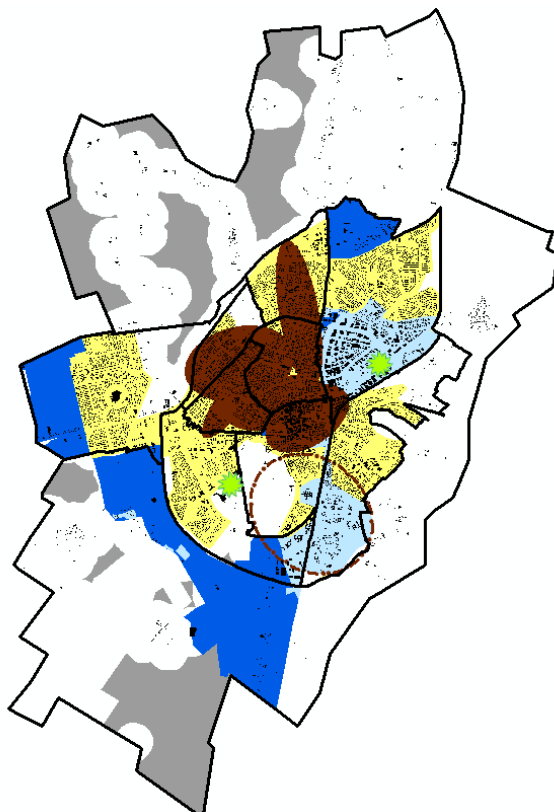


De energiepotentiekaart van de gemeente Assen

*Een onderzoek naar de ruimtelijke toepassingsmogelijkheden van duurzame-energie-
technieken*



Sander Kooper
S1726749
Assen, augustus 2011

Master Environmental & Infrastructure Planning
Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen
Rijksuniversiteit Groningen

Begeleider en eerste beoordelaar: dr. M.A. van den Brink
Tweede beoordelaar: dr. K.J. Noorman



**rijksuniversiteit
groningen**



Gemeente Assen

Samenvatting

De fossiele energievoorziening inruilen voor een duurzame energiehuishouding is een doelmatige oplossing voor maatschappelijke problemen die steeds urgenter worden. De voorraad fossiele brandstoffen is immers eindig, terwijl de hieraan gelinkte uitstoot van broeikasgassen klimaatverandering in de hand werkt. Kolen, gas en olie zijn bovendien vaak afkomstig uit politiek instabiele regio's, waardoor garanties omtrent de leveringszekerheid en betaalbaarheid ervan niet bestaan. Duurzame-energie-technieken maken daarentegen een schone, betrouwbare en betaalbare energievoorziening mogelijk die plaatselijk kan worden opgetuigd. Lokale overheden, zoals de gemeente Assen, spelen dan ook een voorname rol bij het geven van richting en snelheid aan de transitie die een eind moet maken aan het fossiele tijdperk. Het beantwoorden van de vraag "wat kan waar?" is in dat kader zeer relevant. Inzichten hieromtrent kunnen aan de basis staan van een breed gedragen visie op de toekomstige energievoorziening van de gemeente Assen. In dit onderzoek is de energiepotentiekaart opgeworpen als instrument om de vraag "wat kan waar?" integraal te beantwoorden en een aanzet te geven tot het maken van keuzes wat betreft de inzet van verschillende duurzame-energie-technieken op verschillende plekken binnen de gemeente Assen. Voor zes potentiële dragers van de transitie (windenergie, zonne-energie, geothermie, warmte-en koudeopslag, biomassa en restwarmtebenutting) is een kaartbeeld gemaakt dat de (on)mogelijkheden qua toepassing binnen het studiegebied duidt. De energiepotentiekaart is vervolgens de optelsom, of "overlay", van de kaartbeelden per duurzame-energie-techniek.

Voor (grootschalige) **windenergie** geldt dat de toepassing voorbehouden is aan plekken buiten de bebouwde omgeving, buiten het beschermde stadsgezicht en waardevolle (natuur-) landschappen, terwijl ook rekening gehouden dient te worden met het laagvlieggebied van Defensie en het toetsingsvlak communicatie-, navigatie- en surveillanceapparatuur (de CNS-zone) rondom Groningen Airport Eelde. Voor een stadse gemeente als Assen betekent dit dat grootschalige windturbines een beperkte toepassingsmogelijkheid kennen. De meeste kansen liggen in het Zeijerveld, aan de noordwestzijde van de gemeente, waar windmolens goed in de orthogonale landschapsstructuur passen. De bijdrage van windmolens aan de verduurzaming van de energiehuishouding kan zeer groot zijn. Met twintig windmolens met een vermogen van 2 MW of zes van 5 MW zou de totale elektravraag van de gemeente Assen duurzaam kunnen worden beantwoord. Kleinschalige windenergie is een alternatief dat meer toepassingsmogelijkheden heeft, maar veel minder groene stroom oplevert; 270.000 stuks zijn nodig om de totale elektravraag van de gemeente Assen te verduurzamen.

Zonne-energie is een duurzame-energie-techniek waarvoor de mogelijkheden in Assen, een stadse gemeente met een groot aandeel dakoppervlakte, legio zijn. Wanneer het totale dakoppervlak wordt benut, kan de elektra- of warmtevraag (via PV-panelen of collectoren) volledig van een duurzaam antwoord worden voorzien, in het fictieve geval dat de vraag naar en opwekking naar energie onveranderlijk van aard zijn. Zelfs wanneer enkel het dakoppervlak van woningen wordt belegd met PV-panelen of collectoren, zou meer energie worden opgewekt dan nodig is in de gemeente Assen. Overigens hoeft de toepassing van zonne-energie niet voorbehouden te blijven aan daken; op parkeerterreinen, rondom sportvelden en op diverse andere plekken liggen kansen om meervoudig ruimtegebruik te realiseren door oppervlaktes voor de toepassing van zonne-energie aan te wenden.

Geothermie is een duurzaam alternatief voor het stoken van aardgas om in de warmtevraag binnen gebouwen te voorzien. De ondergrond van Assen biedt volop mogelijkheden voor het

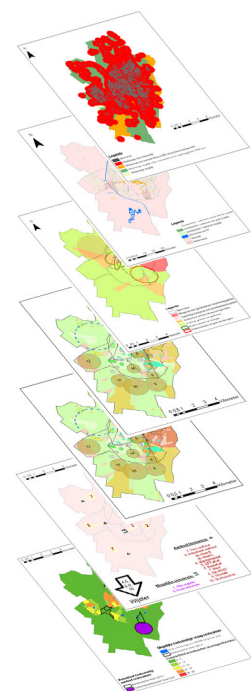
oppompen van heet grondwater, hoewel het grondwaterwin- en grondwaterbeschermingsgebied samen als verbodszone voor diepe boringen gelden, terwijl boringen boven gasvelden in principe ook niet gewenst zijn. Bovengronds is de toepassing van geothermie voorbehouden aan plekken waar een stevige en geconcentreerde warmtevraag bestaat, waarin het aandeel van woningcorporaties bij voorkeur groot is, omdat de drempelwaarde qua warmteafzet dan eenvoudig te behalen is. De zoektocht naar clusters die aan deze randvoorwaarden voldoen, leidt in de gemeente Assen tot gebieden in en rondom de wijken Lariks en Noorderpark.

Door gebruik te maken van **warmte- en koudeopslag (WKO)**, kunnen ruimtes zowel worden verwarmd als gekoeld. In de utiliteit, in zorginstellingen en in andere ruimtes waar naast een warmte- ook een koudevraag bestaat, is WKO kansrijk, mits hier een lagetemperatuurverwarmingssysteem voorhanden is. In de bestaande bouw zal de toepassing van WKO daarom geen hoge vlucht kunnen nemen. Juist op plekken waar ontwikkelingen plaatsvinden, kan een WKO-systeem uitkomst bieden op weg naar een duurzame energievoorziening. Net als bij geothermie zal evenwel de conditie van de ondergrond in acht moeten worden genomen. In Assen geldt dat WKO in zone 1 (0-25 meter diepte) verboden is in het drinkwaterwingebied, terwijl aanvullend onderzoek naar de impact nodig is in Natura 2000-gebieden, in het grondwaterbeschermingsgebied en op terreinen van archeologische waarde. Ook dient rekening te worden gehouden met bestaande WKO-systemen om interferentieproblemen te voorkomen en de structuur van de ondergrond in stand te houden. In zone 2 (25-300 meter diepte) geldt hetzelfde, maar het grondwaterbeschermingsgebied is hier geen restrictiezone, maar een verbodsgebied voor WKO. De 100-jaarszone rondom het grondwaterbeschermingsgebied is daarnaast een restrictiegebied waarin aanvullend onderzoek naar de impact vereist is.

Als stadse gemeente zijn bepaalde **biomassastromen** binnen de grenzen van Assen relatief omvangrijk (zoals GFT-afval), terwijl de “opbrengst” uit beheer van landelijke gebieden bijvoorbeeld klein is. Al met al is ongeveer 56 TJ aan energie uit tien verschillende biomassastromen te halen, wat overeenkomt met iets meer dan 2 procent van de totale energiebehoefte. Binnen de gemeentegrenzen liggen de rendabele methodes voor conversie naar gas of elektra evenwel niet voor het oprapen. Slechts voor houtsnippers uit het groenbeheer en het rioolslib bij de waterzuiveringsinstallatie zijn expliciete kansen voor respectievelijk verbranding en vergisting te duiden. De overige stromen kunnen in sommige gevallen op het regionale schaalniveau worden ingezet om er op een rendabele wijze energie aan te onttrekken.

Restwarmtebenutting is ten slotte een duurzame-energie-techniek waarvoor geen kansen te herkennen zijn in Assen, om de simpele reden dat het aanbod van restwarmte ontbreekt. De kans dat “zware industrieën”, afvalverwerkingsinstallaties of energiecentrales zich in de toekomst in Assen vestigen, is bovendien niet groot.

De potenties van de zes belichte technieken, die hiernaast staan afgebeeld, geven enkel het raamwerk weer waarbinnen keuzes kunnen worden gemaakt met betrekking tot de inzet van duurzame-energie-technieken op verschillende plaatsen. De energiepotentiekarta van de gemeente Assen is een richtinggevend instrument dat een integrale paraplu boven projecten van de gemeente oplevert en tegelijkertijd een kader biedt voor derden met initiatieven op het gebied van duurzame energie.



Inhoudsopgave

| | |
|--|----|
| Samenvatting | 1 |
| Hoofdstuk 1: Inleiding..... | 5 |
| 1.1 - Onderwerp..... | 5 |
| 1.2 - Onderzoeksdoel | 6 |
| 1.3 - Probleem- en vraagstelling..... | 6 |
| 1.4 - Benadering..... | 7 |
| 1.5 - Leeswijzer | 7 |
| Hoofdstuk 2: Het Theoretisch Kader | 9 |
| 2.1 - Inleiding | 9 |
| 2.2 - Transities: leven na de fossiele brandstoffen | 9 |
| 2.3 - Nationale ambities, lokale sturing van processen..... | 13 |
| 2.4 - Van woorden naar duurzame daden..... | 14 |
| 2.5 - Conclusies: op weg naar een duurzame energiehuishouding | 15 |
| Hoofdstuk 3: Methodologie | 17 |
| 3.1 - Inleiding | 17 |
| 3.2 - Stappenplan..... | 17 |
| 3.3 - De rol van de energiepotentiekaart..... | 20 |
| 3.4 - Conclusies | 21 |
| Hoofdstuk 4: De Context..... | 22 |
| 4.1 - Nederland en duurzame energie..... | 22 |
| 4.2 - Energiepotentiekaarten..... | 25 |
| 4.3 - Het nut en de noodzaak van een energiepotentiekaart in Assen | 29 |
| Hoofdstuk 5: Lokaal beschikbare energiebronnen/-technieken | 31 |
| 5.1 - Duurzame-energie-technieken | 31 |
| 5.2 - Windenergie | 32 |
| 5.3 - Zonne-energie | 34 |
| 5.4 - Geothermie | 37 |
| 5.5 - Warmte- en koudeopslag..... | 38 |
| 5.6 - Biomassa | 41 |
| 5.7 - Restwarmtebenutting..... | 43 |
| 5.8 - Overzicht..... | 45 |

| | |
|--|-----|
| Hoofdstuk 6: De energiebehoefte in Assen..... | 47 |
| 6.1 - De gemeente Assen | 47 |
| 6.2 - Energievraag..... | 48 |
| 6.3 - Interpretatie en conclusies | 53 |
| Hoofdstuk 7: De inpassing van duurzame bronnen in Assen | 54 |
| 7.1 - Windenergie | 54 |
| 7.2 - Zonne-energie | 61 |
| 7.3 - Geothermie | 68 |
| 7.4 - Warmte- en koudeopslag..... | 80 |
| 7.5 - Biomassa | 85 |
| 7.6 - Restwarmtebenutting..... | 91 |
| Hoofdstuk 8: Conclusies en de energiepotentiekaart van Assen | 94 |
| Hoofdstuk 9: Reflectie en aanbevelingen..... | 100 |
| Referenties | 103 |
| Bijlage I: Toelichting op interviews..... | 109 |
| Bijlage II: De warmte- en elektravraag in Assen..... | 112 |
| Bijlage III: Verklaring GIS-analyses | 120 |

Hoofdstuk 1: Inleiding

1.1 - Onderwerp

Iedereen is het erover eens dat windenergie, zonne-energie, geothermie en andere alternatieven voor de fossiele brandstoffen de toekomst hebben. Niet alleen omdat de voorraden gas en olie langzaam maar zeker opraken en niet zelden uit politiek instabiele regio's afkomstig zijn, maar ook gezien het feit dat er veel redenen bestaan om de uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen te beperken. Wie om zich heen kijkt in Nederland, kan echter nog niet onder de indruk raken van het aantal zonnepanelen, windmolens, geothermie-installaties of duurzame evenknieën. Dit heeft enerzijds te maken met de algemene voor- en nadelen van deze technieken zelf, en anderzijds met de fysieke werkelijkheden op plekken, die de inpassing van duurzame-energie-technieken kunnen verhinderen. Een windmolen bouwen in een waardevol natuurlandschap is bijvoorbeeld onbespreekbaar volgens veel overheden en mensen, terwijl het boren van een geothermieput in een grondwaterwingebied ook geen goed idee is. Het benutten van restwarmte is daarnaast alleen mogelijk als er warmteproducenten in een gebied zijn die zich in de nabijheid van warmtevragers bevinden.

Dergelijke voorbeelden raken aan een cruciaal inzicht: duurzame energieopwekkers hebben een grotere weerslag op de fysieke leefomgeving dan de conventionele olievelden of aardgasbellen, die zich feitelijk onder de grond schuilhouden. Ruimte wordt door de voorziene overgang naar een duurzame energievoorziening dus een expliciet gegeven: windmolens, zonnepanelen en dergelijke gaan het aanzicht van een landschap bepalen. Restwarmte kan bovendien verloren gaan als deze over een grote afstand getransporteerd dient te worden. Daarom ligt de focus tegenwoordig steeds meer op zaken als de verbinding en nabijheid van functies. Al met al krijgt de "derde generatie energielandschappen" gestalte, als opvolger van het "fossiele" olie-en-gaslandschap, dat op zijn beurt in de plaats was gekomen van de landstreken die ontstonden door de grootschalige winning van turf (Noorman en De Roo, 2011).

Uit het bovenstaande volgt dat de mogelijkheden die de duurzame-energie-technieken bieden pas ten volle kunnen worden benut als er voldoende kennis bestaat van de aanknopingspunten die een lokale context biedt. Hieruit is op te maken dat een sterker wordende energie-ruimte-relatie geen op zichzelf staand feit is, maar eerder een veronderstelling die op iedere plek een andere uitwerking krijgt. Ondertussen worden de ongewenste (milieu-)effecten van een op fossiele brandstoffen georiënteerde samenleving steeds duidelijker waarneembaar volgens klimaatdeskundigen, terwijl de prijs van fossiele energie blijft stijgen. Het is daarom zinvol de transitie naar het gebruik van duurzame-energie-technieken te stimuleren en een overheid kan daarbij een belangrijke rol spelen; niet alleen door zelf projecten op het gebied van duurzame-energieopwekking te initiëren, maar ook door derden met soortgelijke plannen snel op weg naar een solide "business case" te helpen. Voldoende kennis van de lokale energie-ruimte-relatie is dan wel noodzakelijk. De vraag "Wat kan waar (en waarom)?" wordt daarmee actueel. Dit onderzoek richt zich op het beantwoorden van deze vraag in de context van Assen, en daarmee op het blootleggen van kansen in deze gemeente om de gewenste transitie naar een duurzame energiehuishouding vorm en richting te geven.

1.2 - Onderzoeksdoel

Het doel van het onderzoek is tweeledig. Enerzijds staat het verkrijgen van inzicht in de ruimtelijke toepassingsmogelijkheden van duurzame-energie-technieken (op de lokale schaal) centraal. Anderzijds is het maken van een energiepotentiekaart van Assen, die weergeeft hoe de geschiktheid van technieken en het aanbod kunnen worden “gematcht” met de energievraag van het bovengrondse gebruik, een belangrijk doel. Het antwoord op de vraag “wat kan waar?” is namelijk een wens van de gemeente Assen. Beleidsbepalers willen weten of, en zo ja op welke plekken, duurzame-energie-technieken een bijdrage kunnen leveren aan het realiseren van ambities op het gebied van duurzaamheid. Een integrale paraplu voor projecten en funding voor keuzes zijn de beoogde resultaten van een studie naar de toepassingsmogelijkheden van zes duurzame-energie-technieken: windenergie, zonne-energie, geothermie, warmte-en-koude-opslag (WKO), biomassa en restwarmtebenutting. Een energiepotentiekaart, die afbeeldt waar deze technieken kansrijk zijn, is een handzaam instrument voor het presenteren van het antwoord op dit ruimtelijke vraagstuk; met de energiepotentiekaart in handen, kunnen bestuurders, ambtenaren, bedrijven, instellingen en particulieren in een oogopslag zien wat de veelbelovende gebieden zijn voor geothermie. Dankzij de energiepotentiekaart wordt bovendien duidelijk dat windenergie een optie kan zijn in gebied X en tegelijkertijd niet voor de hand ligt in gebied Y. De kaart krijgt dus de functie van richtinggever op weg naar een duurzame lokale energiehuishouding.

1.3 - Probleem- en vraagstelling

Het probleem dat voortvloeit uit de vorige paragrafen is het feit dat er momenteel nog weinig inzicht bestaat in de relatie tussen ruimtelijke factoren en de toepassingsmogelijkheden van duurzame-energie-technieken die een lokale energiehuishouding kunnen vormgeven. Anders gezegd: het is duidelijk dat geothermie in het algemeen een duurzame-energie-techniek met potentie is, maar het onderbouwde inzicht dat - bijvoorbeeld - een compacte oude stadswijk zich beter of minder goed leent voor de toepassing ervan dan een ruim opgezette nieuwbouwwijk ontbreekt nog op beleidsmatig niveau. Voor Assen betekent het gemis van deze kennis dat anno 2011 nog niet op een eenduidige wijze koers wordt gezet naar een duurzame energiehuishouding. De energiepotentiekaart is in dat kader een middel om het gat tussen de strategische CO₂-neutraliteitsdoelstelling van de gemeente en de projecten die op het operationele niveau worden vormgegeven te overbruggen.

De hoofdvraag die in deze scriptie centraal staat, is daarom de volgende:

- *Wat is de relatie tussen de toepasbaarheid van diverse duurzame-energie-technieken enerzijds en ruimtelijke factoren anderzijds en welke kansen maakt een energiepotentiekaart op basis van kennis hieromtrent inzichtelijk voor de gemeente Assen?*

Om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden, zijn drie deelvragen opgesteld:

- *Wat zijn de voor- en nadelen van duurzame-energie-technieken als warmte- en koude-opslag, geothermie, windenergie, zonne-energie, biomassa en restwarmtebenutting?*
- *Wat zijn ruimtelijke variabelen die de toepasbaarheid van deze duurzame-energie-technieken beïnvloeden?*
- *Welk gezicht laat de gemeente Assen zien als het gaat om deze ruimtelijke variabelen?*

1.4 - Benadering

In Assen is uiteraard op beleidsmatig niveau wel eens nagedacht over mogelijke plekken voor windmolens, de rol van zonne-energie op weg naar CO₂-neutraliteit et cetera. Tot een objectieve afweging van alle relevante ruimtelijke criteria is het echter vooralsnog niet gekomen. In dit onderzoek wordt allereerst toegewerkt naar het vaststellen van deze ruimtelijke criteria. Vervolgens wordt een blik op de context van Assen geworpen om te bepalen waar binnen de gemeentegrenzen kansen voor de diverse duurzame energie-technieken te herkennen zijn. Daarvoor is zowel een analyse van de huidige energiebehoefte als een analyse van verschillende ruimtelijke, technische, economische en praktische factoren noodzakelijk. Deze aanpak is neergeslagen in het volgende driestappenplan, dat begint met bij verzamelen van generieke kennis en eindigt met het duiden van kansen binnen een specifieke lokale context; in dit geval die van de gemeente Assen.

1. Het analyseren van de aard en mogelijkheden van zes lokaal beschikbare duurzame energiebronnen/-technieken.
2. Het vaststellen van de energiebehoefte in de gemeente Assen.
3. Het bepalen van de inpassingsmogelijkheden van duurzame energiebronnen/-technieken in de gemeente Assen door ruimtelijke, technische, economische en praktische factoren in acht te nemen.

Op de energiepotentiekaart van de gemeente Assen staan de resultaten van dit driestappenplan visueel weergegeven. Deze kaart is de optelsom of “overlay” van de kaartbeelden die per duurzame energietechniek de vraag “wat kan waar?” beantwoorden. Het resultaat is een instrument waarmee focus kan worden toegevoegd aan de gewenste transitie naar een duurzame energiehuishouding. Als uit de energiepotentiekaart blijkt dat restwarmtebenutting onmogelijk is in het studiegebied, hoeven discussies over de inzetbaarheid van die duurzame-energie-techniek niet langer te worden gevoerd op ambtelijk en bestuurlijk niveau.

De uitdaging bij het doorlopen van bovenstaande methodiek ligt hoofdzakelijk in het vaststellen van de relevante ruimtelijke criteria. Het daadwerkelijk beantwoorden van de vraag “wat kan waar?” is daarna in feite slechts een invuloefening. De methodiek die voor dit onderzoek is ontwikkeld en in hoofdstuk 3 nog nader wordt toegelicht, kan vanzelfsprekend ook in andere studiegebieden worden gehanteerd en richting geven aan (lokaal) duurzaamheidsbeleid. Daarin ligt de maatschappelijke relevantie van deze scriptie verankerd, terwijl de ontwikkelde methodiek op zichzelf de wetenschappelijke relevantie van deze studie waarborgt.

1.5 - Leeswijzer

Energie is een centraal begrip in dit onderzoek. In de volgende hoofdstukken worden de vraag naar en het aanbod van energie op verschillende manieren verklaard. Een korte uitleg hieromtrent komt de leesbaarheid van deze scriptie ten goede. De internationaal geaccepteerde eenheid van energie is de joule (J); afgeleiden hiervan staan op de volgende pagina in tabel 1.1 weergegeven. Naast de joule wordt energie in dit onderzoek gekwantificeerd in watturen; 1 joule staat gelijk aan 1 wattseconde en dus aan 1/3.600 wattuur. De verhouding tussen een wattuur (Wh), een kilowattuur (kWh), een megawattuur (MWh), een gigawattuur (GWh) et cetera is op eenzelfde manier uit tabel 1.1 op te maken. Ten slotte wordt de kubieke meter aardgas(equivalent) in deze scriptie gebruikt om de energiebehoefte aan te geven; één kubieke meter aardgas uit het Slochteren-veld bezit een energiewaarde van ongeveer 31,65 MJ.

| | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| joule (J) | kilojoule (kJ) | megajoule (MJ) | gigajoule (GJ) | terajoule (TJ) | petajoule (PJ) | exajoule (EJ) | zettajoule (ZJ) |
| 1 | 1*10 ³ | 1*10 ⁶ | 1*10 ⁹ | 1*10 ¹² | 1*10 ¹⁵ | 1*10 ¹⁸ | 1*10 ²¹ |
| wattuur (Wh) | kilowattuur (kWh) | megawattuur (MWh) | gigawattuur (GWh) | terawattuur (TWh) | petawattuur (PWh) | exawattuur (EWh) | zettawattuur (ZWh) |

Tabel 1.1: Afgeleide eenheden van energie en hun waarde.

Na deze inleiding volgen nog acht hoofdstukken die stuk voor stuk een bijdrage leveren aan de totstandkoming van de energiepotentiekaart van de gemeente Assen. Allereerst zal in het theoretisch kader (hoofdstuk 2) dieper worden ingegaan op de gewenste transitie naar een duurzame energievoorziening en de mogelijke rol van een energiepotentiekaart hierbij. Vervolgens worden de richting en route van dit onderzoek in hoofdstuk 3 nader toegelicht en vertaald in het stappenplan dat in de vorige paragraaf reeds kort is geïntroduceerd. Voordat dit stappenplan in hoofdstuk 5, 6 en 7 wordt doorlopen, komen achtergronden van politieke en maatschappelijke aard en wat betreft het verschijnsel energiepotentiekaart naar voren in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 8 staan conclusies centraal en wordt op basis van al het voorgaande de energiepotentiekaart van de gemeente Assen vormgegeven. Ten slotte is er in hoofdstuk 9 ruimte voor aanbevelingen en reflectie op dit onderzoek.

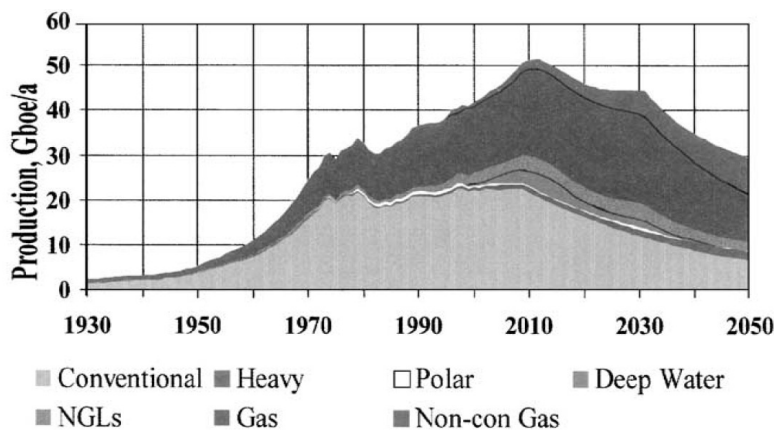
Hoofdstuk 2: Het Theoretisch Kader

2.1 - Inleiding

Uit hoofdstuk 1 is gebleken dat een sterker wordende energie-ruimte-relatie geen universeel gegeven is, maar een veronderstelling die overal anders zal uitpakken. Dit betekent dat de rol van duurzame-energie-technieken en hun weerslag op de fysieke werkelijkheid groot kunnen zijn in gebied A en klein kunnen zijn in gebied B. Alvorens in dat kader de unieke lokale context van de gemeente Assen bloot te leggen, is het van belang dieper in te gaan op de nationale transitie naar een samenleving waarin een voorname rol is weggelegd voor de duurzame-energie-technieken. Dit nationale niveau is relevant omdat rijksbeleid van toepassing is op energie. Het nut en de noodzaak van de overgang naar hernieuwbare energiebronnen, de stand van zaken en de manier waarop deze transitie kan worden gestuurd, zijn zaken die worden geduid in dit theoretisch kader en ten grondslag liggen aan iedere lokale invulling van de “roep om renewables”.

2.2 - Transities: leven na de fossiele brandstoffen

De fossiele brandstoffen maken ons dagelijks leven mogelijk door voor energie te zorgen. Zonder gas, olie en kolen zou onze mobiliteit ernstig worden beperkt, zouden onze huizen niet worden verwarmd en al onze elektrische apparaten niet langer bruikbaar zijn. Toch zijn de fossiele brandstoffen om meerdere redenen niet zaligmakend. Ten eerste bestaat er het inzicht dat de wereldvoorraden gas, olie en steenkool eindig zijn; op een zeker moment wordt de laatste kubieke meter aardgas verbrand en het laatste vat aardolie geproduceerd, zie figuur 2.1. Daarnaast bestaat in Nederland de wil om minder afhankelijk te zijn van (politiek) onstabiele buitenlandse regio's waarvandaan we de grondstoffen voor energie momenteel importeren (Van Kann en De Roo, 2011; Kemp, 2010; Junginger et al., 2004). De onrust van begin 2011 in de Arabische wereld, waar zich veel oliereserves bevinden, en de resulterende stijging van de olieprijs, hebben in dat kader nog eens duidelijk gemaakt dat de huidige energievoorziening uit fossiele brandstoffen niet strookt met het ideaalbeeld van een betrouwbare en betaalbare energiehuishouding. Bij ditzelfde ideaalbeeld hoort een “schoon” imago en de aard van fossiele brandstoffen sluit ook hier niet op aan. De totale uitstoot van het broeikasgas CO₂ en diverse stikstofoxiden is namelijk voor een groot deel toe te schrijven aan het verbranden van fossiele brandstoffen. Een stijging van de gemiddelde temperatuur, verzuring van het milieu en schade aan de luchtwegen zijn voorbeelden van ongewenste gevolgen voor de mens en/of zijn leefomgeving (Junginger et al., 2004).



Figuur 2.1: De (verwachte) wereldproductie fossiele brandstoffen (Bron: Bentley, 2002).

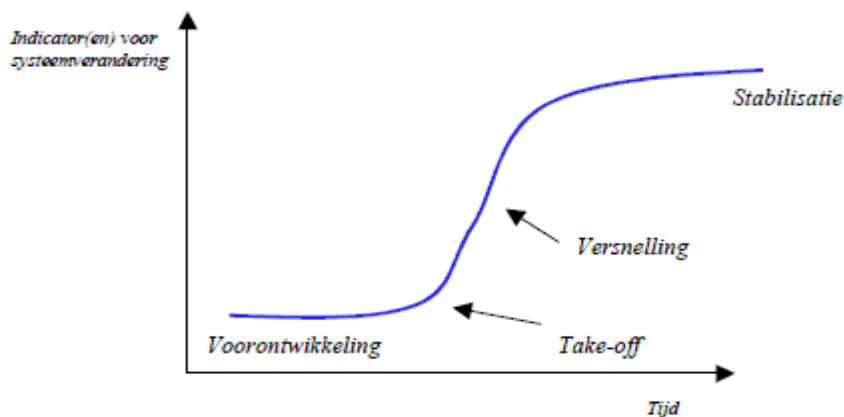
Al met al bestaan er meerdere argumenten om van de fossiele brandstoffen af te stappen en de vraag naar energie te beantwoorden met de inzet van alternatieve bronnen. Kernenergie zorgt voor een lage CO₂-uitstoot, maar kampt met een eerder genoemd probleem: de uitputtingsmogelijkheid van grondstoffen. Kernenergie is daarom niet “duurzaam”, temeer omdat het radioactieve afval dat vrijkomt bij de productie ervan de optie maatschappelijk en politiek zeer gevoelig maakt (Vaillancourt et al., 2008). De ramp in Japan van 2011 heeft in dat kader bevestigd dat de veiligheid van kernenergie geen vanzelfsprekendheid is.

In de tweede helft van de vorige eeuw deden de “hernieuwbare” energiebronnen hun intrede. Het inzicht dat de zon, de wind, het water en de natuurlijke leefomgeving garant staan voor een fluctuerend, maar onuitputtelijk en schoon aanbod van energie was de voornaamste drijfveer om windmolens, zonnepanelen en waterkrachtcentrales te ontwikkelen. In de loop der tijd zijn daar nog vele andere technieken bijgekomen, waaronder geothermie en warmte- en koudeopslag (Van Kann en De Roo, 2011). Naast de technieken die zorgen voor het duurzaam opwekken van energie is ook steeds meer kennis verzameld over het besparen van energie, losstaand van het feit hoe deze is opgewekt. Hierbij staan methodes zoals restwarmtebenutting centraal.

Energie en ruimte

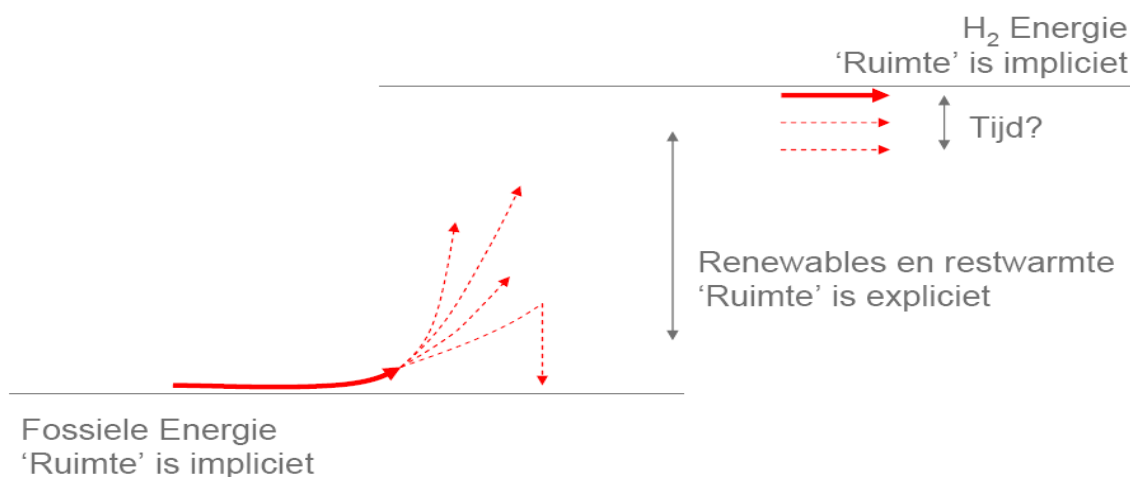
Het ideaalbeeld “fossiel eruit, hernieuwbaar erin” is evenwel niet eenvoudig te realiseren. In hoofdstuk 5 komt naar voren wat precies de keerzijdes van de diverse hernieuwbare bronnen zijn. Bovendien is het de verwachting dat de samenleving over honderd jaar niet op windmolens en zonnecollectoren draait, maar dat waterstof dan als belangrijkste energiedrager fungeert (Van Kann en De Roo, 2011; McDowell en Eames, 2007). Dit proces, of deze transitie, zou volgens Rotmans et al. (2001) een verzameling samenhangende veranderingen moeten omvatten die elkaar versterken, maar plaatsvinden in verschillende domeinen, waaronder de technologie, economie, instituties, cultuur en het gedrag van mensen. Een transitie is al met al een overgang van het ene dynamische evenwicht of “equilibrium” naar het andere; in dit geval van een samenleving met fossiele brandstoffen als belangrijkste energiedragers naar een samenleving met waterstof als belangrijkste energiedrager. Een succesvolle transitie doorloopt, zoals figuur 2.2 duidelijk maakt, de volgende vier fases (Rotmans et al, 2001) in een periode die ten minste één generatie beslaat:

1. “Voorontwikkeling”, waarin het oorspronkelijke dynamische equilibrium nog niet zichtbaar wijzigt, ondanks allerlei experimenten op het microniveau.
2. “Take-off”, waarin het veranderingsproces wordt ingezet als gevolg van diverse innovaties die elkaar versterken.
3. “Versnelling”, waarin structurele en samenhangende veranderingen plaatsvinden in de sociaal-culturele, economische, ecologische en institutionele domeinen.
4. “Stabilisatie”, waarin het tempo van het veranderingsproces weer afneemt en het nieuwe dynamische equilibrium is bereikt.



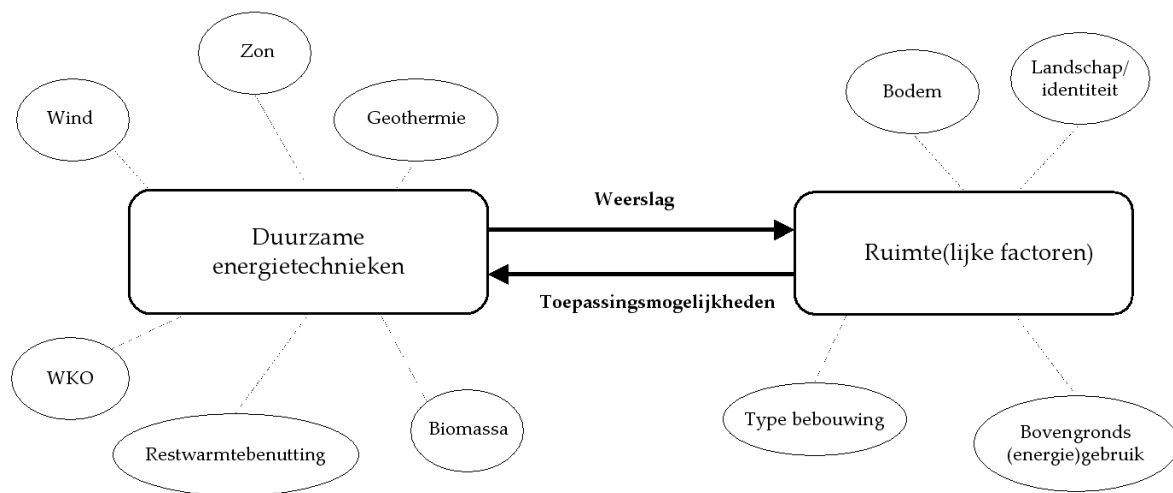
Figuur 2.2: Een transitie en de vier bijbehorende fases (Bron: Rotmans et al., 2001).

Een samenleving met een rol voor de genoemde duurzame-energie-technieken moet de brug gaan vormen tussen beide equilibria, zoals figuur 2.3 duidelijk maakt. Een interessant aspect gerelateerd aan de toepasbaarheid van “renewables en restwarmte” is dat ruimte in dit kader expliciet wordt: niet alleen omdat windmolens, zonnepanelen en dergelijke het aanzicht van een landschap kunnen bepalen - in tegenstelling tot ondergrondse aardgas- en olievelden - maar ook gezien het feit dat warmte verloren kan gaan als deze over een grote afstand getransporteerd dient te worden, in het kader van restwarmtebenutting. Om die reden komt de focus in de toekomst meer te liggen op de verbinding en nabijheid van functies zoals wonen, werken en recreëren. Energie wordt dus een ordenend principe en er ontstaat daardoor een sterke energie-ruimte-relatie. Het gevolg hiervan is dat de “derde generatie energielandschappen” gestalte krijgt, als opvolger van het onder de grond verborgen olie-en-gas-landschap, dat halverwege de twintigste eeuw het energielandschap verving dat was ontstaan door grootschalige turfwinning (Van Kann en De Roo, 2011).



Figuur 2.3: De transitie van fossiele energie naar waterstofenergie met de hernieuwbare bronnen en restwarmte als overgangsfase (Bron: Van Kann en De Roo, 2011).

Kortom: *binnen* de transitie van fossiele energie naar waterstofenergie is een andere relevante overgang zichtbaar: die naar een samenleving waarin zonnepanelen, windmolens, bronnen uit de diepe of ondiepe bodem en diverse andere innovatieve technieken zorgen voor alle benodigde elektriciteit en warmte. Binnen het kader van deze “subtransitie” is het goed mogelijk dat een sterkere energie-ruimte-relatie ontstaat, maar een op zichzelf staand feit is dat beslist niet: de toepasbaarheid van de duurzame-energie-technieken op een willekeurige plek hangt immers nadrukkelijk samen met de fysieke werkelijkheid van die plaats. In een stad waar geen grote warmteproducenten zijn, wordt restwarmtebenutting een lastig verhaal. In een stad waar het nooit waait, is windenergie geen optie. In een stad die boven een aardgasbel is gebouwd, is het boren van een geothermieput niet verstandig. De interactie tussen duurzame-energie-technieken en de fysieke leefomgeving verloopt dus in twee tegengestelde richtingen: enerzijds bepalen de duurzame-energie-technieken het gezicht van een plek en anderzijds bepalen uiteenlopende kenmerken van plek welke technieken kunnen “landen” in een bepaalde context en welke niet. Figuur 2.4 geeft dit tweerichtingsverkeer weer.



Figuur 2.4: De sterke energie-ruimte-relatie die ontstaat vanuit de subtransitie naar een samenleving waarin alle energie duurzaam wordt opgewekt (Bron: eigen figuur).

Uit figuur 2.4 valt bovendien op te maken dat de duurzame-energie-technieken niet per definitie zaligmakend zijn, ondanks dat ze tot een verminderde uitstoot van broeikasgassen kunnen leiden en ons tot in lengte van dagen van energie kunnen voorzien. Zo is windenergie vanuit sociaal oogpunt niet altijd even duurzaam omdat stakeholders op het lokale niveau vaak moeite hebben met de impact van windturbines op het landschap. Het boren van een put voor warmte- en koudeopslag (WKO) te midden van een waterwingebied is daarnaast niet wenselijk vanwege de mogelijke impact op de volksgezondheid (Junginger et al., 2004). Bovendien komen vanzelfsprekend uiteenlopende financiële, juridische en organisatorische belemmeringen kijken bij het inpassen van de duurzame-energie-technieken in de fysieke leefomgeving; zie ook hoofdstuk 7, waarin de toepassingsmogelijkheden van zes duurzame-energie-technieken binnen de gemeente Assen worden onderzocht.

2.3 - Nationale ambities, lokale sturing van processen

De beschreven subtransitie is een proces waarbij de focus ligt op systeeminnovatie en een bottom-up-ontwikkeling die op de lange termijn is gericht (Kemp, 2010). Het accent op deze bottom-up-ontwikkeling impliceert dat de subtransitie juist op het regionale en lokale schaalniveau vorm en richting kan krijgen (Campbell, 2006; Jasanoff en Martello, 2004). De sterker wordende energie-ruimte-relatie die figuur 2.4 afbeeldt, krijgt immers precies daar gestalte. Bovendien kunnen overheden de transitie naar een duurzame energiehuishouding niet zelfstandig realiseren, omdat daar juist de inzet van stakeholders op het lokale niveau voor nodig is; een willekeurig huishouden of bedrijf moet er immers wel voor openstaan om (een deel van) de behoefte aan energie duurzaam op te wekken. Naast de discussie over de rolverdeling tussen overheden speelt dus de vraag welke rol zij het beste kunnen aannemen om de subtransitie de gewenste richting en snelheid mee te geven.

Lokale aanpak

De omschreven problematiek die ten grondslag ligt aan de noodzaak van de subtransitie speelt in alle uithoeken van de wereld. Zo leidt het broeikas-effect overal tot stijgende zeespiegels, waardoor de talrijke metropolen, steden en dorpen in kustregio's kwetsbaarder worden. In dat kader wijzen Jasanoff en Martello (2004) op het feit dat de subtransitie enerzijds voortkomt uit een globaal probleem en anderzijds roept om een aanpak op het lokale niveau. Maatregelen om het zeewater buiten bewoonde gebieden te houden zullen bijvoorbeeld decentraal moeten worden bedacht en geïmplementeerd, omdat klassieke top-down-plannen voorbijgaan aan de unieke lokale context die de geschiktheid van een oplossing bepaalt. Een stormvloedkering past bijvoorbeeld prima in de Nederlandse delta, maar zal weinig zoden aan de dijk zetten in New Orleans, waar de dreiging van het water uit meerdere windstreken afkomstig is.

De vorige paragraaf, en figuur 2.4 in het bijzonder, maakte al duidelijk dat het succes van oplossingen die worden bedacht in het kader van de transitie naar een duurzame energiehuishouding in grote mate afhangt van verscheidene lokale omstandigheden. Harper (1993) stelt zelfs dat deze transitie alleen van de grond kan komen wanneer op het lokale niveau begrip ontstaat voor de toenemende impact die de energiehuishouding zal krijgen op de leefomgeving. Daarbij is een speciale rol weggelegd voor gemeentes, aangezien zij het goede voorbeeld kunnen geven wat betreft de toe- en inpassing van duurzame-energie-technieken. Daarnaast beschikken zij over diverse mogelijkheden om de bedrijven, instellingen en huishoudens in het gebied - die de subtransitie uiteindelijk gestalte moeten geven - op weg te helpen naar de gewenste duurzame energiehuishouding. Het inzichtelijk maken van zowel kansen als bedreigingen en het ontwikkelen van relevante "planningformules" zijn hier voorbeelden van (Harper, 1993). Een overheid kan deze stimulerende en faciliterende rol ook op andere manieren invullen. Zo stellen Rotmans (2011) en Campbell (2006) voor koplopers in de subtransitie te belonen, door hen financiële ruimte te bieden voor het waarmaken van hun innovatieve projecten en plannen en eventuele barrières op juridisch en organisatorisch gebied uit de weg te nemen. Achterblijvers zouden daarentegen moeten worden gestraft voor onduurzaam gedrag, bijvoorbeeld door hen meer belasting te laten betalen. Ook Kemp (2010) betoogt dat overheden te weinig macht en kracht bezitten om het transitieproces zelfstandig te sturen of versnellen; daarom zouden zij zich vooral moeten richten op het mogelijk maken van kennisuitwisseling en veranderingen. Kortom: van de overheid wordt een voorzet op maat verwacht die de energieconsumerende bedrijven, huishoudens en instellingen vervolgens kunnen inkoppen.

Transitiemanagement

De rol die past bij een lokale overheid die haar steentje wil bijdragen aan het realiseren van een duurzame energievoorziening is er dus één die vooral is gericht op het activeren van anderen, waarbij eigen initiatieven hoofdzakelijk als voorbeeld fungeren. Dit sluit naadloos aan op de visie van Rotmans et al. (2001) op doelmatig transitiemanagement. Zij benadrukken onder meer het belang van “learning by doing” en een procesgerichte aanpak; anderen moeten uiteindelijk de kar trekken en de grote stappen op weg naar het nieuwe dynamische equilibrium zetten, maar de overheid kan hen op zijn minst naar de startlijn brengen door zelf het goede voorbeeld te geven, kansen inzichtelijk te maken of te anticiperen op financiële, juridische en organisatorische barrières die in de weg staan van duurzame initiatieven. Niemand weet hoe het transitieproces zich vervolgens zal voltrekken, want een overheid heeft weinig grip op de ontwikkeling van energieprijzen, sociale waarden, institutionele structuren en andere factoren. Desondanks is het zo dat een overheid met een activerende of stimulerende rol in de voorontwikkelings- of take-off-fase het transitiedoel - in dit geval een duurzame energiehuishouding - scherp op het netvlies van bedrijven, huishoudens en instellingen kan krijgen (Rotmans et al., 2001).

Wie de in paragraaf 2.2 vastgestelde wenselijkheid van de subtransitie koppelt aan de visie van Rotmans et al. (2001) op succesvol transitiemanagement, kan concluderen dat overheidsinitiatieven aangaande...

1. het geven van het goede (duurzame) voorbeeld;
2. het inzichtelijk maken van kansen (voor de benutting van duurzame-energie-technieken);
3. het wegnemen van financiële, juridische en organisatorische barrières (bij de toepassing van duurzame-energie-technieken);

...zonder uitzondering zinvol zijn. Uit de laatste paragraaf van dit theoretisch kader wordt duidelijk dat deze constatering aan de basis ligt van alle volgende hoofdstukken.

2.4 - Van woorden naar duurzame daden

Terug naar de inhoud van de transitie: de retoriek van “duurzame ontwikkeling” - het parapluthema waarin de subtransitie verankerd ligt - is er één met een normatief karakter, want *het* moet anders en liever vandaag nog dan morgen. Toch ontbreekt de stap naar de werkelijkheid vaak; iedereen vindt dat er minder CO₂ moet worden uitgestoot, maar bij voorkeur past niemand zijn of haar gedrag aan dat ten grondslag ligt aan de CO₂-emissie (Campbell, 2006).

Wegen naar Rome

In de wetenschap dat lokale overheden veel kunnen bereiken door een stimulerende rol op zich te nemen, blijft de vraag overeind wat er echt moet gebeuren om de genoemde zonnecollectoren, windturbines en andere symbolen van de subtransitie te laten verrijzen in een nieuwe generatie energielandschappen, oftewel om de vraag naar en het aanbod van duurzame energie op te schalen. In paragraaf 2.3 kwamen al concrete acties als “koplopers belonen”, “het goede voorbeeld geven”, “kansen en bedreigingen identificeren” en “kennisuitwisseling mogelijk maken” naar voren. Bij een compleet beeld van de subtransitie hoort ook een duiding van de insteek op een meer strategisch niveau. Toen de Nederlandse overheid zich aan het begin van deze eeuw beleidsmatig ging toeleggen op het aanwakkeren van de subtransitie, werd in eerste instantie gekozen voor het stimuleren van de consumptie, onder meer door het gebruik van energie afkomstig van duurzame bronnen financieel te belonen. Deze ecotax-strategie leidde al snel tot een vraagoverschot naar groene stroom, waardoor de stroomleveranciers genoodzaakt

waren duurzaam opgewekte kilowatturen uit het buitenland te halen, wat uiteraard geen duurzame gang van zaken was. Na 2003 drong snel het besef door dat er meerdere wegen naar Rome leiden en sindsdien tracht de (rijks)overheid hoofdzakelijk de productie van duurzame energie aantrekkelijk te maken via verscheidene subsidieregelingen (Van Rooijen en Van Wees, 2004).

Het is evenwel belangrijk dergelijke keuzes voor overheidsstrategieën, en hun eventuele resultaten, in het juiste perspectief te plaatsen. Het duurzaamheidsdenken dat in de loop der jaren heeft geleid tot allerlei vormen van ecotax en productiesubsidies is namelijk niet de belangrijkste motor van de subtransitie; die rol is weggelegd voor processen als liberalisering en privatisering in de energiemarkt, terwijl ook de zogenaamde Europeanisering de verduurzaming van de energiehuishouding stevig in de hand werkt (Verbong en Geels, 2007). Concurrentie leidt immers tot lagere prijzen van - en dus een grotere vraag naar - duurzame energie, terwijl diverse energierichtlijnen en -verordeningen vanuit Brussel een halt toeroepen aan de ongelimiteerde verbranding van fossiele brandstoffen voor het opwekken van energie. Dit betekent uiteraard niet dat verdere implementatie van het duurzaamheidsdenken in het binnenlandse beleidskader vergeefse moeite is. Alle initiatieven die een positieve impuls geven aan de vraag naar of het aanbod van duurzame energie zijn waardevol, zolang de vraag en het aanbod elkaar enigszins in balans houden. Kemp (2010) pleit om die reden voor een breed pakket aan maatregelen die stuk voor stuk de uitstoot van broeikasgassen beperken, waar ook een hernieuwde focus op ecotax onderdeel van uitmaakt. De discussie gaat dan niet langer over de keuze voor beleid gericht op de vraag- of aanbodzijde van de energiemarkt, wat ruimte zou bieden om op een integrale en fundamentele wijze beleid ten aanzien van energiegebruik te formuleren. De zogenaamde Trias Energetica kan daarbij als inspiratiebron fungeren (Lysen, 1996). Dit concept is gebaseerd op de volgende principes:

1. Het energieverbruik waar mogelijk terugdringen.
2. Voor de resterende energiebehoefte een beroep doen op duurzame energiebronnen.
3. Als deze duurzame bronnen niet volstaan, zuinig en efficiënt gebruikmaken van fossiele energiedragers.

Deze filosofie is geen kant-en-klaar recept om tot een duurzame energievoorziening te komen, maar kan wel houvast op strategisch niveau bieden en daardoor op een kaderstellende manier van waarde zijn (Ministerie van VROM, 2010; Van Kann, 2011). De kansen voor lokale overheden, die in de vorige paragraaf werden geïdentificeerd, zijn de ingrediënten die stap 2 van de Trias Energetica vorm kunnen geven. De unieke lokale context van een plek bepaalt daarbij te allen tijde wat de meest geschikte mix van ingrediënten is.

2.5 - Conclusies: op weg naar een duurzame energiehuishouding

Nu duidelijk is...

- wat de subtransitie behelst en de stand van zaken hieromtrent is;
- waarom het verstandig is deze subtransitie aan te wakkeren;
- welke actoren hierin (voortrekkers)rol kunnen spelen;
- hoe politiek-bestuurlijke ambities op dit gebied kunnen worden nagestreefd;

...kan de haalbaarheid van de versnellings- en stabilisatiefase nader worden bestudeerd. Campbell (2006) constateert, in lijn met de bevindingen uit de vorige paragrafen, dat het meestal

wel goed zit met de wenselijkheid van de duurzame energiehuishouding. Of de subtransitie zich daadwerkelijk doorzet, is evenwel twijfelachtig. De sleutel ligt op het politiek-bestuurlijke niveau, waar de volgende drie uitdagingen moeten worden aangegaan (Campbell, 2006):

1. Het vizier van de politieke besluitvorming moet op de (verre) toekomst worden gericht, terwijl het juist zaak is vandaag de dag actie te ondernemen.
2. Duurzaamheid, en daarmee het bevorderen van de subtransitie, moet als thema een grotere "sense of urgency" krijgen dan het vandaag de dag bezit, om een plek bovenaan de agenda van ruimtelijke planners te verwerven.
3. Het typische NIMBY-gedrag (Not In My BackYard), dat voortkomt uit het feit dat een collectief probleem alleen kan worden opgelost door op specifieke plekken actie te ondernemen, moet het hoofd worden geboden.

Ook hierbij geldt dat het ontwikkelen van een standaardaanpak voor het omgaan met deze moeilijkheden niet zinvol is, omdat een lokale context bepaalt of deze uitdagingen aan de orde zijn. Op een plek waar het veel waait, zou een windmolenpark bijvoorbeeld een logische keuze zijn, waardoor de NIMBY-kwestie juist daar actueel kan worden. Daarmee zijn we weer terug bij de sterker wordende energie-ruimte-relatie als bijproduct van de subtransitie. De optelsom van...

- de wisselwerking tussen de toepasbaarheid van duurzame-energie-technieken en de fysieke werkelijkheid op een willekeurige plek (zie paragraaf 2.2);
- de voorziene activerende/stimulerende rol van de lokale overheid die past bij doelmatig management van de huidige transitiefase en onder meer het inzichtelijk maken van kansen omvat (zie paragraaf 2.3);
- de waarde die integraal beleid ten aanzien van een energiehuishouding kan hebben (zie paragraaf 2.4);

...is feitelijk de vraag "wat kan waar?", waarbij "wat" verwijst naar de duurzame alternatieven voor fossiele energiebronnen. Een energiepoteëntiekaart die deze vraag beantwoordt, is derhalve een zinvol instrument dat mogelijke koersen naar een duurzame lokale energiehuishouding uit kan stippelen. De keuze voor het lokale schaalniveau is overigens geen doel op zich; een conclusie dat een vraagstuk op het gebied van duurzame energie beter regionaal kan worden ingebed, behoort uiteraard ook tot de mogelijkheden.

Een energiepoteëntiekaart kan al met al focus en samenhang toevoegen aan beleid dat wordt opgesteld om de gewenste subtransitie aan te wakkeren. Stap 2 uit de Trias Energetica kan daardoor vorm krijgen. In het volgende hoofdstuk wordt de methodologie beschreven die leidt tot de energiepoteëntiekaart van een specifiek gebied waarin de roep om integraal beleid ten aanzien van duurzame energieopwekking waarneembaar is: de gemeente Assen.

Hoofdstuk 3: Methodologie

3.1 - Inleiding

Dit hoofdstuk behandelt de richting en route van het onderzoek dat leidt tot de energiepotentiekaart van de gemeente Assen. Uit het voorgaande is reeds duidelijk geworden dat deze scriptie toewerkt naar het blootleggen van kansen voor verschillende duurzame-energie-technieken: hoe geschikt zijn deze technieken en wat kan er in de gemeente Assen mee worden gedaan om de subtransitie naar een duurzame energiehuishouding aan te wakkeren? In grote lijnen gaat het dus om een kwalitatief-evaluerend onderzoek dat het fundament vormt voor ontwikkelingsactiviteiten. Een unieke lokale context - de "case" Assen - wordt immers "gewogen" op basis van relevante ruimtelijke factoren. Daartoe worden weliswaar kwalitatieve én kwantitatieve gegevens verzameld, maar de conclusies van het onderzoek hebben enkel betrekking op Assen, en niet op gemeentes in het algemeen of andere "populaties". Daarom is het onderzoek kwalitatief-evaluerend van aard. De volgende paragrafen lichten nader toe hoe de energiepotentiekaart van de gemeente Assen ontstaat.

3.2 - Stappenplan

De energiepotentiekaart van Assen komt niet tot stand door direct de relevante lokale factoren binnen de gemeentegrenzen te analyseren. Een beschrijving van het verleden, het heden en de toekomst van de subtransitie in Nederland, inclusief een blik op het concept energiepotentiekaart en de nut en noodzaak ervan voor Assen (hoofdstuk 4) vormt de opmaat naar het stappenplan dat leidt tot de energiepotentiekaart van deze gemeente. De onderzoekswijze die hierbij hoort, is gebaseerd op de inzichten van Harper (1993). Hij benadrukte in de voorontwikkelingsfase van de subtransitie reeds dat een algemene beschrijving van de aard van duurzame-energie-technieken vooraf dient te gaan aan het leggen van verbindingen met de lokale context. Zijn methodiek is primair gericht op het lokaal benutten van kansen voor hernieuwbare energie en omvat de onderstaande vier stappen.

1. Het inschatten en analyseren van de huidige energiebehoefte in het studiegebied.
2. Het identificeren van de aard en de mogelijkheden van lokaal beschikbare energiebronnen/-technieken.
3. Het betrekken van de lokale context door ruimtelijke, technische, economische en praktische beperkingen te onderscheiden bij de inpassing van deze bronnen/technieken.
4. Het ontwikkelen van planologische richtlijnen om beleid hieromtrent doeltreffend te kunnen implementeren.

In deze scriptie wordt, zoals uit hoofdstuk 2 blijkt, toegewerkt naar het inzichtelijk maken van kansen om de subtransitie aan te wakkeren, en nog niet expliciet naar het realiseren van projecten die steunen op passende planologische richtlijnen. Deel 4 van het stappenplan van Harper wordt om die reden verder buiten beschouwing gelaten. Daarnaast wisselen de eerste twee stappen van plek, aangezien op die manier een aanpak ontstaat waarbij algemene of "formele" kennis geleidelijk landt in een specifieke context. De generieke kenmerken van beschikbare energiebronnen en -technieken verschillen immers niet of nauwelijks per gemeente in Nederland.

Het verhaal achter de energiepotentiekaart van de gemeente Assen is dus de optelsom van drie stappen, die op de volgende pagina staan opgesomd.

1. Een analyse van de aard en mogelijkheden van lokaal beschikbare duurzame energiebronnen/-technieken (hoofdstuk 5).
2. Een analyse van de energiebehoefte in de gemeente Assen (hoofdstuk 6).
3. Een analyse van de inpassingsmogelijkheden van duurzame energiebronnen/-technieken in de gemeente Assen door ruimtelijke, technische, economische en praktische factoren in acht te nemen (hoofdstuk 7).

Stap 1

Aan de invulling van stap 1 ligt een literatuurstudie ten grondslag. Zes technieken die lokaal kunnen worden benut om de transitie naar een duurzame energievoorziening mogelijk te maken, worden geanalyseerd aan de hand van de voor- en nadelen die zij bieden. Vervolgens wordt vastgesteld wat de cruciale ruimtelijke factoren zijn die de toepassingsmogelijkheden van de duurzame-energie-technieken bepalen. Wat zijn geschikte bodemomstandigheden voor het winnen van aardwarmte? Op welke plaatsen leveren zonnepanelen de grootste hoeveelheid “groene stroom”? Antwoorden op deze en soortgelijke vragen, die nog losstaan van de aard van het studiegebied in kwestie, vormen samen stap 1 van het onderzoeksplan.

Stap 2

Bij het doorlopen van stap 2 staat het studiegebied centraal. Zonder iets te zeggen over de plaatselijke toepassingsmogelijkheden van duurzame-energie-technieken wordt de huidige energiehuishouding doorgelicht: wat is de jaarlijkse gas- en elektrabehoefte in de gemeente Assen en hoe is die verdeeld over de energievragers? Hierdoor wordt in de eerste plaats duidelijk hoe groot de opgave is die hoort bij de transitie naar een duurzame energievoorziening. Tegelijkertijd ontstaat inzicht in de verdeling van de vraag naar energie over de verschillende woonwijken en bedrijvenparken, waarbij ook de individuele “grootverbuikers” worden geïdentificeerd. Dit is nuttig omdat het in de lijn der verwachting ligt dat bij stap 1 wordt geconcludeerd dat sommige duurzame-energie-technieken pas interessant zijn vanaf een bepaalde energievraag; een geothermieput op drie kilometer diepte slaan voor een wijk van een paar honderd inwoners zal wellicht geen goede match tussen de vraag naar en het aanbod van energie opleveren en al helemaal geen rendabele duurzame oplossing vormen. Bovendien is een biomassacentrale vermoedelijk pas interessant wanneer er voldoende biomassa voorhanden is om de installatie operationeel te kunnen houden. Het zelfstandig verzamelen van data wat betreft de energieconsumptie van huishoudens, bedrijven en instellingen is niet aan de orde bij stap 2; een adviesbureau heeft in de eerste helft van 2011 voor de gemeente Assen een inventariserend onderzoek verricht op dit gebied. De resultaten hiervan staan in bijlage II weergegeven. De “kale” energieconsumptiecijfers zijn dus voorhanden, maar het is uiteraard zaak deze op een voor dit onderzoek zinvolle wijze te interpreteren. Het is immers goed denkbaar dat de geschiktheid van een duurzame-energie-techniek afhangt van de omvang van de energievraag op een plek. Een restwarmteproject optuigen is bijvoorbeeld alleen interessant als zich in de nabijheid van de voorziene bron een stevige en geconcentreerde warmtevraag herkenbaar is, zoals uit hoofdstuk 5 zal blijken.

Stap 3

De laatste stap (stap 3) krijgt gestalte door de verworven kennis bij stap 1 te koppelen aan eigenschappen van het studiegebied (stap 2). De kansen voor duurzame-energie-technieken in de gemeente Assen worden in de eerste plaats geduid aan de hand van objectieve gegevens, onder meer wat betreft de geologische context, het landschap, de woningdichtheid et cetera. Aanvullend wordt gebruikgemaakt van de expertise van deskundigen; zo kan een

stedenbouwkundige iets nuttigs zeggen over de landschappelijke inpassing van een windmolen, terwijl een bodemkundige verstand heeft van de bodemgesteldheid die van invloed is op de toepassingsmogelijkheden van technieken als geothermie. De visies van deze en andere specialisten worden via interviews verzameld; in bijlage I staat een lijst van de interviews die zijn afgenomen. Al met al wordt per duurzame energiebron/-techniek de vraag “wat kan waar?” beantwoord, wat steeds resulteert in een GIS-kaartlaag waaruit de toepassingsmogelijkheden blijken. Een geografisch informatiesysteem (GIS) is een computersysteem dat de mogelijkheid biedt ruimtelijke gegevens te analyseren en te presenteren via kaartbeelden. Uitspraken als: “Windturbines mogen alleen op 350 meter van woningen verrijzen”, kunnen met behulp van een GIS uitstekend worden gevisualiseerd, zolang databestanden van het studiegebied en de woningvoorraad voorhanden zijn. Het resultaat van dit voorbeeld zou een kaart zijn die het onderscheid maakt tussen plekken die zich op basis van het genoemde criterium wel of niet lenen voor de plaatsing van windturbines.

Een “overlay” of opeenstapeling van de lagen per duurzame-energie-techniek vormt uiteindelijk de energiepotentiekkaart van de gemeente Assen. De energiepotentiestapel visualiseert deze methodiek en is de letterlijke “overlay”, terwijl de energiepotentiekkaart meer als vereenvoudigde optelsom geldt; niet alle inzichten omtrent de toepassing van zes verschillende technieken zijn immers in één (overzichtelijk) kaartbeeld te vangen. Wie gedetailleerde informatie over de toepassingsmogelijkheden van technieken zoekt, kan daarom beter de losse kaartbeelden uit de potentiëstapel raadplegen. Desondanks maakt de energiepotentiekkaart van Assen expliciet en integraal de koppeling tussen de vraag naar energie en het potentiële duurzame aanbod. Daarmee krijgt de gemeente inzicht in routes die tot een duurzame energievoorziening leiden.

Dataverzameling

De manier van dataverzameling tijdens het doorlopen van stap 1 tot en met stap 3 verdient nog nadere uitleg. De rol van de geïnterviewden is bijvoorbeeld nog niet verduidelijkt. Wie het driestappenplan leest, kan zich afvragen wat überhaupt de toegevoegde waarde van het interviewen is, behoudens het verzamelen van aanvullende argumenten om uitspraken bij stap 3 te staven. Die waarde zit in de eerste plaats verborgen in de duiding van relevante ruimtelijke factoren die de toepassing van duurzame-energie-technieken mogelijk maken of verhinderen (stap 1). Uitspraken van deskundigen hebben vaak tot inzichten geleid die vervolgens zijn geverifieerd door literatuur raad te plegen. Andersom is kennis uit de literatuur omtrent (de toepassingsmogelijkheden van) duurzame-energie-technieken regelmatig ter controle voorgelegd aan de deskundigen. Door deze vorm van “triangulatie” toe te passen, is aandacht besteed aan het samenstellen van een zo volledig mogelijke lijst van ruimtelijke criteria die relevant zijn voor de toepassing van duurzame-energie-technieken. Diverse respondenten konden bovendien direct de koppeling maken tussen de duurzame-energie-technieken en de context van de gemeente Assen, aangezien veel van hen in en/of voor de gemeente Assen werkzaam zijn. Door deze respondenten te interviewen, kon alvast een voorschot worden genomen op de “invuloefening” die stap 3 van het driestappenplan in zekere zin is. Uit paragraaf 4.3 zal bovendien blijken dat het interviewen van respondenten ook intrinsieke waarde heeft op weg naar de gewenste breed gedragen visie op de toekomstige energievoorziening van Assen.

Het feit dat dit onderzoek is verricht tijdens een stageperiode bij en in opdracht van de gemeente Assen heeft ten slotte een stempel gedrukt op de dataverzameling. Tijdens gesprekken “bij de koffieautomaat” en in soortgelijke settings zijn regelmatig bronnen of inzichten op informele wijze aangedragen door collega’s, wanneer (de status van) het onderzoek ter sprake kwam. Daardoor hoort de “participatieve observatie” ook bij de onderzoeksmethodiek die tot deze scriptie heeft geleid. Een onderzoek doen voor de gemeente Assen terwijl je er zelf werkt, levert natuurlijk wel het risico op dat observaties gekleurd raken door de mogelijke betrokkenheid bij de organisatie. Verder is het natuurlijk de vraag of externe respondenten onbevooroordeeld en open het gesprek aangaan met “iemand van de gemeente Assen”.

3.3 - De rol van de energiepotentiekaart

Totnogtoe is duidelijk dat de vraag “wat kan waar?” op een lokaal schaalniveau wordt beantwoord, waarbij verschillende duurzame-energie-technieken aan de orde komen. De insteek van deze vraag behoeft nog uitleg. Het woord “kan” verwijst in de eerste plaats naar de technische potentie; is het energetisch gezien mogelijk om duurzame-energie-techniek X op plek Y toe te passen? In de praktijk spelen economische, politieke, juridische en organisatorische factoren ook een voorname rol bij het bepalen van het mogelijke duurzame aanbod, maar die vormen in deze scriptie niet het uitgangspunt. Dergelijke omstandigheden worden pas relevant op het moment dat meerdere duurzame-energie-technieken op dezelfde plek toepassingsmogelijkheden blijken te hebben. Om die reden wordt bij stap 1 uit het driestappenplan wel verwezen naar de voor- en nadelen die te maken hebben met de economische, juridische en organisatorische inpassing van energietechnieken, terwijl bij stap 3 aannames hieromtrent worden gedaan in relatie tot de toepassingsmogelijkheden; het kan bijvoorbeeld zo zijn dat een windmolen energetisch gezien mogelijk is op een plek, maar dat de wenselijkheid van die windmolen extreem laag is doordat de plek deel uitmaakt van een beschermd stadsgezicht. Het zou een gemiste kans zijn om voorbij te gaan aan dergelijke inzichten.

De politieke realiteit waarbinnen de kansen worden geduid, verdient nog extra aandacht. Mocht windenergie overal in Assen toepasbaar blijken, wat is dan de waarde van die kennis als de provincie de komst van windturbines in Assen in ieder geval tot 2020 uitsluit? Deze waarde is te herleiden op het inzicht dat ontstaat tussen het energieverbruik en het aanbod waarin de verschillende duurzame-energie-technieken kunnen voorzien. Dat is vooral relevant voor een gemeente met ambities op het gebied van duurzaamheid, zoals Assen. Voor een energiepotentiekaart is dan een rol als toetssteen of richtinggever weggelegd, om op concreet niveau samenhang en focus in het (energie)beleid te realiseren en op abstract niveau een visie op energie en ruimte aan de dag te leggen; de opvatting van een provincie staat hier los van, hoe relevant die vanuit het praktische oogpunt ook lijkt. In paragraaf 4.3 wordt hier uitgebreider op ingegaan.

Het kaartbeeld dat voortvloeit uit de drie toegelichte stappen, is al met al een instrument om tot keuzes te komen waarmee de subtransitie kan worden gestimuleerd. Carton (2007) heeft in dat licht vastgesteld dat een kaart die als beleidsinstrument fungeert veel invloed heeft, onder meer doordat mensen er eenvoudig autoriteit aan toedichten en er een signaal aan ontlenen dat duidt op mogelijke interventies in de praktijk. Keuzes ten aanzien van wat er op de kaart komt (1) en hoe dit op de kaart wordt weergegeven (2) zijn daarbij cruciaal om te voorkomen dat conflicten verrijzen rondom het kaartbeeld. Bij het vormgeven van stap 1 tot en met 3 wordt daarom uitdrukkelijk aandacht besteed aan het verantwoorden van deze keuzes.

3.4 - Conclusies

De energiepotentiekaart van Assen komt tot stand door achtereenvolgens drie stappen te doorlopen: het bepalen van de aard van lokaal beschikbare duurzame-energie-technieken (1), het nagaan van de omvang en verdeling van de energievraag in de gemeente (2) en het, op basis van deze kennis, vaststellen van de plekken waar de lokaal beschikbare duurzame-energie-technieken een mogelijke toekomst hebben. Methodisch gezien worden inzichten uit de literatuur en uit secundair onderzoek gekoppeld aan objectieve feiten die de gemeente Assen kenschetsen, waarbij interviews duidelijk maken welke feiten (het meest) relevant zijn en of de uitkomsten wat betreft de toepassingsmogelijkheden van duurzame-energie-technieken realistisch zijn. Zodoende wordt toegewerkt naar een integrale, gevalideerde en inzichtelijke visie op de toekomstige energievoorziening van de gemeente Assen, die past bij de ambitie om waar mogelijk stappen te zetten in de subtransitie. Wat al met al in de volgende hoofdstukken volgt, is een kwalitatief-evaluerend onderzoek waarbij, indien mogelijk, de aanzet wordt gegeven voor ontwerp- en ontwikkelkeuzes.

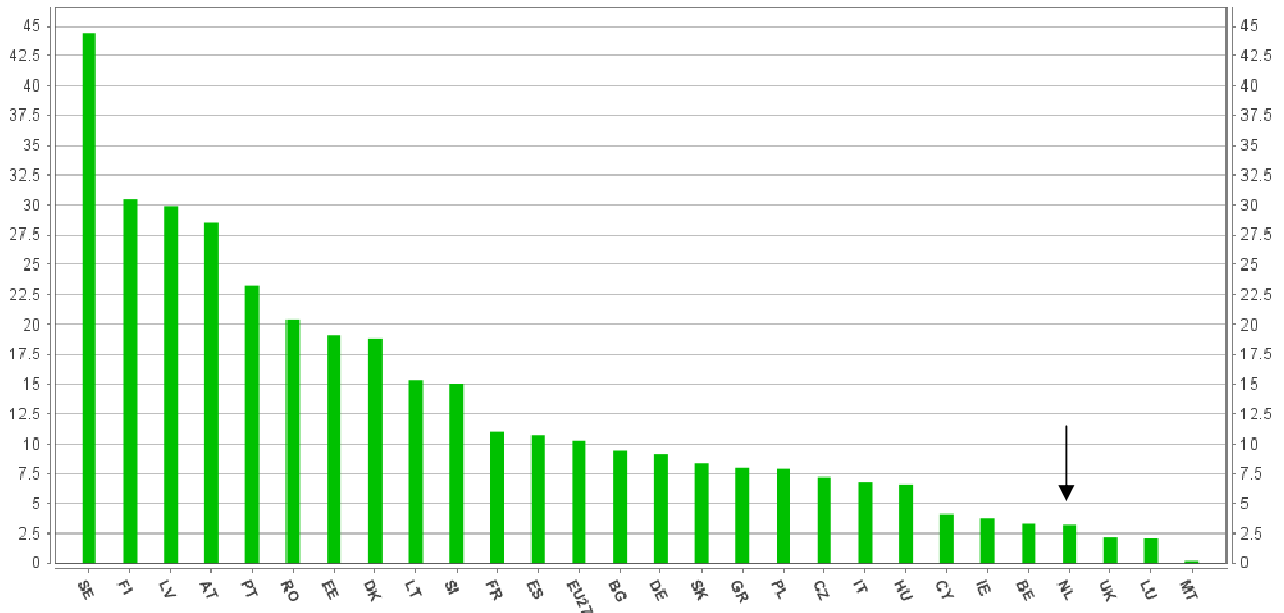
Hoofdstuk 4: De Context

Voordat het driestappenplan dat resulteert in de energiepotentiekaart van Assen wordt doorlopen, is het van belang vast te stellen binnen welke context dat gebeurt, waarbij het woord “context” niet verwijst naar de ruimtelijke factoren in de gemeente Assen, maar naar achtergronden van maatschappelijke en politieke aard en van het verschijnsel energiepotentiekaart op zich. In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk komt een beschrijving van het verleden, het heden en de toekomst van de subtransitie in Nederland naar voren. Daardoor wordt duidelijk wat reeds is gedaan om duurzame-energie-technieken in de alledaagse werkelijkheid te verankeren, en tot welke resultaten dit heeft geleid. In paragraaf 4.2 staat de context van het verschijnsel energiepotentiekaart centraal: bestaan soortgelijke initiatieven al? Zo ja, waarom zijn ze in het leven geroepen en hoe doelmatig zijn ze? Paragraaf 4.3 behandelt ten slotte uitgebreid het nut en de noodzaak van een energiepotentiekaart in de Assen; waarom wordt die juist in deze gemeente wenselijk geacht?

4.1 - Nederland en duurzame energie

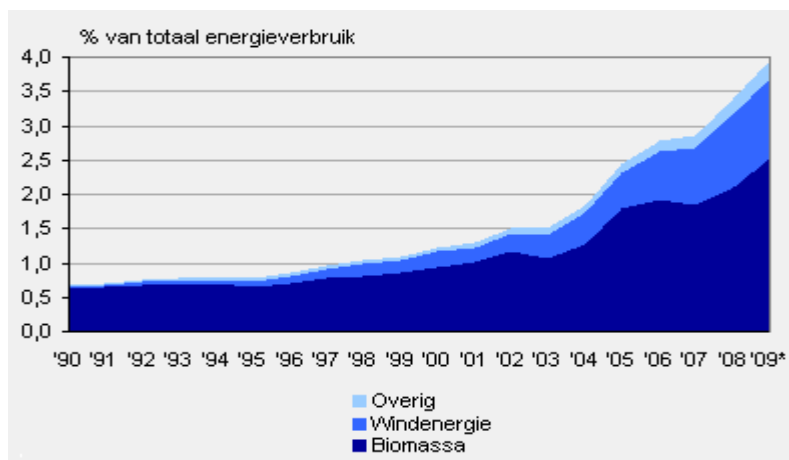
De voorontwikkelingsfase van de in hoofdstuk 2 toegelichte subtransitie is ingeruild voor het take-off-stadium, waarin we ons anno 2011 in Nederland bevinden (Kemp, 2010). Het ontstaan van diverse initiatieven op het landelijke bestuurlijke niveau heeft deze ontwikkeling in de subtransitie gestimuleerd. Zo riep het Ministerie van Economische Zaken in 2002 de Projectimplementatie Transitie management (PIT) in het leven en twee jaar later werd de Interdepartementale Projectdirectie Energietransitie (IPE) opgericht (Kemp, 2010). Het beleid dat werd gevoerd, leverde een aantal concrete resultaten op. De groei in het bewustzijn van de bevolking wat betreft het belang van energie uit hernieuwbare bronnen is een voorbeeld hiervan. De liberalisatie van de markt voor groene stroom is een andere uitkomst, die het maken van de match tussen huishoudens en milieuvriendelijk geproduceerde elektriciteit heeft kunnen vereenvoudigen. Tot slot kreeg Nederland als “frontrunner” op het gebied van duurzaamheid veel internationale aandacht (Verbong en Geels, 2007).

Dit alles heeft niet in de laatste plaats te maken met het feit dat er op rijksniveau veel subsidie beschikbaar was en is voor de productie van duurzame energie (Kemp, 2010). Ondanks dit gegeven is Nederland er vooralsnog niet in geslaagd zich te bewijzen als grootschalige producent van duurzame energie. De harde resultaten van de frontrunners-rol ontbreken dus. Sterker nog: uit figuur 4.1 op de volgende pagina blijkt dat het merendeel van de Europese landen een groter aandeel van het binnenlandse energiegebruik duurzaam opwekt.



Figuur 4.1: Het percentage duurzaam opgewekte energie in relatie tot het totale binnenlandse energieverbruik in 2008 (Bron: Eurostat, 2011b).

De relatief lage score is niet alleen te wijten aan het feit dat er in Nederland geen groot potentieel is aan energie afkomstig van waterkrachtcentrales, waarmee landen als Zweden en Oostenrijk zich kunnen onderscheiden (Eurostat, 2011b); aan het begin van de eenentwintigste eeuw is in Nederland vooral aandacht besteed aan het besparen van energie, in plaats van aan het duurzaam opwekken ervan. Dat is de efficiëntie van de Nederlandse energiehuishouding uiteraard ten goede gekomen, maar de keerzijde is dat het duurzaam opwekken van energie in deze periode niet hoog op de politieke agenda heeft gestaan (Verbong en Geels, 2007). Het aandeel duurzame energie dat desondanks wordt opgewekt in Nederland, is voor een groot deel aan biomassa en windenergie toe te schrijven, zoals figuur 4.2 duidelijk maakt.



Figuur 4.2: Wind en biomassa zorgen in Nederland samen voor bijna het volledige aandeel van de duurzaam opgewekte energie (Bron: CBS Statline, 2011a).

Aan de magere score die figuur 4.1 uitdrukt, moeten volgens Kemp (2010) ook weer niet te veel conclusies worden verbonden, aangezien de Nederlandse benadering van de subtransitie over het algemeen is gericht op het bereiken van langetermijndoelen, en niet zozeer op het haastig terugdringen van de CO₂-uitstoot. In dat kader passen de uitgangspunten die de Nederlandse overheid onderweg in de subtransitie in 2007 vaststelde (Directoraat-generaal Milieubeheer, 2007):

1. Dertig procent minder uitstoot van broeikasgassen in 2020 vergeleken met 1990.
2. Het tempo van energiebesparing verdubbelen van één naar twee procent per jaar.
3. Het aandeel duurzame energie van ons totale energiegebruik in 2020 verhogen naar twintig procent.

Hierbij moet worden opgemerkt dat er in Nederland factoren bestaan die het realiseren van de transitie naar een duurzame energiehuishouding een extra uitdagende klus maken. Uit hoofdstuk 2 is bijvoorbeeld gebleken dat de subtransitie in de energievoorziening gaat leiden tot een groter ruimtebeslag, terwijl de ruimte in een dichtbevolkt land als Nederland reeds beperkt is en almaar schaarser wordt; tabel 4.1 is hiervan het bewijs. De zoektocht naar plekken voor windmolens en dergelijke wordt daardoor extra lastig, hoewel het combineren van functies (windmolens in een landbouwgebied?) natuurlijk een eenvoudige oplossing is. Uit de volgende paragraaf zal bovendien blijken dat het slim combineren van functies restwarmtebenutting mogelijk maakt en daardoor een significante bijdrage kan leveren aan de subtransitie.

| Landgebruik in NL | Hectares (1996) | % van totaal (1996) | Hectares (2030) | % van 1996-totaal |
|--------------------|------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| Wonen | 224.231 | 5 | 286.231 | 7 |
| Werken | 95.862 | 2 | 138.862 | 3 |
| Infrastructuur | 134.048 | 3 | 181.548 | 4 |
| Recreatie en sport | 82.705 | 2 | 226.705 | 6 |
| Landbouw | 2.350.807 | 57 | 2.028.307 | 49 |
| Natuur | 461.177 | 11 | 791.177 | 19 |
| Water | 765.269 | 19 | 1.255.269 | 31 |
| Totaal | 4.114.099 | 100 | 4.908.099 | 119 |

Tabel 4.1: De ruimtebehoefte in Nederland maakt de komende jaren naar verwachting een sterke groei door (Bron: Ministerie van VROM, 2001).

Tegelijkertijd kan juist deze ruimteschaarste worden aangegrepen om ambities op het gebied van duurzaamheid te realiseren, door de energievoorziening waar mogelijk een plek toe te kennen in het Nederlandse landschap. Met andere woorden: de subtransitie naar een samenleving waarin alle energie wordt opgewekt met behulp van duurzame bronnen biedt een kans om de cultuurhistorie van morgen te ontwikkelen. Energieplantages, zonnecollectoren en windturbines kunnen een rol spelen in het “toevoegen van kwaliteit aan het landschap” (Slabbers, 2011). Ook Noorman (2011) voorziet dat de subtransitie snelheid krijgt indien de verduurzaming van de energiehuishouding “richtinggevend” wordt voor de ruimtelijke ordening.

4.2 - Energiepotentiekarten

Bij een duiding van de context waarin de energiepotentiekart van Assen wordt gemaakt, hoort ook een blik op het concept energiepotentiekart op zich. Is dit een methodiek die reeds wordt toegepast om de subtransitie aan te wakkeren? Zo ja, op welke schaalgroottes of bestuursniveaus gebeurt dat en waaruit blijkt het nut ervan? Dat zijn vragen die in deze paragraaf worden beantwoord.

Energiepotentiekarten zijn niet nieuw en bestaan op uiteenlopende schaalniveaus: van het Europese tot en met het lokale. Zo ontvouwde de European Climate Foundation in 2010 een duurzame energiekaart van de Europese Unie, waarvan de inhoud is gebaseerd op de natuurlijke aanwezigheid van hernieuwbare bronnen. Uit figuur 4.3 blijkt dat Nederland zich in het grensgebied van de "Isles of Wind" en "Geothermalia" bevindt, waarmee een hint wordt gegeven aan de beleidsbepalers wat betreft de inzet van duurzame-energie-technieken. Deze energiepotentiekart fungeert als instrument om het doel van de European Climate Foundation een stap dichterbij te brengen: het voorzien in een praktische, onafhankelijke en objectieve analyse van paden die leiden tot een CO₂-arme Europese economie, waarbij zowel de betrouwbaarheid van de energievoorziening als de economische en ecologische doelen van de EU in acht worden genomen (European Climate Foundation, 2010).



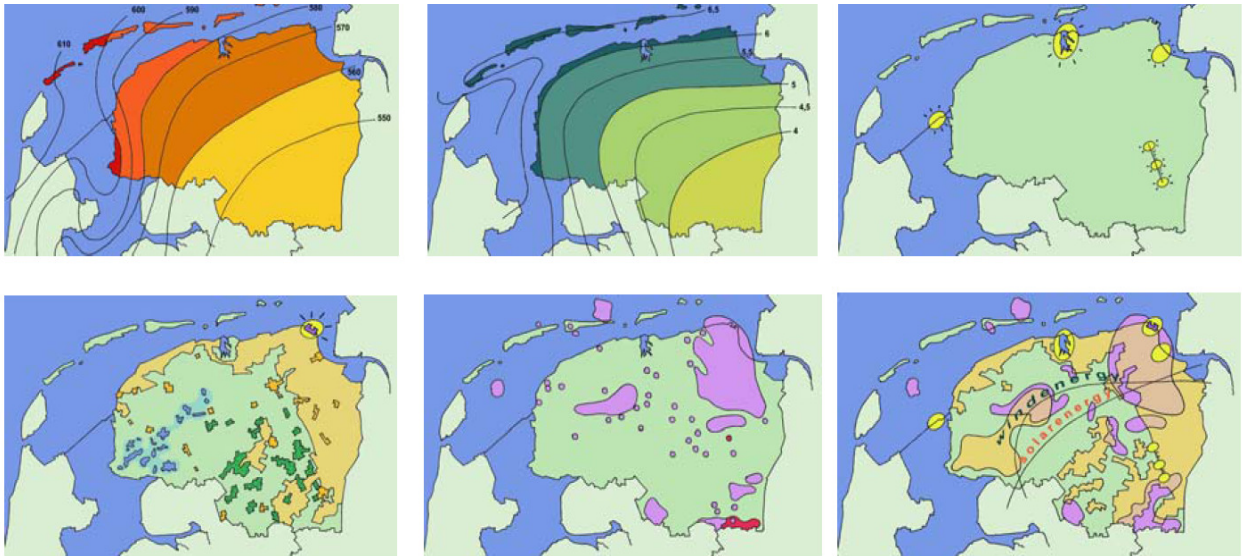
Figuur 4.3: De energiepotentiekart van "Eneropa" (Bron: European Climate Foundation, 2010).

Dat potentiekaarten diverse duurzame-energie-technieken ook samen kunnen brengen, bewijst de Energy Information Administration (EIA), een gouvernementele organisatie uit de Verenigde Staten. Per censusregio is afgebeeld waar de toepassing van windenergie, zonne-energie, geothermie, energie uit biomassa en energie uit waterkracht kansrijk is; zie figuur 4.4. Volgens de EIA hebben deze energiepotentiekaarten uitsluitend een informatieve en educatieve functie; ze zijn niet primair in het leven geroepen als richtinggever voor beleid (Hesse, 2011).



Figuur 4.4: De "Renewable Potential Map" van de Amerikaanse censusregio die de staten California, Oregon en Washington omvat (Bron: EIA, 2005).

Ook voor de regio Noord-Nederland is de vraag "wat kan waar?" qua duurzame energie al eens op een integrale manier benaderd. Een energiepotentiekaart werd geïntroduceerd als instrument om alle energetische kansen te duiden voor duurzame-energie-technieken, waarbij aandacht is besteed aan de geofysische, klimatologische en cultuurtechnische context (Noorman et al., 2006; Van den Dobbelen et al., 2007). Figuur 4.5 laat zien dat van een zonne-, wind-, water-, biomassa- en ondergrondpotentiekaart uiteindelijk één potentiemixkaart is gemaakt voor Noord-Nederland.

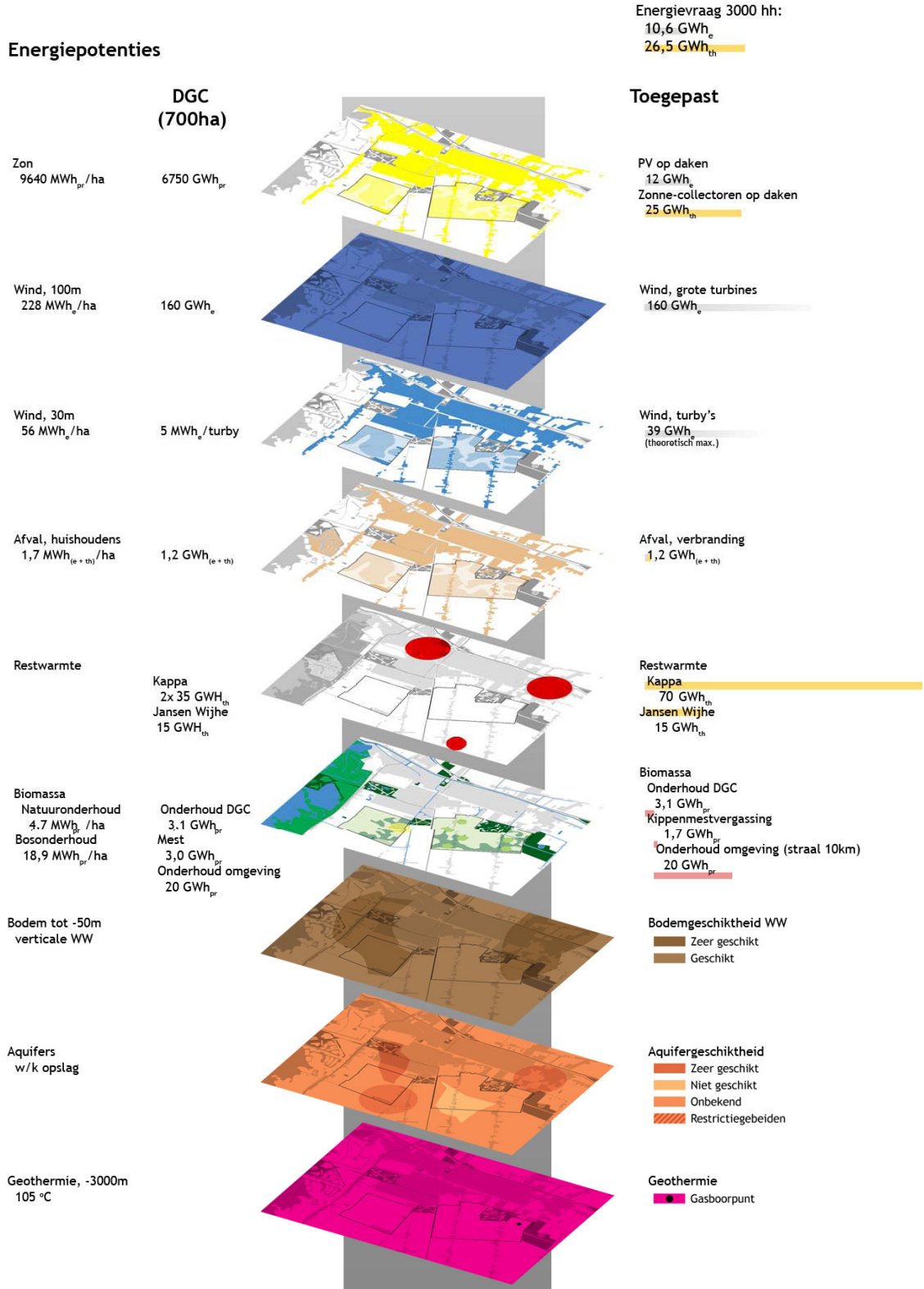


Figuur 4.5: De zonne-, wind-, water-, biomassa- en ondergrondpotentiekaart van Noord-Nederland en de potentiemixkaart, van linksboven naar rechtsonder (Bron: Noorman et al., 2006; Van den Dobbelsteen et al., 2007).

Op lokaal niveau is de energiepotentiestudie van De Groene Compagnie, een toekomstige woonwijk in de gemeente Hoogezand-Sappemeer, een voorbeeld waarbij de potentie van diverse duurzame-energie-technieken is vastgesteld. De TU Delft voerde de studie uit en een energiepotentiestapel was hiervan het belangrijkste resultaat; zie figuur 4.6 op de volgende pagina. Interessant hierbij is dat de toekomstige energievraag is meegenomen bij het analyseren van de waarde die de diverse duurzame energieopties vertegenwoordigen.

Één van de onderzoekers die zich heeft toegelegd op het maken van deze potentiekaart, is ervan overtuigd dat dergelijke energiepotentiestudies een rol kunnen spelen op weg naar een duurzamere energiehuishouding. Hij benadrukt echter dat aan de potentiekaarten uit figuur 4.6 enkel een technische ratio ten grondslag ligt, en geen politiek-bestuurlijke. Volgens hem kan een overheid uit een potentiekaart iets kiezen wat kansrijk is, maar dat is geen vanzelfsprekendheid. Sterker nog: het is zijn ervaring dat de mogelijkheden die inzichtelijk zijn gemaakt niet worden vertaald in concrete projecten vanwege economische, juridische of organisatorische drempels. De grootste winst van energiepotentiekaarten zit daarom in de bewustmaking en dan met name wat betreft de verhouding tussen de energievraag en duurzame potenties in het studiegebied (Broersma, 2011).

Potentiestapel De Groene Compagnie



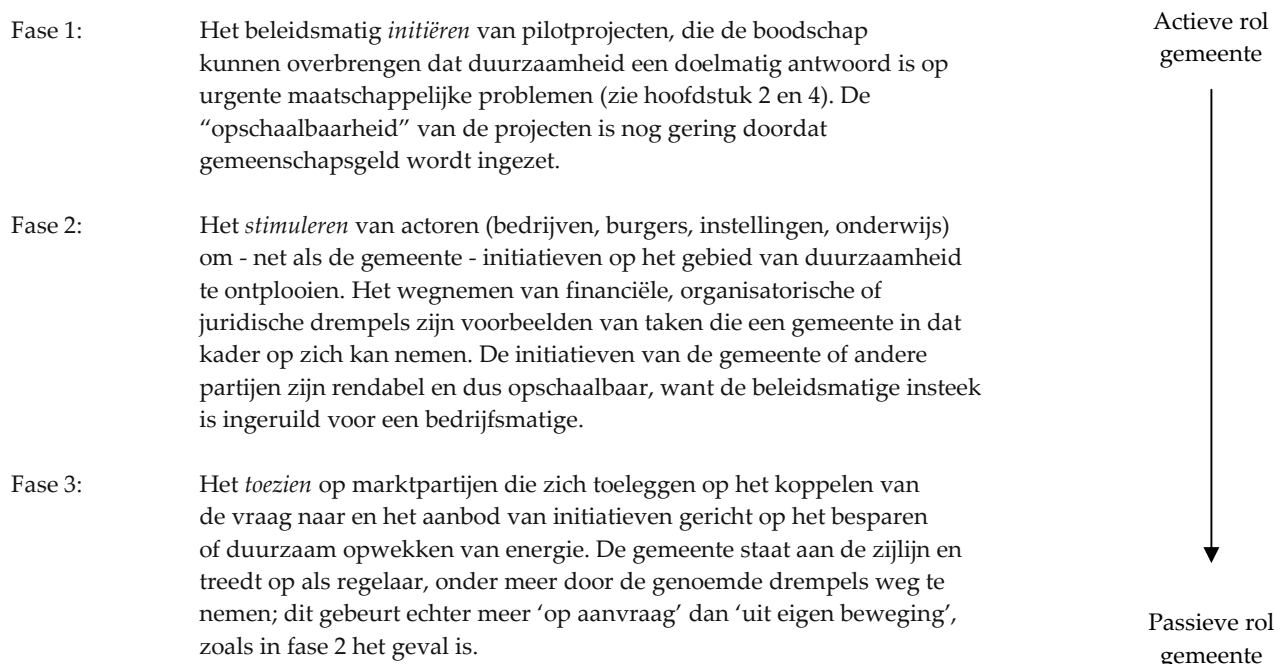
Figuur 4.6: De energiepotentiestapel van De Groene Compagnie (Bron: Broersma et al., 2009).

4.3 - Het nut en de noodzaak van een energiepotentiekaart in Assen

De gemeente Assen is voornemens haar steentje bij te dragen aan het verduurzamen van de Nederlandse energiehuishouding. In dat kader heeft de lokale politiek de ambitie geformuleerd om in 2020 een CO₂-neutrale gemeente te zijn. CO₂-neutraal is daarbij geformuleerd als “de situatie waarbij over een jaar gemeten het fossiel energiegebruik (en de daaraan gerelateerde CO₂-emissies) binnen het grondgebied van een gemeente ten hoogste nul is: er wordt niet meer energie gebruikt dan er vanuit duurzame bronnen aan het systeem wordt toegeleverd” (KNN, 2010; pp.4).

Inhoudelijk

Adviesbureau KNN heeft geconcludeerd dat ingrijpende maatregelen nodig zijn om van Assen in 2020 een CO₂-neutrale stad te maken en betitelt deze maatregelen zelfs als “niet realistisch” binnen het gestelde tijdspad (KNN, 2010; pp.61). Het jaartal 2020 is daarom “losgelaten”, maar de ambitie om op termijn CO₂-neutraal te zijn, is gebleven. Op projectniveau - wat betreft energiebesparing en duurzame energieopwekking - zijn de gemeentelijke duurzaamheidsvisie en het bijbehorende uitvoeringsprogramma anno 2011 de belangrijkste richtinggevers hiertoe. De strategische inslag van deze documenten impliceert dat het voor de gemeente Assen nog onduidelijk is wat het betekent om op te schuiven in de richting van een CO₂-neutrale stad, losstaand van de vraag of dit harde doel kan worden behaald. Wel is duidelijk dat de gemeente op weg naar duurzaamheid achtereenvolgens drie fases wil doorlopen; zie figuur 4.7.



Figuur 4.7: De drie fases die de gemeente Assen verwacht te doorlopen op weg naar een CO₂-neutrale stad (Bron: eigen bewerking van het uitvoeringsprogramma Duurzaam Assen 2009 - 2011).

Ondanks het bestaan van deze fasering blijkt uit een interne beleidsnotitie van mei 2011 dat het binnen de gemeente Assen, zowel op ambtelijk als bestuurlijk niveau, vooralsnog ontbreekt aan een integrale paraplu voor projecten en fundering voor keuzes omtrent de toepassing van technieken. Daarom wordt een energiepotentiestudie van de gemeente Assen, waarin de (on)mogelijkheden van alle duurzame energieoplossingen samenkomen, wenselijk geacht

(Gemeente Assen, 2011a). Wanneer de vraag “wat kan waar?” wat betreft duurzame-energie-technieken op een integrale wijze wordt beantwoord, is Assen een stap dichterbij een visie op haar toekomstige energievoorziening. Die visie kan de gemeente enerzijds helpen bij het geven van focus aan de activiteiten die zij zelf ontplooit (fase 1) en anderzijds een kader bieden voor derden met duurzame ideeën of plannen (fase 2 en 3). Het spreekt voor zich dat het hierbij gaat om het duurzaam opwekken van energie en niet zozeer om het besparen van energie.

Procesmatig

Om tot een goede afweging én een breed gedragen visie ten aanzien van duurzame energieoplossingen te komen, is het van belang zoveel mogelijk relevante actoren te betrekken bij het bepalen van de (on)mogelijkheden die duurzame-energie-technieken bieden. Dat kan enerzijds door kennis hieromtrent in nauw overleg te construeren met in- en externe beleidsmakers die te maken hebben met het thema duurzaamheid, en anderzijds door bij het bepalen van de kansen voor duurzame-energie-technieken zorgvuldig en stapsgewijs toe te werken naar conclusies, zodat gedachtegangen voor eenieder inzichtelijk blijven. Bijvoorbeeld: waar nu nog geluiden opgaan om het vraagstuk van energie uit houtige biomassa regionaal op te lossen *omdat* de infrastructuur daarvoor toereikend is (Huizing, 2011), wordt straks helder of het inderdaad zo is dat het energetisch, economisch, juridisch én organisatorisch gezien verstandig is voorbij te gaan aan een oplossing op het lokale schaalniveau. Kortom: de gemeente Assen wil niet langer van stap A naar stap F zonder expliciet naar stap B, C, D en E te hebben gekeken (Gemeente Assen, 2011a).

De energiepotentiekaart van de gemeente Assen speelt verder, zoals uit figuur 4.7 op te maken is, een rol in het proces dat de gemeente verwacht door te maken. Dit proces begint met bewustwording van de urgentie die hoort bij een duurzame energiehuishouding en eindigt met een integrale aanpak die op bepaalde gebieden en technieken is gericht. Dit impliceert dat de energiepotentiekaart ook op het politiek-bestuurlijke niveau waarde kan vertegenwoordigen: de raad, het college of het ambtelijk apparaat kan de kaart als toetssteen gebruiken, waardoor ad-hocdiscussies over de inzet van technieken worden voorkomen en het Asser beleid wat betreft duurzame energie wint aan focus, steun en (dus) uitvoerbaarheid. Het is immers de bedoeling dat op basis van de energiepotentiekaart een aantal concrete project(voorstel)en wordt voorbereid (Gemeente Assen, 2011a).

Nu duidelijk is in welke context de energiepotentiekaart van de gemeente Assen verrijst, kan de in hoofdstuk 3 toegelichte methodiek worden toegepast. In het volgende hoofdstuk staat het doorlopen van de eerste stap uit het driestappenplan centraal.

Hoofdstuk 5: Lokaal beschikbare energiebronnen/-technieken

Uit hoofdstuk 2 bleek dat een lokale energiepotentiekaart die de vraag “wat kan waar?” integraal beantwoordt een relevante bijdrage aan de subtransitie kan leveren en een synthese is van twee elementen: de generieke (on)mogelijkheden die duurzame-energie-technieken bieden en de aanknopingspunten die horen bij de fysieke werkelijkheid van de plek in kwestie. In dit hoofdstuk staat de analyse van de eerstgenoemde component en daarmee stap 1 uit het driestappenplan centraal. In dat kader bestaan zeer uiteenlopende energietechnieken die een alternatief vormen voor het gebruik van fossiele bronnen, maar anno 2011 voldoet slechts een beperkt deel daarvan aan alle energetische, economische, juridische en organisatorische randvoorwaarden om ook daadwerkelijk een bijdrage aan de subtransitie te kunnen leveren. Een techniek die wil concurreren met een fossiele energiebron moet immers niet alleen voldoende energie opleveren, maar bij voorkeur ook nog eens rendabel zijn, geen juridische inpassingsproblemen voortbrengen en eenvoudig te operationaliseren zijn. Zes technieken die hun kansrijkheid hebben bewezen om de subtransitie verder te dragen, worden in dit hoofdstuk belicht.

Kortom: alvorens te bepalen welke duurzame-energie-technieken het meest tot hun recht zouden komen binnen de gemeente Assen is een generieke blik op deze “dragers van de subtransitie” van belang. Per techniek of “drager” is zeer veel en gedetailleerde informatie beschikbaar, maar op dit moment volstaat een duiding van de algemene aard van ervan, waarbij de aandacht vooral uit zal gaan naar de locatieafhankelijke voor- en nadelen. Vooraf valt, aansluitend op de beweringen uit het theoretisch kader, al iets te zeggen over het karakter van de duurzame-energie-technieken op zich.

5.1 - Duurzame-energie-technieken

Voor het accommoderen van duurzame-energie-technieken is ruimte nodig (Van Rooijen en Van Wees, 2004). Uit de vorige paragraaf is gebleken dat in Nederland juist deze ruimte schaars is en daarom ligt een extra kritische benadering van duurzame-energie-technieken voor de hand. Volgens Sijmons (2011) bestaan in dat kader drie relevante thema’s, die hieronder staan opgesomd.

1. De ratio: wat zijn de ruimtelijke gevolgen van de inpassing van een duurzame-energie-techniek? Hierbij kan worden gedacht aan een windmolenpark dat ruimte beslaat, aan een stuk land dat in dienst van biomassa komt te staan of aan een plek die wordt gebruikt voor grootschalige opwekking van zonne-energie.
2. De emotie: welke emoties roepen de duurzame-energie-technieken op? Dankzij een windmolen kan een authentiek landschap worden aangetast.
3. De economie: het verwarmen van huizen door geothermie als bron in te zetten, in plaats van aardgas, zal alleen mogelijk zijn als de eindgebruiker daar financieel niet op achteruitgaat.

De forse impact van duurzame-energie-technieken die door Sijmons wordt geschetst, wijst erop dat de inpassing ervan meer dan een organisatorische of juridische formaliteit is, mocht een techniek ergens energetische potentie hebben. Tegelijkertijd biedt de stevige ruimtelijke weerslag van de duurzame-energie-technieken wel een kans om actief aan de cultuurhistorie van de

toekomst te werken (Slabbers, 2011). Zeker nu de belangstelling voor stads- en dorpsgezichten groeit, ligt hier een mogelijkheid (Van der Es et al., 2011).

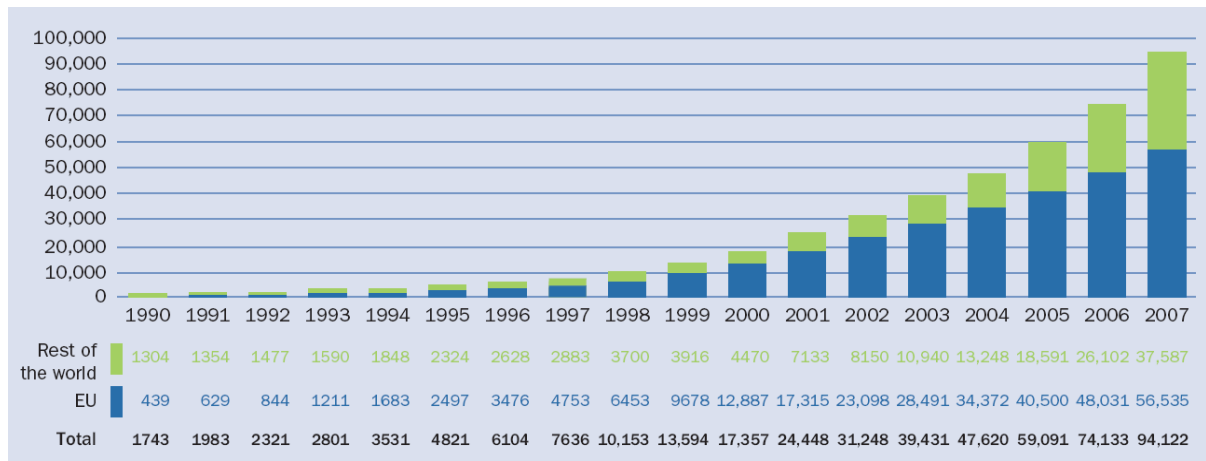
Met deze kennis in het achterhoofd staan in deze scriptie zes verschillende duurzame-energie-technieken centraal. Een “duurzame-energie-techniek” is een onuitputtelijke bron van elektriciteit of warmte die een alternatief vormt voor het gebruik van fossiele energiebronnen. De duurzaamheid van deze alternatieven zit niet alleen in het feit dat ze tot in lengte van dagen energie kunnen leveren, maar evenzeer in hun schone karakter; er komt veel minder van het broeikasgas CO₂ vrij bij het produceren van energie (Milieu Centraal, 2011; Hall et al., 1991). Bovendien kunnen duurzame-energie-technieken in principe overal worden ingezet, waardoor de joules afkomstig uit energiebronnen niet noodzakelijkerwijs over grote afstanden getransporteerd hoeven te worden; de afhankelijkheid van (de vaak politiek instabiele) landen die over grote voorraden fossiele brandstoffen beschikken, is daarmee niet langer een gegeven.

De zes duurzame-energie-technieken die in het vervolg van dit hoofdstuk worden toegelicht, zijn windenergie, zonne-energie, biomassa, warmte- en koudeopslag, geothermie en restwarmtebenutting. Panwar et al. (2011) herkennen in deze technieken belangrijke alternatieven voor het gebruik van fossiele brandstoffen omdat de duurzaamheid ervan is aangetoond. Zij dichtten energie uit waterkracht ook een grote rol toe in de subtransitie op mondiaal niveau. Gezien de afwezigheid van grote hoogteverschillen is het grootschalig opwekken van energie met waterkrachtcentrales evenwel onmogelijk in Nederland. Om die reden wordt deze duurzame-energie-techniek hier, en in de volgende hoofdstukken, buiten beschouwing gelaten.

5.2 - Windenergie

Windenergie is een letterlijk en figuurlijk in het oog springend alternatief voor de energie afkomstig uit elektriciteitscentrales die fossiele brandstoffen inzetten. Kort gezegd wordt de bewegingsenergie van de lucht met behulp van windturbines omgezet in elektriciteit. Dit kan zowel op land als op water plaatsvinden, aangezien wind een natuurlijk verschijnsel is dat zich overal voordoet, zij het in verschillende gradaties. Er bestaan grootschalige windparken met meerdere turbines van wel honderd meter hoog, maar ook kleinschalige toepassingen waarbij een turbine van ongeveer vijftien meter op een kavel wordt geplaatst. De windsnelheid op een plek fungeert logischerwijs als “brandstof” en is van zeer grote invloed op de potentiële energieopwekking; de windsnelheid op een willekeurige plek is tot de derde macht van invloed op de hoeveelheid opgewekte energie door een windturbine (Zahedi, 2011). Daarom is de locatiekeuze van een windmolen van groot belang, want er kunnen “bovenstrooms” objecten zijn, zoals gebouwen of andere windmolens, die snelheid aan de windstroom onttrekken. Dit wordt het “wake-effect” genoemd. Het aantal kilowatturen dat een windmolen(park) oplevert, hangt vanzelfsprekend niet alleen af van de windsnelheid, maar evenzeer van de elektrische efficiëntie in de turbine, het vermogen ervan en de kwaliteit van het onderhoud eraan (Gardner et al., 2009).

De voordelen van windenergie zijn evident; wind is niet alleen een schone en onuitputtelijke brandstof, maar ook nog eens gratis en overal beschikbaar (Welch en Venkateswaran, 2009). Een windmolen kan voor de eigenaars ervan bovendien een bron van inkomsten vormen. Agrariërs die hun land beschikbaar stellen en/of andere omwonenden kunnen hier bijvoorbeeld de vruchten van plukken. Wereldwijd wordt om bovenstaande redenen steeds meer gebruikgemaakt van de mogelijkheid om elektriciteit met behulp van windturbines op te wekken, zoals figuur 5.1 bewijst.



Figuur 5.1: De groei in de windenergieproductie wereldwijd en in de EU tussen 1990 en 2007 in megawatt (Bron: European Wind Energy Association, 2009).

Of een windturbine op een plek verrijst, hangt echter niet alleen af van de technische potentie. Agterbosch et al. (2004) betogen dat economische, institutionele en sociale condities ook van wezenlijke invloed zijn op de rol van windenergie in een bepaald gebied. Het neerzetten van een windturbine moet immers rendabel zijn, binnen de juridische kaders passen en worden ondersteund door diverse stakeholders op het lokale niveau, zoals landeigenaren, omwonenden en milieuorganisaties. Deze bewering verwijst naar het feit dat de toepassing van windenergie diverse nadelen heeft die op plek X anders uitpakken dan op plek Y.

Hoge kosten van windenergie kunnen een eerste struikelblok vormen, hoewel oplossingen hiervoor tegenwoordig snel worden gevonden. Drie factoren bepalen de kosten grotendeels: de complexiteit van de locatie, het voorziene vermogen en de eigenschappen van het elektriciteitsnet. Met complexiteit wordt met name de bodemgesteldheid bedoeld; vooral in rotsachtige en drassige gebieden liggen hoge constructiekosten voor de hand. Het vermogen van de windturbine(s) is daarnaast van invloed op de constructieprijs; windmolens met een hoog vermogen hebben onder meer een grote masthoogte en aanzienlijke rotordiameters, wat uiteraard doorwerkt in de kosten voor de constructie. Ten slotte zijn de afstand van een windturbine tot het dichtstbijzijnde connectiepunt van het elektriciteitsnet en het voltageniveau van dit net parameters die de totale kosten van windenergie beïnvloeden (Gardner et al., 2009).

De beperkte sociale acceptatie is een ander nadeel van windenergie. Vooral in dichtbevolkte landen wordt de weerslag van windturbines op het landschap vaak als negatief ervaren en is het thema horizonvervuiling niet zelden onderwerp van gesprek (Lago et al., 2009; Verbong en Geels, 2007). Sterker nog: in Nederland is de windmolen door de krant NRC al eens uitgeroepen tot lelijkste bouwwerk en de weerstand tegen windenergie is daardoor groot (Bakas, 2011). Ook het geluid dat windturbines produceren, is van negatieve invloed op de sociale acceptatie van deze duurzame-energie-techniek, evenals de slagschaduw die de roterende wieken veroorzaken. Om die redenen is aanvankelijk bepaald dat de minimale afstand van een windturbine tot aan de dichtstbijzijnde bebouwing vier maal de ashoogte dient te bedragen. Inmiddels is deze norm gewijzigd en mag het gewogen gemiddelde geluidsniveau dat een turbine produceert niet boven de 47 dB(A) uitkomen bij een woning (Agentschap NL, 2011a). Wat betreft de slagschaduw is een stilstandvoorziening verplicht indien de afstand tussen de turbine en de gevoelige objecten minder dan twaalf keer de rotordiameter bedraagt en de slagschaduw gemiddeld meer dan zeventien dagen per jaar gedurende meer dan twintig minuten per dag kan optreden (Activiteitenbesluit Inrichtingen Milieubeheer, 2011).

Voorts komen milieuorganisaties vaak in opstand tegen windturbines, aangezien vogels en vleermuizen volgens hen vaak de dood vinden bij een ontmoeting met de rotorbladen (Lago et al., 2009; Verbong en Geels, 2007). De aard van windenergie wordt ook veelvuldig als argument tegen de toepassing ervan opgevoerd: het verschijnsel wind is veranderlijk en daardoor is de opbrengst van een windturbine lastig in te schatten. Als het even niet waait, dan wordt er geen energie opgewekt en het opslaan ervan is aan het begin van de eenentwintigste eeuw nog lastig (Gardner et al., 2009; Verbong en Geels, 2007). Een energiehuishouding waarin alle opgewekte elektriciteit afkomstig is van windturbines, laat daarom te wensen over wat betreft de betrouwbaarheid.

Op basis van alle bovengenoemde voor- en nadelen die bij windenergie horen, onderscheiden Gardner et al. (2009) drie factoren die van invloed zijn op de locatiekeuze voor een windturbine, mocht dat vraagstuk relevant zijn.

1. De optimalisatie van energieproductie; op de plek van de windturbine is de energieopbrengst bij voorkeur zo groot mogelijk, terwijl de kosten voor het onderhoud en de voeding aan het elektriciteitsnet er bij voorkeur zo laag mogelijk zijn.
2. Het minimaliseren van de impact op de leefomgeving; een windturbine krijgt, vooral in dichtbevolkte gebieden, bij voorkeur een plek in een orthogonaal landschap met veel regelmaat. Hierbij horen ook berekeningen wat betreft de geluidsimpact van de turbines op de dichtstbijzijnde woningen en inzichten omtrent slagschaduwen, beschermde landschappen.
3. Het monitoren van de belasting op de turbine; als windturbines op een onderlinge afstand van minder dan vijf rotordiameters worden geplaatst in de lijn van een veelvoorkomende windrichting, dan ligt een onacceptabel groot "wake-effect" in de lijn der verwachting.

Bij het zoeken van een geschikte locatie voor windturbines is de planologische context ook relevant; aanvliegroutes voor een vliegveld, militaire laagvliegroutes of de werking van communicatie-, navigatie- en surveillanceapparatuur rond luchthavens (CNS-systemen) kunnen hoogbouw - oftewel grootschalige windturbines - in de weg staan (AgentschapNL, 2011).

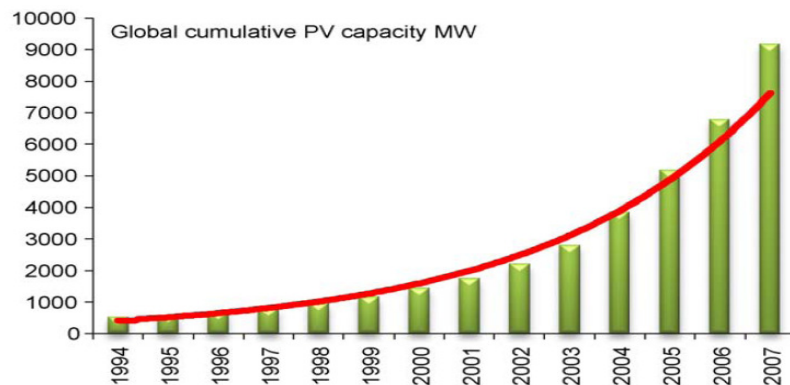
5.3 - Zonne-energie

Het licht waarmee de zon de aarde nog miljarden jaren voedt, kan eveneens worden aangewend voor het duurzaam opwekken van energie. Er zijn diverse mogelijkheden, waarvan het genereren van elektriciteit uit zonlicht via fotovoltaïsche systemen en het omzetten van zonlicht in warmte via zonnecollectoren het meest gebruikelijk zijn. Het mondiale aanbod van zonne-energie is 5514 zettajoule per jaar (1 zettajoule = $1,0 \cdot 10^{21}$ joule), terwijl de wereldwijde energiebehoefte ongeveer een halve zettajoule bedraagt (IEA, 2009). Het potentieel van de zon is dus enorm, maar de stralen dienen wel te worden opgevangen via PV-cellen (naar het Engelse *photovoltaic*) of collectoren om kansen op het verduurzamen van de energiehuishouding aan te grijpen.

Net als windenergie heeft zonne-energie zowel voor- als nadelen als een schone, betaalbare en betrouwbare energievoorziening als uitgangspunt wordt genomen. Allereerst bestaat het inzicht dat zonnepanelen en -collectoren energie opwekken zonder dat broeikasgassen als CO₂ in de atmosfeer terechtkomen, terwijl overal een groot en praktisch oneindig aanbod van energie beschikbaar is (Hamakawa, 1994; Solangi et al., 2011; Zahedi, 2011). Voorts staan zonnecellen en

-collectoren, in tegenstelling tot windturbines, garant voor een stille en bewegingsloze manier van energie produceren, waardoor hun bestaan niet snel als hinderlijk wordt ervaren. Ook het feit dat zonnepanelen en -collectoren nauwelijks onderhoud behoeven, is een aantrekkelijke eigenschap van deze duurzame-energie-technieken. Een ander voordeel, dat alleen opgaat voor de PV-panelen, is de verscheidenheid aan ruimtelijke toepassingsmogelijkheden: de efficiëntie waarmee het zonlicht in elektriciteit wordt omgezet blijft hetzelfde, of het PV-oppervlak nu enkele vierkante centimeters of honderden vierkante meters bedraagt. Daarmee onderscheidt deze duurzame-energie-techniek zich van alle andere waarmee elektriciteit kan worden opgewekt (Hamakawa, 1994).

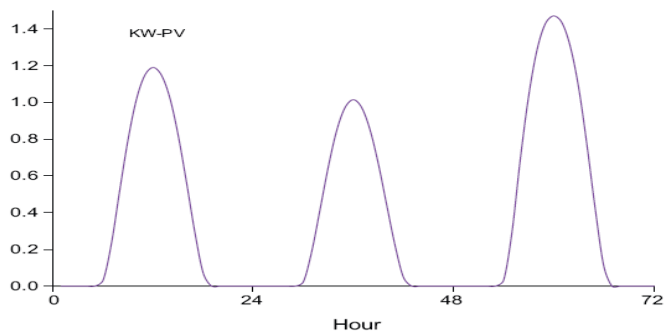
Het feit dat zonne-energie overal beschikbaar is, zij het in verschillende gradaties, impliceert dat de plaats van energieopwekking eenvoudig aan de plaats van het energiegebruik kan worden gekoppeld; de noodzaak om hoogspanningsnetten aan te leggen of uit te breiden, neemt daardoor af. Bovendien kunnen “betekenisloze” stukken land op een simpele manier aan nut winnen door ze met PV-panelen te “bezaaien”; zonlicht is immers ook daar beschikbaar (Solangi et al., 2011). Tegelijkertijd is het zo dat zonne-energie het ruimtegebruik op een specifieke locatie helemaal niet hoeft te bepalen, aangezien zonnecollectoren en -panelen prima op de daken van huizen, bedrijfspanden of andere gebouwen kunnen worden gemonteerd. Dergelijk meervoudig ruimtegebruik is haast een randvoorwaarde voor de toepassing van zonne-energie, gezien de context van ruimtegebrek in Nederland die tabel 4.1 schetste. Al met al zitten er diverse voordelen aan zonne-energie en de mondiale toepassing ervan neemt de laatste jaren dan ook een steeds hogere vlucht, zoals figuur 5.2 bewijst voor wat betreft de PV-panelen. Anno 2011 wordt niettemin slechts 0,05 procent van de wereldwijde energiebehoefte gedekt door toepassingen van zonne-energie (Solangi et al., 2011).



Figuur 5.2: De exponentiële groei in de wereldwijde toepassing van PV-panelen (Bron: Zahedi, 2011).

Aan de manier waarop zonnepanelen en zonnecollectoren kunnen voorzien in de elektriciteits- en warmtebehoefte in een bepaald gebied, kleven vanzelfsprekend ook enkele nadelen. Zahedi (2011) constateert dat zon-PV-systemen en zonnecollectoren een onvoorspelbaar en sterk fluctuerend aanbod van energie opleveren. Het is immers zo dat er minder energie wordt gegenereerd op de momenten dat de zon achter de wolken verstopt zit. Daarbij komt dat de zonlichtinval gedurende de nacht altijd nihil is. Figuur 5.3 geeft het variërende aanbod van zonne-energie weer in Townsville, een stad in Australië. Op plekken met een andere lengte- en breedtegraad liggen verschillende verdelingen voor de hand, maar de piek midden op de dag is overal te verwachten. De energiebehoefte van huishoudens sluit hier doorgaans niet naadloos op aan, omdat veel mensen overdag naar hun werk zijn en thuis juist in de ochtend- of avonduren

veel energie consumeren. Om dezelfde reden ligt het in de lijn der verwachting dat het energieaanbod van zonnepanelen of -collectoren goed aansluit op de energievraag van bedrijven. In Nederland is het voor bedrijven evenwel minder aantrekkelijk om in PV-systemen te investeren, omdat zij aanzienlijk minder betalen per kilowattuur dan particulieren (Eurostat, 2011a). Zonne-energie opslaan en op een later moment benutten, is een mogelijke oplossing voor de mismatch tussen de vraag naar en het aanbod van zonne-energie op huishoudenniveau, maar anno 2011 zijn de hiervoor benodigde accu's nog zeer duur (Zahedi, 2011). Verder hebben zonnecollectoren het nadeel dat de instraling van de zon in de zomer, juist op het moment dat de warmtevraag relatief klein is, verreweg het grootst is (KNMI, 2003).



Figuur 5.3: Het fluctuerende aanbod aan energie dat PV-panelen opleveren gedurende een periode van drie dagen in de Australische plaats Townsville (Bron: Zahedi, 2011).

Het produceren en aanschaffen van zonnepanelen of -collectoren staan sowieso te boek als dure aangelegenheden; het consumeren van een kilowattuur afkomstig uit het “grijze net” is daardoor vrijwel overal nog goedkoper dan het consumeren van een kilowattuur afkomstig uit het “groene net” (Solangi et al., 2011; Verbong en Geels, 2007). Maar als de stijging in de vraag naar en het aanbod van zonne-energie doorzet, dan wordt deze duurzame-energie-techniek ook financieel gezien steeds aantrekkelijker, hoewel de financiering bij de aanschaf voor veel mensen problematisch blijft. Zonne-energie kan een huishouden of bedrijf echter op termijn zelfs iets opleveren, naast de besparing op de eigen energiekosten; een eventueel overschot aan geproduceerde kilowatturen kan in Nederland namelijk terug in het openbare elektriciteitsnet vloeien, waarbij een bedrag per geleverde kilowattuur wordt uitgekeerd (De Keizer et al., 2007).

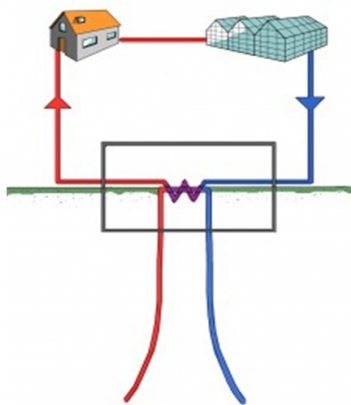
Ten slotte is er nog de visuele impact van zonnepanelen of -collectoren; ze zijn weliswaar stil en statisch, maar niet onzichtbaar en daarom heeft ook deze duurzame-energie-techniek haar weerslag op het aangezicht van de plek in kwestie. Hoewel Verbong en Geels (2007) menen dat de sociale acceptatie van het verschijnsel zonnepanelen groot is in Nederland, gaat de stelling “zonne-energie kan op iedere plek” niet op, want er kunnen overal bedrijven of huishoudens zijn die een zonnepaneel of -collector op hun dak niet mooi vinden. Het is in dat kader sowieso aannemelijk dat de toepassing van zonne-energie niet plaatsvindt op vastgoed waarvan het uiterlijk waarde vertegenwoordigt, wat onder meer bij rijksmonumenten het geval is.

Op andere plekken bestaan al met al weinig drempels voor de toepassing van zonne-energie. Wel is het zo dat sommige dakoppervlaktes geschikter zijn dan andere, omdat de inval van zonlicht niet overal gelijk is; een dakoppervlak gericht op het zuiden met een hellingshoek van 36 graden heeft in Nederland de grootste inval van zonlicht (De Keizer et al., 2007). Natuurlijk is het ook van belang dat er geen schaduw van andere objecten op het bewuste dakoppervlak te verwachten is. Overige factoren die invloed hebben op de energetische opbrengst van PV-systemen zijn het vermogen van de panelen en de verliezen in deze systemen.

5.4 - Geothermie

In Nederland loopt de gemiddelde jaartemperatuur uiteen van 9,3 tot 11,1 graden Celsius (KNMI, 2010). Om die reden bestaat er op gebouwniveau een sterke warmtevraag, aangezien de gewenste binnentemperatuur doorgaans rond de 20 graden Celsius bedraagt. Instraling van de zon en warmteproductie door mensen en apparaten voorzien in een deel van deze behoefte, maar vaak is nog extra warmte nodig. In dat geval zijn gasgestookte ketels of boilers de gebruikelijke “fossiele” oplossingen, die ook in de vraag naar warm tapwater kunnen voorzien. Er bestaan echter ook duurzame warmtebronnen, zoals aardwarmte, oftewel geothermie.

Met geothermie wordt de winning van energie uit diepe bodemlagen die deel uitmaken van de aardkorst bedoeld (Barbier, 2002; IEA, 2010). Juridisch gezien zijn in Nederland dieptes van meer dan 500 meter in het spel, maar feitelijk bevinden de meest geschikte watervoerende lagen zich op enkele kilometers diepte. Hieruit kan op lokaal niveau water met een temperatuur van 50 tot 120 graden Celsius worden opgepompt, waarmee huizen, kassen en andere ruimtes van warmte kunnen worden voorzien. Het afgekoelde water vloeit vervolgens terug in de bodem via een injectieput (Platform Geothermie, 2011; Ministerie van VROM, 2010). Figuur 5.4 geeft het principe van geothermie weer. Geothermie kan niet alleen worden aangewend voor directe warmteafgifte, maar ook fungeren als bron van elektriciteit, zolang de temperatuur van het water hoog genoeg is. Daarvoor zijn boringen op dieptes van ongeveer drie kilometer nodig. Het hete water zorgt dan voor stoom, waarmee een generator wordt aangedreven die elektriciteit opwekt. Geothermie is alleen mogelijk op plekken die geologisch gezien de juiste condities vertonen, waarbij de dikte van, temperatuur in en permeabiliteit van de watervoerende pakketten belangrijke parameters zijn. In dat kader is ook de kans op interferentie met boorputten voor aardgas- of oliewinning relevant (TNO, 2006b).



Figuur 5.4: Het principe van geothermie in vereenvoudigde vorm (Bron: Platform Geothermie, 2011).

De toepassing van geothermie heeft zowel voor- als nadelen. Huizen die voor hun warmtevraag een beroep doen op een geothermische bron, zorgen voor een CO₂-uitstoot die zestig tot zeventig procent lager is dan huizen die gebruikmaken van gas voor hun warmtebehoefte; de hoeveelheden CO₂ die alsnog vrijkomen, zijn te herleiden op het aardgas dat wordt verbrand tijdens piekbelastingen, terwijl indirect nog CO₂ wordt geproduceerd door het gebruik van fossiel opgewekte elektriciteit (Ministerie van VROM, 2010). De betrouwbaarheid van het warmteaanbod is een ander voordeel van geothermie: ongeacht de weersomstandigheden of het seizoen is een constant warmteaanbod te verwachten (IEA, 2010). De techniek heeft ten slotte een zeer geringe visuele impact en levert, op de boormomenten na, ook geen geluidsoverlast op.

Geothermie heeft niettemin verscheidene nadelen die de toepassing ervan niet aantrekkelijker maken. Zo bestaat het geologisch risico dat de boring energetisch gezien minder oplevert dan van tevoren wordt ingeschat. In Nederland is het evenwel zo dat er veel bekend is van de ondergrond, wat de kans op mislukte boringen vermindert. Dit komt doordat er in de loop der jaren veel exploratieboringen, productieboringen en seismische metingen zijn uitgevoerd ten behoeve van de gas- en oliewinning (Platform Geothermie, 2011; TNO, 2006b). Het ontwikkelen van geothermietoepassingen kan bovendien leiden tot lichte seismische schokken en ook kan afvalwater met kleine hoeveelheden chemicaliën vrijkomen. Het gaat hier echter om minieme risico's en voor het omgaan ermee bestaan internationale protocollen (IEA, 2010).

Geothermie gaat daarnaast gepaard met hoge investeringskosten; het slaan van putten en het boren tot op grote dieptes zijn acties waarvan de kosten tot in de miljoenen euro's lopen, en datzelfde geldt voor het aanleggen van een net voor de geothermische warmte. Hieruit volgt dat het slaan van een economische put enkel rendabel kan zijn indien genoeg warm water wordt geproduceerd en afgezet (IEA, 2010; Ministerie van VROM, 2010; Platform Geothermie, 2011). Daarom is geothermie met name geschikt voor projecten waarbij een grote warmtevraag in het spel is, waarbij de vraag van 2.500 woningen een geschat minimum is (Ministerie van VROM, 2010). In dat kader liggen met name kansen in gebieden met een grote rol voor woningcorporaties, aangezien een initiatiefnemer daar slechts met één partij om tafel hoeft om een grote warmteafzet te kunnen garanderen. Ook geldt dat compacte bouw de kansen op rendabele toepassing van geothermie verhoogt, aangezien de kosten voor een warmtenet lager zijn wanneer een geconcentreerde afzet tot de mogelijkheden behoort. Overigens staan tegenover de hoge investeringskosten juist lage en voorspelbare variabele kosten, aangezien fluctuaties in de gasprijs niet langer aan de orde zijn (Ministerie van VROM, 2010).

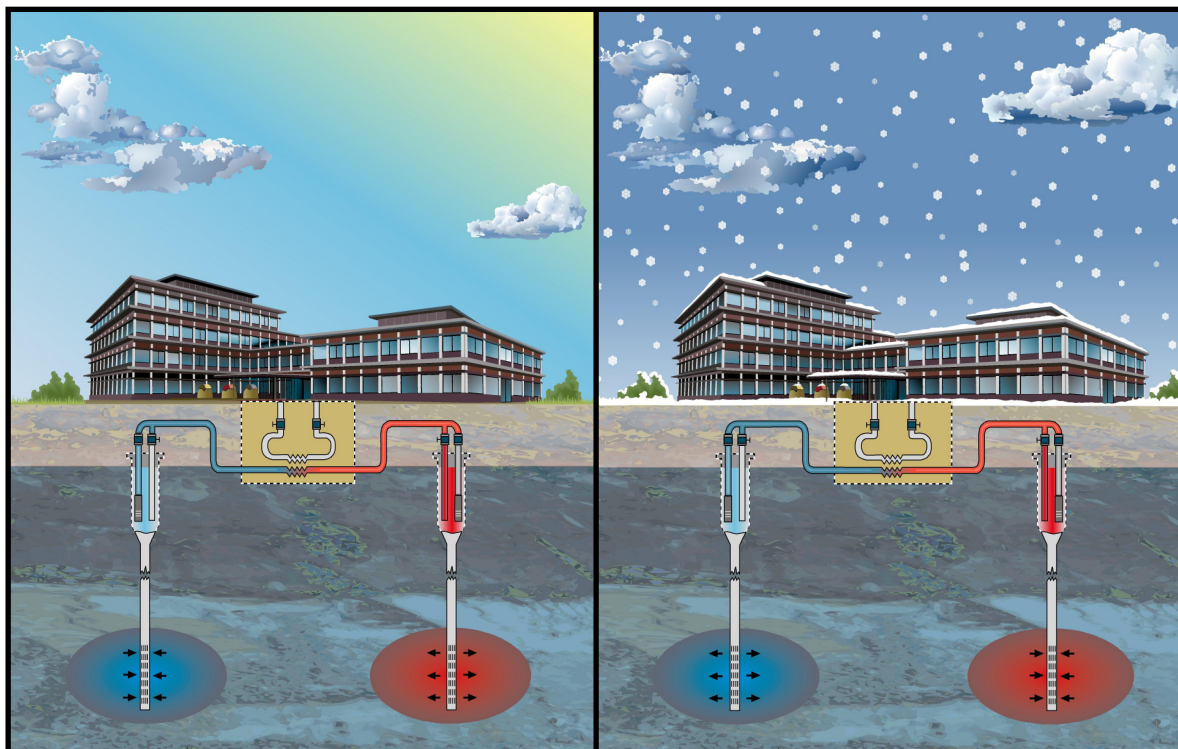
Het slaan van een geothermieput heeft ook op procedureel gebied flink wat voeten in de aarde. Voor het aanvragen van alle benodigde opsporings-, mijnbouw- en winningsvergunningen moet anno 2010 in Nederland een periode van vijftien tot achttien maanden worden uitgetrokken. Het verwerven van steun van stakeholders op het lokale niveau is een andere tijdsintensieve kwestie die relevant is (Ministerie van VROM, 2010).

Ten slotte kunnen organisatorische omstandigheden bepalend zijn voor de rol die geothermie speelt in de transitie naar een duurzame energiehuishouding. Zo herkent de International Energy Agency (2010) in de geringe beschikbaarheid van expertise op het gebied van geothermie een sta-in-de-weg voor het grootschalig benutten van deze duurzame energiebron. Dit is vooral relevant voor de optie "elektriciteit uit geothermie", die wereldwijd nog in de kinderschoenen staat in vergelijking met de directe toepassing van geothermie.

5.5 - Warmte- en koudeopslag

Warmte- en koudeopslag (hierna: WKO) is een duurzame-energie-techniek waarbij energie in de bodem wordt opgeslagen, op een diepte tot enkele honderden meters. Met deze energie kunnen gebouwen en ruimtes zowel worden verwarmd als verkoeld; een toepassing waarin geothermie niet kan voorzien. Omdat koeling normaal gesproken veel energie kost en de vraag hiernaar almaar toeneemt, onder meer doordat huizen steeds beter worden geïsoleerd, is WKO een techniek waar muziek in zit (Ministerie van VROM, 2010; Agentschap NL, 2010).

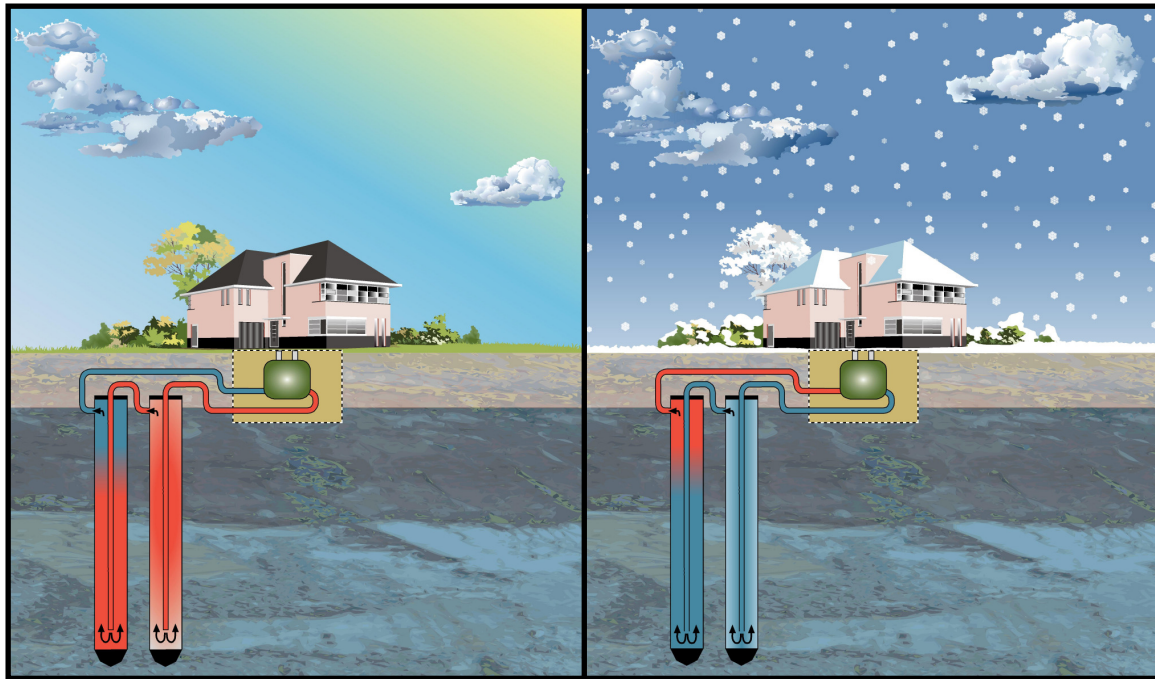
Er zijn twee wezenlijk verschillende WKO-toepassingen: open en gesloten systemen. In het geval van open systemen worden twee bronnen geboord in een grondwaterlaag. In de regel gebeurt dit op een diepte tussen de twintig en tweehonderd meter, waar de watervoerende zandlagen (aquifers) zich bevinden. In de zomer, als er vraag naar koeling bestaat, wordt grondwater uit een koude bron opgepompt. Met behulp van een warmtewisselaar wordt warmte uit het gebouw opgenomen en het opgewarmde water vloeit terug in de warme bron. In de winterperiode, als er juist een warmtevraag bestaat, verloopt dit proces omgekeerd: het warme grondwater wordt opgepompt en een warmtewisselaar onttrekt hier een paar graden Celsius aan, waarmee een ruimte kan worden verwarmd. Het afgekoelde grondwater wordt nu in de koude bron geïnfiltrerd; zie figuur 5.5 (Ministerie van VROM, 2010; Omer, 2008; Sanner et al., 2003).



Figuur 5.5: Het principe van een open warmte-/koudebron-systeem in de zomer- (links) en winterperiode (Bron: Provincie Drenthe, 2011a).

Gesloten WKO-toepassingen kennen hetzelfde seizoensgebonden systeem, maar hierbij is geen rol voor grondwater weggelegd; water met een antivriesmiddel wordt door een buizenstelsel in de bodem gepompt, waarbij koude of warmte aan de bodem wordt onttrokken via een bodemwarmtewisselaar; zie figuur 5.6. Het energetisch rendement van gesloten systemen, die op hun beurt nog weer horizontale en verticale varianten kennen, is doorgaans lager dan dat van open systemen (Ministerie van VROM, 2010; Omer 2008).

De toepassing van open en gesloten WKO-systemen leidt al met al tot een aanzienlijke energiebesparing en vermindering van de CO₂-uitstoot, waarbij een duurzaam antwoord op de vraag naar koeling het “unique selling point” is (Ministerie van VROM, 2010). WKO is bovendien een marktrijpe, commercieel aantrekkelijke en op brede schaal toegepaste techniek die reeds aan het begin van de jaren negentig tot wasdom is gekomen (Agentschap NL, 2010). Niettemin stelt Omer (2008) dat een gebrek aan bewustzijn omtrent de mogelijkheden van WKO veel mensen ervan weerhoudt gebruik te maken van deze duurzame-energie-techniek.



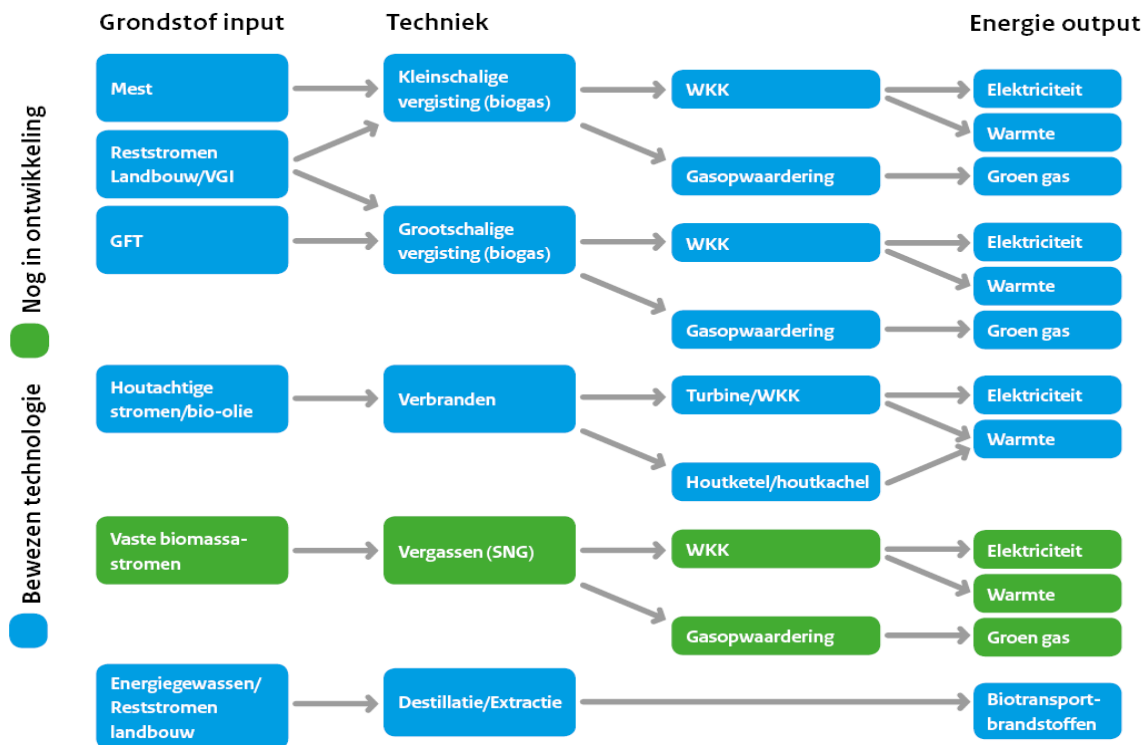
Figuur 5.6: Het principe van een gesloten en verticaal georiënteerd WKO-systeem met een bodemwarmtewisselaar in de zomer- (links) en winterperiode (Bron: Provincie Drenthe, 2011a).

Er bestaan ook andere inzichten die de rol van WKO in de energietransitie beperken: diverse ongewenste gevolgen kunnen optreden, zoals schade aan bodemlagen, veranderingen in grondwaterstromen of de grondwaterstand, wijzigingen in het chemische evenwicht en - in het geval van gesloten systemen - lekkages, waardoor milieuvreemde stoffen in de bodem kunnen belanden. Daarom geldt voor de meeste WKO-systemen in Nederland een vergunningsplicht (Agentschap NL, 2010).

WKO kan sowieso niet ieder huis of bedrijfspand een duurzaam gezicht geven. Dat heeft enerzijds te maken met de aard van de techniek en anderzijds met de fysieke eigenschappen van de plekken in kwestie. Wat betreft de aard van de techniek geldt dat gesloten en open systemen gemeen hebben dat de vrijkomende temperaturen relatief laag zijn, waardoor de toepassing is voorbehouden aan systemen die geen hoge temperaturen vereisen, zoals vloer- of wandverwarming. De meeste woningen hebben echter andere verwarmingssystemen en een beperkte koudevraag. Om die reden wordt WKO hoofdzakelijk toegepast in de utiliteitsbouw. Open systemen passen al met al het beste bij grote kantoren, industrieterreinen en de glastuinbouw, terwijl ook woonbebouwing kansrijk is vanaf dertig tot vijftig huizen, mits de genoemde koudevraag en systemen voor lage temperatuurverwarming voorhanden zijn (Agentschap NL, 2010). Gesloten systemen worden doorgaans per huis aangelegd, hoewel een collectieve oplossing voor een appartementencomplex of soortgelijke woningclusters ook tot de mogelijkheden behoort (Ministerie van VROM, 2010). De fysieke eigenschappen van de plek in kwestie zijn relevant omdat de toepasbaarheid van WKO onder meer afhangt van de bodemgeschiktheid, archeologische waarden en de aanwezigheid van waterwinning. Ook de locatie van andere WKO-systemen is relevant, aangezien geclusterde systemen elkaar negatief kunnen beïnvloeden (Ministerie van VROM, 2010; Agentschap NL, 2010).

5.6 - Biomassa

Biologisch afbreekbare producten uit de natuur, waarvoor biomassa de verzamelnaam is, kunnen ook worden ingezet voor de productie van duurzame energie. Snoeihout, gft-afval, mest, gras, stro, vezels en plantaardige of dierlijke vetten kunnen via uiteenlopende technieken worden omgezet in elektriciteit, warmte en/of groen gas, zoals figuur 5.7 weergeeft. Het kader van dergelijke activiteiten wordt niet alleen gevormd door de subtransitie, maar ook door de transitie die afval doormaakt: van iets met een negatieve waarde naar iets met een positieve waarde (Debets, 2011). Figuur 4.2 laat zien dat biomassa een techniek is die in Nederland garant staat voor meer dan de helft van alle duurzaam opgewekte energie. Dit is echter voor het overgrote deel toe te schrijven aan de co-verbranding van biomassa en kolen in elektriciteitscentrales, en (nog) niet aan de zuivere inzet van organische reststromen. Toch zien Debets (2011), Verbong en Geels (2007) en Junginger et al. (2004) in de subtransitie een grote rol weggelegd voor biomassa. De toepassing ervan in Nederland heeft tussen 2003 en 2008 al een stevige groei doorgemaakt: aan het einde van het laatstgenoemde jaar bestonden 78 biovergistingsinstallaties en 16 verbrandingsinstallaties, die toentertijd genoeg elektriciteit leverden voor 280.000 huishoudens (Ministerie van Economische Zaken, 2010).



Figuur 5.7: Uit diverse biomassastromen kan energie worden behaald dankzij de toepassing van verschillende technieken (Bron: Ministerie van Economische Zaken, 2010).

Biomassa heeft, net als alle eerder omschreven duurzame energiebronnen, het voordeel dat het aanbod van de grondstof oneindig is, terwijl geen extra CO₂-uitstoot plaatsvindt bij de verbranding of vergisting ervan. Het woord "extra" verwijst naar het feit dat planten en bomen in hun levensloop CO₂ opnemen; bij verbranding, vergisting en of vergassing komt daarom CO₂ vrij, maar nooit meer dan de hoeveelheid die in de atmosfeer terecht zou komen wanneer de bomen of planten op een natuurlijke wijze zouden vergaan (Wahlund et al., 2004; Ministerie van VROM, 2010; Ministerie van Economische Zaken, 2010).

De elektriciteit en warmte die voortkomen uit de vergisting van biomassa, belanden dankzij een biogasdistributienet en een gasmotor met stoomgenerator - een zogenaamde warmtekrachtkoppeling of WKK - bij huishoudens en bedrijven, zoals figuur 5.7 duidelijk maakt. Een voordeel van een WKK is dat deze veel flexibiliteit voor de eindgebruiker oplevert; afhankelijk van de warmtevraag kan altijd aanvullend elektriciteit worden geleverd. En mocht meer elektriciteit nodig zijn dan de stoomgenerator kan leveren, bestaat de mogelijkheid alsnog een beroep te doen op het conventionele elektriciteitsnet (Ministerie van VROM, 2010). De “input” voor het verwerven van energie uit biomassa kan overigens zeer verschillend zijn. Figuur 5.7 raakt al aan dit gegeven en tabel 5.1 biedt hier meer inzicht in.

| Hoofdgroep | Subcategorie | Indeling |
|--------------------------|-------------------------------------|--|
| 1. Houtige stromen | 1.1 Vers resthout | 1. Vers resthout 2. Energieteelt |
| | 1.2 Houtverwerkende industrie | 3. Schoon resthout uit industrie |
| | 1.3 Gebruikt hout | 4. Gescheiden ingezameld hout, A-kwaliteit 5. Gescheiden ingezameld hout, B-kwaliteit 6. Gescheiden ingezameld hout, C-kwaliteit |
| 2. Niet-houtige biomassa | 2.1 Graangewassen | 7. Granen 8. Stro van granen |
| | 2.2 Grassen | 9. Bermgras 10. Hooi van gras 11. Hennep, vlas 12. Energieteelt |
| | 2.3 Oliezaden | 13. Olie 14. Stro 15. Schillen en schroot |
| | 3.1 Voeding-/genotmiddelenindustrie | 16. VGI-bijproducten (frituurvet, vetzure, diersoep etc.) |
| | 3.2 Keukens | 17. Swill |
| | 3.3 Groente-, Fruit- en Tuinafval | 18. GFT |
| 3. Overigen | 3.4 Afval | 19. Afval |
| | 3.5 Oud papier en karton | 20. Oud papier en karton |
| | 3.6 Textiel | 21. Textiel |
| | 3.7 Shredderafval | 22. Shredderafval |
| | 3.8 Reinigingsdienstenaafval | 23. Reinigingsdienstenaafval |
| | 3.9 Mest | 24. Kippenmest 25. Runder- en varkensmest |
| | 3.10 Slib van RWZI | 26. Slib RWZI |
| | 4. Recovered fuels | |

Tabel 5.1: De onderverdeling van soorten biomassa (Bron: TNO, 2010).

Biomassa kan dus afkomstig zijn uit reststromen (denk aan GFT), maar ook speciaal met energetische doelen worden geteeld. In het laatste geval is extra belasting op ruimte een gegeven, terwijl biomassa uit afvalstromen slechts om een ander type beheer vraagt. Het unieke van biomassa ten opzichte van andere bronnen voor duurzame energie is dat de grondstof zeer mobiel is; biomassa kan over de weg, op het water of anderszins worden vervoerd naar een geschikte plek voor verwerking zonder dat de biomassa direct aan kwaliteit inboet. Afstanden van meer dan honderd kilometer worden niettemin als niet-lonend beschouwd en uiteraard bestaat het (duurzame) uitgangspunt dat installaties voor de verwerking bij voorkeur zo dicht mogelijk bij de bestaande bronnen worden geplaatst (Van Hoorn et al., 2010).

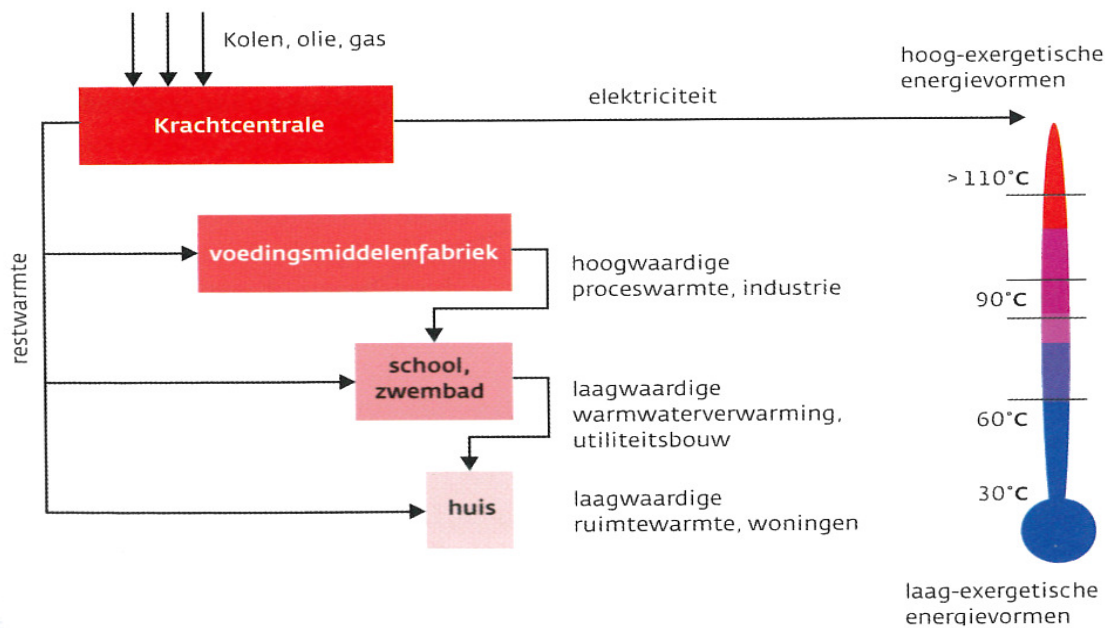
Deze bio-energiecentrales zijn evenwel vanuit sommige perspectieven bekeken ongewenst. Volgens Rösch en Kaltschmitt (1999) en het Ministerie van Economische Zaken (2011) belet de productie van geur de toepassingsmogelijkheden van biomassa. Ook de extra verkeersdruk bij de centrale en geluidsoverlast worden omschreven als negatieve gevolgen, terwijl verbranding, vergassing en vergisting technieken zijn waarbij schadelijke stoffen kunnen vrijkomen.

Het kiezen van een locatie voor een bio-energiecentrale is logischerwijs alleen aan de orde als er voldoende aanbod van biomassa beschikbaar is om de centrale rendabel te laten functioneren. Ook de kwaliteit van de biomassa is een relevant gegeven; het verbranden van nat snoeihout is bijvoorbeeld geen gewenste gang van zaken. Naast deze aanbodeisen is het van belang dat er voldoende vraag naar warmte (en elektriciteit) bestaat. Het Ministerie van VROM (2010) ziet vergisting als optie indien bedrijventerreinen een omvang vanaf tachtig hectare hebben; voor huishoudens wordt een drempelwaarde van vijfhonderd woningen aangehouden, waarbij geldt dat de toepassing van een micro-WKK het meest rendabel is voor huizen die jaarlijks meer dan 1.600 kubieke meter gas verstoken. Het vergisten of vergassen van biomassa gebeurt in Nederland hoofdzakelijk bij agrarische bedrijven en bij rioolwaterzuiveringsinstallaties. De afzetmogelijkheid van de warmte is doorgaans kaderstellend bij het bepalen van de exacte locatie voor bio-energiecentrales: bestaande bedrijventerreinen, de rand van een (geplande) woonwijk, de glas(tuinbouw) en zwembaden zijn voorbeelden van kansrijke plekken voor de warmteafzet, maar niet per definitie; een industrieterrein met een lage mate van bedrijfszekerheid is bijvoorbeeld geen verstandige keuze voor de warmteafzet (Ministerie van VROM, 2010).

5.7 - Restwarmtebenutting

Een andere energietechniek die stoelt op het inzicht dat afval een positieve waarde kan hebben, is restwarmtebenutting. Restwarmte wordt door het Ministerie van VROM (2010) omschreven als “de warmte die vrijkomt/geloozd wordt op het moment dat het voor de betreffende partij geen waarde meer heeft” (pp.148), waarbij afvalverwerkingsinstallaties, elektriciteitscentrales en industrieën gewoonlijk de rol van “betreffende partij” vervullen. De ontvangende partij kan een woonwijk zijn, een ander bedrijf en in sommige gevallen zelfs het eigen bedrijf, voor de ruimteverwarming of wanneer warmte benodigd is voor (delen van) het productieproces (Agentschap NL, 2011b). In het rapport CO2040 van Posad en Except (2009) wordt restwarmte omschreven als een “kapitaalgoed”. Met de hitte die industriële bedrijven in de Rotterdamse haven produceren, zou de gehele stadsregio bijvoorbeeld van voldoende warmte kunnen worden voorzien. Wanneer dit principe met diverse tussenstappen wordt uitgebreid, is sprake van energiecasclading, zoals figuur 5.8 uitbeeldt.

Door restwarmte niet langer in de lucht te laten verdwijnen, maar functioneel in te zetten bij andere warmtevragers, wordt onnodig verbruik van energie voorkomen. Daarmee wordt de atmosfeer ontzien van extra CO₂-uitstoot (Holmgren, 2006; Van Kann en De Roo, 2010; Ministerie van VROM, 2010). De techniek lijkt daarom beter te passen bij stap 1 van de Trias Energetica (het voorkomen van onnodig energiegebruik) dan bij stap 2 (het duurzaam opwekken van energie). Niettemin staat het duurzaam verwerven van “energie-input” centraal, terwijl de techniek - net als verschillende andere duurzame energiebronnen - een expliciete ruimtelijke component bevat. Restwarmtebenutting is immers alleen mogelijk als de warmte niet over grote afstanden getransporteerd hoeft te worden; onacceptabele warmteverliezen (en kosten) liggen anders in het verschiep (Van Kann en De Roo, 2011). De vraag “wat kan waar?” is al met al zeer relevant voor restwarmtebenutting en dat is precies de reden dat deze techniek aandacht verdient bij het maken van een energiepotentiekaart.



Figuur 5.8: Het principe van energiecascadering, waarbij gebruik wordt gemaakt van restwarmte (Bron: Van Kann en De Roo, 2011).

In Nederland bestaan circa dertig stadsverwarmingsnetten die de toepassing van restwarmtebenutting direct mogelijk maken. In totaal worden ongeveer 250.000 woningen verwarmd dankzij de industriële activiteiten in de omgeving (Ministerie van VROM, 2010). Menkveld et al. (2001) constateren evenwel dat veel lokale overheden kansen laten liggen doordat zij restwarmtebenutting niet zien als een sturend element in de ruimtelijke ordening; de vraag “waar kan het nog?” bepaalt de locatie van een nieuwe wijk of bedrijventerrein, terwijl de aanwezigheid van een restwarmtebron vaak geen rol speelt.

Ondanks het feit dat restwarmtebenutting de atmosfeer behoedt voor extra CO₂-emissies, mogen verscheidene kanttekeningen niet onbenoemd blijven, die overigens allemaal niet-energetisch van aard zijn. Het exploitabel inrichten van een warmtenet wordt bijvoorbeeld steeds moeilijker doordat woningen alsmear beter geïsoleerd raken, waardoor hun vraag naar warmte afneemt (Ministerie van VROM, 2010). Restwarmtebenutting is sowieso een kapitaalintensief gebeuren en daarom is het aanleggen van een warmtenet alleen rendabel als de productie en afzet van warmte qua omvang toereikend is. Ten slotte is restwarmtebenutting een techniek waarbij een behoorlijk proces voorafgaat aan de eventuele toepassing: gemeentes, provinciën, woningcorporaties, industrieën, projectontwikkelaars, bewoners, groenfondsen en exploitanten hebben allemaal een “stake” en daardoor komt er heel wat “people management” kijken bij het creëren van draagvlak (Ministerie van VROM, 2010).

Een schaalgrootte van ongeveer duizend woningen is volgens het Ministerie van VROM (2010) een drempelwaarde voor de toepassing van restwarmtebenutting. Wat betreft de bron is de aanwezigheid van een warmteproducent uiteraard de eerste randvoorwaarde. Hierbij is het ook van belang dat de industrie, afvalverwerkingsinstallatie of elektriciteitscentrale in kwestie zich zowel op de korte termijn (ieder uur van de dag) als op de lange termijn (geen plannen voor verhuizing dan wel stopzetting) heeft bewezen als een betrouwbare warmteleverancier (Holmgren, 2006; Ministerie van VROM, 2010).

5.8 - Overzicht

De generieke (on)mogelijkheden van windenergie, zonne-energie, geothermie, WKO, energie uit biomassa en restwarmtebenutting zijn nu benoemd. Alle voor- en nadelen staan nog eens in tabel 5.2 weergegeven, inclusief de ruimtelijke randvoorwaarden voor de toepassing ervan. Uit hoofdstuk 7 blijkt - op basis hiervan - per duurzame-energie-techniek welke aanknopingspunten de lokale context van de gemeente Assen biedt, waarmee stap drie uit het aan de methodiek van Harper ontleende stappenplan invulling krijgt. Een analyse van de energiebehoefte in het studiegebied gaat daaraan vooraf. Deze analyse hoort bij stap 2 uit het driestappenplan en volgt in hoofdstuk 6.

Duurzame-energie-technieken: voor- en nadelen en indicatoren voor de ruimtelijke toepassing (wat kan waar?)Algemene voordelen duurzame-energie-technieken:

- Reductie CO₂-uitstoot en andere emissies
- Onuitputtelijke/hernieuwbare energievoorziening
- Omzeiling afhankelijkheid van olie- en gasproducerende landen
- Lagere en stabiele energiekosten op de lange termijn
- Ontstaan lokale werkgelegenheid

WINDENERGIEExtra voordelen:

- Gratis en overal beschikbaar

Ruimtelijke overwegingen:

- Windsnelheid
- Aanwezigheid andere objecten (wake-effect)
- Bodemgesteldheid
- Landschap(sstructuur)
- Afstand tot elektr.net
- Impact geluid (max. 47 dB(A) bij dichtstbijzijnde woning)
- Impact slagschaduw (beperkende maatregelen bij afstand tot woningen < 12 * rotor-diameter en 17 dg/jr > 20 min. slagschaduw)
- Planologische context (aan-/laagvliegroutes en CNS-systemen)

Nadelen:

- Hoge investeringskosten
- Sterk fluctuerend aanbod van energie
- Landschapsvervuiling
- Geluidsoverlast
- Hinder door slagschaduw
- Turbines als 'birdshredder'

ZONNE-ENERGIEExtra voordelen:

- Gratis en overal beschikbaar
- Stil en bewegingsloos
- Onderhoudsarm
- Efficiency onafhankelijk van omvang (PV)
- Beperkte weerslag op landschap

Ruimtelijke overwegingen:

- Aanbod van zonneshijn
- Beschikbaarheid (dak-)oppervlakte
- Esthetische waarde van daken/panden (monumenten)

Nadelen:

- Onvoorspelbaar en sterk fluctuerend aanbod
- Mogelijk mismatch vraag/aanbod op huishoudenniveau
- Financieel minder voordelig voor bedrijven

GEOTHERMIEExtra voordelen:

- Kan warmte én elektriciteit opleveren
- Betrouwbare, constante voorziening
- Geringe weerslag op landschap
- Geen geluidshinder in operationele modus
- Lage, voorspelbare variabele kosten

Ruimtelijke overwegingen:

- Geologische condities
- Interferentie met andere boorputten
- Aanwezigheid grote warmtevraag (≥ 2500 woningen)
- Aanwezigheid compacte bouw

Nadelen:

- Risico op tegenvallende energetische opbrengst
- Zeer hoge investeringskosten
- Procedurele/procesmatige drempels
- Overlast tijdens slaan bron
- Mogelijk gebrek aan expertise

WKOExtra voordelen:

- Aanbod van warmte én koude
- Marktrijp, rendabel en commercieel aantrekkelijk
- Lage, voorspelbare variabele kosten

Ruimtelijke overwegingen:

- Aanwezigheid utiliteitsbouw / compacte wijk (vanaf 30-50 huizen) met warmte- en koudevraag (bij open systemen)
- Aanwezigheid systemen voor lage temperatuurverwarming (LTV)
- Interferentie met andere boorputten
- Geologische context / bodemgesteldheid (drinkwaterwin-gebieden & archeologische waarden & Natura 2000)

Nadelen:

- Mogelijke schade aan bodemlagen
- Mogelijke veranderingen in grondwaterstromen / chemisch evenwicht
- Mogelijke lekkages (gesloten systemen)
- Hoge investeringskosten
- Beheer en onderhoud vergt veel aandacht

BIOMASSAExtra voordelen:

- Nuttig gebruik van afval
- Micro-WKK'en bieden flexibiliteit

Ruimtelijke overwegingen:

- Noodzaak voldoende en hoogwaardig aanbod van biomassa
- Noodzaak voldoende vraag (voor collectief biogasnetwerk: bedrijventerrein van 80 ha. of ≥ 500 woningen; micro-WKK bij gasverbruik ≥ 1600 m³)
- Impact geur/geluid
- Verkeerssituatie

Nadelen:

- Mogelijke geluids- en/of geuroverlast
- Mogelijke emissies
- Extra verkeersstromen
- Sommige technieken staan nog in de kinderschoenen (vergassing)

RESTWARMTEBENUTTINGExtra voordelen:

- Nuttig gebruik van afval

Ruimtelijke overwegingen:

- Aanwezigheid warmteproducent
- Betrouwbaarheid bron (korte en lange termijn)
- Noodzaak clustering aanbod en afzet (≥1000 woningen)

Nadelen:

- Hoge kosten eventuele aanleg warmtenet
- Procesmatig lastig
- Vraag naar warmte daalt door betere isolatie

Tabel 5.2: Voor- en nadelen van duurzame-energie-technieken met indicatoren voor de ruimtelijke toepassing (Eigen tabel).

Hoofdstuk 6: De energiebehoefte in Assen

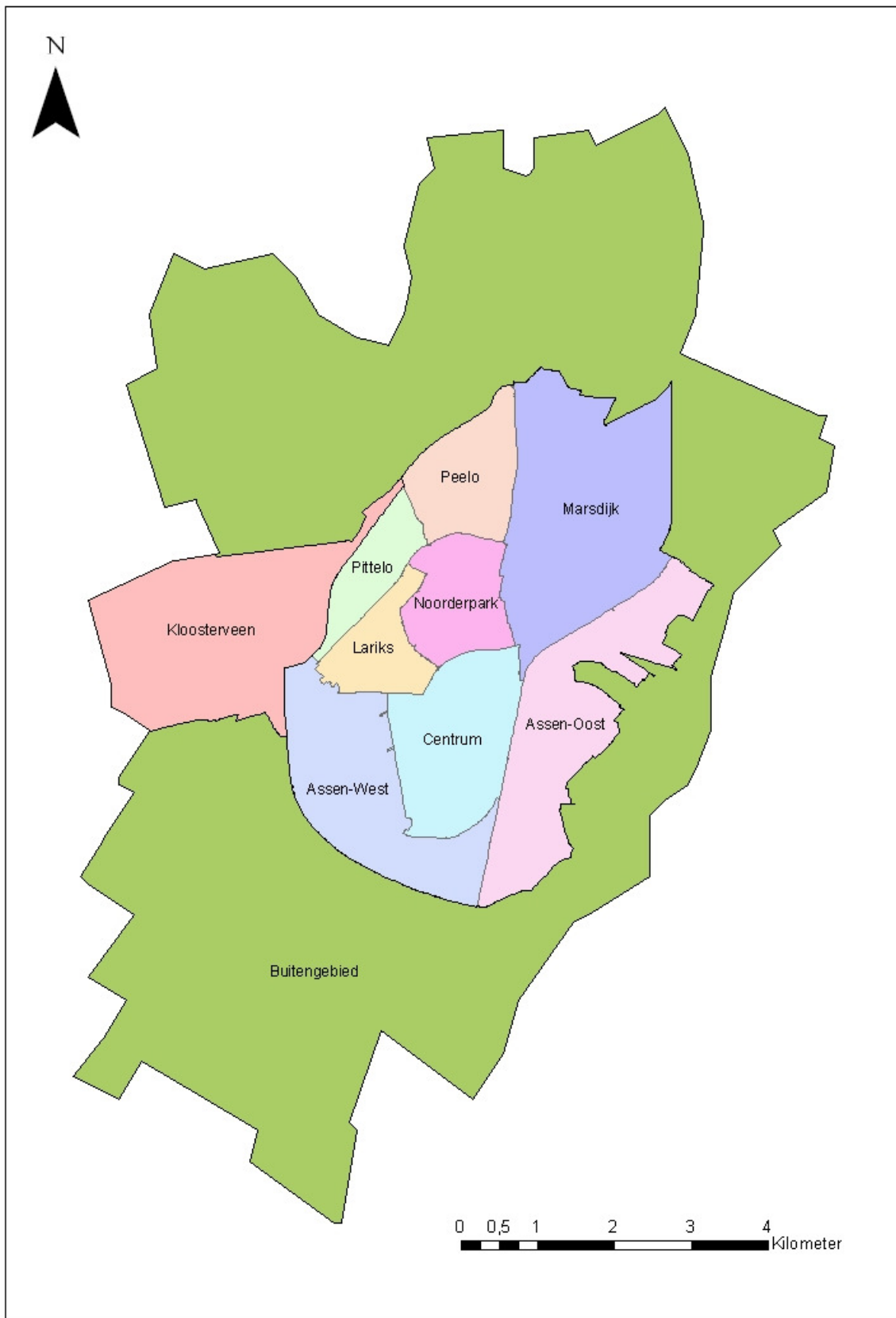
Een overheid die de ambitie heeft op termijn CO₂-neutraal te zijn, kan het gewicht van deze opgave pas inschatten op het moment dat de hoeveelheid energie die wordt gevraagd door de huishoudens, bedrijven en instellingen bekend is. Ook de verdeling van de totale energievraag over huishoudens, bedrijvenparken en dergelijke is onmisbare informatie voor het bepalen van de wijze waarop de gewenste verduurzaming van de energiehuishouding plaats kan vinden. Uit hoofdstuk 5 is immers gebleken dat de mogelijkheid om duurzame-energie-technieken in te zetten nadrukkelijk samenhangt met de aard van het bovengrondse energiegebruik. In dit hoofdstuk staat de analyse van de energiebehoefte in het studiegebied - de gemeente Assen - centraal. Op een schets van het studiegebied (paragraaf 6.1) volgen inzichten wat betreft de verdeling van de totale energievraag (paragraaf 6.2).

6.1 - De gemeente Assen

Assen is één van de twaalf gemeenten in de provincie Drenthe en telt in 2010 bijna 67.000 inwoners (Gemeentelijke Basisadministratie Assen, 2010). De gemeente heeft een stads karakter door de aanwezigheid van de gelijknamige provinciehoofdstad en telt negen wijken (zie figuur 6.1 op de volgende pagina), waarvan de belangrijkste kenmerken in tabel 6.1 staan weergegeven. Assen geldt als een ruim opgezette tuinstad met een relatief lage woningdichtheid (Hilberts, 2011). Ongeveer de helft van deze woningen is in het bezit van woningcorporaties. Er zijn geen wijken waarin deze stichtingen meer dan zestig procent van het aantal huizen in het bezit heeft. Naast de stad Assen bevinden de dorpen Rhee, Loon, Witten, Ter Aard en Ubbena en de buurtschappen Anreep, Graswijk, De Haar, Schieven en Zeijerveen zich binnen de gemeentegrenzen, evenals het Asserbos en het beroemde TT-circuit. Assen profileert zichzelf als een leefbare en groene gemeente die aan de oostzijde is omgeven door het karakteristieke beekdallandschap van de Drentsche Aa. De dienstverlening, de zorg en de overheid zijn de grootste sectoren en Assen vormt samen met Groningen de dragende as in het stedelijke netwerk Groningen-Assen, dat zich als economische motor van Noord-Nederland wil bewijzen (Gemeente Assen, 2010b). Op energiegebied wordt in de behoefte aan gas en elektra voorzien dankzij de klassieke aardgasleidingen en het elektriciteitsnet; de gemeente beschikt niet over een eigen warmtedistributienet.

| Wijk | Aantal inwoners | Aantal inwoners per km ² | Aantal woningen | Aantal woningen per km ² | Ingelegen bedrijventerreinen |
|---------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--|
| Centrum | 5.405 | 1.700 | 3.063 | 963 | Stationsgebied |
| Lariks | 5.710 | 4.369 | 3.118 | 2.386 | |
| Noorderpark | 8.618 | 4.647 | 4.457 | 2.403 | |
| Assen-Oost | 7.893 | 1.751 | 3.897 | 865 | |
| Pittelo | 3.856 | 3.399 | 1.581 | 1.394 | |
| Assen-West | 4.165 | 1.046 | 1.786 | 449 | Schepersmaat, Huize Nassau, Zendmastlocatie |
| Peelo | 6.930 | 3.645 | 2.946 | 1.550 | Peelerpark |
| Marsdijk | 12.975 | 2.202 | 4.837 | 821 | Stadsbedrijvenpark, Borgstee, Marsdijk I, Messchenveld |
| Kloosterveen | 10.219 | 1.656 | 3.515 | 570 | Kloosterveen tussengebied |
| Buitengebied | 1.099 | 22 | 423 | 8 | |
| Totaal Assen | 66.870 | 810 | 29.623 | 359 | |

Tabel 6.1: Kenmerken van de wijken in Assen (Bron: Gemeente Assen, 2011b).



Figuur 6.1: De locatie van de negen wijken binnen de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van de CBS Wijk- en Buurtkaart, 2010).

6.2 - Energievraag

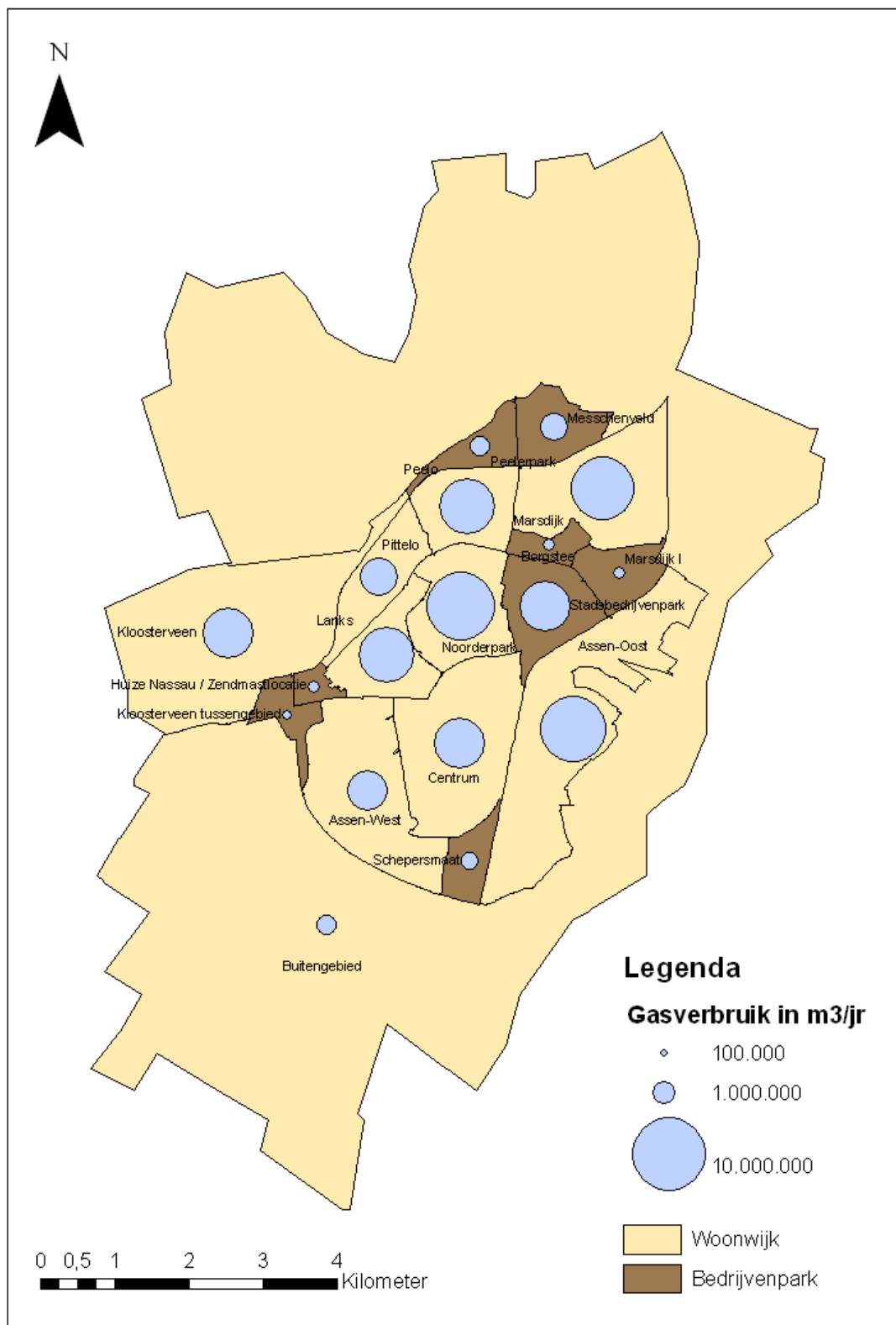
In de negen wijken van de gemeente Assen wordt op ieder moment van de dag energie geconsumeerd, hoofdzakelijk in de vorm van gas - om een comfortabele temperatuur in gebouwen te realiseren en te voorzien in de behoefte aan warm tapwater - en elektriciteit, zodat de mogelijkheden die elektrische apparaten bieden, kunnen worden benut. Het verbruik van de huishoudens en bedrijven binnen de gemeentegrenzen van Assen is in 2011 onderzocht door adviesbureau Intij. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de energievraag in bedrijvenparken en de energievraag in de delen van de wijken waarin zich hoofdzakelijk woningen bevinden.

Cijfers en beelden

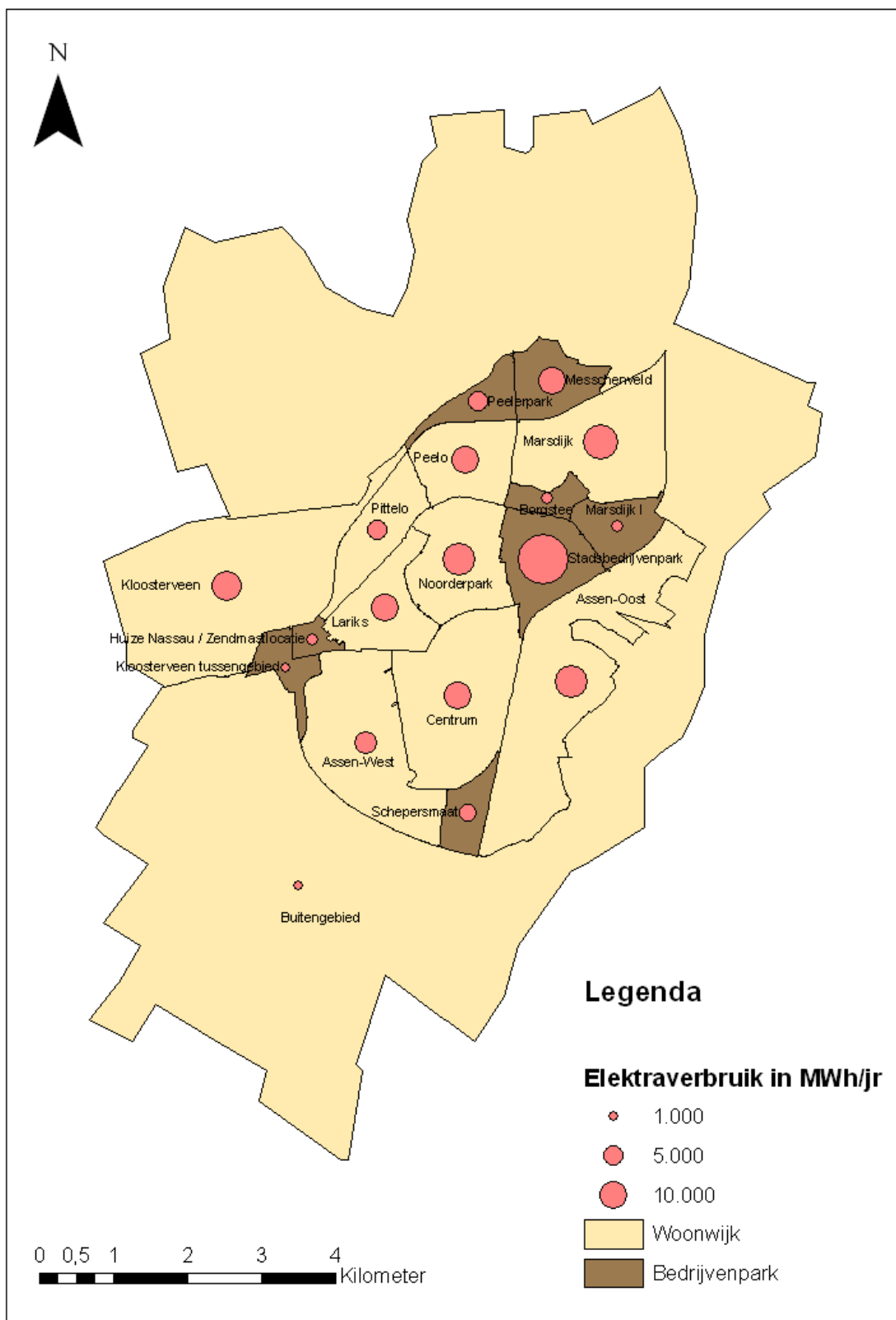
Door middel van een inventariserend onderzoek is het gas- en elektraverbruik van de diverse woonwijken en bedrijventerreinen achterhaald. Ondanks het feit dat bij diverse partijen navraag is gedaan, is dikwijls gebruikgemaakt van kengetallen, wegens een gebrek aan respons. Indicatoren die aan de basis van deze kengetallen liggen, zijn onder meer het bruto vloeroppervlak van bedrijven en de inhoud van bedrijfsgebouwen of woningen (Brandsen et al., 2011). In figuur 6.2 staat de verdeling van de totale jaarlijkse gasvraag in Assen, die ruim 58 miljoen kubieke meter bedraagt, weergegeven. Figuur 6.3 laat zien hoe de jaarlijkse totale elektravraag, die ruim 160 gigawattuur bedraagt, is verdeeld over de woonwijken en bedrijvenparken. Tabel 6.2 geeft per bedrijvenpark en woonwijk het absolute gas- en elektraverbruik nog eens weer. Overigens biedt de webtool "Energie in Beeld" van netbeheerders Liander en Enexis de mogelijkheid om op postcode- en buurtniveau het energieverbruik zonder hulp van enige kengetallen in kaart te brengen. Assen gaat in de loop van 2011 voor het eerst gebruikmaken van deze dienst.

| Woonwijk | Gasverbruik (m ³ per jaar) | Elektraverbruik (MWh per jaar) |
|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Centrum | 4.514.862 | 10.414 |
| Lariks | 5.824.424 | 10.601 |
| Noorderpark | 8.325.676 | 15.154 |
| Assen-Oost | 7.583.562 | 13.250 |
| Pittelo | 2.610.231 | 5.375 |
| Assen-West | 2.948.686 | 6.072 |
| Peelo | 5.503.128 | 10.016 |
| Marsdijk | 7.052.346 | 16.466 |
| Kloosterveen | 4.833.125 | 11.951 |
| Buitengebied | 741.096 | 1.438 |
| Totaal | 49.937.136 (=1.580.510 GJ) | 100.718 (=362.586 GJ) |
| Bedrijvenpark | Gasverbruik (m ³ per jaar) | Elektraverbruik (MWh per jaar) |
| Huize Nassau/Zendmastlocatie | 244.588 | 1.806 |
| Kloosterveen tussengebied | 189.915 | 1.403 |
| Schepersmaat | 486.298 | 3.591 |
| Peelerpark | 745.273 | 5.504 |
| Borgstee | 281.995 | 2.083 |
| Marsdijk I | 267.608 | 1.976 |
| Messchenveld | 1.424.363 | 10.519 |
| Stadsbedrijvenpark | 4.681.693 | 34.574 |
| Totaal | 8.321.730 (=263.383 GJ) | 61.455 (=221.328 GJ) |

Tabel 6.2: Het absolute gas- en elektraverbruik per woonwijk en bedrijvenpark (Bron: Brandsen et al., 2011).



Figuur 6.2: Het gasverbruik in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van CBS, 2011; Brandsen et al., 2011).



Figuur 6.3: Het elektraverbruik in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van CBS, 2011; Brandsen et al., 2011).

Naast de woonwijken en bedrijvenparken als geheel zijn er diverse instellingen en organisaties die individueel een forse gas- en/of elektravraag kunnen voorleggen; zie tabel 6.3 en 6.4. Dit gegeven maakt hen een interessant “doelwit”, aangezien de verduurzaming van de Asser energiehuishouding snel gestalte kan krijgen indien hun gas- en/of elektravraag (deels) kan worden beantwoord door de technieken die in hoofdstuk 5 zijn uitgediept. In hoofdstuk 7 wordt vastgesteld of dit het geval is.

| Naam | Elektravraag per jaar (MWh) |
|--|-----------------------------|
| 1. GGZ Drenthe | 7.500 |
| 2. Wilhelmina Ziekenhuis | 5.500 |
| 3. Stadhuis | 5.000 |
| 4. NAM | 4.740 |
| 5. De Bonte Wever | 2.600 |
| 6. Rioolwaterzuiveringsinstallatie Assen | 2.527 |
| 7. Rijksgebouwencomplex | 2.008 |
| 8. Multifunctionele Accommodatie Kloosterveste | 1.975 |
| 9. Politie Drenthe | 1.500 |
| 10. Scapino Distributiecentrum | 1.343 |
| 11. Multifunctionele Accommodatie Marturia | 1.272 |
| 12. Multifunctionele Accommodatie Boomgaard | 1.051 |

Tabel 6.3: Individuele gebouwen/complexen binnen de gemeente Assen met een elektravraag van meer dan 1.000 MWh per jaar (Bron: Brandsen et al., 2011).

| Naam | Gasvraag per jaar (m ³ -eq.) |
|--|---|
| 1. Geestelijke Gezondheidszorg (GGz) Drenthe | 1.600.000 |
| 2. Stadhuis | 1.100.000 |
| 3. Wilhelmina Ziekenhuis | 800.000 |
| 4. Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) | 600.000 |
| 5. De Bonte Wever | 340.000 |
| 6. Drenthe College | 294.000 |
| 7. Dr. Nassau College (Penta) | 260.000 |
| 8. Multifunctionele Accommodatie Kloosterveste | 250.000 |
| 9. Rijksgebouwencomplex | 236.190 |
| 10. Verpleeghuis De Wijde Blik | 220.000 |
| 11. Interzorg Anholt | 220.000 |
| 12. Woonzorgcentrum De Slingeborgh | 204.600 |
| 13. Johan Willem Friso-kazerne | 200.000 |

Tabel 6.4: Individuele gebouwen/complexen binnen de gemeente Assen met een warmtevraag van meer dan 200.000 m³ aardgasequivalent per jaar (Bron: Brandsen et al., 2011).

6.3 - Interpretatie en conclusies

Uit tabel 6.2, figuur 6.2 en figuur 6.3 kan worden afgeleid dat de warmtevraag in de gemeente Assen hoofdzakelijk afkomstig is van huishoudens; op het buitengebied na hebben alle woonwijken een jaarlijkse gasvraag die hoger is dan 2.500.000 kubieke meter. Alle bedrijventerreinen hebben een lagere gasvraag, met uitzondering van het Stadsbedrijvenpark. Dit past bij het beeld van Assen als een stad waarin de industriële sector beperkt is in omvang; uit de vorige paragraaf bleek reeds dat de dienstverlening, de zorg en de overheid de grootste sectoren zijn. Daarnaast zorgen de huishoudens in de gemeente Assen voor het grootste deel van de elektravraag: ongeveer 62 procent van alle kilowatturen die jaarlijks worden verbruikt, is toe te schrijven aan de huishoudens. Bovengenoemde cijfers bepalen in de eerste plaats het gewicht van de opgave die Assen heeft op weg naar een duurzame energiehuishouding. Daarnaast zijn ze waardevol bij het identificeren van de meest geschikte locaties voor de inzet van bepaalde duurzame-energie-technieken, waar het volgende hoofdstuk op is gericht. Bij het verduurzamen van de warmtevoorziening is het bijvoorbeeld logisch de focus in eerste instantie te leggen op de grootste warmtevragers: (delen van) woonwijken en individuele gebouwen met een aanzienlijke warmtevraag. Aan de hand van de tabellen en figuren uit dit hoofdstuk kunnen aannames op dat gebied verder worden uitgewerkt en dat is precies wat in hoofdstuk 7 gebeurt.

Op basis van de informatie uit hoofdstuk 5 en de kenschets van de gemeente Assen uit dit hoofdstuk kunnen ten slotte alvast enkele constatering op een rij worden gezet die van invloed zijn op de toepassingsmogelijkheden van duurzame-energie-technieken. In het volgende hoofdstuk komen deze constatering stuk voor stuk naar voren bij het bepalen van de exacte potenties die de verschillende technieken bezitten in Assen.

| Constatering: | Relevant voor: |
|--|---|
| Assen is een gemeente met een stads karakter en weinig buitengebied. | De omvang biomassastromen (beperkt wat betreft natuur- of groenbeheer, groot wat betreft afval), kansen voor zonne-energie (groot, want meervoudig ruimtegebruik mogelijk), kansen voor grootschalige windenergie (klein, want snel impact op leefomgeving) |
| Assen heeft geen eigen warmtedistributienet. | De haalbaarheid van projecten op het gebied van geothermie, biomassa en restwarmtebenutting (waarvoor een nieuw distributienet moet worden aangelegd). |
| Assen is een ruim opgezette tuinstad. | De haalbaarheid van projecten op het gebied van geothermie, biomassa en restwarmtebenutting (waarvoor een extensief distributienet moet worden aangelegd). |
| Assen heeft weinig individuele grote warmtevragers. | De haalbaarheid van projecten op het gebied van geothermie, biomassa en restwarmtebenutting (waarvoor een extensief distributienet moet worden aangelegd). |
| Assen heeft weinig tot geen individuele warmteproducenten (industriële ondernemingen, afvalverwerkingsinstallaties of energiecentrales). | De haalbaarheid van projecten op het gebied van restwarmtebenutting. |

Tabel 6.5: Constatering omtrent het gezicht van Assen en de logische invloed hiervan op de toepassingsmogelijkheden van duurzame-energie-technieken.

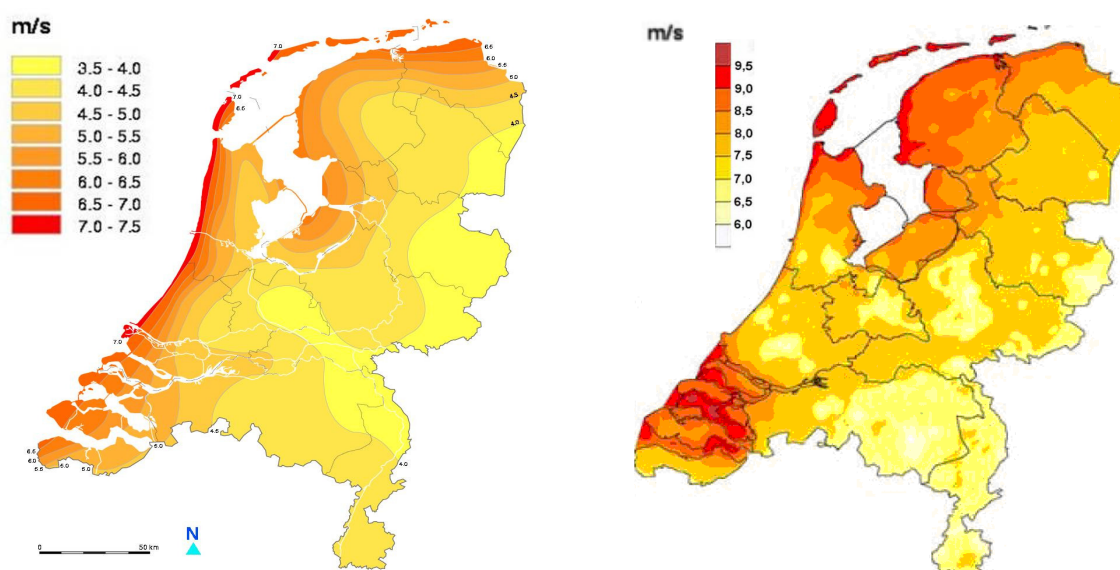
Hoofdstuk 7: De inpassing van duurzame bronnen in Assen

Als vervolg op het vaststellen van de algemene eigenschappen van duurzame-energie-technieken die de subtransitie vorm en richting kunnen geven (hoofdstuk 5) en het bepalen van de energievraag in het studiegebied (hoofdstuk 6) is het identificeren van de lokale aanknopingspunten aan de orde, waarmee het driestappenplan wordt voltooid. Het benutten van windenergie is verstandig daar waar het hard waait, maar waar bevinden die plekken zich precies? Geothermie is uitsluitend mogelijk op plekken met de juiste bodemomstandigheden, maar over welke plaatsen hebben we het dan? Dit hoofdstuk draait al met al om het blootleggen van de Asser kansen voor de zes duurzame-energie-technieken waarvan de algemene voor- en nadelen en cruciale ruimtelijke variabelen reeds zijn toegelicht. Het duiden van het mogelijke speelveld, oftewel het ruimtelijk kader waarin duurzame-energie-technieken kansrijk zijn, staat hierbij voorop en dat betekent dat details over de uitwerking van een techniek niet worden belicht; er worden uitspraken gedaan over de mogelijkheden van windenergie in gebied X, maar nog niet over exacte X-/Y-coördinaten, het aantal turbines, de voorziene rotordiameters et cetera.

7.1 - Windenergie

Uit paragraaf 5.2 is gebleken dat windenergie kan worden aangewend om elektriciteit op te wekken. Ook kwam naar voren dat windenergie in theorie overal mogelijk is, omdat wind een verschijnsel is dat zich op iedere plek voordoet. Feitelijk *kan* windenergie dus overal binnen de gemeente Assen. Bij een realistische insteek van het vraagstuk “wat kan waar?” moeten niettemin diverse andere factoren in acht worden genomen en aannames worden gedaan omtrent de beste locaties voor windturbines. In paragraaf 5.2 zijn drie relevante onderwerpen onderscheiden wat betreft de ruimtelijke toepassingsmogelijkheden van windenergie.

1. de energieproductie
2. de impact op de leefomgeving
3. de belasting op de turbine



Figuur 7.1: De langjarige gemiddelde windsnelheid in Nederland op 10 meter (links) en 100 meter (rechts) hoogte (Bronnen: SenterNovem 2005, en KNMI, 2003).

Binnen de gemeente Assen is al eens nagedacht over windenergie. In de duurzaamheidsvisie wordt bijvoorbeeld gesproken over de mogelijkheid kleinschalige windturbines bij gebouwen en op industrieterreinen te plaatsen. Anno 2011 zijn hiervan reeds een aantal operationeel. Grootschalige windenergie wordt daarnaast kansrijk geacht in Assen-Zuid, aan de westkant van de stad langs het Noord-Willemskanaal en op het Messchenveld (Gemeente Assen, 2009a). Wat nog ontbreekt, is een afweging waarbij expliciet wordt gekeken naar cruciale ruimtelijke variabelen. Die volgt in deze paragraaf en daarmee wordt de feitelijke constatering dat windenergie overal kan op de achtergrond geplaatst.

Energieproductie

Aangezien de energieproductie in sterke mate afhangt van de windsnelheid, is het waardevol deze variabele nader te bestuderen. In figuur 7.1 staan de windsnelheden op 10 en 100 meter hoogte afgebeeld. Doordat de windsnelheid tot de derde macht van invloed is op de energieopbrengst ontstaat het inzicht dat in sommige gevallen drie windmolens in Zuidoost-Nederland qua energieopbrengst gelijkstaan aan één langs de Friese kust. Binnen de gemeente Assen zijn dergelijke verschillen logischerwijs niet aan de orde, zoals figuur 7.1 reeds doet vermoeden en figuur 7.2 nog eens bewijst.



Figuur 7.2: De langjarige gemiddelde windsnelheid op 100 meter hoogte in de omgeving van Assen (Bron: SenterNovem, 2005).

Wel is zichtbaar dat in het grootste deel van het stedelijk gebied de windsnelheid gemiddeld een halve meter per seconde lager is dan in het buitengebied van de gemeente. Wie voor maximale energieopbrengst gaat, komt daarom uit bij het buitengebied als meest geschikte locatie voor de plaatsing van grootschalige windturbines. Hierbij geldt vanzelfsprekend dat het vermogen van de windturbines ook zeer nauw samenhangt met de hoeveelheid energie die wordt opgewekt.

Impact op leefomgeving

De tweede variabele die de ruimtelijke toepassingsmogelijkheid van (grootschalige) windenergie binnen de gemeentegrenzen beïnvloedt, is de impact van turbines op de leefomgeving. In paragraaf 5.2 kwam naar voren dat het hierbij met name gaat om de mogelijke overlast in de vorm van geluid en slagschaduw. De invloed op het aangezicht van het landschap is een andere relevante factor. Wat betreft het geluid en de slagschaduw gaat de redenering op dat deze drempels worden verlaagd of weggenomen op het moment dat de windmolens zich niet in (de nabijheid van) bewoond gebied bevinden. Lago et al. (2009) constateren dat op 350 meter afstand van een verzameling moderne windturbines maximaal 45 dB geluid waarneembaar is. De in paragraaf 5.2 toegelichte geluidsnorm van 47 dB(A) wordt daarom te allen tijde in acht genomen op het moment dat een turbine zich op een afstand van 350 meter of meer van een object bevindt. Eventuele gevolgen in de vorm van slagschaduw kunnen worden ingeperkt door een stilstandvoorziening, indien de in paragraaf 5.2 omschreven drempelwaardes overschreden zijn.

Wat betreft de visuele impact van windturbines heeft de gemeente Assen te maken met een rijksbeschermd stadsgezicht. Dit houdt in dat een deel van de stad historische kwaliteiten bezit die voor het rijk aanleiding zijn om het karakter van het stadsgezicht proactief “te behouden en nadrukkelijk een plek te geven in de toekomstige ontwikkelingen” (Rijksdienst voor de Monumentenzorg, 2002). Hoewel een beschermd stadsgezicht niet betekent dat op die plek geen enkele vorm van ontwikkeling plaats kan vinden, ligt het niet voor de hand hier windturbines te bouwen met een forse weerslag op het aangezicht van de omgeving. Het is bovendien denkbaar dat kleinschalige windturbines, met een ashoogte van tien á twintig meter, hier ongewenst zijn.

Naast het beschermde stadsgezicht bevinden zich landschappen van uitzonderlijke kwaliteit binnen de gemeentegrenzen: het beekdallandschap van de Drentsche Aa en het Witterveld. Dit zijn zogenaamde Natura 2000-gebieden, die deze status hebben gekregen dankzij de aanwezigheid van belangrijke flora en fauna, gezien vanuit een Europees perspectief. De Stichting Natuur en Milieu betitelt het beekdallandschap van de Drentsche Aa en zijn omgeving, dat ook de status van een nationaal park heeft, zelfs als één van de twee vijfsterrenlandschappen in heel Nederland (Stichting Natuur en Milieu, 2005). Groot- of kleinschalige windturbines zijn in dergelijke landschappen vanzelfsprekend niet wenselijk en dat wordt bevestigd door uiteenlopende respondenten, onder wie de beleidsadviseur natuur, landschap en buitengebied van de gemeente Assen.

Een windturbine *in* het beschermde stadsgezicht of *in* het beekdallandschap van de Drentsche Aa zal dus op flink wat weerstand stuiten. Voor een windturbine *nabij* deze plekken geldt logischerwijs hetzelfde, omdat de visuele impact ervan zich tot in deze gebieden kan reiken. De zichtbaarheid van een windturbine in de bewuste landschappen hangt zo nauw samen met de grootte en exacte locatie ervan dat het niet praktisch is met contouren te werken en het woord “nabij” nader te definiëren. De vuistregel “hoe verder ervandaan, hoe beter” lijkt om die reden bruikbaar en het spreekt voor zich dat die met name voor grootschalige turbines geldt.

De planologische context is een volgende relevante factor bij het bepalen van kansen voor windenergie, zoals uit paragraaf 5.2 bleek. Zo staat de zuidzijde van de gemeente als een militair laagvlieggebied gemarkeerd, terwijl het noordelijke deel juist binnen het “toetsingsvlak communicatie-, navigatie- en surveillanceapparatuur” (CNS-zones) valt, gezien de nabijheid van Groningen Airport Eelde. Dit zijn geen factoren die de bouw van een turbine *ex ante* uitsluiten, maar plannen voor windmolens in deze gebieden moeten wel aan de Luchtverkeersleiding Nederland en de Inspectie Verkeer en Waterstaat worden voorgelegd (AgentschapNL, 2011).

Een bestudering van de impact op de leefomgeving heeft totnogtoe vooral inzichten opgeleverd omtrent locaties waar windturbines bij voorkeur *niet* verrijzen. Desondanks bestaan ook plekken waar windturbines juist wel goed passen. Uit paragraaf 5.2 kwam naar voren dat een orthogonaal landschap met veel regelmaat zich leent voor de plaatsing van grote windturbines. Een dergelijk landschap is in het noordwesten van de gemeente Assen te vinden: in het Zeijerveld en nabij het buurtschap Zeijerveen. Dat beaamt een stedenbouwkundige van de gemeente Assen. Hij is van mening dat dit door de mens gecreëerde veenontginningsgebied geschikt is voor de plaatsing van windmolens omdat de turbines door de hoekige landschapsstructuur geen extra ordening in de omgeving aanbrengen. De beleidsadviseur natuur, landschap en buitengebied van de gemeente Assen vindt evenzeer dat windturbines goed passen in dit deel van de gemeente. Het TT-circuit, het spoor van de autosnelweg A28 en het toekomstige bedrijvenpark Assen-Zuid beschouwt hij als andere potentiële locaties voor windturbines. De nabijheid van Natura 2000-gebieden doet echter afbreuk aan de wenselijkheid van laatstgenoemde opties.

Belasting op de turbine

De belasting op toekomstige turbines zal in Assen niet snel worden beïnvloed door bestaande bouwwerken. De politietoren aan de westzijde van de stad (zestig meter hoog) is anno 2011 het hoogste gebouw in de stad en een toekomstige windmolen heeft daarom weinig te vrezen van het in paragraaf 5.2 toegelichte wake-effect, zoals figuur 7.2 al deed vermoeden. Mochten plannen voor een windpark met meerdere turbines opbloeien, dan moet vanwege dit wake-effect volop aandacht worden besteed aan de plaatsing van de molens ten opzichte van elkaar. Die stelling is ook relevant voor de visuele impact van een windpark (Lago et al, 2009). In Assen zijn tot slot geen rots- of moerasachtige gronden te vinden, waardoor de eventuele constructie van windmolens weinig problemen of extra kosten oplevert.

Opbrengst

Windenergie, klein- of grootschalig, is dus een mogelijke drager van de subtransitie binnen de gemeente Assen. Zolang alle bovenstaande inzichten doorsijpelen naar het niveau waarop de beslissingen omtrent windenergie worden genomen, zijn veel van de nadelen die in paragraaf 5.2 naar voren kwamen minder relevant. De vraag in hoeverre windenergie een bijdrage kan leveren aan een duurzame energiehuishouding is nu aan de orde.

| Windsnelheid (m/s) | Jaarlijkse opbrengst (GWh) 2MW-molen | Jaarlijkse opbrengst (GWh) 5MW-molen |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 7,0 | 6,4 | 22,4 |
| 7,5 | 7,8 | 27,6 |
| 8,0 | 9,5 | 33,5 |

Tabel 7.1: De energieopbrengst van een 2MW- en 5MW-windturbine bij verschillende windsnelheden (Bron: Broersma et al., 2011).

In het buitengebied van Assen, waar de gemiddelde windsnelheid tussen de 7,5 en 8,0 meter per seconde bedraagt op 100 meter hoogte, kan een windmolen met een vermogen van 2 MW jaarlijks tussen de 7,8 en 9,5 GWh aan elektriciteit opleveren. Een blik op tabel 6.2 leert nu dat er ongeveer twintig windmolens van 2 MW nodig zijn om in de totale elektravraag van de gemeente Assen te voorzien. Een alternatief hiervoor is het plaatsen van ongeveer zes molens met een vermogen van 5 MW. De afweging tussen (1) veel kleine molens met een geringere omvang/impact en (2) minder molens met een grotere omvang/impact, is zeer relevant op het moment dat de gemeente voor een grootschalig windpark zou kiezen.

| Windsnelheid (m/s) | Jaarlijkse opbrengst (MWh) gebouwgebonden molens |
|--------------------|--|
| 3,5 | 0,4 |
| 4,0 | 0,6 |

Tabel 7.2: De energieopbrengst van gebouwgebonden windmolens bij verschillende windsnelheden (Bron: Broersma et al., 2011).

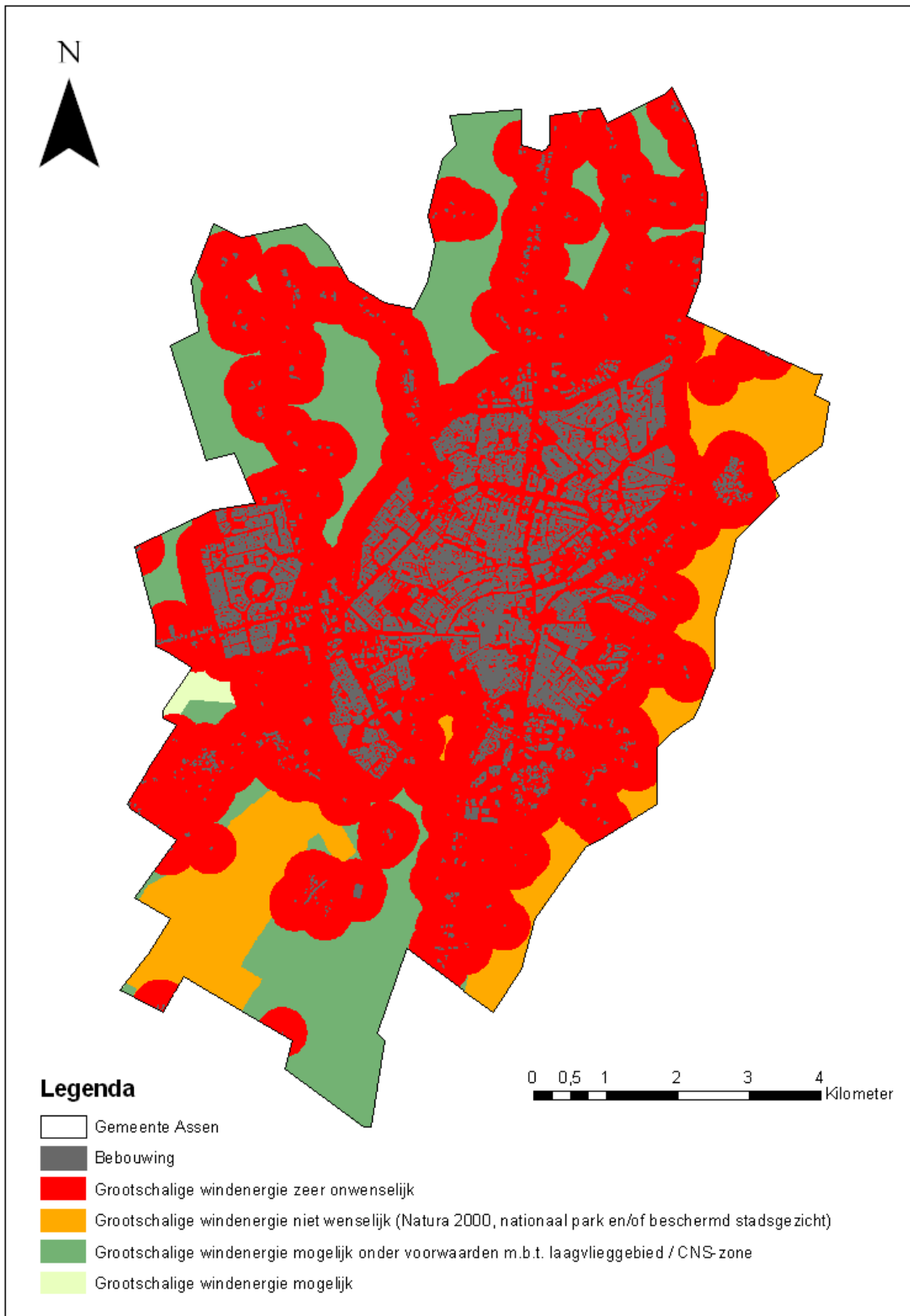
Kleinschalige windenergie is een gebouwgebonden alternatief dat een bijdrage kan leveren aan de verduurzaming van de energiehuishouding. Uit tabel 7.2 blijkt dat de opbrengst per molen dan wel van een andere orde is; om in de totale elektravraag van de gemeente Assen te voorzien, zouden 270.000 gebouwgebonden molens nodig zijn, terwijl zich anno 2011 maar 40.618 gebouwen binnen de gemeentegrenzen bevinden.

Conclusies en kaartbeelden windenergie

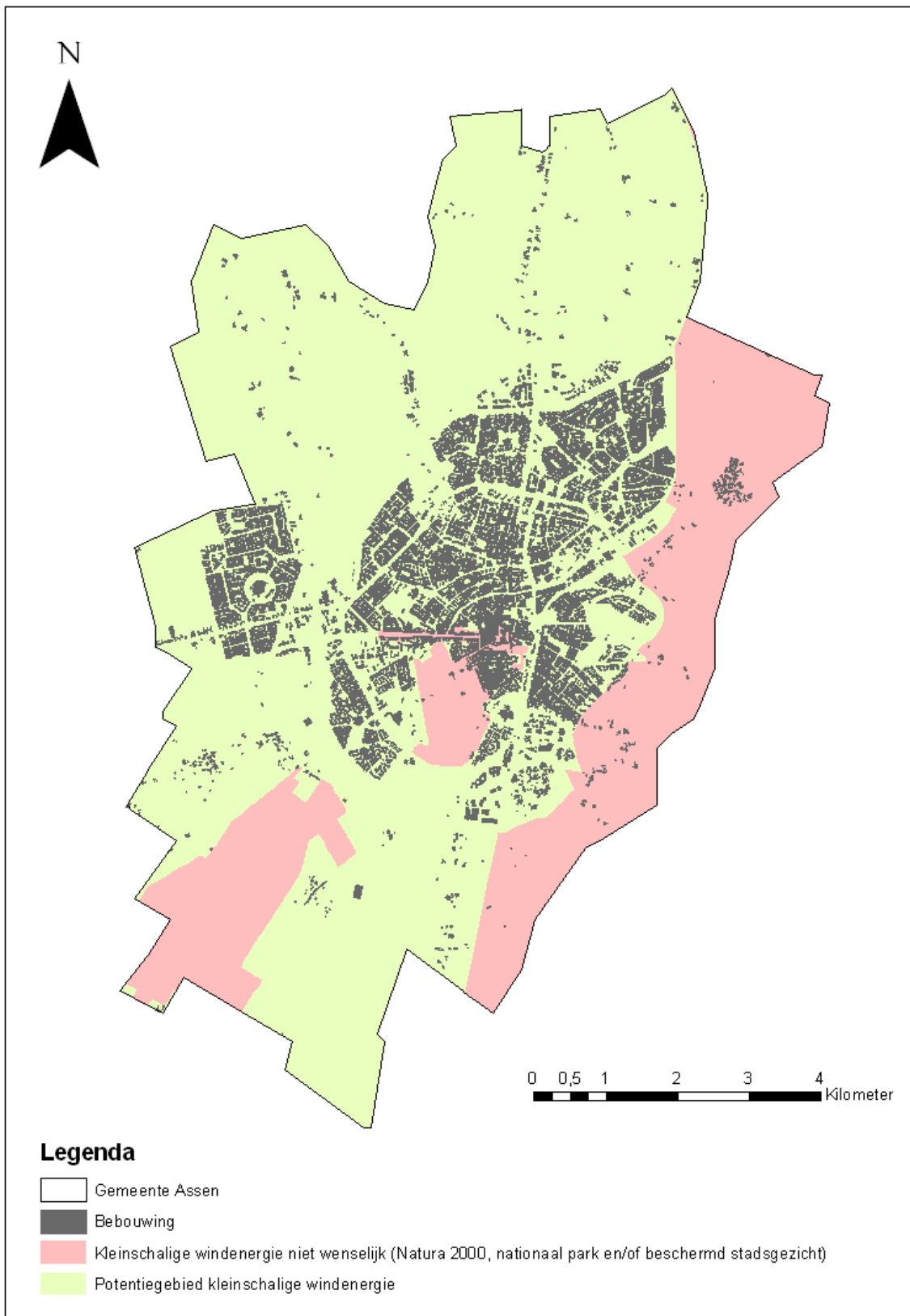
Windenergie, kleinschalig of grootschalig, kan theoretisch overal binnen de gemeente worden toegepast; simpelweg omdat het verschijnsel wind zich overal voordoet. In deze paragraaf zijn niettemin diverse aannames gedaan die tornen aan de toepassingsmogelijkheden van windenergie in Assen. Tot deze veronderstellingen behoren de hypothesen dat een grootschalige turbine bij voorkeur zoveel mogelijk wind vangt, het beschermde stadsgezicht van Assen niet aantast, gebieden van uitzonderlijke landschappelijke kwaliteit in hun waarde laat, voor zo min mogelijk mensen een bron van geluidsoverlast of slagschaduwvorming vormt, en - als het even kan - energie opwekt buiten militaire laagvlieggebieden en CNS-zones. Figuur 7.3 beantwoordt op basis hiervan de vraag "wat kan waar?" voor grootschalige windenergie. Figuur 7.4 doet hetzelfde wat betreft kleinschalige windenergie.

Bij deze kaartbeelden, en de combinatie Assen en windenergie in het algemeen, moeten diverse kanttekeningen worden gemaakt. Wie figuur 7.1 bekijkt, kan bijvoorbeeld concluderen dat het in Nederland verstandiger zou zijn om initiatieven op het gebied van windenergie aan partijen in de kustprovincies over te laten. Daarnaast zijn er in Drenthe zelf voldoende andere plekken denkbaar waar de genoemde nadelen van windenergie minder relevant zijn. Moet een gemeente met een stads karakter, zoals Assen, zich dan überhaupt nog toeleggen op het vinden van locaties voor windturbines? "Nee", vindt de provincie, die aankondigt zich (in ieder geval tot 2020) met hand en tand te verzetten tegen eventuele initiatieven op het gebied van windenergie buiten de vastgestelde zoekgebieden, die niet samenvallen met de grond van de gemeente Assen. "Ja", zeggen verschillende respondenten, onder wie de beleidsadviseur landbouw, natuur en buitengebied van de gemeente Assen en de beleidsadviseur energie van de gemeente Groningen. Zij zien windenergie als een onontbeerlijk instrument op weg naar een CO₂-neutrale gemeente en tabel 7.1 weerlegt die stelling zeker niet. "Wind is onmisbaar om klappen te maken", vindt de laatstgenoemde respondent. De beleidsadviseur milieu van de gemeente Assen voegt daar nog aan toe dat de vraag naar (duurzame) elektriciteit de komende tijd alleen maar zal stijgen en dat de nadruk in de toekomstige energiehuishouding steeds minder op warmte komt te liggen, onder meer doordat woningen steeds beter geïsoleerd raken.

De afweging tussen klein- of grootschalige windenergie is daarnaast relevant. Uit tabel 7.1 en tabel 7.2 blijkt dat grootschalige windenergie veel meer zoden aan de dijk zet op weg naar CO₂-neutraliteit. Bovendien heeft kleinschalige windenergie een relatief hoge kostprijs ten opzichte van de opbrengst; zie paragraaf 5.2. Kleinschalige windenergie heeft evenwel een veel beperktere impact op omwonenden en het landschap. Bij figuur 7.3 en 7.4 horen nog enkele opmerkingen. De feitelijke impact van een turbine wat betreft geluid en slagschaduw hangt altijd af van windmolenspecifieke factoren, zoals het vermogen, de rotordiameter et cetera; bij het maken van figuur 7.3 zijn slechts indicatieve getallen (een zone van 350 meter rondom woningen) gebruikt. Voorts zijn de 350-meter-contouren rondom woningen in naburige gemeenten niet geïntegreerd in het kaartbeeld. Daarnaast geven de groene vlakken op de kaart weliswaar de gebieden aan die kansrijk zijn voor windenergie, maar dit betekent uiteraard niet dat hierin zonder meer windturbines kunnen worden neergezet. Een milieueffectrapportage zal de exacte impact van een windenergieplan op de lokale flora en fauna, het landschap, de leefbaarheid (geluid en slagschaduw), de veiligheid et cetera moeten bepalen. In dit hoofdstuk is bovendien de vuistregel "hoe verder van Natura 2000-gebieden en het beschermde stadsgezicht, hoe beter" naar voren gekomen. Daarom is met name de noordwesthoek van de gemeente (onder voorwaarden) geschikt voor grootschalige windenergie, temeer omdat hier een orthogonaal landschap te vinden is. Tot slot moet worden opgemerkt dat de CNS-zone indicatief is weergegeven; exacte geografische coördinaatdata hiervan ontbreken.



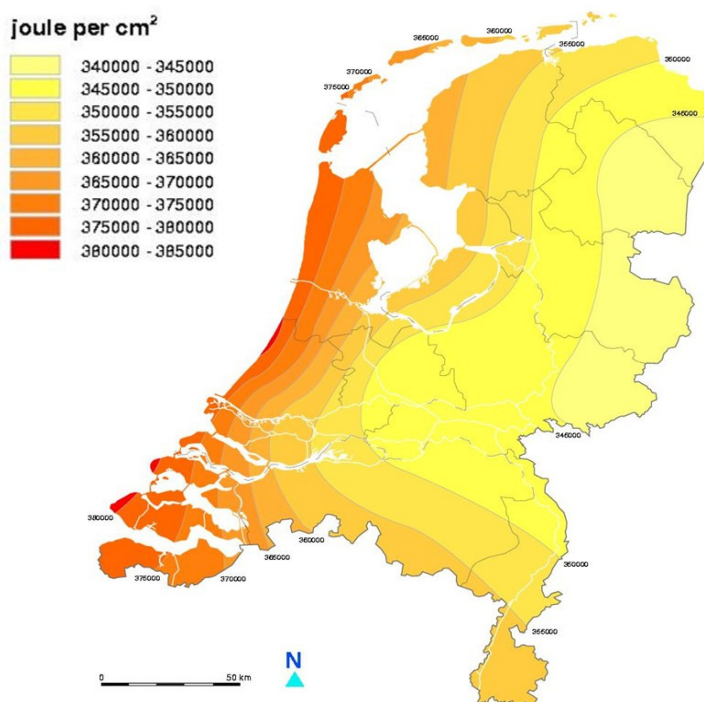
Figuur 7.3: De potenties van grootschalige windenergie in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van Provincie Drenthe, 2011c; Provincie Drenthe, 2011d; Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2011; Gemeente Assen, 2011c; CBS, 2011).



Figuur 7.4: De potenties van kleinschalige windenergie in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van Provincie Drenthe, 2011c; Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2011; Gemeente Assen, 2011c; CBS, 2011).

7.2 - Zonne-energie

Zoals uit paragraaf 5.3 is gebleken, kan de energievraag in het studiegebied deels door de zon worden beantwoord. PV-panelen en zonnecollectoren kunnen zonnestraling immers omzetten in respectievelijk elektriciteit en warmte, terwijl het zonlicht ook direct een ruimte kan verwarmen (passieve zonne-energie). Figuur 7.5 laat zien dat de omgeving van Assen ieder jaar met ongeveer 345.000 joules per centimeter wordt gevoed. Dit komt overeen met 388 petajoule (PJ) of 80 terawattuur (TWh) in de gehele gemeente Assen, wat gelijkstaat aan ruim 958 kilowattuur (kWh) per vierkante meter. Kortom: als al het zonlicht dat de oppervlakte van de gemeente Assen bereikt met een efficiëntie van honderd procent wordt omgezet, dan zou de warmte- en elektrabehoefte van de hele gemeente meer dan honderd keer worden gedekt.



Figuur 7.5: De gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid zonnestraling in Nederland (Bron: KNMI, 2003).

Dit inzicht raakt aan het in paragraaf 5.3 toegelichte feit dat vooral oppervlakte nodig is om de mogelijkheden van zonne-energie te benutten. Daken lenen zich goed hiervoor en terreinen zonder functie worden ook steeds vaker “beplant” met zonnepanelen, hoewel dit anno 2011 nog niet gebruikelijk is in Nederland. Assen is een “stadse” gemeente, wat betekent dat er relatief veel dakoppervlak beschikbaar is. “Zonne-energie past goed bij Assen” is daarom een te billijken hypothese. In de duurzaamheidsvisie van de gemeente Assen is die aanname ook gedaan. Hier staat de ambitie beschreven om tienduizend woningen te voorzien van PV-panelen om groene stroom op te wekken, terwijl overige gebouwen zoals bedrijfspanden en scholen hiervoor net zo goed in aanmerking komen. Als aanzet tot het inzichtelijk maken van kansen voor zonne-energie heeft de gemeente Assen een website ontwikkeld waarop huiseigenaren kunnen zien hoeveel zonlicht er op hun dak valt, aan de hand waarvan een kostenplaatje, inclusief terugverdientijd, voor het plaatsen van PV-panelen is bepaald.

Energetische potentie

De energetische potentie van zonnepanelen en -collectoren in Assen kan in de eerste plaats worden vastgesteld aan de hand van de oppervlakte van dak(del)en die zich hiervoor lenen. In de wijken van de gemeente Assen zijn daken overal in overvloed aanwezig, met uitzondering van het buitengebied. In totaal zijn er, anno 2011, 40.618 gebouwen binnen de gemeentegrenzen te vinden. Deze hebben een plat dak of een zadeldak (een dak dat uit meerdere dakdelen bestaat), waardoor in totaal 74.251 dakdelen kunnen worden onderscheiden (Slump, 2010).

Het totale oppervlak van deze dakdelen bedraagt 16.280.838 vierkante meter en hiervan is 2.810.496 vierkante meter beschikbaar voor zonnepanelen en/of -collectoren, aangezien dit het oppervlak is dat geen "last" heeft van schaduw veroorzaakt door andere objecten (Slump, 2010). Omdat iedere vierkante meter jaarlijks 3.450 GJ of 958 kWh ingestraald krijgt, betekent dit dat ieder jaar 969.621 GJ of 2.692.455.168 kWh (269,25 GWh) aan zonne-energie te genereren valt als wordt uitgegaan van PV-panelen met een rendement van tien procent. Een rendement van vijftien procent zou 1.454.431,7 GJ of 403 GWh aan energie opleveren. Zonnecollectoren hebben een rendement van ongeveer veertig procent en zouden voor bijna 4.000.000 GJ of ruim 122.000.000 kubieke meters aardgasequivalent kunnen zorgen, wanneer al het geschikte dakoppervlak wordt benut. Uit paragraaf 5.3 bleek dat zonne-energie voor huishoudens voordeliger is, omdat zij meer voor hun energie betalen dan bedrijven. Om die reden is ook de potentiële opbrengst van zonnecollectoren en -panelen in de woonwijken bepaald. Dit gaat om 269-403 GWh of ruim 84 miljoen kubieke meters aardgasequivalent en dat zou ruim voldoende zijn om alle huishoudens en bedrijvenparken van de gevraagde hoeveelheid energie te voorzien, in het fictieve geval dat de vraag naar en het aanbod van energie constant zijn. Alle bovenstaande gegevens staan nog eens in tabel 7.3 weergegeven.

| | |
|---|---|
| Instraling per m² in Assen | 3,45 GJ |
| Geschikt dakoppervlak | 2.810.496 m ² |
| Geschikt dakoppervlak in woonwijken | 1.926.525 m ² |
| Totale instraling op geschikt dakoppervlak | 9.696.211 GJ |
| Totale instraling op geschikt dakoppervlak in woonwijk | 6.646.511 GJ |
| Potentie alle daken (PV-panelen 10% rendement) | 969.621 GJ of 269 GWh |
| Potentie alle daken (PV-panelen 15% rendement) | 1.451.432 GJ of 403 GWh |
| Potentie alle daken (Zonnecollectoren 40% rendement) | 3.878.485 GJ of 122.543.045 m ³ gas |
| Potentie daken in woonwijken (PV 10% rendement) | 664.651 GJ of 185 GWh |
| Potentie daken in woonwijken (PV 15% rendement) | 996.977 GJ of 277 GWh |
| Potentie daken in woonwijken (Collectoren 40% rendement) | 2.658.604 GJ of 84.133.037 m ³ gas |
| Energiebehoefte Assen | 2.427.807 GJ (162 GWh en 58.258.866 m ³ aardgasequivalent) |

Tabel 7.3: Potenties per jaar van zonne-energie in Assen bij de volledige benutting van het geschikte dakoppervlak in de gemeente Assen en in de woonwijken ervan.

Het benutten van dakoppervlak voor zonne-energie is een goed voorbeeld van meervoudig ruimtegebruik. Het monofunctioneel “beplanten” van terreinen met zonnepanelen ligt, zoals gesteld, niet voor de hand in een stadse gemeente als Assen en past bovendien niet in de context van ruimteschaarste die tabel 4.1 schetste. Toch wijzen diverse respondenten - onder wie een beleidsmedewerker klimaat, milieu en energie van de provincie Drenthe en de beleidsadviseur landbouw, natuur en buitengebied van de gemeente Assen - op de mogelijkheid nut aan niet-gebruikte of monofunctionele oppervlaktes toe te voegen via zonnepanelen.

Hierbij kan worden gedacht aan stukken land langs de auto(snel)weg, braakliggende terreinen, oppervlaktes rondom of in de binnenlus van het TT-circuit en ruimtes rond sportvelden. De laatstgenoemde respondent herkent ook in de grote parkeerterreinen rond het TT-circuit een kans voor het opwekken van zonne-energie. Als auto’s onder rijen PV-panelen zouden kunnen parkeren, profiteren zij bovendien van de schaduw. Dat is wel zo prettig in de zomerperiode, wanneer de meeste activiteiten op het TT-circuit plaatshebben. Dit concept kan logischerwijs op meerdere plekken waar parkeerruimtes alleen als zodanig worden gebruikt zijn toepassing vinden. Verschillende respondenten wijzen in dat kader op de noodzaak om actief op zoek te gaan naar dergelijke plekken; zij verwachten dat een kilowattuur afkomstig uit het “groene net” (opgewekt via PV-panelen) binnen vijf tot tien jaar goedkoper is dan een kilowattuur uit het “grijze net”, wat zal resulteren in een sterke toename van de vraag naar zonne-energie. “Wie niet gebruikmaakt van zonnepanelen, is straks een dief van zijn eigen portemonnee”, stelt de beleidsadviseur energie van de gemeente Groningen. Bij het duiden van “andere locaties” kan onder meer worden gedacht aan stukken land rondom sportvelden en braakliggende terreinen.

Het is al met al mogelijk meerdere gigawatturen toe te voegen aan de potenties die tabel 7.3 uitdrukt. Een rekensom, gebaseerd op schattingen en de aanname dat een zonnepaneel van één vierkante meter een ruimtebeslag van 1,5 vierkante meter grond heeft (zie tabel 7.4), wijst uit dat de totale elektravraag van twee á drie woonwijken of bijna de helft van alle bedrijvigheid in Assen gedekt kan worden door de extra potenties voor PV-panelen te benutten. Het plaatsen van zonnecollectoren is op de plekken in kwestie niet aan de orde, aangezien de vraag naar warmte zich niet op deze plekken bevindt en deze warmte verloren gaat wanneer afstanden moeten worden overbrugd.

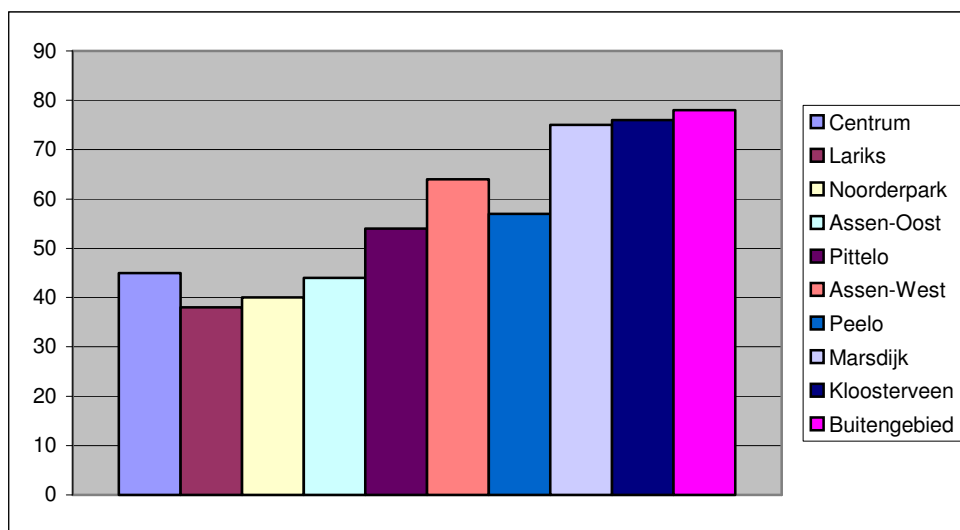
| | |
|-----------------------------------|---|
| Ruimte rondom TT-circuit: | 9.000 m ² zonnepanelen (= 2* omtrek) |
| Binnenlus TT-circuit: | 25.000 m ² zonnepanelen |
| Parkeerterrein TT-circuit: | 150.000 m ² zonnepanelen |
| Overige parkeerterreinen: | 1.000 m ² zonnepanelen |
| Sportvelden: | 2.800 m ² zonnepanelen (rondom hoofdvelden van zeven voetbalclubs) |
| Overig in bebouwde kom: | 7.500 m ² (braakliggende terreinen) |
| Autosnelweg: | 20.000 m ² (een rij van 1 m ² breed langs weerszijden van de A28) |
| Totale instraling: | 742.785 GJ (215.300 m ² zonnepanelen) |
| Totale opbrengst (1): | 742.785 * 0,1 (PV-panelen met 10% rendement) = 74.287,5 GJ = 20,6 GWh |
| Totale opbrengst (2): | 742.785 * 0,15 (PV panelen met 15% rendement) = 111.417,8 GJ = 30,9 GWh |

Tabel 7.4: Extra potenties zon-PV in Assen naast dakoppervlaktes.

Potenties aanwenden

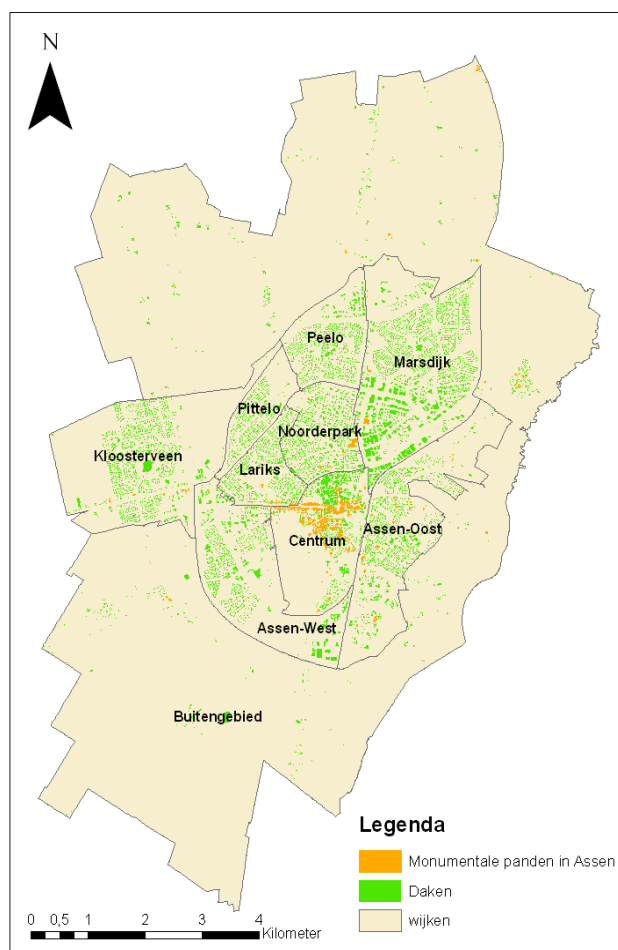
De potenties zoals aangetoond in tabel 7.3 zijn vanzelfsprekend alleen te verzilveren als iedere woningeigenaar bereid is zijn of haar dak beschikbaar te stellen voor duurzame energieopwekking en hiervoor een forse investering te doen, waarbij de terugverdientijd in ieder geval meerdere jaren bedraagt. In de praktijk kan het natuurlijk zo zijn dat mensen dit niet zien zitten, bijvoorbeeld omdat zij verwachten binnen afzienbare tijd te verhuizen, waardoor zij de investering niet kunnen terugverdienen. Ook zijn er mensen die het uiterlijk van zonnepanelen of -collectoren niet aantrekkelijk vinden, zoals paragraaf 5.3 reeds duidelijk maakte.

In dat kader is het interessant om te bekijken in welke delen van de gemeente Assen het aandeel huizen in het bezit van woningstichtingen groot is. Uit figuur 7.6 blijkt dat met name in de wijken Kloosterveen, Marsdijk, Assen-West en in het buitengebied zich veel koopwoningen bevinden. In de overige wijken spelen de woningcorporaties een grotere rol. Hier lijken kansen te liggen om in één keer, door één partij te overtuigen, grote stappen te zetten op weg naar de integratie van zonnepanelen en/of zonnecollectoren in het aanzicht van het stadsdeel. Tegelijkertijd is het zo dat er ook direct grote kansen verloren gaan op het moment dat een woningcorporatie, om wat voor reden dan ook, geen heil ziet in zonne-energie. Een zeer relevant gegeven hierbij is het feit dat de eigenaar van een huurpand (de woningstichting) de kosten voor zonnepanelen op zich moet nemen, terwijl de baten ervan (minder energiekosten) ten goede komen van de huurders. Deze zogenaamde “split incentive” werkt hinderlijk voor de toepassing van zonne-energie. In wijken met een groot aandeel koopwoningen is deze belemmering geringer in omvang.



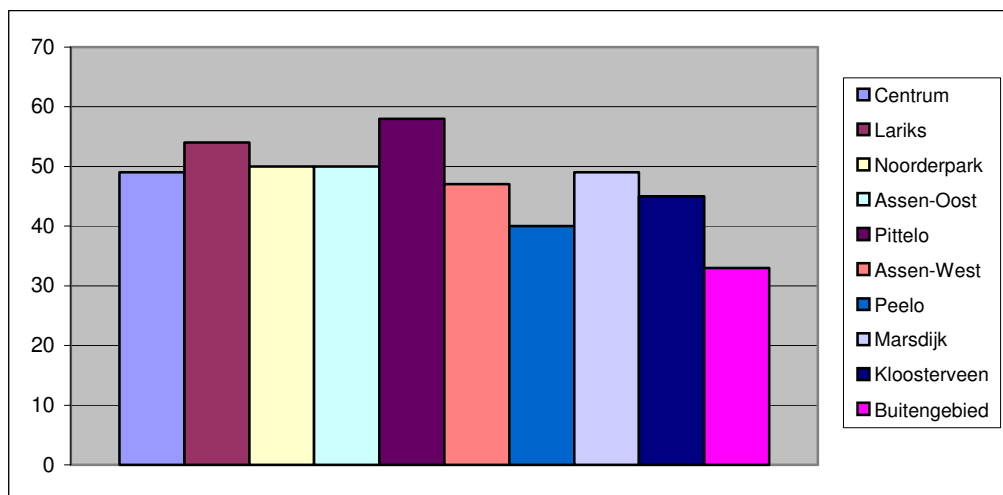
Figuur 7.6: Het percentage koopwoningen in de verschillende wijken van de gemeente Assen (Bron: Gemeente Assen, 2011b).

Bij het totale geschikte dakoppervlak moet nog een kanttekening worden gemaakt: op de daken van monumentale panden mogen huiseigenaren niet zomaar zonnepanelen plaatsen. Zij dienen eerst een omgevingsvergunning aan te vragen voor het onderdeel “wijzigen van een monument”, waarna een monumentencommissie beoordeelt of het monumentale karakter van het pand in kwestie wordt aangetast. Wanneer het antwoord “ja” is, zal geen vergunning worden verleend. In de gemeente Assen bevinden zich ongeveer vierhonderd monumentale panden, waarvan dus niet met zekerheid kan worden gezegd of deze zich lenen voor het opwekken van elektriciteit of warmte. Figuur 7.7 wijst uit dat deze panden zich hoofdzakelijk in het centrum bevinden. De duurzame oplossing zonne-energie lijkt dus beter te passen bij de andere wijken buiten de stadskern.



Figuur 7.7: De locatie van monumentale panden in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2011c).

Ook door te kijken naar het relatieve potentieel wat betreft zonne-energie kan onderscheid worden gemaakt tussen de verschillende wijken van de gemeente Assen. In paragraaf 5.3 kwam naar voren dat in Nederland een dak met de oriëntatie op het zuiden en een hellingshoek van ongeveer 36 graden de meeste instraling van de zon kent. Een analyse van een GIS-laag met daarin data wat betreft de hellingshoek en oriëntatie van dakdelen in de gemeente kan de vraag beantwoorden in welke wijk zich het grootste aandeel daken bevindt dat zich zeer goed leent voor de plaatsing van zonnepanelen en/of -collectoren. Hierbij is gekeken naar dakdelen die zowel een oriëntatie op het zuiden, zuidwesten of zuidoosten als een hellingshoek van tussen de 26 en 46 graden hebben. Platte dakdelen zijn ook bij uitstek geschikt, aangezien panelen of collectoren eenvoudig op een staander kunnen worden geplaatst. Figuur 7.7 laat zien dat met name de wijken Lariks en Pittelo op basis van bovenstaande criteria grote kansen voor zonne-energie bieden. Peelo en het buitengebied zijn de wijken waar het aandeel geschikt dakoppervlak betrekkelijk laag is. Wanneer enkel het “goed georiënteerde” dakoppervlak zou worden benut voor zonnestroom, dan kan jaarlijks tussen de 188 en 282 GWh worden opgewekt; nog altijd meer dan voldoende om de totale elektravraag van de gemeente te beantwoorden.

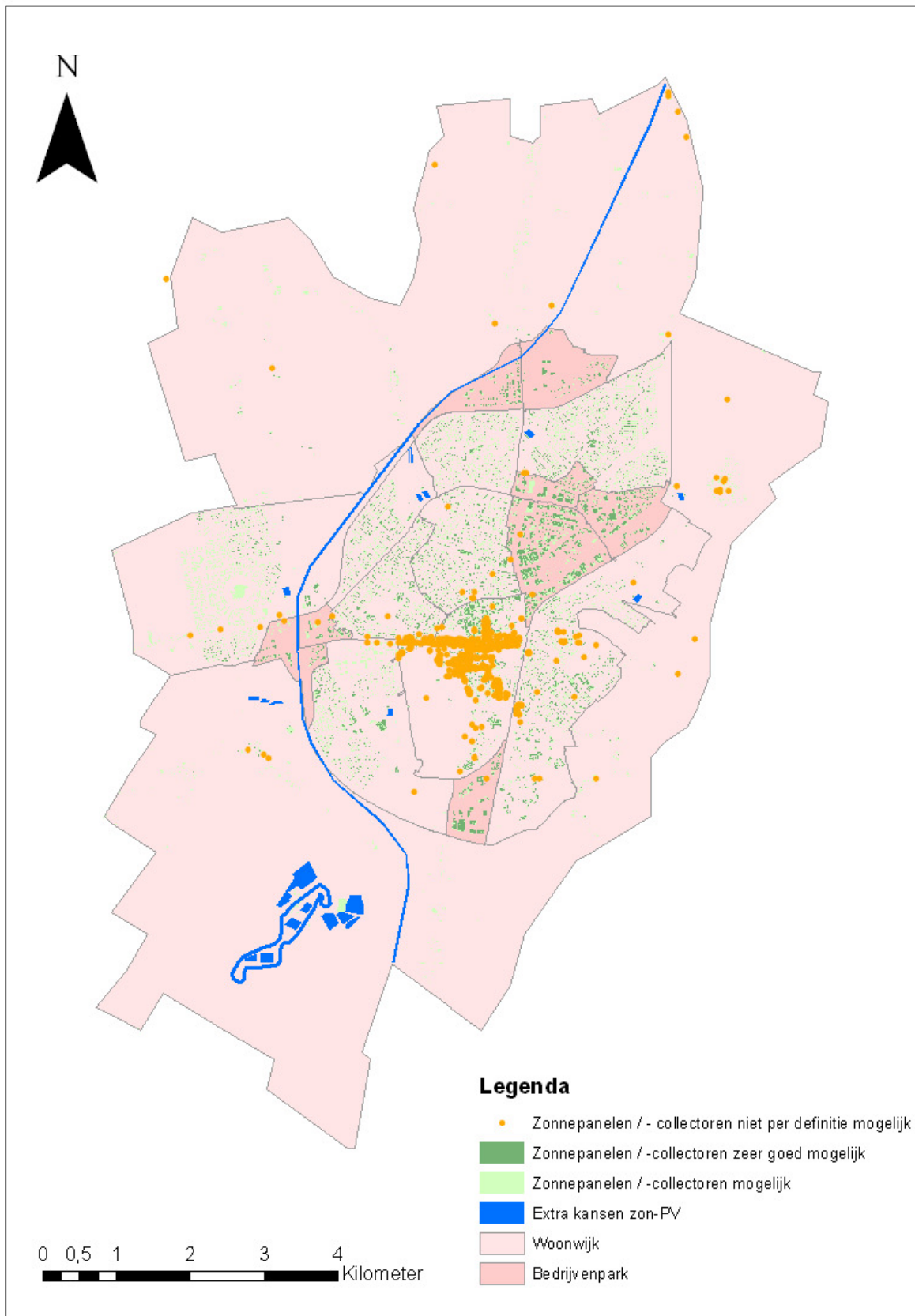


Figuur 7.8: Het percentage dakdelen dat een geschikte oriëntatie en hellingshoek kent of plat is; per wijk in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van Slump, 2010).

Conclusies

Feitelijk kan elektriciteit en warmte overall binnen de gemeente Assen duurzaam worden opgewekt door het zonlicht op te vangen; de zon voedt immers jaarlijks iedere vierkante centimeter in Assen met ongeveer 345 kilojoule energie. De toepassingsmogelijkheden van zonnepanelen en -collectoren zijn dan ook groot; ieder dakdeel in de gemeente dat zich niet permanent in de schaduw van andere objecten bevindt, kan prima met een zonnecollector of een serie PV-panelen worden belegd. Wanneer dit daadwerkelijk zou gebeuren, kan de totale elektravraag van de hele gemeente bijna twee keer worden beantwoord en datzelfde geldt voor de warmtevraag, in het fictieve geval dat de vraag naar en het aanbod van energie onveranderlijk van aard zijn. Zelfs als enkel het dakpotentieel van woningen wordt benut, kan ruimschoots worden voorzien in de totale energiebehoefte van de gemeente. Andere oppervlaktes kunnen evenzeer worden aangewend voor het plaatsen van PV-panelen; dit zou genoeg elektriciteit opleveren voor ongeveer duizend huishoudens. Mogelijke locaties hiervoor zijn parkeerterreinen, sportvelden, recreatiegebieden en stukken land langs verkeersinfrastructuur.

Bovengenoemde cijfers geven aan dat zonne-energie in Assen een zeer voorname rol kan spelen op weg naar een CO₂-neutrale energiehuishouding. Aangezien de bijbehorende technieken naar verwachting snel rendabel worden, lijkt weinig grootschalige toepassing ervan in de weg te staan. Op juridisch vlak speelt evenwel het gegeven dat zonnepanelen niet zonder meer op de daken van monumentale panden mogen worden geplaatst. Om die reden kan de rol van zonne-energie in het centrum van Assen beperkter uitvallen dan in de overige delen van de gemeente. Verder zullen de zonnepanelen en -collectoren er uiteraard pas komen wanneer de eigenaren van de besproken dakdelen besluiten tot de aanschaf ervan. In stadsdelen met een laag aandeel woningeigenaren liggen daarom grote kansen op snelle verduurzaming door woningcorporaties te overtuigen van de waarde die zonnepanelen en -collectoren hebben; dit geldt op Marsdijk, Kloosterveen, Assen-West en het buitengebied na voor iedere wijk. Het principe van de “split incentive” maakt daarentegen juist wijken met een groot aandeel koopwoningen kansrijk. De geschiktheid van wijken voor zonne-energie is tot slot geanalyseerd op basis van het aandeel daken dat een geschikte zonoriëntatie en hellingshoek kan voorleggen. Pittelo en Lariks blijken in dat licht het meest kansrijk voor effectieve toepassing van zonne-energie, maar het verschil met de overige wijken is niet groot. Figuur 7.9 (zie volgende pagina) beantwoordt op basis van deze paragraaf de vraag “wat kan waar?” wat betreft zonne-energie. Hierbij moet worden opgemerkt dat GIS-data omtrent de zonoriëntatie en hellingshoek van daken in delen van de wijk Kloosterveen ontbreken. De categorie “zeer goed mogelijk” is hier in werkelijkheid dus groter.



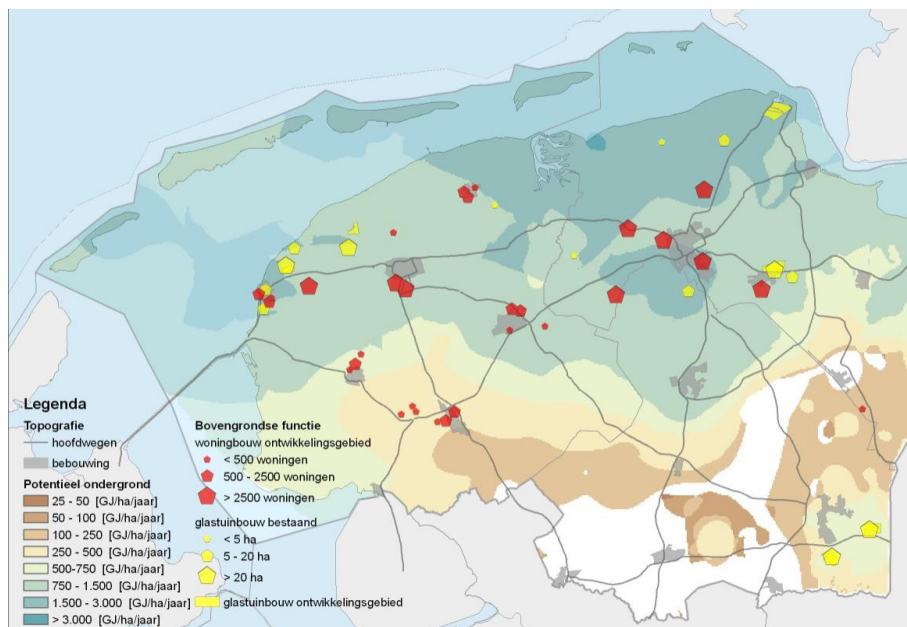
Figuur 7.9: De potenties van zonne-energie in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2011c; CBS, 2011).

7.3 - Geothermie

Bij het bepalen van de toepassingsmogelijkheden van geothermie in de gemeente Assen spelen zowel boven- als ondergrondse factoren een belangrijke rol. Uit paragraaf 5.4 is immers gebleken dat deze duurzame-energie-techniek alleen kansrijk is wanneer de ondergrond de juiste condities vertoont en er tegelijkertijd boven het maaiveld een stevige en geconcentreerde warmtevraag aanwezig is. Deze paragraaf beantwoordt op basis van die inzichten de vraag of er in Assen potentie is voor de toepassing van geothermie en, zo ja, waar die potenties zich bevinden.

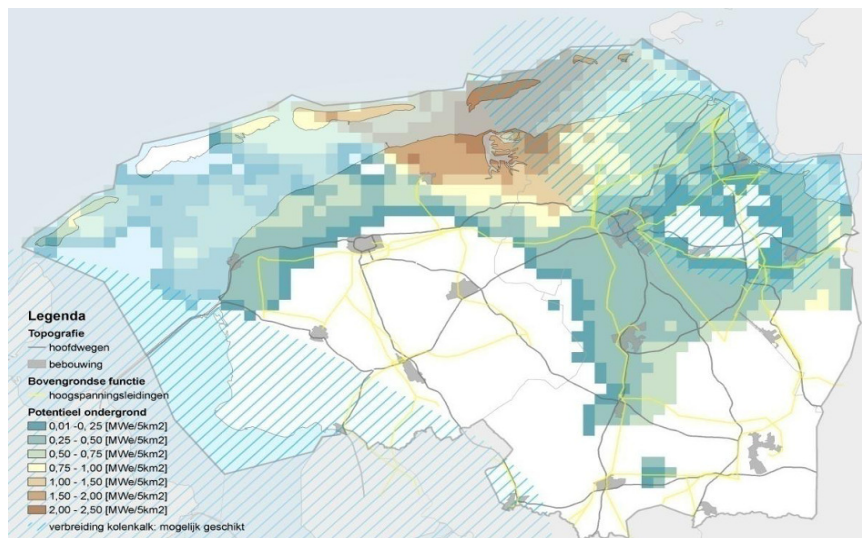
Ondergrond

De ondergrondse geschiktheid van een gebied voor de toepassing van geothermie heeft onder meer te maken met de dikte van, temperatuur van en permeabiliteit van watervoerende pakketten; zie paragraaf 5.4. Deze parameters scheppen samen twee randvoorwaarden voor de winning van aardwarmte: enerzijds moet de temperatuur van het water voldoende hoog zijn en anderzijds moet er genoeg water kunnen worden geproduceerd (TNO, 2006a). Royal Haskoning (2010) en TNO (2006b) hebben geconcludeerd dat zich onder de volledige oppervlakte van de gemeente Assen een watervoerende gesteentelaag bevindt. Deze laag maakt onderdeel uit van de Slochteren-formatie, die op haar beurt behoort tot de Boven-Rotliegend Groep. De Slochteren-formatie onder Assen is te vinden op een diepte van ongeveer drie kilometer en voldoet aan beide genoemde randvoorwaarden: de dikte en doorlatendheid van het gesteente zijn toereikend en het grondwater ter plaatse heeft een temperatuur van 105 à 110 graden Celsius. Dit is in theorie voldoende om het voor de winning van warmte én elektriciteit te gebruiken (TNO, 2011; IF Technology, 2008). Naar verwachting zou deze bron in Assen jaarlijks tussen de 750 en 1.500 GJ per hectare aan energie kunnen leveren als het om warmtewinning gaat; zie figuur 7.10. Dit betekent dat in Assen op een diepte van ongeveer drie kilometer genoeg warmte voorhanden is om vier keer in de bovengrondse warmtevraag van de gemeente te voorzien. Per vierkante kilometer zouden ongeveer 1.200 tot 1.500 woningen dankzij een geothermiebron kunnen worden verwarmd (Gemeente Assen, 2010a; TNO, 2006b).



Figuur 7.10: Het potentieel voor warmtewinning met geothermie in Noord-Nederland (Bron: IF Technology, 2008).

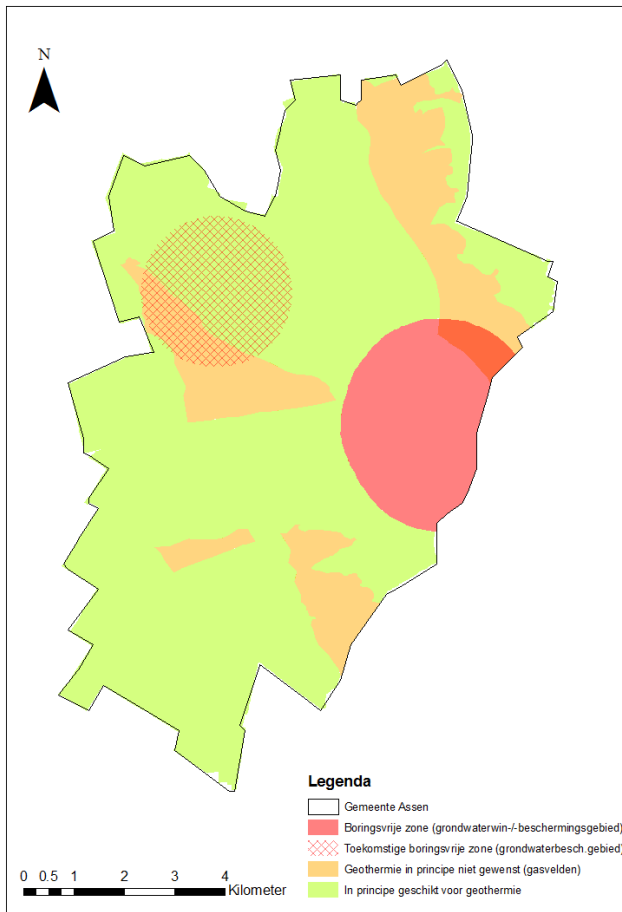
Het jaarlijkse potentieel van de Slochteren-formatie wat betreft elektriciteit uit geothermie ligt in Assen, zoals blijkt uit figuur 7.11, tussen de 250 en 500 MWe aan vermogen per vijf vierkante kilometer; de totale potentie van de gemeente Assen ligt derhalve tussen de 4,2 en 8,3 GWe aan vermogen (= tussen de 37 en 73 TWh per jaar) en wordt daarmee als gemiddeld ingeschat (IF Technology, 2008). Navraag bij IF Technology, een adviesbureau/uitvoerder op het gebied van duurzame-energie-technieken, wijst niettemin uit dat temperaturen van 105-110 graden Celsius te laag zijn om hier op een effectieve wijze elektriciteit aan te onttrekken. De hoeveelheid energie en geld die de daarvoor benodigde methodieken kosten, maken de investering onverstandig. Voor een zinvolle winning van elektriciteit uit geothermie zijn temperaturen van minstens 120-150 graden Celsius nodig en daarvoor zijn diepere boringen onontbeerlijk, lager dan de Slochteren-formatie. Elektriciteit uit geothermie is daarom in de context van Assen een mogelijkheid waarbij de kosten hoger oplopen dan in het geval dat voor warmte uit de Slochteren-formatie wordt gekozen.



Figuur 7.11: Het potentieel wat betreft elektriciteitswinning met geothermie in Noord-Nederland (Bron: IF Technology, 2008).

Ondanks de aanwezigheid van de Slochteren-formatie kan geothermie niet overal in Assen zonder slag of stoot worden toegepast. Zo zijn boringen boven gasvelden minder rendabel. Door aardwarmte uit gesteente te winnen, kan drukdaling optreden in het gasreservoir én in de watervoerende laag (die zich in de zelfde geologische formatie bevindt), waardoor de stijghoogte van het water wordt beperkt. In dat geval is een groter pompvermogen noodzakelijk om het water naar de oppervlakte te halen, wat hogere kosten met zich meebrengt. Geothermie in de nabijheid van gasvelden kan ook leiden tot drukdaling en om die reden is in de context van Assen altijd samenwerking met de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) vereist, mochten plannen voor geothermieboringen ontluiken (Gemeente Assen, 2010a; TNO, 2006a).

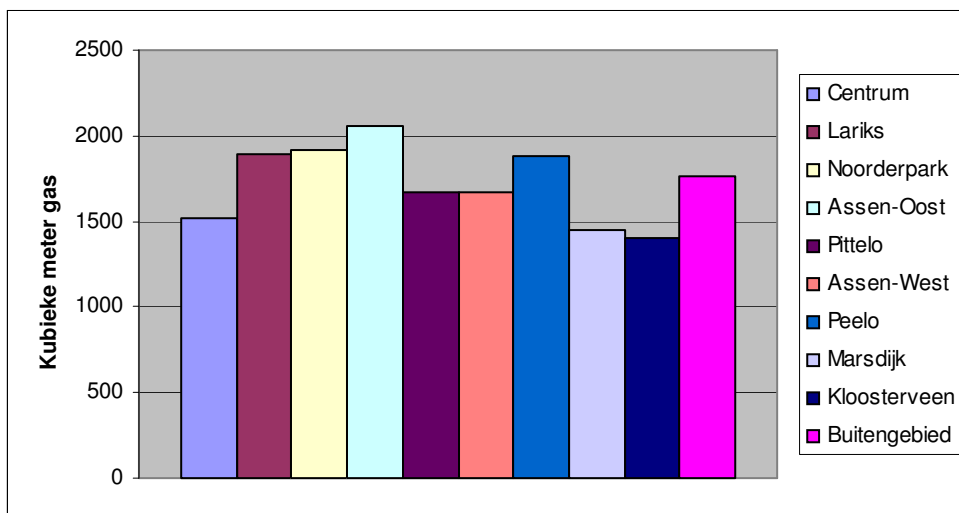
Een geothermieput boven een grondwaterwin- of grondwaterbeschermingsgebied is evenzeer onwenselijk. Sterker nog: deze gebieden vormen in Assen samen een verbodzone voor diepe boringen. Het gaat in de praktijk om één terrein aan de oostzijde van de gemeente, waaruit de Waterleiding Maatschappij Drenthe ieder jaar drie à vier miljoen kubieke meter grondwater oppompt. De verbodzone is ingesteld om de geologische structuur ter plaatse in stand te houden. Figuur 7.12 laat op basis van bovenstaande inzichten omtrent de ondergrond de potenties voor geothermie in de gemeente Assen zien. Hierbij is ook de voorziene boringsvrije zone rond het toekomstige drinkwaterwingebied aan de westzijde van de gemeente (indicatief) weergegeven.



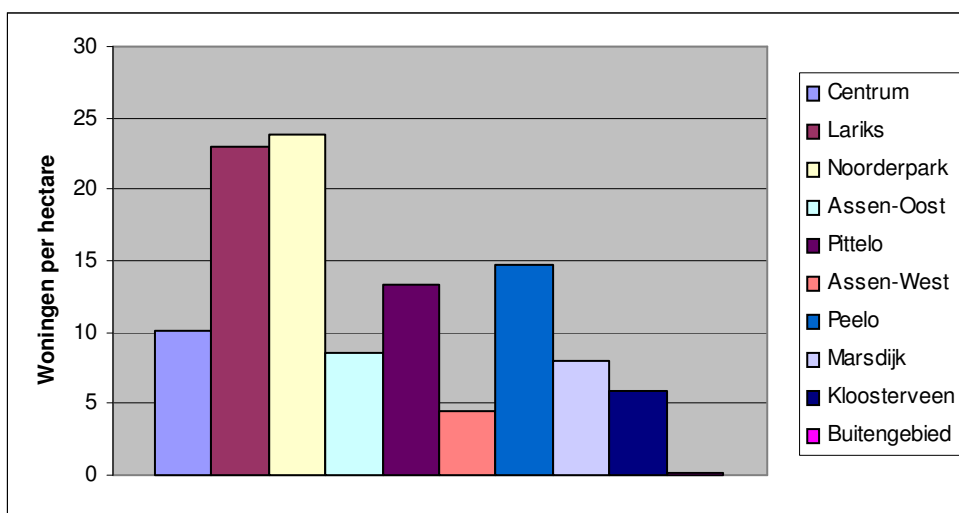
Figuur 7.12: De geschiktheid van de ondergrond voor geothermie in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2010a; Gemeente Assen en TTE, 2010).

Bovengrond

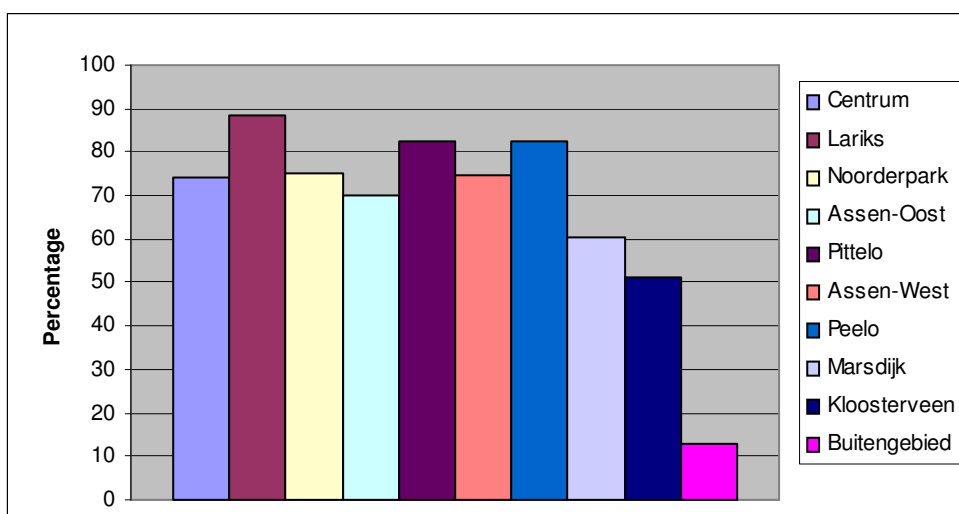
Nu de ondergrondse potenties letterlijk en figuurlijk in kaart zijn gebracht, is het zaak de bovengrondse werkelijkheid te vertalen in kansen en onmogelijkheden voor de toepassing van geothermie. In de eerste plaats gaat het hier om de winning van warmte. Uit paragraaf 5.4 is gebleken dat een forse warmtevraag past bij geothermie, omdat een boorput een grote hoeveelheid warmte oplevert die vanzelfsprekend afgezet dient te worden; het voormalige Ministerie van VROM (2010) hanteerde 2.500 woningen als drempelwaarde. Op voorhand lijken oude stadswijken - die doorgaans minder goed zijn geïsoleerd dan relatief nieuwe wijken en dus met een grotere warmtevraag per woning te maken hebben - daarom goed bij geothermie te passen. Daarnaast is de aanwezigheid van compacte bouw (rijtjeswoningen, geschakelde huizen en appartementen) een cruciale variabele, aangezien het leeuwendeel van de kosten die gemoeid zijn met een geothermieproject te herleiden is op de aanleg van een nieuw warmtenet. Het spreekt voor zich dat een compact stadsdeel in dat licht meer geschikt is voor geothermie dan een wijd opgezette wijk (met veel vrijstaande woningen of twee-onder-één-kap-huizen). Deze inzichten zijn door verscheidene respondenten bevestigd en de figuren 7.13, 7.14 en 7.15 geven op basis van die kennis weer welke wijken kansrijk zijn voor geothermie. Gezien de relatief hoge warmtevraag zijn dat Lariks, Noorderpark, Assen-Oost, Peelo en het Buitengebied, waarbij de eerste vier wijken absoluut gezien een gasvraag van meer dan vijf en half miljoen kubieke meter per jaar kunnen voorleggen (zie tabel 6.2 en figuur 6.2). In het verlengde hiervan blijkt dat qua compactheid de wijken Lariks, Noorderpark, Pittelo en Peelo veel aanknopingspunten bieden om de kosten voor een bijbehorend warmtenet te beperken. Het Buitengebied raakt op basis van deze parameter definitief buiten beeld. Op Pittelo na voldoen de compacte wijken individueel al aan de drempelwaarde van 2.500 woningen. Omdat Pittelo aan alledrie de andere wijken grenst, blijft dit een interessante wijk voor de toepassing van geothermie.



Figuur 7.13: Het jaarlijkse gasverbruik per huishouden in de woonwijken van de gemeente Assen (Bron: Brandsen et al., 2011).



Figuur 7.14: Het aantal woningen per hectare in de woonwijken van de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2011b en CBS, 2010).

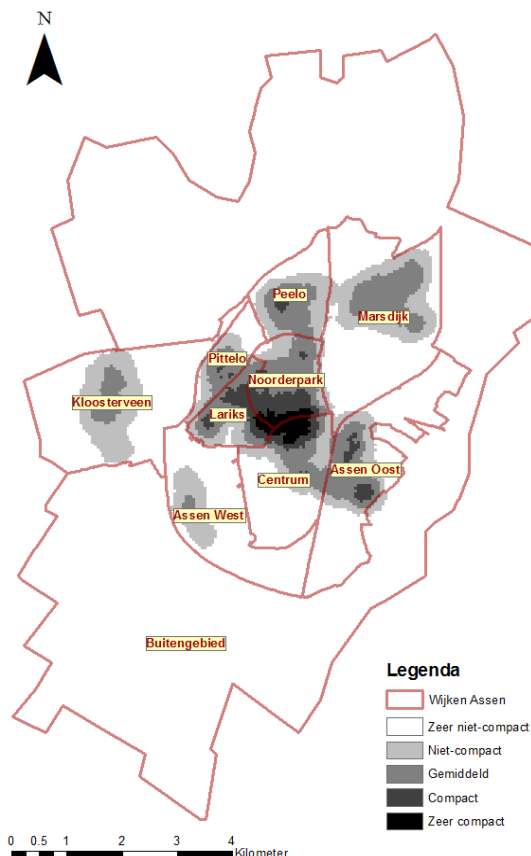


Figuur 7.15: Het aandeel woningen dat interessant is voor de toepassing van geothermie; appartementen, rijtjeshuizen en geschakelde woningen (Bron: Gemeente Assen, 2011b).

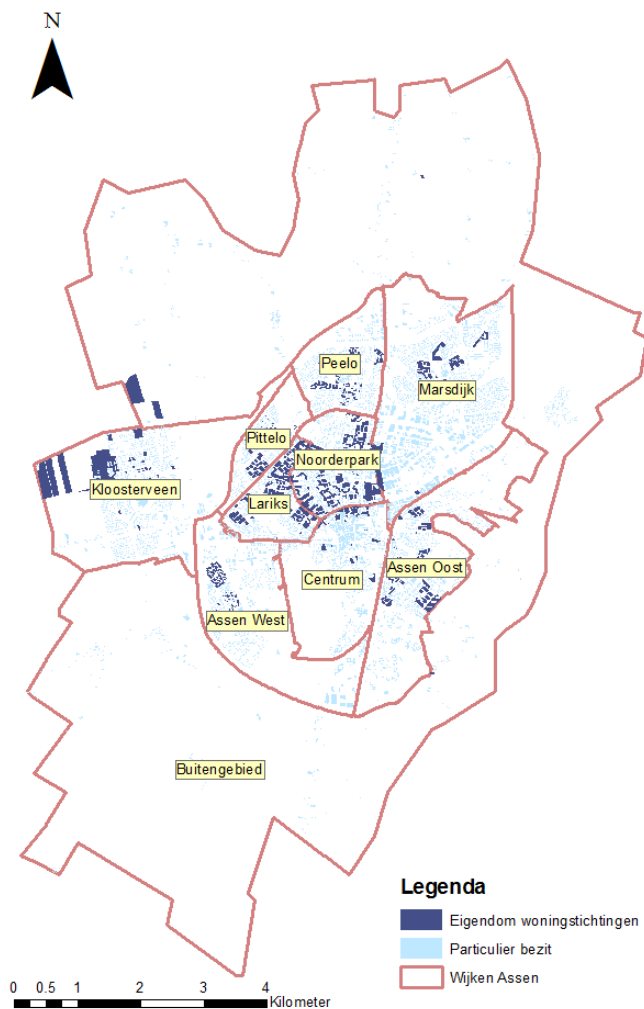
Duidelijk is nu dat de wijken Lariks, Noorderpark, Pittelo en Peelo zich qua opzet het beste voor geothermie lenen. Het realiseren van een schone, betrouwbare en betaalbare warmtevoorziening op basis van geothermie kan een rol spelen in het vergroten van de leefbaarheid ter plaatse, die volgens inwoners van Assen vooral in de wijk Lariks ondermaats is (Van der Vlugt en Van Iersel, 2009). De haalbaarheid van deze duurzame-energie-techniek wordt nog eens vergroot door het feit dat het woningbezit in de genoemde wijken relatief laag is, zoals figuur 7.6 al duidelijk maakte. Alleen in Pittelo en Peelo is minder dan vijftig procent van de huizen in handen van een woningcorporatie. In dat kader geldt, net als bij zonne-energie, enerzijds dat minder partijen overtuigd hoeven te worden van het belang dat een duurzaam verwarmingssysteem op basis van geothermie heeft. Anderzijds zal een oplossing voor het genoemde split-incentive-vraagstuk moeten worden gevonden wanneer de pijlen op woningstichtingen worden gericht.

Uitdieping: wijkoverschrijdende clusters

Een verdere duiding van de mogelijkheden wat betreft geothermie in de wijken Lariks, Noorderpark, Pittelo en Peelo is niettemin wenselijk, want een geothermische bron kan de genoemde wijken moeilijk in zijn geheel van warmte voorzien; de kosten voor het warmtenet lopen dan te hoog op en er zullen sowieso altijd woningeigenaren zijn die de overstap niet willen wagen of betalen. Een zoektocht naar clusters van grote warmtevragers en/of compacte buurten met een grote rol voor woningstichtingen ligt meer voor de hand. Uit figuur 7.16 is af te lezen dat de compactheid van woningen het hoogst is op het snijvlak van de wijken Lariks, Noorderpark en Centrum. Op basis van deze kennis, de in hoofdstuk 6 geïdentificeerde grote warmtevragers en feiten omtrent collectief woningbezit (zie figuur 7.17 op de volgende pagina) door corporaties kunnen zes clusters worden bepaald waar een warmtenet op basis van geothermie kansrijk is. In de eerste drie clusters vormen de grote warmtevragers het uitgangspunt, terwijl de laatste drie clusters worden vormgegeven op basis van het woningenbestand. Steeds is gezocht naar clusters met een warmtevraag van 4,5 miljoen kubieke meter aardgasequivalent per jaar; dit is gebaseerd op de drempelwaarde van 2.500 woningen voor een geothermieproject (zie paragraaf 5.4) en een jaarlijks gasverbruik van 1.800 kubieke meter aardgasequivalent per woning.



Figuur 7.16: De compactheid van het woningbestand in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2011c).



Figuur 7.17: Panden en gronden in eigendom van een woningstichting (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2011c).

Clusters op basis van grote warmtevragers (zie figuur 7.18)

- 1 De grote warmtevragers in de gemeente (zie tabel 6.4) bieden aanknopingspunten voor het identificeren van drie verschillende clusters. Cluster 1 betreft het stadsdeel met daarin het GGZ-terrein, het Wilhelmina-ziekenhuis, het Rijksgebouwencomplex, het NAM-kantoor en de zorginstellingen De Boshof en Nieuw Graswijk. De inschatting van het Ministerie van VROM is, zoals genoemd, dat een rendabel geothermieproject ongeveer 2.500 woningen nodig heeft voor de warmteafzet. Dit komt overeen met een warmtevraag van ongeveer 4,5 miljoen kubieke meter aardgas(equivalent). Gelet op de warmtevraag van de grote spelers in cluster 1 zijn nog 500 woningen nodig om de drempelwaarde qua afzet te halen. In het cluster bevinden zich 2.048 woningen en daarvan zijn er 345 in het beheer van twee verschillende woningstichtingen: Actium (273) en Woonconcept (72). Dit betekent dat naast de grote vragers en de woningstichtingen nog 155 particuliere woningbezitters nodig zijn voor een geothermieproject. In het cluster bevinden zich 1.703 particuliere woningbezitters; het gaat derhalve om slechts 9 procent van dit aantal. Wat pleit voor deze optie, is het feit dat veel spelers uit het Asser zorgcluster een kans op een dubbel zo betrouwbare warmtevoorziening (geothermie met een aardgasketel als achtervang) zouden krijgen; in de zorgsector is dat vanzelfsprekend zeer waardevol.

- 2 Cluster 2 is het stadsdeel waarin de middelbare school Vincent van Gogh (locatie Lariks) en de zorginstellingen De Wijde Blik, De Arendshorst en De Slingeborgh de grote warmtevragers zijn. Voor een rendabel geothermieproject zijn naast deze spelers nog 2.100 woningen nodig en in het clusters bevinden zich 2.303 woningen. Hiervan zijn er 1.224 in het bezit van vier woningcorporaties: Actium (1.018), Mooiland (98), Woonzorg NL (88) en Woonconcept (20). Naast de grote warmtevragers en de woningstichtingen zijn dus nog 776 particuliere woningbezitters nodig voor een geothermieproject. In het cluster bevinden zich 1.079 particuliere woningen; het gaat dus om 72 procent van dit aantal.
- 3 Cluster 3 bevindt zich centraal in de gemeente en omvat het stadhuis, de rechtbank, zorginstelling Anholt, het Drenthe College (locatie Cicero) en het Drents Museum. Voor een rendabel geothermieproject zijn naast deze spelers nog 1.500 woningen nodig en in het clusters bevinden zich 3.442 woningen, waarvan er 1.074 in het beheer van een woningstichting zijn: Actium (848), Woonconcept (173), Omnia (41) en Woonzorg NL (2). Naast de grote warmtevragers en de woningstichtingen zijn dus nog 423 particuliere woningbezitters nodig voor een geothermieproject. In het cluster bevinden zich 2.368 particuliere woningen; het gaat dus om 18 procent van dit aantal.

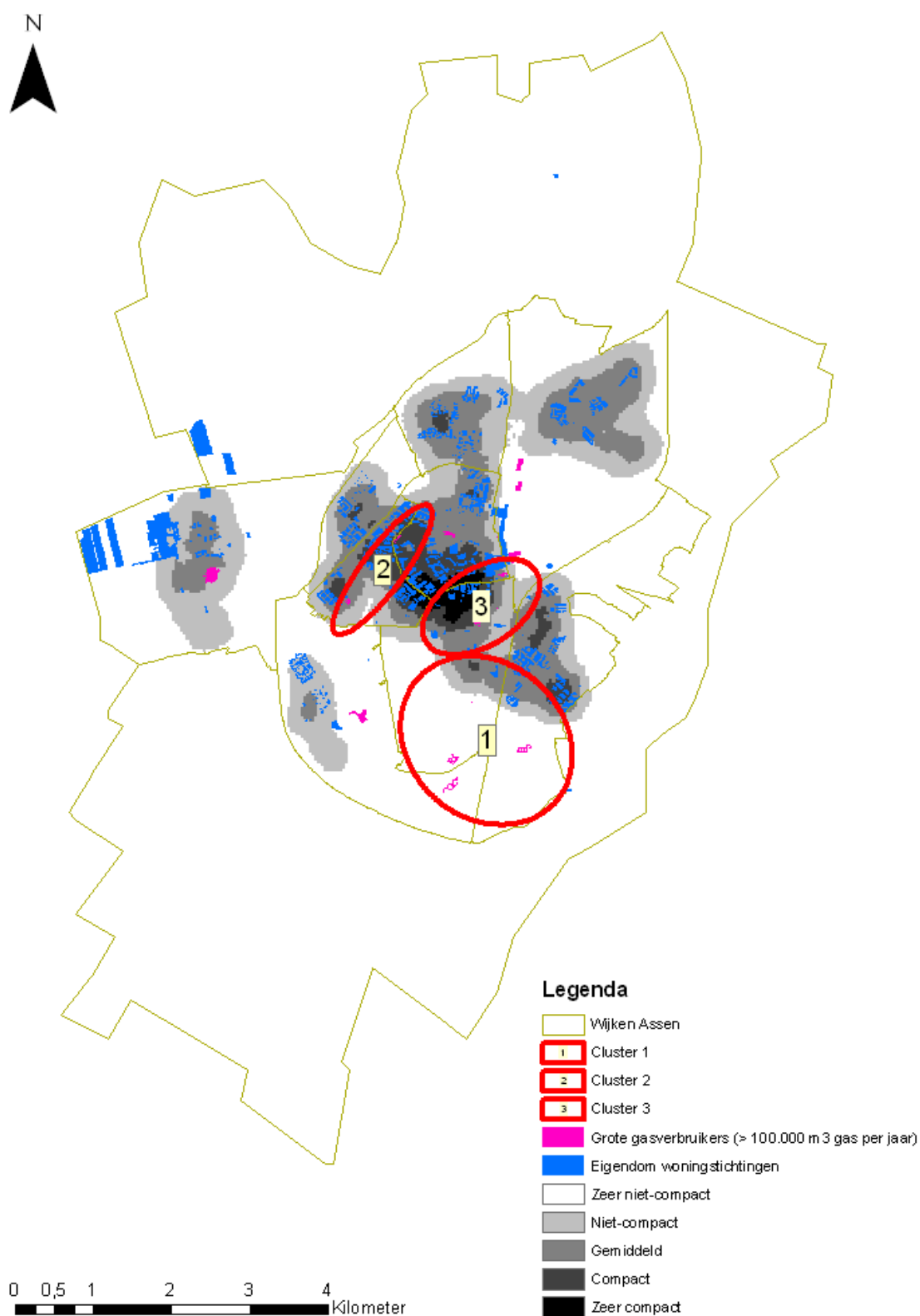
Clusters op basis van woningen (zie figuur 7.19)

4. In lijn met de toegelichte kansrijkheid van de woonwijken Lariks, Noorderpark, Pittelo en Peelo (en delen van het centrum) zijn drie kansrijke clusters geïdentificeerd. Het eerste betreft het cluster rondom drie van de zes meest compacte buurten in Assen: De Troelstralaan (Noorderpark), de Kern Noord (centrum) en Lariks-Oost (Lariks). In dit cluster bevinden zich 4.865 woningen, waarvan er 2.610 in eigendom van een woningstichting zijn; Actium neemt er hiervan 2.206 voor zijn rekening, Woonconcept 273, Woonzorg NL 88 en Omnia 43. Alleen door enkel de woningstichtingen te overtuigen, zou de drempelwaarde worden behaald. Daar komt nog bij dat het Drenthe College (locatie Cicero), een grote warmtevrager, zich in dit cluster bevindt. In de directe nabijheid liggen bovendien diverse andere grote warmtevragers.
5. Het tweede cluster op basis van woningen is gesitueerd rond de buurten Pittelo-Midden (Pittelo), Nobellaan (Lariks), Zuid-Molukse Buurt (Lariks), Oostermoer (Lariks) en de Zwartwaterseweg (Noorderpark). Hierin staan 4.913 woningen, waarvan er 2.335 in het bezit van een woningcorporatie zijn. Actium is goed voor 2.222 huizen, Mooiland voor 111 en Woonconcept voor 2. Voor dit cluster geldt dat de drempelwaarde net niet wordt behaald wanneer alleen de woningstichtingen voor geothermie zouden kiezen. In het cluster bevinden zich echter twee grote warmtevragers: Het Dr. Nassau College (locatie Quintus) en zorginstelling de Arendshorst. Wanneer deze twee partijen ook overtuigd raken, is de drempelwaarde gehaald.
6. Het laatste cluster strekt zich uit tussen de buurten Noorderpark-Noordoost (Noorderpark) en De Landen/Scharmberg De Akker (Peelo). Hierin zijn 3.374 woningen te vinden en 1.329 hiervan zijn in het bezit van een corporatie. Actium is opnieuw de grootste met 1.172 huizen, gevolgd door Woonzorg NL (80), Omnia (76) en Woonconcept (1). In dit cluster bevinden zich verder geen grote warmtevragers. Om aan de 2.500 woningen te komen, zal nog naar 1.171 particuliere woningbezitters moeten worden gezocht, op een totaal van 2.045 particuliere woningen; dit gaat dus om 57 procent.

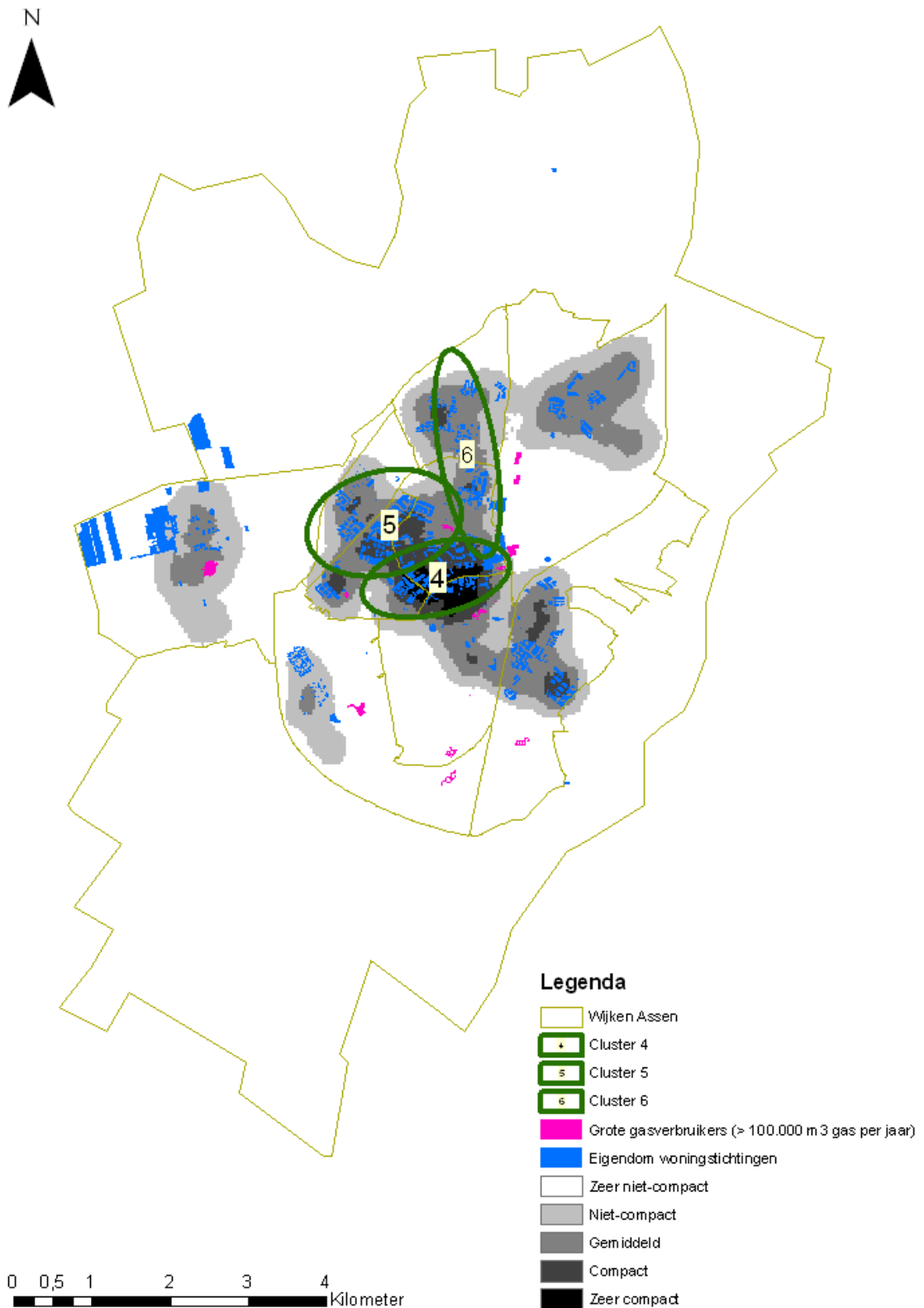
| CLUSTERS OP BASIS VAN GROTE WARMTEVRAGERS (zie figuur 7.18) | | | | | | | | |
|---|-------------|---|-----------------------------|--|--|---|------------------------------|---|
| # | Oppervlakte | Primair aanwezig in cluster | Extra woningen in cluster | Totale warmtevraag cluster | Drempelwaarde warmtevraag voor geothermieproject | Woningen nodig voor behalen drempelwaarde | Woningen in bezit corporatie | Extra particuliere woningen nodig voor drempel |
| 1 | 368 ha. | GGZ, Wilhelmina Ziekenhuis, Rijksgebouwen-complex, NAM, De Boshof, Nieuw Graswijk | 2.048 | 8.356.990 m ³ gasequivalent | 4.500.000 m ³ gasequivalent | 500 | 345 | 155 (9%) |
| 2 | 85 ha. | Vincent van Gogh, Wijde Blik, Arendshorst, Slingeborgh | 2.303 | 4.768.000 m ³ gasequivalent | 4.500.000 m ³ gasequivalent | 2.100 | 1.224 | 776 (72%) |
| 3 | 128 ha. | Stadhuis, Rechtbank, Anholt, Drenthe College | 3.442 | 7.918.000 m ³ gasequivalent | 4.500.000 m ³ gasequivalent | 1.500 | 1.074 | 423 (18%) |
| CLUSTERS OP BASIS VAN WONINGEN (zie figuur 7.19) | | | | | | | | |
| # | Oppervlakte | Primair aanwezig in cluster | Extra aanwezig in cluster | Totale warmtevraag cluster | Drempelwaarde warmtevraag voor geothermieproject | Woningen nodig voor behalen drempelwaarde | Woningen in bezit corporatie | Extra particuliere woningen nodig voor drempel |
| 4 | 139 ha. | 4.865 woningen | Drenthe College | 9.051.000 m ³ gasequivalent | 4.500.000 m ³ gasequivalent | - | 2.610 | 0 |
| 5 | 210 ha. | 4.913 woningen | Nassau College, Arendshorst | 9.191.400 m ³ gasequivalent | 4.500.000 m ³ gasequivalent | - | 2.335 | 0 (Als Nassau College & Arendshorst meedoen; anders 165 = 6%) |
| 6 | 159 ha. | 3.374 woningen | - | 6.073.200 m ³ gasequivalent | 4.500.000 m ³ gasequivalent | - | 1.329 | 1.171 (=57%) |

Tabel 7.5: Eigenschappen van kansrijke clusters voor geothermie (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2011b; Gemeente Assen, 2011c; Brandsen et al., 2011).

Cluster 4 lijkt het meest kansrijk: dit beslaat een relatief beperkte oppervlakte en met slechts drie handtekeningen (die van de woningstichtingen Actium, Woonconcept en Woonzorg Nederland) is een eventueel geothermieproject verzekerd van voldoende warmteafzet. Net buiten dit cluster zijn bovendien nog andere grote warmtevragers te vinden. Cluster 3 vormt op basis van het oppervlaktecriterium een goed alternatief; enkele grote warmtevragers, een aantal woningcorporaties en een relatief klein aandeel van de particuliere woningbezitters kunnen samen dit geothermieproject dragen. Cluster 5 is evenzeer geschikt voor geothermie. In vergelijking met de vorige twee clusters is het oppervlak weliswaar groter, maar met slechts vier benodigde handtekeningen (die van de woningstichtingen Actium en Mooiland, het Dr. Nassau College en De Arendshorst) ligt een volwaardig geothermieproject in handbereik. De clusters 1, 2 en 6 zijn ook haalbaar, maar de opgave ligt hier wat gecompliceerder door het grote oppervlak (#1) of het aantal handtekeningen van particuliere woningbezitters dat moet worden verzameld (#2 en #6). Een voordeel van de clusters op basis van grote vragers (#1, #2 en #3) - met daarin bedrijvigheid naast woningen - is overigens het feit dat een gelijkmatige verdeling van het warmteaanbod goed mogelijk is; de warmtevraag van woningen is doorgaans groot in de ochtend en in de avond, en overdag relatief beperkt aangezien veel mensen dan werken; voor een bedrijf geldt meestal precies het omgekeerde. De optelsom is dan een constante afzetlijn. Uiteraard moet bij tabel 7.5 nog worden opgemerkt dat de eventuele warmtenetten die worden aangelegd niet het volledige cluster zullen doorlopen; nader onderzoek zal moeten worden verricht naar de ideale "loop" van leidingen binnen de geïdentificeerde clusters. De ellipsvorm uit figuur 7.18 en 7.19 is slechts gebruikt als richtinggever; het is goed denkbaar dat een eventueel warmtenet op basis van geothermie delen van de clusters in kwestie overslaat, delen van de clusters in kwestie overschrijdt of (delen van) verschillende clusters met elkaar verbindt.



Figuur 7.18: Kansrijke clusters voor geothermie op basis van grote warmtevragers (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2011b; Gemeente Assen, 2011c; Brandsen et al., 2011).



Figuur 7.19: Kansrijke clusters voor geothermie op basis van woningen (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2011b; Gemeente Assen, 2011c; Brandsen et al., 2011).

Geothermie en nieuwbouw

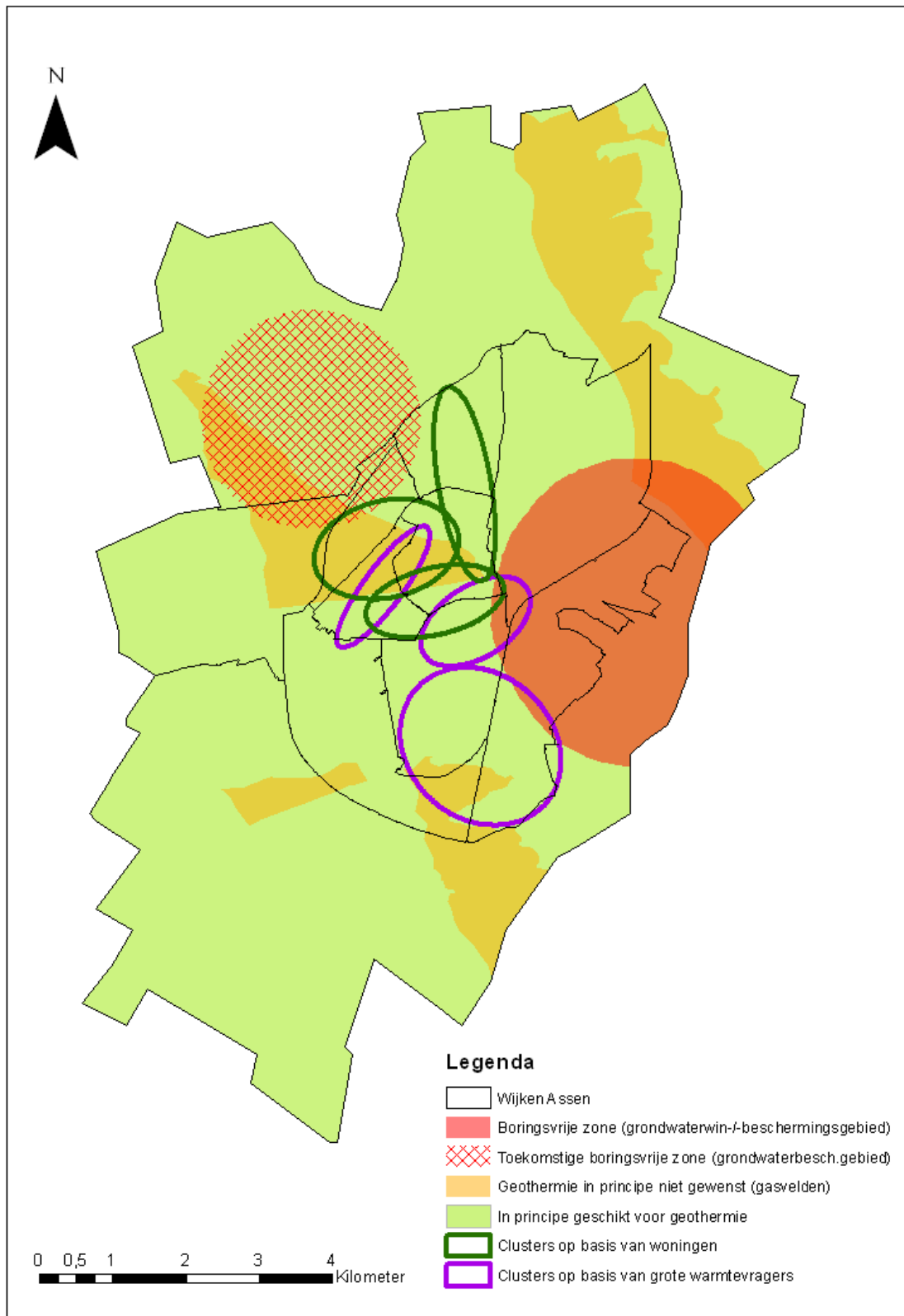
Een warmtenet aanleggen in een bestaande wijkstructuur is een onderneming die op voorhand lastig lijkt, omdat hiervoor de nodige infrastructuur (wegen, leidingen en dergelijke) opengebrouwen moet worden, wat naast kosten ook overlast met zich meebrengt. Om die reden wordt geothermie nogal eens aangedragen als mogelijkheid voor nieuw aan te leggen wijken; dan kan het warmtenet immers “vooraf” worden aangelegd, zonder bestaande structuren te forceren. De combinatie geothermie en nieuwbouw heeft evenwel te maken met het verschijnsel dat verschillende respondenten als de “paradox van warmtenetten” omschrijven: nieuwbouwhuizen moeten aan steeds strengere normen qua isolatie en dergelijke voldoen en hebben derhalve steeds minder warmtetoevoer nodig. Een warmtenet op basis van geothermie verdient zich daardoor veel minder snel terug in een nieuwe wijk, temeer omdat het grote aanbod dat voorkomt uit een geothermieput een gegeven is. Voorts is het zo dat juist in bestaande, oudere stadswijken verwarmingssystemen op basis van hoge temperaturen reeds aanwezig zijn, waardoor geothermie daar een passend alternatief vormt voor de aardgasgestookte kachels; *in* de woningen heeft een overstap naar geothermie dan ook geen impact. Tegelijkertijd ligt het, gezien de genoemde eisen omtrent energieprestaties, niet voor de hand nieuwe woningen op te leveren met hogetemperatuurverwarmingssystemen (HTV-systemen); uit de volgende paragraaf zal op basis van dezelfde inzichten blijken dat nieuwbouw een goede match vormt met lagetemperatuurverwarmingssystemen (LTV-systemen).

Conclusies

Wanneer een oplossing wordt gevonden voor de hoge investeringskosten die vooraf opgehoest moeten worden en het risico op misboringen tegelijkertijd wordt aanvaard, zijn diverse kansen voor een geothermieproject aanwezig in Assen. De in paragraaf 5.4 verantwoorde zoektocht naar een stevige en tegelijkertijd geconcentreerde warmtevraag, met een grote rol voor woningcorporaties, leidt in de gemeente Assen ontegenzeggelijk naar gebieden in en rondom de wijken Lariks en Noorderpark, waarbij delen van het Centrum, Pittelo en Peelo tevens aanknopingspunten bieden. Zes clusters zijn onderscheiden op basis van het feit dat de “drempelwaarde” qua warmteafzet hier op “zo compact mogelijke wijze” wordt behaald. Gezien de korte afstand tussen deze clusters is de mogelijkheid om één groot potentiegebied voor de gemeente Assen te definiëren zeker het overwegen waard. Let wel: geothermie *kán* ook op andere plekken worden toegepast, zoals in Assen-Oost, Marsdijk of Kloosterveen, maar de drempelwaarde qua warmteafzet is daar niet snel bereikt, waardoor de kosten voor het warmtenet onevenredig hoog zouden worden.

Naast bovenstaande inzichten rondom het afzetgebied is kennis verzameld omtrent plekken waar de boor wel of niet de grond in kan voor het slaan van een geothermieput. In de diverse gasvelden die zich onder het grondgebied van de gemeente Assen bevinden, zijn dergelijke boringen niet gewenst, terwijl het grondwaterwin/-beschermingsgebied aan de oostzijde zelfs een verbodszone is wat betreft boringen in de diepe ondergrond.

Het kaartbeeld van de mogelijkheden die de ondergrond biedt (figuur 7.12), kan worden gecombineerd met de kaartbeelden die de bovengrondse kansen duiden (figuur 7.18 en 7.19). Figuur 7.20 beantwoordt al met al de vraag “wat kan waar?” wat betreft geothermie in de gemeente Assen. Ieder cluster overlapt deels met de verbodszone en/of de zone waarin boringen niet wenselijk zijn. Dit betekent uiteraard dat het slaan van de boorput moet gebeuren op één van de “groene plekken” uit de clusters, waar boringen in principe zijn toegestaan. De toekomstige boringsvrije zone aan de westzijde van de gemeente is overigens nog niet vastgesteld; deze is indicatief weergegeven.



Figuur 7.20: De potenties van geothermie in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2010b; Gemeente Assen, 2011c; Gemeente Assen en TTE, 2010).

7.4 - Warmte- en koudeopslag

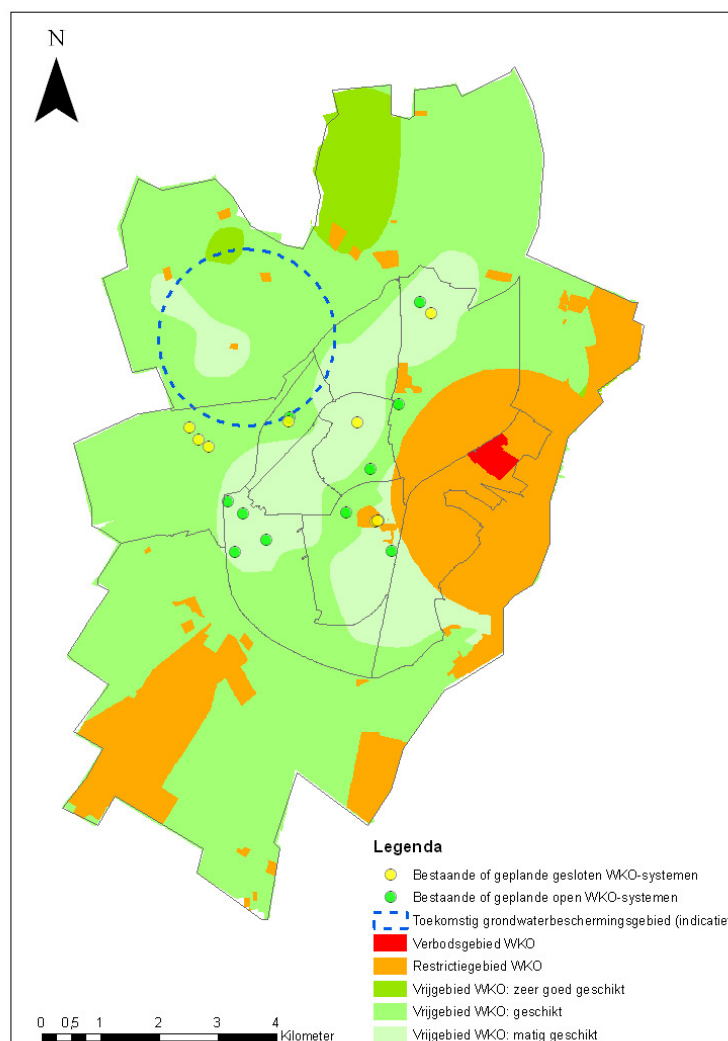
In paragraaf 5.5 zijn verschillende ruimtelijke factoren belicht die de toepassingsmogelijkheden van WKO in de gemeente Assen verhinderen of juist mogelijk maken. Net als bij geothermie gaat het hier om de gesteldheid van de ondergrond, terwijl de bovengrondse aanwezigheid van bepaalde afnemers evenzeer relevant is: voor open systemen zijn onder meer grote kantoren, industrieterreinen en compacte buurten (vanaf dertig à vijftig huizen) kansrijk, zolang hier ook een koudevraag bestaat, een LTV-systeem aanwezig is of kan worden aangelegd en er geen interferentie met andere boorputten kan optreden. Gesloten systemen passen, onder dezelfde voorwaarden, goed bij individuele huizen of clusters van woningen, zoals appartementencomplexen. Deze paragraaf werkt op basis van deze kennis toe naar het vaststellen van kansen en onmogelijkheden voor WKO in de gemeente Assen.

Ondergrond

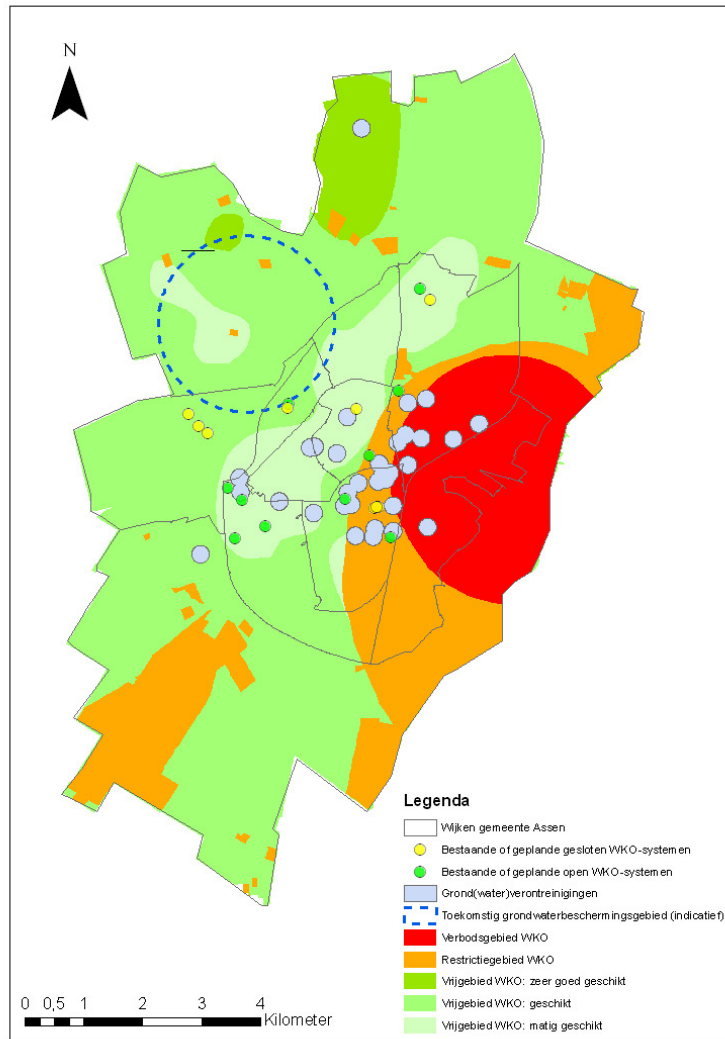
Voor het winnen van energie uit de bodem zijn dikke en sterk doorlatende watervoerende pakketten noodzakelijk en die zijn onder het grondgebied van de gemeente Assen te vinden. WKO-systemen kunnen evenwel niet zomaar worden aangelegd; de provincie heeft diverse restrictie- en verbodszones aangewezen en maakt daarbij gebruik van haar "3D-zone-model", bestaande uit twee zones:

- Zone 1, op een diepte van 0 tot 25 meter. Hierin kunnen enkel kleine, gesloten WKO-systemen worden aangelegd; open WKO-systemen zijn hierin niet haalbaar. Het drinkwaterwingebied in Assen-Oost is het verbodsgebied in Zone 1. De boringsvrije zone rondom dit drinkwaterwingebied, die ook in de vorige paragraaf over geothermie naar voren kwam, geldt als niet als verbods-, maar als restrictiegebied. Datzelfde geldt voor Natura 2000-gebieden en terreinen van archeologische betekenis. In deze restrictiegebieden is aanvullend onderzoek nodig naar de eventuele impact van een WKO-systeem, alvorens dit kan worden aangelegd (Provincie Drenthe, 2011b; Gemeente Assen; 2010a). Uit paragraaf 5.5 is ten slotte ook gebleken dat WKO-putten elkaar negatief kunnen beïnvloeden als zij zich in de directe nabijheid van elkaar bevinden. Om die reden hoort een overzicht van de WKO-systemen in de gemeente Assen bij een kaart van de ondergrondse potenties wat betreft deze duurzame-energie-techniek. Op basis hiervan kan de gemeente en/of de provincie regie voeren over de gang van zaken in de ondergrond, om te voorkomen wat de beleidsadviseur energie van de gemeente Groningen als "wildwest in de bodem" omschrijft.
- Zone 2, op een diepte van 25 tot 300 meter. Hierin kunnen grote (open en gesloten) WKO-systemen worden aangelegd. Het drinkwaterwingebied in Assen-Oost geldt hierin ook als verbodsgebied, evenals de boringsvrije zone rondom dit drinkwaterwingebied. Restrictiegebieden worden gevormd door de Natura 2000-gebieden, de terreinen met archeologische waarden en de zogenaamde 100-jaarszone of de intrekzone rondom het waterwingebied. De vrijgebieden kunnen opnieuw worden onderverdeeld in diverse klassen op basis van hun geschiktheid, die wordt bepaald door de doorlatendheid van de ondergrondse watervoerende pakketten (Provincie Drenthe, 2011b; Gemeente Assen; 2010a). Voorts verdient de mogelijke verticale verplaatsing van grondwaterverontreiniging aandacht: op plekken waar het grondwater verontreinigd is, bestaat de kans dat dit grondwater zich verspreidt naar dieper gelegen gebieden als een WKO-put wordt aangelegd, aangezien een afsluitende potkleilaag op ongeveer 15 à 20 meter diepte wordt doorboord in deze zone (Gemeente Assen, 2011a).

Figuur 7.21 geeft op basis van bovenstaande inzichten weer waar WKO in zone 1 wat de ondergrond betreft kan worden toegepast, terwijl figuur 7.22 laat zien op welke plekken de kansen in zone 2 liggen. Het overzicht van gesloten systemen is mogelijk niet volledig, aangezien gesloten WKO's pas sinds 1 januari 2011 meldingsplichtig zijn. Tot slot moet nog worden opgemerkt dat de ondergrondse potenties voor open WKO-systemen ook worden bepaald door stroomsnelheden van het grondwater; het kan zijn dat die zo hoog zijn dat de warmte of koude eenvoudig afvloeit, wat bovengronds een goed functionerende temperatuurvoorziening in de weg kan staan. Dit gegeven wordt hier niet nader bestudeerd of in een kaartlaag vertaald; het ligt voor de hand dit per voorzien WKO-project na te trekken. Volgens de technisch medewerker milieu van de gemeente is de maximumstroomsnelheid ongeveer dertig meter per jaar in de ondergrond van Assen.



Figuur 7.21: De ondergrondse mogelijkheden van WKO in zone 1 (Bron: eigen bewerking van Provincie Drenthe, 2011b; Provincie Drenthe, 2011e; Gemeente Assen, 2010a).



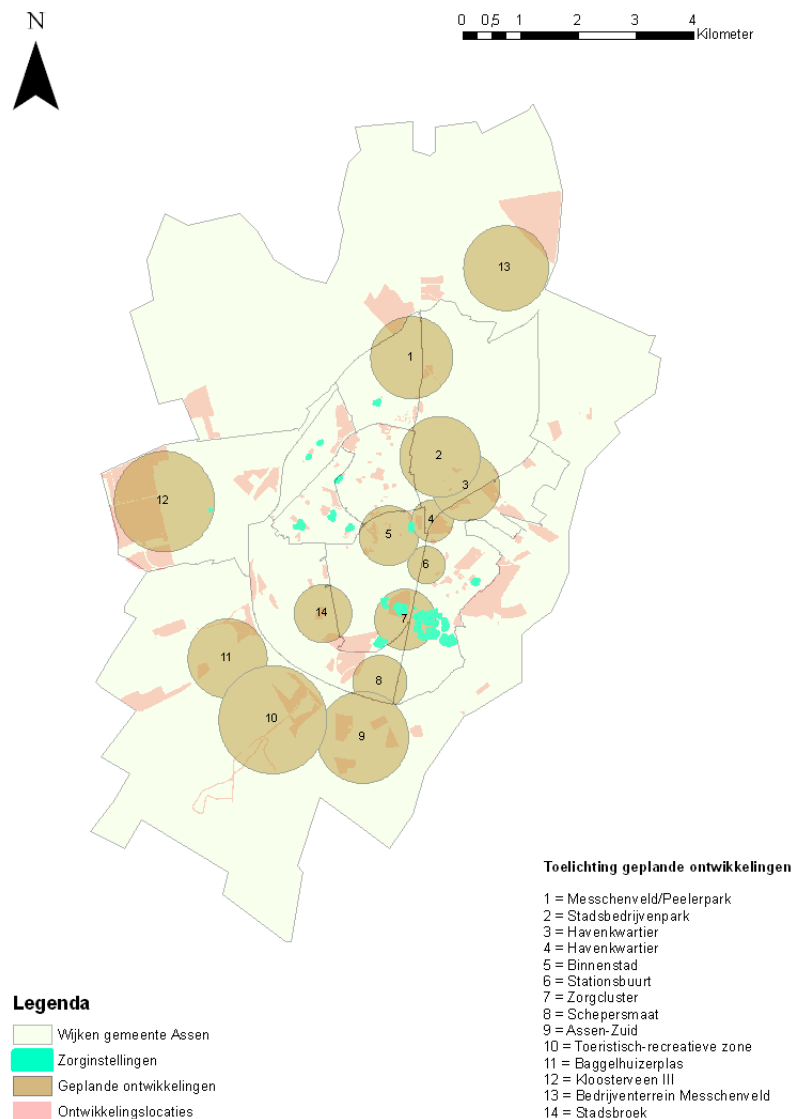
Figuur 7.22: De ondergrondse mogelijkheden van WKO in zone 2 (Bron: eigen bewerking van Provincie Drenthe, 2011b; Provincie Drenthe, 2011f; Gemeente Assen, 2010a).

Bovengrond

Nu duidelijk is waar WKO-installaties binnen de gemeente Assen mogen verschijnen, is het zaak te bepalen waar de echte kansen liggen, door uit het bovengrondse profiel een mogelijke vraag naar WKO-systemen af te leiden. Uit paragraaf 5.5 is gebleken dat daarvoor gezocht moet worden naar ruimtes met een aanzienlijke warmte- en koudevraag; de utiliteit komt op basis van dit criterium eerder in aanmerking dan de woningbouw, hoewel diverse respondenten aangeven dat ook in de woningbouw de vraag naar koude almaar toeneemt. Niettemin bieden bestaande woningstructuren in de gemeente Assen geen mogelijkheden voor WKO, omdat LTV-systemen (in de vorm van vloer- en/of wandverwarming) hier in de regel niet te vinden zijn. Nieuwbouwplannen bieden echter wel de kans om te werken aan een woningbestand met een LTV-systeem en datzelfde geldt voor herstructureringsopgaves. In Assen zijn in dat kader diverse “ontwikkellocaties” vastgesteld, waar projectontwikkelaars de (toekomstige) aanleg van LTV-verwarmingssystemen kunnen overwegen om de optie WKO open te houden. Soms zijn de (plannen omtrent de) ontwikkelingen waarop wordt gedoeld al in een gevorderd stadium; deze “geplande ontwikkelingen” omvatten onder meer de woonbuurt “Kloosterveen III” en de projecten die samen het plan “FlorijnAs” vormen (zie figuur 7.22).

Voorts wijzen de projectleider bodemenergie van de provincie Drenthe en de technisch medewerker milieu van de gemeente Assen op de kansen voor WKO die zorgpartijen hebben. Assen is, zoals in paragraaf 6.1 al naar voren kwam, een stad waarin de zorgsector goed vertegenwoordigd is. Zorginstellingen, zoals ziekenhuizen en woonzorgcomplexen, hebben doorgaans naast een warmte- ook een stevige koudevraag en daarom is WKO hier kansrijk. In Assen is een heus “zorgcluster” te identificeren en daarnaast bestaan nog diverse afzonderlijke zorginstellingen waar WKO zich als duurzaam antwoord op de vraag naar warmte en koude kan bewijzen. Bovendien geldt, net als bij geothermie, dat WKO de betrouwbaarheid van de warmtevoorziening ter plaatse kan vergroten, wanneer bestaande gasketels als achtervang gaan fungeren. In een sector als de zorg is de betrouwbaarheid van de warmtevoorziening soms letterlijk van levensbelang.

Figuur 7.23 geeft al met al weer wat bovengronds de kansrijke plekken zijn voor de toepassing van (open of gesloten) WKO-systemen.



Figuur 7.23: De bovengrondse kansen voor WKO (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2010a; Gemeente Assen, 2011c).

Conclusies

De onder- en bovengrondse werkelijkheid in de gemeente Assen bieden samen heel wat aanknopingspunten voor de toepassing van WKO, een energietechniek die niet alleen vanuit milieuperspectief duurzaam is; volgens de respondenten die in deze paragraaf zijn genoemd, kunnen de aanlegkosten van een WKO-systeem in de utiliteit al binnen vijf jaar terugverdiend zijn door de besparing op de gasnota en elektriciteitsrekening (gezien de airconditioning). Bedrijven, instellingen of particulieren met WKO-plannen moeten vanzelfsprekend eerst de keuze maken tussen een gesloten en een open systeem en een individuele of collectieve WKO-variant. Een open systeem heeft in de praktijk te allen tijde met zone 2 te maken en een gesloten systeem in de meeste gevallen ook, maar soms blijft het leidingwerk in zone 1 als er sprake is van een klein, horizontaal georiënteerd en gesloten WKO-systeem.

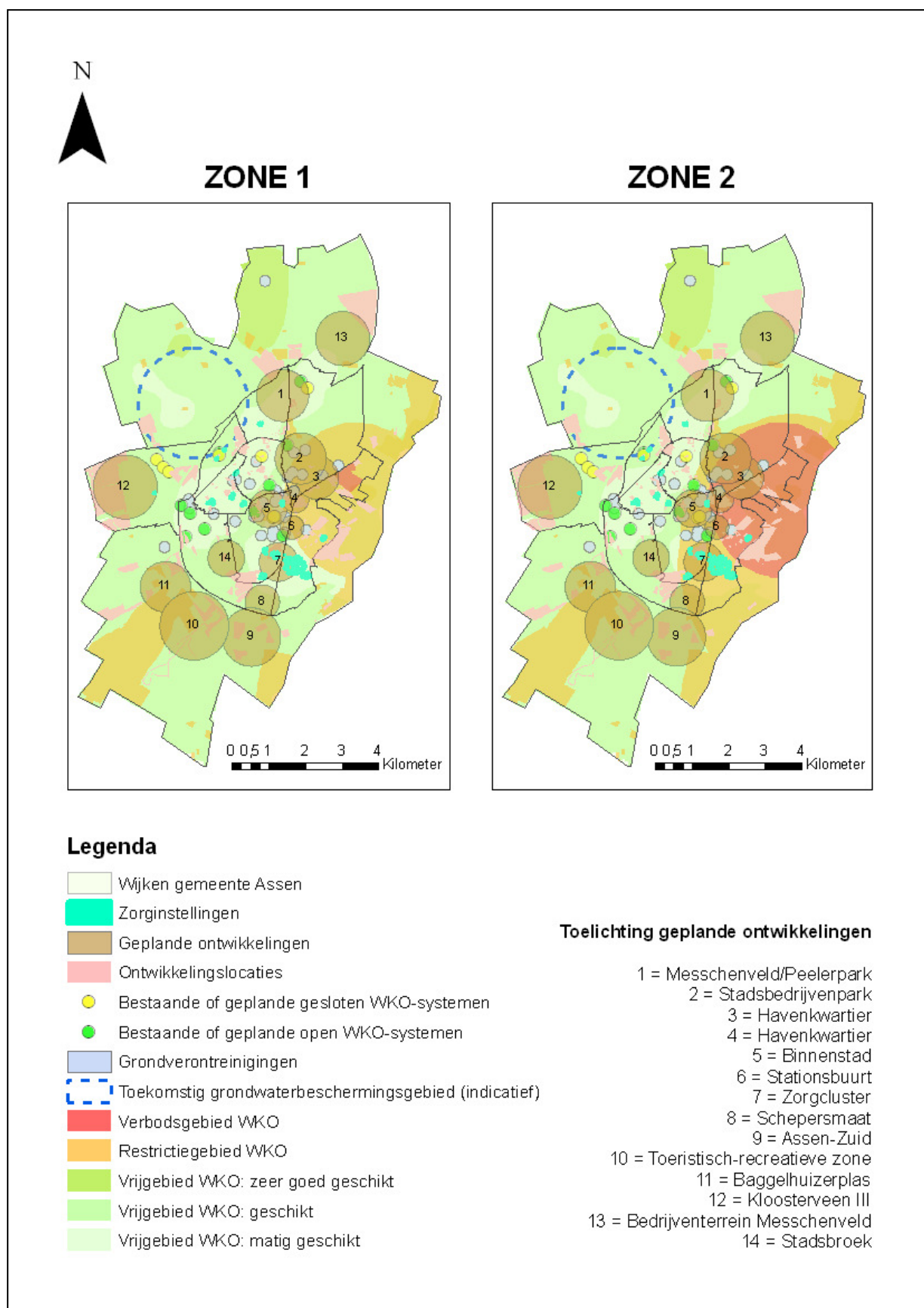
In zone 1 is WKO uitgesloten in het drinkwaterwingebied aan de oostzijde van de gemeente. In de Natura 2000-gebieden, op terreinen van archeologische waarde en in het grondwaterbeschermingsgebied - de zogenaamde restrictiegebieden - is aanvullend onderzoek naar de effecten nodig voordat groen licht kan worden gegeven voor de aanleg van een WKO-installatie. In zone 2 vormen het drinkwaterwingebied en het grondwaterbeschermingsgebied samen de verbodzone. De Natura 2000-gebieden, terreinen van archeologische waarde en de 100-jaarszone rondom het drinkwaterwingebied gelden hier als restrictiegebied. In de rest van de gemeente zijn er geen ondergrondse belemmeringen voor de toepassing van WKO.

Niettemin dient altijd rekening te worden gehouden met bestaande WKO-systemen en grondwaterverontreinigingen. Voor een gemeente kan een regierol in dat kader waardevol zijn. Beheer om interferentieproblemen of “wildwest in de ondergrond” te voorkomen, is niet alleen vanuit geologisch oogpunt wenselijk; wanneer een gemeente stuurt op grote, collectieve systemen dan worden energetisch gezien ook de hoogste rendementen behaald. Bovendien wordt daarmee het “wie-het-eerst-komt-wie-het-eerst-maakt-principe” omzeild, aangezien het mogelijk is dat een bedrijf of instelling geen WKO-installatie kan aanleggen omdat de buurman simpelweg eerder was.

Het antwoord op de vraag “wat kan waar?” wat betreft WKO is niet enkel waardevol voor de gemeente, maar juist voor de bedrijven, instellingen, projectontwikkelaars en particulieren die uiteindelijk moeten overgaan tot de keuze voor een WKO-installatie. In dat kader kan de gemeente een verschil maken door deze partijen bekend te maken met de kansen die in deze paragraaf zijn geduïd of door het bijbehorende juridische speelveld (denk aan vergunningen) inzichtelijk te maken. De zogenaamde “WKO-tool” op de website van de provincie Drenthe is in dat licht een prima voorbeeld.

Bovengronds liggen de kansen voor WKO met name in de utiliteit en voor wat het woningbestand betreft ook in de nieuwbouw, mits een LTV-systeem voorhanden is. Sowieso gelden geplande ontwikkelingen, waaronder de deelprojecten van de FlorijnAs, als kansrijk voor WKO, aangezien hier volop mogelijkheden zijn om LTV-systemen te realiseren. Ten slotte passen de zorginstellingen gezien hun koudevraag uitstekend bij WKO en die zijn talrijk in de gemeente Assen. Vooral in het zorgcluster zijn er interessante mogelijkheden voor een collectieve, grote WKO-installatie.

Figuur 7.24 op de volgende pagina geeft op basis van deze paragraaf weer waar de kansen voor WKO liggen in de gemeente Assen, waarmee de vraag “wat kan waar?” wordt beantwoord.



Figuur 7.24: De potenties van open en gesloten WKO-systemen in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van Gemeente Assen, 2010a; Gemeente Assen, 2011c, Gemeente Assen en TTE, 2010; Provincie Drenthe, 2011b; Provincie Drenthe, 2011e; Provincie Drenthe, 2011f).

7.5 - Biomassa

In paragraaf 5.6 zijn de ruimtelijke randvoorwaarden voor de toepassingsmogelijkheden van biomassa belicht. Op een plek waar verbranding, vergisting of vergassing van biomassa plaatsvindt, moet in de eerste plaats voldoende en een kwalitatief hoogwaardig aanbod van biomassa voorhanden zijn. Biomassa is mobiel en kan om die reden theoretisch overal (in de gemeente Assen) worden omgezet in energie, mocht de techniek in kwestie rendabel blijken met het gegeven aanbod. De geur- en/of geluidsimpact van een verbrandings-, vergistings- of vergassingsinstallatie perkt de toepassingsmogelijkheden evenwel in. In deze paragraaf worden op basis van deze kennis de kansen voor biomassa in de gemeente Assen geduid.

Assen wil zich onder meer als groene stad profileren en daardoor lijkt biomassa als duurzame-energie-techniek goed bij de gemeente te passen. Assen blijft echter ook een stadse gemeente met een buitengebied van geringe grootte, wat de omvang van de lokale biomassastromen vanzelfsprekend beperkt. De hamvraag is of de aanwezige biomassastromen binnen de gemeente van voldoende omvang en kwaliteit zijn om daar een lokale en rendabele (vergistings-, verbrandings- of vergassings-)oplossing voor te zoeken. Mocht dit niet zo blijken te zijn, dan kunnen de plannen om er energie uit te halen op het regionale schaalniveau worden ingevuld, in ruil voor certificaten die bewijzen dat het Asser aanbod duurzaam wordt verwerkt; daartoe zijn in Drenthe onder meer mogelijkheden bij afvalverwerker Attero in Wijster. De provincie Drenthe tracht de inzameling van biomassa op deze plek te stimuleren, maar bij het onderzoeken van de lokale energiepotentie op het gebied van biomassa geldt deze regionale opschaling enkel als “plan B”.

Aanwezige stromen en hun potenties

TNO (2010) onderscheidt dertig verschillende biomassastromen; zie tabel 5.1 uit paragraaf 5.6. Deze zijn niet allemaal even relevant bij het bepalen van de potentie die deze duurzame-energie-techniek heeft in de gemeente Assen. Dat komt doordat de biomassastroom (beter) kan worden gerecycled (denk aan oud papier en karton) of doordat de stroom er simpelweg niet aanwezig is (denk aan de energieteelt). De mogelijkheid van energieteelt - het speciaal verbouwen van energiegewassen om er uiteindelijk energie aan te onttrekken - verdient volgens de beleidsadviseur energie van de gemeente Groningen en de beleidsadviseur landbouw, natuur en buitengebied van de gemeente Assen ook in de toekomst geen aandacht: niet alleen omdat de ruimte ontbreekt, maar vooral omdat het energetische rendement ervan (nog) niet indrukwekkend is. Een hectare vol zonnepanelen levert het veelvoud aan energie op in vergelijking met een hectare koolzaad, is de heersende gedachte. Van alle biomassastromen uit figuur 5.1 blijft dus een beperkte selectie over die nadere studie verdient in de gemeente Assen:

1. Vers resthout
2. Resthout uit de houtverwerkende industrie
3. Gescheiden ingezameld hout
 - a. A-kwaliteit (schoon)
 - b. B-kwaliteit (licht verontreinigd)
 - c. C-kwaliteit (verontreinigd met chemische middelen)
4. (Berm)maaisel
5. Ingezameld GFT-afval
6. Ingezameld Restafval (met daarin een GFT-component)
7. Kippen-, runder- en varkensmest
8. Slib van de RWZI

Hieraan kunnen nog twee stromen worden toegevoegd: het slib dat wordt verzameld tijdens het onderhouden van de sloten en andere waterwegen binnen de gemeentegrenzen en het grof tuinafval dat niet actief wordt ingezameld, maar wel door particulieren of bedrijven naar het gemeentelijke milieupark wordt gebracht:

9. Slootslib/hekkelspecie

10. Grof tuinafval

Na het onderscheiden van deze tien biomassastromen is het bepalen van de omvang ervan een logische vervolgstap. In tabel 7.6 staat weergegeven hoeveel energie er maximaal uit de gegeven stromen te halen is. Mogelijkheden om diverse stromen samen te vergisten, het zogenaamde co-vergisten, worden in dit onderzoek verder buiten beschouwing gelaten.

| Stroom | Hoeveelheid/jr | Energie-inhoud ⁴ | Potentieel | Conversietechniek ⁵ | Rendement ⁶ | Opbrengst |
|---------------------------|--|-----------------------------|------------|--------------------------------|------------------------|-----------------|
| 1. Vers resthout | 395.000 kg ¹ (snoeien openbaar groen) | 9 GJ/ton | 3,55 TJ | Verbranding | 90% | 3,20 TJ |
| 2. Industrieel resthout | 0 kg (aanname: verwerkt in stroom 3) | 16 GJ/ton | 0 TJ | Verbranding | 90% | 0 TJ |
| 3a. Hout-B | 1.395.730 kg ¹ | 16 GJ/ton | 22,3 TJ | Verbranding | 90% | 20,07 TJ |
| 3b. Hout-C | 282.314 kg ¹ | 16 GJ/ton | 4,52 TJ | Verbranding | 90% | 4,07 TJ |
| 4. (Berm)maaisel | 710.000 kg ² | 5,3 GJ/ton | 3,76 TJ | Vergassing | 20% | 0,75 TJ |
| 5. GFT-afval (ingezameld) | 7.453.960 kg ¹ | 3,4 GJ/ton | 25,34 TJ | Vergisting | 15% | 3,80 TJ |
| 6. Restafval (ingezameld) | 14.943.445 kg ¹ , waarvan 66% vergistbaar (=9.962.297 kg) | 3,4 GJ/ton | 33,87 TJ | Vergisting | 15% | 5,08 TJ |
| 7a. Vaste mest | 5.292.000 kg kg ³ | 8 GJ/ton | 42,33 TJ | Vergisting | 15% | 6,35 TJ |
| 7b. Dunne mest | 89.040.000 kg ³ | 0,4 GJ/ton | 35,62 TJ | Vergisting | 15% | 5,34 TJ |
| 8. Slib RWZI | 3.954.200 kg ⁷ | 3 GJ/ton | 11,86 TJ | Vergisting | 15% | 1,78 TJ |
| 9. Slootslib | 350.000 kg ² | 3 GJ/ton | 1,05 TJ | Vergisting | 15% | 0,16 TJ |
| 10. Grof tuinafval | 3.032.680 kg ¹ | 9 GJ/ton | 27,29 TJ | Vergassing | 20% | 5,46 TJ |
| Totaal | | | | | | 56,06 TJ |

Tabel 7.6: De mogelijke energieopbrengst van de verschillende biomassastromen binnen de gemeente Assen.

¹ Hoeveelheid is bepaald op basis van "ervaringsgetallen" bij het groenbeheer/milieupark van de gemeente Assen.

² Hoeveelheid is bepaald op basis van kengetallen (Bron: Den Hoedt, 2009).

³ Hoeveelheid is bepaald op basis van provinciale CBS-data (Bron: CBS Statline, 2011c). Aangezien cijfers omtrent mestproductie per gemeente niet bestaan, is de gemeentelijke stroom vastgesteld op basis van het aandeel cultuurgrond in de provincie: 2,8 procent (Bron: CBS, 2011d).

⁴ Voor biomassa geldt dat 1 ton droge stof 18 GJ energie bevat; hoe hoger het vochtgehalte van de biomassastroom, hoe lager de energiewaarde (Bron: Debets BV, 2011). Gebruikte bronnen bij het vaststellen van de diverse energiewaardes zijn: Debets BV, 2011; Gemeente Leeuwarden, 2006; TNO, 2010; Gomez en Van Beurden, 2011; Broersma et al., 2011).

⁵ Het gaat hier om de gebruikelijke conversietechniek (Bron: Ministerie van Economische Zaken, 2010). Soms zijn andere conversietechnieken mogelijk.

⁶ Het rendement van de conversie is indicatief weergegeven en varieert logischerwijs per verwerkingscentrale (Bron: Coenen en Schlatmann, 2007).

⁷ Aanneme 1: per 1.200 m³ rioolwateraanvoer komt 1 ton slib vrij (Broersma et al., 2011). Aanneme 2: de gemiddelde dagaanvoer in de RWZI te Assen is 13.000 m³ rioolwater (Waterschap Hunze en Aa's, 2011).

Potenties benutten

De 56,06 TJ aan energie die uit de Asser biomassastromen te halen is, komt overeen met 2,3 procent van de totale energiebehoefte die uit tabel 6.2 blijkt. Het is de vraag of het de kosten en moeite waard is hiervoor een biomassacentrale te bouwen en te exploiteren binnen de gemeentegrenzen. Zolang dat op een rendabele wijze kan gebeuren, is het verstandig de optie serieus te nemen. Volgens de respondenten die al in deze paragraaf genoemd zijn en de

beleidsmedewerker klimaat, milieu en energie van de provincie Drenthe helpen alle beetjes op weg naar een duurzame energievoorziening. Zij geven bovendien aan dat van een project op basis van biomassa een duidelijk signaal kan afgaan: een biomassa-installatie kan het verhaal uitdragen dat er energie uit de omgeving te halen is, ook al is de opbrengst relatief gezien niet indrukwekkend. Niettemin lenen de biomassastromen zich, losstaand van het energetisch potentieel, niet allemaal even goed voor het vormgeven van een verbrandings-, vergistings- of vergassingsoplossing.

In het geval van mest ontbreekt de centrale grip op de stroom bijvoorbeeld: er zijn 59 landbouwbedrijven die stuk voor stuk een fractie van de totale mestproductie in de gemeente voor hun rekening nemen (CBS Statline, 2011d). Zij kunnen niet allemaal worden gedwongen hun mest ter beschikking van een lokale vergistingsinstallatie te stellen. En mochten zij hier toch toe bereid zijn, dan zal veel geld in het verzamelen ervan gestoken moeten worden en bovendien kan niemand garanderen dat zij de vergistingsinstallatie tot in lengte van dagen van mest blijven voorzien. Op het moment dat een afnemer uit Duitsland het dubbele biedt, zal de lokale vergistingsinstallatie met een duur gebrek aan input te maken krijgen; een agrarisch bedrijf blijft immers een commerciële onderneming. Mestvergisters op bedrijfsniveau vormen een alternatief, maar steunen op rijkssubsidies die eerder afnemen dan toenemen, terwijl de afzetkosten voor de restproducten, het digestaat, alleen maar groeien (Timmerman en Hilhorst, 2009).

De rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) in de gemeente Assen is de partij die de beschikking heeft over het slib dat een vergistingsinstallatie ter plaatse operationeel kan maken. "Afvalwater" bestaat dan niet langer en de RWZI kan zich als een zogenaamde "energiefabriek" bewijzen; naast de dekking van de stevige energievraag die de RWZI zelf heeft, zou voldoende energie overblijven om - op rendabele wijze - andere partijen te voorzien in hun behoefte (Waterschap Aa en Maas, 2011). Tabel 7.6 bevestigt dit. De haalbaarheid en wenselijkheid van deze duurzame oplossing in Assen zijn evenwel twijfelachtig, vooral omdat de grootschalige vergisting dan plaats zou vinden in de directe nabijheid van het nieuw te ontwikkelen Havenkwartier. De mogelijkheden voor woningbouw zouden logischerwijs worden beperkt door de reuk- en geluidscontouren die vastzitten aan de slibvergister, maar het Havenkwartier zou ook kunnen profiteren van de duurzame energie die de RWZI produceert. In dat kader worden anno 2011 zes toekomstscenario's voor de RWZI in Assen verkend, die variëren van de snelle ontwikkeling van een forse grondstoffenfabriek met een vergister (waarbij het in tabel 7.6 genoemde potentieel in omvang zal toenemen door de groei in de aanvoer), tot aan de decentralisatie van de sanitatie (met de mogelijkheid voor kleinschalige "energiefabrieken" op de schaal van ongeveer driehonderd woningen), die leidt tot krimp van de huidige RWZI (Geldof, 2011).

De overige biomassastromen zijn allemaal in handen van de gemeente, die zeggenschap heeft over de bestemming ervan. Voor bermgras geldt dat, in welke omvang dan ook, de vergassing of vergisting nog niet rendabel is zonder subsidies (TNO, 2010) en aangezien slootslib-vergisters nog niet bestaan, de energie-inhoud van deze "grondstof" nog lager is en de beschikbare hoeveelheid in het niet valt vergeleken met de andere biomassastromen, ligt het ook niet voor de hand hier een lokale oplossing voor te zoeken. Gezien het feit dat de gemeente anno 2011 nog betaalt voor de afvoer van dit "afval" is het evenwel raadzaam de ontwikkelingen op het gebied van vergistings- en/of vergassingstechnieken nauwlettend in de gaten te houden.

Vergisting van GFT-afval, de GFT-component uit het gewone restafval en het grof tuinafval op het schaalniveau van Assen is in theorie mogelijk, maar de omvang van deze stroom (ongeveer 20,5 miljoen kilogram per jaar indien de organische component uit het gewone restafval

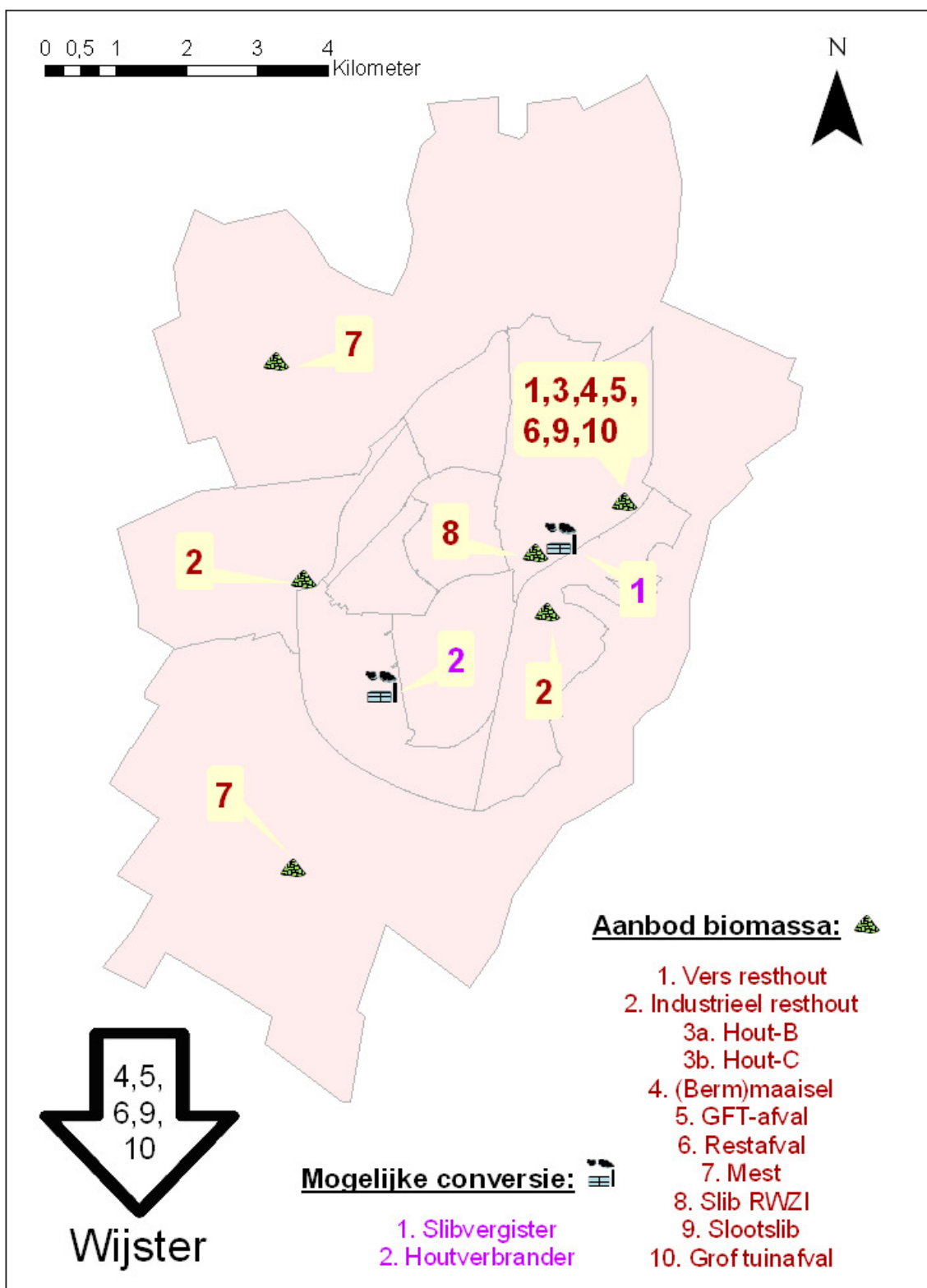
gescheiden kan worden; zie tabel 7.6) schiet tekort om een lokale GFT-vergister te overwegen. GFT-vergisters in Zwolle, Hengelo, Lelystad en Wilp werken met een veelvoud qua input, gemiddeld rond de 50 miljoen kilogram GFT per jaar, en zelfs dan blijkt het nog lastig genoeg om de installatie (op rendabele wijze) operationeel te houden (SenterNovem, 2008). Met een grootschalige biovergister “om de hoek” in aanbouw, bij afvalverwerker Attero in Wijster, lijkt het bouwen van een lokale GFT-vergister in Assen anno 2011 niet wenselijk, temeer omdat in Wijster alle benodigde milieuvergunningen reeds zijn afgegeven. Verschillende respondenten onderschrijven dit. “Een vraagstuk dat het lokale niveau overschrijdt, moet je ook niet lokaal willen oplossen”, stelt de vakcoördinator water van de gemeente Assen bijvoorbeeld.

Wat overblijft, zijn de houtige biomassastromen. Hout geldt volgens Spijker en Boosten (2010) en de beleidsadviseur energie van de gemeente Groningen als een rendabele biomassastroom. Een belangrijke conclusie van Goossens et al. (2010) luidt dat het gemeentelijke B- en/of C-hout zich niet goed leent voor verbranding in een houtgestookte warmte-installatie, omdat de kwaliteit ervan niet constant is. In die wetenschap is alleen het gemeentelijk snipperhout dat vrijkomt bij het groenbeheer nog interessant voor een verbrandingsoplossing. Volgens tabel 7.6 is 3,20 TJ aan energie te halen uit dit snipperhout, wat overeenkomt met ongeveer 100.000 kubieke meter gasequivalent. De meest efficiënte manier van houtverbranding is te bereiken bij een constante warmtevraag over het hele jaar (Goossens et al., 2010). Een zoektocht naar een (cluster van) warmtevraager(s) met een constante warmtebehoefte die jaarlijks ongeveer 100.000 kubieke meter gas bedraagt, is op basis van deze kennis raadzaam. De geplande ontwikkelingen in de Asser buurt Stadsbroek lijken kansrijk: hier verrijzen onder meer een nieuw openluchtzwembad en een milieueducatief centrum. Een buitenzwembad heeft vooral in de zomerperiode warmtetoevoer nodig, terwijl een milieueducatief centrum juist in de winter met een grote warmtevraag te maken heeft. De optelsom hiervan komt in de buurt van een constante stooklijn en gezien de cijfers uit bijlage II is een totale gasvraag van 100.000 kubieke meter gasequivalent denkbaar. Om die redenen is een warmtevoorziening via een houtkachel hier het overwegen waard.

Conclusies

Assen heeft het karakter van een groene stad, maar de biomassastromen in de gemeente zijn niet van indrukwekkende omvang, hoofdzakelijk omdat Assen absoluut en relatief gezien weinig buitengebied kent. Niettemin zijn er jaarlijks heel wat kilo's hout, maaisel, mest, GFT, afval, rioolslib en slootslib in omloop binnen de gemeente, die samen een energiewaarde van ongeveer 56 TJ vertegenwoordigen. Dit getal geeft desalniettemin aan dat de kansen voor biomassa weinig voorstellen in vergelijking met de mogelijkheden van de eerder belichte duurzame-energie-technieken. Het rioolslib bij de RWZI en het snipperhout dat vrijkomt dankzij het groenbeheer zijn de twee stromen die anno 2011 op het lokale schaalniveau van Assen nog de meeste kansen op een rendabele duurzame oplossing bieden. Een grote vergister plaatsen bij de RWZI is een optie die deze partij onderzoekt, terwijl de gemeente haar snipperhout bijvoorbeeld kan inzetten om toekomstige energievragers in de buurt Stadsbroek een duurzame verwarmingsmethode in het vooruitzicht te stellen. Overige vergistbare biomassa - zoals GFT, maaisel en slootslib - kan onder meer in Wijster zijn weg naar duurzame energie vinden. Het “kwaliteitsprobleem” dat conversie van ingezameld hout op het lokale schaalniveau in de weg staat, lijkt op het regionale schaalniveau minder relevant; het B- en C-hout uit Assen kan bijvoorbeeld als input dienen voor de nieuw aan te leggen verbrandingsinstallatie in Delfzijl (Geijp, 2011).

Figuur 7.25 op de volgende pagina geeft op basis van deze paragraaf weer waar de kansen voor de verzameling en conversie van biomassa liggen in de gemeente Assen, waarmee de vraag “wat kan waar?” wordt beantwoord.



Figuur 7.25: De potentie van biomassa in de gemeente Assen.

7.6 - Restwarmtebenutting

Het concept van restwarmtebenutting is een ondubbelzinnig voorbeeld van de sterke relatie die kan bestaan tussen duurzame energie en ruimte. Warmte gaat immers verloren bij transport over lange afstanden en daarom is de afzet ervan in de nabijheid een eerste vereiste, mocht de intentie bestaan er meer mee te doen dan het simpelweg lozen ervan. Een clustering van de vraag naar en het aanbod van restwarmte zou bovendien betekenen dat de kosten voor de aanleg van een warmtenet binnen de perken blijven. In paragraaf 5.7 kwam naar voren dat warmtelevering binnen het eigen bedrijf, aan een ander bedrijf of aan de gebouwde (woon)omgeving drie verschillende toepassingsmogelijkheden zijn. Op de volgende bladzijden zal blijken of hiervoor kansen te identificeren zijn in de gemeente Assen.

Assen vandaag

In paragraaf 5.7 werd gerefereerd aan het feit dat een restwarmtebron in de regel het karakter heeft van een industriële onderneming, afvalverwerkingsinstallatie of elektriciteitscentrale. De laatste twee typen bedrijven zijn anno 2011 niet te vinden in Assen en uit paragraaf 6.1 bleek bovendien dat de industriële sector in Assen beperkt is in omvang. Van de 2.815 (loon)bedrijven die binnen de gemeentegrenzen staan geregistreerd, vallen er 135 in de categorie "Industrie", wat overeenkomt met ongeveer 4,8 procent (CBS Statline, 2011b). Niettemin is één restwarmtebron in theorie voldoende voor een project op basis van deze duurzame-energie-techniek en daarom is het zaak de potentie van deze 135 bedrijven nader te bestuderen.

Het AgentschapNL heeft zich in het kader van de Meerjarenaafpraak Energie-efficiëntie 2001 - 2020 (MJA3) toegelegd op het identificeren van restwarmtebronnen. Op basis van gegevens omtrent de netto warmte-input van bedrijven en hun economische activiteit (de zogenaamde standaard bedrijfsindeling, de SBI-code) zijn de kansen voor restwarmtebenutting bepaald (AgentschapNL, 2011c). Vier aannames staan hierbij centraal:

1. De warmtevraag is gelijk aan het totale energieverbruik per bedrijf min het elektriciteitsgebruik, het grondstofgebruik, de export en 10 procent ketelverliezen.
2. Alle warmte met een hoge temperatuur ($> 200\text{ }^{\circ}\text{C}$) wordt, indien bruikbaar, volledig benut op het midden-temperatuur-niveau ($120\text{ }^{\circ}\text{C} - 200\text{ }^{\circ}\text{C}$).
3. Alle warmte met een temperatuur van het midden-niveau wordt, indien bruikbaar, volledig benut op het lage-temperatuur-niveau ($< 120\text{ }^{\circ}\text{C}$).
4. Alle warmte die niet bruikbaar is, komt vrij als restwarmte.

Bovengenoemd proces heeft in Assen niet geleid tot de identificatie van industriële bedrijven die warmte "over hebben". Daarom is restwarmtebenutting een duurzame-energie-techniek die anno 2011 (nog) geen kansen biedt voor de gemeente Assen.

Assen morgen

Assen is een stad in ontwikkeling en om die reden is het raadzaam de kansen voor restwarmtebenutting regelmatig opnieuw vast te stellen. Zo gaat het stadsbedrijvenpark een herstructurering doormaken, terwijl een compleet nieuw bedrijventerrein aan de zuidzijde van de gemeente zich in de planfase bevindt. Dit bedrijventerrein is, evenals het stadsbedrijvenpark, niet bestemd voor bedrijven uit de zware industrie, die in het Handboek Bedrijven en Milieuzonering als categorie 5 of 6 staan aangeduid (VNG, 2007). Op basis daarvan kan de hypothese worden geformuleerd dat de kansen voor restwarmtebenutting ook in de toekomst niet voor het oprapen liggen in de gemeente Assen.

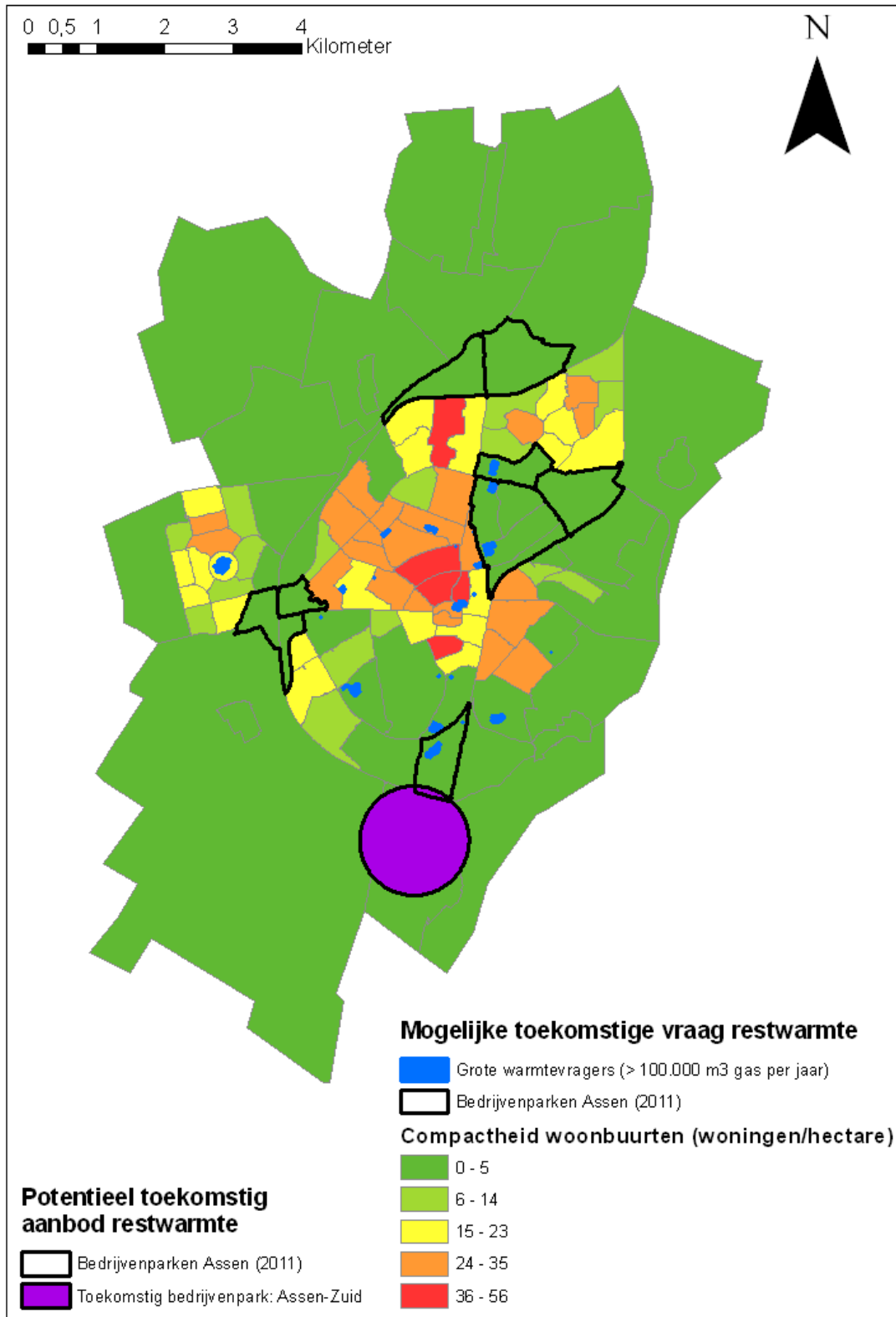
Opnieuw geldt echter dat één industrieel bedrijf aan de kiem kan staan van een duurzaam project op basis van restwarmtebenutting. De kans dat een bedrijf uit milieucategorie 4 of lager hiertoe aanknopingspunten biedt, is minder groot dan in het geval dat er bedrijven uit categorie 5 of 6 te herkennen zijn. Tegelijkertijd is het niet uitgesloten dat de combinatie van de warmte-input en economische activiteit van een bedrijf uit categorie 4 restwarmte oplevert. Mocht dit het geval blijken, dan is restwarmtebenutting nog niet per definitie haalbaar en wenselijk. Het AgentschapNL (2011b) onderscheidt dan, aan de aanbodzijde, de volgende relevante parameters:

1. De betrouwbaarheid van de bron; een duurzaam project op basis van restwarmte is uiteraard alleen wenselijk als de bron van de restwarmte voldoende “leveringszekerheid” kan bieden.
2. De omvang van het warmteaanbod; hoe meer restwarmte beschikbaar is, hoe meer toepassingsmogelijkheden denkbaar zijn.
3. De temperatuur van de warmtebron; hoe hoger de temperatuur van de restwarmte, hoe meer hiermee gedaan kan worden.
4. De aanwezigheid van een warmtenet, waarop de bron kan worden aangesloten; indien dit warmtenet reeds bestaat, is de haalbaarheid van een restwarmteproject groter dan wanneer dit warmtenet (speciaal) aangelegd dient te worden.
5. De continuïteit van het warmteaanbod; grote schommelingen hierin gaan ten koste van de toepassingsmogelijkheden.

Deze parameters raken stuk voor stuk aan de inzichten uit paragraaf 5.7. De relevante parameters aan de *vraagzijde* hebben logischerwijs te maken met de omvang en mogelijkheden van het benodigde transport- en distributienet, waarbij de geografische nabijheid van warmteafnemer(s) van groot belang is, terwijl de omvang en verdeling van de totale warmtevraag evenzeer ter zake doen (AgentschapNL, 2011b). Concrete cijfers hieromtrent kunnen worden ingevoerd in het spreadsheetfilter “Verkenning Restwarmtebenutting” van het AgentschapNL (beschikbaar op: http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/verkenning%20restwarmtebenutting%20NEW%20versie%202%201%205%20april%202011_0.xls) en het resultaat daarvan is een inschatting of restwarmtebenutting interessant kan zijn.

Conclusies

Restwarmtebenutting is het schoolvoorbeeld van een duurzame-energie-techniek waarbij energie en ruimte elkaar op een zinvolle manier ontmoeten. In de gemeente Assen zijn anno 2011 evenwel geen kansen voor restwarmtebenutting te herkennen, puur vanwege het feit dat er geen grote producenten van restwarmte bestaan. Of die er in de toekomst wel komen, is maar zeer de vraag aangezien industriële ondernemingen uit de hoogste milieucategorieën geen thuis kunnen vinden op de Asser bedrijventerreinen. Industriële bedrijven uit milieucategorie 3 of 4 maken restwarmtebenutting alleen mogelijk als de omvang, temperatuur en continuïteit van hun warmteaanbod voldoende blijken te zijn, terwijl leveringszekerheid ook een belangrijk gegeven is. Uiteraard dient de aard van de warmtevraag hier goed op aan te sluiten, terwijl het (voorziene) tussenliggende transport- en distributienet niet te groot mag zijn, aangezien dan onacceptabele warmteverliezen optreden en de kosten te hoog worden. In de toekomst kan de “Verkenning Restwarmtebenutting” uitwijzen of kansen voor deze duurzame-energie-techniek in de gemeente Assen aan de orde zijn. Figuur 7.26 op de volgende pagina beantwoordt op basis van deze paragraaf de vraag “wat kan waar?” wat betreft restwarmtebenutting in de gemeente Assen. Het aanbod van restwarmte kan in de toekomst gezocht worden op bedrijventerreinen, terwijl de afzet mogelijk is op dezelfde bedrijventerreinen, in (bij voorkeur) compacte woonbuurten of bij grote individuele vragers.



Figuur 7.26: De toekomstige potenties van restwarmte in de gemeente Assen (Bron: eigen bewerking van AgentschapNL, 2011b; Gemeente Assen, 2011b; Brandsen et al., 2011).

Hoofdstuk 8: Conclusies en de energiepotentiekaart van Assen

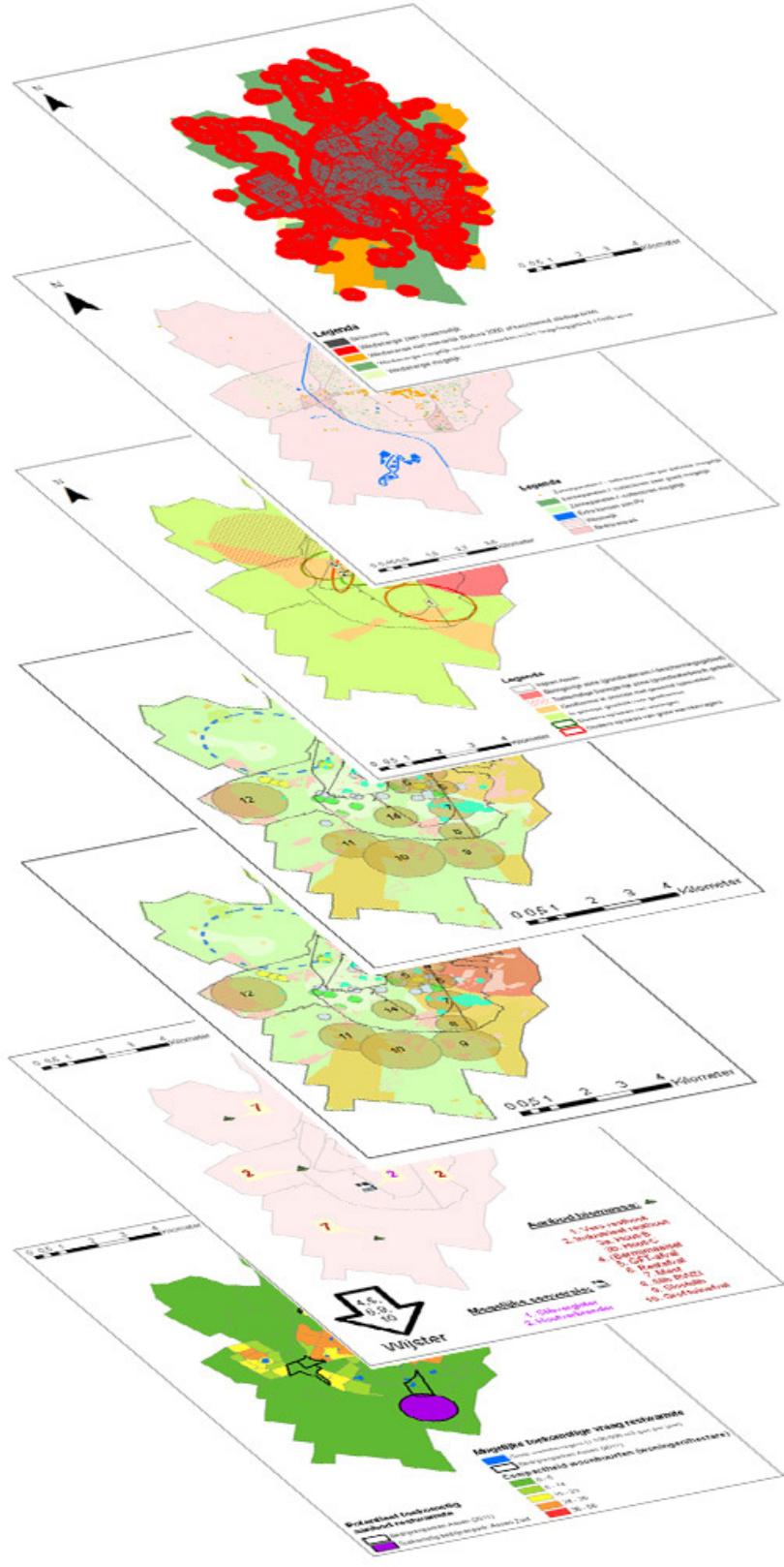
In deze scriptie is stapsgewijs toegewerkt naar het duiden van kansen voor zes verschillende duurzame-energie-technieken in de context van de gemeente Assen. Eerst zijn generieke inzichten rondom de ruimtelijke toepassingsmogelijkheden van duurzame-energie-technieken (op het lokale schaalniveau) verzameld. Vervolgens is per techniek bekeken hoe de geschiktheid ervan kan worden “gematcht” met het energievraagprofiel dat hoort bij het bovengrondse landgebruik in de gemeente Assen. Daardoor kan de hoofdvraag uit dit onderzoek (“*Wat is de relatie tussen de toepasbaarheid van diverse duurzame-energie-technieken enerzijds en ruimtelijke factoren anderzijds en welke kansen maakt een energiepotentiekaart op basis van kennis hieromtrent inzichtelijk voor de gemeente Assen?*”) worden beantwoord en dat gebeurt in dit hoofdstuk.

Kansen voor Assen

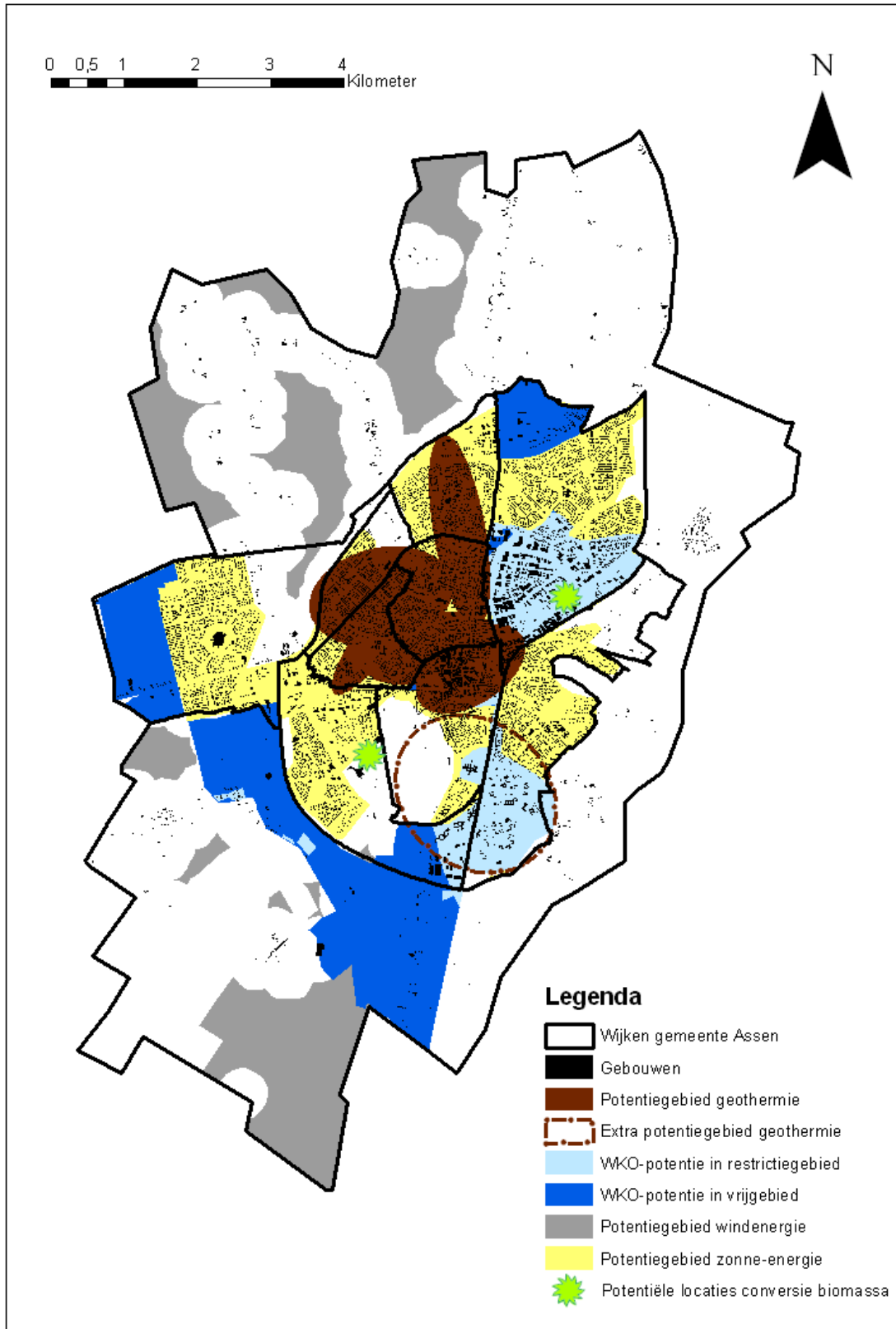
Windenergie, zonne-energie, geothermie, WKO, biomassa en restwarmtebenutting zijn duurzame-energie-technieken die anno 2011 - op restwarmtebenutting na - allemaal toegepast kunnen worden in Assen. Door deze kansen te benutten, kan Assen stappen zetten in de subtransitie en zich sterk maken voor een betaalbare, betrouwbare en schone energievoorziening. De context van de gemeente is daarbij in sterke mate van invloed op de mogelijkheden voor de duurzame-energie-technieken, die respectievelijk in figuur 7.3, 7.9, 7.20, 7.24, 7.25 en 7.26 staan afgebeeld. Als gemeente met een stads karakter en weinig buitengebied zijn de mogelijkheden voor grootschalige windenergie en biomassa beperkt. Gezien dit stadse karakter van Assen is voor zonne-energie vermoedelijk de rol als motor van de subtransitie weggelegd. Ook voor het benutten van de kansen die geothermie biedt, is de aanwezigheid van voldoende gebouwen (met een geconcentreerde warmtevraag) noodzakelijk. Assen is niettemin een ruim opgezette (tuin)stad waarin grote warmtevragers en compacte woonbuurten in collectief bezit zeldzaam zijn, waardoor het realiseren van een geothermieproject lastiger is dan in sommige andere stadse gemeenten. Desondanks is de ondergrond van Assen zeer geschikt voor geothermie. WKO kan de warmtevraag in Assen ook niet volledig verduurzamen, maar de belangrijkste factor die de rol van WKO in de subtransitie tegenwerkt, is het feit dat de benodigde lagetemperatuurverwarmingssystemen doorgaans niet in de bestaande bouw te vinden zijn. In de utiliteit, op andere plekken waar naast een warmte- ook een koudevraag bestaat en op alle ontwikkellocaties liggen evenwel expliciete kansen voor WKO. Restwarmtebenutting is ten slotte een techniek die anno 2011 niet kan landen in de context van Assen omdat er geen aanbod van restwarmte is.

Een integrale visie op de toekomstige energievoorziening

De potenties van de zes technieken in kwestie zijn in dit onderzoek op een zo objectief mogelijke wijze geduid. De stap van de vraag “wat kan waar?” naar “wat komt waar?”, op weg naar een duurzame energievoorziening en een CO₂-neutrale gemeente, is nog niet gezet. De energiepotenties geven enkel het raamwerk weer waarbinnen keuzes kunnen worden gemaakt met betrekking tot de inzet van technieken op verschillende plaatsen; de energiepotentiekaart van de gemeente Assen is een richtinggevend instrument dat stuurt op focus en samenhang tussen projecten. Het totaalbeeld van de Asser energiepotenties kan worden verkregen door de kaartbeelden van de zes verschillende duurzame-energie-technieken op elkaar te stapelen, in lijn met de door Broersma et al. (2011) opgeworpen methodiek van “Renewable Potential Mapping”. Figuur 8.1 op de volgende pagina visualiseert deze methodiek. Figuur 8.2 representeert vervolgens het totaalbeeld van de duurzame-energie-potenties in de gemeente Assen. Het spreekt voor zich dat dit een ruwe weergave betreft van de mogelijkheden die de zes duurzame-energie-technieken samen hebben. De eindkaarten per techniek (figuur 7.3, 7.9, 7.20, 7.24, 7.25 en 7.26) zijn vanzelfsprekend te raadplegen voor gedetailleerde informatie omtrent de kansen.



Figuur 8.1: De energiepotentiestapel van de gemeente Assen.



Figuur 8.2: De energiepoteëntiekaart van de gemeente Assen.

Het verhaal van de energiepotentiekaart

De energiepotentiekaart van de gemeente Assen vertelt het verhaal dat, op restwarmtebenutting na, alle bestudeerde duurzame-energie-technieken kansrijk zijn binnen de gemeentegrenzen. Windenergie heeft vooral buiten de bebouwde kom in het westelijke deel van de gemeente potentie. Geothermie is daarnaast een goede optie in het gebied dat delen van de wijken Lariks, Noorderpark, Pittelo, Peelo en het Centrum omvat. Ook aan de zuidzijde van de stad zijn kansen voor geothermie te herkennen, maar omdat dit een ontwikkellocatie betreft waarin zich bovendien veel zorgpartijen met een koudevraag bevinden, ligt WKO hier meer voor de hand. WKO is sowieso kansrijk op plekken waar ontwikkelingen worden verwacht: denk aan de nieuwe woonbuurt Kloosterveen III, het nog niet volgebouwde bedrijventerrein Messchenveld en diverse plangebieden uit de FlorijnAs. Hierbij kan het onderscheid worden gemaakt tussen locaties waar vanwege de bodemgesteldheid restricties gelden voor de toepassing van WKO (lichtblauw op de kaart) en locaties waar deze restricties niet bestaan (donkerblauw op de kaart). Op plekken binnen de bebouwde kom waar WKO en geothermie geen optie zijn, is een focus op zonne-energie goed te verantwoorden. Ten slotte zijn twee biomassastromen op het lokale niveau rendabel om te zetten in energie: op het terrein van de RWZI kan rioolslib worden vergist, terwijl het lokaal geproduceerde snipperhout kan worden verbrand om het toekomstige milieueducatief centrum en het nieuwe openluchtzwembad in de buurt Stadsbroek op duurzame wijze van warmte te voorzien. De overige biomassastromen die binnen de gemeente aanwezig zijn, kunnen op het regionale schaalniveau in warmte en/of elektriciteit worden omgezet.

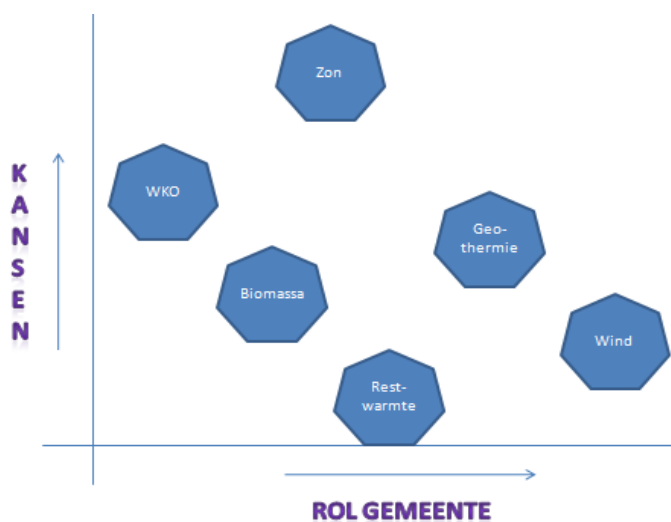
Kortom: beleidsmakers in Assen kunnen met de energiepotentiekaart in handen de volgende gevolgtrekkingen maken:

- Er zijn geen kansen voor restwarmtebenutting in Assen en het is niet aannemelijk dat die zich in de nabije toekomst voordoen.
- Er zijn twee biomassastromen die op lokaal niveau rendabel in energie kunnen worden omgezet. De overige stromen die aanwezig zijn, kunnen beter op het regionale niveau worden verbrand/vergist/vergist.
- Op ontwikkellocaties is de toepassing van WKO een logische keuze, mits de ondergrond dat toelaat. Zorgpartijen en kantoorgebouwen die een koudevraag hebben, kunnen hun energiehuishouding ook prima verduurzamen door van WKO gebruik te maken.
- In de westelijke helft van de gemeente Assen bevinden zich verscheidene gebieden waar windturbines in de toekomst kunnen verschijnen.
- Er zijn volop kansen voor zonne-energie in Assen. Naast het dakoppervlak zijn diverse andere locaties denkbaar voor de plaatsing van PV-panelen.
- Delen van de wijken Lariks, Noorderpark, Pittelo, Peelo en het Centrum lenen zich het beste voor de afzet van geothermische warmte.

Adviezen over de rol van de gemeente

De methodiek uit dit onderzoek en de hieruit voortvloeiende kaartbeelden kunnen helpen bij het slaan van een brug tussen de strategische doelstellingen die de gemeente Assen heeft op het gebied van duurzaamheid/energie en de projecten die zij op het operationele niveau ontplooit. Tegelijkertijd kan een kader worden geboden aan derden met plannen die bijdragen aan het verduurzamen van de energiehuishouding in Assen.

Voor windenergie, zonne-energie, geothermie, WKO, biomassa en restwarmtebenutting is gebleken dat hun waarde in de subtransitie niet alleen wordt bepaald door de energetische mogelijkheden, maar (vooral) ook door de financiële, juridische en organisatorische haalbaarheid. Aan die aspecten is in dit onderzoek waar mogelijk aandacht besteed. Op basis daarvan kan een visie op de rol van de gemeente Assen in de subtransitie worden vastgesteld. Voor biomassa en WKO geldt dat de markt zich daar anno 2011 al zeer behoorlijk mee redt. Voor windenergie en geothermie geldt daarentegen dat een actieve rol van de gemeente noodzakelijk is om projecten te laten ontluiken en hier draagvlak voor te creëren. Het takenpakket van de gemeente houdt voor deze technieken niet op bij het inzichtelijk maken van kansen; door partijen bijeen te brengen, financieringsconstructies mogelijk te maken of juridische plooien glad te strijken, kunnen kansen op de toepassing ervan binnen handbereik blijven. Voor zonne-energie geldt tot slot dat de markt hier snel een stevige grip op zal krijgen. Tot die tijd zijn gemeentelijke initiatieven als het "Energieloket" - dat woningeigenaren inzicht biedt in het potentieel van hun dak voor het plaatsen zonnepanelen - zeer waardevol. Figuur 8.3 reflecteert bovenstaande inzichten met betrekking tot kansen voor duurzame-energie-technieken in Assen (y-as) en de bijbehorende rol die past bij de gemeente (x-as).



Figuur 8.3: Een vergelijking tussen de mogelijkheden van duurzame-energie-technieken in Assen en de rol van de gemeente die nodig is voor het benutten van deze kansen.

Dat een duurzame lokale energievoorziening uit verschillende puzzelstukken bestaat, bewijst de energiepotentiekaart van de gemeente Assen. Zon, wind, geothermie, WKO en biomassa bezitten tezamen de potentie om van Assen een duurzame en op termijn CO₂-neutrale gemeente te maken. Het is raadzaam al deze duurzame-energie-opties even serieus te nemen, ook al is de energetische potentie van biomassa niet te vergelijken met die van windenergie; dat is niets meer dan een gegeven dat hoort bij de innovatieve ontwikkeling die ten grondslag ligt aan de transitie naar een duurzame energievoorziening. Immers: als hoge energieopbrengsten het uitgangspunt vormen, dan zou het verstandiger zijn om tot in lengte van dagen kolen te blijven verbranden. Biomassa links laten liggen, is daarom niet aanbevelenswaardig. Ook de kleine beetjes helpen om de fossiele energievoorziening af te bouwen. Om toch één techniek uit te lichten die Assen een duurzaam gezicht kan geven: geothermie. In de gedefinieerde potentiegebieden zijn alle randvoorwaarden aanwezig om een succesvol geothermieproject op te tuigen en dat is lang niet in elke gemeente het geval. De gemeente Assen kan de kar trekken door relevante partijen, zoals de woningcorporaties, ingenieursbureaus, de NAM en bewoners bijeen te brengen en samen het traject te bewandelen dat leidt tot een duurzame warmtevoorziening.

Ten slotte: op weg naar het Asser energielandschap

Nu de kansen inzichtelijk zijn gemaakt en de vereiste input van de gemeente Assen verduidelijkt is, kunnen bedrijven, instellingen, particulieren én de gemeente zelf gefundeerde keuzes maken die Assen op weg helpen naar het geformuleerde doel van CO₂-neutraliteit. Daarmee wordt de fossiele-energie-voorziening langzaam maar zeker ingewisseld voor een energielandschap dat is vormgegeven door duurzame-energie-technieken. In het theoretisch kader van dit onderzoek is gewezen op de stevige weerslag die deze technieken hebben op het aangezicht van een plek. Met die kennis in het achterhoofd is het zaak de impact van ieder project op het gebied van duurzame energie kritisch te benaderen. Zonne-energie is in het esdorp Loon prima mogelijk door gebruik te maken van het dakoppervlak van de boerderijen. Toch is het denkbaar dat op het gebied van zonne-energie beleidsmatig eerst wordt gestuurd op wijken en buurten binnen de gemeente die die esthetisch gezien een ander karakter hebben.

Tegelijkertijd betekent de verduurzaming van de energievoorziening niet noodzakelijkerwijs dat het uiterlijk van de gemeente een grote metamorfose ondergaat. Een eventuele windmolen geldt als een onmiskenbare “landmark”, maar technieken als WKO en geothermie drukken nauwelijks hun stempel op het bovengrondse voorkomen van een plek. De laatste opmerking die in dat kader moet worden gemaakt, is het feit dat in dit onderzoek zes duurzame-energie-technieken zijn uitgelicht. Technologische ontwikkelingen volgen elkaar in hoog tempo op en het is welhaast zeker dat andere technieken zich in de toekomst opwerpen als (potentiële) dragers van de subtransitie. Hoe groot de weerslag van deze nieuwe technieken op het landschap zal zijn, is natuurlijk niet te voorspellen. De energiepotentiëkaart van Assen is daarom weliswaar een aanzet tot een integrale visie op de toekomstige energievoorziening van de gemeente, maar geen instrument dat de route naar duurzaamheid en eventueel CO₂-neutraliteit ex ante vastlegt.

Hoofdstuk 9: Reflectie en aanbevelingen

De energiepotentiëstapel (figuur 8.1) en de energiepotentiëkaart (figuur 8.2) van de gemeente Assen beantwoorden de vraag “wat kan waar?” wat betreft zes verschillende duurzame-energie-technieken. Het antwoord op deze vraag is waardevol in het licht van de gewenste subtransitie, omdat kansen op verduurzaming van de energievoorziening inzichtelijk zijn gemaakt.

Aanbevelingen

Tegelijkertijd laat dit onderzoek nog voldoende interessante vragen onbeantwoord wanneer een duurzame energiehuishouding als doel aan de horizon wordt beschouwd. In hoofdstuk 8 is al gerefereerd aan het feit dat de vragen “wat *past* waar?” en “wat *komt* waar?” in dit onderzoek niet centraal staan, doordat de energetische potentie het uitgangspunt vormt. Een visie op het uiterlijk van de derde generatie energielandschappen in Assen blijkt dan ook niet uit dit onderzoek. De verschillende duurzame-energieopties worden evenmin tegen elkaar afgezet, om zodoende tot een “ideale mix” van technieken te komen voor het behalen van de CO₂-neutraliteitsdoelstelling. De energiepotentiëkaart vormt wel weer het vertrekpunt voor de discussie omtrent de vragen “wat *past* waar?” en “wat *komt* waar?”.

Ook de rol die de gemeente Assen kan spelen bij het benutten van de potenties die de duurzame-energie-technieken hebben, kan nog verder worden uitgediept. Het is goed om te weten waar in Assen WKO kan en mag worden toegepast, maar bestaan er ook middelen om het gebruik van dergelijke duurzame technieken beleidsmatig af te dwingen? Hierbij kan gedacht worden aan het idee om een nieuw plangebied, zoals het bedrijventerrein Assen-Zuid, op te leveren zonder aardgasleidingen. Een combinatie van “de stok” (het afdwingen van WKO-gebruik) en “de wortel” (het vooruitzicht van een betaalbare, betrouwbare en schone energievoorziening) zou ertoe kunnen leiden dat het gebruik van (in dit geval) WKO een vlucht kan nemen.

Dit onderzoek is daarnaast uitgevoerd met het complete grondgebied van de gemeente Assen als “scope”. Door afzonderlijke wijken of plangebieden als uitgangspunt voor de analyses te nemen, zouden meer gedetailleerde inzichten kunnen worden verzameld. Op basis van dit onderzoek zijn bijvoorbeeld clusters in en rondom de wijken Lariks en Noorderpark geïdentificeerd als “kansrijk voor geothermie”. De ideale loop van warmtenetten *binnen deze clusters*, en dus *binnen de wijken*, is daarbij niet aan de orde gekomen. Voor het duiden van energiepotenties op een kleiner schaalniveau is dus nader onderzoek nodig. De gemeente Assen is zich hiervan bewust en dat blijkt onder meer uit de studie die momenteel wordt verricht naar de verankering van duurzaamheid in de plannen voor het toekomstige bedrijventerrein Assen-Zuid. De energiepotentiëkaart van de gemeente kan in de toekomst het vertrekpunt vormen voor dergelijke onderzoeken.

Ten slotte is het raadzaam om bij het voorbereiden en uitvoeren van projecten omtrent duurzame-energie-technieken voldoende aandacht te besteden aan de sociale kant van duurzaamheid. Door de lokale samenleving te betrekken bij het maken van keuzes op basis van de energiepotentiëkaart kan draagvlak worden gecreëerd. Het objectief duiden van energetische potenties is daarvoor niet toereikend. Dat is in het verleden onder meer gebleken in Barendrecht, waar lege aardgasvelden technisch gezien als zeer geschikt voor de ondergrondse opslag van CO₂ werden betiteld. De plannen hieromtrent zijn uiteindelijk afgeblazen, omdat het ontbrak aan steun van stakeholders op het lokale niveau.

Inhoudelijke reflectie

Het stappenplan dat heeft geleid tot de energiepotentiestapel en de energiepotentiekaart van de gemeente Assen is tot stand gekomen via een klassieke trechterwerking; vanuit de generieke (on)mogelijkheden die de duurzame-energie-technieken te bieden hebben, zijn in de eerste plaats de energetische potenties vastgesteld binnen de context van de gemeente Assen. Vervolgens zijn aannames en uitspraken gedaan omtrent de haalbaarheid en wenselijkheid van de toepassing, op basis van economische, juridische en organisatorische motieven. Waar mogelijk is nog een stap verder gegaan dan het maken van een onderverdeling in “geschikte” en “ongeschikte” gebieden, door expliciete kansen van minder grote kansen te scheiden (in het geval van zonne-energie, geothermie en WKO).

Bij het vaststellen van de haalbaarheid van de diverse technieken is soms gebruikgemaakt van kengetallen, op de momenten dat feitelijke “ervaringsgetallen” ontbraken (bijvoorbeeld wat betreft de omvang van een aantal biomassastromen of de energievraag van bepaalde gebouwen). De uitkomsten van rekensommen zullen daardoor niet altijd exact conform de werkelijkheid zijn, maar het is hoogst onwaarschijnlijk dat dit de verhouding tussen het mogelijke aanbod uit duurzame-energie-technieken en de vraag van bovengrondse gebruikers heeft verstoord.

In dat licht moet ook worden genoemd dat bij de analyse van kansen voor geothermie (paragraaf 7.3) alle adressen in Assen gelijk zijn gesteld wat betreft de energievraag en gebruiksfunctie. In werkelijkheid heeft een winkel met een omvangrijk vloeroppervlak uiteraard met een grotere warmtevraag te maken dan een kleine gezinswoning. Tegelijkertijd zijn huizen uit de jaren vijftig minder goed geïsoleerd dan woningen uit de jaren negentig, wat zich uiteraard doorvertaalt in de warmtevraag. De clusters waarin de drempelwaarde qua warmteafzet voor geothermie wordt bereikt, zijn in dit onderzoek niet bepaald op basis van dergelijke inzichten.

Aansluitend op de laatste opmerking uit het vorige hoofdstuk hoort bij een inhoudelijke reflectie op dit onderzoek de notie dat een focus op de zes belichte duurzame-energie-technieken niet zaligmakend is. Innovatieve energietechnieken duiken overal op en proberen voortdurend een plek in het spectrum van kansrijke “renewables” te verwerven. Warmte uit asfalt, warmte uit oppervlaktewater, luchtwarmtepompen, warmte uit telefooncentrales en zonnecellen verwerkt in ruiten zijn slechts vijf van de vele voorbeelden die door respondenten zijn genoemd. Het is over enkele jaren wellicht de moeite waard om voor deze vijf (of nog heel andere) technieken een aparte energiepotentiekaart te maken. Anno 2011 is gekozen voor wind, zon, geothermie, WKO, biomassa en restwarmtebenutting omdat dit de technieken zijn die zich op dat moment, binnen en/of buiten de gemeente Assen, hebben bewezen als potentiële dragers van de subtransitie. Ook aannames die in dit onderzoek zijn gedaan, kunnen in de loop der tijd veranderen: bermgras vergisten is in 2011 nog niet rendabel, maar in de toekomst kan dit natuurlijk anders zijn.

Theoretische reflectie

Reflecterend op het theoretische vertrekpunt van dit onderzoek kan in de eerste plaats worden gesteld dat een lokale overheid inderdaad de mogelijkheid heeft om vorm en richting te geven aan de subtransitie. Een enkele blik op de gemaakte energiepotentiekaart is voldoende om dat te begrijpen. Soms kan de visie van een hogere overheid echter in de weg staan van ontwikkelingen op het lokale niveau. Dit geldt in Assen bijvoorbeeld (in ieder geval tot 2020) voor windenergie.

Een blik op de energiepotentiekaart leert ook dat de ontwikkelde methodiek daadwerkelijk kansen op verduurzaming van een lokale energiehuishouding inzichtelijk heeft gemaakt. In deze scriptie is de case Assen uitgediept tijdens het doorlopen van stap 2 en 3 uit het driestappenplan. De (ruimtelijke) indicatoren van de toepassingsmogelijkheden wat betreft duurzame-energie-technieken - die in hoofdstuk 5 (bij stap 1) naar voren zijn gekomen - kunnen ook in andere studiegebieden de basis vormen van energiepotentiekaarten. Er bestaan naast Assen ongetwijfeld andere gemeenten die het nut en de noodzaak van een energiepotentiekaart onderkennen en behoefte hebben aan een richtinggever op weg naar een duurzame lokale energievoorziening. Of de energiepotentiekaart van Assen haar rol als toetssteen binnen de gemeente waarmaakt, is anno 2011 nog niet te zeggen. De toekomst zal ook moeten uitwijzen of de conclusies uit deze studie aan de basis staan van een breed gedragen visie op de toekomstige energiehuishouding van Assen, waarmee discussies op het ambtelijke en/of bestuurlijke niveau omtrent de inzet van diverse duurzame-energie-technieken op verschillende plekken worden voorkomen.

Methodologische reflectie

Het maken van de energiepotentiekaart van de gemeente Assen was om verschillende redenen een uitdaging. Omgaan met het grijze gebied tussen een objectieve kans ("windmolens in het buitengebied van Assen leveren meer energie op dan elders in de gemeente omdat de windsnelheid buiten de bebouwde kern het hoogst is") en een subjectieve kans ("windmolens passen goed in een orthogonaal landschap") bleek bijvoorbeeld niet eenvoudig. Bij het maken van de kaartbeelden zijn uiteindelijk de objectieve criteria centraal komen te staan, terwijl aanvullend ruimte was voor de inbedding van subjectieve argumenten van de respondenten. Het verzamelen van de relevante objectieve data (veelal in de vorm van GIS-lagen of X-/Y-coördinaten) voor de kaartbeelden was daarnaast een karwei op zich.

De betekenis die de energiepotentiekaart uiteindelijk voor de gemeente Assen krijgt (zie paragraaf 4.3), hangt niet alleen af van de conclusies die in het vorige hoofdstuk zijn getrokken. Aandacht voor de procesmatige kant is minstens zo belangrijk om straks te kunnen spreken van een breed gedragen visie op de toekomstige energievoorziening van Assen. Daarom is bij het vormgeven van dit onderzoek expliciet aandacht besteed aan het spreken van de mensen die vanuit hun achtergrond of huidige positie binnen de gemeentelijke organisatie betrokken zijn bij (de toepassing van) duurzame-energie-technieken. Ook relevante actoren buiten de gemeente zijn bewust betrokken bij het vaststellen van indicatoren voor de (on)mogelijkheden van windenergie, zonne-energie, geothermie, WKO, biomassa en restwarmtebenutting. Soms bleek dan dat politieke krachten een rol spelen; de visie van de provincie Drenthe op de mogelijkheden voor grootschalige windenergie komt immers niet noodzakelijkerwijs overeen met die van de gemeente Assen. Achter de antwoorden van respondenten kunnen dus politieke belangen zitten. Voor iemand die op zoek is naar objectieve criteria/aannames ligt hier een mogelijke valkuil, die is omzeild door vooraf al kennis te nemen van de diverse politieke houdingen omtrent de rol van technieken in de subtransitie. Het feit dat dit onderzoek bij én voor de gemeente Assen is uitgevoerd, maakte het omzeilen van deze valkuil weliswaar lastig, maar zeker niet onmogelijk. Immers: "objectivity requires taking subjectivity into account" (Code, 1991, pp.31).

Referenties

Artikelen, boeken en publicaties:

- Activiteitenbesluit Inrichtingen Milieubeheer (2011), *Artikel 3.12 uit paragraaf 3.2.3; Het in werking hebben van een windturbine*
- AgentschapNL (2010), *Warmte-koudeopslag*, beschikbaar op: <http://www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/warmte-koudeopslag> [webpagina bezocht op 18 mei 2011]
- AgentschapNL (2011a), *Windenergie op Land*, beschikbaar op: <http://www.windenergie.nl/77/onderwerpen/milieu-en-omgeving/geluid#regelgeving> [webpagina bezocht op 14 juni 2011]
- AgentschapNL (2011b), *Restwarmte*, beschikbaar op: <http://www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/restwarmte> [webpagina bezocht op 23 juli 2011]
- AgentschapNL (2011c), *Industrie, AVI's en E-centrales*, beschikbaar op: <http://agentschapnl.kaartenbalie.nl/gisviewer/html/Industrie.html> [webpagina bezocht op 25 juli 2011]
- Agterbosch, S., W. Vermeulen en P. Glasbergen (2004), *Implementation of wind energy in the Netherlands: the importance of the social-institutional setting*, In: *Energy Policy* 32, pp. 2049-2066
- Bakas, A. (2011), *De toekomst van energie in de Drentse ruimte*, In: Roo, de, G. en K.J. Noorman, *Energielandschappen - de derde generatie*, Assen: In Ontwerp
- Barbier, E. (2002), *Geothermal energy technology and current status: an overview*, In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 3, pp.3-65
- Bentley, R.W. (2002), *Global oil & gas depletion: an overview*, In: *Energy Policy* 30, pp.189-205
- Brandsen, F., M. Horstink en M. Sytema (2011), *Quick Scan Assen; ontwikkeling van een warmte- en elektrakaart van de gemeente Assen*, Heiloo: Intij Consultants (zie bijlage II)
- Broersma, S., M. Fremouw, A.A.J.F. van den Dobbelsteen, S. Stremke, R. de Waal en K. Klap (2011), *Duurzame energiebeelden voor de Veenkoloniën op basis van energiepotentiekartering*, TU Delft en Wageningen Universiteit en Researchcentrum
- Broersma, S., A.A.J.F. van den Dobbelsteen en B. van der Grinten (2009), *Energiepotentiestudie De Groene Compagnie; Eindrapport*, TU Delft
- Campbell, H. (2006), *Interface - Is the issue of climate change too big for spatial planning?*, In: *Planning Theory & Practice*, 7(2), pp.201-230
- Carton, L.J. (2007), *Map making and map use in a multi-actor context*, Delft: JB&A
- CBS Statline (2011a), *Hernieuwbare energie; vermeden verbruik fossiele energie en vermeden CO₂*, beschikbaar op: <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=7516&D1=0,2&D2=0-2,26-28,42&D3=a&HDR=G1&STB=T,G2&VW=T> [webpagina bezocht op 21 april 2011]
- CBS Statline (2011b), *Bedrijven; vestigingen naar bedrijfstak en gemeenten*, beschikbaar op: <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=80234NED&D1=0&D2=0,3&D3=27&D4=l&VW=T> [webpagina bezocht op 23 juli 2011]
- CBS Statline (2011c), *Dierlijke mest; mestproductie en mineralenuitscheiding per diercategorie*, beschikbaar op: <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=80866NED&D1=2-3,7-8,24,28-29&D2=7&D3=16-17&HDR=G2&STB=G1,T&VW=T> [webpagina bezocht op 26 juli 2011]
- CBS Statline (2011d), *Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar Gemeente*, beschikbaar op: <http://statline.cbs.nl/StatWeb/selection/?DM=SLNL&PA=80781NED&VW=T> [webpagina bezocht op 26 juli 2011]

- Centraal Bureau voor de Statistiek (2010), *Wijk- en Buurtkaart 2010*, beschikbaar op: <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/dossiers/nederland-regionaal/publicaties/geografische-data/archief/2011/2011-wijk-en-buurtkaart-2010-art.htm> [webpagina bezocht op 8 juni 2011]
- Code, L. (1991), *What Can She Know? Feminist Theory and the Construction of Knowledge*, Cornell University Press
- Coenen, J. en S. Schlatmann (2007), *Rentabiliteit biomassa WKK, mogelijkheden tot verbetering*, SenterNovem/COGEN Projects
- Debets, F. (2011), *Naar een oogstbaar landschap*, In: Roo, de, G. en K.J. Noorman, *Energielandschappen - de derde generatie*, Assen: In Ontwerp
- Debets BV (2011), *Oogstbaar Landschap; Rekenen met....*, beschikbaar op <http://www.oogstbaarlandschap.nl/> [webpagina bezocht op 26 juli 2011]
- Directoraat-generaal Milieubeheer (2007), *Werkprogramma Schoon en Zuinig: Nieuwe energie voor het klimaat*, beschikbaar op: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2007/09/18/werkprogramma-schoon-en-zuinig-nieuwe-energie-voor-het-klimaat-werkprogramma-pdf.html> [webpagina bezocht op 18 april 2011]
- Dobbelsesteen, van den, A.A.J.F., A. van Timmeren, S.C. Jansen, J.M.A. Leemans en P. Nan (2007) *Naar een energiegestuurd omgevingsplan Groningen*, beschikbaar op: <http://www.exergieplanning.nl/publicaties/POP-energie%20-%20rapport%20v4.7.pdf> [webpagina bezocht op 26 mei 2011]
- Energy Information Administration (2005), *Renewable Potential Maps*, beschikbaar op: http://www.eia.gov/emeu/rep/rpmap/rp_contents.html [webpagina bezocht op 26 mei 2011]
- Es, van der, R., E. Luijendijk, K. Koopman, J. Zoetendal en W. Bouw (2011), *Klimaat en krimp op het Noordelijke platteland*, In: Roo, de, G. en K.J. Noorman, *Energielandschappen - de derde generatie*, Assen: In Ontwerp
- European Wind Energy Association (2009), *Wind Energy, the Facts - Executive Summary*, beschikbaar op: http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WETF/1565_ExSum_ENG.pdf [webpagina bezocht op 13 mei 2011]
- European Climate Foundation (2010), *Roadmap 2050. Practical Guide to a Prosperous, Low-Carbon Europe*, beschikbaar op: http://www.roadmap2050.eu/attachments/files/Volume3_FullBook.pdf [webpagina bezocht op 26 mei 2011]
- Eurostat (2011a), *Electricity Prices for Household Consumers and Industrial Consumers*, beschikbaar op: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main_tables, [webpagina bezocht op 18 mei 2011]
- Eurostat (2011b), *Share of Renewable Energy in Gross Final Energy Consumption*, beschikbaar op: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&pcode=tsdcc110&language=en&toolbox=data> [webpagina bezocht op 18 april 2011]
- Gardner P., A. Garrad, L.F. Hansen, P. Jamieson, C. Morgan, F. Murray en A. Tindal (2009); *Wind Energy - The Facts; Part I - Technology*, beschikbaar op: <http://www.wind-energy-the-facts.org/documents/download/Chapter1.pdf> [webpagina bezocht op 11 mei 2011]
- Geijp, J. (2011), *Groene stroom uit hout in Delfzijl*, Dagblad van het Noorden, 28 juli 2011
- Geldof, G. (2011), *Zes verhalen over de toekomst van de RWZI Assen*
- Gemeente Assen (2009a), *Duurzaamheidsvisie 2009-2015*
- Gemeente Assen (2009b), *Uitvoeringsprogramma Duurzaam Assen 2009-2011*
- Gemeente Assen (2010a), *Bodemvisie Gemeente Assen*
- Gemeente Assen (2010b), *Hoofdstad Assen; Integrale Structuurvisie Assen 2030*

- Gemeente Assen (2011a), *Memo Energiepotentiekaart voor het Coördinatieoverleg Duurzaamheid en Wijkbeleid*, donderdag 12 mei 2011
- Gemeente Assen (2011b), *Assen in Cijfers*, beschikbaar op: <http://assen.buurtmonitor.nl/> [webpagina bezocht op 8 juni 2011]
- Gemeente Leeuwarden (2006), *Biomassascan gemeente Leeuwarden*, beschikbaar op: <http://kant.leeuwarden.nl/ris2/documentoriginal.asp?oid=6717495D-C0CB-4677-81FB-3FC5F5EEF5B3> [webpagina bezocht op 26 juli 2011]
- Gemeentelijke Basisadministratie Assen (2010), *Bevolking per Wijk*
- Gomez, G. en Van Beurden, K. (2011), *Inventarisatie Reststromen Biomassa West-Brabant*, beschikbaar op: <http://www.ecp-biomass.eu/wp-content/uploads/2011/06/ECP-BiomassaInventW-Brabant-2011-StudentRapport.pdf> [webpagina bezocht op 26 juli 2011]
- Goossens, M., D. Brunt, M. Boosten, J. Willemsen en J. Koppejan (2010), *Wanneer zijn houtgestookte warmte-installaties goed toepasbaar?*, beschikbaar op: <http://opeigenhout.wing.nl/file.php/39/memo%20hout%20installatie%20scan.pdf> [webpagina bezocht op 27 juli 2011]
- Hall D., H. Mynick en R. Williams. *Cooling the greenhouse with bioenergy*. Nature 1991; 353:11-2
- Hamakawa, Y. (1994), *Recent Advances in Solar Photovoltaic Technology and its New Role for Environmental Issue*, In: *Renewable Energy*, Vol. 5, Issue 1, pp.34-43
- Harper, M. (1993), *Planning to Make the Future Renewable. The Role of Local Authorities in Renewable Energy Resource Assessments*, In: *Renewable Energy*, 3 (2/3), pp.217-220
- Hoedt, den, J.M. (2009), *Inventarisatie Knip- en Snoeihout bij de twaalf Drentse gemeenten*
- Holmgren, K. (2006), *Role of a district heating network as a user of waste-heat supply from various sources*, In: *Applied Energy*, Vol. 83, pp.1351-1367
- Hoorn, van, A., J. Tennekes en R. van den Wijngaart (2010), *Quickscan Energie; Raakolakken tussen energiebeleid en ruimtelijke ordening*, Planbureau voor de Leefomgeving
- IF Technology (2008), *Technische potentieelstudie diepe ondergrond Noord-Nederland*, beschikbaar op http://www.drenthe.info/dvs/fileadmin/user_upload/kwartaal1_2009/Energieakkoord-Potentieelstudie.pdf [webpagina bezocht op 28 juni 2011]
- International Energy Agency (2009), *World Energy Outlook 2009*, beschikbaar op: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2009/weo2009.pdf> [webpagina bezocht op 5 juni 2011]
- International Energy Agency (2010), *Renewable Energy Essentials: Geothermal*, beschikbaar op: http://www.iea.org/papers/2010/Geothermal_Essentials.pdf [webpagina bezocht op 18 mei 2011]
- Jasanoff S. en M. Martello (2004), *Earthly Politics: Local and Global in Environmental Governance*. Cambridge: MIT Press
- Junginger, M., S. Agterbosch, A. Faaij en W. Turkenburg (2004), *Renewable Electricity in the Netherlands*, In: *Energy Policy*, 32(9), pp.1053-1073
- Kann, van, F. (2011), *Exergieplanning in Zuidoost-Drenthe*, In: Roo, de, G. en K.J. Noorman, *Energielandschappen - de derde generatie*, Assen: In Ontwerp
- Kann, van, F. en G. de Roo (2011), *Naar de 3^{de} generatie energielandschappen*, In: Roo, de, G. en K.J. Noorman, *Energielandschappen - de derde generatie*, Assen: In Ontwerp
- Keizer, de, C., E. Alsema en P. Groeneveld (2007), *Zonne-energie voor Consumenten*, Universiteit Utrecht, beschikbaar op: <http://www.uu.nl/faculty/science/nl/kennispunt/documents/0zonne-energie50.pdf> [webpagina bezocht op 18 mei 2011]
- Kemp, R. (2010), *The Dutch energy transition approach*, In: *International Economics and Economic Policy*, 7(2-3), pp.291-316
- KNMI (2010), *Klimaatatlas; Gemiddelde Jaartemperatuur, Langjarig Gemiddelde*, beschikbaar op: [<http://www.knmi.nl/klimatologie/klimaatatlas/klimaatatlas.php>]

- KNMI (2003), *Klimaatatlas - de Normaalperiode 1971-2000*
- KNN (2010), *Assen koerst duurzaam naar een CO₂-neutrale stad; wat moet daarvoor gebeuren?*, projectnummer 2-266
- Lago, C., A. Prades, Y. Lechón en C. Oltra (2009); *Wind Energy - The Facts; Part V - Environmental Issues*, beschikbaar op: <http://www.wind-energy-the-facts.org/documents/download/Chapter1.pdf> [webpagina bezocht op 11 mei 2011]
- Lysen, E.H. (1996), *The Trias Energetica, Solar Energy Strategies for Developing Countries*, In: Proceedings of EuroSun Conference, 16-19, Freiburg
- McDowall, W. en M. Eames (2007), *Towards a sustainable hydrogen economy: A multi-criteria sustainability appraisal of competing hydrogen futures*, In: International Journal of Hydrogen Energy 3, pp.4611-4626
- Menkveld, M., H. Burger, M. Kaal en F.H.J.M. Coenen (2001), *Lokaal Klimaatbeleid in de Praktijk*, Energieonderzoek Centrum Nederland, beschikbaar op: <ftp://www.nrg-nl.com/pub/www/library/report/2001/c01083.pdf> [webpagina bezocht op 25 mei 2011]
- Milieu Centraal (2011), *Duurzame Energiebronnen*, beschikbaar op: <http://www.milieucentraal.nl/pagina.aspx?onderwerp=Duurzame%20energiebronnen> [webpagina bezocht op 9 mei 2011]
- Ministerie van Economische Zaken / Agentschap NL (2010), *Bio-energie, een kans voor uw gemeente?*, beschikbaar op: <http://internet.ag.prolocation.net/sites/default/files/bijlagen/Bio-energie%20een%20kans%20voor%20uw%20gemeente%20-%20Antwoorden%20op%20uw%20vragen.pdf> [webpagina bezocht op 23 mei 2011]
- Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) (2010), *Centraal stellen van duurzame energieambities in het gebiedsontwikkelingsproces*, beschikbaar op: <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Centraal%20stellen%20van%20duurzame%20e-ambities%20in%20het%20gebiedsontwikkelingsproces.pdf> [webpagina bezocht op 19 mei 2011]
- Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) (2001), *Vijfde Nota over de Ruimtelijke Ordening*, Den Haag
- Noorman, K.J. (2011), *Grounds for Change: energie en ruimte in Noord-Nederland*, In: Roo, de, G. en K.J. Noorman, Energielandschappen - de derde generatie, Assen: In Ontwerp
- Noorman, K.J. et al. (2006), *Grounds for Change - Energie(k) Noord-Nederland 2035*; IGU, Groningen
- Omer, A.M. (2008), *Ground-source heat pump systems and applications*, In: Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 12, pp.344-371
- Panwar, N.L., S.C. Kaushik en S. Kothari (2011), *Role of renewable energy sources in environmental protection: A review*, In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 15, pp.1513-1524
- Posad en Except (2009), *CO2040*, beschikbaar op: http://files.posad.nl/Weblink_Co2040_boekje%20definitief.pdf [webpagina bezocht op 25 mei 2011]
- Provincie Drenthe (2011a), *Open WKO-systemen*, beschikbaar op: <http://www.provincie.drenthe.nl/wko/thema's/welke-wko-systemen/open-wko-systemen/> [webpagina bezocht op 18 mei 2011]
- Provincie Drenthe (2011b), *Waar mag WKO worden toegepast?*, model beschikbaar op <http://www.provincie.drenthe.nl/wko/thema's/waar-mag-wko/>, [webpagina bezocht op 19 juli 2011]
- Rijksdienst voor de Monumentenzorg (2002), *Bescherming van Stads- en Dorpsgezichten*, beschikbaar op: http://www.cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/u4/rdmz_info_wr_12-2005.pdf [webpagina bezocht op 14 juni 2011]

- Rooijen, van, S.N.M. en M.T. van Wees (2006), *Green electricity policies in the Netherlands: an analysis of policy decision*, In: *Energy Policy*, 34(1), 60-71
- Rösch, C. en M. Kaltschmitt (1999), *Energy from Biomass – do non-technical barriers prevent an increased use*, In: *Biomass and Bioenergy*, Vol.16, pp.347-356
- Royal Haskoning (2010), *Met Drenthe de diepte in - Plan-MER Structuurvisie ondergrond van de provincie Drenthe*, beschikbaar op: <http://www.provincie.drenthe.nl/thema/bodem/ondergrond/plan-mer/>, [webpagina bezocht op 28 juni 2011]
- Sanner, B., C. Karytsas, D. Mendrinou en L. Rybach (2003), *Current status of ground source heat pumps and underground thermal energy storage in Europe*, In: *Geothermics*, Vol. 31, pp.579-588.
- SenterNovem (2005), *Windkaart van Nederland op 100 m hoogte*
- SenterNovem (2008), *Een nieuw proces voor de vergisting van GFT*, beschikbaar op: http://www.senternovem.nl/projecten/eos/een_nieuw_proces_voor_de_vergisting_van_gft.asp [webpagina bezocht op 27 juli 2011]
- Sijmons, D. (2011), *Energie: ruimte, emotie en economie*, In: Roo, de, G. en K.J. Noorman, *Energielandschappen - de derde generatie*, Assen: In Ontwerp
- Slabbers, S. (2011), *Energie als motor achter de landschappelijke vernieuwing*, In: Roo, de, G. en K.J. Noorman, *Energielandschappen - de derde generatie*, Assen: In Ontwerp
- Slump, A. (2010), *Zonne-energie potentieel op daken in Assen*
- Solangi, K., M.R. Islam, M. Saidur, N.A. Rahim en H. Fazay (2011), *A review on global solar energy policy*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, pp.2149-2163
- Spijker, J.H. en M. Boosten (2010), *Inzet van hout voor energie in de provincie Gelderland*, beschikbaar op: <http://www.probos.nl/home/pdf/RapportageInzetvanhoutvoorenergieinGelderlandjuni2010.pdf> [webpagina bezocht op 27 juli 2011]
- Stichting Natuur en Milieu (2005), *Mooi land 2005/2006 - 100 natuurgebieden getest*
- Stichting Platform Geothermie (2011), *Factsheet Diepe Geothermie*, beschikbaar op: http://geothermie.nl/fileadmin/user_upload/documents/bestanden/factsheet_geothermie_maart_2011.pdf, [webpagina bezocht op 18 mei 2011]
- Timmerman, M en G. Hilhorst (2009), *Rendement Mestvergister*, beschikbaar op: <http://edepot.wur.nl/1040> [webpagina bezocht op 27 juli 2011]
- TNO (2006a), *Aardwarmtewinning onder Assen, Roden-Leek, en Emmen: globale technische en economische haalbaarheid*
- TNO (2006b), *Verkenning naar de mogelijkheden voor de opslag van CO₂ en het gebruik van aardwarmte in de provincie Drenthe*. Utrecht: TNO NITG
- TNO (2010), *Vraag en aanbod van biomassa in de Energy Valley Regio*, beschikbaar op: http://www.oogstbaarlandschap.nl/images/file/Energy_Valley_Rapport_1feb10-Final.pdf [webpagina bezocht op 21 juli 2011]
- TNO (2011), *ThermoGIS-applicatie*, raadpleegbaar op: <http://www.thermogis.nl/thermogis.html>, [webpagina bezocht op 28 juni 2011]
- Verbong, G. en Geels, F. (2007). *The ongoing energy transition: lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960-2004)*, In: *Energy Policy*, 35(2), pp.1025-1037
- VNG (2007), *Handreiking Bedrijven en Milieuzonering*, Den Haag: Sdu Uitgevers
- Vlucht, van der, M. en J. van Iersel (2009), *Een vernieuwde blik op de woningmarkt in Assen*, RIGO Research en Advies BV, i.o.v. de Gemeente Assen, Actium en Woonconcept
- Waterschap Aa en Maas (2011), *De energie van de Energiefabriek*, beschikbaar op: <http://www.energiefabriek.com> [webpagina bezocht op 27 juli 2011]
- Waterschap Hunze en Aa's (2011), *RWZI Assen*, beschikbaar op: <http://waterkaart.hunzeenaas.nl/kaart/Kaart-to.aspx?oid=1&lid=2> [webpagina bezocht op 26 juli 2011]

- Wahlund, B., J. Yan en M. Westermarck (2004), *Increasing biomass utilization in energy systems*, In: Biomass and Bioenergy, Vol. 26, pp.531-544
- Welch, J.B. en A. Venkateswaran (2009), *The dual sustainability of wind energy*, In: Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 13 (5), pp. 1121-1126
- Zahedi, A. (2011), *Maximizing solar PV energy penetration using energy storage technology*, In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 15, pp.866–870

Interviews, vraaggesprekken en e-mailcontact (zie bijlage I):

- Aikema, F.; stedenbouwkundige bij de gemeente Assen, 6 april 2011
- Bregman, E.; projectleider bodemenergie bij de provincie Drenthe, 18 mei 2011
- Broersma, S.; onderzoeker bij de TU Delft, 20 april 2011
- Buursma, R.; woningbouwregisseur bij de gemeente Assen, 30 maart 2011
- Gautier, P.; beleidsadviseur natuur, landschap en buitengebied bij de gemeente Assen, 31 maart 2011
- Hesse, P.; communicatiemedewerker US Energy Information Administration, 28 maart 2011 (via e-mail)
- Hilberts, R.; stedenbouwkundige bij de gemeente Assen, 30 maart 2011
- Huizing, W.; beleidsmedewerker klimaat, milieu en energie bij de provincie Drenthe, 4 mei 2011
- Jansen, Olaf; vakcoördinator water bij de gemeente Assen, 13 april 2011
- Lanoooy, E.; adviseur waterhuishouding bij de gemeente Assen, 13 april 2011
- Liest, A.; energiecoördinator bij de gemeente Assen, 11 mei 2011
- Oosterhoff, A.; technisch medewerker milieu bij de gemeente Assen, 28 maart 2011
- Slot, H.; beleidsadviseur milieu bij de gemeente Assen, 14 april 2011
- Vulpen, van, M.; projectleider bodemenergie bij de provincie Drenthe, 27 april 2011
- Wiersma, I.; beleidsadviseur energie bij de gemeente Groningen, 5 april 2011

GIS-data (zie bijlage III):

- CBS (2011), *Wijk- en Buurtkaart 2010*; gedownload via: <http://download.cbs.nl/regionale-kaarten/2010-buurtkaart-gn-1.zip>
- Gemeente Assen (2011c), *Kaartlagen BAG-gebouwen, BAG-adressen, Verharding, Ontwikkellocaties, Daken Monumentale Panden en Eigendom Woningstichtingen*, verkregen via de interne Oracle.sde Spatial Database
- Gemeente Assen en TTE (2010), *Uitleverbestand Gemeente Assen (voor de kaartbeelden uit de bodemvisie)*, verkregen via Anette Oosterhoff
- Provincie Drenthe (2011c), *Kaartlaag Natura 2000*, gedownload via: <http://www.drenthe.info/kaarten/website/geoportaal/index.php>
- Provincie Drenthe (2011d), *Kaartlaag Laagvliegebied Defensie*, gedownload via: <http://www.drenthe.info/kaarten/website/geoportaal/index.php>
- Provincie Drenthe (2011e), *Kaartlaag WKO Restrictiegebieden Zone 1*, gedownload via: <http://www.drenthe.info/kaarten/website/geoportaal/index.php>
- Provincie Drenthe (2011f), *Kaartlaag WKO Restrictiegebieden Zone 2*, gedownload via: <http://www.drenthe.info/kaarten/website/geoportaal/index.php>
- Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (2011), *Stads- en Dorpsgezichtenkaartlaag*, gedownload via: http://www.cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/documenten/downloads/RCE_StadsEnDorpsgezichtenkaartlaag.zip

Bijlage I: Toelichting op interviews

Bij het vaststellen van relevante indicatoren voor het beantwoorden van de vraag “wat kan waar?” op het gebied van windenergie, zonne-energie, geothermie, WKO, biomassa en restwarmtebenutting is de expertise van diverse deskundigen waardevol gebleken. Op weg naar een breed gedragen visie op de toekomstige energievoorziening van de gemeente Assen hadden de gesprekken over de mogelijkheden van verschillende duurzame-energie-technieken uiteraard ook een intrinsieke waarde. In plaats van samenvattingen of transcripties van de interviews volgt hieronder per geïnterviewde een korte toelichting op de keuze voor en de resultaten van een vraaggesprek met hem of haar.

- 1. Frank Aikema** Als stedenbouwkundige heeft Aikema een visie op duurzaamheid binnen de context van de gemeente Assen aan de dag kunnen leggen. De vraag “wat kan waar?” wat betreft duurzame-energie-technieken komt regelmatig terug in zijn dagelijkse werkzaamheden. Aan zijn inzichten op dit gebied kon hij een antwoord op de vraag “wat past waar?” toevoegen.
- 2. Enno Bregman** Bregman geldt als specialist op het gebied van geothermie en bleek daardoor in staat aan te geven welke onder- en bovengrondse factoren een rol spelen bij het bepalen van de mogelijkheden voor geothermie. Daarbuiten vertegenwoordigde hij het provinciale standpunt als het gaat om de rol van geothermie in de transitie naar een samenleving met ruimte voor de duurzame-energie-technieken.
- 3. Siebe Broersma** Broersma staat namens de Technische Universiteit Delft aan de wieg van het fenomeen energiepotentiekaart. Zijn ervaring met het maken van energiepotentiekaarten bood onder meer inzicht in de mogelijke rol van dit instrument. Daarnaast is Broersma de aangewezen persoon gebleken voor het duiden van het principe van ‘energy potential mapping’.
- 4. Roel Buursma** Als gemeentelijk woningbouwregisseur van de gemeente Assen beschikt Buursma over een visie op de mogelijkheden om het duurzaamheidsdenken in de lokale gebouwde omgeving te integreren, waarbij hij vanuit zijn ervaring ook wist aan te geven wat in dat kader de meest geschikte rol van de overheid is.
- 5. Pieter Gautier** Gautier kon als beleidsadviseur landbouw, natuur en buitengebied feilloos aangeven waar in de gemeente Assen (on)mogelijkheden bestaan voor technieken die een stevige weerslag op het aangezicht van de gemeente Assen hebben.
- 6. Paul Hesse** Als vertegenwoordiger van de Amerikaanse Energy Information Administration bood Hesse kort maar krachtig inzicht in het hoe en waarom van de “renewable potential maps” die daar reeds jaren bestaan.

- 7. Roel Hilberts** Net als zijn collega Frank Aikema kon Hilberts een helder beeld schetsen van de stedenbouwkundige waarden die de gemeente Assen bezit. Hierdoor ontstond inzicht in de wenselijkheid om via bepaalde duurzame-energie-technieken wijzigingen in het aanzicht van de gemeente te laten aanbrengen.
- 8. Willem Huizing** Huizing legt zich onder meer toe op het vaststellen van beleid rondom duurzame ontwikkeling in de provincie Drenthe. Daarmee wordt het speelveld opgetuigd waarbinnen de gemeente Assen keuzes kan maken met betrekking tot de inzet van duurzame-energie-technieken. Tot de aandachtsgebieden van Huizing behoren met name windenergie en biomassa. Huizing bleek over een helder standpunt te beschikken aangaande het juiste schaalniveau voor duurzame oplossingen.
- 9. Olaf Jansen** Jansen houdt zich binnen de gemeente Assen onder meer bezig met de zorg voor het watersysteem, het 'groen' en het 'grijs' (de infrastructuur). Vanuit zijn dagelijkse werkzaamheden bleek hij in staat diverse kansen op verduurzaming van energiehuishouding te herkennen.
- 10. Eric Lanooy** Lanooy werkt onder meer aan het ontwikkelen van een langetermijnvisie op de gemeentelijke waterketen; die bleek niet direct kansen voor de opwekking duurzame energie op te leveren, maar volgens hem is het raadzaam de concepten omtrent energie uit oppervlakte- en/of afvalwater in de toekomst nader te verkennen.
- 11. Alco Liest** Als energievoordrager van de gemeente Assen en projectleider van het energieconvenant voor de provincie Groningen kon Liest uitstekend verwoorden waar kansen liggen voor het besparen en duurzaam opwekken van energie. Tevens kon hij de drempels voor snelle en grootschalige verduurzaming van de energiehuishouding duiden door het duurzaamheidskwesties op strategisch niveau te ontleden
- 12. Anette Oosterhoff** Oosterhoff weet als technisch medewerker milieu bij de gemeente Assen van de hoed en de rand op het gebied van WKO en geothermie, waarbij met name haar kennis van de ondergrond waardevol is gebleken.
- 13. Hans Slot** De manier waarop duurzame-energie-technieken kunnen landen in de context van Assen is bekend terrein voor Slot, als voormalig beleidsadviseur duurzaamheid en vanuit zijn huidige baan als beleidsadviseur milieu. Het herkennen van kansen en knelpunten voor de diverse technieken bleek prima aan hem toevertrouwd.

14. Marcel van Vulpen

Van Vulpen is projectleider bodemenergie bij de provincie Drenthe en bleek een waardevolle bron bij het bepalen van de voordelen, nadelen en cruciale ruimtelijke factoren die de toepassingsmogelijkheden van WKO beïnvloeden.

15. Idso Wiersma

Bij de gemeente Groningen maakt Wiersma als beleidsadviseur niet alleen mee hoe een lokale fysieke werkelijkheid en de toepassingsmogelijkheden van duurzame-energie technieken elkaar beïnvloeden; hij geeft ontwikkelingen hieromtrent ook zelf vorm. Zo bleek het Masterplan Groningen Energieneutraal tijdens het vormgeven van deze scriptie een inspiratiebron op weg naar een integrale en breed gedragen visie op de toekomstige lokale energiehuishouding.

Naast de input van de vijftien bovenstaande personen liggen de kennis en ervaring van **Arjen Nieveen** (beleidsadviseur planologie bij de gemeente Assen) en **Alfred Middelkamp** (beleidsadviseur duurzaamheid bij de gemeente Assen) aan de basis van de gemaakte energiepotentiekaart. Zowel inhoudelijk als procesmatig hebben zij met grote regelmaat het juiste onderzoekspoor aangewezen.

Bijlage II: De warmte- en elektravraag in Assen

Adviesbureau Intij uit Heiloo heeft in 2011 de warmte- en elektravraag in de gemeente Assen geïnventariseerd. In deze scriptie is selectief gebruikgemaakt van cijfermatige informatie uit dit onderzoek, dat in de referentielijst is opgenomen als "Brandsen et al. (2011)". Een compleet overzicht van de data volgt hieronder.

ELEKTRAVRAAG

| | Grootte | Elektravraag MWh/jaar | GJ/jaar |
|---------------------------|----------------------|--------------------------|----------------|
| Wijken | # huishoudens | | |
| Centrum (Wijk 00) | 3063 | 10.414 | 37.491 |
| Lariks (Wijk 01) | 3118 | 10.601 | 38.164 |
| Noorderpark (Wijk 02) | 4457 | 15.154 | 54.554 |
| Assen-Oost (Wijk 03) | 3897 | 13.250 | 47.699 |
| Pittelo (Wijk 04) | 1581 | 5.375 | 19.351 |
| Assen-West (Wijk 05) | 1786 | 6.072 | 21.861 |
| Peelo (Wijk 06) | 2946 | 10.016 | 36.059 |
| Marsdijk (Wijk 07) | 4837 | 16.446 | 59.205 |
| Kloosterveen (Wijk 08) | 3515 | 11.951 | 43.024 |
| Buitengebied (Wijk 99) | 423 | 1.438 | 5.178 |
| Totaal | 29623 | 100.718 | 362.586 |
| Bedrijvenparken | BVO m2 | | |
| Borgstee | 24.500 | 2.083 | 7.497 |
| Huize Nassau | 11.000 | 935 | 3.366 |
| Kloosterveen tussengebied | 16.500 | 1.403 | 5.049 |
| Marsdijk I | 23.250 | 1.976 | 7.115 |
| Peelerpark | 64.750 | 5.504 | 19.814 |
| Messchenveld | 123.750 | 10.519 | 37.868 |
| Schepersmaat | 42.250 | 3.591 | 12.929 |
| Stadsbedrijvenpark | 406.750 | 34.574 | 124.466 |
| Zendmastlocatie | 10.250 | 871 | 3.137 |
| Totaal | 723.000 | 61.455 | 221.238 |

| | Elektravraag | GJ/jaar |
|---------|--------------|---------|
| Grootte | MWh/jr | |

| Algemeen | BVO m2 | | |
|--|-----------------|-------|--------|
| Stadhuis | 19.399 | 5.000 | 18.000 |
| Provinciehuis Drenthe | 15.000 | 1.500 | 5.400 |
| Johan Willem Friso Kazerne | pm | 490 | 1.760 |
| Hoofdkantoor Politie Drenthe | 18.000 | 1.350 | 4.860 |
| Rechtbank Assen | 10.840 | 921 | 3.317 |
| Gebouwen rijksoverheid | 23.619 | 2.008 | 7.227 |
| Zorg | BVO m2 | | |
| Wilhelmina Ziekenhuis | | 5.500 | 19.800 |
| Arendshorst | 9.000 | 540 | 1.944 |
| De Vijverhof | 13.000 | 500 | 1.800 |
| Slingeborgh | 9.300 | 558 | 2.009 |
| De Wijde Blick | 10.000 | 600 | 2.160 |
| Anholt | 10.000 | 600 | 2.160 |
| Nieuw Graswijk | 7.000 | 420 | 1.512 |
| Stroomflat | 8.000 | 480 | 1.728 |
| Amstelflat | 8.000 | 480 | 1.728 |
| Lorelei | 5.500 | 330 | 1.188 |
| De Slenk | 6.000 | 360 | 1.296 |
| Ekke Faberflat | 8.700 | 522 | 1.879 |
| Ankerhof | 5.000 | 300 | 1.080 |
| Peelerhof | 6.500 | 390 | 1.404 |
| Binnenveste | n.v.t. | | 0 |
| De Boshof | 8.200 | 492 | 1.771 |
| Vierackers | 7.000 | 420 | 1.512 |
| GGZ Drenthe | 125.000 ? | 7.500 | 27.000 |
| Accare | pm | | |
| Verslavingszorg Noord Nederland | pm | | |
| Multifunctionele Accomodaties (MFA) | BVO m2 | | |
| MFA Het Schakelveld | 8.000 | 632 | 2.275 |
| MFA De Vuurvogel | 2.000 | 158 | 569 |
| MFA Kloosterveste | 25.000 | 1.975 | 7.110 |
| MFA Pittelo | 2.911 | 230 | 828 |
| MFA Assen-Oost | in ontwikkeling | | |
| MFA Boomgaard | 13.300 | 1.051 | 3.783 |
| MFA Marsdijk | 6.485 | 512 | 1.844 |
| MFA Marturia | 16.100 | 1.272 | 4.579 |
| MFA De Componist | 1.000 | 79 | 284 |

| | Grootte | Elektravraag MWh/jr | GJ/jaar |
|----------------------------------|---------|------------------------|---------|
| Basisonderwijs | BVO m2 | | |
| OBS Baggelhuizen | n.v.t. | | 0 |
| OBS Driemaster | 1.278 | 23 | 83 |
| OBS Emmaschool | 1.815 | 33 | 118 |
| OBS De Heksenketel | 1.901 | 34 | 123 |
| OBS Kloosterveen | n.v.t. | | 0 |
| OBS De Marskramer | n.v.t. | | 0 |
| OBS Het Sterrenschip | 2.075 | 37 | 134 |
| OBS Theo Thijssen | 1.479 | 27 | 96 |
| OBS Valkenhorst | 1.224 | 22 | 79 |
| OBS De Veldkel | 1.670 | 30 | 108 |
| OBS De Vuurvogel | 1.143 | 21 | 74 |
| SBO De Meander | n.v.t. | | 0 |
| SBO M.W. De Lieflandschool | n.v.t. | | 0 |
| CDS De Borg | n.v.t. | | 0 |
| CBS De Kloostertuin | n.v.t. | | 0 |
| CBS Het Kompas | n.v.t. | | 0 |
| CBS Het Krijt | n.v.t. | | 0 |
| CBS De Lichtbaak | 1.297 | 23 | 84 |
| CBS Het Octaaf | n.v.t. | | 0 |
| Chr. Jenaplanschool De Regenboog | 1.000 | 18 | 65 |
| CBS De Scharmhof | 2.000 | 36 | 130 |
| KBS Maria in Campis | 1.500 | 27 | 97 |
| KBS Vredeveld | 1.000 | 18 | 65 |
| GBS De Cirkel | 700 | 13 | 45 |
| GBS De Parel | n.v.t. | | 0 |
| GBS De Driesprong | 1.000 | 18 | 65 |
| British School | 1.500 | 27 | 97 |
| VS Assen - De Es | n.v.t. | | 0 |
| CSSBO De Boel | n.v.t. | | 0 |
| Voortgezet Onderwijs | BVO m2 | | |
| PrO Assen | 2.400 | 79 | 285 |
| Dr Nassau College | 13.500 | 240 | 864 |
| Dr Nassau College | 14.000 | 240 | 864 |
| CSG Vincent van Gogh | 10.000 | 70 | 252 |
| CSG Vincent van Gogh | 10.000 | 70 | 252 |
| Gomarus College | 2.500 | 83 | 297 |
| Beroepsonderwijs | BVO m2 | | |
| AOC Terra | 4.000 | 228 | 821 |
| Drenthe College | 14.000 | 798 | 2.873 |
| Drenthe College | 2.500 | 143 | 513 |
| Stenden Hogeschool | 3.000 | 171 | 616 |

Tabel B3-3 Elektravraag onderwijs

| Grootte | Elektravraag MWh/jr | GJ/jaar |
|---------|------------------------|---------|
|---------|------------------------|---------|

| | | | |
|--|---------------|-------|-------|
| Sport & recreatie | BVO m2 | | 0 |
| De Bonte Wever | | 2.600 | 9.360 |
| Rackethal Assen | | | 0 |
| Rob Sport Zwemschool | | 22 | 79 |
| Achmea health center | | | 0 |
| Sportpark De Hoogspanning | | | |
| Sporthallen | | | 0 |
| Aubussonhal | 864 | 48 | 171 |
| Baggelhuizen | n.v.t. | | 0 |
| De Boomgaard | n.v.t. | | 0 |
| Gymzaal De Componist | n.v.t. | | 0 |
| Sporthal Kloosterveen | n.v.t. | | 0 |
| Sporthal Korpershoekhal | 512 | 28 | 101 |
| Gymzaal Meander Epe | n.v.t. | | 0 |
| Gymzaal Meander Vredeveld | n.v.t. | | 0 |
| Sporthal Marsdijk | n.v.t. | | 0 |
| Sporthal Pittelo, de Meander + de Boei | n.v.t. | | 0 |
| Sporthal Peelohal | 1.520 | 84 | 301 |
| Sporthal de Spreng | 2.600 | 143 | 515 |
| Sporthal de Timp | 3.450 | 190 | 683 |
| | | | 0 |
| Cultuur | BVO m2 | | 0 |
| KunstXilo | 1.250 | 125 | 450 |
| De Nieuwe Kolk | | | 0 |
| Bibliotheek Assen | | | 0 |
| Bibliotheek Peelo | 308 | 34 | 121 |
| Drents Museum | 5.500 | 468 | 1.683 |
| ICO Centrum voor Kunst & Cultuur | 4.702 | 400 | 1.439 |

Opmerking: Daar waar n.v.t. staat, maakt het gebouw deel uit van een MFA.

| | | | |
|-------------------------|---------------|-------|--------|
| Winkelcentra | BVO m2 | | |
| Winkelcentrum 't Forum | 3.500 | 252 | 907 |
| Winkelcentrum Mercurius | 7.600 | 547 | 1.970 |
| Winkelcentrum Marsdijk | 6.500 | 468 | 1.685 |
| Winkelcentrum Nobellaan | 6.500 | 468 | 1.685 |
| Winkelcentrum Peelo | 2.000 | 144 | 518 |
| Winkelcentrum Vredeveld | 4.000 | 288 | 1.037 |
| Winkelcentrum Triade | 8.000 | 576 | 2.074 |
| Bedrijven | | | |
| Hoofdkantoor NAM | 60.000 | 4.740 | 17.064 |
| RWZI | 95.000 | 2.527 | 9.097 |
| Tuinland Assen | 11.250 | 889 | 3.200 |
| Praxis Bouwmarkt | 11.000 | 869 | 3.128 |
| Scapino | 17.000 | 1.343 | 4.835 |
| Winel | 9.000 | 711 | 2.560 |
| NS Station | | nb | nb |
| PartyTown Assen | 1.500 | 128 | 459 |
| Faber Pallets | 9.000 | 711 | 2.560 |
| Groenrijk | 4.000 | 316 | 1.138 |

WARMTEVRAAG

| | Grootte | Warmte vraag gas eq. m3/jaar | Warmtevraag GJ/jaar |
|---------------------------|----------------------|---------------------------------|------------------------|
| Wijken | # huishoudens | | |
| Centrum (Wijk 00) | 3.063 | 4.514.862 | 142.895 |
| Lariks (Wijk 01) | 3.118 | 5.824.424 | 184.343 |
| Noorderpark (Wijk 02) | 4.457 | 8.325.676 | 263.508 |
| Assen-Oost (Wijk 03) | 3.897 | 7.583.562 | 240.020 |
| Pittelo (Wijk 04) | 1.581 | 2.610.231 | 82.614 |
| Assen-West (Wijk 05) | 1.786 | 2.948.686 | 93.326 |
| Peelo (Wijk 06) | 2.946 | 5.503.128 | 174.174 |
| Marsdijk (Wijk 07) | 4.837 | 7.052.346 | 223.207 |
| Kloosterveen (Wijk 08) | 3.515 | 4.833.125 | 152.968 |
| Buitengebied (Wijk 99) | 423 | 741.096 | 23.456 |
| Totaal | 29.623 | 49.937.136 | 1.580.510 |
| Bedrijvenparken | BVO m2 | | |
| Borgstee | 24.500 | 281.995 | 8.925 |
| Huize Nassau | 11.000 | 126.610 | 4.007 |
| Kloosterveen tussengebied | 16.500 | 189.915 | 6.011 |
| Marsdijk I | 23.250 | 267.608 | 8.470 |
| Peelerpark | 64.750 | 745.273 | 23.588 |
| Messchenveld | 123.750 | 1.424.363 | 45.081 |
| Schepersmaat | 42.250 | 486.298 | 15.391 |
| Stadsbedrijvenpark | 406.750 | 4.681.693 | 148.176 |
| Zendmastlocatie | 10.250 | 117.978 | 3.734 |
| Totaal | 723.000 | 8.321.730 | 263.383 |

| Grootte | Warmte vraag gas eq. m3/jaar | Warmtevraag GJ/jr |
|---------|---------------------------------|----------------------|
|---------|---------------------------------|----------------------|

| Algemeen | BVO m2 | | |
|--|---------------|-----------|--------|
| Stadhuis | 19.399 | 1.100.000 | 34.815 |
| Provinciehuis Drenthe | 15.000 | 30.000 | 950 |
| Johan Willem Friso Kazerne | Pm | 200.000 | 6.330 |
| Hoofdkantoor Politie Drenthe | 18.000 | 91.500 | 2.896 |
| Rechtbank Assen | 10.840 | 108.400 | 3.431 |
| Gebouwen rijksoverheid | 23.619 | 236.190 | 7.475 |
| Zorg | BVO m2 | | |
| Wilhelmina Ziekenhuis | | 800.000 | 25.320 |
| Arendshorst | 9.000 | 198.000 | 6.267 |
| De Vijverhof | 13.000 | 190.000 | 6.014 |
| Slingeborgh | 9.300 | 204.600 | 6.476 |
| De Wijde Blik | 10.000 | 220.000 | 6.963 |
| Anholt | 10.000 | 220.000 | 6.963 |
| Nieuw Graswijk | 7.000 | 154.000 | 4.874 |
| Stroomflat | 8.000 | 176.000 | 5.570 |
| Amstelflat | 8.000 | 176.000 | 5.570 |
| Lorelei | 5.500 | 121.000 | 3.830 |
| De Slenk | 6.000 | 132.000 | 4.178 |
| Ekke Faberflat | 8.700 | 191.400 | 6.058 |
| Ankerhof | 5.000 | 110.000 | 3.482 |
| Peelerhof | 6.500 | 143.000 | 4.526 |
| Binnenveste | n.v.t. | | 0 |
| De Boshof | 8.200 | 180.400 | 5.710 |
| Vierackers | 7.000 | 154.000 | 4.874 |
| GGZ Drenthe | 125.000 ? | 2.750.000 | 87.375 |
| Accare | ? | | 0 |
| Verslavingszorg Noord Nederland | ? | | 0 |
| Multifunctionele Accomodaties (MFA) | BVO m2 | | |
| MFA Het Schakelveld | 8.000 | 80.000 | 2.532 |
| MFA De Vuurvogel | 2.000 | 20.000 | 633 |
| MFA Kloosterveste | 25.000 | 250.000 | 7.913 |
| MFA Pittelo | 2.911 | 29.110 | 921 |
| MFA Assen-Oost | 1 | 10 | 0 |
| MFA Boomgaard | 13.300 | 133.000 | 4.209 |
| MFA Marsdijk | 6.485 | 64.850 | 2.053 |
| MFA Marturia | 16.100 | 161.000 | 5.096 |
| MFA De Componist | 1.000 | 10.000 | 317 |

| | | Warmte vraag gas eq. m3/jaar | Warmtevraag GJ/jaar |
|----------------------------------|---------------|---------------------------------|------------------------|
| Basisonderwijs | BVO m2 | | |
| OBS Baggelhuizen | n.v.t. | | 0 |
| OBS Driemaster | 1.278 | 16.614 | 526 |
| OBS Emmaschool | 1.815 | 23.595 | 747 |
| OBS De Heksenketel | 1.901 | 24.713 | 782 |
| OBS Kloosterveen | n.v.t. | | 0 |
| OBS De Marskramer | n.v.t. | | 0 |
| OBS Het Sterrenschip | 2.075 | 26.975 | 854 |
| OBS Theo Thijssen | 1.479 | 19.227 | 609 |
| OBS Valkenhorst | 1.224 | 15.912 | 504 |
| OBS De Veldkel | 1.670 | 21.710 | 687 |
| OBS De Vuurvogel | 1.143 | 14.859 | 470 |
| SBO De Meander | n.v.t. | | 0 |
| SBO M.W. De Lieflandschool | n.v.t. | | 0 |
| CDS De Borg | n.v.t. | | 0 |
| CBS De Kloostertuin | n.v.t. | | 0 |
| CBS Het Kompas | n.v.t. | | 0 |
| CBS Het Krijt | n.v.t. | | 0 |
| CBS De Lichtbaak | 1.297 | 16.861 | 534 |
| CBS Het Octaaf | n.v.t. | | 0 |
| Chr. Jenaplanschool De Regenboog | 1.000 | 13.000 | 411 |
| CBS De Scharmhof | 2.000 | 26.000 | 823 |
| KBS Maria in Campis | 1.500 | 19.500 | 617 |
| KBS Vredeveld | 1.000 | 13.000 | 411 |
| GBS De Cirkel | 700 | 9.100 | 288 |
| GBS De Parel | n.v.t. | | 0 |
| GBS De Driesprong | 1.000 | 13.000 | 411 |
| British School | 1.500 | 19.500 | 617 |
| VS Assen - De Es | n.v.t. | | 0 |
| CSSBO De Boel | n.v.t. | | 0 |
| Voortgezet Onderwijs | | | |
| PrO Assen | 2.400 | 33.600 | 1.063 |
| Dr Nassau College | 13.500 | 150.000 | 4.748 |
| Dr Nassau College | 14.000 | 260.000 | 8.229 |
| CSG Vincent van Gogh | 10.000 | 80.000 | 2.532 |
| CSG Vincent van Gogh | 10.000 | 80.000 | 2.532 |
| Gomarus College | 2.500 | 35.000 | 1.108 |
| Beroepsonderwijs | | | |
| AOC Terra | 4.000 | 84.000 | 2.659 |
| Drenthe College | 14.000 | 294.000 | 9.305 |
| Drenthe College | 2.500 | 52.500 | 1.662 |
| Stenden Hogeschool | 3.000 | 63.000 | 1.994 |

| | | Warmte vraag gas eq. m3/jaar | Warmtevraag GJ/jaar |
|--|---------------|---------------------------------|------------------------|
| Sport & recreatie | BVO m2 | | |
| De Bonte Wever | | 340.000 | 10.761 |
| Rackethal Assen | | | Nb |
| Rob Sport Zwemschool | | 10.000 | 317 |
| Achmea health center | | | Nb |
| Sportpark De Hoogspanning | | | Nb |
| Sporthallen | | | |
| Aubussonhal | 864 | 30.240 | 957 |
| Baggelhuizen | n.v.t. | | 0 |
| De Boomgaard | n.v.t. | | 0 |
| Gymzaal De Componist | n.v.t. | | 0 |
| Sporthal Kloosterveen | n.v.t. | | 0 |
| Sporthal Korpershoekhal | 512 | 17.920 | 567 |
| Gymzaal Meander Epe | n.v.t. | | 0 |
| Gymzaal Meander Vredeveld | n.v.t. | | 0 |
| Sporthal Marsdijk | n.v.t. | | 0 |
| Sporthal Pittelo, de Meander + de Boel | n.v.t. | | 0 |
| Sporthal Peelohal | 1.520 | 53.200 | 1.684 |
| Sporthal de Spreng | 2.600 | 91.000 | 2.880 |
| Sporthal de Timp | 3.450 | 120.750 | 3.822 |
| Cultuur | BVO m2 | | |
| KunstXllo | 1.250 | 16.250 | 514 |
| De Nieuwe Kolk | | | 0 |
| Bibliotheek Assen | | | 0 |
| Bibliotheek Peelo | 308 | 6.468 | 205 |
| Drents Museum | 5.500 | 71.500 | 2.263 |
| ICO Centrum voor Kunst & Cultuur | 4.702 | 61.126 | 1.935 |
| Winkelcentra | BVO m2 | | 0 |
| Winkelcentrum 't Forum | 3.500 | 24.500 | 775 |
| Winkelcentrum Mercurius | 7.600 | 53.200 | 1.684 |
| Winkelcentrum Marsdijk | 6.500 | 45.500 | 1.440 |
| Winkelcentrum Nobellaan | 6.500 | 45.500 | 1.440 |
| Winkelcentrum Peelo | 2.000 | 14.000 | 443 |
| Winkelcentrum Vredeveld | 4.000 | 28.000 | 886 |
| Winkelcentrum Triade | 8.000 | 56.000 | 1.772 |
| Bedrijven | BVO m2 | | 0 |
| Hoofdkantoor NAM | 60.000 | 600.000 | 18.990 |
| RWZI | 1.000 | 10.000 | 317 |
| Tuinland Assen | 11.250 | 112.500 | 3.561 |
| Praxis Bouwmarkt | 11.000 | 110.000 | 3.482 |
| Scapino | 17.000 | 170.000 | 5.381 |
| Winel | 9.000 | 90.000 | 2.849 |
| NS Station | | | 0 |
| PartyTown Assen | 1.500 | 19.500 | 617 |
| Faber Pallets | 9.000 | 90.000 | 2.849 |
| Groenrijk | 4.000 | 40.000 | 1.266 |

Bijlage III: Verklaring GIS-analyses

Hieronder volgt per GIS-laag een toelichting op de totstandkoming van de “output”, de eindkaart waarvan de inhoud is neergeslagen in de energiepotentiekaart van de gemeente Assen.

1. Windenergie (figuur 7.3)

Als “input” geldt hier de CBS-wijk-en-buurtkaart, het BAG-gebouwen-bestand, een laag met het beschermde stadsgezicht van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en lagen van het provinciale geoportaal wat betreft Natura 2000-gebieden en de militaire laagvliegzone. De CNS-zone is indicatief ingetekend op basis van de afbeelding op <http://www.windenergie.nl/site/file.php?file=500>. Een “buffer” van 350 meter rond het BAG-gebouwen-bestand vormt de “output-laag” “windenergie zeer onwenselijk”. De laag “windenergie onwenselijk” is een “union” van het Natura 2000-gebied en het beschermde stadsgezicht.

2. Zonne-energie (figuur 7.9)

De “input” wordt gevormd door de CBS-wijkaart, het gemeentelijke GIS-bestand van de monumentale panden en een door Slump (2010) bewerkte versie van het BAG-gebouwenbestand. Een “select-by-attribute-tool” is gebruikt om de laag “zeer geschikt” vast te stellen, waarbij de platte daken of de op het zuid(west)(oost)en gerichte dakdelen met een hellingshoek van tussen de 26 of 46 graden geselecteerd zijn. De extra zonpotenties zijn handmatig ingetekend met de “sketch-tool”.

3. Geothermie (figuur 7.18, 7.19 en 7.20)

De GIS-laag met daarin verbods- en restrictiezone voor geothermie geldt hier als “input”; deze is afkomstig uit het uitleverbestand dat adviesbureau TTE heeft gemaakt voor de bodemvisie van Assen. Datzelfde geldt voor de weergave van de toekomstige boringsvrije zone. De dichtheid van woningen is bepaald door het BAG-adressenbestand de analyse “point-density” te laten doorlopen, terwijl de huizen in het bezit van woningbouwstichting zijn vastgesteld door de “select by location-tool”, aan de hand van gemeentelijke data over grond in het bezit van een woningstichting en het BAG-adressenbestand. De laag met grote warmtevragers is tot stand gekomen dankzij de “select by attribute-tool”, op basis van het polygoon-ID van het BAG-gebouwenbestand, waarbij de informatie uit bijlage II bepaald heeft welke polygoon-ID's geselecteerd dienden te worden. De plekken van de clusters zijn bepaald door de GIS-tool “directional distribution”, met een ellipsgrootte van twee keer de standaardafwijking, toe te passen op basis van de huizen in het bezit van woningcorporaties, die gelegen zijn binnen een verzameling van drie of meer handmatig bepaalde, geografisch aaneengesloten buurten (uit de CBS-buurtkaart) waarvan de compactheid minimaal de waarde “compact” heeft.

4. WKO (figuur 7.24)

De provinciale GIS-lagen van de provincie wat betreft de verbodszones, restrictiezones en mate van geschiktheid in zone 1 en zone 2 gelden hier als “input”; deze zijn verkregen via het online geoportaal van de provincie Drenthe. De GIS-laag met daarin de zorgpartijen is bepaald aan de hand van informatie uit bijlage II en een “select by attribute-tool” op basis van het bijbehorende polygoon-ID. De laag met bestaande WKO-systemen is zelf gemaakt aan de hand van een lijst met X-Y-coördinaten van de provincie Drenthe. De laag met ontwikkelingslocaties is ontstaan op basis van een bestaande GIS-dataset binnen de gemeente, terwijl de geplande ontwikkelingen zijn weergegeven op basis van het uitleverbestand dat adviesbureau TTE heeft gemaakt voor de bodemvisie van Assen.

5. Biomassa (figuur 7.25)

De CBS-wijkaart maakt hier, net als bij de overige kaarten, de weergave van het Asser grondgebied mogelijk. De biomassastromen die in de tekst geduid zijn, staan in de kaart weergegeven op basis van X-Y-coördinaten: dit geldt voor het gemeentelijke milieupark, de rioolwaterzuiveringsinstallatie, de houtverwerkende industriële bedrijven en (twee voorbeelden van) agrarische bedrijven. Hetzelfde is gebeurd met de potentiële verwerkings- of conversieplaatsen binnen de gemeente; hierbij gaat het opnieuw om de rioolwaterzuiveringsinstallatie en de buurt Stadsbroek. In dit geval zijn de X-Y-coördinaten indicatief weergegeven; voor het bepalen van de exacte locatie van de verbrander/vergister is vanzelfsprekend nader onderzoek vereist.

6. Restwarmtebenutting (figuur 7.26)

De laag met de locatie van bedrijventerreinen is een selectie van de CBS-buurtkaart, waarbij gegevens van de Asser buurtmonitor de inhoud van deze selectie heeft bepaald. Assen-Zuid is weergegeven door middel van een selectie uit de (bovengenoemde) laag met geplande ontwikkelingen binnen de gemeentegrenzen. De compactheid van de woonbuurten is als volgt vastgesteld: allereerst zijn diverse “select by location-tools” losgelaten op het BAG-adresbestand, waarbij de verschillende buurten in de wijken telkens als “location” fungeerden. Vervolgens is het aantal woningen per buurt gedeeld door de “area” of oppervlakte van het buurtpolygoon. De dichtheid in woningen per hectare is daarna handmatig, via de opties “add field” en “edit”, toegevoegd aan de CBS-buurtkaart. De laag met grote warmtevragers is ten slotte gekopieerd uit de laag voor geothermie, waarvan de totstandkoming reeds is toegelicht.