet praktisch als bijvoorbeeld een woongebied gebruik moet maken van diensten die aan het andere uiteinde van de regio gelokaliseerd zijn. Bovendien zal het animo om te winkelen en te ontspannen in de buurt van een centrale energiebron, zoals een kerncentrale of een grote fabriek, niet erg groot zijn.

Daarom is het integrale ontwerpmodel beter ten opzichte van het sectorale model. In het integrale model zijn zowel nabijheid als verbondenheid gunstig (Van Kann & Leduc, 2008).

Met die constatering wordt het terrein van infrastructuurplanning betreden. Ook voor mobiliteit geldt dat nabijheid en verbondenheid tot vermindering van energievraag kunnen leiden (Van Kann & Leduc, 2008). Compacte structuren en dichte netwerken verkleinen transportafstanden. Daarnaast zijn minder verplaatsingen nodig als functies nauw verbonden zijn. Ten slotte hebben nabijheid en verbondenheid ook een positieve invloed op de wijze van transport. Kortere afstanden kunnen lopend of per fiets overbrugd worden. En zelfs het gebruik van openbaar vervoer kan in transportaandeel toenemen door betere verbindingen (Van Kann & Leduc, 2008). Als energie-intensieve modaliteiten worden vervangen door modaliteiten die minder energie gebruiken, wordt de energievraag nog eens extra gereduceerd.

Naast de mogelijkheden die exergieplanning en infrastructuurplanning bieden om de vraag naar energie te verminderen, wordt op deze plaats nog een andere mogelijkheid beschreven, gebaseerd op een ecologische concept: de materiaalcyclus (Stremke & Koh, 2010). Deze cyclus beschrijft dat organismen een natuurlijke levensloop kennen van groei, conversie, verdeling en afbraak. Echter, veel natuurlijke processen zijn overgenomen door energie-intensieve technologische processen, zoals bij de verwerking van regen- en afvalwater en

mest (Stremke & Koh, 2010). Door dergelijke processen weer ‘terug te geven’ aan de natuur, zal energie bespaard blijven (Todd et al., 2003). Hiervoor is het nodig te inventariseren bij welke processen technologische toepassingen vervangen kunnen worden door natuurlijke. Vaak zal de omschakeling van technologische naar natuurlijke processen gepaard gaan met ruimtegebruik. Bij het op natuurlijke manier verwerken van afvalwater zijn bijvoorbeeld gebieden nodig waar planten en andere levende organismen het water kunnen zuiveren.

In deze paragraaf zijn ruimtelijke maatregelen genoemd die de vraag naar energie reduceren. Deze maatregelen voorkomen onnodig gebruik van energie, waardoor ze een belangrijk kenmerk vormen van duurzame energielandschappen.

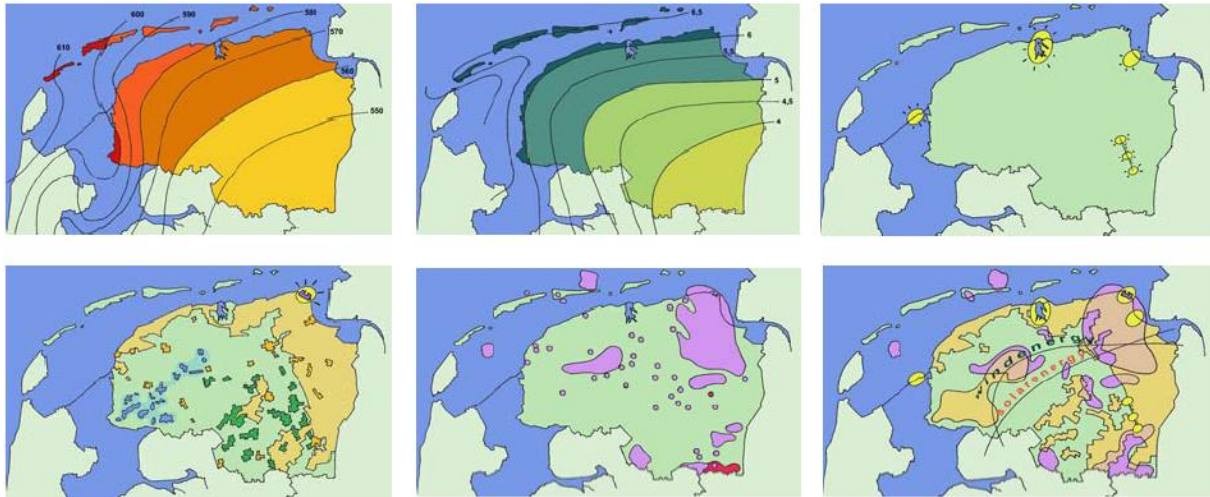
4.4 Hernieuwbare energiebronnen

De vraag naar energie kan niet gereduceerd worden tot nul. De vraag naar *fossiele brandstoffen* kan theoretisch wél gereduceerd worden tot nul, indien hernieuwbare energiebronnen, ‘*renewables*’, aan de volledige energievraag beantwoorden (Stremke & Koh, 2010). In de praktijk zal dit echter nog lastig blijken, omdat de huidige energievoorziening grotendeels afgestemd is op het gebruik van fossiele brandstoffen. Een overgang van het fossiele tijdperk naar een tijdperk van renewables zal tijd kosten, en onder meer vragen om ruimtelijke maatregelen.

Dat neemt niet weg dat de Trias Energetica de lat hoog legt, en streeft naar een energiehuishouding die volledig draait op renewables. Daarom wordt in deze paragraaf de uitdagende vraag aangegaan: *Welke ruimtelijke concepten zorgen ervoor dat hernieuwbare energiebronnen de rol van fossiele brandstoffen overnemen?* Er worden een aantal algemene ruimtelijke maatregelen genoemd, waarbij kort aan de orde komt welke hernieuwbare energiebronnen er zijn.

Om de transitie naar duurzame energielandschappen op regionale schaal te bewerkstelligen, is het verstandig allereerst te onderzoeken welke potenties een regio heeft wat betreft hernieuwbare energie (Van Den Dobbelsteen et al., 2007b; Stremke & Koh, 2010). Van Den Dobbelsteen et al. (2007a) noemt dit het in kaart brengen van energetische kansen. Elke regio krijgt zo een eigen identiteit (De Jong, 2005). Dit wordt geïllustreerd door het voorbeeld in figuur 4.4. Deze figuur geeft energiepotentiekaarten weer van Noord-Nederland (Van Den Dobbelsteen et al., 2007a; Noorman et al., 2006). De energiepotenties van zon, wind, biomassa, water en ondergrond worden in de figuur achtereenvolgens in kaart gebracht, waarna een potentiemixkaart de verschillende energiepotenties integreert in één kaart. Met ‘ondergrond’ worden overigens twee energiepotenties bedoeld: De mogelijkheid om energie op te slaan, en de mogelijkheid gebruik te maken van geothermie. Opslag van energie is van groot belang om vraag en aanbod op elkaar af te kunnen stemmen.

Stremke en Koh (2008) pleiten voor een energiemix waar mogelijk, omdat het robuuster is afhankelijk te zijn van meerdere hernieuwbare energiebronnen dan van één bron. Het benutten van regionale energiepotenties is een vereiste om op regionale schaal zelfvoorzienend te kunnen zijn in de energievoorziening (Roggema & Van Den Dobbelsteen, 2007; Stremke & Koh, 2009). Een aantal strategieën kan hieraan bijdragen.



Figuur 4.4 Achtereenvolgens: zonpotentiekaart, windpotentiekaart, waterpotentiekaart, biomassapotentiekaart, ondergrondpotentiekaart en potentiemixkaart. Bron: Noorman (ed.), 2006.

Een eerste strategie is afgeleid uit het ecologische concept van ‘*sources en sinks*’, en is gerelateerd aan de maximale afstand waarover hernieuwbare energie kan worden getransporteerd (Stremke & Koh, 2010). Dit concept beschrijft dat componenten van natuurlijke systemen in bepaalde gebieden meer energie produceren dan consumeren. Dit zijn de ‘*sources*’, de bronnen. Gebieden daarentegen waar de consumptie hoger is dan de productie worden ‘*sinks*’ genoemd, ‘gootstenen’. Het is niet moeilijk te concluderen dat *sources* en *sinks* de potentie hebben een evenwichtssituatie te laten ontstaan. Een tekort aan energie op de ene plaats kan gecompenseerd worden met een overschot van energie op een andere plaats. Hier is echter voor nodig dat *sources* en *sinks* ruimtelijke nabijheid en verbondenheid kennen (Stremke & Koh, 2008), twee principes die al eerder besproken zijn. Voor de ruimtelijke planning betekent dit dat functies die energie consumeren afgestemd moeten worden op energiebronnen (Stremke & Koh, 2010).

Soms is het mogelijk van een *sink* een *source* te maken (Stremke & Koh, 2008). Die mogelijkheden moeten worden benut. Een rurale omgeving bijvoorbeeld is tegelijkertijd een *sink* en een *source*. Een *sink* omdat energie gebruikt wordt voor processen in het gebied. Een *source* omdat biologisch afval een bron van energie kan zijn. Het is een gemiste kans wanneer dit afval niet gebruikt wordt om (deels) in de energiebehoefte te voorzien.

Het verschil in karakter tussen fossiele energiebronnen en hernieuwbare energiebronnen is van doorslaggevende betekenis voor de ruimtelijke ordening. Fossiele energiebronnen zijn eindig. De nog aanwezige voorraad is gelimiteerd en plaatsgebonden. Hernieuwbare energiebronnen daarentegen zijn oneindig. Bovendien zijn ze homogener verdeeld over het aardoppervlak. Stremke en Koh (2009) geven dit verschil aan met de woorden ‘*resource-based*’ en ‘*flow-based*’.

De oneindigheid van hernieuwbare energiebronnen wil echter niet zeggen dat ze een constant aanbod van energie leveren (Stremke & Koh, 2009), zeker niet op regionaal schaalniveau. De zon schijnt ’s nachts nu eenmaal aan de andere kant van de aarde, en overdag kunnen wolken de zonnestrallen breken. Het waait niet altijd, en in de herfst is er meer biomassa dan in de winter. Dit betekent dat leveringszekerheid in een landschap met hernieuwbare energiebronnen afhankelijk is van *energieopslag* in buffers (Venselaar, 2010). Bufferen van

energie kan op verschillende manieren. Warmte wordt vaak opgeslagen in aquifers, watervoerende zandlagen in de ondergrond. Elektriciteit kan onder andere worden opgeslagen in accu's of in samengeperste lucht (Lysen et al., 2006). Opslag is mogelijk op momenten dat het aanbod van energie de vraag overstijgt. Echter, energiebuffers kunnen wel om ruimte vragen (Stremke & Koh, 2010; Venselaar, 2010). Om de leveringszekerheid van energie te waarborgen, dient de planoloog zich hiervan bewust te zijn, en zal hij of zij in ruimtelijk beleid ruimte moeten reserveren voor energiebuffers.

Niet alleen ecologische concepten helpen bij het zoeken naar ruimtelijke concepten die fossiele brandstoffen vervangen door hernieuwbare energiebronnen. Ook de infrastructuurplanning is een bron van vergelijking. Hier bespreken we twee concepten: 'modal shift' en 'modal merge'.

Met *modal shift* wordt het wisselen tussen vervoersmodaliteiten aangeduid. Maar ook dat nieuwe vervoersmodaliteiten oude vervoersmodaliteiten vervangen valt onder *modal shift*. Zo is de paardenkoets vervangen door de auto. Dit ging tevens gepaard met een infrastructurele verandering. Hetzelfde principe kan toegepast worden op de energiehuishouding (Venselaar, 2010). De transitie naar een duurzame energiehuishouding vraagt om infrastructurele veranderingen.

Zo moeten elektriciteitsnetwerken zowel kleinschalige energiestromen kunnen transporteren als grootschalige, wisselende aanvoer van bijvoorbeeld windenergie. Nieuwe energie-infrastructuur is nodig voor het transport van onder andere biomassa, warmte en waterstof (Van Hoorn et al., 2010). Sommige van deze transportnetwerken hebben een cluster-effect: het is voor functies gunstiger om zich dicht bij de infrastructuur te vestigen, zodat transportverliezen beperkt blijven (Van Hoorn et al., 2010). Naast lijninfrastructuur zijn ook knooppunten nodig, waar verschillende modaliteiten in elkaar over kunnen gaan. Zo moet biomassa kunnen worden vergast, om uiteindelijk als warmte of elektriciteit gebruikt te worden. Het op elkaar aansluiten van verschillende modaliteiten kan mede gerealiseerd worden door toepassing van 'smart grids' (Min. EZ; Venselaar, 2010). Dit zijn transportnetwerken die de interactie tussen vraag en aanbod van energie regelen met ICT-systemen (TNO Magazine, 2009). Bij deze methode stijgen de prijzen mee met de energievraag, waardoor de pieken van energiegebruik af zullen vlakken. Hierdoor zijn minder energiebuffers nodig.

De ruimte die energie-infrastructuur inneemt, kan beperkt blijven door infrastructuur van verschillende 'energiemodaliteiten' te bundelen in één tracé. Voor energieknooppunten is het nodig 'open' plekken in het landschap te reserveren.

Modal merge, het combineren van verschillende modaliteiten en bijbehorende infrastructuren moet zoveel mogelijk worden aangemoedigd. In plaats van het bundelen van energie-infrastructuur wordt één structuur gebruikt voor transport van meerdere modaliteiten. Een watersysteem bijvoorbeeld kan op die manier zowel drinkwater als energie leveren. En een energiecorridor, een transportader voor infrastructuren, combineert duurzame mobiliteit en duurzame energie. Door het combineren van functies zijn minder fysieke ingrepen nodig, wat ook economische voordelen oplevert (Van Hoorn et al., 2010).

De transitie naar duurzame energielandschappen vraagt om ruimte voor innovatie en flexibiliteit (Venselaar, 2010), mede omdat hernieuwbare energiebronnen zelf flexibel zijn (Stremke & Koh, 2009). Hun energiepotenties zijn niet altijd constant. Biomassa bijvoorbeeld

kan binnen een gebied afnemen door aanleg van infrastructuur of andere bebouwing. Ook door innovaties kunnen energiepotenties van duurzame bronnen elkaar voorbijstreven. Toepassing van de ene duurzame energiebron mag de andere daarom niet uitsluiten. Dat kan in latere tijden immers betekenen dat kansen gemist worden.

Concreet betekent dit dat met de aanleg van fysieke maatregelen opties open moeten worden gehouden voor innovaties. ‘Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat de daken van huizen zo worden gebouwd dat zonnepanelen gemakkelijk te plaatsen zijn, of dat een warmteleiding zo wordt gebouwd dat aankoppelen van nieuwe bronnen makkelijk te realiseren is (Venselaar, 2010; p61).’ Opties open houden is van belang, zeker omdat ruimtelijke maatregelen gekenmerkt worden door een lange levensduur (Eijk, 2006). Dit alles pleit voor goed doordacht ruimtelijk beleid, met energie als leidend onderwerp.

4.5 Duurzaam fossiel

Het is al eerder opgemerkt dat een energietransitie niet van de ene op de andere dag gerealiseerd kan worden, hoe mooi dat ook zou zijn. Mede gezien nationaal en internationaal energiebeleid zullen fossiele brandstoffen voorlopig nog een grote plaats innemen in de totale energievoorziening (OECD/IEA, 2009a; OECD/IEA, 2009c). Om die reden is het reëel toch aandacht te besteden aan de derde stap van de Trias Energetica, hoewel de Trias Energetica de prioriteit legt bij het gebruik van hernieuwbare bronnen, en in grotere mate nog bij het beperken van de vraag naar energie. De derde stap komt in deze paragraaf aan de orde, en gaat in op de vraag: *Welke ruimtelijke concepten dragen bij aan efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen?*

Het zal niet verrassen dat op deze plek iets gezegd gaat worden over CO₂. Deze stof, die vrijkomt bij gebruik van fossiele brandstoffen, is in grote mate verantwoordelijk voor klimaatverandering (IPCC, 2007b). Het is niet voor niets dat het streven naar duurzaamheid gepaard gaat met het streven naar ‘schoon’ fossiel (AER, 2000; VROM, 2007). Technologische innovaties, zoals filters, kunnen CO₂-uitstoot deels beperken. Ruimtelijk gezien is ‘Carbon Capture and Storage’ (CCS) een manier om de uitstoot van CO₂ te compenseren (Min. EZ, 2008). Dit is een methode die nog in ontwikkeling is (Van Hoorn et al., 2010). CCS is het afvangen en opslaan van CO₂ in ondergrondse depots, na verbranding van (bio)brandstof (Venselaar, 2010). Hierdoor komt het niet in de atmosfeer terecht, en in het beste geval kan het bovendien voor een aantal toepassingen gebruikt worden, bijvoorbeeld in kassen (Van Hoorn et al., 2010). Ook hier kan dus het concept van *sources* en *sinks* toegepast worden, hoewel de *source* van CO₂ duidelijk groter is dan de *sink*.

In ruimtelijk beleid zal rekening moeten worden gehouden met de aanwezige veiligheidsrisico’s die verbonden zijn aan transport en opslag van CO₂. Een pré is om afstanden tussen bron en opslagdepots kort te houden (Van Hoorn et al., 2010).

Transportrisico’s blijven zo beperkt.

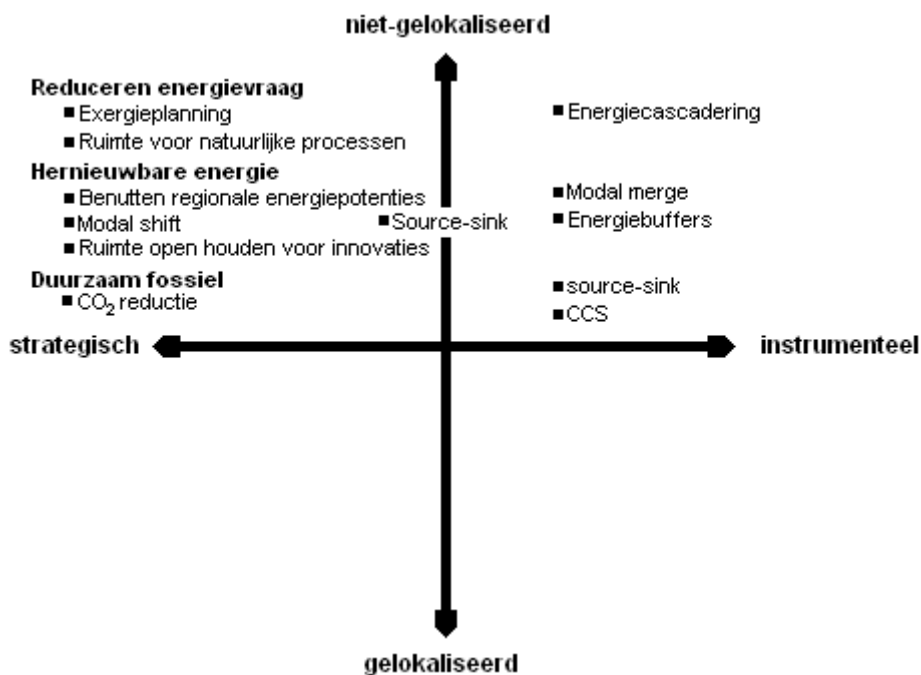
Duurzaam fossiel is overduidelijk niet de meest duurzame stap van de Trias Energetica. Toch komt een transitiefase niet onder deze ‘noodoplossing’ uit. In die zin is *duurzaam fossiel* op dit moment nog een onderdeel van duurzame energielandschappen. Het streven is echter naar energielandschappen die enkel gekenmerkt worden door de eerste twee stappen van de Trias

Energetica: het reduceren van de vraag naar energie, en het volledig invullen van de energievraag door hernieuwbare energiebronnen.

4.6 Reflectie

Dat er ruimtelijke concepten zijn die een bijdrage kunnen leveren aan het verduurzamen van energielandschappen blijkt wel uit de vorige paragrafen. Hiervoor is wel een fundamentele stap vereist: Het onderkennen dat er in de ruimtelijke planning een nieuw conceptueel complex nodig is. Een conceptueel complex dat in haar harde kern energie en ruimte integreert, en instrumenten hanteert die met de harde kern in overeenstemming zijn. Zonder een dergelijk conceptueel complex blijven genoemde ruimtelijke concepten immers buiten beschouwing in de dagelijkse praktijk van de ruimtelijke planning.

In figuur 4.5 zijn de geanalyseerde planconcepten uit de paragrafen 4.3, 4.4 en 4.5 gecategoriseerd in het kwadrant, zoals dat geschetst is in paragraaf 4.2. Alle geanalyseerde concepten uit voorgaande paragrafen zijn niet-gelocaliseerde concepten. Dat wil zeggen dat ze niet specifiek gericht zijn op een concrete regio, maar een algemene geldigheid hebben voor meerdere regio's. Om die reden zijn ze in figuur 4.5 alle te vinden in de bovenste helft van het kwadrant.



Figuur 4.5 Niet-gelocaliseerde planconcepten weergegeven in kwadrant.

De indeling van enkele concepten in figuur 4.5 is bediscussieerbaar, omdat ze zowel kenmerken van strategische als instrumentele concepten bevatten. Vooral het ‘source-sink’ concept is daar een voorbeeld van. In eerste instantie geeft dit concept een ontwikkelingsrichting aan, en is daarmee gevoelsmatig strategisch. Maar het ‘source-sink’ concept is ook een instrument om daadwerkelijk in te grijpen in de fysieke ruimte: Het

creëren van compacte netwerken, waarin nabijheid en verbondenheid centraal staan. Daarom is dit concept in figuur 4.5 op de grens van strategische en instrumentele concepten geplaatst.

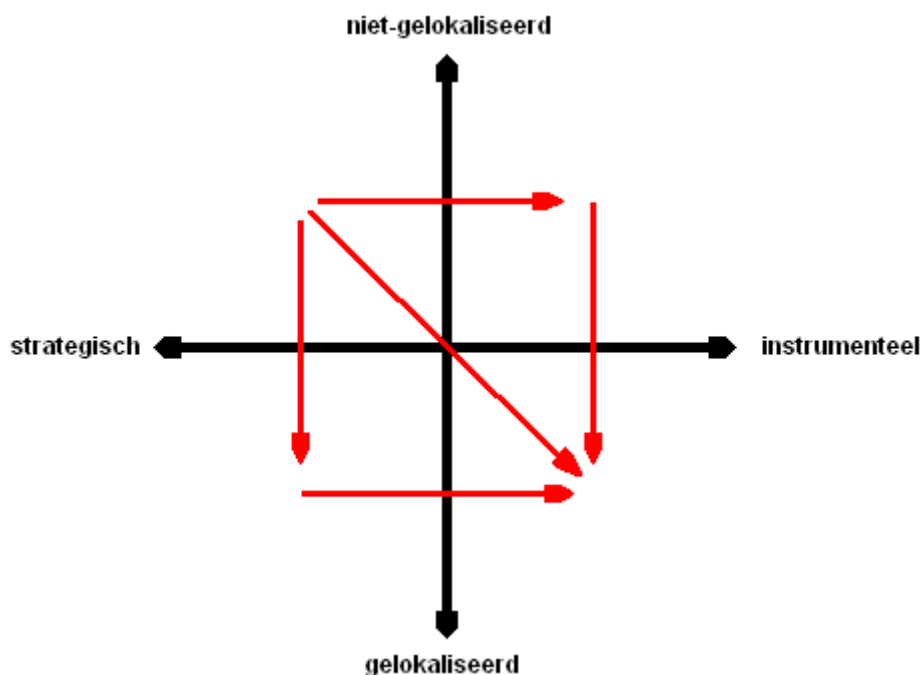
Het is van belang de nadruk te leggen op het feit dat doorwerking van niet-gelocaliseerde concepten naar concrete regio's noodzakelijk is. Zolang concepten niet toegepast worden in concrete gebieden verandert er weinig aan de huidige energielandschappen.

Dat betekent dat in specifieke regio's instrumenten moeten worden ingezet om te interveniëren in de ruimte, zodat duurzame energielandschappen kunnen ontstaan.

Dit is weergegeven in figuur 4.6.

Met pijlen wordt uitgebeeld dat alle ruimtelijke planconcepten uiteindelijk vertaald moeten worden naar gelocaliseerde, instrumentele concepten. De lijn rechtstreeks van linksboven naar rechtsonder in de figuur zal in de praktijk niet vaak voorkomen. Meestal is een tussenstap nodig om niet-gelocaliseerde, strategische planconcepten te vertalen naar gelocaliseerde, instrumentele concepten.

Niet-gelocaliseerde, instrumentele concepten lijken het meest kansrijk om deze rol te vervullen, omdat zij eenvoudiger dan strategische concepten vertaald kunnen worden naar concrete gebieden. Zij zijn al gericht op het ingrijpen in de fysieke ruimte. Dat sluit echter niet uit dat de weg via gelocaliseerde, strategische concepten ook mogelijk is.



Figuur 4.6 Verschillende manieren om tot toepassing van instrumentele planconcepten in concrete regio's te komen.

Hoofdstuk 5 bouwt voort op de ontwikkelingsrichting zoals weergegeven in figuur 4.6, door de in dit hoofdstuk geanalyseerde concepten toe te passen op een concrete regio. Zo wordt een beeld geschetst van hoe deze concepten in de praktijk daadwerkelijk bij kunnen dragen aan het verduurzamen van energielandschappen.

5. Van theorie naar empirie: casus Leerdam

5.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk zijn ruimtelijke concepten geanalyseerd die op regionale schaal bijdragen aan duurzame energielandschappen. Deze concepten hebben niet specifiek betrekking op één concrete regio, maar zijn algemeen toepasbaar. Om in de terminologie van deze studie te blijven: niet-gelocaliseerde planconcepten. Een inventarisatie van deze concepten is echter geen doel op zich. Om duurzame energielandschappen te realiseren, moeten concepten in een specifieke regio toegepast worden. Deze toepassing vindt plaats door middel van gelocaliseerde planconcepten: inrichtingsprincipes en instrumenten.

In dit hoofdstuk worden de geanalyseerde concepten uit het vorige hoofdstuk toegepast in een concrete regio. Zo wordt getoetst of de theorie uit hoofdstuk 4 ook werkt in de praktijk. Elke willekeurige regio zou in principe als voorbeeld gekozen kunnen worden voor dit verkennende onderzoek. Dat neemt niet weg dat elke concrete regio vanwege haar unieke ruimtelijke kenmerken om een gebiedseigen toepassing van planconcepten vraagt. Voor een analyse is wel enige kennis van ruimtelijke patronen en processen van de te onderzoeken regio vereist. De schrijver van deze studie meent deze kennis van de regio Leerdam te bezitten, omdat hij daar woonachtig is. Leerdam en omgeving, afgebeeld in figuur 5.1, zal daarom in dit hoofdstuk als casus dienen.



Figuur 5.1 Regio Leerdam.

In paragraaf 3.4 is een poging gedaan het begrip *regio* af te bakenen. Voor dit hoofdstuk is gekozen de stad Leerdam als middelpunt van een regio te beschouwen, omdat deze stad een centrale plek inneemt in een verder vrij landelijk gebied. Andere kernen, zoals Vianen, Culemborg, Geldermalsen en Gorinchem, liggen elk minstens 10 kilometer bij Leerdam vandaan. De stad Leerdam heeft bijna 20.000 inwoners, en staat bekend om de ‘Royal Leerdam’ glasfabriek. Het omliggende land wordt gekenmerkt door veeteelt en tuinbouw.

De opbouw van dit hoofdstuk komt overeen met de structuur uit het voorgaande hoofdstuk. In de paragrafen 5.2, 5.3 en 5.4 worden achtereenvolgens de niet-gelokaliseerde concepten uit respectievelijk paragraaf 4.3, 4.4 en 4.5 toegepast in de regio Leerdam. Kaartbeelden zullen het betoog ondersteunen. Paragraaf 5.5 vormt een reflectie op hoofdstuk 5.

5.2 Reductie van energievraag

Drie niet-gelokaliseerde concepten zijn genoemd om de vraag naar energie te verminderen: exergieplanning, energiecascadering en de natuurlijke materiaalcyclus. Energiecascadering is een instrument om exergieplanning handen en voeten te geven. Rest nog de toepassing naar gelokaliseerde concepten in de concrete regio. Met die toepassing zal deze paragraaf beginnen. Vervolgens zal onderzocht worden wat de mogelijkheden zijn om energie-intensieve technologische processen in de regio Leerdam ‘terug te geven’ aan de natuur.

Het realiseren van een energiecascade vereist een aantal stappen:

1. Allereerst is een inventarisatie van ruimtelijke functies nodig.
2. Daarnaast is het van belang te weten welke energiekwaliteiten de verschillende functies nodig hebben. In deze studie wordt hiervoor gebruik gemaakt van een ordinale schaal.
3. Ten slotte is het nodig de verschillende functies fysiek met elkaar te verbinden, zodat transport van energie kan plaatsvinden tussen de verschillende functies.

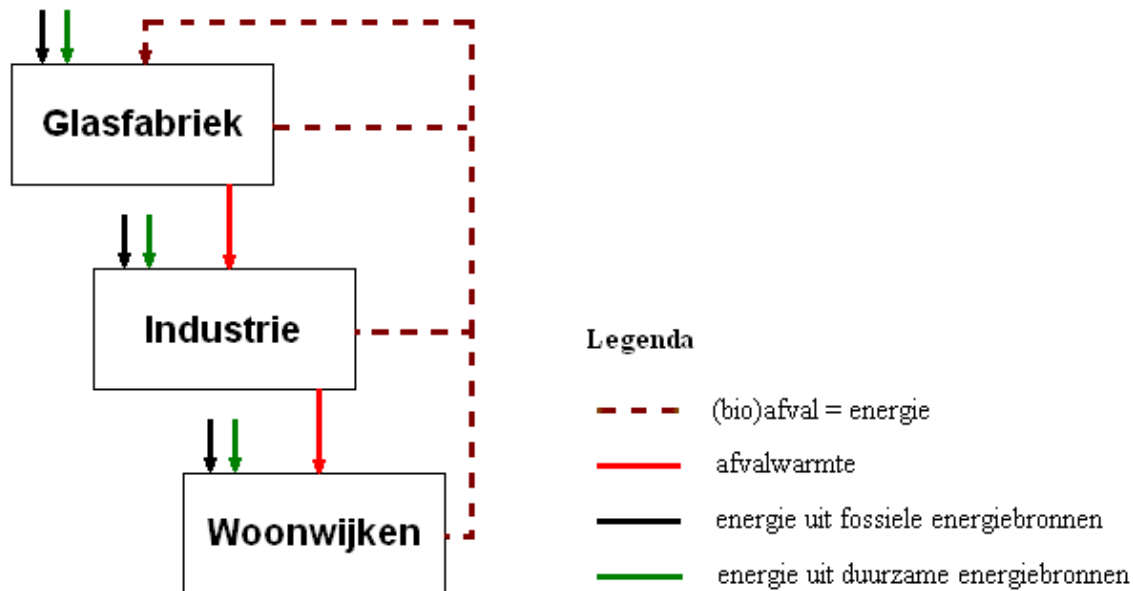
De glasfabriek is de meest in het oog springende functie van Leerdam en omgeving. Het is een functie die vraagt om hoge energiekwaliteiten. Hoge temperaturen van rond de 1500 °C zijn nodig bij het produceren van glaswerk (Glaspunt, 2010). Hierdoor heeft ook de restwarmte van de glasfabriek, de warmte die na het productieproces overblijft, een hoge temperatuur.

Andere bedrijven in de regio Leerdam, zoals aannemingsbedrijven, onderhoudsbedrijven, bedrijven in de metaalbewerking en transportbedrijven, hebben lagere temperaturen nodig voor hun werk dan de glasfabriek. Deze industrieën kunnen de restwarmte van de glasfabriek gebruiken voor eigen productieprocessen en voor verwarming van de panden. De restwarmte die deze bedrijven vervolgens overhouden, kan gebruikt worden voor de verwarming van woonwijken.

Uit bovenstaande blijkt dat toepassing van een energiecascade in de regio Leerdam minstens drie trappen oplevert. Dit is schematisch weergegeven in figuur 5.2. Naast de afvalwarmte die doorgegeven wordt aan de volgende trap, kan ook het (bio)afval van de verschillende trappen fungeren als bron van energie (Van Kann, 2009), zowel voor de glasfabriek als voor andere

functies. Infrastructuur is nodig om de restwarmte en het (bio)afval van de verschillende functies naar de bestemde plaats te transporteren.

De restwarmte van de glasfabriek krijgt op deze manier een nieuwe bestemming. Er wordt gebruik gemaakt van de kwaliteit van energie, in plaats van het dumpen van deze kwaliteit in lucht of water. Tegelijkertijd hoeven bedrijven en woonwijken geen, of in mindere mate, beroep te doen op andere energiebronnen voor de warmte die ze nodig hebben.

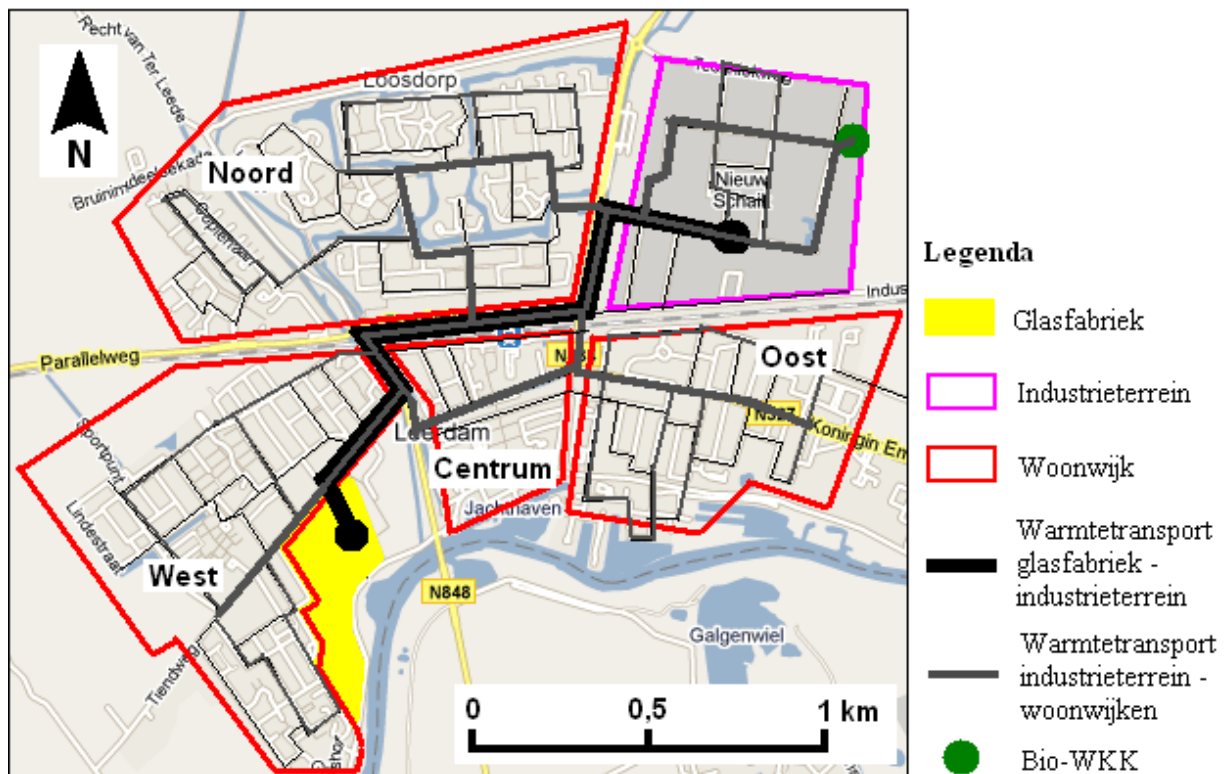


Figuur 5.2 Schematische weergave van energiecascade, zoals deze toegepast kan worden in de regio Leerdam.

De glasfabriek levert restwarmte, maar heeft zelf ook warmte nodig. In lijn met de Trias Energetica moet gestreefd worden naar input van primaire energie uit hernieuwbare bronnen. De groene pijl in figuur 5.2 geeft dit aan. In de volgende paragraaf zal aan bod komen welke hernieuwbare energiebronnen aangewend kunnen en moeten worden voor het energieaanbod in de regio Leerdam. De zwarte pijl in figuur 5.2 symboliseert het aanbod van fossiele energie, dat in een transitiefase ook nog nodig zal zijn.

Met opzet wordt er hier voor gekozen niet te suggereren dat de afvalwarmte van de glasfabriek voldoende energie levert om alle andere functies in de regio van warmte te voorzien. Dit moet immers eerst onderzocht worden. Als blijkt dat de afvalwarmte van de glasfabriek niet de volledige regionale warmtevraag in kan vullen, is er een groter aanbod van energie uit hernieuwbare bronnen nodig. Als de restwarmte van de glasfabriek wél kan voldoen aan de volledige energievraag in de regio, dan rest de vraag of dit duurzaam is. In het geval van de regio Leerdam lijkt het duurzamer een energiecascade niet in de gehele regio toe te passen, maar alleen in de stad Leerdam, omdat de afstand tussen functies in de regio Leerdam hoog is, en het aantal functies buiten de stad Leerdam relatief laag is. Bij toepassing van een energiecascade in de gehele regio zouden uitgebreide transportnetwerken ontstaan, waar hoge investeringen gemaakt zouden worden voor verwarming van de relatief weinig functies.

Figuur 5.3 geeft schematisch weer hoe transportnetwerken er uit kunnen zien wanneer het concept van een energiecascade toegepast zou worden in de stad Leerdam. De buizen die warmte transporteren worden gebundeld met het tracé van wegen en spoor. De hoofdverbinding loopt van de glasfabriek naar het industrieterrein. Het industrieterrein voorziet de woonwijken van warmte. In de figuur is te zien dat hierbij gebruik gemaakt wordt van ringstructuren. Zo blijft energievoorziening mogelijk als er ergens in het netwerk geen transport mogelijk is, bijvoorbeeld bij onderhoudswerkzaamheden.



Figuur 5.3 Mogelijke transportnetwerken in Leerdam bij toepassing van een energiecascade.

Een maatregel om de voorzieningszekerheid van warmte in de regio Leerdam te waarborgen, is het aanleggen van een functie die extra warmte kan leveren op momenten dat er een tekort dreigt. Een bio-WKK op het industrieterrein, zoals aangegeven in figuur 5.3, zou een optie hiervoor kunnen zijn. WKK staat voor warmte-krachtkoppeling. Zowel elektriciteit als warmte worden opgewekt bij het inzetten van biomassa. Een bio-WKK is in dit geval in feite een back-up systeem, te vergelijken met generatoren in ziekenhuizen.

Figuur 5.3 schetst hoe in de huidige situatie het principe van energiecascadering er ruimtelijk uit zou zien voor de stad Leerdam. Ruimtelijke planconcepten gaan echter verder. Ze beschrijven een gewenste ontwikkelingsrichting (Zonneveld, 1991a). Met die gedachte in het achterhoofd is het noodzakelijk nieuw te ontwikkelen functies te kunnen integreren in energiecascades. In paragraaf 4.2 werd duidelijk dat *integraal ontwerpen* een methode is die dit mogelijk maakt. Drie ontwerpprincipes zijn daarbij van belang: afstanden kort houden, functies zo goed mogelijk verbinden, en bouwen in hoge dichtheden.

Voor Leerdam betekent dit concreet dat nieuw te ontwikkelen functies zoveel mogelijk binnen de stadsgrenzen gerealiseerd moeten worden. Het is overigens niet zo dat de functies

in figuur 5.3 de ruimtelijke spreiding kennen zoals het niet-gelocaliseerde integrale ontwerpmodel uit figuur 4.3 laat zien. De glasfabriek is gevestigd in een woonwijk, en niet op het industrieterrein. Omdat de afstanden echter klein zijn tussen de functies in Leerdam, is dit voor het transport van warmte geen probleem.

Het toepassen van energiecascladering zal er toe leiden dat de vraag naar energie afneemt, en er dus ook minder aanbod van energie nodig is. Hetzelfde geldt wanneer technologische processen in de regio Leerdam overgenomen worden door natuurlijke processen. Specifieke kansen liggen hier bij de verwerking van afvalwater.

De zuivering van afvalwater is een energie-intensief proces. De gemeente Leerdam voert al actief beleid om riool- en hemelwater te scheiden (Gemeente Leerdam, 2007). Hemelwater wordt zo veel mogelijk naar het oppervlaktewater geleid, zodat alleen rioolwater nog gezuiverd hoeft te worden. Dit is een positieve maatregel om het transport en de zuivering van afvalwater te verminderen.

Ook het waterschap Rivierenland, dat verantwoordelijk is voor onder andere de regio Leerdam, neemt maatregelen met betrekking tot duurzame energie. Zo draaien de zuiveringen en gemalen binnen het gebied volledig op natuurstroom (Waterschap Rivierenland, 2010).

Het concept van de natuurlijke materiaalcyclus gaat nog een stap verder dan bovenstaande maatregelen. Het noemt de mogelijkheid om ook rioolwater (deels) te zuiveren door natuurlijke processen (Stremke & Koh, 2010). Verschillende methoden, zoals het riet- en biezenveld of moerassen met oeverplanten - zogenaamde helofytenfilters - zijn hiervoor in ontwikkeling (Bureau Waardenburg, 2010). Concreet betekent deze toepassing dat ruimte gereserveerd moet worden voor het aanleggen van dergelijke natuurlijke zuiveringsgebieden. Landbouwgebieden moeten hiervoor wijken. Dit moeten echter wel landbouwgebieden zijn die minder energie 'produceren' dan wat de natuurlijke waterzuivering aan energie 'oplevert'. De praktijk wijst uit dat zuiveringsgebieden vaak in de nabijheid van rioolwaterzuiveringsinstallaties worden gesitueerd, om zo interactie mogelijk te maken tussen het technologische en het natuurlijke zuiveringssysteem.

De regio Leerdam heeft mogelijkheden om afvalwater volledig natuurlijk te zuiveren, bijvoorbeeld door de aanleg van riet- en biezenvelden. De regio Leerdam telt tien rioolwaterzuiveringsinstallaties: Leerdam, Asperen, Beesd, Culemborg, Geldermalsen, Haaften, Gorinchem-Oost, Schelluinen, Meerkerk en Leerbroek. Bij al deze RWZI's is er de mogelijkheid ruimte te reserveren voor natuurlijke zuiveringsgebieden. Huidige transportnetwerken kunnen in gebruik blijven voor de aanvoer van afvalwater.

In deze paragraaf is verkend wat de toepassing van ruimtelijke planconcepten in een praktijksituatie bij kunnen dragen aan het verminderen van de energievraag. Voor Leerdam is de rol van de glasfabriek van grote betekenis bij het toepassen van een energiecascade. De kwaliteit van energie wordt dankzij deze energiecascade beter benut, waardoor geen beroep hoeft te worden gedaan op andere energiebronnen. Ook door het op natuurlijke manier zuiveren van rioolwater worden conventionele energiebronnen niet meer, of in mindere mate, gebruikt voor het machinaal zuiveren van water.

5.3 Hernieuwbare energiebronnen

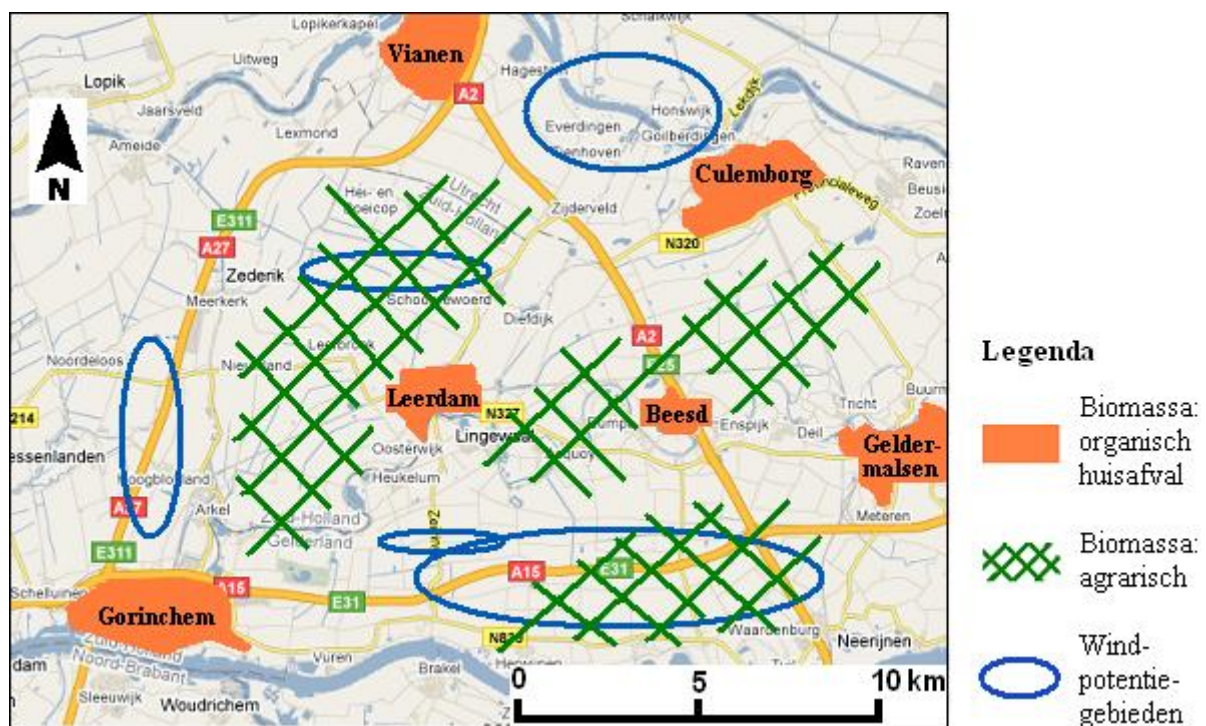
Ongeacht het ruimtelijke schaalniveau is het duurzaam de energievraag in te vullen met hernieuwbare energiebronnen. Deze moeten echter wel aanwezig zijn. Vooral als een regio er naar streeft zelfvoorzienend te zijn. Wat er niet is, kan immers ook niet gebruikt worden. In deze paragraaf wordt onderzocht welke potenties de regio Leerdam heeft voor het gebruiken van hernieuwbare energie. Vervolgens wordt geanalyseerd welke concepten een bijdrage kunnen leveren aan het optimaal gebruiken van deze energiepotenties.

Zonne-energie is overal beschikbaar, tenzij obstakels de zonnestrallen tegenhouden. Zonne-energie kan zowel warmte als stroom genereren. De energie wordt opgenomen door middel van zonnepanelen en zonnecollectoren.

Voor Nederland wordt de volgende regel gehanteerd: Hoe dichterbij zee, hoe meer zonuren (KNMI, 2010). Binnen de regio Leerdam zal het verschil in aantal zonuren tussen oost en west echter nihil zijn, vanwege de relatief geringe afstand.

Zonnepanelen en zonnecollectoren zijn goed toe te passen op bestaande bebouwing. Zo is extra ruimtegebruik te voorkomen. Wel is het zinvol om bij de plaatsing van deze panelen en collectoren rekening te houden met de stand van de zon.

Windenergie is net als zonne-energie vrijwel overal aanwezig, maar niet altijd in even sterke mate. Gemiddeld is de windkracht aan de kust het sterkst, en wordt landinwaarts minder krachtig (KNMI, 2010). Dat wil niet zeggen dat de regio Leerdam geen gebruik kan maken van windenergie. Wel is het zinvol windmolens te realiseren in 'open' ruimte, omdat de windkracht daar groter is. Bovendien zijn er veiligheidsrisico's verbonden aan windmolens, waardoor deze te maken hebben met veiligheidszones (VROM, 2008). Een aantal 'open' ruimten met potenties voor windenergie is weergegeven in figuur 5.4.



Figuur 5.4 Windpotenties en biomassapotenties in de regio Leerdam.

Ook biomassapotenties zijn aanwezig in de regio Leerdam. Organisch huishoudelijk afval kan gebruikt worden voor de opwekking van energie. De steden in de regio produceren vanzelfsprekend het meeste huishoudelijk afval. Ook leveren landbouwgebieden direct of indirect biomassa op (Noorman et al., 2006). Eén van de mogelijkheden om biomassa om te zetten in energie is door afval- en mestvergistingsinstallaties. Biomassa kan zo ten grondslag liggen aan het gebruik van elektriciteit. Bij overschotten kan elektriciteit opgeslagen worden in accu's, of geleverd worden aan nabijgelegen functies. Bij tekorten kan een beroep gedaan worden op het conventionele energiesysteem. Boeren bouwen nu al steeds meer hun eigen vergistingsinstallaties. Boerderijen zijn zo hun eigen energiebron. In figuur 5.4 zijn de biomassapotenties van de regio Leerdam weergegeven.

De productie van elektriciteit door waterpotenties is geen realistische optie voor Leerdam en omgeving. De regio bevat geen grote hoogteverschillen, waardoor waterkracht geen bijdrage kan leveren aan de energievoorziening.

De ondergrond daarentegen is overal aanwezig als bron van warmte en koude. Ondiepe lagen kunnen gebruikt worden voor passieve koeling, omdat de temperatuur daar altijd lager is dan de binnentemperatuur van gebouwen (Noorman et al., 2006). Diepe grondlagen kunnen juist warmte leveren. Er moet wel infrastructuur aangelegd worden om deze warmte naar het aardoppervlak te krijgen.

Figuur 5.4 is een hulpmiddel bij het toepassen van het 'source-sink' concept. Hoewel alleen de potenties van wind- en bio-energie weergegeven zijn, geldt het 'source-sink' concept in principe voor alle hernieuwbare energiebronnen. Clusteren van energiebron en -afnemer reduceert transportkosten en transportverliezen.

In de regio Leerdam betekent dit dat naast de energiebronnen ook de *afnemers* van primaire energie in kaart moeten worden gebracht. Bij het toepassen van een energiecascade in de stad Leerdam hoeft binnen de stadsgrenzen alleen de glasfabriek zélf nog voorzien te worden van warmte. Wel hebben alle functies ook elektriciteit nodig. Naast de glasfabriek zijn de verschillende landelijke functies ook afnemers van energie.

Vanuit het 'source-sink' concept ligt het voor de hand de landelijke functies van energie uit biomassa te voorzien. De hoge energetische kwaliteit die de glasfabriek nodig heeft voor de productie van glas, kan opgewekt worden door windturbines. Zonne-energie kan gebruikt worden als additionele energiebron, zowel in de stad Leerdam als in het omliggende gebied.

Het realiseren van 'smart grids' is een zinvolle investering, ook in de regio Leerdam. Het is een infrastructuur die het transport van duurzame energie mogelijk maakt in combinatie met transport van fossiele brandstoffen. Dit is nodig in de huidige transitiefase.

Daarnaast reduceert het de claim op ruimte, omdat er minder energiebuffers nodig zijn, en modaliteiten van transport gebundeld of zelfs gecombineerd kunnen worden (TNO Magazine, 2009). Figuur 5.3 laat zien dat in Leerdam bundeling van weginfrastructuur en energie-infrastructuur goed mogelijk is.

Innovatieruimte is een concept dat ook aandacht behoeft. Om duurzame energielandschappen te bewerkstelligen moeten toekomstige ontwikkelingen van invloed zijn op beslissingen van nu. Ook nieuw te ontwikkelen functies moeten immers volledig afhankelijk worden van hernieuwbare energiebronnen.

Voor de regio Leerdam betekent dit dat het energievraagstuk geïntegreerd moet worden in ruimtelijke plannen.

5.4 Duurzaam fossiel

Onvermijdelijk blijft CO₂-uitstoot bestaan, zij het meer en meer in beperkte mate. De beste oplossing om CO₂ niet de atmosfeer in te laten verdwijnen, is het hergebruiken van deze stof voor doeleinden die CO₂ gebruiken. Glastuinbouw is hier een voorbeeld van, maar ook koelhuizen en bepaalde industrieën gebruiken CO₂, bijvoorbeeld bij het maken van frisdranken en bouwmaterialen.

Ook hier is het ‘*source-sink*’ concept goed toe te passen. De CO₂ die vanwege het verbrandingsproces vrijkomt in de glasfabriek van Leerdam kan worden opgevangen en een nieuwe bestemming krijgen. Glastuinbouw is niet aanwezig in de regio Leerdam. Wel zijn er andere functies in de regio die CO₂ gebruiken.

Uiteraard moet infrastructuur aangelegd worden die het transport van CO₂ van de glasfabriek naar de verschillende afnemers mogelijk maakt.

5.5 Reflectie

De verschillende planconcepten die het thema van duurzame energie integreren in de ruimtelijke ordening zijn in dit hoofdstuk uitgewerkt voor een concrete regio: Leerdam en omgeving. Daarbij zijn de drie stappen van de Trias Energetica opnieuw als handvatten gebruikt om de tekst te structureren. In deze paragraaf wordt kort gereflecteerd op de bevindingen uit dit hoofdstuk.

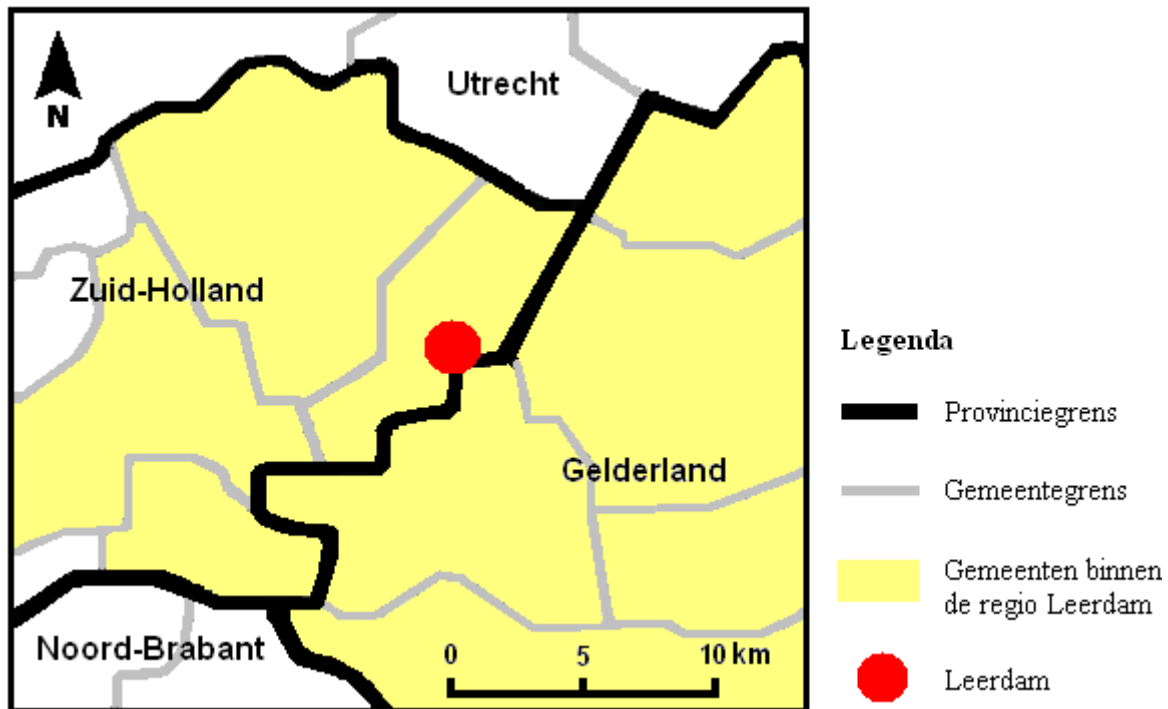
Een eerste opmerking betreft de rol van de glasfabriek in de regio Leerdam. Deze kernfunctie staat bovenaan in de energiecascade, en is om die reden de ‘motor’ van de regio. De stad Leerdam is mede daarom ook als middelpunt van de regio gekozen. Dat wil niet zeggen dat omliggende steden niet als middelpunt van een regio gezien kunnen worden.

Leerdam heeft zelfs een nadeel om als middelpunt van een regio te fungeren. Dit nadeel is bestuurlijk van aard. Leerdam ligt namelijk op de grens van twee provincies, Zuid-Holland en Gelderland. Bovendien beslaat de regio Leerdam negen gemeenten. Dit is te zien in figuur 5.5. Samenwerking tussen de verschillende provincies en gemeenten zal dus een vereiste zijn voor het realiseren van de in hoofdstuk 4 genoemde planconcepten. Deze concepten zullen immers gezamenlijk gedragen moeten worden in beleid.

Een andere opmerking betreft de kracht van duurzame energielandschappen op regionale schaal. Niet één regio zal een energietransitie moeten realiseren richting duurzaamheid, maar alle regio’s samen.

In de eerste plaats omdat het verduurzamen van één regio geen spreekwoordelijke zoden aan de dijk zet. Klimaatverandering en een betrouwbare energievoorziening zijn immers geen regionale zorgen, maar mondiale. Wereldwijd zal een transitie naar duurzame energielandschappen ingezet moeten worden. Dit betekent niet dat er gewacht moet worden

tot een ander deze transitie inzet. Het betekent wél dat niet één regio, maar alle regio's samen moeten streven naar een duurzame energievoorziening.



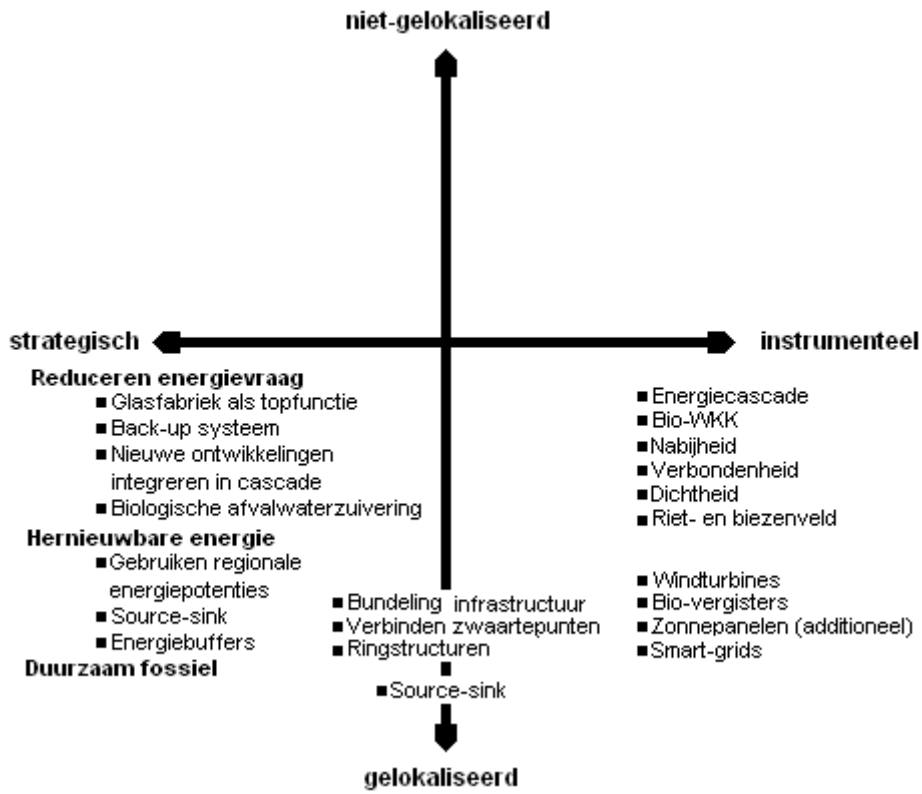
Figuur 5.5 Leerdam op de grens van provincies en gemeenten.

Het samenwerken tussen regio's heeft nog een andere noodzaak. Niet elke regio heeft dezelfde energiepotenties. Regio's zullen elkaar moeten helpen. Soms zal het duurzamer zijn bepaalde *sources* en *sinks* van verschillende regio's met elkaar te combineren. Op andere plaatsen kan het duurzaam zijn een energiecascade toe te passen in een regio die wat oppervlakte betreft groter is dan de regio Leerdam uit het voorbeeld.

Transportnetwerken zullen de open grenzen van regio's moeten overschrijden om interactie tussen regio's te kunnen bewerkstelligen.

In figuur 5.6 zijn de in dit hoofdstuk genoemde gelokaliseerde planconcepten in het kwadrant geplaatst. De weergegeven figuur geldt enkel voor de concrete regio Leerdam. Net als bij niet-gelokaliseerde planconcepten is het niet altijd te zeggen of een gelokaliseerd planconcept meer strategisch of meer instrumenteel is. Zelden zal een planconcept volledig strategisch of volledig instrumenteel zijn.

Dit hoofdstuk heeft verkend hoe strategische planconcepten gespecificeerd kunnen worden in een concrete regio. Er is daarbij gestreefd zo volledig mogelijk te werk gegaan, hoewel geenszins gepretendeerd wordt een complete analyse uitgevoerd te hebben. De schrijver van deze studie is bekend in de regio Leerdam, maar zijn kennis over deze regio zal niet compleet zijn. Ongetwijfeld is dat van invloed geweest op deze studie.

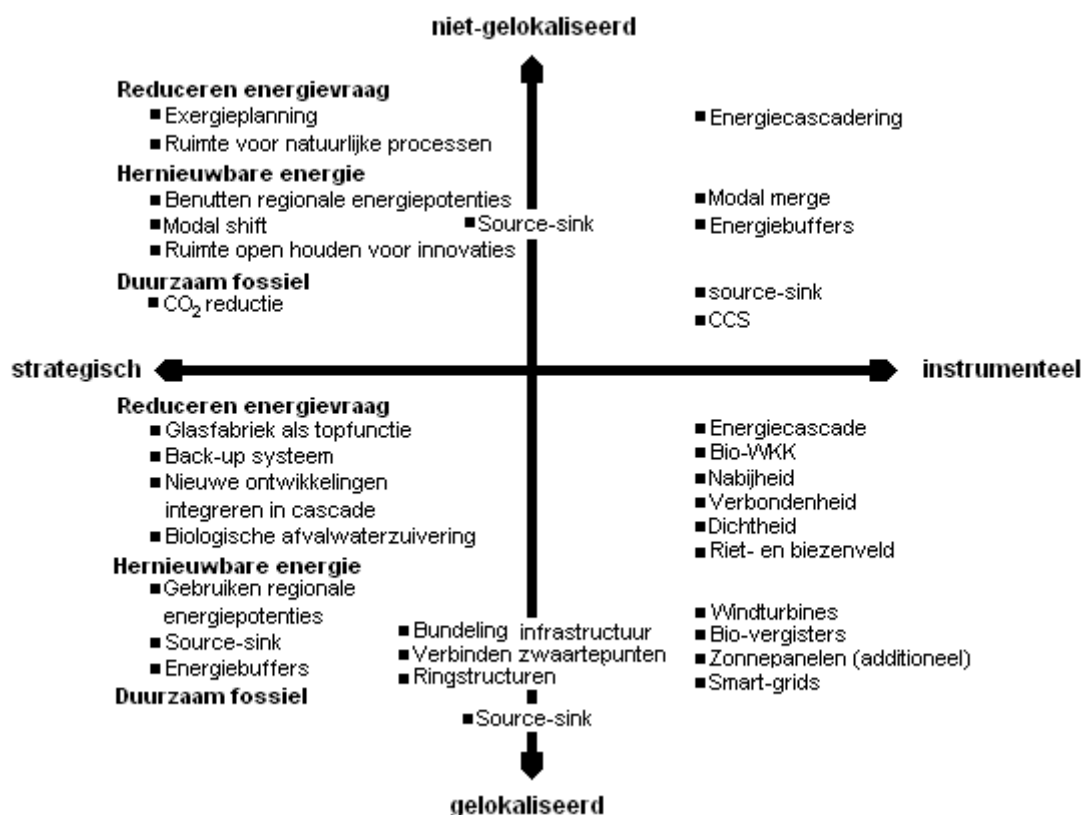


Figuur 5.6 Gelocaliseerde planconcepten weergegeven in kwadrant.

6. Synthese: Ruimtelijke concepten voor duurzame energielandschappen

6.1 Inleiding

In het voorgaande hoofdstuk is een vertaalslag gemaakt van niet-gelocaliseerde naar gelocaliseerde ruimtelijke concepten. Geïllustreerd werd dat deze concepten ingepast moeten worden binnen de ruimtelijke kenmerken van een concrete regio. Het ontstaan van een duurzame energielandschap wordt beïnvloed door deze ruimtelijke kenmerken van een regio. Een totaaloverzicht van de in deze studie geanalyseerde planconcepten is te zien in figuur 6.1.



Figuur 6.1: Totaaloverzicht van typen planconcepten in kwadrant.

Dit hoofdstuk gaat in paragraaf 6.2 allereerst in op de onderlinge verhoudingen tussen de verschillende typen planconcepten. Deze concepten, samengevat in figuur 6.1, zijn het middel waarmee duurzame energielandschappen gerealiseerd kunnen worden.

De basis echter voor een energietransitie is een algemeen besef dat toepassing van de concepten uit figuur 6.1 noodzakelijk is, dat veranderingen nodig zijn om klimaatverandering tegen te gaan, en de voorzieningszekerheid van energie te waarborgen. Zonder dat besef komen er wellicht wat ‘losse’ projecten van de grond, maar zullen energiedoelstellingen niet bereikt worden. Paragraaf 6.3 gaat daarom in op de factoren die van invloed zijn op het wel of niet slagen van ruimtelijke concepten op regionale schaal.

6.2 De rol van verschillende concepten

Al eerder is het onderscheid tussen de harde kern en de beschermende gordel van het conceptuele complex beschreven. Beide zijn ze van grote betekenis voor een transitie naar duurzame energielandschappen op regionale schaal.

De rol van de harde kern en de beschermende gordel zijn sterk verweven, maar tegelijkertijd ook erg uiteenlopend. Deze paragraaf gaat daar nog eens extra op in, om zo helder te krijgen wat de rol van de verschillende typen concepten kan zijn bij het in gang zetten van een energietransitie.

De harde kern van een conceptueel complex bestaat uit strategische concepten. Deze geven aan wat de gewenste ontwikkelingsrichting is in de ruimtelijke ordening. Zonneveld (1991a) beschrijft dat zowel niet-gelocaliseerde als gelocaliseerde concepten tot de harde kern behoren. Deze studie trekt dat in twijfel. Beargumenteerd werd dat niet één regio, maar alle regio's een energietransitie moeten ondergaan. Hiervoor zijn algemeen geldende planconcepten nodig die gedragen worden door de gehele planninggemeenschap.

Gelocaliseerde concepten kunnen niet tot deze algemeen geldende planconcepten gerekend worden, omdat ze slechts voor een concrete regio van toepassing zijn.

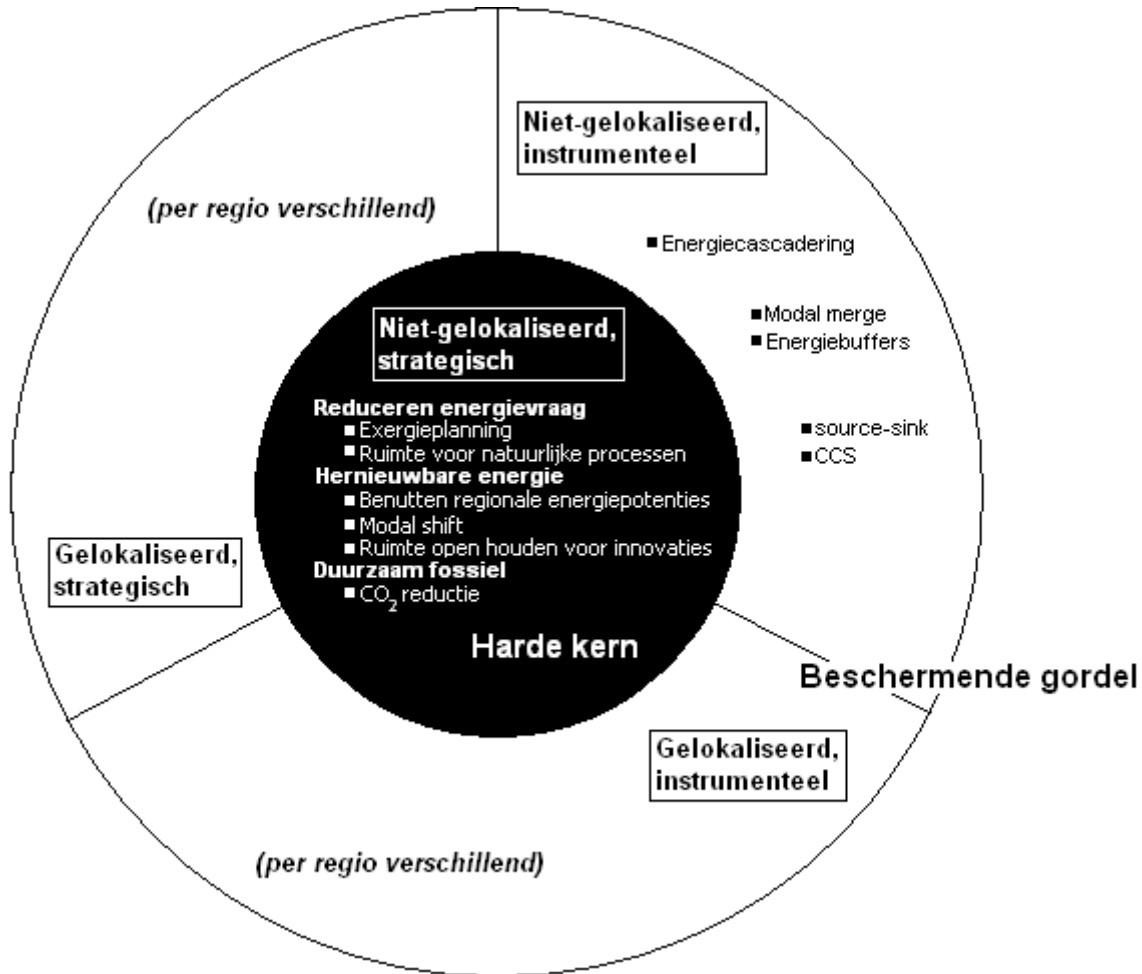
Om die reden worden alleen niet-gelocaliseerde ruimtelijke concepten in deze studie als de harde kern van een conceptueel complex beschouwd. Dit zijn concepten die daadwerkelijk de hoofdlijnen van ruimtelijke ontwikkelingen uitstippelen. In figuur 6.2, waarin de bevindingen van deze studie worden samengevat, is verbeeld hoe de harde kern en de beschermende gordel zich tot elkaar verhouden.

Het integreren van energie en ruimtelijke ordening vraagt om een fundamentele veranderingen in de planologie. Allereerst zal het thema duurzame energievoorziening toegevoegd moeten worden aan de harde kern, het heersende gedachtegoed over de ruimtelijke ordening. Pas dan volgen instrumenten die daadwerkelijk duurzame energielandschappen creëren.

De harde kern in figuur 6.2 representeert de harde kern van een nieuw conceptueel complex, waarin energie en ruimte geïntegreerd zijn. Het - via gelocaliseerde concepten - vertalen van concepten uit deze harde kern in concrete regio's, is de sleutel tot het realiseren van duurzame energielandschappen.

Hoewel de harde kern bepalend is voor de toekomstige ontwikkelingen, zijn de ingrepen die in de ruimte gedaan worden om duurzame energielandschappen te realiseren een direct gevolg van instrumentele concepten. Zonneveld (1991a) omschrijft deze instrumentele concepten als actiegericht en gebiedsgebonden. Dat ze actiegericht zijn is niet te ontkennen. Deze studie stelt echter dat instrumentele concepten niet per definitie gebiedsgebonden zijn. Er zijn ook algemeen geldende, niet-gelocaliseerde instrumentele concepten. Deze zijn weergegeven in de rechterbovenhoek van figuur 6.1, en ook rechtsboven in figuur 6.2.

De overige twee vlakken in figuur 6.2 representeren gelocaliseerde concepten. Ook deze worden hier, zoals aangegeven, tot de beschermende gordel gerekend. Omdat elke concrete regio andere gelocaliseerde concepten nodig heeft, kunnen de vlakken in figuur 6.2 niet ingevuld worden met algemeen geldende gelocaliseerde concepten.



Figuur 6.2: Schematische voorstelling van een conceptueel complex, waarin ruimtelijke ordening en energie geïntegreerd zijn.

Samen vormen de verschillende typen planconcepten het conceptueel complex, een eenheid van concepten waarin de onderlinge verhoudingen vastliggen. Een energietransitie komt enkel tot stand als al de typen planconcepten uit het conceptueel complex aanwezig zijn.

De beschermende gordel kan tijdens een geldend conceptueel complex veranderingen ondergaan. Bijvoorbeeld als er nieuwe inzichten ontstaan over de instrumenten waarmee energie en ruimtelijke ordening geïntegreerd kunnen worden.

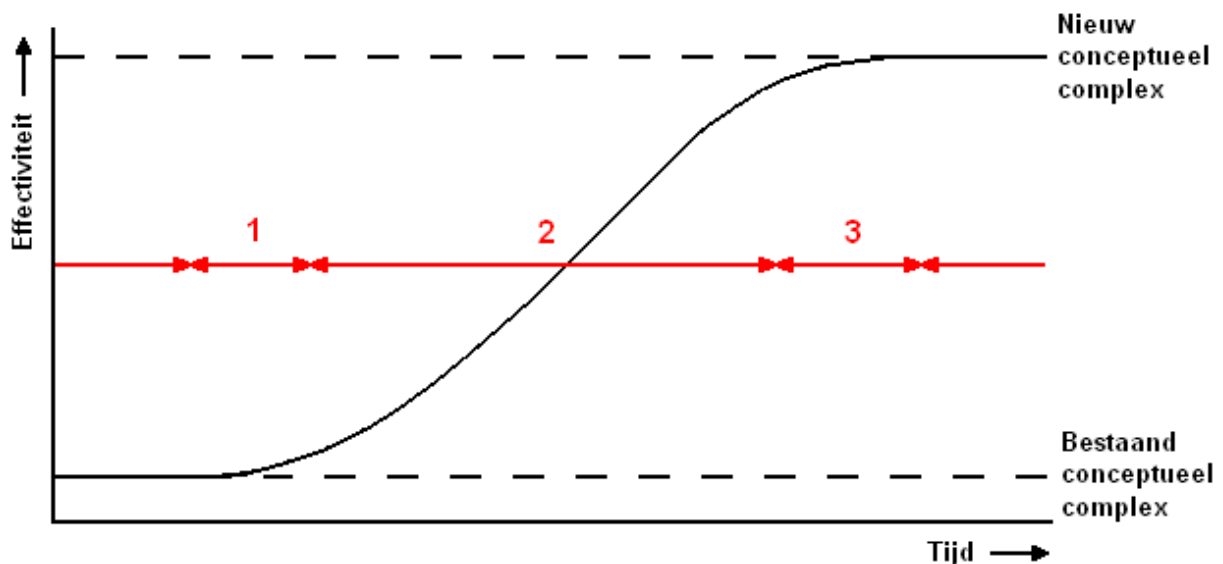
Als de harde kern wijzigt, ontstaat er echter een nieuw conceptueel complex. Dit hoeft op zichzelf geen probleem te zijn. Mits energie en ruimtelijke ordening geïntegreerd blijven.

6.3 Energietransitie

De planologie heeft een nieuw conceptueel complex nodig. Eén waarin energie en ruimtelijke ordening geïntegreerd worden. Dat klinkt mooi, maar een dergelijk complex ontstaat niet zomaar. Daar gaat een discussie aan vooraf, waaruit het besef voortkomt dat structurele veranderingen ten opzichte van de bestaande situatie noodzakelijk zijn om klimaatverandering

tegen te gaan, en voorzieningszekerheid van energie te waarborgen. In hoofdstuk 2 werd zelfs gepleit hier een ‘sense of urgency’ bij te hanteren.

Een discussie, gevoed door ontwikkelingen op allerlei terreinen, zet een transitieperiode in. Tijdens een transitieperiode ontstaan nieuwe planconcepten. Verankering van een nieuw conceptueel complex in ruimtelijk beleid sluit een transitieperiode af. Deze paragraaf gaat in op de delen van een transitieperiode, die weergegeven zijn in figuur 6.3.



Figuur 6.3: Drie fasen van een transitieperiode. Bron: Stremke et al., 2009 (bewerkt).

In hoofdstuk 4 is aangegeven dat de harde kern van een conceptueel complex met enige regelmaat verandert. Toch zal een conceptueel complex voor langere tijd bestaan, zoals in hoofdstuk 4 al aangegeven is.

Een nieuw conceptueel complex ontstaat niet zonder enige aanleiding. In deze studie zijn verschillende redenen genoemd die de noodzaak van een nieuw conceptueel complex onderschrijven. Klimaatverandering, het opraken van fossiele brandstoffen, en het in gevaar komen van de energievoorziening zijn de voornaamste. Maar ook de vraag naar een verbeterde ruimtelijke kwaliteit of energieneutrale regio's met lagere energierekeningen kunnen redenen zijn om een transitiefase in te zetten. De reden(en) voor verandering moet(en) wel eerst onderkend worden, voordat een discussie ontstaat over een nieuw te realiseren conceptueel complex.

In figuur 6.3 is een transitieperiode verdeeld in drie fasen. Fase 1 sluit een stabiele periode af, waarin geen discussie was over de harde kern van het heersende conceptuele complex. In fase 1 is vastgesteld dat een nieuw conceptueel complex gewenst is.

In fase 2 worden vervolgens nieuwe planconcepten aangedragen die tot de harde kern van een nieuw conceptueel complex kunnen gaan behoren. Fase 2 is instabiel. Het is een fase waarin gediscussieerd wordt, waarin ruimtelijke concepten worden aangevuld of afgebroken.

Fase 2 leidt tot ruimtelijke concepten die voldoende draagvlak hebben bij de planningsgemeenschap om in ruimtelijk beleid vastgelegd te worden. Fase 3 representeert deze wettelijke verankering. Zo ontstaat een harde kern van een nieuw conceptueel complex.

Wettelijke verankering van concepten zorgt voor stabiliteit in de ruimtelijke ordening (Van Der Cammen, 2004). Als de ontwikkelingslijnen vastgelegd zijn, hoeft niet telkens een discussie heropend te worden. Dat neemt niet weg dat aanpassingen in het beleid altijd mogelijk blijven.

Deze paragraaf heeft nogmaals willen benadrukken dat duurzame energielandschappen alleen kunnen ontstaan als er een besef leeft dat veranderingen noodzakelijk zijn. Concepten die deze veranderingen kunnen realiseren zijn genoemd in figuur 6.2.

Ten slotte is benadrukt deze concepten vast te leggen in beleid. Zo ontstaat een stabiel conceptueel complex, waarbij energie een volwaardige plaats krijgt binnen de ruimtelijke ordening.

7. Integreer energie en ruimte: pas ruimtelijke concepten toe!

Aanleiding voor dit onderzoek was het gebrek aan kennis over het integreren van energie en ruimte op regionaal schaalniveau. Omdat de wereldwijde energievoorziening onder druk staat, zijn veranderingen in de energiehuishouding noodzakelijk. Het integreren van energie en ruimte is één van die veranderingen die een bijdrage kan leveren aan de transitie naar een duurzame energievoorziening. Verschillende onderzoeken zijn al gedaan naar de integratie van energie en ruimte, maar op het regionale schaalniveau was nog een gebrek aan kennis. Met deze studie is getracht een bijdrage te leveren aan de kennis rond het integreren van energie en ruimte op het regionale schaalniveau, vanuit de overtuiging dat energiebewuste ruimtelijke planning bij kan dragen aan een duurzame energievoorziening.

Doel van deze studie was om ruimtelijke concepten aan te bevelen die, op regionale schaal, een transitie in gang kunnen zetten richting duurzame energielandschappen. Het onderzoek naar welke concepten dat zouden kunnen zijn, heeft plaatsgevonden om deze aanbevelingen te kunnen doen. Hoofdvraag bij het onderzoek was:

Welke ruimtelijke concepten dragen op regionale schaal bij aan duurzame energielandschappen?

De deelvragen, genoemd in paragraaf 1.2, waren ten eerste gericht op het definiëren van de verschillende begrippen die in de hoofdvraag genoemd worden. Daarnaast maakten ze het beantwoorden van de hoofdvraag mogelijk.

In hoofdstuk 2 is beschreven wat duurzame energielandschappen zijn. Duidelijk is geworden dat het verduurzamen van de energievoorziening noodzakelijk is. Eén van de mogelijkheden om dat te kunnen bewerkstelligen is het integreren van energie in de ruimtelijke planning.

Hier ligt een taak voor planologen.

Hoofdstuk 3 behandelde specifiek het regionale schaalniveau als meest kansrijke schaalniveau om energie en ruimte te integreren. In hoofdstuk 3 is een poging gedaan ‘de regio’ af te bakenen. De lezer zal ongetwijfeld aangevoeld hebben dat deze afbakening bediscussieerbaar is. Uiteindelijk zijn de precieze afmetingen van een duurzame energieregio niet vast te stellen door zomaar lijnen op een landkaart te trekken, maar bepalen verschillende ruimtelijke functies waar eventuele regiogrenzen kunnen liggen.

In hoofdstuk 4 is ten eerste geprobeerd duidelijk te maken wat ruimtelijke planconcepten zijn, en waarom ze voor planologen een hulpmiddel kunnen zijn bij het integreren van energie en ruimte. Daarnaast is de inhoud van deze ruimtelijke concepten beschreven. Hiervoor is gebruik gemaakt van verschillende literatuurbronnen. Geprobeerd is zo compleet mogelijk te zijn. Dat sluit echter niet uit dat ook andere ruimtelijke concepten mogelijk bij kunnen dragen aan het realiseren van duurzame energielandschappen.

Hoofdstuk 5 heeft zichtbaar gemaakt dat ruimtelijke concepten toegepast kunnen worden in een concrete regio, mits de ruimtelijke kenmerken van een regio dat mogelijk maken. Ook is beschreven *hoe* de ruimtelijke concepten binnen de regio Leerdam toegepast kunnen worden. De kennis van de schrijver is het uitgangspunt geweest voor deze verkenning. Dat maakt dat een andere onderzoeker bij een vergelijkbare verkenning in de regio Leerdam waarschijnlijk

niet exact dezelfde bevindingen zou hebben verkregen. De verkenning die in deze studie beschreven is, heeft slechts een voorbeeldfunctie.

In hoofdstuk 6 zijn alle ruimtelijke planconcepten, die zowel in het theoretische als praktische deel van dit onderzoek geanalyseerd zijn, bij elkaar gebracht in figuur 6.1. Deze figuur toont dat er verschillende typen planconcepten zijn. Daar was bij aanvang van dit onderzoek geen rekening mee gehouden. Omdat er verschillende typen planconcepten zijn, is in hoofdstuk 6 ook ingegaan op hun onderlinge verhoudingen. Er bleek een bepaalde rangorde van planconcepten te bestaan. Beargumenteerd werd dat concrete regio's hun gelokaliseerde planconcepten kunnen baseren op niet-gelokaliseerde, strategische en instrumentele planconcepten. Vanwege de centrale rol die niet-gelokaliseerde, strategische planconcepten spelen bij het in gang zetten van een energietransitie, vormen zij naar het oordeel van de schrijver de harde kern van een conceptueel complex. Dit is geïllustreerd in figuur 6.2. Daarnaast is in figuur 6.2 verwoord welke ruimtelijke planconcepten een bijdrage kunnen leveren aan de transitie naar duurzame energielandschappen op regionaal niveau. Hiermee is de hoofdvraag beantwoord. Met opzet zijn gelokaliseerde planconcepten niet weergegeven in figuur 6.2. Over dit type planconcepten zijn geen algemene uitspraken te doen, omdat ze voor elke concrete regio verschillen.

Doelstelling van dit onderzoek was om ruimtelijke concepten aan te bevelen die een transitie naar duurzame energielandschappen mogelijk maken. Figuur 7.1 toont een overzicht met deze aanbevelingen. Daarmee is aan de doelstelling van dit onderzoek voldaan. Integratie van deze aanbevelingen in ruimtelijk beleid is een aanmoediging waard.

KENMERKEN VAN EEN DUURZAAM ENERGIELANDSCHAP	STRATEGISCHE PLANCONCEPTEN	INSTRUMENTELE PLANCONCEPTEN
Het reduceren van de vraag naar energie.	<ul style="list-style-type: none"> • Pas exergieplanning toe. • Reserveer ruimte voor natuurlijke processen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maak gebruik van energiecascades.
Het gebruiken van hernieuwbare energiebronnen.	<ul style="list-style-type: none"> • Benut regionale energiepotenties. • Maak mogelijk dat energiestromen kunnen wisselen tussen modaliteiten. • Houd ruimte open voor innovaties. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plaats verschillende transportmodaliteiten in één tracé. • Reserveer ruimte voor energiebuffers.
Gebruik fossiele brandstoffen zo duurzaam mogelijk.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduceer waar mogelijk CO₂-uitstoot. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plaats 'sources' en 'sinks' in elkaars nabijheid. • Verminder CO₂-uitstoot door CCS.

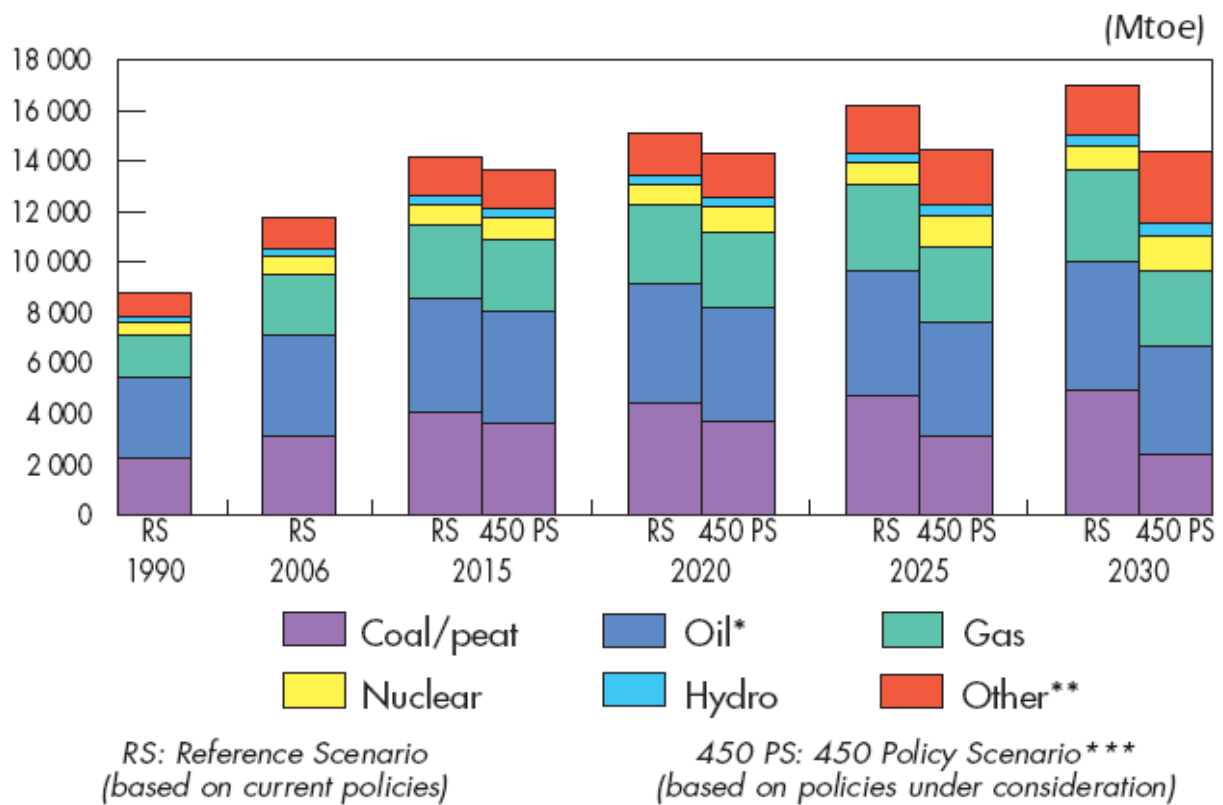
Figuur 7.1 Kenmerken van een duurzaam energielandschap, en aanbevelingen om een transitie naar duurzame energielandschappen te bewerkstelligen.

In dit onderzoek zijn met nadruk *ruimtelijke* concepten genoemd die bij kunnen dragen aan duurzame energielandschappen. De planologische achtergrond van de schrijver van deze studie gaf aanleiding daartoe. Het is echter niet uitgesloten dat ook niet-ruimtelijke concepten een bijdrage kunnen leveren aan de realisatie van een duurzame energievoorziening. Zo is bijvoorbeeld gewezen op technologische ontwikkelingen die op apparaatniveau een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het schoon en zuinig maken van apparaten en machines. Het is zeker zinvol ook onderzoek te doen naar niet-ruimtelijke concepten die een bijdrage leveren aan duurzame energievoorziening.

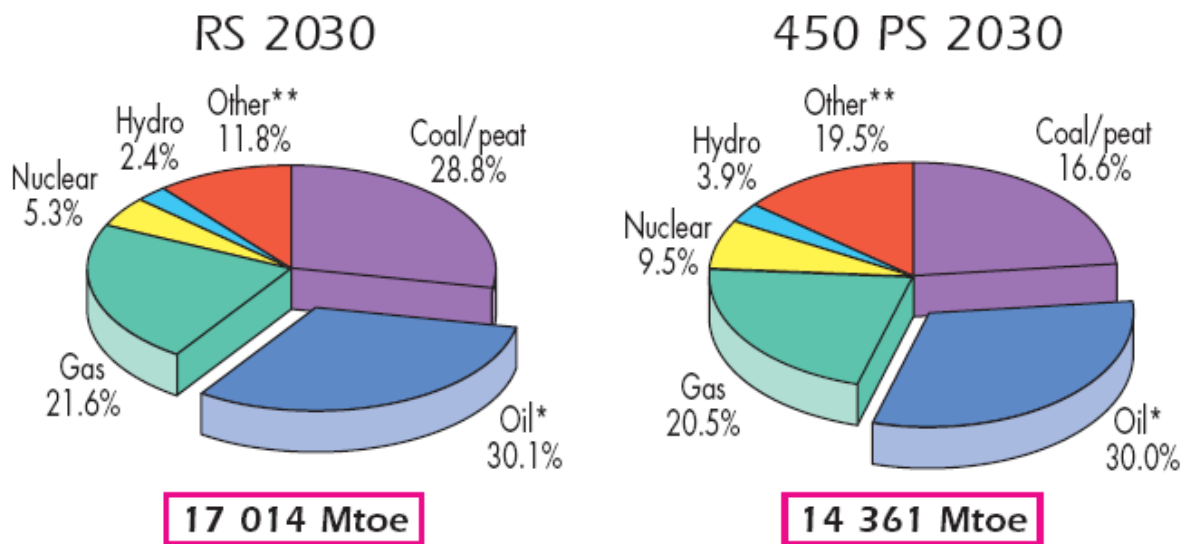
Voor ruimtelijke planconcepten geldt dat deze bestaan op verschillende schaalniveaus. In deze studie is het regionale schaalniveau behandeld. Maar ook andere ruimtelijke niveaus dienen een bijdrage te leveren aan duurzame energielandschappen. Omdat de verschillende schaalniveaus met elkaar in verbinding staan, is verticale afstemming van beleid nodig. Verantwoordelijkheden moeten per schaalniveau duidelijk zijn. Mogelijk is er meer onderzoek nodig naar de interactie tussen verschillende ruimtelijke schaalniveaus.

Ook horizontale interactie kan van belang zijn bij het realiseren van duurzame energielandschappen. Op het regionale schaalniveau bijvoorbeeld kunnen regio's van elkaar leren, en elkaar bovendien stimuleren om ruimtelijke concepten gericht op duurzame energielandschappen toe te gaan passen. Daarnaast kunnen er ruimtelijke functies zijn die verbindende schakels vormen tussen verschillende energieregio's. Zulke functies vragen om afstemming tussen regio's. Naast onderzoek naar verticale interacties is dus ook verder onderzoek mogelijk naar horizontale interacties. Het zal de realisatie van duurzame energielandschappen bevorderen.

Bijlage 1: Energiecijfers



Bijlage 1.1 Groeicijfers van het totale primaire energieaanbod in de wereld. Bron: OECD/EIA, 2009c.



*Includes international aviation and international marine bunkers.

**Other includes combustible renewables & waste, geothermal, solar, wind, tide, etc.

***Based on a plausible post-2012 climate-policy framework to stabilise the concentration of global greenhouse gases at 450 ppm CO₂-equivalent.

Bijlage 1.2 Aandeel van de verschillende energiebronnen in het totale primaire energieaanbod. Bron: OECD/EIA, 2009c.

Literatuur

- AER (2000), *Energie en ruimtelijke ordening. Advies aan de minister van economische zaken.* 's-Gravenhage: Algemene Energieraad.
- AER (2009), *De ruggengraat van de energievoorziening. Advies Energieraad over de energie-infrastructuur, augustus 2009.* Den Haag: Energieraad.
- AER/VROM (2004), *Energietransitie: klimaat voor nieuwe kansen. Gezamenlijk advies van de VROM-raad en de Algemene Energieraad.* Den Haag: Energieraad en VROM-raad.
- Amin, A. (2004), 'Regions unbound: Towards a new politics of place.' *Geografiska Annaler* 86 B (1), p.33-44.
- Benner, J.H.B., C. Leguijt, J.H. Ganzevlees en Q.C. van Est (2009), *Energietransitie begint in de regio. Rotterdam, Texel en Energy Valley onder de loep.* Den Haag: Rathenau Instituut.
- Brundtland, G.H. (ed.) (1987), *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development.* Oxford: Oxford University Press.
- Bureau Waardenburg bv; Adviseurs voor milieu en ecologie (2010), *Inrichting & Beheer; Natuurlijke waterzuivering met helofytenfilters.* http://www.buwa.nl/nl/theme/Natuurlijke_waterzuivering_met_helofyten (bezoekt op 22-08-2010).
- Cammen, H. van der (2004), 'Nationale inrichtingsprincipes in de WRO.' *Stedebouw & ruimtelijke ordening* 85(2), p. 54-57.
- CBS (2009), *Duurzame energie in Nederland 2008.* Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Dale, van (2005), *Van Dale Groot woordenboek van de Nederlandse taal.* Utrecht: Van Dale Lexicografie bv.
- Davoudi, S. and I. Strange (2009), *Conceptions of space and place in strategic spatial planning.* London: Routledge.
- Dobbelsteen, A. van den, S.C. Jansen en A. van Timmeren (2007a), *Naar een energiegestuurd Omgevingsplan Groningen.* Delft: TU Delft.
- Dobbelsteen, A. van den, S.C. Jansen, A. van Timmeren en R. Roggema (2007b), *Energy potential mapping. A systematic approach to sustainable regional planning based on climate change, local potentials and exergy.* Cape Town, CSIR.
- EEA (2006), *Energy and environment in the European Union. Tracking progress towards integration.* Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Eijk, A. van der (2006), 'Energie zoekt ruimte.' *ROM* 24(6), p. 12-13.
- Europoort Kringen (2009), 'Duurzame energie is van iedereen; Energietransitie gebaat bij meer kleinschalige decentrale energieproductie.' *Europoort Kringen* 48(1), p. 26-29.
- Faludi, A. (1996), 'Framing with images.' *Environment and Planning B: Planning and Design* 23, p. 93-108.
- Gemeente Leerdam (2007), *Waterplan Leerdam; Glashelder Water.* Deventer: Tauw bv.
- Glaspunt B.V. (2010), *Het productieproces van glas.* <http://www.glas.nl/alles-over-glas/productieproces> (bezoekt op 22-08-2010).
- Gommans, L.J.J.H.M. en G. de Vries (2008), *Veel duurzame energie blijft onnodig liggen.* Boxtel: Aebele Kluwer.

- Gordijn, H., F. Verwest & A. van Hoorn (2003), *Energie is ruimte*. Ruimtelijk Planbureau, NAI Uitgevers: Rotterdam.
- Hoorn, A. van, J. Tennekes en R. van den Wijngaart (2010), *Quickscan energie en ruimte. Raakvlakken tussen energiebeleid en ruimtelijke ordening*. Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- IPCC (2007a), Summary for Policymakers. In: Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC (2007b), Summary for Policymakers. In: Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jong, M. de (2005), *In richting van de regio. Op zoek naar nieuwe perspectieven en principes voor regionale ruimtelijke inrichting en ontwikkeling. Paper Plandag 2005*. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.
- KNMI (2010), www.knmi.nl (bezoekt op 24-06-2010).
- Lagendijk, A. (2006), 'Van streek naar netwerk: naar een relationele visie op de regio?' *Rooilijn* (8), p. 418-425.
- Lysen, E., S. van Egmond en S. Hagedoorn (2006), *Opslag van elektriciteit: Status en toekomstperspectief voor Nederland*. Utrecht: Centrum voor Energie-onderzoek.
- Madanipour, A. (1996), 'Urban design and dilemmas of space.' *Environment and Planning D: Society and Space* 14(3), p. 331-355.
- Massey, D. (2004), 'Geographies of responsibility.' *Geografiska Annaler* 86 B (1), p. 5-18.
- Ministerie van Economische Zaken (2008), *Energierapport 2008*. 's-Gravenhage: Ministerie van Economische Zaken.
- Noorman, K.J. (ed.) et al. (2006), *€nergie(k) Noord-Nederland. Zoektocht naar een ruimtelijk concept gebaseerd op een duurzame energiehuishouding*. Groningen: KNN Milieu.
- NRC Handelsblad (2009), *Kabinet behandelt aanvraag voor bouw kerncentrale*. http://www.nrc.nl/binnenland/article1981942.ece/Kabinet_behandelt_aanvraag_voor_bouw_kerncentrale (bezoekt op 16-08-2010).
- OECD/IEA (2008), *IEA Energy Policies Review. The European Union 2008*. Paris: International Energy Agency (IEA).
- OECD/IEA (2009a), *Energy policies of IEA countries. The Netherlands 2008 review*. Paris: International Energy Agency (IEA).
- OECD/IEA (2009b), *Cities, towns & renewable energy. Yes in my front yard*. Paris: International Energy Agency (IEA).
- OECD/IEA (2009c), *Key world energy statistics 2009*. Paris: International Energy Agency (IEA).
- Paasi, A. (2001), 'Bounded spaces in the mobile world: Deconstructing 'regional identity'.' *Tijdschrift voor de Economische en Sociale Geografie* 93 (2), p. 137-148.
- Roggema, R. en A. van den Dobbelsteen (2007), 'Ontwerpen aan energie en klimaat; Omgevingsplan Groningen.' *Stedebouw & ruimtelijke ordening* 88(4), p. 34-38.
- Roggema, R. (2008), *Tegenhouden of meebewegen. Adaptatie aan klimaatverandering en de*

- ruimte*. Amsterdam/Bussum: WEKA Uitgeverij B.V./NIBE Publishing bv.
- Sack, R.D. (1993), 'The power of place and space.' *The geographical review* 83(3), p. 326-329.
- Schoenmaker, G.J. (1984), *Geografie; Een methodologische inleiding*. Den Bosch: Malmberg.
- Spit, T. en P. Zoete (2006), *Ruimtelijke Ordening in Nederland; Een wetenschappelijke introductie in het vakgebied*. Den Haag: Sdu Uitgevers.
- Steenhorst, D. (2010), *VVD vertelt halve waarheid over energie*.
<http://www.windvogel.nl/2010/06/06/vvd-vertelt-halve-waarheid-over-windenergie>
 (bezoekt op 16-08-2010).
- Stremke (2007), 'Ontwerpen van energie autarkische regio's.' *Agora* 23(5), p. 12-16.
- Stremke, S. and J. Koh (2008), *Energy-Conscious Regional Design: Synergy between Ecosystem Thinking and Spatial Planning*. Dublin: University College Dublin.
- Stremke, S. and J. Koh (2009), *Sustainable energy transition: properties and constraints of regenerative energy systems with respect to spatial planning and design*. Delft, SASBE 2009.
- Stremke, S and J. Koh (2010), 'Ecological concepts and strategies with relevance to energy-conscious spatial planning and design.' *Environment and Planning B: Planning and Design* 37 (3), p. 518-532.
- Stremke, S., F.M.G. Van Kann en J. Koh (2009) Scenario Approach to Sustainable Energy Transition. In: Broersma, S. En A. van den Dobbelsteen (eds.), *SREX Report 2008.2 Towards a Low-Exergetic South-East Drenthe*. Delft: maart 2009.
- TNO Magazine (2009), 'Smart grids voor een duurzame energievoorziening.' *TNO magazine* 2009(12), p. 18.
- Todd, J., E.J.G. Brown and E. Wells (2003), 'Ecological design applied.' *Ecological Engineering* 20(2003), p. 421-440.
- Vaessen, S. (2009), *PVV tegen subsidie voor windmolenparken*.
<http://www.peakoil.nl/2009/09/08/pvv-tegen-subsidiering-van-windmolenparken>
 (bezoekt op 16-08-2010).
- Van Kann, F.M.G. (2009), *Energiecrisis? Een krachtige kans voor ruimtelijke planning*.
<http://www.exergieplanning.nl> (bezoekt op 12-04-2010).
- Van Kann, F.M.G. (2010), Exergieplanning: energie een verstandige plek geven in de ruimtelijke ordening. In: Bouma, G., F. Filius, H. Leinfelder en B. Waterhoud (red.), *Ruimtelijke ordening in crisis*. Amsterdam.
- Van Kann F. & W. Leduc (2008), *Synergy between Regional Planning and Energy as a Contribution to a Carbon Neutral Society: Energy Cascading as a new Principle for mixed Land-use*. Paper gepresenteerd op SCUPAD 2008, Planning for the Carbon Neutral World: Challenges for Cities and Regions, congres in Salzburg, 15-18 mei 2008.
- Venselaar, M. (2010), SynEnergy; Combinatie van energie en omgeving. In: Heijden, J. van der (red.), *Combineer wat je hebt. Duurzaamheid door het verbinden van maatschappelijke functies*. Delft: Eburon Academic Publishers.
- Voogd, H. (2006), *Facetten van de planologie*. Alphen a/d Rijn, Kluwer Uitgevers. Zevende druk.
- VROM (2007), *Nieuwe energie voor het klimaat. Werkprogramma Schoon en Zuinig*.
<http://www.vrom.nl> (bezoekt op 13-03-2010).

- VROM (2008), *Nationaal plan van aanpak Windenergie*. Den Haag: ministerie van VROM.
- Waterschap Rivierenland (2010), *Duurzaam en klimaatbewust waterbeheer*.
http://www.waterschaprivierenland.nl/het_waterschap/duurzaam_en (bezoekt op 24-06-2010).
- Zonneveld, W. (1991a), *Conceptvorming in de ruimtelijke planning; Patronen en processen*. Amsterdam: Planologisch en Demografisch Instituut van de Universiteit van Amsterdam.
- Zonneveld, W. (1991b), *Conceptvorming in de ruimtelijke planning; Encyclopedie van planconcepten*. Amsterdam: Planologisch en Demografisch Instituut van de Universiteit van Amsterdam.
- Zonneveld, W. (2005), 'Multiple visioning: new ways of constructing transnational spatial visions.' *Environment and Planning C: Government and Policy* 23, p. 41-62.
- Zonneveld, W. en F. Verwest (2005), *Tussen droom en retoriek; De conceptualisering van ruimte in de Nederlandse planning*. Rotterdam/Den Haag: NAI Uitgevers/Ruimtelijk Planbureau.

