



Energieonderzoek Centrum Nederland

Masterplan Energie Noord-Brabant in perspectief

**Kwantificering en analyse van de ambities in
vergelijking met landelijke doelstellingen**

H.M. Londo

B. van Bree

Verantwoording

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van de Provincie Noord-Brabant en is bij ECN geregistreerd onder projectnummer 5.0490. De auteurs bedanken Bert Daniëls, Stefan Luxembourg, Frans Nieuwenhout, Marijke Menkveld en Casper Tigchelaar voor de bijdrage die zij geleverd hebben op specifieke onderwerpen, en Hein de Wilde voor het co-readen van het concept. Uiteraard is de inhoud volledig de verantwoordelijkheid van de auteurs.

Abstract

For the province of Noord-Brabant, the ambitions as stated in its 'Masterplan Energie 2010-2020' were quantified and analysed. First questions were what the global energy transition in the coming decades will look like, and how the Masterplan's spearheads fit in these developments. The spearheads appear to fit well in the foreseen developments, and consist of an appropriate balance between short-term options for deployment and long-term options that also provide opportunities for the strengthening of a competitive industry. Secondly, the implications of the Dutch national targets for renewables and energy efficiency in 2020 were translated to the province level, and the possible contributions of the different spearheads towards them were quantified. Meeting the renewables and efficiency targets will require major efforts, also from the province, particularly in the field of energy efficiency. In this respect, the built environment is a sector with significant potential, but also with considerable barriers. Thirdly, possible focal areas for the innovative spearheads were explored. In the field of PV, these seem to be production installations, materials and components, and system integration, in which areas the province can support the translation process from fundamental knowledge to market applications. In electric vehicles, the automotive cluster and grid infrastructure are possible focal areas. Finally, the cost effectiveness of some policy instruments in the spearheads was estimated. This mainly depends on the degree to which national measures already compensate for the financial gap that exists between many of the proposed technologies and their conventional competitors. Besides this, the province can also play an essential role given their legal responsibilities (in e.g. spatial planning) and in terms of coordination.

Inhoud

Lijst van tabellen	5
Lijst van figuren	5
Samenvatting	6
Lijst van afkortingen	8
1. Inleiding	10
2. De energietransitie in perspectief	12
2.1 Projecties voor een duurzame energiehuishouding	12
2.2 Technologieën, ontwikkelingsstadia en technische potentiëlen	13
3. Vertaling nationale energiedoelstellingen naar Noord-Brabant	16
3.1 Nationale doelstellingen	16
3.2 Vertaling naar Brabant: Doelstelling opwekking duurzame energie	16
3.3 Vertaling naar Brabant: Besparingsdoelstelling	17
4. Bijdrage speerpunten aan doelstellingen	19
4.1 Bijdrage speerpunten aan doelstelling duurzame energie	19
4.2 Bijdrage speerpunten aan besparingsdoelstelling	20
5. Bijdrage individuele speerpunten	21
5.1 Speerpunt Biomassa	21
5.1.1 Technologieën, huidige inzet, technisch potentieel	21
5.1.2 Uitwerking varianten	21
5.1.3 Beleidsopties en knelpunten	22
5.2 Speerpunt Wind	23
5.2.1 Huidige inzet, technisch potentieel, varianten	23
5.2.2 Beleidsopties en knelpunten	23
5.3 Speerpunt Zon	24
5.3.1 Technologieën, huidige inzet, technisch potentieel	24
5.3.2 Uitwerking varianten	24
5.3.3 Beleidsopties en knelpunten	24
5.4 Speerpunt Warmte	25
5.4.1 Technologieën, huidige inzet, technisch potentieel	25
5.4.2 Uitwerking varianten	26
5.4.3 Beleidsopties en knelpunten	27
5.5 Speerpunt Gebouwde omgeving	27
5.5.1 Technologieën en technisch potentieel	27
5.5.2 Uitwerking varianten	28
5.5.3 Beleidsopties en knelpunten	30
5.6 Speerpunt Elektrisch rijden en slimme netwerken	31
5.6.1 Technologieën en technisch potentieel	31
5.6.2 Uitwerking varianten	32
5.6.3 Beleidsopties en knelpunten	33
5.7 Speerpunt Decentrale netwerken	33
5.7.1 Technologieën	33
5.7.2 Beleidsopties en knelpunten	34
6. Economische kansen van innovatieve speerpunten	35
6.1 Mondiale en nationale context	35
6.2 Zon-PV	35
6.3 Elektrisch rijden & slimme netwerken	37
7. Kosteneffectiviteit van opties tot 2020 en provinciaal beleid	40
7.1 Kosteneffectiviteit van 'meters maken'	40

7.2	Kosteneffectiviteit van innovatieve opties	42
Referenties		43
Bijlage A	Detailberekeningen diverse speerpunten	45
A.1	Biomassa	45
A.2	Wind	48
A.3	Zon	49
A.4	Warmte	50
A.5	Gebouwde omgeving	52
A.6	Elektrisch rijden	52
Bijlage B	Berekeningen onrendabele toppen	54

Lijst van tabellen

Tabel 3.1	<i>Vertaling nationale doelstelling duurzame energie naar Noord-Brabant</i>	17
Tabel 3.2	<i>Specificatie van de besparingsdoelstelling binnen de provinciale speerpunten</i>	18
Tabel 5.1	<i>Indicatie huidige capaciteit bio-energie in Noord-Brabant</i>	21
Tabel 5.2	<i>Uitwerking varianten voor speerpunt biomassa</i>	22
Tabel 5.3	<i>Huidige capaciteit, potentieel en varianten voor speerpunt wind</i>	23
Tabel 5.4	<i>Indicatie bijdrage voor speerpunt zon</i>	24
Tabel 5.5	<i>Indicatie huidige capaciteit en technisch potentieel voor speerpunt warmte</i>	25
Tabel 5.6	<i>Uitwerking varianten voor speerpunt warmte</i>	26
Tabel 5.7	<i>Uitwerking varianten voor speerpunt gebouwde omgeving: huishoudens</i>	29
Tabel 5.8	<i>Uitwerking varianten voor speerpunt gebouwde omgeving: utiliteit</i>	29
Tabel 5.9	<i>EU en nationaal beleid voor speerpunt gebouwde omgeving</i>	30
Tabel 5.10	<i>Overzicht knelpunten gebouwde omgeving</i>	30
Tabel 5.11	<i>Aannames berekening marktpotentieel elektrisch rijden</i>	32
Tabel 5.12	<i>Impact Roland Berger scenario's</i>	32
Tabel 6.1	<i>Huidige markt- en kennisposities van Noord-Brabant in focusgebieden zon-PV</i>	36
Tabel 7.1	<i>Onrendabele toppen voor de verschillende opties en kostenschattingen voor relevant provinciaal beleid</i>	41

Lijst van figuren

Figuur 2.1	<i>Nieuwe technologieën in de mondiale energiehuishouding in het IEA Blue Map scenario</i>	12
Figuur 2.2	<i>Ontwikkelingstraject voor diverse duurzame energie-opties in het IEA Blue Map scenario</i>	13
Figuur 2.3	<i>De Brabantse speerpunten gerangschikt in de categorieën meters maken, meters voorbereiden en verdergaande innovaties</i>	13
Figuur 2.4	<i>Technische potentiëlen van de diverse Brabantse speerpunten</i>	14
Figuur 2.5	<i>Illustratieve uitwerking van een portfoliobenadering voor de inzet op verschillende speerpunten</i>	15
Figuur 3.1	<i>Vertaling nationale besparingsdoelstelling naar de speerpunten van Noord-Brabant.</i>	17
Figuur 4.1	<i>Bijdrage speerpunten aan doelstelling duurzame energie in 2020, beide varianten</i>	19
Figuur 4.2	<i>Bijdrage speerpunten aan doelstelling energiebesparing in 2020, beide varianten</i>	20
Figuur 6.1	<i>Waardeketens elektrisch rijden en slimme netwerken</i>	38

Samenvatting

De provincie Noord-Brabant bereidt een Masterplan Energie Brabant 2010-2020 voor. Hiermee wil de provincie inspelen op de veranderingen in de energiehuishouding die in de komende decennia te verwachten zijn, en gebruikmaken van de economische kansen die de noodzakelijke energietransitie biedt. De Startnotitie van het Masterplan onderscheidt zeven speerpunten: Zon-PV, elektrisch rijden, biomassa, warmte, gebouwde omgeving, wind en decentrale netwerken. De provincie Noord-Brabant heeft ECN verzocht een analyse te maken van de speerpunten ter onderbouwing van het Masterplan. De kernvragen die de provincie hierbij heeft, zijn:

- Hoe ziet de mondiale energietransitie er globaal uit; welke technologische ontwikkelingen zijn er te verwachten, en hoe passen de speerpunten daarin?
- Hoe kunnen economische kansen van innovatieve speerpunten benut worden?
- Hoe vertalen de nationale energie- en klimaatdoelstellingen voor 2020 zich naar Noord-Brabant, en wat kan de bijdrage van de speerpunten aan deze doelstellingen zijn?
- Wat is de kosteneffectiviteit van enkele voorbeeldbeleidsinstrumenten binnen de diverse speerpunten?

Speerpunten passen duidelijk in de mondiale energietransitie; portfolio is belangrijk

Een korte analyse van enkele mondiale lange-termijn studies laat zien dat onze energiehuishouding sterk kan en zou moeten veranderen in de komende decennia, vooral als gevolg van uitputting van (goedkope) fossiele voorraden en klimaatbeleid. Er is niet één technologie aan te wijzen die hierin dominant is; er wordt juist een portfolio aan opties en technologieën voorzien van energiebesparing, duurzame energie en schone inzet van fossiele bronnen. De mix bestaat deels uit technologieën die nu al (nagenoeg) marktrijp zijn en waarmee op korte termijn ‘meters’ kunnen worden gemaakt en deels uit innovatieve opties die eerst nog een ontwikkelingsproces moeten doorlopen. De set van zeven Noord-Brabantse speerpunten sluit goed aan bij een dergelijke portfoliobenadering, waarbij zowel op korte-termijn meters maken, als op lange-termijn technologieontwikkeling wordt ingezet.

Bijdrage nationale doelstellingen: Forse inspanningen in besparing en duurzame energie nodig

De nationale energie- en klimaatdoelstellingen voor 2020 zijn vertaald tot (deels sectorale) doelstellingen voor Noord-Brabant. Voor duurzame energie is het convenant tussen rijk en IPO leidend geweest, maar is ook een afleiding gemaakt op basis van het aantal inwoners in Noord-Brabant. Voor energiebesparing is een omrekening gemaakt op basis van enkele analyses van ECN. Daarnaast zijn bottom-up twee varianten (de plus- en plusplus-variant) ontwikkeld voor inspanningen in de diverse speerpunten en de resultaten die deze opleveren. Vooral bij energiebesparing blijken de inspanningen die de provincie moet leveren om (haar deel van) de doelstellingen te behalen fors te zijn: alleen in de plusplus-variant wordt de doelstelling gehaald. De gebouwde omgeving springt er hierbij uit als de sector waar de meeste besparing mogelijk is (maar waar deze ook forse inspanningen vraagt). De doelstelling op basis van het IPO-convenant voor duurzame energie wordt al in de plus-variant gehaald, de doelstelling op basis van een per capita-verdeling wordt in geen van beide varianten bereikt. In de varianten is biomassa is belangrijkste optie voor duurzame energie.

Innovatieve opties: Aansluiten bij de kracht van Noord-Brabant

Voor het grijpen van economische kansen op de lange termijn zijn de innovatieve speerpunten die de provincie heeft geselecteerd van primair belang, en is het zaak aan te sluiten bij datgene waar Noord-Brabant een goede uitgangspositie heeft. Voor het speerpunt zon-PV zijn dat productieapparatuur en materialen en componenten, en wellicht liggen er ook kansen bij systeeminTEGRATIE. Daarbij kan de provincie (in de plus-variant) vooral een rol spelen bij het aanbrengen van focus in de activiteiten, het versterken van de vertaling van fundamentele kennis naar

bruikbare toepassingen ('kunde'), en daarenboven (in de plusplus-variant) het medefinancieren van start-ups ('kassa'). Voor het speerpunt elektrisch rijden/slimme netten ligt de kracht van Brabant in het automotieve cluster en de netinfrastructuur. De provincie kan hier een rol spelen door (in de plus-variant) technologie-ontwikkeling te ondersteunen op beide terreinen, en daarenboven (in de plusplus-variant) ook marktontwikkeling te stimuleren.

Kosteneffectiviteit van beleid varieert

Voor het behalen van de doelstellingen in 2020 is de provincie vooral afhankelijk van opties die op korte termijn al meters maken. Deze zijn over het algemeen (nog) niet rendabel. Voor sommige opties is de rijksregeling echter al voldoende om het niet-rendabele deel ('onrendabele top') nagenoeg volledig te compenseren (wind, zon), maar bij diverse opties resteert er nog een gat. De kosteneffectiviteit van provinciaal beleid kan ruwweg worden ingedeeld in de volgende groepen:

- Wanneer een resterend deel van een onrendabele top wordt gecompenseerd, liggen de kosten veelal in enkele euro's per GigaJoule.
- Als buiten de rijksregeling extra productie wordt gestimuleerd moet worden gerekend met meerkosten van enkele tot enkele tientallen euro's per GigaJoule.
- Op veel terreinen is beleid nodig dat valt binnen het wettelijke mandaat van de provincie (RO, vergunningverlening) of dat gericht is op coördinatie, voorlichting, etc. Van deze kosten is geen nadere inschatting gemaakt.

Voor de innovatieve opties is de kosteneffectiviteit van beleid niet goed in te schatten: daarvoor zijn de onzekerheden over de ontwikkelingen in de technologie en de effecten van beleid te groot. Wel vallen er ruwweg enkele velden te onderscheiden waarin investeringen minder risicovol zijn. Op het gebied van PV lijkt gefocuste ondersteuning in productieapparatuur, materialen en componenten en systeemintegratie relatief kansrijk. Rond elektrisch rijden zijn investeringen in slimme netten een relatieve no-regret optie, en mogelijk ondersteuning van specifieke automotieve componenten.

Lijst van afkortingen

AVI	AfvalVerbrandingsInstallatie
BLOW	Bestuursovereenkomst Landelijke Ontwikkeling Windenergie
EOS	EnergieOnderzoekSubsidie
EPC	EnergiePrestatieCoëfficiënt
EPN	EnergiePrestatieNorm
EV	Elektrisch Voertuig
IEA	International Energy Agency
IPO	InterProvinciaal Overleg
KWO	KoudeWarmteOpslag
OT	Onrendabele Top
PHEV	Plug-in Hybride Elektrisch Voertuig
PV	Fotovoltaïsch (Photovoltaic)
R&D	Onderzoek & Ontwikkeling (Research & Development)
RO	Ruimtelijke Ordening
SDE	Stimulering Duurzame Energieproductie
WKK	WarmteKrachtKoppeling
WLO	Welvaart en LeefOmgeving
WP	WarmtePomp

1. Inleiding

De provincie Noord-Brabant bereidt een Masterplan Energie Brabant 2010-2020 voor. Dit gebeurt in het kader van de veranderingen in de energiehuishouding die in de komende decennia te verwachten zijn. Tevens wil de provincie gebruikmaken van de economische kansen die de noodzakelijke energietransitie biedt. De Startnotitie (Noord-Brabant 2009) geeft de belangrijkste kaders voor het Masterplan:

- Inzetten op technologieën die een substantiële bijdrage leveren, ook in het licht van de nationale energie- en klimaatdoelstellingen voor 2020.
- Inzetten op technologieën die passen in de bredere lange-termijn-transitie naar een duurzame energiehuishouding.
- Economische kansen creëren en benutten die de energietransitie met zich meebrengt, en daarbij aansluiten op de kracht van Noord-Brabant, bijvoorbeeld het innovatieve karakter van de Noord-Brabantse industrie- en kennisinfrastructuur.
- Daadwerkelijk waarde toevoegen door een complementaire rol te spelen bij EU-, nationale en gemeentelijke initiatieven.

De startnotitie geeft ook aan dat de provincie inzet op zeven speerpunten: Zon-PV, elektrisch rijden, biomassa, warmte, gebouwde omgeving, wind en decentrale netwerken. De provincie Noord-Brabant heeft ECN verzocht een analyse te maken van de speerpunten ter onderbouwing van het Masterplan. Kernvragen hierbij zijn:

- Hoe ziet de mondiale energietransitie er globaal uit; welke technologische ontwikkelingen zijn er te verwachten?
- Hoe vertalen de nationale energie- en klimaatdoelstellingen voor 2020 zich naar de zeven speerpunten voor Noord-Brabant?
- Wat kan de bijdrage van de speerpunten aan de energie- en klimaatdoelstellingen zijn?
- Wat is de kosteneffectiviteit van enkele voorbeeld-beleidsinstrumenten binnen de diverse speerpunten?
- Hoe kunnen economische kansen van innovatieve speerpunten benut worden?

De energetische potentie van de diverse speerpunten is gekwantificeerd, de kosteneffectiviteit is semi-kwantitatief geanalyseerd en de economische kansen zijn vooral kwalitatief beschouwd.

De analyse valt uiteen in twee delen. In het eerste deel wordt de bijdrage van de speerpunten (met uitzondering van decentrale netwerken) aan de landelijke energie- en klimaatdoelstellingen geanalyseerd. In dit deel is gebruik gemaakt van twee sporen:

- Een top-down vertaling van de nationale doelstellingen naar de betekenis voor de diverse speerpunten binnen de context van Noord-Brabant: vertaling nationale doelstellingen naar Brabant.
- Een bottom-up analyse van wat er in Brabant gerealiseerd kan worden, waarbij de kwantificering zoveel mogelijk is gedaan middels concrete parameters, zoals aantallen te realiseren woningen, installaties, voertuigen, etc.

De bijdrage van de meer innovatieve opties aan de landelijke doelstellingen is binnen de tijdshorizon van het Masterplan beperkt. Deze opties kunnen na 2020 echter een grote bijdrage leveren.

Daarnaast kunnen de meer innovatieve opties economische kansen bieden. Deze kansen vormen het onderwerp van het tweede deel van de analyse. Aangezien de effecten van deze opties vooral op langere termijn spelen en omgeven zijn met veel grotere onzekerheden, is de benadering hier kwalitatief gehouden.

Hoofdstuk 2 van dit rapport zet het Masterplan in het bredere kader van de mondiale energietransitie. In Hoofdstuk 3 beschrijven we de vertaling van de nationale energiedoelstellingen naar een ambitieniveau voor Noord-Brabant. Hoofdstuk 4 geeft aan hoe de speerpunten daar geza-

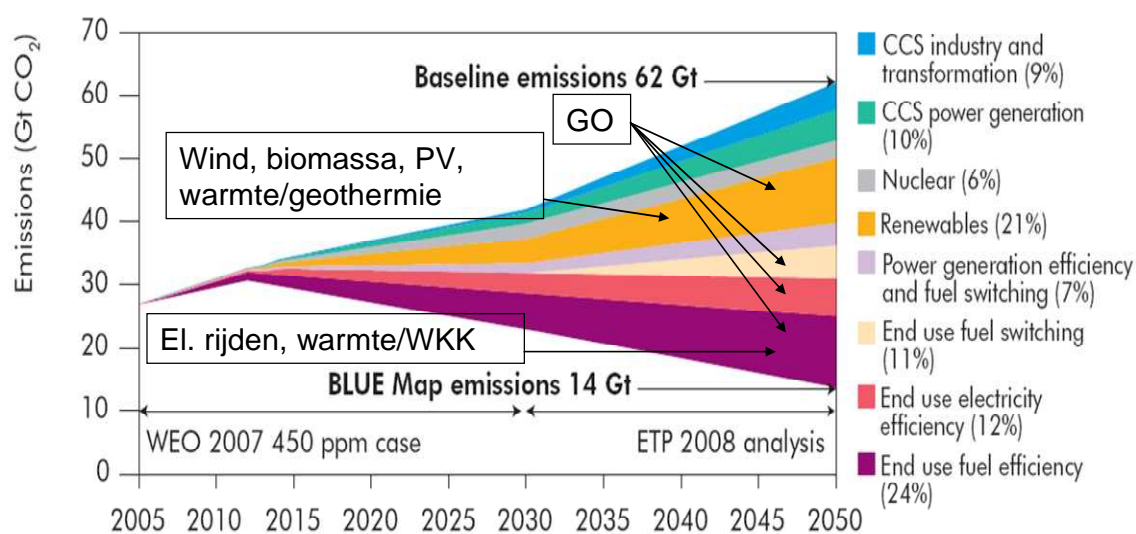
menlijk een invulling aan kunnen geven, en Hoofdstuk 5 beschrijft de specificaties van de varianten per speerpunt. Hoofdstuk 6 beschrijft de economische kansen voor de innovatieve speerpunten: zon-PV, elektrisch rijden en decentrale netwerken. Tenslotte is in Hoofdstuk 7 een discussie opgenomen over de kosteneffectiviteit van de diverse opties in de speerpunten en van mogelijk provinciaal beleid.

2. De energietransitie in perspectief

Onze energievoorziening is in beweging. Issues rond voorzieningszekerheid, issues rond betaalbaarheid van energie en klimaatverandering hebben tot een breed gedragen inzicht geleid dat er fundamentele veranderingen nodig zijn om te komen tot een duurzame mondiale energiehuishouding. Sinds het Kyoto-protocol staat klimaatbeleid hoog op de agenda. Het debat rond de Kopenhagen onderhandelingen en het vervolg hierop lijkt te bewegen richting een consensus waarbij de wereld in 2050 tot 50% emissiereductie van broeikasgassen komt, waarbij de ontwikkelde landen een reductie van 80% realiseren. Daarnaast is voorzieningszekerheid terug van weggeweest in het energiedossier. De uitputting van (met name) goedkope olie en gas, en de geografische concentratie van de resterende voorraden aan goedkope olie, leiden tot toenemende geopolitieke spanningen. Dit heeft majeure consequenties voor het energiebeleid, waarbij aspecten als diversificatie en vermindering van de importafhankelijkheid meer opgeld doen dan bijvoorbeeld vijf jaar geleden. De drijvende factoren klimaat en voorzieningszekerheid maken een fundamentele transitie van onze energiehuishouding noodzakelijk. Naast verregaande besparingen zijn andere, hernieuwbare technologieën nodig, die zodanig verschillen van conventionele bronnen dat ze ook consequenties hebben voor onze energie-infrastructuur, onze mobiliteit en de manier waarop we bouwen. De transitie naar duurzame energie biedt echter ook (economische) kansen. Duurzame opwekking en energiebesparing vergen nieuwe technologie die in Noord-Brabant ontwikkeld en vervaardigd kan worden. Daarnaast bieden de in Noord-Brabant aanwezige industrie en geografie kansen voor duurzaam energiegebruik en -opwekking. Door slimme keuzes te maken in beleid kan optimaal aangesloten worden bij de kracht van Brabant.

2.1 Projecties voor een duurzame energiehuishouding

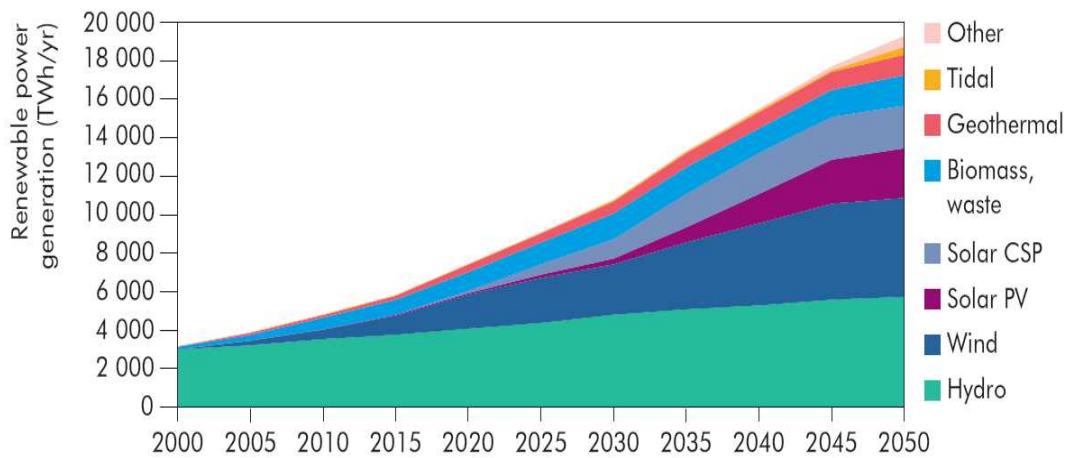
Hoewel de onzekerheden groot zijn over hoe onze energiehuishouding er in pakweg 2050 uit zal zien, zijn er wel enkele grote lijnen te ontdekken. Ter illustratie is een ontwikkelingsperspectief opgenomen van IEA, dat een 'Blue Map' scenario heeft ontwikkeld waarin de wereld ambitieuze doelen realiseert rond CO₂-emissiereductie en vermindering van de afhankelijkheid van fossiele energie (zie Figuur 2.1). Dit leidt naar verwachting tot een complex van innovaties, waarbij energiebesparing en hernieuwbare energie belangrijke routes zijn. Ter illustratie zijn de speerpunten van Noord-Brabant ook opgenomen in deze figuur.



Figuur 2.1 Nieuwe technologieën in de mondiale energiehuishouding in het IEA Blue Map scenario

Source: IEA, 2008.

Niet alle opties zullen tegelijkertijd worden geïntroduceerd. Van alle duurzame energie-opties wordt waterkracht bijvoorbeeld al veel ingezet, is windenergie momenteel sterk in ontwikkeling en zal zon-PV naar verwachting pas na 2020 een hoge vlucht nemen (zie Figuur 2.2).

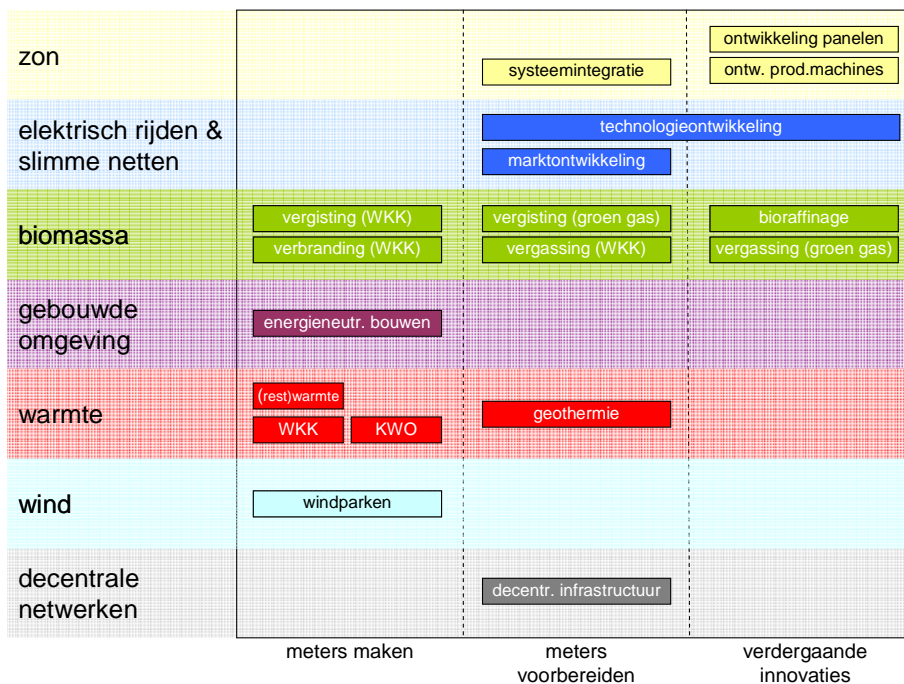


Figuur 2.2 *Ontwikkelingstraject voor diverse duurzame energie-opties in het IEA Blue Map scenario*

Source: IEA, 2008.

2.2 Technologieën, ontwikkelingsstadia en technische potentiëlen

Een samenhangend beleid voor de energietransitie richt zich niet alleen op de korte of lange termijn maar probeert een balans te vinden tussen (1) het stimuleren van introductie van marktrijpe technologieën, (2) het voorbereiden van opties die bijna marktrijp zijn en (3) het middels R&D stimuleren van innovaties op gebieden waar op langere termijn veel van te verwachten valt. De zeven speerpunten die Noord-Brabant heeft aangewezen vallen dan ook in verschillende categorieën (zie Figuur 2.3). Met name zon-PV, elektrisch rijden en sommige biomassaopties zijn van belang voor de langere termijn, terwijl wind, warmte, de gebouwde omgeving en enkele andere biomassaopties nu al marktrijp zijn.



Figuur 2.3 *De Brabantse speerpunten gerangschikt in de categorieën meters maken, meters voorbereiden en verdergaande innovaties*

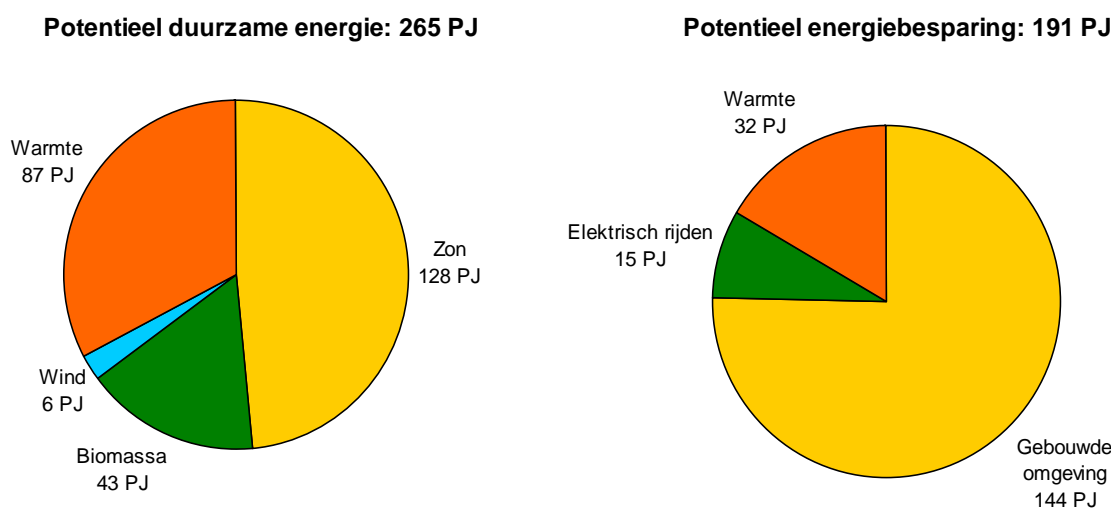
Ook wanneer we kijken naar de technische potentiëlen voor de langere termijn blijkt dat een portfoliobenadering belangrijk is. Van de duurzame-energieopties heeft zon-PV veruit het grootste potentieel, terwijl wind en biomassa nu kunnen groeien maar op zeker moment tegen hun grenzen zullen aanlopen. Van de besparingsopties heeft de gebouwde omgeving het grootste potentieel.

Het lange-termijn (besparings)potentieel van elektrisch rijden is op het eerste gezicht beperkt. Hierbij moet echter worden aangetekend dat elektrisch rijden diverse andere sterke kanten heeft naast energiebesparing:

- Het vermindert de afhankelijkheid in de transportsector van olie, de fossiele brandstof met de laagste bewezen reserves.
- Het maakt het mogelijk om op hernieuwbare elektriciteit te gaan rijden, en alternatief dat mogelijk makkelijker in grote hoeveelheden te realiseren is dan de hernieuwbare variant van olie, te weten biobrandstof.
- Het leidt ook tot een vermindering van luchtvervuilende emissies (zoals NO_x en fijnstof), wat vooral relevant is voor de lokale luchtkwaliteit in steden.

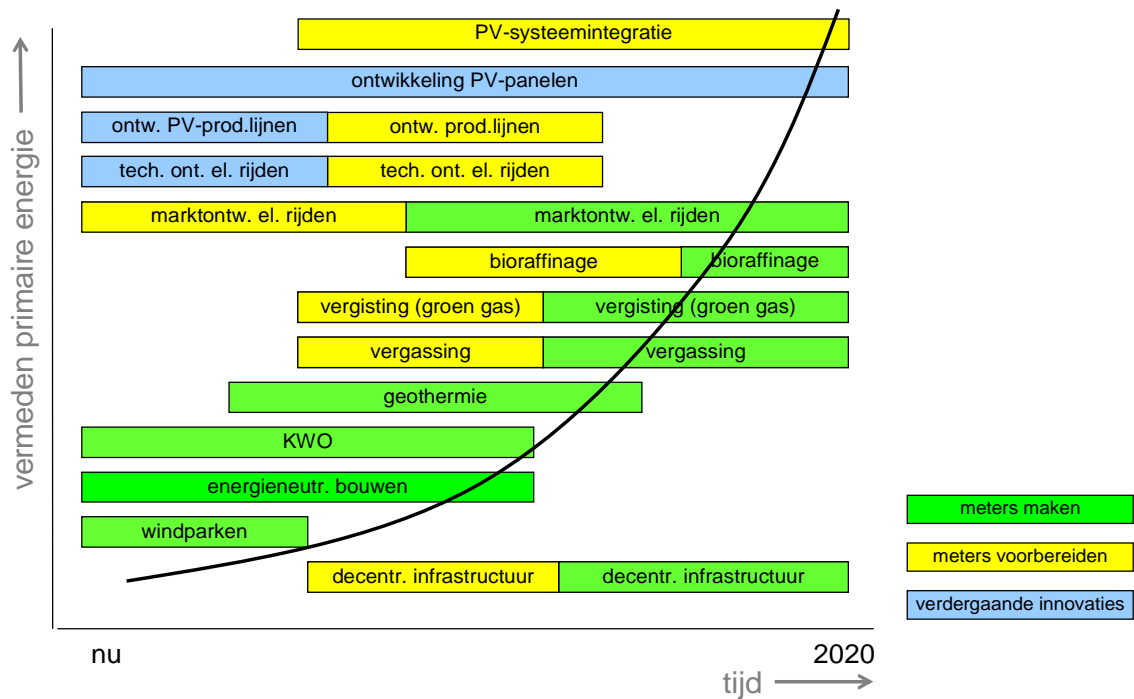
Een portfoliobenadering is daarnaast noodzakelijk om zo volledig mogelijk aan te sluiten bij de kracht van Noord-Brabant. Voor de marktrijpe opties is de kracht van Brabant vooral gelegen in het energetisch potentieel dat de provincie biedt: de beschikbaarheid van biomassa, de opties voor ruimtelijke inpassing van wind, geologische samenstelling van de bodem, etc. Dit komt tot uitdrukking in de Hoofdstukken 3, 4 en 5, waarin de bijdrage van de speerpunten aan de landelijke energie- en klimaatdoelstellingen wordt gekwantificeerd.

De innovatieve opties sluiten aan bij de kracht van Brabant op het gebied van technologieontwikkeling: het cluster bedrijven en kennisinstellingen op het gebied van zonne-energie en automotive, onderzoek op het gebied van smart grids. Hoewel de bijdrage van de speerpunten zon-PV, elektrisch rijden en slimme netwerken aan de energie- en klimaatdoelstellingen tot 2020 beperkt is, bieden deze speerpunten in dit tijdvenster wél economische kansen. Hoofdstuk 6 licht deze kansen verder toe.



Figuur 2.4 Technische potentiëlen van de diverse Brabantse speerpunten

Figuur 2.5 illustreert hoe aan de portfoliobenadering invulling gegeven kan worden. In deze invulling wordt ingezet op een aantal opties die vooral ondersteuning van de uitrol behoeven, zoals windparken en energieneutraal bouwen. Tegelijkertijd wordt nu al ingezet op meer innovatieve opties, zoals de ontwikkeling van zonnepanelen, productielijnen van zonnepanelen en de technische ontwikkeling en marktontwikkeling van elektrisch rijden.



Figuur 2.5 *Illustratieve uitwerking van een portfoliobenadering voor de inzet op verschillende speerpunten*

3. Vertaling nationale energiedoelstellingen naar Noord-Brabant

3.1 Nationale doelstellingen

De Nederlandse overheid heeft voor 2020 de volgende doelstellingen op het gebied van energie en klimaat geformuleerd:

- Een aandeel duurzame energie in de energieproductie van 20% (op basis van vermeden primaire energie).
- Een energiebesparingstempo van 2% per jaar.
- Een broeikasgasemissiereductie van 30% in 2020 ten opzichte van 1990.

In deze rapportage is de nationale doelstelling van 30% broeikasgasemissiereductie niet verder uitgewerkt omdat deze wordt bepaald door de andere twee doelstellingen, in combinatie met de economische groei waar de provincie weinig sturingsmogelijkheden op heeft.

In Hoofdstuk 5 wordt per speerpunt het relevante nationale beleid vermeld.

3.2 Vertaling naar Brabant: Doelstelling opwekking duurzame energie

De 20% doelstelling is op twee manieren vertaald naar de provinciale context: (1) Op basis van het klimaat- en energieakkoord en (2) op basis van evenredigheid op basis van inwoneraantal (verdeling per capita).

Tussen Rijk en het Interprovinciaal Overleg (IPO) is in 2009 een klimaat- en energieakkoord gesloten (Anoniem 2009). In dit akkoord is een indicatieve vertaling gemaakt van de nationale doelstelling voor duurzame energie, gebaseerd op 'fysieke en geografische omstandigheden en de economische bedrijvigheid (aanwezigheid marktpartijen) binnen elke provincie'. De vertaling houdt rekening met bestaande ambities, maar het Brabantse beleid om dit te realiseren is nog niet geëffectueerd. In Tabel 3.1 is de opdeling uit het akkoord toegerekend naar de verschillende speerpunten. Wanneer iedere provincie in 2020 de hoeveelheden duurzame energie produceert die in het akkoord worden toegewezen, wordt de nationale 20%-doelstelling behaald. Omdat dit beleid nog niet in gang is gezet en meer vraagt dan de huidige inspanningen, noemen wij deze variant de Plus-variant.

Gerekend naar inwonersaantallen (en ook gerekend naar energieverbruik) is de doelstelling voor Brabant in het akkoord relatief laag. In de tabel is ook een kolom opgenomen waarin de landelijke doelstelling op basis van het relatieve inwonersaantal is omgerekend naar Brabant. Bij deze afleiding zijn wind op zee en biobrandstoffen voor transport eerst van de landelijke doelstelling afgetrokken, omdat de provincie weinig tot geen directe invloed op deze opties heeft. Een dergelijke 'gelijke monniken - gelijke kappen' vertaling resulteert in een meer dan twee keer zo hoge doelstelling voor duurzame energie in Noord-Brabant. Omdat hierbij sprake is van extra inspanningen op de Plus-variant, is dit de Plusplus-variant.

Het is een politieke afweging welk scenario wordt gevolgd, waarbij de cruciale vraag is hoeveel de provincie wil investeren in nu 'meters maken' en hoeveel ze wil investeren in innovatie van energietechnologie.

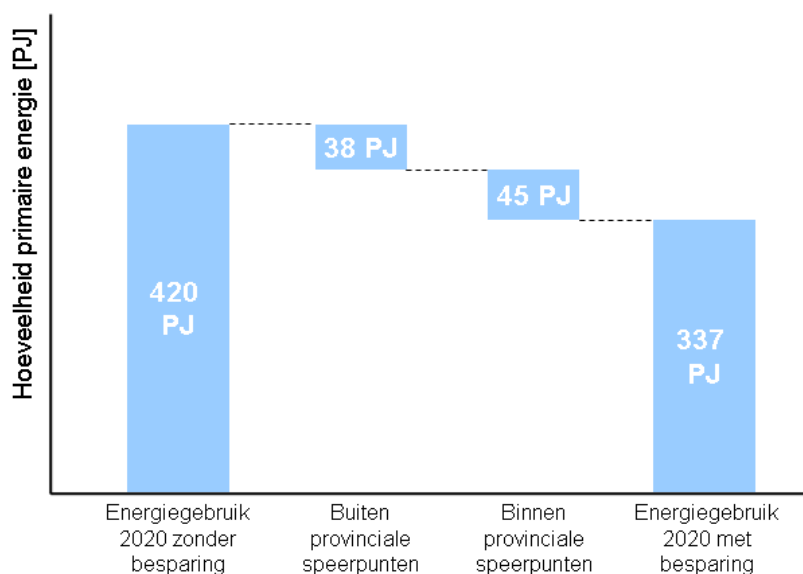
In het kader van de Europese richtlijn Hernieuwbare Energie maakt het rijk overigens nieuwe schattingen van opties en beleidsmaatregelen om de Europese bindende doelstelling voor duurzame energie in 2020 te halen. Bij het schrijven van dit rapport waren daar echter nog geen gegevens van beschikbaar voor publicatie.

Tabel 3.1 *Vertaling nationale doelstelling duurzame energie naar Noord-Brabant*

	Doelstelling akkoord Rijk-provincies [PJ vermeden primair] ¹		Doelstelling o.b.v. inwonersaantal [PJ vermeden primair] ¹	
Wind	3		7	
<i>Wind op land</i>	3		7	
Biomassa	21		47	
<i>Groengas aardgasnet</i>	5		11	
<i>AVI's</i>	4		9	
<i>Elektriciteit uit biomassa</i>	12		27	
Warmte	7		16	
<i>Duurzame warmte en KWO</i>	7		16	
Zon	0		0	
<i>Totaal</i>	31		69	

3.3 Vertaling naar Brabant: Besparingsdoelstelling

Voor de berekening van de besparingsdoelstelling is gebruik gemaakt van analyses van het energiebesparingspotentieel uitgevoerd met het zogenaamde optiedocument (Daniëls et al., 2007). Bij deze analyses is gebruik gemaakt van de variant van het WLO scenario Global Economy (GE) met hoge olieprijsen. De aannames in het achtergrondscenario bepalen de energievraag in 2020 en daarmee de hoogte van de besparingsdoelstelling in absolute zin. In de besparingsdoelstelling zijn zoveel mogelijk alleen die opties meegenomen die binnen de provinciale speerpunten vallen. Dit is geïllustreerd aan de hand van onderstaande figuur. Wanneer de nationale besparingsdoelstelling voor 2020 van 2% per jaar vertaald wordt naar Brabant moet tot 2020 in totaal 83 PJ aan primaire energie bespaard worden. 38 PJ bestaat echter uit opties die buiten provinciale speerpunten vallen. Het gaat hierbij om activiteiten in andere sectoren en om activiteiten binnen het speerpunt die niet het domein van de provincie zijn (bijvoorbeeld de EU-richtlijn Ecodesign, de CO₂-norm voor voertuigen en stimulering van Het Nieuwe Rijden, en energiebesparing in de industrie uitgezonderd restwarmte). Zodoende blijft nog 45 PJ over waarop weliswaar ook nationaal beleid van toepassing is, maar waarvoor ook inzet van de provincie binnen de gedefinieerde speerpunten nodig is.



Figuur 3.1 *Vertaling nationale besparingsdoelstelling naar de speerpunten van Noord-Brabant.*

¹ 'Vermeden primair' betekent dat de duurzame energieopwekking is teruggerekend naar de hoeveelheid fossiele energie die ermee bespaard is. Dit maakt het mogelijk om verschillende technologieën beter te vergelijken.

In onderstaande tabel is aangegeven welke pakketten van CO₂-reducerende maatregelen uit het optiedocument wel en niet onder de provinciale speerpunten vallen. Een aantal opmerkingen bij de tabel:

- De besparingen in de sectoren landbouw en industrie zijn meegerekend onder het speerpunt warmte.
- Bij de omrekening van de opgave voor energiebesparing van de nationale situatie naar Brabant zijn de volgende percentages gehanteerd voor het Noord-Brabantse aandeel in de Nederlandse opgave:
 - 14% voor de gebouwde omgeving, op basis van gebouwenvoorraad;
 - 13% voor landbouw, op basis van landbouwareaal;
 - 11% voor industrie, op basis van Van Kasteren et al. (2008);
 - 17% voor verkeer, op basis van gereden voertuigkilometers.
- De bijdrage van apparaten die niet onder provinciale speerpunten vallen betreft energiezuinige apparaten die nog ontwikkeld moeten worden.
- Elektrisch rijden is niet als optie meegenomen in het optiedocument. De besparingsdoelstelling voor verkeer kan gerealiseerd worden met opties die buiten de provinciale speerpunten vallen. De besparing die door elektrisch rijden gerealiseerd wordt komt in principe bovenop andere maatregelen die gezamenlijk de besparingsdoelstelling zouden moeten kunnen realiseren.

In Hoofdstuk 5 wordt in detail ingegaan op de opties die de provincie kan inzetten om de besparingsdoelstelling te behalen.

Tabel 3.2 *Specificatie van de besparingsdoelstelling binnen de provinciale speerpunten*

	Buiten provinciale speerpunten [PJ vermeden primair]	Binnen provinciale speerpunten [PJ vermeden primair]
<i>Gebouwde omgeving</i>		
Apparaten	9	9
Overige opties		17
<i>Landbouw</i>		
Alle opties		5
<i>Industrie</i>		
Pakket energie-industrie	4	
Overige opties		14
<i>Verkeer</i>		
Alle opties	25	
<i>Totaal (afgerond)</i>	38	45

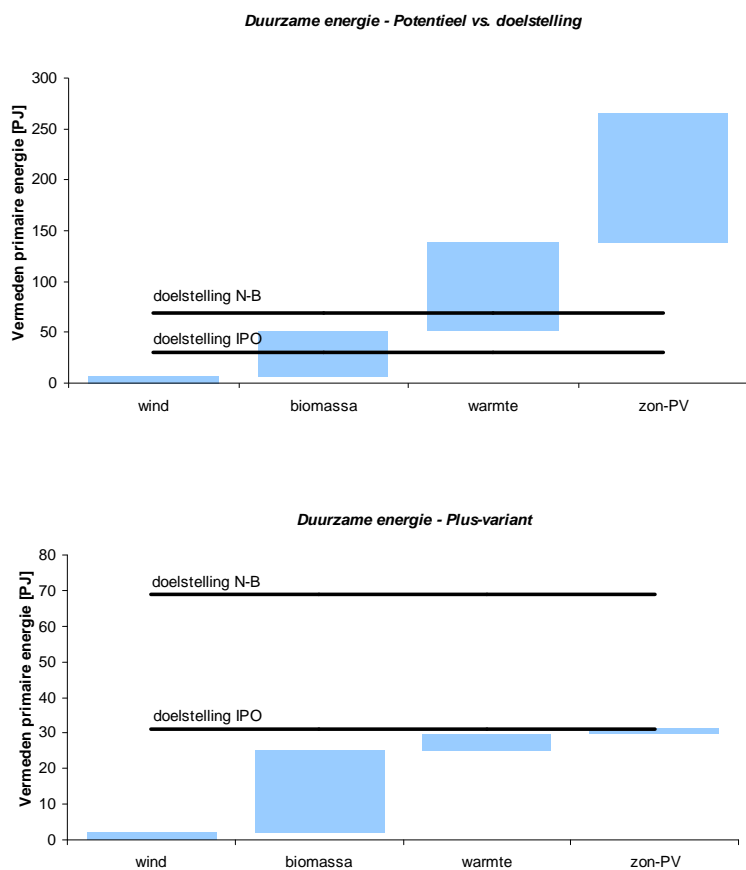
4. Bijdrage speerpunten aan doelstellingen

In dit hoofdstuk wordt een inschatting gemaakt in hoeverre de doelstellingen zoals afgeleid in het vorige hoofdstuk behaald kunnen worden door de bijdrage die de diverse speerpunten kunnen leveren. Met uitzondering van zon-PV en wind is voor ieder speerpunt is een Plus- en een Plusplus-variant gekwantificeerd. In de Plus-variant schept de provincie de randvoorwaarden die noodzakelijk zijn voor het realiseren van Europees en nationaal beleid. Door een actievere opstelling van de provincie worden in de Plusplus-variant een hoger aandeel duurzame energie en meer besparing gerealiseerd. In Hoofdstuk 5 wordt per speerpunt nader toegelicht hoe de plus- en plusplus-varianten ingevuld worden.

De bijdrage van de innovatieve speerpunten zon-PV en elektrisch rijden is tot 2020 zeer beperkt. Vanwege de beperkte 'meters' die tot 2020 in deze speerpunten gerealiseerd zullen worden, zal provinciaal beleid vooral gericht zijn op innoveren. Deze opties kennen daarom geen onderscheid in twee varianten. De economische kansen die met provinciaal (innovatie)beleid benut kunnen worden zijn nader toegelicht in Sectie 7.2.

4.1 Bijdrage speerpunten aan doelstelling duurzame energie

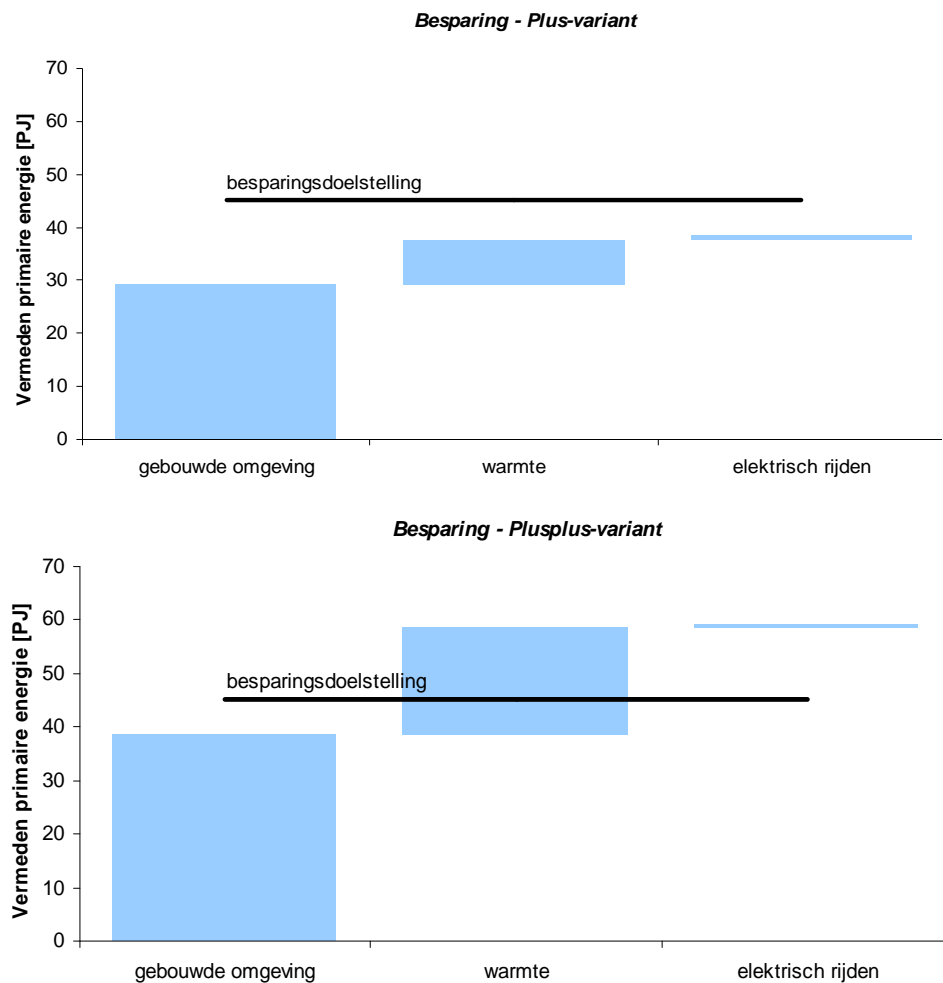
In de Plus-variant wordt de doelstelling voor duurzame energie uit het akkoord tussen Rijk en provincies net behaald, maar de hogere doelstelling op basis van het aantal inwoners in Brabant niet. Deze hogere doelstelling wordt ook in de Plusplus-variant niet gehaald, ondanks het feit dat de bijdrage van ieder speerpunt met 50 tot 100% hoger is. In beide varianten komt de grootste bijdrage van biomassa.



Figuur 4.1 Bijdrage speerpunten aan doelstelling duurzame energie in 2020, beide varianten

4.2 Bijdrage speerpunten aan besparingsdoelstelling

De besparingsdoelstelling wordt in de Plus-variant niet behaald, maar in de Plusplus-variant wel (zie figuren hieronder). Veruit de grootste bijdrage komt uit de gebouwde omgeving. De inspanning die geleverd moet worden om deze besparingen te halen zijn echter zeer fors, overeenkomend met de energievraag van honderdduizenden woningen en miljoenen vierkante meters utiliteitsbouw (zie Sectie 5.5). De bijdrage van elektrisch rijden tot 2020 is in beide varianten marginaal omdat het echte meters maken pas na de planperiode zal plaatsvinden. Anderzijds vallen de maatregelen die in het optiedocument voorzien zijn om energiebesparing in de sector Verkeer te behalen buiten de provinciale speerpunten, zodat de bijdrage van elektrisch vervoer gezien kan worden als 'extra'.



Figuur 4.2 *Bijdrage speerpunten aan doelstelling energiebesparing in 2020, beide varianten*

5. Bijdrage individuele speerpunten

5.1 Speerpunt Biomassa

5.1.1 Technologieën, huidige inzet, technisch potentieel

Binnen het speerpunt Biomassa vallen diverse technologieën. Tot 2020 valt de meeste ontwikkeling te verwachten van vergisting, waarbij het biogas kan worden gebruikt voor WKK of voor de productie van groen gas en (kleinschalige) verbranding. Daarnaast wordt er in de provincie al een substantiële hoeveelheid energie uit biomassa geproduceerd via de AVI's Moerdijk en Roosendaal en door meestook van biomassa in de Amercentrale.

Tabel 5.1 *Indicatie huidige capaciteit bio-energie in Noord-Brabant*

Optie	Aantal installaties	Vermogen [MW _e]	PJ vermeden primair
Agrarische vergisters	8	11	0,8
Overige vergisters	3	3,8	0,5
Kleinschalige verbranding	3	10,5	1,0
AVI's	2		2,8
Meestook	1		8
Totaal			13

Het technisch potentieel in 2020 wordt voor de meeste opties vooral bepaald door de hoeveelheid beschikbare biomassa. Er lijkt voldoende technisch potentieel te zijn om de capaciteit voor vergisting en kleinschalige verbranding met een factor 10 te vergroten. Voor AVI's is de beschikbaarheid van (brandbaar) afval de bepalende factor, deze groeit naar verwachting niet sterk door in de komende jaren. Het potentieel voor meestook wordt vooral bepaald door de (technische) mogelijkheden om in de Amercentrale hogere percentages biomassa mee te stoken.

5.1.2 Uitwerking varianten

Bij de uitwerking van de varianten is gerekend in termen van aantallen referentie-installaties die tot 2020 in Brabant gerealiseerd worden. De belangrijkste kenmerken zijn:

- In de Plus-variant is er sprake van beperkte coördinatie door de provincie. Hierdoor worden vooral relatief kleinschalige installaties gerealiseerd. Het aantal (bijvoorbeeld 25 vergisters van 1 MW_e en 5 van 3 MW_e) is overigens nog steeds substantieel in vergelijking met de huidige capaciteit.
- In de Plusplus-variant heeft de provincie een sterk coördinerende en stimulerende rol, waardoor er meer grootschalige initiatieven worden gerealiseerd. Hier is bijvoorbeeld aangenomen dat er naast 25 vergisters van 1 MW_e 15 van 3 MW_e worden gerealiseerd en 10 van 5 MW_e.

Tabel 5.2 *Uitwerking varianten voor speerpunt biomassa*

Optie	Plus-variant			Plusplus-variant		
	Aantal (vermogen MW _e)	Vermogen [MW _e]	PJ verm. prim.	Aantal (vermogen MW _e)	Vermogen [MW _e]	PJ verm. prim.
Agrarische en overige vergisters	25 (1) 5 (3)	40	3	25 (1) 15 (3) 10(5)	120	9
Kleinschalige verbranding	10 (3) 2 (10)	50	5	10 (5) 5(10) 1(30)	130	12
AVI's en meestook			16			16 ¹
Totaal			23			36

¹ Wellicht is in de Amercentrale nog meer meestook mogelijk dan de ca 50% verhoging die hier is meegerekend. Aangezien dit echter niet sterk wordt bepaald door provinciaal beleid is dit hier constant gehouden.

5.1.3 Beleidsopties en knelpunten

Relevant nationaal beleid

Het belangrijkste huidige nationale beleidsinstrument is momenteel de SDE, die een subsidietaarif bevat voor vergisting en kleinschalige verbranding. In deze berekening is ervan uitgegaan dat het Rijk voldoende middelen beschikbaar stelt om het aantal nieuwe installaties zoals in de varianten genoemd te voorzien van SDE-subsidie.

Knelpunten

De belangrijkste knelpunten voor de ontwikkeling van het speerpunt biomassa zijn:

- Biomassalogistiek: veel biomassa is gefragmenteerd over het land beschikbaar; een betrouwbare aanvoer naar installaties is een kritisch punt.
- Schaalgrootte: Mede door het eerste punt blijven installaties relatief klein, waardoor de kosten navenant hoog zijn.
- De afzet van digestaat uit vergisting: dit brengt hoge kosten met zich mee.
- Vergunningverlening en wettelijke kaders: gemeenten zijn vrij terughoudend bij vergunningverlening, vooral wanneer innovatieve technieken worden toegepast. Bovendien beperkt het rijk de inzet van cosubstraat in vergisting door alleen stoffen toe te staan die op de 'gele lijst' voorkomen.
- Subsidie Rijksoverheid: De SDE voor vergisting en kleinschalige verbranding was de afgelopen jaren overtekend; dit kan een knelpunt zijn om alle voorgenomen installaties te verwezenlijken.

Aangrijpingspunten voor provinciaal beleid:

Mogelijke aangrijpingspunten zijn:

- Innovaties stimuleren: Het schaalprobleem kan (deels) worden opgelost door nieuwe concepten, zoals een ringleiding voor ruw biogas. Ook innovaties in de opwerking van digestaat tot kunstmestvervanger kunnen de kansen voor vergisting sterk verbeteren. De provincie kan dit stimuleren door innovaties mee te financieren of anderszins te faciliteren.
- Ruimte creëren in vergunningverlening, bijvoorbeeld door afspraken te maken over experimenteerruimte met gemeenten.
- Bij het Rijk lobbyen voor voldoende middelen in de SDE en voor een ruime gele lijst.

De plus-variant veronderstelt op dit terrein al aanzienlijke inspanningen. In de plusplus-variant wordt er op al deze terreinen nog sterker ingezet; bovendien is er in deze variant meer sprake van provinciale coördinatie tussen initiatiefnemers, waardoor er grootschaliger projecten kunnen worden gerealiseerd.

5.2 Speerpunt Wind

5.2.1 Huidige inzet, technisch potentieel, varianten

Noord-Brabant is bepaald niet de provincie met de meeste kansen voor wind. In grote delen van de provincie is landschappelijke inpassing een knelpunt en zijn de windsnelheden beperkt. Toch is verdere uitbreiding niet onmogelijk, met name in de opener delen van de provincie.

De huidige capaciteit bedraagt circa 75 MW_e. Een puur ‘technisch’ potentieel is lastig te bepalen omdat het sterk bepaald wordt door de ruimtelijke afweging die gemaakt wordt (het fysieke windaanbod is vele malen hoger). Hier is uitgegaan van het technisch potentieel uit de Telosstudie (Van Kasteren et al, 2008).

De Plus-variant gaat uit van de realisatie van de BLOW-doelstelling en geen additionele projecten, waardoor het windvermogen toeneemt tot 115 MW_e (Anoniem, 2001). In de Plusplus-variant wordt additioneel ruimte gemaakt voor twee grotere parken in West-Brabant van 100 MW_e elk, waardoor het opgesteld vermogen toeneemt tot 320 MW_e.

Tabel 5.3 *Huidige capaciteit, potentieel en varianten voor speerpunt wind*

	Vermogen [MW _e]	PJ vermeden primair ¹
Huidige capaciteit	75	1,2
Technisch potentieel	430	7,6
Plus-variant	115	1,9
Plusplus-variant	320	5,4

¹: Voor huidige capaciteit gerekend met 1900 vollasturen (CBS, 2009). Voor technisch potentieel gerekend met gemiddeld 2100, plus- en plusplus-varianten gemiddeld 2000 vollasturen.

5.2.2 Beleidsopties en knelpunten

Relevant nationaal beleid

Het belangrijkste nationale beleidsinstrument is de SDE, met een subsidietarief voor Wind op land. Het afgelopen jaar was het budget voor deze categorie niet uitgeput. Dit betekent dat het aantal ingediende projecten lager is dan het aantal projecten dat het Rijk ambieert.

Knelpunten

De belangrijkste knelpunten voor wind liggen in ruimtelijke inpassing, in combinatie met lokaal draagvlak voor windprojecten.

Aangrijpingspunten voor provinciaal beleid

Voorop het terrein van ruimtelijke ordening kan de provincie een bijdrage leveren, met name gezien haar formele ruimtelijke ordeningstaak. Het gaat dan bijvoorbeeld om het reserveren van ruimte voor wind in structuurvisies. In de plusplus-variant is rekening gehouden met het creëren van extra inpassingsruimte voor twee grote windparken in West-Brabant. Ook rond voorlichting en draagvlak kan de provincie initiatieven nemen, bijvoorbeeld door in beoogde regio's met een dialoogproces te zoeken naar draagvlak. Vaak is het creëren en communiceren van lokale voordelen van dergelijke projecten een beslissende factor.

5.3 Speerpunt Zon

5.3.1 Technologieën, huidige inzet, technisch potentieel

Invallende zonne-energie kan worden omgezet in warmte of elektriciteit. In dit speerpunt is alleen gekeken naar de directe, fotovoltaïsche (PV) omzetting van zonlicht naar elektriciteit.

Technologieën

De momenteel meest toegepaste methode voor deze omzetting is met zonnepanelen van kristal-lijn silicium. Deze technologie levert momenteel het hoogste rendement op van alle ‘vlakke-plaat’ PV-technologieën. Daarnaast zijn dunne-film zonneceltechnologieën sterk in opkomst. Hoewel het rendement van dunne-film zonnecellen lager is, kunnen deze cellen op goedkopere wijze geproduceerd worden. Organische zonnecellen bevinden zich nog in een vrij vroeg stadium van technologische ontwikkeling, maar bieden mogelijkheden voor verdere kostenreducties door het gebruik van goedkope materialen.

Technisch potentieel, huidige inzet

Het potentieel van zon-PV is zeer groot: het wordt voor Noord-Brabant op 128 PJ vermeden primaire energie geschat (op basis van Van Kasteren et al., 2008). De toepassing van zon-PV is op dit moment echter nog erg duur. Het momenteel in Brabant geïnstalleerd vermogen wordt geschat op 7 MW_p, overeenkomend met 0,1 PJ vermeden primaire energie (minder dan 1% van het potentieel). De mogelijkheden voor kostenbesparing door technologische verbetering zijn echter groot, waardoor op een termijn van 5 tot 10 jaar grootschalige toepassing van zon-PV verwacht wordt. In eerste instantie zal dat gebeuren in zonnrijke landen, bijvoorbeeld rond de Middellandse Zee, waarna geleidelijk uitrol zal plaatsvinden naar noordelijker regio's. Noord-Brabantse bedrijven en instellingen dragen sterk bij aan de ontwikkeling van zonnecellen en productietechnologie.

5.3.2 Uitwerking varianten

De belangrijkste bottleneck voor de uitrol van PV-systemen is de hoge prijs. Deze prijs wordt bepaald door factoren die buiten het bereik van de provincie liggen. De toepassing van PV wordt momenteel bepaald door de SDE-subsidie die door het Rijk verstrekt wordt. De bijdrage van PV is daarom gebaseerd op geschatte prijsontwikkeling van PV-systemen en de verwachte SDE-subsidie tot 2020. Door de huidige, hoge prijs in combinatie met verwachte prijsdalingen is het (financieel) niet aantrekkelijk tot 2020 grootschalig op ‘meters maken’ in te zetten voor zon-PV. Wel zullen met de beschikbare SDE door prijsdalingen steeds grotere hoeveelheden PV geïnstalleerd kunnen worden. Ook biedt de ontwikkeling van zon-PV nu al economische kansen, bijvoorbeeld rond systeemintegratie.

Tabel 5.4 *Indicatie bijdrage voor speerpunt zon*

Geïnstalleerd vermogen	[MW _p]	100
Aantal systemen*		50.000
Vermeden primaire energie	[PJ]	1,6

* Aangenomen is een gemiddeld vermogen van 2 kW_p per systeem.

5.3.3 Beleidsopties en knelpunten

Relevant nationaal beleid

Het belangrijkste nationale instrument om het beleid te realiseren is de SDE Zon-PV. Deze subsidieregeling is de afgelopen jaren overschreven. Er is dus meer vraag naar zonnepanelen dan beschikbare subsidie.

Knelpunten

Het belangrijkste knelpunt voor de toepassing van zon-PV is de hoge prijs. Daarnaast kunnen er lokaal problemen zijn met de ruimtelijke inpassing van zonnepanelen.

Aangrijpingspunten voor provinciaal beleid

In Brabant liggen er goede kansen op het gebied van ontwikkeling van zonnepanelen en productiemachines voor zonnepanelen. De provincie kan een belangrijke rol spelen in het sterker maken van dit cluster. Ook wanneer zon-PV in Nederland nog niet rendabel is kunnen Brabantse bedrijven daarom kansen benutten in zonniger landen. Daarnaast kan de provincie anticiperen op de verwachte grootschalige uitrol van zon-PV vanaf het moment dat zonnestroom kan concurreren met conventionele manieren van opwekking. Sectie 7.2 gaat verder in op de economische kansen die zon-PV biedt.

5.4 Speerpunt Warmte

5.4.1 Technologieën, huidige inzet, technisch potentieel

Binnen het speerpunt warmte vallen diverse technologieën. Warmte-kracht koppeling (WKK) en het gebruik van restwarmte leiden tot energiebesparing. Geothermie en de combinatie van warmtepompen met Koude-Warmteopslag (WP-KWO) leveren duurzame energie op. Van al deze opties valt tot 2020 al een effect te verwachten omdat ze geheel of vrijwel geheel marktrijp zijn. De huidige energiebesparing die met WKK en restwarmtegebruik wordt gerealiseerd is niet bekend. Aangezien de besparingsdoelstelling is geformuleerd in *extra* energiebesparing is dit ook niet zo relevant. De huidige inzet van geothermie en WP-KWO is bescheiden te noemen.

De technische potentiëlen van alle opties zijn aanzienlijk. Voor WKK is dit geschat uit een overzicht van alle (industriële) locaties waar WKK toepasbaar zou zijn, voor restwarmte uit een overzicht van alle vrijkomende (industriële) restwarmte (Wit en Roelofs, 2008). Voor de duurzame energie-opties is een schatting gemaakt wanneer de optie volledig zouden worden geïntroduceerd in de relevante sectoren (huishoudens, utiliteit en glastuinbouw voor geothermie, utiliteit en glastuinbouw voor WP-KWO)^{2,3}.

Tabel 5.5 *Indicatie huidige capaciteit en technisch potentieel voor speerpunt warmte*

Optie	Huidige capaciteit [PJ]	Technisch potentieel [PJ]
Energiebesparing:		
- WKK	onbekend	20
- Restwarmte	onbekend	12
Totaal besparing		32
Duurzame energie:		
- Geothermie	0,0	87*
- WP-KWO	0,5	35*
Totaal duurzaam:		87
Totaal speerpunt		120

*: Deze potentiëlen zijn niet optelbaar, aangezien beide potentiëlen uitgaan van volledige introductie van de optie in de relevante sectoren (huishoudens, utiliteit en glastuinbouw voor geothermie, utiliteit en glastuinbouw voor WP-KWO). Per huishouden kan uiteraard maar één keer de energievraag volledig worden bespaard.

² Aangenomen is dat uit geothermie en WP-KWO voldoende energie gehaald kan worden om deze sectoren volledig van energie te voorzien.

³ Het op deze manier berekende potentieel is afhankelijk van energiebesparing in deze sectoren: als de energievraag daalt, zal ook de energievraag uit geothermie en WP-KWO dalen.

5.4.2 Uitwerking varianten

De uitwerking van twee varianten voor dit speerpunt is gedaan op basis van de volgende overwegingen.

- In de Plus-variant is het nationale beleid leidend en biedt de provincie ondersteuning. Deze variant vergt reeds substantiële inspanningen:
 - Van alle nieuwbouw wordt 8% voorzien van een duurzame technologie (restwarmte of geothermie), of 1% van de totale woningvoorraad in 2020;
 - Van alle nieuwe utiliteitsbouw wordt 35% voorzien van een duurzame technologie (restwarmte, geothermie of WP-KWO), of 20% van de totale voorraad in 2020;
 - Van alle nieuwe glastuinbouw wordt 82% voorzien van een duurzame technologie (restwarmte, geothermie of WP-KWO), of 30% van de bestaande bouw;
 - Daarnaast zijn er 16 nieuwe WKK-installaties verondersteld en 5% van het technisch potentieel aan restwarmtebenutting.
- In de Plusplus-variant is een actievere rol van de provincie verondersteld, waardoor in de diverse sectoren meer gerealiseerd wordt:
 - Van alle nieuwbouw wordt 20% voorzien van een duurzame technologie (restwarmte of geothermie), of 3% van de totale woningvoorraad in 2020;
 - Van alle nieuwe utiliteitsbouw wordt 70% voorzien van een duurzame technologie (restwarmte, geothermie of WP-KWO), of 40% van de totale voorraad in 2020;
 - Van de gehele glastuinbouwvoorraad wordt 75% voorzien van een duurzame technologie (restwarmte, geothermie of WP-KWO), met alleen verduurzaming van de nieuwbouw is dit niet te bereiken;
 - Daarnaast zijn er 32 nieuwe WKK-installaties verondersteld en 20% van het technisch potentieel aan restwarmtebenutting.

Tabel 5.6 *Uitwerking varianten voor speerpunt warmte*

		Plus-variant		Plusplus-variant	
		aantal	[PJ]	aantal	[PJ]
Industrie	WKK	16	5,1	32	10,2
	Restwarmte		0,6	0,0	2,3
Woningen	Restwarmte	4988	0,2	18620	0,8
	Geothermie	8400	0,4	16800	0,7
	Totaal	13388	0,6	35420	1,5
Utiliteit	Restwarmte	454	2,4	908	4,8
	Geothermie	91	0,5	182	1,0
	WP-KWO	53	0,3	92	0,5
	Totaal	961	5	1909	10
Glastuinbouw	Restwarmte	0	0,0	140	1,9
	Geothermie	51	0,7	101	1,3
	WP-KWO	350	2,8	700	5,7
	Totaal	401	4	941	9
Totalen	Besparing		8,3		20,0
	Duurzaam		4,6		9,2
	Totaal		12,9		29,1

Noot: Energiebesparingen in de diverse sectoren zijn niet meegenomen; zie voetnoot 3 op de vorige pagina.

Noot: De bijdrage van WKK in de gebouwde omgeving is niet meegenomen; zie het speerpunt Gebouwde Omgeving.

5.4.3 Beleidsopties en knelpunten

Relevant nationaal beleid

De belangrijkste nationale beleidsinstrumenten binnen dit speerpunt zijn:

- Voor WKK: De SDE-WKK, een regeling die voorziet in subsidies (per geleverde kWh) voor WKK. Het tarief in deze regeling staat overigens al enkele jaren op 0.
- Voor geothermie: De garantieregeling voor het doen van boringen. Er is altijd een kans dat een boring ‘mislukt’ doordat er geen voldoende sterke warmtebron wordt aangeboord; de garantieregeling ondervangt het financieel risico hierbij.
- Voor geothermie en WP-KWO in de gebouwde omgeving: de Energie Prestatie Norm (EPN). Duurzame warmtebronnen in woningen tellen mee in de bijbehorende EPC.

Knelpunten

Voor elke technologie zijn er wel enkele knelpunten te noemen. De belangrijkste zijn:

- Bij restwarmte is afstemming tussen warmteaanbieder en -afnemer altijd een knelpunt, vooral wanneer het beide industriële partijen zijn. Het gaat dan om volumes van vraag en aanbod, maar ook om een wederzijds commitment voor een voldoende lange duur om investeringen in bijvoorbeeld infrastructuur af te kunnen schrijven.
- Bij geothermie en WP-KWO is (onervarenheid met) het vergunningsproces soms een knelpunt voor initiatiefnemers.

Aangrijpingspunten voor provinciaal beleid

Mogelijke aangrijpingspunten zijn:

- Bij restwarmte kan de provincie een coördinerende rol spelen door partijen bij elkaar te brengen en wellicht een deel van het (investerings)risico in een warmtenet over te nemen.
- Bij geothermie en WP-KWO kan de provincie faciliteren door voorlichting aan mogelijke aanvragers en door stroomlijning van het vergunningsproces.
- In het algemeen geldt voor alle opties dat de provincie met informatieverlening de ontwikkeling van het speerpunt kan ondersteunen.

Het belangrijkste verschil tussen de plus-variant en de plusplus-variant is dat de provincie op deze terreinen simpelweg meer doet. Bij de benutting van restwarmte vraagt de plusplus-variant mogelijk een fundamenteel andere aanpak, door extra warmteinfrastructuur te helpen aanleggen, en niet alleen de bestaande ‘backbones’ meer te gebruiken.

5.5 Speerpunt Gebouwde omgeving

5.5.1 Technologieën en technisch potentieel

Technologieën

Energiebesparing in de gebouwde omgeving is te realiseren door inzet van een verzameling aan technologieën (Daniëls et al., 2007):

- Energiegebruik elektrische apparaten
Het elektriciteitsgebruik van apparaten kan worden verminderd door het terugdringen van stand-byverbruik, het bevorderen aankoop van energiezuinige apparaten die reeds op de markt zijn, een ander ontwerp van apparaten waarvan nog geen energiezuinige variant op de markt is en het ontmoedigen van aanschaf en gebruik van onzuinige apparaten. In de utiliteit leveren daarnaast regelsystemen voor verlichting besparing op.
- Nieuwbouw
De warmtevraag van woningen kan worden teruggedrongen door verbeterde isolatie, het voorkomen van koudebruggen, kierdichting en warmterugwinning uit ventilatielucht en tapwater. Passief bouwen is een concept waarbij deze technieken gecombineerd worden. Dit concept, dat in andere landen reeds op grote schaal toegepast is, laat zien dat energieneutraal bouwen mogelijk is.

- Bestaande bouw
Het meeste besparing is te behalen door na-isolatie. Bij het tempo waarin na-isolatie kan plaatsvinden spelen natuurlijke momenten (bijvoorbeeld verbouwingen) nog steeds een bepalende rol. Dit tempo kan verhoogd worden door het aanbrengen van een nieuwe buitenschil. Dit is een goedkope vorm van na-isolatie die ook (lokale) werkgelegenheid creëert. In huishoudens is verder besparing te behalen door het bevorderen van zuinig stookgedrag, en het plaatsen van zonneboilers.
- Efficiënte conversie van aardgas in elektriciteit
Efficiëntere conversie kan gerealiseerd worden door ontwikkeling en toepassing van ultra hoog-rendementketels, micro-WKK in de woningbouw en nieuwe concepten voor WKK in de utiliteitssector (bijvoorbeeld op basis van brandstofcellen).

Deze besparingsopties hangen samen: wanneer een gebouw van goede isolatie voorzien wordt, neemt de warmtevraag sterk af. Dat betekent dat het besparingspotentieel van een HR-ketel met een beter rendement ook lager wordt. Vanuit energetisch oogpunt kan daarom het beste de Trias Energetica gevolgd worden:

1. Eerst terugdringen onnodig energiegebruik (bijvoorbeeld door goede isolatie)
2. Daarna zoveel mogelijk duurzame energie inzetten (bijvoorbeeld zonneboilers)
3. Tenslotte zuinig en efficiënt gebruik maken fossiele bronnen (bijvoorbeeld micro-WKK)

In de praktijk blijkt echter dat sommige maatregelen eenvoudiger door te voeren zijn dan andere. Zo blijken bewoners lastig aan te zetten te zijn tot na-isolatie (stap 1), terwijl de installatie van een relatief dure micro-WKK installatie veel gemakkelijker te realiseren is wanneer de oude CV-ketel aan vervanging toe is (en de meerkosten snel worden terugverdiend).

Technisch potentieel

In theorie is het mogelijk om de gebouwde omgeving energieneutraal te maken. Met passief bouwen is ook aangetoond dat energieneutraal bouwen in de praktijk mogelijk is. Daarom is het technisch potentieel van energiebesparing in de gebouwde omgeving gesteld op 140 PJ verminderen primaire energie, ofwel het huidige verbruik (Van Kasteren et al., 2008). Hierbij moet worden opgemerkt dat energieneutraal renoveren van bestaande bouw niet altijd mogelijk is, bijvoorbeeld doordat betere isolatie niet ingepast kan worden. In het optiedocument is hiermee rekening gehouden en wordt de potentiële energiebesparing tot 2020 geschat op 30% van het energiegebruik van de gebouwde omgeving in 2020 (Daniëls en Farla, 2006).

5.5.2 Uitwerking varianten

De twee varianten zijn gebaseerd op een analyse uitgevoerd met het ECN optiedocument (Daniëls et al., 2007). De resultaten van deze analyse zijn met behulp van de hoeveelheid woningen en utiliteitsbouw in Brabant ten opzichte van heel Nederland vertaald naar de Brabantse situatie. De Plus-variant gaat ervan uit dat na-isolatie alleen plaatsvindt op natuurlijke momenten en dat innovatieve opties geen bijdrage leveren. De Plusplus-variant gaat ervan uit dat na-isolatie ook op andere momenten plaatsvindt en dat het potentieel van innovatieve opties volledig benut wordt. In de Plus-variant wordt circa 29 PJ primaire energie vermeden, de Plusplus-variant levert na afronding een besparing op van ongeveer 39 PJ vermeden primaire energie.

Tabel 5.7 *Uitwerking varianten voor speerpunt gebouwde omgeving: huishoudens*

Huishoudens	Plus-variant		Plusplus-variant	
	Woningen (energie-equiv.) aantal	Vermeden primair [PJ]	Woningen (energie-equiv.) aantal	Vermeden primair [PJ]
<i>Nieuwbouw</i>				
Vraagbeperking (isolatie)		0,6		0,6
Elektrische warmtepompen		0,9		0,9
<i>Totaal nieuwbouw</i>	34000	1,4	34000	1,4
<i>Bestaande bouw</i>				
Vraagbeperking (na-isolatie)		3,5		8,5
Zonneboilers		0,3		0,3
Zuinig stookgedrag		0,5		0,5
<i>Totaal bestaande bouw</i>	104000	4,4	223000	9,4
<i>Apparaten</i>				
Verhoging efficiency		3,9		3,9
Elektriciteitsbesparing door gedrag		6,2		6,2
<i>Totaal apparaten</i>	355000	10,2	355000	10,2
<i>Efficiëntere conversie</i>				
Ultra HR-ketels		-		1,7
Micro-WKK		-		0,8
<i>Totaal efficiëntere conversie</i>		-	59000	2,5
<i>Totaal huishoudens</i>		16		23

Tabel 5.8 *Uitwerking varianten voor speerpunt gebouwde omgeving: utiliteit*

Utiliteit	Plus-variant		Plusplus-variant	
	Oppervlakte (energie-equiv.) [duizend m ²]	Vermeden primair [PJ]	Oppervlakte (energie-equiv.) [duizend m ²]	Vermeden primair [PJ]
<i>Nieuwbouw</i>				
Vraagbeperking (isolatie)		0,5		0,5
Zonneboilers		0,1		0,1
Warmtepompen		0,1		0,1
<i>Totaal nieuwbouw</i>	1300	0,7	1300	0,7
<i>Bestaande bouw</i>				
Vraagbeperking (na-isolatie)		2,0		2,8
Toepassing kleinschalige WKK		2,4		2,4
Besp. gebouwgebonden elek.verbr.		2,3		2,3
<i>Totaal bestaande bouw</i>	10200	6,7	11700	7,5
<i>Apparaten</i>				
Elektriciteitsbesparing apparaten		2,4		2,4
Energiezuinige verlichting		3,6		3,6
<i>Totaal apparaten</i>	6800	6,0	6800	6,0
<i>Efficiëntere conversie</i>				
Nieuwe concepten kleinsch. WKK		-	1900	1,0
<i>Totaal utiliteit</i>		13		15

Noot: In de tabel is de optie Warmtepompen met KWO niet opgenomen; dit valt onder het speerpunt Warmte.

In de tabellen zijn de besparingen van de subtotalen omgerekend in de energie-equivalenten van woningen en vierkante meters utiliteitsbouw. Zo komt de volledige besparing die in de Plus-variant in de bestaande woningbouw (4,4 PJ) gerealiseerd kan worden overeen met het energiegebruik van ruim honderdduizend woningen. Om de besparing te realiseren moet met de genoemde maatregelen derhalve het energiegebruik van honderdduizend woningen tot nul gereduceerd worden, of het verbruik van tweehonderdduizend woningen met de helft teruggebracht, etc. De aantallen woningen en vierkante meters geven een indicatie van de inspanning die geleverd moet worden om de varianten te realiseren. Ook in de Plus-variant is de opgave fors, in de orde grootte van honderdduizenden woningen en miljoenen vierkante meters utiliteitsbouw.

5.5.3 Beleidsopties en knelpunten

Relevant Europees en nationaal beleid

Het volgende Europees en nationaal beleid is gericht op energiebesparing in de gebouwde omgeving:

Tabel 5.9 *EU en nationaal beleid voor speerpunt gebouwde omgeving*

	EU	Nationaal
<i>Nieuwbouw</i>	Energy Performance of Buildings Directive	EnergiePrestatieNorm (deze zal tot 2020 sterk worden aangescherpt)
<i>Bestaande bouw</i>		EnergiePrestatieAdvies
<i>Apparaten</i>	EcoDesign Directive	MeerMetMinder

Noot: De belasting op energiedragers heeft invloed in alle categorieën (bestaande bouw, nieuwbouw, apparaten)

Daarnaast is in 2008 in het Lenteakkoord tussen Rijksoverheid en bouwsector overeengekomen dat de woningen en het vastgoed dat vanaf 2015 gerealiseerd wordt 50% energiezuiniger is dan volgens de bouwweisen van 2007.

Knelpunten

De knelpunten voor het doorvoeren van energiebesparing in de gebouwde omgeving liggen niet op technisch vlak. Belangrijke knelpunten zijn (Daniëls et al., 2007):

Tabel 5.10 *Overzicht knelpunten gebouwde omgeving*

Woningbouw	Utiliteitsbouw
Energiebesparing heeft lage prioriteit ⁴	Energiebesparing heeft lage prioriteit
Lange (gepercipieerde) terugverdientijd	Opbrengsten laag in verhouding tot kosten
Gebrek aan (technische) kennis bij bewoners, in de bouwsector en bij lagere overheden	
<i>Split incentives</i> ⁵	
Conservatisme in bouwsector	
Institutionele knelpunten, zoals bestemmingsplannen die niet voorzien in wijzigingen benodigd voor toepassing nieuwe bouwtechnieken	

⁴ Dit wordt geïllustreerd door het *attitude-action gap*: hoewel zeer veel eigenwoningbezitters (85%) positief staan tegenover het (laten) uitvoeren van energiebesparende maatregelen, blijkt deze positieve houding niet te leiden tot het daadwerkelijk doorvoeren van maatregelen (Kets et al., 2003; Heijs, 1999).

⁵ Voor particuliere verhuurders: de kosten van een investering zijn voor de verhuurder, de opbrengsten voor de huurder.

Aangrijpingspunten voor provinciaal beleid

Op basis van bovenstaande is een aantal aangrijpingspunten voor provinciaal beleid geformuleerd:

- Vanuit energetisch oogpunt kan het meeste effect behaald worden door de Trias Energetica te volgen. Een groot gedeelte van de waarde die de provincie kan toevoegen bovenop nationaal beleid (na-isolatie in de bestaande bouw, zie ook volgende punt) is overigens in overeenstemming met de Trias Energetica.
- In de bestaande bouw heeft de provincie de grootste toegevoegde waarde. Hier valt een groot gedeelte van het potentieel te behalen. Bovendien is de effectiviteit van het nationaal beleid beperkt: zo wordt 95% van alle woningen vooralsnog verkocht zonder energielabel (Daniëls en Van der Maas, 2009). Binnen de bestaande bouw kan de provincie het nationaal beleid aanvullen door lokale overheden actief te benaderen met informatie en in overleg institutionele barrières (zoals verouderde bestemmingsplannen) weg te nemen. In samenwerking met gemeentes, opdrachtgevers en de bouwsector kan aangetoond worden dat energiebesparend renoveren financieel aantrekkelijk kan zijn. De provincie kan hiervoor voorbeeldprojecten realiseren en uitvoering in de praktijk versnellen.
- Nieuwbouw is voor een specifieke provinciale rol het minst interessant. Het potentieel voor nieuwbouw is relatief klein in vergelijking met de bestaande bouw. Bovendien is de effectiviteit van het nationaal beleid op nieuwbouw naar verwachting hoog en is de invloed van de provincie beperkt.
- Het grootste gedeelte van het potentieel komt voor rekening van elektrische apparaten. Een groot gedeelte van dit potentieel betreft gedragsverandering door gebruikers. De provincie kan op dit gebied proberen de effectiviteit van nationale voorlichting te vergroten. De toegevoegde waarde van de provincie lijkt echter beperkt.
- Een laatste aangrijpingspunt voor provinciaal beleid is bewoners bewegen niet alleen bij natuurlijke momenten aan na-isolatie te doen. Hiervoor zouden campagnes opgezet kunnen worden, eventueel in samenwerking met gemeenten en partijen als woningbouwcorporaties en projectontwikkelaars. In deze campagnes kan de provincie knelpunten wegnemen, zoals een financieringsregeling om de (gepercipieerde) lange terugverdientijd in te korten.

Het belangrijkste verschil tussen plus- en plusplus-variant is dat in de plusplus-variant nog meer op na-isolatie wordt ingezet, en op de introductie van geavanceerde opwekkingstechnieken: de 'ultra-HR-ketel', een combinatie van een HR-ketel en (kleine) warmtepomp, en micro-WKK.

5.6 Speerpunt Elektrisch rijden en slimme netwerken

5.6.1 Technologieën en technisch potentieel

Technologieën

Een elektrisch voertuig verbruikt per kilometer minder energie dan een conventioneel voertuig. Dit is voornamelijk te danken aan het hoge rendement van de elektromotor. Hoewel de opwekking van elektriciteit - afhankelijk van de wijze van opwekking - gepaard gaat met een relatief laag rendement, is de efficiëntie van een elektrisch voertuig over de gehele keten hoger. De introductie van eerste modellen die grootschalige introductie van elektrische voertuigen mogelijk maken staat gepland rond 2015. Naast volledig elektrische voertuigen (EV's) zullen ook plug-in hybride elektrische voertuigen (PHEV's) op de markt gebracht worden. EV's hebben een beperkter bereik dan conventionele voertuigen. PHEV's hebben naast een elektromotor (die de wielen aandrijft) een verbrandingsmotor aan boord, die een generator aandrijft. Hiermee kan de accu opgeladen worden, zodat het bereik vergelijkbaar is met dat van een conventioneel voertuig.

Elektrische voertuigen vergen een oplaadinfrastructuur. De verwachting is dat EV's een aanzienlijke impact kunnen hebben op de piekvraag naar elektriciteit. Het is niet ondenkbaar dat veel gebruikers hun EV's tegelijkertijd willen opladen, bijvoorbeeld wanneer ze thuis komen van

hun werk. De introductie van een slimme laadinfrastructuur maakt het mogelijk deze piekvraag op te vangen zonder (dure) verzwaring van het netwerk. Een slim netwerk heeft het bijkomende voordeel dat het beter in staat is decentraal opgewekte elektriciteit te verwerken. Duurzame elektriciteit wordt veelal uit decentrale bronnen verkregen, waarbij het opgewekte vermogen vaak sterk wisselt in de tijd (bijvoorbeeld windenergie). Het wisselende elektriciteitsaanbod uit duurzame bronnen enerzijds en de wisselende vraag voor het laden van EV's anderzijds kan met slimme infrastructuur aan elkaar gekoppeld worden.

In Brabant wordt onderzoek gedaan naar slimme netwerken en is een ambitieuze doelstelling geformuleerd van 200.000 elektrische voertuigen in 2020. Daarnaast is in Brabant een groot gedeelte van de Nederlandse automotieve industrie gevestigd. Deze bedrijven doen samen met kennisinstellingen in de provincie onderzoek naar elektrische voertuigen.

Technisch potentieel

Met elektrisch rijden kan een besparing van circa 15 PJ vermeden primaire energie gerealiseerd worden. Dit potentieel wordt gerealiseerd wanneer het volledige Brabantse personenautopark uit elektrische voertuigen bestaat⁶. Daarnaast maakt elektrisch rijden het mogelijk om voertuigen op duurzame energie te laten rijden, die mogelijk tegen lagere kosten kan worden geproduceerd dan biobrandstoffen. Dit effect is hier niet apart beschouwd.

5.6.2 Uitwerking varianten

De impact die elektrische voertuigen in Noord-Brabant kunnen hebben wordt bepaald door het gedeelte van de markt dat door deze voertuigen tot 2020 veroverd kan worden. Roland Berger heeft een onderzoek uitgevoerd naar dit marktpotentieel (Roland Berger 2009). In dit onderzoek is een laag en een hoog scenario opgesteld.

Tabel 5.11 *Aannames berekening marktpotentieel elektrisch rijden*

	Laag scenario	Hoog scenario
Infrastructuur	30% dekking in 2015 75% dekking in 2020	44% dekking in 2015 75% dekking in 2020
Brandstofprijs	€ 1,38 per liter in 2010 € 1,69 per liter in 2015 € 1,89 per liter in 2020	€ 1,72 per liter in 2010 € 2,07 per liter in 2015 € 2,30 per liter in 2020
Accuprijs	€ 620 per kWh in 2010 € 530 per kWh in 2015 € 450 per kWh in 2020	€ 620 per kWh in 2010 € 450 per kWh in 2015 € 325 per kWh in 2020
Korting BPM	100% tot 2020 voor EV's 100% in 2010 voor PHEV's 75% in 2015 voor PHEV's 50% in 2020 voor PHEV's	100% tot 2020 voor EV's 100% in 2010 voor PHEV's 80% in 2015 voor PHEV's 60% in 2020 voor PHEV's
Beschikbaarheid	EV's: A/B segmenten PHEV's: C/D segmenten Enkele merken beschikbaar	EV's: A/B/C segmenten PHEV's: C/D/E/F segmenten Veel merken beschikbaar

Source: Roland Berger 2009.

Tabel 5.12 *Impact Roland Berger scenario's*

	Laag scenario	Hoog scenario
Aantal voertuigen in 2020	~42000	~147000
Vermeden primair	0,3 PJ	1,1 PJ

⁶ Voor deze inschatting is uitgegaan van projecties van het Brabantse voertuigenpark en voertuigkilometers in 2020.

De uitgangspunten van deze scenario's staan in Tabel 5.11. De provincie heeft op geen van de uitgangspunten van deze scenario's invloed, met uitzondering van de beschikbaarheid van infrastructuur. De dekking van de infrastructuur is in beide scenario's in 2020 op 75% gesteld. Voor de bijdrage van elektrisch rijden is daarom uitgegaan van een gemiddelde van de impact van het lage en het hoge scenario (zie Roland Berger, 2009 en Tabel 5.12).

5.6.3 Beleidsopties en knelpunten

Relevant nationaal beleid

Nationaal beleid bestaat vooral uit fiscale maatregelen:

- Geen BPM op elektrische voertuigen
- Geen MRB op elektrische voertuigen
- Geen bijtelling voor elektrische voertuigen

Daarnaast heeft de Rijksoverheid 'proeftuinsubsidies' ingesteld ter financiering van demonstratieprojecten met elektrische voertuigen en slimme netwerken.

Knelpunten

De belangrijkste knelpunten voor grootschalige introductie van elektrische voertuigen zijn:

- Hoge aanschaffkosten elektrische voertuigen (door dure accu's)
- Kip-ei probleem infrastructuur-voertuigen
- Onbekend gedrag van gebruikers, bijvoorbeeld omtrent laadgedrag en de bereidheid over te schakelen naar andere wijzen van vervoer voor lange trips

Aangrijpingspunten voor provinciaal beleid

In de eerste plaats kan de provincie zich inzetten voor het realiseren van infrastructuur (bijvoorbeeld vanuit de aandeelhoudersrol van Enexis), de belangrijkste succesfactor waar de provincie direct invloed op heeft. Daarnaast kan de provincie door technologieontwikkeling en marktontwikkeling de economische kansen die elektrisch rijden en slimme netwerken bieden benutten. Hier wordt in Sectie 7.2 wordt nader op ingegaan.

5.7 Speerpunt Decentrale netwerken

5.7.1 Technologieën

Traditioneel is de energie-infrastructuur ontworpen voor éénrichtingverkeer. Elektriciteit, warmte en aardgas worden centraal geproduceerd en via een net getransporteerd naar de afnemers. Veel opwekking van duurzame energie vindt echter decentraal plaats. Voor sommige vormen (zoals zon-PV) wordt duurzame energie opgewekt door partijen (bedrijven, consumenten) die in het traditionele model slechts afnemers zijn. Nu worden zij echter ook producenten, en de energie die zij opwekken moet getransporteerd worden, vaak op onvoorspelbare momenten. Nieuwe toepassingen vergen nieuwe of aangepaste infrastructuur. Elektrische voertuigen leiden tot grotere piekbelastingen van het elektriciteitsnet. Efficiënter omgaan met warmte vergt een warmtenet dat het mogelijk maakt restwarmte met weinig verlies te transporteren van producent naar afnemer. In het aardgasnet wordt groen gas en waterstof bijgemengd. Aardgas-, elektriciteits-, en warmtenetten moeten aangepast dan wel aangelegd worden. In plaats van (dure) verzwaring kunnen netten op een slimme manier aangepast worden. Met name in het elektriciteitsnet liggen hier veel technische mogelijkheden. In een 'smart grid' bepalen slimme meters op basis van gebruikersvoorkeuren en veranderende elektriciteitsprijzen wanneer stroom afgenomen wordt. Bovendien kunnen storingen eerder gelokaliseerd en beter voorkomen worden. Decentrale energiebronnen worden gekoppeld en aangestuurd als 'Virtual Power Plants'.

5.7.2 Beleidsopties en knelpunten

Relevant nationaal beleid

Op nationaal niveau is momenteel niet veel beleid. Er is een taskforce Intelligente Netten ingesteld. Daarnaast is er EnergieOnderzoekSubsidie (EOS) beschikbaar voor onderzoek naar smart grids.

Knelpunten

- Slimme decentrale netwerken vergen een omslag in het denken van netwerkbeheerders; het traditionele model gaat immers op de schop.
- Met nieuwe infrastructuur zijn hoge kosten en (financiële) risico's gemoeid.
- (Internationale) standaarden ontbreken.
- Gebruikersgedrag, zoals acceptatie van vraagbeperking door slimme meters, is onbekend.

Aangrijpingspunten voor provinciaal beleid

De provincie kan ervoor zorgen dat infrastructuur geen knelpunt is voor duurzame energie. Vergisting kan bijvoorbeeld aantrekkelijk gemaakt worden door meerdere vergisters aan elkaar te koppelen met een biogasringleiding. Een warmtenet wordt pas interessant wanneer er voldoende afnemers op aangesloten zijn. De provincie kan een rol spelen bij het wegnemen van (financiële) risico's voor het aanleggen van voor deze projecten benodigde infrastructuur. Traditioneel wordt infrastructuur pas aangelegd als er vraag naar is. Het inpassen van productie van duurzame energie wordt echter steeds moeilijker in de traditionele infrastructuur. De provincie kan, bijvoorbeeld vanuit haar rol als aandeelhouder, zorgen dat netwerkbeheerders een proactievere rol innemen en netwerken slimmer maken bij regulier onderhoud en bij de aanleg van nieuwe infrastructuur. In combinatie met elektrisch rijden bieden slimme elektriciteitsnetten economische kansen. Hierop wordt in Sectie 7.2 nader ingegaan.

6. Economische kansen van innovatieve speerpunten

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de economische potentie die de innovatieve speerpunten zon-PV en elektrisch rijden en slimme netwerken bieden. Tevens worden aangrijpingspunten voor beleid om deze kansen optimaal te benutten toegelicht en per speerpunt een plus- en een plusplusvariant gedefinieerd.

6.1 Mondiale en nationale context

De markt voor duurzame energie wordt in de komende jaren gekenmerkt door een sterke groei. Het Innovatieplatform schat deze groei in op 7,5% tot 11% per jaar tot een totale omvang van € 800 tot € 1200 miljard in 2020 (Innovatieplatform, 2010). De Nederlandse markt groeit naar verwachting nog sneller, met 13% tot 17% tot € 8 tot € 13 miljard. De marktomvang van de Brabantse speerpunten zon-PV en elektrisch rijden is binnen het totale portfolio aan duurzame energietechnologieën relatief groot. De verwachting is daarom dat Noord-Brabant een meer dan gemiddeld deel van het Nederlands potentieel naar zich toe kan trekken. De markt voor duurzame energie is ook sterk in beweging. Dat betekent dat nu kansen ontstaan om aan te haken in deze groeiemarkt. Dat betekent echter ook dat nu geen actie ondernemen er toe kan leiden dat sectoren, landen en regio's de kans om aan te haken bij mondiale ontwikkelingen missen. Een goed voorbeeld hiervan is on-shore windenergie: Nederland had hierin een sterke positie, maar heeft deze uit handen gegeven door onder meer aarzelend beleid toen de markt een sterke groei doormaakte en andere spelers aangetrokken werden. Een ander risico van nu geen adequate actie ondernemen is dat de concurrentiekracht van bestaande sectoren aangetast kan worden. Een grote afhankelijkheid van (eindige) fossiele energiebronnen betekent blootstelling aan volatiele energieprijzen. Dit maakt bestaande sectoren (zoals de petrochemische industrie) kwetsbaar en tast het vestigingsklimaat voor nieuwe bedrijven aan.

Het benutten van het economisch potentieel van de duurzame energiesector kan middels een aangepaste 'sleutelgebiedenaanpak' (Innovatieplatform, 2010). Deze aanpak is gericht op het creëren van een stabiel investeringsklimaat, het vergroten van het organisatievermogen van de sector en het aanbrengen van focus en massa in R&D-bestedingen. Noord-Brabant kan de economische potentie van innovatieve speerpunten optimaal benutten door aanjagen van nationaal beleid en dit waar noodzakelijk aan te vullen. De focusgebieden die het Innovatieplatform voor Nederland adviseert zijn de bioketen, offshore wind, zon-PV en micro-WKK. In de analyse van het Innovatieplatform is slechts beperkt aandacht besteed aan elektrisch rijden – zo vielen plug-in hybride voertuigen buiten de definities en scope van de studie. De studie doet dan ook geen concrete uitspraken over deze optie.

6.2 Zon-PV

Nederland kent een sterke kennispositie op het gebied van zon-PV. Geografisch gezien is deze kennispositie voor een groot deel geconcentreerd in het zuiden van Nederland (Doelman en Kluitman, 2009). Nederland is een netto exporteur van technologie op het gebied van zon-PV. Het Innovatieplatform kenmerkt zon-PV als een 'selectieve instapoptie' (Innovatieplatform, 2010). De posities in de markt voor zon-PV zijn ten dele al ingenomen. Zo hebben andere landen (met name China) reeds sterke posities in de productie van zonnecellen. Het is voor Brabantse spelers daarom niet mogelijk in deze schakel te concurreren op volume en kosten. Bra-

⁷ Het betreft de markt voor windenergie (on- en offshore), biomassa (bijstook), zon (PV, CSP & collectoren), waterkracht, geothermie, biodiesel, bioethanol, biogas, elektrische voertuigen, led-verlichting, isolatiematerialen en micro-WKK.

bantse spelers moeten selectief zijn en zich richten op specifieke niches waarin ze kunnen excelleren (Doelman en Kluitman, 2009).

Mondiaal gezien wordt een versnelling van de uitrol van zon-PV verwacht wanneer kostenreducties ertoe leiden dat de prijs van zonnestroom zakt tot het niveau van conventionele wijzen van opwekking, in eerste instantie achter de meter – ook wel ‘grid parity’ genoemd. Grid parity zal het eerst bereikt worden in zonrijke landen. Tot 2020 heeft grootschalige marktontwikkeling in Noord-Brabant dan ook geen nut, omdat de (technologie)ontwikkeling van zon-PV gedreven zal worden door de markten in zonrijke landen. Desalniettemin kan Noord-Brabant bijdragen aan technologieontwikkeling die noodzakelijk is om grid parity te bereiken. Wanneer grid parity bereikt wordt kan Noord-Brabant direct profiteren van de gestegen marktvrage en indirect door dat toegenomen commerciële belangen leiden tot een stijging van (industriële) R&D-budgetten.

Focusgebieden

De focusgebieden die het Innovatieplatform aanwijst voor zon-PV zijn productieapparatuur, componenten en materialen, en integrale toepassingen binnen de gebouwde omgeving. De posities van Noord-Brabant binnen deze focusgebieden zijn samengevat in Tabel 6.1. Noord-Brabant zou zich in eerste instantie moeten richten op het consolideren en versterken van de kennisposities in productieapparatuur en materialen en componenten. De marktpositie van productieapparatuur is een volgend aandachtspunt, temeer omdat daarmee de technologieontwikkeling van productieapparatuur ondersteund kan worden. Hoewel kennis over integratie in de gebouwde omgeving naar alle waarschijnlijkheid eerst opgedaan zal worden in regio’s waar grootschalige uitrol van zon-PV het eerst plaatsvindt, ligt hier ook een rol voor Brabantse bedrijven en instellingen. De integratie is geen eenvoudig proces, omdat de gebouwde omgeving een complexe markt is en omdat de impact van decentrale opwekking op elektriciteitsnetten groot kan zijn. Bovendien is installatie en integratie van zon-PV inherent een lokale markt.

Tabel 6.1 *Huidige markt- en kennisposities van Noord-Brabant in focusgebieden zon-PV*

	Kennispositie	Marktpositie
Productieapparatuur	sterk	redelijk
Materialen & componenten	sterk	-
Integratie in gebouwde omg.	-	-

Aangrijpingspunten voor beleid

De provincie kan met beleid ertoe bijdragen dat het cluster zon-PV in Noord-Brabant levensvatbaar blijft. Eerste punt in dit verband is ervoor te zorgen dat het organisatievermogen van het cluster groter wordt. Belangrijk is het bieden van een visie. Doelman en Kluitman (2009) hanteerden de driedeling ‘kennis-kunde-kassa’ voor de subsidieregelingen op het gebied van zon-PV. Zij signaleren dat de onderzoeksprogramma’s op nationaal en Europees niveau vooral op kennis gericht zijn. Noord-Brabant kan dit beleid aanvullen door zich ook te richten op ‘kunde’ en ‘kassa’. Specifiek kan Noord-Brabant een kennisinfrastructuur opzetten die erop gericht is om (fundamentele) kennis om te zetten in bruikbare toepassingen (‘kunde’). Dit is een specifieke invulling van de regierol van de provincie⁸. Eventueel kan dit aangevuld worden met beleid op ‘kassa’, zoals het financieren van start-ups. Subsidieregelingen op het gebied van ‘kennis’ vergen grote inzet van (financiële) middelen en passen daarom beter binnen nationaal en Europees beleid. Noord-Brabant kan wel proberen het Rijksbeleid te beïnvloeden om meer focus en massa in het nationaal onderzoeksprogramma aan te brengen. De provincie heeft tevens de rol om focus aan te brengen in het cluster. Door provinciaal beleid te richten op de meest kansrijke focusgebieden kan versnippering van middelen tegengegaan worden. De provincie kan ervoor

⁸ Een concrete invulling hiervan kan het stimuleren en coördineren van proeftuinprojecten om integratie van zon-PV in de gebouwde omgeving te bewerkstelligen. Dit kan eventueel gecombineerd worden met projecten op het gebied van energiebesparing in de gebouwde omgeving (zie Sectie 5.5.3) en proeftuinprojecten met slimme netwerken (zie Sectie 6.3).

waken dat voldoende kritische massa in de focusgebieden ontstaat om met mondiale trends mee te kunnen. Hiermee kunnen posities in niches veroverd en behouden worden.

Varianten

In de *plusvariant* is de rol van de provincie het bieden van de (kennis)infrastructuur voor belangrijke spelers op het gebied van zon-PV, gericht op het doorontwikkelen van fundamentele kennis naar toepassingsgerichte technologie. De provincie formuleert een visie voor het cluster zon-PV in Noord-Brabant, inclusief het aanwijzen van focusgebieden en het vrijmaken van voldoende budget per focusgebied om voldoende massa te creëren. De provincie heeft in deze variant voornamelijk een regierol. In de *plusplusvariant* is het doel van de provincie om technologieontwikkeling een extra impuls te geven bovenop wat nu reeds gerealiseerd wordt met nationale en Europese middelen. Dit is mogelijk door een provinciaal innovatieprogramma volledig gericht op zon-PV op te zetten. Dit programma is gericht op het doorontwikkelen van fundamentele kennis naar toepassingsgerichte technologie. Daarnaast richt de provincie zich door het financieren van start-ups ook op de commercialisering van technologie ('kassa'). Doordat nationale en Europese programma's momenteel breder zijn dan alleen zon-PV is een specifiek provinciaal programma een goed middel om focus en massa te creëren.

6.3 Elektrisch rijden & slimme netwerken

In Noord-Brabant is meer dan 50% van de Nederlandse automotieve sector gevestigd (Roland Berger, 2009). Deze Brabantse bedrijven zijn toeleveranciers aan autofabrikanten. Daarnaast biedt Brabant een innovatieve omgeving voor automotieve bedrijven en kennisinstellingen op de High Tech Automotive Campus (HTAC). Aan de TU/e wordt onderzoek gedaan op zowel automotieve gebied als aan slimme netwerken. Elektrisch rijden wordt door het Innovatieplatform gekenschetst als een instapoptie: een nieuwe markt die nog niet verdeeld is (Innovatieplatform, 2010). De grote autofabrikanten hebben aangekondigd in de komende jaren met commerciële elektrische modellen op de markt te komen.

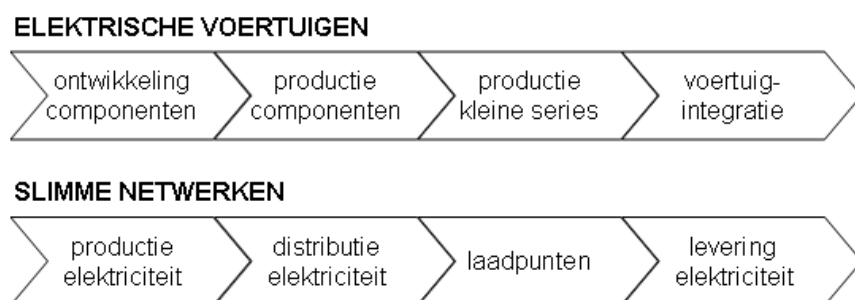
Elektrische auto's kunnen echter niet zomaar in de bestaande infrastructuur ingepast worden, met name vanwege de piekvraag die ontstaat in het distributienetwerk wanneer veel elektrische auto's gelijktijdig geladen worden. Slimme netwerken bieden de mogelijkheid om het laden van verschillende auto's te spreiden, zodat de piek uit het vraagpatroon gehaald wordt. Hierbij is gebruikersgedrag van belang: wanneer wenst de gebruiker zijn auto op te laden? Naast elektrisch rijden is er nog een andere noodzaak om het elektriciteitsnetwerk slimmer te maken: decentrale opwekking. Veel duurzame elektriciteitsopwekking vindt decentraal plaats. Het traditionele elektriciteitsnetwerk is echter niet berekend op dit tweerichtingverkeer. Om te voorkomen dat de kosten van het aansluiten van decentrale opwekking op het netwerk in de toekomst sterk toenemen kan slimme infrastructuur in het netwerk ingepast worden waarmee vraag en aanbod van elektriciteit beter op elkaar afgestemd kunnen worden. De verwachting is dat de technologie van elektrische voertuigen en de bijbehorende infrastructuur eerst in een aantal (grootschalige) proeftuinprojecten zullen worden uitgetoet. Aan de hand van de lessen uit deze projecten kan de uitrol van elektrische voertuigen en bijbehorende infrastructuur dan op een efficiënte wijze plaatsvinden. Het ligt voor de hand dat deze uitrol het eerst zal geschieden in dezelfde regio's waar ook de proeftuinprojecten plaatshebben.

De komende tijd wordt bepaald waar deze proeftuinprojecten plaats zullen gaan vinden. Hierin ontstaat een concurrentiestrijd tussen regio's. Leveranciers van elektrische voertuigen en bijbehorende infrastructuur zullen kiezen voor regio's die hen de meest gunstige voorwaarden bieden, uiteenlopend van geografische karakteristieken tot financiële stimulans. Enerzijds heeft Brabant hier een nadeel omdat er geen autofabrikanten gevestigd zijn. Anderzijds heeft de Brabantse automotieve sector geen gevestigde belangen te verdedigen, waardoor Brabant een innovatieve omgeving kan bieden. Brabant kan, ongeacht waar de grote proeftuinprojecten plaats zullen gaan vinden, aanhaken bij de technologieontwikkeling op het gebied van elektrisch rijden

en slimme netwerken. In andere landen is echter gebleken dat een grote thuismarkt kan leiden tot een versnelling van technologieontwikkeling (Innovatieplatform, 2010).

Focusgebieden

De waardeketens voor de productie van elektrische voertuigen en slimme netwerken zijn weergegeven in Figuur 6.1. Voor elektrische voertuigen liggen de grootste kansen bij de ontwikkeling en productie van componenten. Dit is de rol die de Brabantse industrie momenteel ook reeds heeft; ook de reeds aanwezige elektronica-industrie in de provincie kan hier kansen bieden op een sterke positie. De productie van kleine series voertuigen kan in de proeftuinenfase interessant zijn, maar neemt naar verwachting af wanneer elektrisch rijden grootschalig doorbreekt. Voertuigintegratie vergt zeer specifieke kennis die bij de (grote) autofabrikanten ligt. Het is onwaarschijnlijk dat die capaciteit door Brabantse bedrijven opgebouwd zal worden. Op het gebied van slimme netwerken liggen er voor Noord-Brabant voornamelijk kansen in de stappen distributie en laadpunten. Het distributienetwerk zal moeten veranderen om elektrische auto's en decentrale opwekking in te kunnen passen. Het meest kansrijke laadmodel voorziet dat per elektrische auto meer dan twee laadpalen geplaatst zal moeten worden. De (ICT-)technologie die hiervoor nodig is kan ontwikkeld, gefabriceerd en toegepast worden in Brabant. In de productie en levering van elektriciteit liggen minder mogelijkheden: de elektriciteitsvraag zal door de introductie van elektrische voertuigen nauwelijks toenemen en ook in elektriciteitslevering zullen naar verwachting weinig veranderingen (en dus kansen) zijn.



Figuur 6.1 *Waardeketens elektrisch rijden en slimme netwerken*

Aangrijpingspunten voor beleid

Het automotive cluster in Brabant lijkt goed georganiseerd. De provincie kan waarde toevoegen door samen met dit cluster en spelers op het gebied van slimme netwerken een visie neer te leggen. In deze visie kan de provincie focus aanbrengen. De belangrijkste keuze hierin is of de provincie naast technologieontwikkeling ook marktontwikkeling wil stimuleren. Technologieontwikkeling is een relatieve no-regret optie: de consensus is dat elektrisch rijden en slimme netwerken in de komende jaren de proeftuinfase ingaan, wat een versnelling van technologieontwikkeling tot gevolg zal hebben. Bovendien wordt een sterke groei voorzien in de markt voor hybride voertuigen, die gebruik maken van vergelijkbare componenten (bijvoorbeeld accu's en vermogenslektronica).

Daarnaast moet de provincie nagaan of ook marktontwikkeling een aantrekkelijke optie is. In een haalbaarheidsstudie kan onderzocht worden of het mogelijk is grootschalige proeftuinprojecten naar Brabant te halen. Deze studie kan ingaan op de vraag wat voor massa hiervoor nodig is en hoe het benodigde stabiele investeringsklimaat geboden kan worden.

Tenslotte is investeren in slimme infrastructuur een no-regret optie. De introductie van elektrische voertuigen is een uitstekende mogelijkheid om slimme infrastructuur te introduceren, maar zelfs wanneer elektrisch rijden niet op grote schaal doorbreekt kan deze infrastructuur ingezet worden om de toename van decentrale opwekking mogelijk te maken. Hiermee bereidt de provincie bijvoorbeeld ook de verwachte grootschalige uitrol van zon-PV voor. De provincie kan hier als aandeelhouder van het netwerkbedrijf (Enexis) op sturen.

Varianten

In de *plusvariant* zet de provincie alleen in op technologieontwikkeling. De in de provincie aanwezige activiteiten op het gebied van elektrisch rijden en slimme netwerken worden geclusterd. In overleg met dit nieuwe cluster worden focusgebieden aangewezen. In conceptpilots en technologiepilots (Roland Berger, 2009) worden kansen in de focusgebieden met steun van de provincie verzilverd. Daarnaast stuurt de provincie actief op de invoering van slimme infrastructuur in bestaande netwerken. Hiermee wordt Brabant voorbereid op de komst van elektrische voertuigen en decentrale opwekking. Dit is een publiek belang dat de provincie kan behartigen door actief gebruik te maken van haar aandeelhouderschap van Enexis (Energieraad, 2009). In de plusplusvariant kiest de provincie voor een integrale aanpak en zet ook in op marktontwikkeling. Het gevormde cluster zet zich actief in om ook proeftuinprojecten in de vorm van acceptatiepilots (Roland Berger, 2009) naar Brabant te halen. Hierbij kan worden aangesloten bij de proeftuinaanpak van de Rijksoverheid.

7. Kosteneffectiviteit van opties tot 2020 en provinciaal beleid

In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de kosteneffectiviteit van de opties waarmee tot 2020 meters kunnen worden gemaakt voor het behalen van de energie- en klimaatdoelstellingen. Sectie 7.1 gaat in op de kosteneffectiviteit van beleid gericht op 'meters maken'. In Sectie 7.2 wordt in kwalitatieve zin ingegaan op de kosteneffectiviteit van beleid gericht op innoveren.

7.1 Kosteneffectiviteit van 'meters maken'

Om inzicht te verkrijgen in de kosteneffectiviteit zijn de volgende vragen geanalyseerd voor de diverse speerpunten:

- Hoe rendabel zijn de verschillende opties momenteel, wanneer er geen rekening wordt gehouden met ondersteunend rijks- of provinciaal beleid? Dit is uitgedrukt in een onrendabele top (OT) in euro per GJ vermeden primaire energie (ofwel miljoen euro per PJ)⁹.
- In hoeverre is een snelle daling van deze OT te verwachten? Dit geeft aan of een technologie nog sterk in ontwikkeling is en goedkoper zal worden, of al redelijk 'rijp' is.
- In hoeverre wordt de OT momenteel gecompenseerd door het rijk, en wat zijn daarbij de belangrijkste instrumenten? Dit geeft weer of de provincie mogelijk nog moet bijfinancieren in de OT.
- In hoeverre is het rijksbudget voor deze regelingen voldoende om de doelstellingen voor Noord-Brabant te realiseren? Dit geeft aan of het Rijk naar verwachting voldoende budget reserveert om de nodige projecten te realiseren die optellen tot de geschatte PJ's in Hoofdstuk 5.
- Wat zouden de kosten zijn van mogelijk provinciaal beleid? Dit geeft aan, voor een aantal sporen, in welke ordegrootte de kosten voor de provincie zouden liggen.

Tabel 7.1 geeft de resultaten per optie weer. De onrendabele toppen (exclusief beleid) verschillen sterk tussen de opties: enkele zijn al (nagenoeg) rendabel, andere kosten meer dan 10 €/GJ. Enkele 'dure' opties, zoals zon-PV en elektrisch rijden, zullen naar verwachting echter snel kunnen dalen in hun kosten. Voor sommige opties is de rijksregeling voldoende om de onrendabele top nagenoeg volledig te compenseren (dit geldt voor de meeste opties onder de SDE, zoals wind en zon-PV), maar bij diverse andere opties resteert er nog een gat. De kosteneffectiviteit van provinciaal beleid kan ruwweg worden ingedeeld in de volgende groepen:

- Wanneer een resterend deel van een onrendabele top wordt gecompenseerd, liggen de kosten veelal in enkele euro's per GJ. Een extra ombuiging van bijvoorbeeld 10% van het energieverbruik in Brabant kost dan in de orde van tientallen miljoen euro per jaar.
- Als buiten de rijksregeling extra productie wordt gestimuleerd moet worden gerekend met (enkele) tientallen euro's per GJ. Een extra ombuiging van bijvoorbeeld 10% van het energieverbruik in Brabant kost dan in de orde van honderden miljoen euro per jaar.
- Op veel terreinen is beleid nodig dat valt binnen het wettelijk mandaat van de provincie (RO, vergunningverlening) of dat gericht is op coördinatie, voorlichting, etc. Van deze kosten is geen nadere inschatting gemaakt.

⁹ Merk op dat deze onrendabele toppen, uitgedrukt in €/GJ, jaarlijks moeten worden gecompenseerd. Het is dus geen vergoeding van de kosten van productiecapaciteit, maar van productie.

Tabel 7.1 *Onrendabele toppen voor de verschillende opties en kostenschattingen voor relevant provinciaal beleid*

	OT 2010 [€/GJ]	Potentieel kos- tendaling	Compensatie OT door rijk (belang- rijkste regelingen)	Rijksbudget voldoende voor N-B doelen?	Kosten provinciaal beleid
Biomassa					
- Elektriciteit	16	enigszins	ja, (vrijwel) volledig (SDE)	Plus: onzeker Plusplus: zeer onzeker	<ul style="list-style-type: none"> • Stim. verlaging OT (digestaat-opwerking): Enkele €/GJ • Realiseren projecten buiten SDE: >10 €/GJ • Oplossing niet-financiële knelpunten: uitvoeringskosten voor communicatie, coördinatie, vergunningverlening.
- Groen gas	20	enigszins	ja, (nog) niet volledig (SDE)	Plus: onzeker Plusplus: zeer onzeker	<ul style="list-style-type: none"> • Compenseren resterende OT: Enkele €/GJ • Stim. verlaging OT (digestaat-opwerking): Enkele €/GJ • Realiseren projecten buiten SDE: >10 €/GJ • Oplossing niet-financiële knelpunten: uitvoeringskosten voor communicatie, coördinatie, vergunningverlening.
Wind	6	beperkt	ja, (vrijwel) volledig (SDE)	Plus: ja Plusplus: ja	<ul style="list-style-type: none"> • Ruimte creëren binnen RO-taak: <1 €/GJ • Draagvlak: uitvoeringskosten communicatie
Zon	30	ja	ja, (vrijwel) volledig (SDE)	Ja	<ul style="list-style-type: none"> • Realiseren projecten buiten SDE: ~20 €/GJ (rekenend met de kleinverbruikersprijs), in de planperiode dalend
GO					
- huishoudens	nee	enigszins	Deels (Meer Met Minder, diverse - regelingen)	-	<ul style="list-style-type: none"> • Oplossing niet-financiële knelpunten: uitvoeringskosten voor communicatie, coördinatie, vergunningverlening.
- utiliteit	3	enigszins	Deels	Plus: onzeker Plusplus: zeer onzeker	<ul style="list-style-type: none"> • Compenseren resterende OT: enkele €/GJ
Warmte					
- WKK	~0	beperkt	Ja (grootschalige WKK, SDE)	-	<ul style="list-style-type: none"> • Oplossing niet-financiële knelpunten: uitvoeringskosten.
- Restwarmte	0-5	beperkt	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Oplossing niet-financiële knelpunten: uitvoeringskosten.
- Geothermie	5-10	enigszins	ja, (vrijwel) volledig (TERM ga- rantiereg. boringen, MEI)	Plus: onzeker Plusplus: zeer onzeker	<ul style="list-style-type: none"> • Deels compenseren restrisico: enkele €/GJ • Realiseren projecten buiten garantieregeling: 5-10 €/GJ
- WP-KWO	0-5	enigszins	ja, deels (reg. duurzame warmte)	Plus: onzeker Plusplus: zeer onzeker	<ul style="list-style-type: none"> • Compenseren resterende OT: enkele €/GJ • Realiseren projecten buiten rijksregeling: 5-10 €/GJ
Elektr. rijden	~100	ja	ja, deels (BPM-vrijstellingen)	Onzeker (aanschaffing icm rekeningrijden?)	<ul style="list-style-type: none"> • Compenseren resterende OT: tientallen €/GJ op korteterm., bij positieve ontwikkelingen snel dalend.

7.2 Kosteneffectiviteit van innovatieve opties

De essentie van innovatieve sporen is dat de effecten ervan onzeker zijn en op langere termijn zichtbaar worden. Kern is echter dat de speerpunten niet alleen leiden tot een verduurzaming van de energiehuishouding in Brabant en daarbuiten, maar vooral ook tot een economische structuurversterking binnen de provincie.

Een kwantificering van de effecten en kosteneffectiviteit van de verschillende varianten wordt hier dan ook niet gegeven. Enkele ordegrrootte-opmerkingen kunnen wel geplaatst worden:

- Figuur 2.4 laat zien dat met name zon-PV op termijn een substantieel aandeel zal uitmaken van het portfolio aan duurzame energieopwekking. De rol van elektrisch rijden bij energiebesparing is minder groot, maar elektrisch rijden biedt dan ook andere voordelen die niet direct onder besparing vallen, zoals het vermijden van decentrale emissies.
- De kosteneffectiviteit van investeringen in innovatieve opties is nog veel moeilijker te bepalen dan voor het ‘meters maken’ in de andere opties. Dit komt in hoofdzaak doordat het investeringen met een relatief groot risico zijn, het rendement is onzeker. Bovendien moeten deze investeringen niet alleen worden afgerekend op hun effect in PJ's, maar ook in termen van gerealiseerde toegevoegde waarde en werkgelegenheid binnen de provincie. Niet alle investeringen zijn echter even risicovol:
 - Investeringen in (slimme) infrastructuur zijn in hoge mate no-regret: deze infrastructuur zal bijna per definitie waardevol zijn, gegeven het grote aantal decentrale technologieën dat in ontwikkeling is. Daardoor kunnen deze investeringen in de toekomst significante kostenbesparingen opleveren, en een toename van de waarde van het provinciale aandeel in de netwerkbeheerder.
 - Wanneer de automotive sector helder kan aangeven op welke componenten ze goed gepositioneerd is, kan het versterken van dit cluster ook waardevol zijn. Onzekere factor daarbij is echter dat de afnemers meer op afstand staan en waarschijnlijk niet bij een dergelijk initiatief betrokken zullen zijn.
 - Ook bij investeringen in het zonne-energiecluster is positionering van belang. Risico's worden verkleind wanneer op een beperkt aantal gebieden voldoende massa gecreëerd wordt.
 - Installatie van zonnepanelen is een inherent lokale markt. De integratie van zonnepanelen in de gebouwde omgeving is niet triviaal. Gezien de consensus dat zon-PV op termijn ook in Nederland doorbreekt, heeft het investeren in kennisopbouw voor integratie van zon-PV in de gebouwde omgeving een relatief laag risico.
 - Marktontwikkeling voor elektrisch rijden is het meest onzekere veld voor investeringen.

De uitdaging zal zijn om een gebalanceerde portfolio te maken van activiteiten binnen de innovatieve speerpunten, waarbij de risico's beheerst blijven.

Referenties

- Agentschap NL (2010): Informatiesite over de Subsidieregeling Duurzame Energie (SDE). Zie www.agentschapnl.nl/sde.
- Anoniem (2001): Bestuursvereenkomst Landelijke Ontwikkeling Windenergie. IPO, VNG en Ministerie van EZ, Den Haag.
<http://www.vrom.nl/get.asp?file=docs/publicaties/w156.pdf&dn=w156&b=vrom>
- Anoniem (2009): Klimaat- Energieakkoord tussen Rijk en provincies. IPO en Ministerie van VROM, Den Haag. www.ipo.nl/scripts/download.php?id=454
- Doelman, P. en M. Kluitman (2009): Signaleringsstudie Solar in het kader van Pieken in de Delta Zuidoost-Nederland. BICORE, Son.
- CBS (2009): Duurzame energie in Nederland 2008. Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg. <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/9BD7922E-03BC-412E-92F3-EA13DFAD4FD1/0/2008c89pub.pdf>
- Daniëls, B.W., Y.H.A. Boerakker, A.W.N. van Dril, P. Godfroij, F. van der Hilst, P. Kroon, M. Menkveld, A.J. Seebregts, C. Tigchelaar, H.P.J. de Wilde (2007): Instrumenten voor energiebesparing. Achtergronddocument instrumentatie energiebesparingsmaatregelen uit het Optiedocument energie en emissies 2010/2020. ECN, Petten.
<http://www.ecn.nl/docs/library/report/2007/e07037.pdf>
- Daniëls, B.W. en J.C Farla (2005): Optiedocument Energie en emissies 2010-2020. ECN/PBL, Petten/Bilthoven.
- Daniëls, B.W. en C.W.M. van der Maas (2009): Actualisatie referentieramingen Energie en emissies 2008-2020. ECN/PBL, Petten/Bilthoven.
- Energieraad (2009): De ruggengraat van de energievoorziening. Advies Energieraad over de energie-infrastructuur. Den Haag, augustus 2009.
- Harmsen, R. en M. Harmelink (2007); Duurzame warmte en koude 2008-2020: Potentiëlen, barrières en beleid. Ecofys, Utrecht. <http://www.ecofys.nl/nl/publicaties/documents/20070725eindrapportduurzamewarmtekoude.pdf>
- Innovatieplatform (2010): Duurzame energie: Economisch groeigebied voor Nederland met groene potentie. Advies van het Innovatieplatform aan het Kabinet.
http://www.innovatieplatform.nl/pers/persberichten2010/IP_Advies%20duurzame%20energie_.pdf
- Kasteren, H. van, W. Konz, P. van Schijndel, R. Smeets en C. Wentink (2008): Energiek Brabant; Een scenariostudie naar de energievoorziening van Noord-Brabant in 2040. Telos, Tilburg.
- Koenders, M.J.B. en R.A.F Wierikx (2008): Bodemenergie: Dé potentiële duurzame energiebron van Noord-Brabant. IF Technology, Arnhem.
<http://www.kwobrabant.nl/download.php?do=99> .
- Koppejan, J., W. Elbersen, M. Meeusen en P. Bindraban (2009): Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020. Procede Biomass B.V., s.l..
<http://www.senternovem.nl/mmfiles/%20Beschikbaarheid%20Biomassa%20in%202020%20tc%20m24-320154.pdf>.
- Lensink, S.M. J.W. Cleijne, M. Mozaffarian, A.E. Pfeiffer, S.L. Luxembourg en G.J. Stienstra (2009): Eindadvies basisbedragen 2010 voor elektriciteit en groen gas in het kader van de SDE-regeling. ECN/KEMA, Petten/Arnhem.
- Noord-Brabant (2009): Startnotitie Masterplan Energie Brabant 2010-2020; Energietransitie als kans. Provincie Noord-Brabant, Den Bosch. <http://www.brabant.nl/politiek-en-bestuur/provinciale-staten/vergaderstukken-en-besluiten-ps-en-commissies/agenda-en-vergaderstukken-statencommissies/cemg.aspx?qvi=31244>
- Roland Berger (2009): De kansen voor elektrisch vervoer en slimme decentrale netwerken; Eindpresentatie. Roland Berger Strategy Consultants, Amsterdam.

- SenterNovem (2009): Bio-energie installaties in bedrijf (kaart). SenterNovem, Utrecht 2009.
http://www.senternovem.nl/mmfiles/Bio-energie%205%20categorien%20v7_tcm24-309698.pdf
- SenterNovem en KEMA (2009): Statusdocument Bio-energie 2008. SenterNovem/KEMA, Utrecht/Arnhem. http://www.senternovem.nl/mmfiles/Eindversie%20Statusdocument%20bio-energie%202008%20Edoc_tcm24-308012.pdf
- Wit, J.B. en E.G.M. Roelofs (2008): De potentie van warmte in Noord-Brabant; analyse ter onderbouwing van advies SER Brabant: Energie & Innovatie: Brabant Energieneutraal als economische kans. TNO Bouw en ondergrond, Delft.

Bijlage A Detailberekeningen diverse speerpunten

A.1 Biomassa

Bijlage: Verantwoording berekeningen Biomassa				
1. Huidige capaciteit in Noord-Brabant				
Agrarische vergisters				
Aantal installaties in Noord-Brabant		13	Senternovem (2009)	
Aantal installaties in Nederland		78	CBS (2009)	
		GWh	PJ vermeden	
Capaciteit in Nederland		340	2,8 CBS (2009)	
Capaciteit in Noord-Brabant		57	0,5	
Overige vergisters				
Aantal installaties in Noord-Brabant		3	Senternovem (2009)	
Aantal installaties in Nederland		10	CBS (2009)	
		GWh	PJ vermeden	
Capaciteit in Nederland		100	1,7 CBS (2009)	
Capaciteit in Noord-Brabant		30	0,5	
Kleinschalige verbranding				
Aantal installaties in Noord-Brabant		3	Senternovem (2009)	
Aantal installaties in Nederland		23	CBS (2009)	
		GWh	PJ vermeden	
Capaciteit in Nederland		667	9,1 CBS (2009)	
Capaciteit in Noord-Brabant		73,5	1,0 o.b.v.gem. 3,5 MWe, 7000 h/jr	
AVI's				
	PJ			
Moerdijk		2,8	SenterNovem en KEMA (2009)	
Roosendaal		0,037	SenterNovem en KEMA (2009)	
		2,8		
Meestook:				
Amer		8	SenterNovem en KEMA (2009)	
Totaaloverzicht beschikbare capaciteit:				
technologie		Verm.	PJ verm. pr.	
Agrarische vergisters	8	11	0,8	
Overige vergisters	3	3,8	0,5	
Kleinschalige verbranding	3	10,5	1,0	
AVI's	2		2,8	
Meestook	1		8	
Totaal			13,1	

2. Technisch potentieel biomassa 2020

Potentieel vergisten, verbranden

Potentiëlen 2020:	Nederland (Koppejan et al., 2009)		Noord-Brabant (verdeelsleutel obv Kasteren e a (2008))		
	laag	hoog	laag	hoog	
	Hout (primair)	2	19	0,4	
Rest- en afvalhout	19	28	3,8	5,7	verbranden
Stro	1	3	0,1	0,2	verbranden
Natte agro-residuen	1	20	0,2	3,0	vergisten
VGI-residuen	10	10	2,4	2,4	vergisten
GFT-afval	10	10	1,7	1,7	vergisten
Papierresidu	2	3	0,3	0,5	verbranden
mest			2,5	3,4	vergisten
pluimveemest			2,3	2,3	verbranden
Vergisting	24	43	6,8	11	PJ
Verbranden	24	53	7	13	PJ

Potentieel AVI's

	Nu	laag 2020	hoog 2020	
In Nederland	26	25	38 PJ	Koppejan et al (2009)
In Noord-Brabant	3	2,9	4,4 PJ	

Potentieel Meestook

	Nu	laag 2020	hoog 2020	
In Noord-Brabant	8	8	16 PJ	Schatting o.b.v. bezoek Essent

Totaaloverzicht technische potentiëlen

	Huidige capaciteit PJ vermeden primair	Potentieel (obv biomassabeschikbaarheid)	
		Laag	Hoog
		PJ vermed PJ vermeden primair	PJ vermeden primair
Vergisting	1,0	6,0	10,5
Verbrandin	1,0	6,9	12,6
AVIs en m€	10,8	10,9	20,4
Bioraffinage			
Totaal	12,8	23,8	43,5

3. Uitwerking varianten

Variant 1

	installaties	vermogen	PJ	Totalen (P. Vermogen		Check: deel tech. pot	
				laag	hoog		
Vergisting	25	1	1,8				
	5	3	1,1	2,9	40	48%	27%
Verbrandin	10	3	2,9				
	2	10	1,9	4,8	50	69%	38%
Totaal variant 1 (vergisten en verbranden)			5,7				

Variant 2

	installaties	vermogen	PJ	Totalen (PJ)		Check: relatief aan techn. pot	
				laag	hoog		
Vergisting	25	1	1,8				
	15	3	3,2				
Verbranding	10	5	3,6	8,6	120	145%	82%
	10	5	4,8				
	5	10	4,8				
	1	30	2,0	11,6	130	167%	92%
Totaal variant 2 (vergisten en verbranden)			20,2				

Totaaloverzicht Varianten

	variant 1	variant 2
Vergisting	2,9	8,6 PJ
Verbrandin	4,8	11,6 PJ
AVIs, mee:	15,6	15,6 PJ
Totaal	23,3	35,8 PJ

A.2 Wind

Huidige capaciteit

75 MW Interview provincie
1900 vollasturen CBS (2009)
142,5 GWh
0,5 PJe
1,2 PJ vermeden primair

Technisch potentieel

430 MW Van Kasteren et al (2008)
2100 vollasturen Hogere turbines, meer vollasturen
903 GWh
3,3 PJe
7,6 PJ vermeden primair

Variant 1

115 MW Verplichting BLOW
2000 vollasturen
230 GWh
0,8 PJe
1,9 PJ vermeden primair

Variant 2

320 MW BLOW plus twee parken in West-Brabant
2000 vollasturen
640 GWh
2,3 PJe
5,4 PJ vermeden primair

Overzicht

	Vermogen	PJ vermeden primair
Huidige capaciteit	75	1,2
Technisch potentieel	430	7,6
Variant 1	115	1,9
Variant 2	320	5,4

A.3 Zon

Geïnstalleerd vermogen [GWp]			
	huidig	2020	
NL	0,05	0,7	
Brabant	0,007	0,098	
Energieproductie [PJ]			
	huidig	2020	
NL	0,35	4,9	
Brabant	0,049	0,686	
Vermeden primair [PJ]			
	huidig	2020	
NL	1	11	
Brabant	0,1	1,6	
Aantal installaties [000]			
	huidig	2020	
NL	25	350	
Brabant	3,5	49	
AANNAMES			
gem. verm. PV-inst.		2	kWp

A.4 Warmte

WKK				
	unit	PJ/(jr*unit)	PJprim	opm.
Industrie	<i>installatie</i>			
nu				De Wit en Roelofs (2008)
potentieel	63	0,322	20,3	De Wit en Roelofs (2008)
laag	16	0,322	5,1	SDE-WKK?
hoog	32	0,322	10,2	dubbele

RESTWARMTE				
	unit	PJ/(jr*unit)	PJprim	opm.
Woningbouw	<i>woningen</i>			
potentieel	275500	4E-05	11,6	De Wit en Roelofs (2008)
laag	4988	4E-05	0,2	Daniëls et al (2007)
hoog	18620	4E-05	0,8	Daniëls et al (2007)
Utiliteit	<i>hectare</i>			
potentieel	2176	0,005	11,6	De Wit en Roelofs (2008)
laag	454	0,005	2,4	10% utiliteit
hoog	908,4	0,005	4,8	20% utiliteit
Glastuinbouw	<i>hectare</i>			
potentieel	874	0,013	11,6	De Wit en Roelofs (2008)
laag	0	0,013	0,0	Harmsen en Harmelink (2007)
hoog	140	0,013	1,9	extra inspanning provincie: 10% van vervanging
Industrie				
potentieel			11,6	De Wit en Roelofs (2008)
laag			0,6	5% van potentieel
hoog			2,3	20% van potentieel
Totaal				
potentieel			11,6	De Wit en Roelofs (2008)
laag		28%	3,2	
hoog		85%	9,8	

TOTAAL BESPARING			
		PJprim	opm.
Totaal			
potentieel			31,9
laag			8,3
hoog			20,0

GEOOTHERMIE				
	unit	PJpr/(jr*unit)	PJprim	opm.
Woningbouw				
	<i>woningen</i>			
nu		0	4E-05	0,0
potentieel	1030000		4E-05	43,4 alle woningen in Brabant in 2020 (CBS)
laag	8400		4E-05	0,4 ca. 5% van nieuwbouw
hoog	16800		4E-05	0,7 extra inspanning provincie leidt tot verdubbeling
Utiliteit				
	<i>hectare</i>			
nu		0	0,005	0
potentieel	5000		0,005	27 alle utiliteit in Brabant (CBS)
laag	91		0,005	0,5 2% utiliteit
hoog	182		0,005	1,0 4% utiliteit
Glastuinbouw				
	<i>hectare</i>			
nu				0
potentieel	1296		0,013	17 alle glastuinbouw (De Wit en Roelofs 2008), geen groei
laag	51		0,013	0,7 Harmsen en Harmelink, ca. 40 bedrijven van 1,5 ha
hoog	101		0,013	1,3 extra inspanning provincie leidt tot verdubbeling
Industrie				
nu				0
potentieel				0,7
laag				geen logisch inzetgebied
hoog				geen logisch inzetgebied
Totaal				
nu				0,0
potentieel				87,2
laag		0,0%		1,5
hoog		0,0%		3,0
WP-KWO				
	unit	PJ/(jr*unit)	PJprim	opm.
Utiliteit				
	<i>hectare</i>			
nu				0,5 Koenders en Wierikx (2008)
potentieel	4542		0,005	24,2
laag	53		0,005	0,3 Daniëls en Van der Maas (2009)
hoog	92		0,005	0,5 Daniëls en Farla (2005)
Glastuinbouw				
	<i>hectare</i>			
nu			0,008	0,0
potentieel	1296		0,008	10,5 koudevraag voor alle kassen in N-B via KWO
laag	350		0,008	2,8 Harmsen en Harmelink (2007)
hoog	700		0,008	5,7 inspanning van provincie leidt tot dubbele
Totaal				
nu				0,5
potentieel				34,7
laag				3,1
hoog				6,2
TOTAAL DUURZAME ENERGIE				
			PJprim	opm.
Totaal				
nu				0,5
potentieel				87,2 dubbeltellingen eruitgehaald
laag				4,6
hoog				9,2

Overige aannames warmte

besparing primair als industriële warmte met WKK wordt geleverd	0,58		
gemiddelde warmteproductie WKK industrie	0,56	PJ/(inst*jr)	
huidig gem. rendement CV-ketel	0,95		
2010 woningen N-B	1014451	woningen	CBS
2010-2020 nieuwbouw NL	1200000	woningen	WLO GE-scenario
2010-2020 nieuwbouw N-B	168000	woningen	
2010-2020 grootschalige renovatie NL	37500	woningen	Harmsen en Harmelink (2007)
2010-2020 grootschalige renovatie N-B	5250	woningen	
2020 woningen N-B	1030000	woningen	
2010-2020 nieuwbouw glastuinbouw NL	3500	hectare	WLO GE-scenario
2010-2020 nieuwbouw glastuinbouw N-B	490	hectare	
2010-2020 vervanging glastuinbouw NL	10000	hectare	(5%/jaar, levensduur 20 jaar)
2010-2020 vervanging glastuinbouw N-B	1400	hectare	
2010-2020 bouwvolume woningen N-B	38029	woningen	Koenders en Wierikx (2008)
2010-2020 bouwvolume utiliteit N-B	2708	hectare	Koenders en Wierikx (2008)
2010-2020 bouwvolume glastuinbouw N-B	667	hectare	Koenders en Wierikx (2008)
oppervlakte utiliteit	4542	hectare	De Wit en Roelofs (2008)
warmtevraag utiliteit	23	PJ	De Wit en Roelofs (2008)
warmteverbruik woning	4E-05	PJprim/woning	Harmsen en Harmelink (2007)
elektriciteitsverbruik woning	3E-05	PJprim/woning	CBS
warmteverbruik utiliteit	5E-03	PJprim/hectare	De Wit en Roelofs (2008)
elektriciteitsverbruik utiliteit	9E-03	PJprim/hectare	Kasteren et al (2008)
2010-2020 groei utiliteit N-B	427	hectare	Daniëls et al (2009)
2020 utiliteit N-B	5000	hectare	

A.5 Gebouwde omgeving

Alle input gebaseerd op Daniëls et al. (2007). Zie voor overige aannames speerpunt Warmte.

A.6 Elektrisch rijden

KILOMETRAGE										
NL	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EV	13708	13708	13708	13708	13708	13708	13708	13708	13708	13708
PHEV	13708	13708	13708	13708	13708	13708	13708	13708	13708	13708
N-B	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EV	14393	14393	14393	14393	14393	14393	14393	14393	14393	14393
PHEV	14393	14393	14393	14393	14393	14393	14393	14393	14393	14393
VOERTUIGPARK - aantallen 2009										
		NL		N-B		N-B %				
Alle voertuigtypen, totaal		10288216		1692537		16%				
Alle motorvoertuigen, totaal		9249367		1512002		16%				
Totaal personenauto's		7542331	82%	1228206	81%	16%				
Bestelauto's		876170	9%	145894	10%	17%				
Vrachtauto's		75112	1%	14409	1%	19%				
Trekkers		74624	1%	14758	1%	20%				
Speciale voertuigen		64194	1%	11250	1%	18%				
Autobussen		11332	0%	1736	0%	15%				
Totaal motorfietsen		605604	7%	95749	6%	16%				
PARKTOTAAL										
		NL 2020	NB 2020							
EV	1256547	201047		verh. EV/PHEV in 2020 is gem. hoog/laag variant in 2020						
PHEV	6134904	981585		NB is 16% wagenpark						
Totaal	7391451	1182632		TEMPO						
TOTAAL ENERGIEBESPARING [PJ]										
		NL 2020	NB 2020							
EV	15	3								
PHEV	75	13								
Totaal	91	15								

VERKOPEN - LAAG										
per jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EV	20	55	115	220	355	510	710	965	1265	1590
PHEV	355	760	1360	2220	3100	3850	4700	5650	6685	7755
Totaal	375	815	1475	2440	3455	4360	5410	6615	7950	9345
cum.	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EV	20	75	190	410	765	1275	1985	2950	4215	5805
PHEV	355	1115	2475	4695	7795	11645	16345	21995	28680	36435
Totaal	375	1190	2665	5105	8560	12920	18330	24945	32895	42240
LAAG ENERGIEBESPARING [PJ]										
per jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EV	0,000	0,001	0,001	0,003	0,005	0,007	0,009	0,012	0,016	0,021
PHEV	0,002	0,005	0,009	0,014	0,020	0,025	0,030	0,036	0,043	0,050
Totaal	0,003	0,006	0,010	0,017	0,025	0,031	0,040	0,049	0,059	0,071
cum.	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EV	0,000	0,001	0,002	0,005	0,010	0,016	0,026	0,038	0,054	0,075
PHEV	0,002	0,007	0,016	0,030	0,050	0,075	0,106	0,142	0,185	0,235
Totaal	0,00	0,01	0,02	0,04	0,06	0,09	0,13	0,18	0,24	0,31
VERKOPEN - HOOG										
per jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EV	200	500	900	1500	2200	2900	3700	4700	5700	6800
PHEV	1500	3100	5300	8200	10900	12900	15200	17600	20100	22800
Totaal	1700	3600	6200	9700	13100	15800	18900	22300	25800	29600
cum.	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EV	200	700	1600	3100	5300	8200	11900	16600	22300	29100
PHEV	1500	4600	9900	18100	29000	41900	57100	74700	94800	117600
Totaal	1700	5300	11500	21200	34300	50100	69000	91300	117100	146700
HOOG ENERGIEBESPARING [PJ]										
per jaar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EV	0,003	0,006	0,012	0,019	0,028	0,037	0,048	0,061	0,074	0,088
PHEV	0,019	0,040	0,068	0,106	0,141	0,167	0,196	0,227	0,259	0,294
Totaal	0,022	0,046	0,080	0,125	0,169	0,204	0,244	0,288	0,333	0,382
cum.	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
PHEV	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
Totaal	0,01	0,04	0,08	0,16	0,26	0,38	0,52	0,70	0,90	1,13

Bijlage B Berekeningen onrendabele toppen

Mestcovergisting, verbranding:

basisbedrag	0,18 €/kWh	Lensink et al (2009)
corr. Bedrag	0,047 €/kWh	Agentschap NL (2010)
OT	0,133 €/kWh	
of	16 €/GJ of miljoen €/PJ	
1 kWhe is	8,4 MJ verm. Primair/kWe	
SDE-basisbedrag	0,17	Agentschap NL (2010)

Mestcovergisting, groen gas

Basisbedrag	0,831 €/Nm ³	Lensink et al (2009)
corr. bedrag	0,207 €/Nm ³	Agentschap NL (2010)
OT	0,624 €/Nm ³	
of	19,6 €/GJ	
1 Nm ³ is	31,8 MJ/Nm ³	
SDE-basisbedrag	0,635 €/Nm ³	Agentschap NL (2010)
gat bb-sde	0,196 €/Nm ³	
of	6,2 miljoen €/PJ	

zon-PV

Basisbedrag	0,474 €/kWh	Lensink et al (2009)
corr bedrag	0,225 €/kWh	Agentschap NL (2010)
OT	0,249 €/kWh	
of	30 €/GJ	
SDE-basisbedrag	0,474	Agentschap NL (2010)

wind

Basisbedrag	0,096 €/kWh	Lensink et al (2009)
corr bedrag	0,047 €/kWh	Agentschap NL (2010)
OT	0,049 €/kWh	
	6 €/GJ	
SDE-basisbedrag	0,096 €/kWh	Agentschap NL (2010)
	obv 2200 vollasturen; 0,12 obv 1760 vollasturen	

Gebouwde omgeving

Informatiebron: Daniels et al (2007)

	PJ/jr	EVK mln €/jr subsidies	EVK corr subsidies	
Totaal pakketten HH	143	-272	24	-248
Totaal pakketten HDO	106	192	125	317
				-1,7 mln €/PJ
				3,0 mln €/PJ

Warmte

WKK	rendabel		SDE kleinschalig op nul (Agentschap NL 2010)
Restwarmte	kan kosteneffectief		Daniëls et al (2007)
Geothermie	OT	5 tot 10 €/GJ	Harmsen en Harmelink (2007)
		Wordt verlaagd door garantieregeling en MEI-subsidies (nu op veel plaatsen rendabel)	
WP-KWO	OT	0 tot 5 €/GJ	Harmsen en Harmelink (2007)

Elektrisch rijden

Informatiebron: Roland Berger (2009)

		meerkosten voertuigen	aantal voertuigen (verkoop)	kosten (€/jr)	besparing (PJ)	kosten (mln €/PJ)
Voertuigen laag						
EV	2015	600 €/voertuig/jr	355	213.000	0,005	42,6
PHEV	2015	350 €/voertuig/jr	3100	1.085.000	0,02	54,3
tot				1.298.000	0,025	51,9
EV	2020	340 €/voertuig/jr	1590	540.600	0,021	25,7
PHEV	2020	400 €/voertuig/jr	7755	3.102.000	0,05	62,0
tot				3.642.600	0,071	51,3
Voertuigen hoog						
EV	2015	600 €/voertuig/jr	355	213.000	0,028	7,6
PHEV	2015	350 €/voertuig/jr	0	-		
tot				213.000	0,028	7,6
EV	2020	30 €/voertuig/jr	2200	66.000	0,028	2,4
PHEV	2020	0 €/voertuig/jr	10900	-		
tot				66.000	0,028	2,4