



Energiek Brabant

Een scenariostudie naar de energievoorziening
van Noord-Brabant in 2040



telos brabant's centrum voor
duurzame ontwikkeling

Energiek Brabant

Een scenariostudie naar de energievoorziening
van Noord-Brabant in 2040

Han van Kasteren (Telos)
Wim Konz (Telos)
Patrick van Schijndel (TU/e)
Ruben Smeets (Telos)
Corné Wentink (TU/e)

Tilburg, 22 december 2008

Documentnummer: 08.015

Warandelaan 2
5037 AB Tilburg
Postbus 90153
5000 LE Tilburg

T 013 - 466 87 12
F 013 - 466 34 99
telos@uvt.nl
www.telos.nl



telos brabant centrum voor
duurzame ontwikkeling

Strategische samenvatting

De provincie Noord-Brabant heeft de ambitie uitgesproken om het gebruik van fossiele brandstoffen omlaag te brengen en de energievoorziening klimaatneutraal te maken. Vanuit deze ambitie is aan Telos de vraag gesteld hoe de provincie, via slimme initiatieven en activiteiten, kan bijdragen aan het lange termijn energie toekomstperspectief van Brabant en welke no regret maatregelen hierbij genomen kunnen worden. In dit rapport staat bij de beantwoording van deze vragen de filosofie van People Planet Profit centraal en wordt aangesloten bij het SER-Brabant advies¹ (april 2008).

Uit de energiebalans die is opgesteld op basis van een 'multi-input multi-output' analyse blijkt dat het primaire energiegebruik in 2006 voor Noord Brabant 397 PJ bedraagt. Van dat energiegebruik wordt bijna de helft benut voor de opwekking van warmte en slechts 16% voor de opwekking van elektriciteit. In de totale energiebehoefte wordt voor het grootste deel voorzien met conventionele bronnen. In de toekomst kan duurzame energie ongeveer de helft van het totale energiegebruik dekken. Energiescenario's geven aan dat het energiegebruik in 2040 tussen de 375 en 625 PJ zal liggen. De mogelijkheden voor extra besparingen zijn echter groot.

Voor de ontwikkeling van een duurzame energievoorziening kan gebruik worden gemaakt van een strategie die is gebaseerd op een combinatie van energiebesparing, de inzet van duurzame energiebronnen en een decentrale inrichting van het energiesysteem op basis van de warmtevraag. Bij de inzet op deze strategie is de centrale omzetting van energie alleen nodig voor achtervang. Bij een duurzame energievoorziening wordt het grootste deel van de energie decentraal omgezet bij huishoudens (bijvoorbeeld zonne-energie) en bij de industrie (WKK installaties).

Een op duurzame energiebronnen gebaseerde energievoorziening is economisch haalbaar en op termijn waarschijnlijk zelfs goedkoper dan het gebruik van conventionele bronnen. In de overgangperiode moeten wel extra investeringen worden gedaan. De meerkosten voor deze investeringen bedragen afhankelijk van aannamen ten aanzien van de prijs van fossiele brandstoffen en de invoering van CO₂-emissierechten 0,5 tot 3,5 miljard Euro per jaar in de periode 2008-2040.

¹ SER Brabant, Advies Energie & Innovatie, Brabant Energieneutraal als economische kans, aanbevelingen voor de regionale agenda, 's-Hertogenbosch, April 2008

Vanuit Provinciaal beleid bestaan goede mogelijkheden om de geschetste energietransitie te ondersteunen en zelfs te versnellen. De provincie kan hierbij gebruik maken van haar positie als intermediair tussen energiebedrijven en eindgebruikers en helpen bij het oplossen van belemmerende regelgeving. Tevens kan zij facilitair optreden bij de verbetering en verspreiding van kennis op het gebied van energiegebruik. Hierbij valt te denken aan het uitvoeren van diverse proefprojecten, waarbinnen technische en financiële oplossingen kunnen worden uitgetest en initiatieven van burgers en ondernemers kunnen worden ondersteund. Het beleid kan worden begeleid door een energietransitieraad die de lange termijnagenda in het oog houdt en de proefprojecten coördineert.

Door maximaal in te zetten op een integraal 'multi-input multi-output' perspectief, de stimulering van efficiency maatregelen, benutting van het potentieel aan duurzame energie en de overgang naar decentrale energiesystemen, zou de provincie op de lange termijn CO₂-neutraal kunnen worden.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
2	Huidige energiestromen in Noord-Brabant	9
3	Scenario's voor de toekomst	15
3.1	Ontwikkelingen in het energiegebruik	15
3.2	Potentie voor energiebesparing	17
3.3	Potentie van hernieuwbare energiebronnen	17
3.4	SOLET scenario	19
4	Economische analyse duurzame energievoorziening	23
4.1	Bestedingen duurzame energievoorziening	23
4.2	Economische belemmeringen en oplossingen	26
5	Conclusies en adviezen	29
6	Praktische ideeën	33
Bijlage 1	Verklarende woordenlijst	35
Bijlage 2	Eenheden van energie	39
Bijlage 3	Energiefactoren	40
Bijlage 4	Berekening energiebalans Noord-Brabant	42
Bijlage 5	Besparingspotentieel	53
Bijlage 6	Potentieel duurzame energie Noord-Brabant	61
Bijlage 7	Kosten energiescenario's	69
Bijlage 8	Economische factoren	76
Bijlage 9	Aanbiedingsbrief energiescenariostudie	78
Bijlage 10	Begroting energietransitieraad	81

1 Inleiding

De provincie Noord-Brabant heeft in haar bestuursakkoord van 2007-2011 “Vertrouwen in Brabant” een aantal programma’s benoemd gericht op een mooi, schoon, dynamisch en bereikbaar Brabant. “Binnen het programma schoon Brabant is het belangrijk dat iedere Brabander moet kunnen leven in een gezonde en duurzame omgeving die ook voor de navolgende generaties waardevol blijft. Belangrijke randvoorwaarde voor het gezond kunnen leven is een schone leefomgeving. En schoon heeft daarbij een ruime betekenis: geen rotzooi, schone bodem, lucht en (drink)water en groen in de buurt. Ook op de gevolgen van het veranderende klimaat dienen wij op de korte en lange termijn te anticiperen. Om dat te kunnen bereiken is een intensievere samenwerking met maatschappelijke partners noodzakelijk”, aldus het programma Vertrouwen in Brabant.

In het provinciale bestuursakkoord wordt de lat hoog gelegd: het gebruik van fossiele brandstoffen moet omlaag en de energievoorziening moet klimaatneutraal worden. Om dit te realiseren worden talloze initiatieven en ideeën ontwikkeld (telkens in samenwerking met actoren in het veld), zoals daar zijn:

- De duurzame nieuwbouwwijk (coördinatie Schoon)
- Het schone bedrijventerrein (coördinatie Dynamisch)
- De weg van de toekomst (coördinatie Bereikbaar)
- Regionale (grootschalig) energieomzetting (coördinatie Dynamisch)

De provincie heeft Telos de vraag gesteld middels een lange termijn toekomstverkenning (scenario) mogelijkheden en onmogelijkheden (no regret opties) aan te geven ten aanzien van de keuzes om te komen tot een duurzame energievoorziening. De aandacht vanuit de provincie concentreert zich hierbij op de vraag hoe al bestaande initiatieven en activiteiten bijdragen aan het lange termijn (energie-)toekomstbeeld van Brabant en welke no regret maatregelen genomen kunnen worden. Meer specifiek formuleerde de provincie daarbij de volgende vragen:

- Welke invloed heeft de bouw van nieuwe kolencentrales op de verduurzaming van de energie voorziening en klimaatverandering?
- Is kernenergie als tussenstap naar een duurzame energievoorziening noodzakelijk?
- Welke invloed heeft verdergaande energiebesparing?
- Is zelfvoorziening als uitgangspunt bij wijken en/of industrieterreinen zinvol?
- Welke rol kan biomassa (biogas) spelen?

Om antwoorden te formuleren op bovengestelde vragen is het noodzakelijk om een integraal beeld te schetsen van het huidige energiegebruik in Brabant en hoe dat verdeeld is over de verschillende gebruikersgroepen. Daarom wordt er eerst een 'multi-input multi-output' analyse op energiegebied uitgevoerd. Op basis van de daaruit resulterende energiebalans worden scenario's geschetst hoe de toekomstige energievoorziening meer duurzaam gemaakt kan worden. Voor de Brabantse energiescenario's wordt aangesloten bij verkenningen door het Centraal Planbureau (CPB), het Milieu en Natuurplanbureau (MNP), het SER-Brabant advies (april 2008) en het DOE advies van de BOM.

De opbouw van deze verkenning is als volgt: Hoofdstuk 2 beschrijft de 'multi-input multi-output' analyse op energiegebied van de provincie Noord-Brabant. Hierbij worden in brede zin alle in- en uitgaande energiestromen en het gebruik hiervan in kaart gebracht. In het daaropvolgende hoofdstuk 3 wordt ingegaan op verschillende toekomstscenario's voor Brabant voor 2040 uitgaande van de landelijk scenario's. Hoofdstuk 4 beschrijft financiële aspecten van de scenario's en enkele dilemma's die spelen bij het maken van keuzes hiervoor. In hoofdstuk 5 worden adviezen gegeven over hoe het provinciaal beleid richting kan geven aan een duurzamere energievoorziening. De vragen die door de provincie gesteld zijn, worden beantwoord in aanbiedingsbrief (zie bijlage 9). Als laatste worden in hoofdstuk 7 enkele praktische suggesties gegeven voor de verdere vormgeving van het energiebeleid.



Amercentrale Geertruidenberg

2 Huidige energiestromen in Noord-Brabant

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de energiestromen die Brabant in- en uitgaat, alsmede het gebruik hiervan. “Energie gaat nooit verloren” is een bekende uitspraak. Dit suggereert dat energie een bulkproduct is waar je oneindig over kunt beschikken. Helaas is het zo dat energie zich beweegt van een niveau van hoge kwaliteit (bijvoorbeeld elektriciteit) naar een niveau van lage kwaliteit (bijvoorbeeld omgevingswarmte). Dit zorgt ervoor dat bruikbare energie wel degelijk een schaars goed is waar een prijs voor betaald moet worden. Dat is niet iets van de laatste tijd, maar van alle tijden. Een bekend voorbeeld is de opkomst en ondergang van een voormalige beschaving op de Paaseilanden. Zij benutten biomassa voor energie, maar door de groei van de vraag en de beperkingen van de hoeveelheid oppervlak, raakte de energiebron op. Dit had als gevolg het uitsterven van deze beschaving. Blijkbaar lukte het hen niet om tijdig over te schakelen op andere vormen van energievoorziening. Ook in Europa speelden zulke schaarste in de loop van de eeuwen een rol. Reeds in 1703 werd geconstateerd dat er te weinig hout was in Europa om alle mijnen van hout als bouw materiaal te voorzien. Schaarste leidt er toe dat de creativiteit van de mens wordt aangesproken om oplossingen te verzinnen. Na 1700 kwamen dan ook de fossiele brandstoffen op als alternatief voor hout en biomassa als energiebron. De hoeveelheid fossiele brandstof (vooral kolen) bleek zo groot dat er van energiebronschaarste geen sprake meer was. Dit heeft geleid tot een bevolkings- en welvaartsgroei die tot op de dag van vandaag voortduurt. Het nadeel van deze gang van zaken is dat de groei gebaseerd is op een voorraad gestuurde energievoorziening. Zolang de voorraad maar groot genoeg is, is er geen probleem. Maar zodra de (winbare) voorraden op beginnen te raken komt de bestaande groei en welvaart in het geding. In dat opzicht staan we nu, aan het begin van 21^{ste} eeuw, weer net zoals aan het begin van 18^{de} eeuw voor een nieuwe uitdaging. Ook nu komt de eindigheid van onze voorraden brandstoffen in beeld. In 1713 constateerde Hans Carl von Carlowitz dat de houtvoorraad in Europa uitgeput raakte en hij voorstelde om net zoveel hout per jaar te gebruiken als er weer in één jaar aangroeit. Net zoals toen staan wij aan het begin van de 21^{ste} eeuw voor de vraag hoe onze op fossiele brandstofvoorraad gebaseerde energievoorziening te veranderen in een energievoorziening gebaseerd op hernieuwbare bronnen.

Alvorens in te gaan op de mogelijkheden voor een duurzame energievoorziening is het nodig om een goed beeld te krijgen van de aard en de omvang van het energiegebruik. Dat kan door middel van een integrale 'multi-input multi-output' analyse. Zo'n analyse brengt in beeld welke energiestromen de provincie binnenkomen, wat er vervolgens met die stromen gebeurt en welk deel onbenut blijft. Het resultaat is een energiebalans die een totaalbeeld geeft van de provinciale energiestromen en van hoe efficiënt we daarmee omgaan. Zo'n integrale analyse is niet alleen nodig in het perspectief van de huidige energievoorziening, maar ook in het perspectief van de toekomst. Bovendien geeft deze analyse een helder beeld hoe de verschillende energiestromen, en het al dan niet duurzame gebruik hiervan, zich tot elkaar verhouden. Daarmee levert de balans op zichzelf al bruikbare aanwijzingen voor het energiebeleid.

In het kader van deze studie zijn de huidige energiestromen in Noord-Brabant in kaart gebracht, op basis van data uit 2006. Tabel 1 toont het energiegebruik² verdeeld over de gebruikers. Industrie en transport blijken de dominante gebruikers. Bijlage 4 geeft een uitgebreide beschrijving van de berekeningen die ten grondslag liggen aan deze cijfers. Het totale jaarlijkse netto energiegebruik van de provincie bedraagt 397 PJ³. Dit vertegenwoordigt ongeveer 16% van het totale Nederlandse gebruik en 0,1% van het energiegebruik in de wereld.

Tabel 1 Primaire jaarlijkse energiegebruik naar eindgebruikers, Noord-Brabant (2006)

Eindgebruikers	Energiegebruik	
	[PJ]	%
Huishoudens	67	17%
Diensten	73	18%
Landbouw	27	7%
Industrie	147	37%
Transport	83	21%
Totaal	397	100%

Tabel 2 toont hoe in het energiegebruik van Brabant wordt voorzien, verdeeld over de primaire energiedragers. Hieruit blijkt dat fossiele brandstoffen (aardgas, olie en kolen) de meerderheid van de energievoorziening verzorgen. Aardgas is met 46% de belangrijkste bron van energie. Ongeveer 30% van het energiegebruik is gebaseerd op aardolieproducten. Dit wordt voornamelijk ingezet voor het transport van goederen en personen. Het verbruik van kolen, vooral ten behoeve van de elektriciteitsproductie, is goed voor 16% van het energiegebruik. Duurzame energie wordt vooral gewonnen uit biomassa (4%) en afval (2%), andere duurzame energiebronnen zijn marginaal vertegenwoordigd.

² Het gebruik van energie als grondstof is niet meegenomen.

³ In Bijlage 1 wordt uitleg gegeven over de eenheden van energie. 1 PJ staat voor 1 PetaJoule en komt overeen met 10¹⁵ J.

Tabel 2 Primaire jaarlijkse energiegebruik per bron, Noord-Brabant (2006)

Bronnen	Energiegebruik	
	[PJ]	%
Aardgas	183	46%
Olieproducten	121	30%
Kolen	64	16%
Biomassa	15	4%
Afval	8	2%
Overig ^a	6	2%
Totaal	397	100%

^a Zon, water, wind, nucleair

Tabel 3 toont de verdeling naar functies van het energiegebruik in Brabant. Hieruit blijkt dat de warmtevraag het grootste deel van de energievraag bepaalt (44%). De elektriciteitsvraag betreft slechts 16% van de totale energiebehoefte. Ook blijkt er nog een forse post onbenut te zijn (21%). Dit houdt vooral verband met conversieverliezen bij de elektriciteitproductie. Daarbij komt warmte vrij die onbenut blijft en ondanks de grote warmtevraag verloren gaat. Slimmere benutting van de restwarmte bij elektriciteitsproductie lijkt dus al een eerste voor de hand liggende stap naar een meer duurzame energievoorziening.

Tabel 3 Verdeling jaarlijks energiegebruik over belangrijkste functies, Noord-Brabant (2006)

Functie	Energiegebruik	
	[PJ]	%
Warmte	173	44%
Elektriciteit	63	16%
Transport	77	19%
Onbenut ^a	85	21%
Totaal	397	100%

^a Dit zijn de conversieverliezen bij het opwekken van elektriciteit en warmte.

De vraag die voor de toekomst open ligt is hoe de op fossiele brandstoffen gebaseerde energievoorziening te veranderen naar een op duurzame, hernieuwbare, bronnen gebaseerde energievoorziening. Om hier een antwoord op te geven is het goed eerst in kaart te brengen welke duurzame bronnen in Brabant voor handen zijn en welke bijdrage zij kunnen leveren aan de reeds beschreven energiebehoefte. Tabel 4 geeft een overzicht van de duurzame energiebronnen in Noord-Brabant.

Tabel 4 Duurzame energiebronnen in Noord-Brabant (2006).

Bron	Energetisch potentieel [PJ/jaar]
Zon	18040
Biomassa	44
Wind	30
Afval	8
Waterkracht	1
Totaal	18123

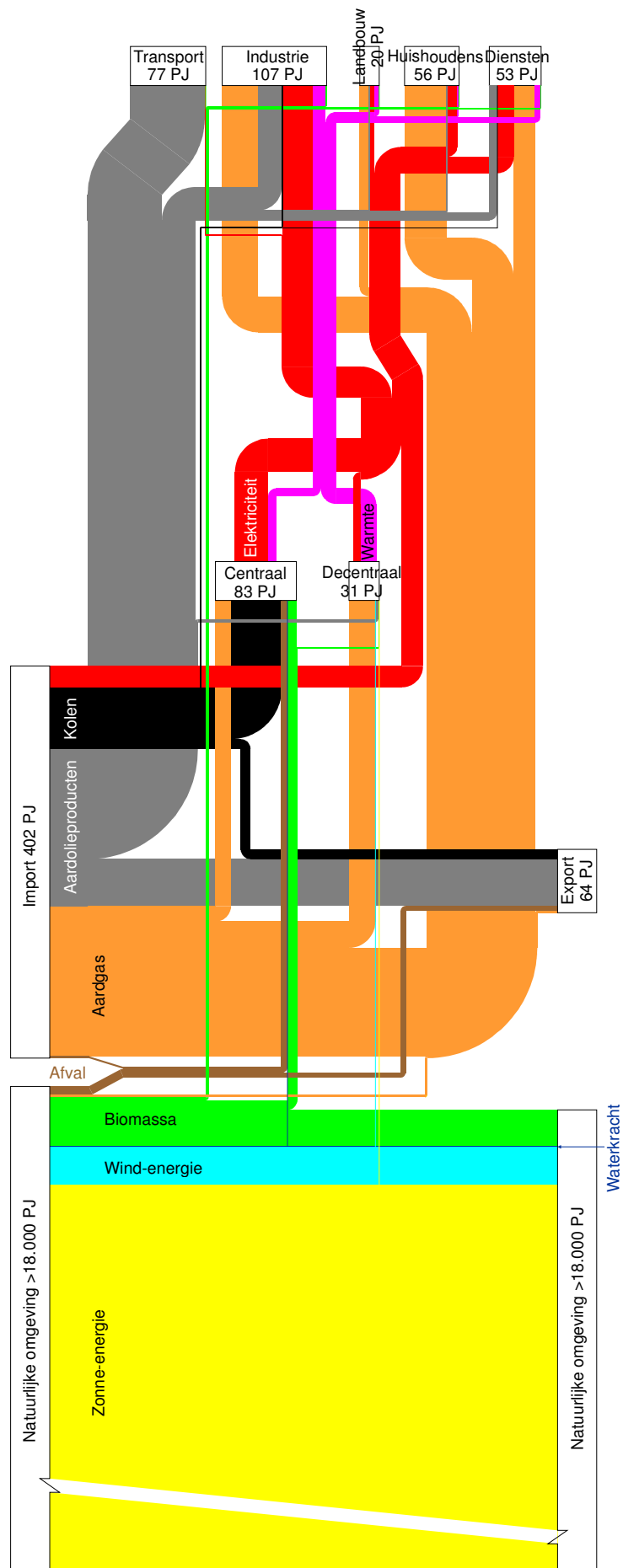
Wat meteen opvalt, is de enorme hoeveelheid zonne-energie ten opzichte van de overige bronnen. Bovendien blijkt de hoeveelheid zonne-energie die Brabant jaarlijks bereikt 45 maal groter te zijn dan het totale energiegebruik. De conclusie kan dan ook niet anders zijn dan dat omschakeling naar een op zonne-energie gebaseerde energievoorziening zeer veel perspectief heeft. Deze omschakeling biedt mogelijkheden voor het oplossen van klimaatproblemen, het verminderen van de energieafhankelijkheid van andere landen, het verbeteren van de luchtkwaliteit en het stimuleren van de lokale werkgelegenheid.

Bijzondere aandacht verdient nog diepe aardwarmte⁴. De potentie hiervan voor Brabant is groot. Het gaat hier echter niet om een volledige hernieuwbare en duurzame energiebron. Vandaar dat we diepe aardwarmte voor de lange termijn buiten beschouwing hebben gelaten.

Figuur 1 bevat een overzicht van de duurzame bronnen en de huidige gebruikscijfers. Dit laat nogmaals duidelijk zien welke enorme potentie er is voor gebruik van zonne-energie. Het verschil met de huidige energievoorziening is dat de hernieuwbare bronnen verspreid zijn over de totale oppervlakte van de provincie en zijn seizoensafhankelijk. Dit betekent dat een toekomstig, op zonne-energie gebaseerd energiesysteem een decentrale opzet moet hebben voor energieomzettingen in combinatie met energieopslag. Dit laatste is nodig om vraag en aanbod op elkaar af te kunnen stemmen, zowel in plaats als in tijd.

Conclusie luidt dan ook dat er voldoende energieaanbod is om op een duurzame wijze in onze toekomstige energiebehoefte te kunnen voorzien. Het vergt natuurlijk wel een transitie van de huidige op centrale voorraad gebaseerde energievoorziening naar een op hernieuwbare, decentrale bronnen gebaseerde energievoorziening. Dit betekent onder andere dat moet worden ingezet op de ontwikkeling en het marktrijp van technologieën, maar ook verandering van juridische en economische structuren. Over de mogelijkheden en wegen hier naartoe gaat het volgende hoofdstuk.

⁴ Dit in tegenstelling tot warmte- en koudeopslag in de bodem dat plaatsvindt op enkele tientallen tot honderden meters diepte.



Figuur 1 'Sankey' diagram jaarlijkse energiestromen provincie Noord-Brabant in 2006

3 Scenario's voor de toekomst

In dit hoofdstuk wordt aangegeven wat de mogelijkheden zijn om een duurzame energievoorziening te realiseren. Hiervoor wordt eerst nagegaan hoe het energiegebruik in Brabant zich kan gaan ontwikkelen. Daarna wordt bekeken hoeveel energie er extra bespaard kan worden en hoeveel duurzame energie er in Brabant kan worden opgewekt. Dit wordt samengebracht in een SOLET scenario waarin de energievoorziening duurzaam is ingevuld.

3.1 Ontwikkelingen in het energiegebruik

In deze paragraaf wordt gekeken naar de te verwachte ontwikkelingen voor het energiegebruik binnen de provincie Noord-Brabant op de lange termijn. De ontwikkeling van het energiegebruik in de toekomst kan worden inzichtelijk worden gemaakt met behulp van scenario's. Hiermee wordt geen voorspelling gegeven van de toekomst, maar wordt aangegeven wat mogelijke ontwikkelingen van het energiegebruik zijn bij bepaalde veranderingen in de samenleving. Binnen het project Welvaart en Leefomgeving (WLO) hebben drie planbureaus (CPB, MNP en RPB) voor diverse scenario's het energiegebruik tot 2040 doorgerekend⁵. In het WLO rapport worden de volgende vier scenario's uitgewerkt:

- **Global economy:** Er vindt veel internationale economische samenwerking plaats, op andere gebieden (bijvoorbeeld milieu) worden weinig tot geen internationale afspraken gemaakt. De overheid legt een grote verantwoordelijkheid bij de burger voor welvaart en welzijn. Van het 'global economy' scenario is een variant gemaakt die uitgaat van een hogere olieprijs.
- **Transatlantic market:** Binnen Europa wordt de huidige samenwerking niet uitgebreid. Wel worden handelsbelemmeringen met Amerika afgebouwd. Ook de sociale voorzieningen worden afgebouwd, wat echter wel leidt tot een hogere arbeidsparticipatie.
- **Strong Europe:** De Europese samenwerking wordt sterk geïntensiveerd, zowel op economische als op andere terreinen. Hierdoor wordt Europa een belangrijke speler op de wereldmarkt. Internationaal komen er ook milieuafspraken tot stand.

⁵ Janssen, L.H.J.M., Okker, V.R., & Schuur, J.. Welvaart en leefomgeving: een scenariostudie voor Nederland in 2040, pp. 257-314. Den Haag, Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau, & Ruimtelijke Planbureau.

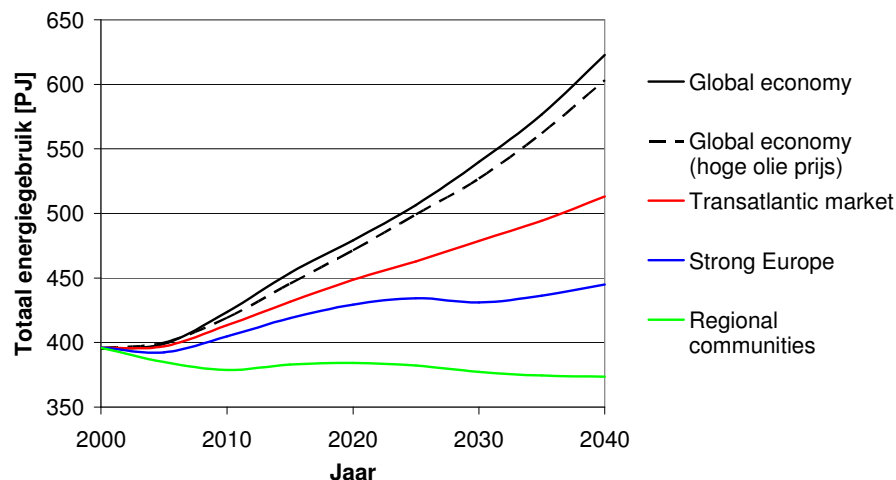
- Regional communities: Afzonderlijke landen beschermen vooral hun eigen belangen. Hierdoor komt er geen internationale samenwerking op gang. Milieubeleid richt zich vooral op lokale problemen.

In tabel 5 zijn indicaties voor drie belangrijke bepalende ontwikkelingen (bevolking, economische groei en milieubeleid) weergegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel 5 Bevolking en BNP en milieubeleid in WLO scenario's voor Nederland

	Bevolking [mln personen]	Index BNP per hoofd (2001 = 100)	Milieubeleid
Global economy	19,7	221	-
Transatlantic market	18,9	156	-
Strong Europe	17,1	195	+
Regional communities	15,8	133	-/+

Met behulp van de energiebalans (zie hoofdstuk 2) zijn de energiescenario's uit het WLO vertaald naar Noord-Brabant (figuur 2). Uit de figuur valt op te maken dat de energievraag zich naar verwachting zal ontwikkelen van ongeveer 400 PJ nu naar ergens tussen de 375 PJ en 625 PJ in 2040. In het 'regional communities' scenario daalt het energiegebruik licht als gevolg van een verminderde economische groei. Ook in 'transatlantic market' is de economische groei beperkend voor de stijging van het energiegebruik. De grote stijging in beide 'global economy' scenario's wordt juist veroorzaakt door de hoge economische groei in deze scenario's. In het 'strong Europe' scenario wordt een hoge economische groei gekoppeld aan een intensief milieubeleid, waardoor het energiegebruik slechts beperkt stijgt. Om een duurzame energievoorziening te bereiken zal dit energiegebruik moeten worden ingevuld met extra energiebesparing en duurzame energiebronnen.



Figuur 2 WLO Energiescenario's doorgerekend voor Noord-Brabant

3.2 Potentie voor energiebesparing

In de bovenstaande scenario's zijn veel opties om te komen tot energiebesparing niet meegenomen. Energiebesparing is echter een eerste stap in de richting van een duurzame energievoorziening. In diverse sectoren kan op verschillende manieren energie bespaard worden. In de woning- en utiliteitsbouw kan bijvoorbeeld met extra isolatie, energiezuinig ventileren en het gebruik van energiezuinige apparaten veel worden bespaard. Samen met het gebruik van duurzame energie kan de bebouwde omgeving uiteindelijk energieneutraal worden. In de landbouw kan de meeste energie bespaard worden in de glastuinbouw: hiervoor zijn energieleverende kassen in ontwikkeling. In de industrie is de inzet van extra warmtekrachtkoppeling (WKK) een belangrijke optie voor energiebesparing. Bij transport levert het verbeteren van het motorrendement besparing op. Op basis van primaire energie kan met elektrisch rijden de meeste energie bespaard worden.

Tabel 6 Potentieel energiebesparing in Noord-Brabant

	Energiegebruik 2040 [PJ] ^a	Extra potentieel besparing	
		%	PJ
Huishoudens	63 - 98	40 - 60	25 – 59
Diensten	73 - 108	40 - 60	30 – 65
Landbouw	13 - 27	> 50	6 – 14
Industrie	84 - 146	10 - 20	8 – 29
Transport	73 - 126	20 - 65	14 – 82
Totaal	375 - 625		83 – 249

^a Bandbreedte op basis van de vier WLO scenario's

In tabel 6 zijn de mogelijke besparingen ten opzichte van de hierboven beschreven scenario's opgenomen (zie ook bijlage 5 voor beschrijvingen van de uitgebreide besparingsopties per sector). Uit deze tabel blijkt dat de grootste besparingen kunnen worden behaald in de bebouwde omgeving (huishoudens en diensten). In totaal kan er, afhankelijk van het gekozen scenario, in 2040 in Noord-Brabant tussen de 83 en 249 PJ energie bespaard worden.

3.3 Potentie van hernieuwbare energiebronnen

In hoofdstuk 2 is reeds aangegeven dat Noord-Brabant theoretisch over meer dan 18.000 PJ aan duurzame energie kan beschikken. Hieruit kan het technisch potentieel worden afgeleid door rekening te houden met het rendement van de energieomzetting en de geschiktheid van locaties voor energiesystemen. De technische potentie van hernieuwbare duurzame energie in Noord-Brabant kan dan worden vastgesteld op ongeveer 187 PJ per jaar (zie tabel 7 en bijlage 6). Van alle duurzame energiebronnen heeft zonne-energie de grootste potentie voor de Provincie Noord-Brabant, zowel voor de omzetting in warmte als in elektriciteit.

Tabel 7 Jaarlijkse waarden voor technisch en gerealiseerd potentieel van de diverse duurzame energiebronnen betrokken op de provincie Noord-Brabant (2006)

Duurzame energie bron	Technisch potentieel	Gerealiseerd
Water	0,1 PJ	0,1 PJ
Wind	2,3 PJ	0,2 PJ
Afval	8,4 PJ	6,0 PJ
Biomassa ^a	21,6 PJ	11,0 PJ
Zon ^b Warmte	154,5 PJ	0,1 PJ
Elektriciteit	55,2 PJ	0,0001 PJ
Totaal duurzame bronnen	186,8 PJ	17,4 PJ

^a Uitgaande van biomassa reststromen.

^b Toepassing van zonne-energiesystemen op bestaande daken.

In Europa is waterkracht een belangrijke bron van duurzame energie. In het vlakke Nederland en daarmee ook in Brabant heeft waterkracht een lage potentie, die bovendien al vrijwel volledig benut wordt. De potentie van windenergie is voor Noord-Brabant bepaald op 2,3 PJ. Daarvan wordt op dit moment 0,2 PJ benut. In de praktijk blijkt het benutten van windenergie op land beperkt door maatschappelijke weerstand. Minder bezwaren zijn er voor de toepassing van kleinschalige windsystemen in de bebouwde omgeving.

Verbranding van afval met energierugwinning wordt gedeeltelijk aangemerkt als duurzame energiebron. Uit het afval dat in Brabant bij huishoudens en bedrijven vrijkomt, kan ongeveer 8 PJ aan energie worden gewonnen. Daarnaast is 2 tot 3 PJ beschikbaar uit afval dat wordt geïmporteerd uit de provincies Zeeland en Limburg. Door de afvalverwerkingcentrale in Moerdijk wordt al een groot deel van deze potentie, namelijk 6 PJ, geschikt gemaakt voor gebruik.

Op de korte termijn lijkt biomassa een energiebron met een groot potentieel. Energieomzetting uit biomassa kan op diverse manieren. De meest directe manier is de verbranding van biomassa. Daarnaast kan biomassa, door vergisting of vergassing, worden omgezet in biogas. Diverse reststromen van huishoudens, groenonderhoud, landbouw en voedingsmiddelenindustrie hebben een energetisch potentieel van 21,6 PJ. Daarnaast kan worden gekozen voor de teelt van energiegewassen om de stroom biomassa te vergroten. Een deel van de potentie wordt omgezet via mestvergisting (potentieel van 6,6 PJ). De afzet van het digistaat en het transport van de relatief natte meststromen vormen wel punten van aandacht bij het toepassen van mestvergisting. Door binnen de provincie decentrale vergisting- en conversie-installaties mogelijk te maken, wordt in ieder geval het vervoer van mest beperkt.

Het grootste aanbod van duurzame energie in Noord-Brabant betreft de instraling van zonne-energie. De totale hoeveelheid zonne-energie die jaarlijks op de oppervlakte van Noord-Brabant valt is meer dan 18000 PJ. Ruim voldoende dus om de totale jaarlijkse energiebehoefte (400 PJ) te dekken. De omzetting van zonne-energie in nuttige energievormen kan met behulp van zonnecollectoren (winning van warmte) en PV-panelen (winning van elektriciteit). Zonnwarmte kan worden toegepast in de woning- en utiliteitsbouw en in de industrie voor het



Zonnecellen op woningen aan de Kantelen in Boxtel

voorverwarmen van proceswater. Elektriciteit uit zonne-energie kan lokaal worden gebruikt en opgeslagen (bijvoorbeeld in accu's) of worden gedistribueerd via het bestaande elektriciteitsnet. Door plaatsing van zonne-energiesystemen op alle geschikte daken en gevels in Noord-Brabant kan 55 PJ elektriciteit of 154 PJ warmte worden gewonnen. Door ook andere locaties te benutten en door ontwikkelingen in het rendement van deze systemen kan de potentie sterk worden verhoogd.

Naast de hierboven beschreven hernieuwbare energiebronnen kan in Noord-Brabant aardwarmte worden gewonnen. Deze aardwarmte bevindt zich in watervoerende lagen op relatief grote diepte (2 tot 4 km). De potentie van deze aardwarmte bron is ongeveer 7500 PJ. Na uitputting duurt het enkele honderden jaren voordat de temperatuur van de bron weer is hersteld, waardoor aardwarmte niet volledig als duurzame of hernieuwbare energiebron kan worden beschouwd. Wel kan deze voorraad een rol spelen bij de overgang naar een volledig duurzame energievoorziening.

Het aanbod van duurzame energie (in het bijzonder wind- en zonne-energie) kan sterk fluctueren en de levering is daarom niet afgestemd op het energiegebruik. Bij grootschalige toepassing van duurzame energiebronnen moet het aanbod en de vraag van energie daarom beter op elkaar afgestemd worden. Daarnaast moet energie voor langere periode opgeslagen kunnen worden, zoals gesloten warmte en koude opslagsystemen in de bodem. Onderzoek is nodig voor de ontwikkeling van betere en goedkopere opslagsystemen.

3.4 SOLET scenario

De hierboven beschreven WLO scenario's zijn weinig richtinggevend en bevatten geen transitie-elementen. Om te komen tot een duurzame energievoorziening in Noord-Brabant wordt in dit rapport een energietransitiescenario uitgewerkt onder de naam Solar Low Energy Transition (SOLET). Dit scenario is gebaseerd op reeds beschikbare technologie en past binnen toekomstige economische randvoorwaarden zoals CO₂-emissierechten en stijgende prijzen van fossiele brandstoffen. Het SOLET scenario laat zien dat het mogelijk is om in Noord-Brabant tot een volledig duurzame energievoorziening te komen door maximale

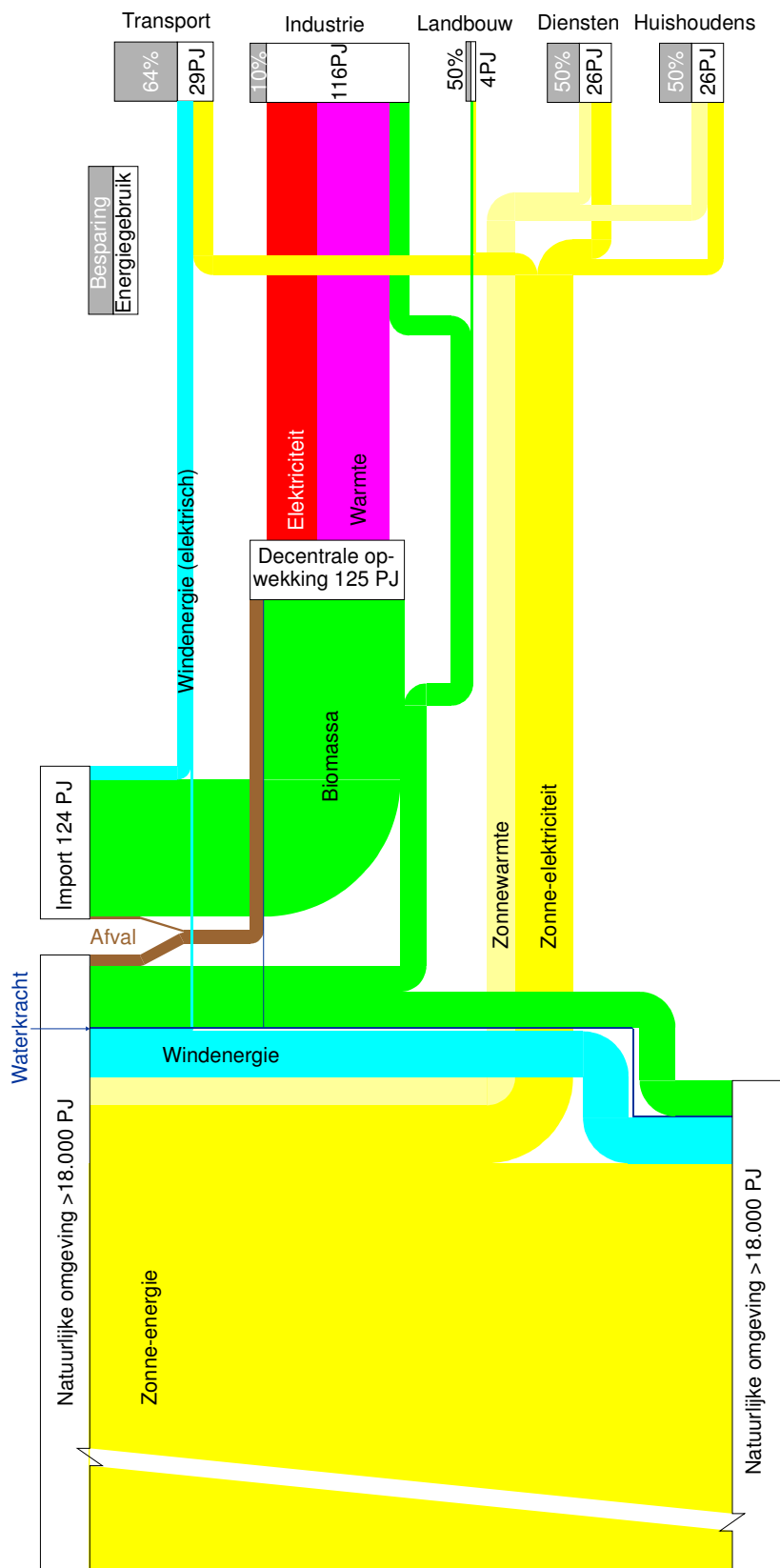
inzet van energiebesparing, duurzame energiebronnen en decentrale omzetting van energie.

Berekeningen met behulp van de WLO scenario's laten zien dat het energiegebruik in Noord-Brabant in 2040 zal liggen tussen de 375 en 625 PJ. Om te komen tot een duurzame energievoorziening zijn maatregelen nodig op het gebied van energiebesparing en het toepassen van duurzame energie. In Noord-Brabant kan 83 tot 249 PJ aan energie bespaard worden. Daarnaast is het mogelijk 187 PJ energie op te wekken uit lokale, hernieuwbare en duurzame bronnen. Als alle opties voor besparingen en duurzame energiebronnen worden ingezet dan moet nog 105 tot 189 PJ (zie tabel 8) aan energie op een andere manier worden opgewekt. Daarnaast vinden er verschuivingen plaats in de vorm waarin de energie gevraagd en aangeboden worden. Van de restende energievraag is hierdoor ongeveer de helft warmtevraag en de andere helft is elektriciteitsvraag.

Tabel 8 Energiegebruik in SOLET scenario (2040)

	Energiegebruik
Verwacht energiegebruik	375 – 625 PJ
Potentieel besparing	83 – 249 PJ
Potentieel duurzame energiebronnen	187 PJ
Ongedekt gebruik	105 – 189 PJ

Figuur 3 toont hoe met duurzame bronnen in 2040 in de energievraag voorzien kan worden. Hierbij is uitgegaan van een nu bestaand systeemrendement voor zonne-energie en van benutting van het totale geschikte dakoppervlak in de provincie Noord-Brabant. De potentie van zonne-energie kan sterk vergroot worden als gevolg van verwachte verhoging van het systeemrendement en door ook andere locaties dan daken te gebruiken. De import van energie wordt voornamelijk gebruikt in de vorm warmte en elektriciteit voor de industrie. In deze vraag kan door middel van import biomassa of andere duurzaam verkregen energiedragers zoals waterstof worden voorzien. Gebruik van biotechnologische en katalytische processen in de industrie kan de energievraag in deze sector sterk verlagen. In dat opzicht is ook in de industrie een grote transitie te verwachten, waar overigens nog veel onderzoek voor nodig zal zijn.



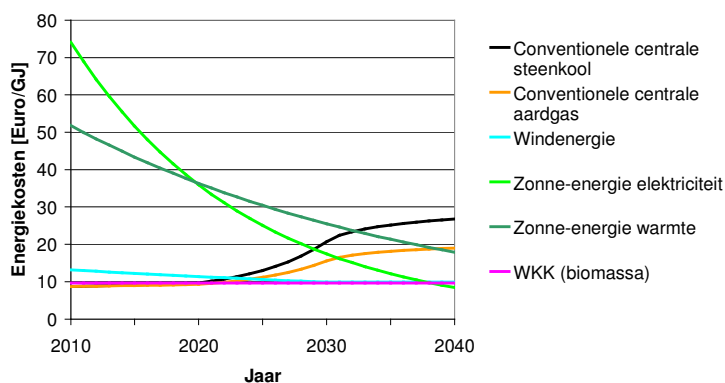
Figuur 3 'Sankey' diagram energiestromen in Noord-Brabant bij een duurzame energievoorziening; SOLET scenario in 2040

4 Economische analyse duurzame energievoorziening

In het voorgaande hoofdstuk is een verkenning gemaakt van de technische mogelijkheden om te komen tot een duurzame energievoorziening in de Provincie Noord-Brabant. Met een combinatie van maatregelen gericht op energiebesparing, het gebruik van duurzame energie en een gecombineerde opwekking van warmte en elektriciteit is het technisch mogelijk de energievraag duurzaam in te vullen. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de economische consequenties van deze duurzame energievoorziening. Daarnaast worden enkele economische belemmeringen en de oplossingen daarvoor besproken.

4.1 Bestedingen duurzame energievoorziening

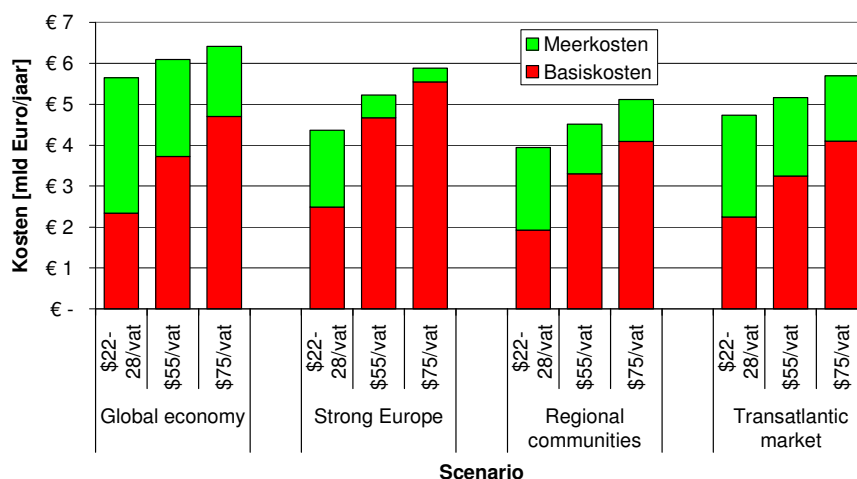
De bestedingen voor het realiseren van een duurzame energievoorziening hangen sterk af van de ontwikkeling van de energieprijzen. Voor conventionele energiesystemen is de prijs vooral afhankelijk van de prijs van grondstoffen, zoals olie, aardgas en kolen. Het afgelopen jaar hebben deze prijzen een grote piek bereikt. Het is echter de verwachting dat de grondstofprijzen de komende decennia zullen stabiliseren. Een deel van de kostprijs van conventionele energie wordt ook bepaald door de internationale handel in CO₂-emissierechten. Bij een sterk internationaal milieubeleid zullen de kosten van deze emissierechten flink toenemen.



Figuur 4 Indicatie van de prijsontwikkelingen van energie uit diverse bronnen.

Voor duurzame energiesystemen zijn de investeringskosten bepalend voor de energieprij. Deze kosten kunnen worden teruggebracht door schaalvergroting en technische verbeteringen in bijvoorbeeld het energetisch rendement. Door onderzoek naar duurzame energieomzetting en -opslag kunnen Brabantse bedrijven en onderzoeksinstituten een bijdrage leveren aan deze kostprijsverlaging. Een indicatie van de ontwikkelingen van energieprijen voor diverse conventionele en duurzame energiebronnen zijn opgenomen in figuur 4 (zie ook bijlage 7). Hieruit blijkt dat duurzame energiebronnen vanaf 2030 naar verwachting goedkoper worden dan elektriciteit uit fossiele brandstoffen (uitgaande van een olieprijs van ongeveer 23 dollar per vat en de invoering van emissierechten).

De totale bestedingen voor de diverse scenario's zijn afgeleid van de kosten per energiebron en benodigde investeringen voor de energievoorziening. Investeringskosten in het distributienetwerk zijn hierbij niet meegenomen omdat hiervoor geen gegevens beschikbaar zijn. Verder is voor de WLO scenario's aangenomen dat het energiegebruik volledig wordt gedekt met fossiele brandstoffen. In figuur 5 zijn de meerkosten voor de varianten van het SOLET scenario weergegeven ten opzichte van de basiskosten voor de WLO scenario's (zie bijlage 7 voor een beschrijving van de berekeningen). Om de gevoeligheid voor een hogere olieprijs weer te geven zijn voor alle scenario's varianten berekend met een olieprijs van 55 en 75 dollar per vat, in plaats van de 22 tot 28 dollar per vat in de standaard scenario's. De hogere olieprijs leidt tevens tot een hogere gasprijs door (gedeeltelijke) prijskoppeling.

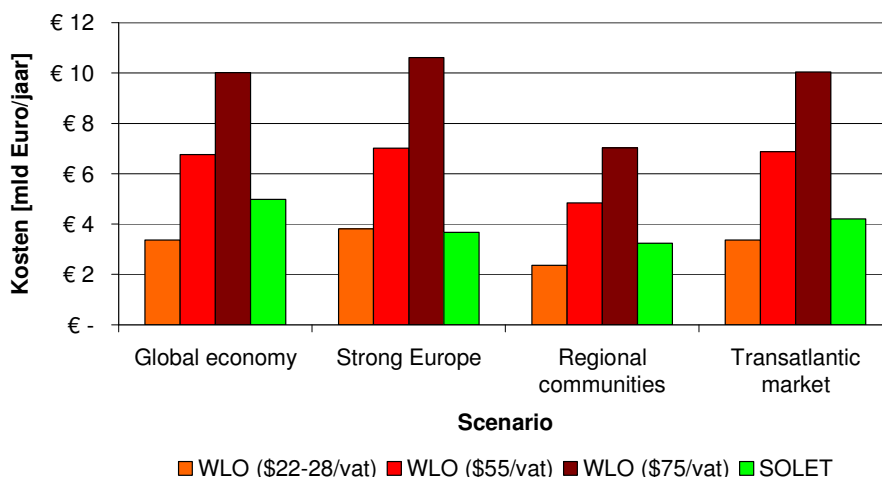


Figuur 5 Jaarlijkse bestedingen voor de scenario's voor de periode 2008-2040 in Noord-Brabant. (Basiskosten zijn de jaarlijkse kosten die nodig zijn voor een op conventionele bronnen gebaseerde energievoorziening. De meerkosten zijn nodig om tot een duurzame energievoorziening te komen).

De bestedingen voor de energievoorziening in de basisvariant van de WLO scenario's (\$22-28 per vat) variëren tussen de 1,9 en 2,5 miljard Euro per jaar. In het 'strong Europe' scenario zijn de bestedingen het hoogst vanwege de geleidelijke invoering van CO₂-emissierechten. De olieprijs heeft een sterke

invloed op de bestedingen in de WLO varianten, bij \$75 per vat stijgen de bestedingen tot maximaal 5,5 miljard Euro (inclusief emissierechten). De extra bestedingen voor een duurzame energievoorziening in de SOLET varianten bedragen 0,5 tot 3,5 miljard Euro per jaar (1 tot 4% van het bruto regionaal product in 2006) in de periode 2008-2040. Een hogere olieprijs vermindert de extra bestedingen gedeeltelijk. De sterkste reductie in de extra bestedingen wordt echter veroorzaakt door de heffing van emissierechten.

Figuur 6 toont de bestedingen in het jaar 2040 voor de diverse scenario's. In het SOLET scenario zijn geen varianten opgenomen voor een hogere olieprijs omdat in dit scenario de energievoorziening volledig is gebaseerd op duurzame bronnen. Uit onderstaande figuur valt op te maken dat bestedingen voor het SOLET scenario alleen bij een lage olieprijs hoger zijn dan de WLO varianten. Als gevolg van de heffing van emissierechten zijn de bestedingen in de 'strong Europe' variant van het SOLET scenario zelfs in alle gevallen lager dan de WLO varianten. Dit betekent dat er vanaf 2040 jaarlijks veel geld bespaard kan worden.



Figuur 6 Bestedingen voor de energievoorziening in de diverse scenario's in het jaar 2040 in Noord-Brabant

Concluderend een duurzame energievoorziening is op termijn financieel haalbaar. De huidige hoge investeringen voor duurzame energiesystemen verdienen zich uiteindelijk terug. Dit geldt zeker als de prijzen voor fossiele brandstoffen vergelijkbaar blijven met de prijzen van de afgelopen jaren. In de overgangperiode naar een duurzame energievoorziening zijn wel extra investeringen nodig. De meerkosten kunnen sterk worden teruggedrongen door een geleidelijke invoering van CO₂-emissierechten. De provincie kan de overgang naar een duurzame energievoorziening stimuleren door een gedeelte van de meerkosten te subsidiëren.

4.2 Economische belemmeringen en oplossingen

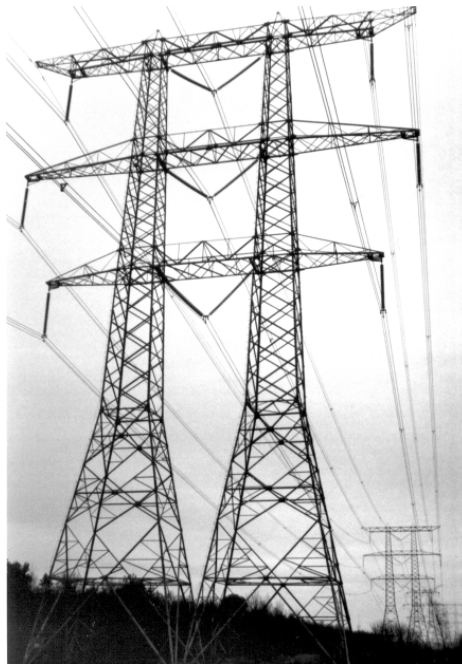
Een transitie naar een duurzame energievoorziening wordt belemmerd door huidige werking van het economisch systeem (bijlage 8 bevat een uitgebreidere beschrijving van deze belemmeringen). Op dit moment zijn fossiele brandstoffen bijvoorbeeld veel goedkoper dan duurzamere vormen van energie. Een van de oorzaken hiervan is dat de milieuschade als gevolg van het gebruik van fossiele brandstoffen niet goed in de prijs wordt doorberekend. Door de geleidelijke invoering van een internationaal systeem van verhandelbare emissierechten wordt deze onbalans verminderd.

Een ander probleem is de monopolistische structuur van de distributiemarkt voor energie. Binnen een bepaald gebied is slechts één bedrijf verantwoordelijk voor het transport van elektriciteit. Elektriciteit die ontstaat bij het lokaal en gecombineerd opwekken van warmte en elektriciteit of elektriciteit uit duurzame bronnen, mag niet via het netwerk worden getransporteerd naar een andere gebruiker. In plaats daarvan moet de geproduceerde energie worden teruggeleverd aan het energiebedrijf. Voor elektriciteit die aan het energiebedrijf wordt teruggeleverd, wordt een vergoeding betaald die meer dan 30% onder de inkoopprijs ligt. Voor huishoudens geldt tot 5.000 kWh een hogere terugleververgoeding. De lagere vergoeding voor grote opwekkers wordt gedeeltelijk verklaard uit de onvoorspelbaarheid van het aanbod van elektriciteit bij teruglevering. Het resultaat van de lagere vergoeding is echter dat de elektriciteitsproductie uit warmtekrachtkoppeling of duurzame bronnen minder rendabel is.

De belemmeringen in de distributiemarkt voor elektriciteit kunnen worden opgelost met technische en organisatorische maatregelen. Technische maatregelen zijn de sturing van de vraag naar elektriciteit, bijvoorbeeld door apparaten op afstand aan- en uit te kunnen schakelen, en de tijdelijke opslag van energie. Op organisatorisch gebied kan gewerkt worden met 'teruglevergaranties' waarbij een producent en gebruiker afspreken elkaars energie te gebruiken. Met een feed-in vergoedingensysteem kan de economische haalbaarheid van decentrale energieprojecten worden verbeterd. In een dergelijk systeem worden vergoedingen voor de levering van duurzame elektriciteit betaald uit een kleine verhoging van tarieven voor conventionele elektriciteit.

De mogelijkheden voor teruglevering van biogas via het aardgasnetwerk zijn op dit moment nog beperkt. De redenen hiervoor zijn vooral van technische aard. Het biogas moet een vergelijkbare kwaliteit als aardgas hebben en daarvoor zijn extra bewerkingsstappen nodig. Daarnaast is de capaciteit van het aardgasnet niet voldoende voor teruglevering. Voorkomen moet worden dat na aanpassing van het netwerk vergelijkbare economische belemmeringen ontstaan als bij de elektriciteitsdistributie.

Het investeren in energiebesparing en duurzame energieproductie kan het beste samengaan met reguliere investeringsmomenten. Hiermee wordt voorkomen dat extra kosten worden gemaakt voor aanpassingen van installaties of gebouwen. Hierbij ontstaat wel een sterke verschuiving van gebruikskosten naar investeringskosten. In veel gevallen worden deze kosten door andere partijen gedragen en kunnen kosten en baten oneerlijk verdeeld zijn. Hierop kan worden ingespeeld door innovatieve financieringsystemen zoals klimaat hypotheek en energiebesparinggaranties.



Elektriciteitsmast

5 Conclusies en adviezen

In dit advies wordt inzicht gegeven in de lange termijn ontwikkelingen van het aanbod en gebruik van energie in Noord-Brabant. Hiermee kan worden aangegeven hoe de provincie met haar beleid kan bijdragen aan een verduurzaming van de energievoorziening. Een duurzame energievoorziening is erop gericht om binnen de grenzen van klimaatverandering en de beschikbaarheid van hernieuwbare energiebronnen te voldoen in de, door groei van de economie en bevolking, groter wordende energiebehoefte van de samenleving. De provincie kan energiebedrijven, industrie en burgers organisatorisch en financieel stimuleren en faciliteren om een duurzame energievoorziening tot stand te brengen. Dit vergt een grote bestuurlijke inspanning.

Op dit moment wordt er in de provincie ongeveer 400 PJ energie per jaar gebruikt. Het grootste deel (ruim 90%) hiervan komt uit fossiele brandstoffen en 8% is gebaseerd op duurzame energiebronnen (vooral biomassa). In de industrie wordt de meeste energie gebruikt, gevolgd door transport, diensten, huishoudens en als laatste de landbouw. Energie wordt het meeste ingezet voor de opwekking van warmte en maar een klein deel (16%) wordt gebruikt voor de productie van elektriciteit. De warmtevraag is daarmee een belangrijke factor bij het bepalen van het energiebeleid. Conform het SER Brabant-advies wordt daarom bepleit om de warmtevraag leidend te laten zijn in het energiebeleid.

De verwachting is dat de energievraag in 2040 tussen de 375 en 625 PJ zal bedragen. In potentie kan hiervan nog tussen de 83 en 249 PJ aan energie bespaard worden, vooral in de bebouwde omgeving en in de transportsector. Daarnaast kan er, voornamelijk uit zonne-energie en biomassa, minimaal 187 PJ aan duurzame energie binnen de provincie worden opgewekt.

Een volledig duurzame energievoorziening is economisch haalbaar en mogelijk zelfs goedkoper dan een op conventionele bronnen gebaseerde energievoorziening. Vooral in de eerste periode van de overgang naar een duurzame energievoorziening moeten extra investeringen worden gedaan om dit mogelijk te maken. De meerkosten voor deze investeringen, tussen de 0,5 en 3,5 miljard Euro, hangen sterk af van aannamen ten aanzien van de prijs van fossiele brandstoffen en de invoering van CO₂-emissierechten.

In dit advies wordt voorgesteld om ten bate van de transitie naar een duurzame energievoorziening in Noord-Brabant maximaal in te zetten op technische mogelijkheden voor energiebesparing en de decentrale inzet van duurzame energie. Op basis van deze combinatiestrategie komen we tot onderstaande adviezen voor het provinciaal beleid. Hierbij kan worden aangesloten op de proeftuinen die in het kader van het programmaplan 'Vertrouwen in Brabant' in gang zijn gezet en op het 'DOE' initiatief van de BOM.

1. Hanteer een integraal 'multi-input multi-output' perspectief

De keuzes voor duurzame energie, energiebesparing en efficiencyverhoging hangen met elkaar samen. Onderkenning van deze samenhang is cruciaal bij het nemen van beslissingen aangaande een toekomstige, duurzame energievoorziening. Een integraal 'multi-input multi-output' perspectief op de energiehuishouding moet hierbij leidend zijn. Dit rapport laat zien hoe vanuit dit perspectief in één oogopslag duidelijk wordt welke mogelijkheden en uitdagingen er zijn voor een toekomstige energievoorziening in Noord-Brabant in 2040.

2. Zet maximaal in op energiebesparing

Er is een enorm potentieel voor energiebesparing op alle terreinen, die maximaal benut zal moeten worden. De industrie doet als voorloper op dit gebied al veel, maar zal gestimuleerd moeten worden om het maximale eruit te halen. Daarbij moeten vooral veel nieuwe, laag energetische processen ontwikkeld worden. Biotechnologie en (bio-)katalyse spelen hierbij een belangrijke rol.

Voor de bebouwde omgeving blijft de bestaande bouw een groot deel van het energiegebruik uitmaken, ook de komende 30 jaar. Het beleid moet erop gericht zijn om bij renovatie van bestaande bouw energiebesparing sterk te laten meewegen. Dit beleid moet er toe leiden dat in renovatieprojecten vanaf 2020 minimaal 50% energie bespaard wordt.

Een belemmering voor het nemen van energiemaatregelen in de bebouwde omgeving is de verschuiving van gebruik- naar investeringkosten. Hierop kan worden ingespeeld door innovatieve financieringsystemen zoals klimaat hypotheek en energiebesparinggaranties.

3. Verhoog waar mogelijk de energie-efficiency

Er zijn grote mogelijkheden tot efficiency verbetering van de bestaande systemen in de industrie wanneer de opwekking van elektriciteit en warmte zo dicht mogelijk bij de warmtevraag wordt gesitueerd. Op dit moment zorgen economisch-juridische belemmeringen ervoor dat dit potentieel niet wordt ingezet. Hogere terugleververgoedingen en vrije toegang tot gas-, warmte- en elektriciteitsnetten geven impuls aan warmtekrachtkoppeling (WKK). Geef ook in vergunningen ruimte voor het zelf opwekken van (bio-)energie en de uitwisseling van energie met andere bedrijven. Het verder verduurzamen van de energievraag in de industrie is mogelijk door biomassa (CO₂ neutraal) als brandstof voor WKK in te zetten.

Met het gebruik van elektrische motoren voor voertuigen is een energie-efficiency slag te slaan in het transport van goederen en personen. Volledig elektrisch transport kan, met enige aanpassingen, gebruik maken van het bestaande elektriciteitsnetwerk. Dit levert een verbeterd de efficiency met een factor 2-3. Bovendien kan de opslagcapaciteit van het wagenpark gebruikt worden om fluctuaties in het aanbod van duurzame elektriciteit op te vangen. Ervaringen met elektrische auto's kunnen worden opgedaan in een proefproject. In een dergelijk project worden auto's beschikbaar gesteld en (snel-)laadpunten aangelegd, technische metingen verricht van het energiegebruik en ervaringen van gebruikers gedocumenteerd.



NRGSpot, oplaadpunt voor elektrische voertuigen

4. Zet maximaal in op de toepassing van duurzame energiebronnen

Voor de toekomst vormt zonne-energie de belangrijkste bron van energie. Hiermee kan het energiegebruik van huishoudens en diensten volledig gedekt worden. Het gebruik van biomassa vormt een goede aanvulling om in de hoogwaardige, decentrale warmtebehoefte van de industrie duurzaam te voorzien. Omdat de productie van biomassa in Brabant te klein zal een deel van de behoefte hieraan geïmporteerd moeten. Voor windenergie is binnen de provincie alleen bij industrieterreinen een zinvolle doch beperkte rol weggelegd. Met de import van extra windenergie kan voorzien worden in de resterende elektriciteitsvraag. Gezien de variatie in aanbod van duurzame energiebronnen is (seizoens-)opslag gewenst. Dit kan in de bebouwde omgeving onder andere met behulp van waterbuffers, faseovergangen (vast – vloeibaar) of chemische omzettingen.

Een energievoorziening op basis van duurzame energie is sterk gedecentraliseerd. Grootschalige uitwisseling van energie tussen gedecentraliseerde leveranciers en gebruikers via bestaande elektriciteit-, gas- en warmtenetten is op dit moment technisch beperkt. Dit komt onder andere doordat het aanbod en gebruik van duurzame energie in de tijd niet goed op elkaar aansluiten. Om netwerken geschikt te maken voor decentrale levering van energie moet het afstemmen van vraag en aanbod en de opslag van energie goed geregeld worden. Hiertoe dient prioriteit te worden gegeven aan decentrale ten opzichte van centrale omzetting. Bovendien dient te worden geïnvesteerd in het geschikt maken van elektriciteits- en gasnetten voor teruglevering. Proefprojecten op het gebied van energieopslag en teruglevering zijn noodzakelijk.

Concluderend: een duurzame energievoorziening voor de Provincie Noord-Brabant is op termijn financieel en technisch haalbaar. De hiervoor benodigde investeringen verdienen zich uiteindelijk terug. De Provincie kan voor deze transitie een wezenlijke rol spelen.

Een op bestuurlijk niveau opererende energietransitieraad, met duidelijk opdrachten en financiële middelen, kan deze rol vormgeven. Deze raad werkt het energiebeleid uit door te adviseren over:

- de capaciteit en de toegankelijkheid van elektriciteits- en gasnetten;
- de keuze en de coördinatie van proefprojecten met energiebesparing en duurzame energie (zie ook SER pilots);
- het mede sturing geven aan lange termijn energieonderzoek bij onderwijsinstellingen en bedrijfsleven;
- het versterken van experimenteerruimten binnen kennisinstellingen (o.a. Energy Factory) voor duurzame energiesystemen, de opslag van energie en het regelen van de energiedistributie;
- het verbinden van kennisinstellingen en bedrijven omwille van experimenten en de productie van innovatieve energiesystemen.

Om een zo breed mogelijk draagvlak te creëren wordt de energietransitieraad samengesteld met mensen uit de politiek, bedrijfsleven, onderwijsinstellingen en belangenorganisaties. Als eerste aanzet voor een mogelijk programmabudget voor deze raad is een investering geraamd van circa 200 miljoen Euro voor twee jaar (zie begroting in bijlage 10).

6 Praktische ideeën

Hier volgt een opsomming van enkele zinvol geachte suggesties voor praktisch provinciaal beleid.

- Het opzetten van een energie expertise centrum in de provincie. Het is namelijk van belang dat de technische knowhow van en inspirerende voorbeelden op het gebied een duurzame energievoorziening, ook vanuit het buitenland, op een onafhankelijke manier kunnen worden uitgedragen en benut door middel van eigen onderzoek.
- Het renoveren van 2.500 woningen die conform de laatste stand van de techniek zijn geïsoleerd en laten zien dat energieneutraal wonen mogelijk is zonder in te leveren op comfort en/of gezondheidsproblemen.
- Het uitvoeren van een aantal pilots in de in de renovatie van utiliteitsgebouwen waardoor de energiekosten sterk worden verlaagd.
- Pilots waarbij in aanbestedingstrajecten van de utiliteitsbouw gebruikskosten belangrijker worden dan de investeringskosten; daardoor wordt het energie gebruik een belangrijkere factor.
- Het plaatsen van minimaal 1.000 zonneboilers in elke Brabantse gemeente bijvoorbeeld op alle overheidsgebouwen. Ook projecten waarbij in de industrie via goedkope dakcollectoren behoorlijke besparingen op de warmwatervraag worden gerealiseerd.
- Het zodanig plannen van nieuwbouwwijken zodat bij latere aanleg van zonneboilers / PV zonnepanelen de oriëntatie geen belemmering meer vormt.
- Het zoeken naar mogelijkheden voor economische en energetische efficiënte toepassing van WKK installaties in overleg tussen provincie, netbeheerder en energie intensieve bedrijven.
- Het stimuleren van samenwerkingsprojecten op het gebied van elektrisch rijden waarbij technische ontwikkelen, koppeling met duurzame energieomzetting, gebruikerservaringen en kennisuitwisseling centraal staan.

Ook het SER Advies biedt een aantal praktisch toepasbare suggesties.

Bijlage 1 Verklarende woordenlijst

Aardwarmte

Warmte uit diepe aardlagen die langzaam door de kern van de aarde worden opgewarmd.

Balansventilatie

Een manier van ventileren van een gebouw waarbij evenveel lucht het gebouw wordt ingeblazen als er afgezogen wordt. Deze manier van ventilatie maakt het mogelijk energie uit de afgevoerde lucht terug te winnen.

Biomassa

Plantaardig of dierlijk materiaal dat omgezet wordt in bruikbare energie. Biomassa kan bestaan uit afvalstromen of worden gekweekt met het oog op energieomzetting (energiegewassen).

Biotechnologische processen

Het toepassen van processen uit de levende natuur op industriële schaal. De industriële biotechnologie omvat vooral het gebruik van micro-organismen en enzymen om nuttige producten en materialen te produceren.

Brandstofcel

Galvanisch element waarin chemische energie direct wordt omgezet in elektrische energie en waarin brandstof en oxidant continu aangevoerd worden.

CO₂-neutraal

Netto wordt er geen koolstofdioxide (CO₂) door het systeem uitgestoten.

Conventionele energie

Energie opgewekt uit fossiele voorraadbronnen (aardolie, aardgas, kolen) uranium.

Decentrale energieomzetting

Productie van elektriciteit op warmte op plekken dichtbij waar dit gevraagd wordt.

Digistaat

Het restproduct dat ontstaat bij de productie van biogas uit biomassa. Digistaat bevat water, levende en dode organismen, mineralen en de niet vergiste materiaal zoals houtstof.

Duurzame energie

Energie opgewekt uit hernieuwbare bronnen zoals de zon, wind, waterkracht en biomassa.

Duurzame energievoorziening

Het voorzien in de energie behoefte van de huidige generatie zonder de afbreuk te doen aan de mogelijkheden van toekomstige generaties om in hun behoefte te voorzien.

Energiebalans

Een overzicht van de energiestromen van een naar een systeem.

Energieneutraal

Netto hoeft er geen energie van buiten de grenzen van het systeem te worden aangevoerd.

Finaal energiegebruik

Het energiegebruik in de vorm en hoeveelheid zoals deze door de eindgebruiker wordt gebruikt (energiegebruik aan de meter)

Hernieuwbare energiebronnen

Energiebronnen die gebaseerd zijn op stromingsbronnen, in tegenstelling tot voorraadbronnen, waarvan de hoeveelheid energie voortdurend wordt aangevuld.

Hoogwaardige warmte

Warmte met een hoge temperatuur en energiedichtheid die kan worden omgezet in beweging.

Hybride aandrijving

Een (auto)motor die bestaat uit een combinatie van een elektromotor met een verbrandingsmotor.

Katalyse

Versnellen van chemische reacties door het toevoegen van bepaalde hulpstoffen. Met katalyse kan ook de temperatuur waarbij een reactie plaatsvindt, verlaagd worden.

Klimaatneutraal

Netto worden er geen broeikasgassen (koolstofdioxide, methaan, etc.) door het systeem uitgestoten.

Laagwaardige warmte

Warmte met een lage temperatuur en energiedichtheid waarmee alleen andere materialen kunnen worden opgewarmd.

Load-factor

Geeft in een percentage weer hoeveel een elektriciteitsproducerende installatie op vol vermogen moet draaien om de jaarlijkse hoeveelheid elektriciteit op te wekken.

Niet-energetisch gebruik

Benutten van brandstoffen voor doeleinden waarbij deze materialen niet worden verstoekt (meestal als grondstof voor de chemie).

Passiehuizen

Woningen waarbij de warmtevraag voor verwarming is teruggebracht tot 55 MJ/m².

Primair energiegebruik

Energie in de vorm zoals wordt aangetroffen in de oorspronkelijk gewonnen energiedrager (bijv. steenkool, olie, aardgas en uranium).

PV-panelen

Een installatie om zonlicht om te zetten in elektriciteit. Een PV-paneel bestaat uit zonnecellen die elektriciteit opwekken door middel van een fotonvoltaïsch effect.

Realiseerbaar potentieel

Economische haalbaarheid van de maatregel en de technische mogelijkheden de maatregel grootschalig toe te passen.

Realistisch potentieel

Mogelijkheden voor maatregelen in het kader van maatschappelijke en politieke acceptatie hiervan.

Rendement

De verhouding tussen de energie die een systeem ingaat en de energie die nuttig wordt gebruikt.

Restwarmte

Warmte die ontstaat bij verbranding of andere chemische processen en die in principe niet verder wordt gebruikt.

Technisch potentieel

Maximale winbare hoeveelheid energie op basis van het rendement van omzetting en technische beschikbaarheid van locaties.

Theoretisch potentieel

Totale stroom van energie uit de natuurlijke omgeving.

Vergisting

Omzetting van biomassa in methaan (aardgas) met behulp van bacteriën in een zuurstofloze omgeving.

Warmte en koude opslag

Het afstemmen van warmtevraag en -aanbod door buffering van warmte en koude. Energiebesparing vindt plaats als hierdoor perioden waarin warmte niet kan worden afgezet worden overbrugd. Warmte- en koude opslag vind vaak plaats in de bodem.

Warmtekrachtkoppeling (WKK)

Gelijktijdige opwekking van elektriciteit en warmte in één centrale.

Warmtepomp

Apparaat om warmte van een laag temperatuurniveau te brengen op een hoger temperatuurniveau. De ijskast is hier een voorbeeld van; dit apparaat transporteert warmte vanuit de te koelen ruimte naar de omgeving.

Waterkracht

Elektriciteit dat gewonnen wordt uit het hoogteverschil van water in rivieren.

Windenergie

Elektriciteit die wordt opgewekt uit stroming van de lucht, met behulp van een windmolen.

Zonne-energie

Bruikbare energie opgewekt uit zonlicht.

Zonnecollectoren

Een installatie om zonlicht om te zetten in bruikbare warmte. In de basis bestaat een zonnecollector uit een metalen plaat die warmte opneemt

Bijlage 2 Eenheden van energie

Energie wordt op verschillende manieren uitgedrukt zoals in kWh (kilo Watt uur) om de hoeveelheid elektriciteit aan te geven en in m³ gas om de hoeveelheid aardgas aan te duiden. Ook gebruiken we vaak de eenheid W, dit is geen echte energie hoeveelheid maar een vermogen van energie. Vermogen en hoeveelheid lijken erg op elkaar maar zijn wel degelijk verschillend. Vergelijk het maar met het vermogen van een auto (bijvoorbeeld 50 pk) en de hoeveelheid gebruikte energie (bijvoorbeeld 1 liter benzine op 10 km afgelegde rijafstand).

De standaard rekeneenheid van energie is de Joule ook wel afgekort als J. Omdat 1 Joule slechts een kleine hoeveelheid energie betreft kom je vaak de J tegen in de volgende vormen:

-	kJ (kilo Joule)	1.000 Joule	factor 10 ³
-	MJ (mega Joule)	1.000.000 Joule	factor 10 ⁶
-	GJ (giga Joule)	1.000.000.000 Joule	factor 10 ⁹
-	TJ (tera Joule)	1.000.000.000.000 Joule	factor 10 ¹²
-	PJ (peta Joule)	1.000.000.000.000.000 Joule	factor 10 ¹⁵

In dit rapport wordt vooral gebruik gemaakt van PJ als eenheid voor energie.

Deze hoeveelheid energie is voldoende om 17 duizend woningen van warmte of 80 duizend woningen van elektriciteit te voorzien.

Bijlage 3 Energifactoren

B3.1 Calorische waarden

Brandstof	Calorische waarde	Emissiefactor Bron
Aardgas	31,65 [MJ/m ³]	56,1 [kg CO ₂ / GJ] [1]
Antraciet	26,6 [GJ/ton]	[1]
Nafta	44 [GJ/ton]	[1]
Biomassa	15,1 [GJ/ton]	[1]
GFT-Afval	3,4 [GJ/ton]	[2]
Vers resthout	10,2 [GJ/ton]	[2]
Restafval	9 [GJ/ton]	[2]

B3.2 Specifiek energiegebruik transport

De onderstaande gegevens zijn afkomstig uit een onderzoek van het RIVM [3].

Personenenvoer	[MJ/rkm]
Auto	1,68
Trein	0,79
Stadsbus	1,41
Streekbus	1,03
Trams	0,83
Metro	0,83

Goederenvervoer	[MJ/tkm]
Bestelauto (3,5 ton)	10,7
Vrachtauto (3,5-10 ton)	2,03
Vrachtauto (10-20 ton)	1,38
Vrachtauto (>20 ton)	0,82
Vrachtauto (totaal)	1,57
Trekkers	0,78
Wegtransport (totaal)	1,32
Trein	0,61
Binnenvaart (gem.)	0,6

B3.3 Literatuur

[1] H.H.J. Vreuls. Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO₂-emissiefactoren. Utrecht, SenterNovem, 2004.

[2] J. Koppejan; P.D.M. de Boer-Meulman. De verwachte beschikbaarheid van biomassa in 2010. Utrecht, SenterNovem, 2005. Verkregen van http://www.senternovem.nl/duurzameenergie/publicaties/publicaties_bio-energie/Verwachte_beschikbaarheid_biomassa_in_2010.asp op 20-8-2008

[3] R.M.M. van den Brink; G.P. van Wee. Energiegebruik en emissie per vervoerwijze. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 1997.

Bijlage 4 Berekening energiebalans Noord-Brabant

Om inzicht te krijgen in de energiehuishouding van de provincie Noord-Brabant is een energiebalans opgesteld. Op basis van deze energiebalans kunnen verdere berekeningen worden gemaakt voor de toekomstige ontwikkelingen in de energievoorziening. De energiebalans van Noord-Brabant is voornamelijk tot stand gekomen door regionalisatie van de Nederlandse energiebalans. In dit hoofdstuk is beschreven welke gegevens en berekeningen aan de balans ten grondslag liggen. Als basisjaar voor de berekeningen is uitgegaan van 2006.

B4.1 Energiebalans

In de energiebalans wordt uitgegaan van bronnen van energie, energie omzettingen, energiegebruikers en energieputten. Voor de bronnen van energie wordt onderscheid gemaakt in de natuurlijke omgeving en de import van energiedragers. Slechts een deel van de energie uit deze bronnen wordt gebruikt en het andere deel wordt afgevoerd naar de putten, de natuurlijke omgeving⁶ en export. Bij omzetting worden energiedragers omgezet in elektriciteit en warmte. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in centrale omzetting, in centrales van energieproductiemaatschappijen (m.n. Essent), en decentrale omzetting, in kleinere centrales van andere bedrijven. De energiegebruikers zijn huishoudens, dienstverlenende bedrijven (inclusief overheid), landbouw, industrie en transport (personen en goederen vervoer). Deze indeling zal in de rest van dit hoofdstuk worden gebruikt voor de beschrijving van de berekeningen.

In de balans wordt verder ook onderscheid gemaakt naar verschillende energiedragers. Hieronder vallen de conventionele energiedragers (aardgas, aardolieproducten, steenkool, elektriciteit en warmte) en duurzame energiebronnen (afval, biomassa, zonne-energie, windenergie en waterkracht).

B.4.1.1 Natuurlijke omgeving

De natuurlijke omgeving vormt vooral een bron van duurzame energiebronnen. De potentie van deze bronnen is berekend in bijlage 6.

In Brabant wordt een kleine hoeveelheid aardgas gewonnen in velden rondom Waalwijk. Dit gewonnen aardgas, 2 PJ [1], wordt eerst per pijplijn buiten Brabant gebracht voordat het kan worden geconsumeerd.

B.4.1.2 Import en export

De posten im- en export zijn gebruikt om de balans kloppend te maken. Daarnaast is voor de energiedragers olieproducten en kolen een inschatting gemaakt van export op basis van transportdata. Voor zeevaart is gebruik gemaakt van de lading en lossing in de haven van Moerdijk [2]. Voor transport over

⁶ Uiteindelijk wordt alle energie (in de vorm van warmte) door de natuurlijke omgeving opgenomen. Hier wordt echter alleen de energie bedoeld die zonder (menselijke) omzetting wordt opgenomen.

binnenwater zijn ook rechtstreeks gegevens van het CBS [3] beschikbaar. De gegevens over export via weg- en spoorvervoer zijn gebaseerd op gegevens van de provincie Noord-Brabant uit 2005 [4, 5] en geëxtrapoleerd met CBS gegevens voor Nederland over 2006 [6, 7, 8]. In totaal exporteert de provincie 48 PJ olieproducten en 10 PJ kolen.

Een deel van het afval dat wordt verwerkt in de afvalverbrandingsinstallatie Moerdijk wordt geïmporteerd uit de provincies Zeeland en Limburg. Deze hoeveelheid is berekend op basis van de hoeveelheid verbrand gemeentelijk afval uit deze provincies [9]. Uit dit geïmporteerd afval kan 2,4 PJ energie worden gewonnen.

Elektriciteit wordt vrij verdeeld over het hoogspanningsnetwerk. Hierdoor vindt er zowel import als export van elektriciteit plaats. Omdat de eigen opwekking in Noord-Brabant lager is dan het verbruik wordt er netto elektriciteit geïmporteerd. Naar verwachting wordt er ook biomassa voor energiedoeleinden geïmporteerd en geëxporteerd. Hierover zijn echter geen gegevens beschikbaar. Voor warmte wordt ervan uitgegaan dat dit niet geïmporteerd dan wel geëxporteerd wordt. Dit heeft te maken met de eigenschap van warmte dat dit moeilijk efficiënt getransporteerd kan worden.

B.4.1.3 Omzettingen

Met omzettingen wordt bedoeld het produceren van elektriciteit en warmte uit andere energiedragers. Bij omzettingen wordt onderscheidt gemaakt in centrale en decentrale productie. Voor centrale productie is uitgegaan van productiefaciliteiten van Essent. Decentrale productie vindt plaats bij andere bedrijven.

De grootste productielocatie voor elektriciteit in Noord-Brabant is de Amercentrale. Deze centrale gebruikt kolen en biomassa als brandstof om 25 PJ elektriciteit en 4 PJ warmte op te wekken. Aardgas wordt in de Dongecentrale en vijf middelgrote warmtekracht centrales omgezet in elektriciteit en warmte. Daarnaast wordt elektriciteit opgewekt bij de afvalverbrandingsinstallatie in Moerdijk, de biomassa centrale in Cuijk en op diverse locaties uit stortgas. In totaal wordt door Essent in Noord-Brabant 34 PJ elektriciteit en 8 PJ warmte opgewekt [10]. De brandstofinzet voor deze opwekking is weergegeven in tabel B4.1.

Tabel B4.1 Brandstofinzet installaties Essent

Brandstof	Energiewaarde [PJ]	Berekening
Kolen	52,2	Totale koleninzet Essent verminderd met inzet EPZ (centrale Borssele)
Aardgas	15,8	CO2 emissie centrales en emissiefactor
Biomassa	8,8	Totale inzet Essent verminderd met inzet EPZ (centrale Borssele)
Afval	6,1	Verdeling totale verwerkte hoeveelheid afval op basis van capaciteit tussen AVI Wijster en AVI Moerdijk

Bron: MVO Verslag Essent 2006 [10] en Jaarverslag EPZ 2006 [11]

Voor decentrale opwekking van warmte en elektriciteit is gebruik gemaakt van gegevens uit de Nederlandse energiebalans [12]. Hierin is de inzet van brandstoffen en de productie van elektriciteit en warmte gegeven voor een aantal ad hoc sectoren. Dit gebruik en de productie van energie is geregionaliseerd met behulp van de productiestructuur Noord-Brabant [13]. Bij papierindustrie is aangenomen dat decentrale omzetting niet plaatsvindt bij drukkerijen en uitgeverijen. In de energiebalans zijn land- en tuinbouw en diensten samen opgenomen onder de post overige energieafnemers. Deze post is daarom opgedeeld met behulp van het opgesteld vermogen in deze sectoren uit het overzicht van productiemiddelen elektriciteit [14]. Het gebruik en de productie van energie in decentrale installaties is weergegeven in tabel B4.2.

Tabel B4.2 Decentrale inzet en productie van energiedragers

Bedrijfsgroepen	Inzet [PJ]			Productie [PJ]	
	Aardgas	Aardolie producten	Biomassa	Elektriciteit	Warmte
Voedings- en genotsmiddelen	5,7		0,1	1,2	3,7
Papier	3,2			0,9	1,8
Chemie	5,9	2,7		1,3	4,8
Overige industrie	0,2			0	0,1
Land- en tuinbouw	6,7	0,1	0,5	2,4	3,7
Diensten	5,5	0	0,2	1,2	1,2

Een kleine hoeveelheid elektriciteit wordt opgewekt uit zonne-energie, windenergie en waterkracht. Voor windenergie is de productie in Noord-Brabant, 0,2 PJ, gegeven door het CBS [15]. Waterkracht wordt opgewekt in de NUON waterkrachtcentrale in de maas bij Lith. De centrale levert 0,1 PJ aan elektriciteit [16]. Uit zonne-energie kan zowel elektriciteit als warmte worden gewonnen. De geproduceerde hoeveelheid elektriciteit is met 0,1 TJ zeer klein [17]. De productie van warmte is iets groter namelijk 0,07 PJ. Voor dit laatste getal is gebruik gemaakt van de totale oppervlakte zonnecollectoren [17] en kengetallen voor de opbrengst [33]

B.4.1.4 Energiegebruik

Bij energiegebruikers is onderscheid gemaakt in:

- huishoudens;
- diensten;
- landbouw;
- industrie;
- transport.

Het elektriciteits- en aardgasverbruik in huishoudens in 2004 is berekend als respectievelijk 47 PJ en 10 PJ⁷. Deze cijfers zijn met behulp van de energiebalans

⁷ Eigen berekening Telos op basis van bij het CBS beschikbaar gestelde bestanden betreffende Energieverbruik huishoudens 2004V1

van Nederland [12] geëxtrapoleerd naar 2006. Voor warmte zijn de gegevens uit de nationale energiebalans geregionaliseerd met gegevens over het aantal aangesloten huizen op het warmtenet [18]. Het gebruik van warmte in huishoudens komt hiermee op 0,9 PJ. Het verbruik van aardolieproducten is berekend op basis van het aantal woningen zonder gas- of warmteaansluiting [19, 20]. Het verbruik van aardolieproducten komt daarmee op 0,6 PJ. Het gebruik van biomassa in hout kachels is voor Brabant ongeveer 1,3 PJ [17].

In de nationale energiebalans [12] is het energiegebruik van diensten samengevoegd met dat van landbouw. Voor de Brabantse balans is daarom het energiegebruik van de landbouw (zie hieronder) van deze balanspost afgetrokken. Daarna is voor diensten het energiegebruik uit de nationale energiebalans [12] opgedeeld naar sectoren met behulp van gegevens over het elektriciteits- en aardgasverbruik per sector [21]. Op basis van deze verdeling is vervolgens, met behulp van de Brabantse productiestructuur [13], het energiegebruik verwerkt tot het totaal voor diensten in Noord-Brabant. Hierna is nog een correctie toegepast voor de inzet en productie van energie in decentrale energieomzetting. Het eindgebruik in de dienstensector is weergegeven in tabel B4.3.

Voor de landbouw geeft het CBS gegevens over het energiegebruik in 2005 voor verschillende bedrijfstypen [22]. Samen met de oppervlakte landbouwgrond uit de landbouwtellingen in Nederland [23] en Noord-Brabant [24] is het energiegebruik geregionaliseerd. Ook bij landbouw is een correctie toegepast voor decentrale energie omzetting. Het totaal energiegebruik in de landbouw voor Noord-Brabant is weergegeven in tabel B4.3.

Tabel B4.3 Energiegebruik in diensten en landbouw sector

Energiegebruik in PJ	Diensten	Landbouw
Aardgas	22,1	8,8
Olieproducten	7,5	1,4
Kolen	0,2	-
Elektriciteit	17,3	4,3
Warmte	5,0	5,1
Biomassa	0,5	0,1

In de nationale energiebalans is het energiegebruik voor de industrie opgenomen in enkele ad hoc categorieën [12]. Deze categorieën komen niet overeen met de indeling van de regionale productiestructuur [13]. Om deze categorieën te reconstrueren is gebruik gemaakt van energiegebruik gegevens in de industrie [25]. In het energiegebruik uit de nationale energiebalans zijn voor twee sectoren correcties toegepast. Voor de chemie is het niet-energetisch gebruik afgetrokken van het totale gebruik. Bij de basismetalaalindustrie is aangenomen dat deze industrietak in Brabant vooral non-ferro metaal verwerkt. Hierdoor is het gebruik van kolenproducten lager en het gebruik van elektriciteit hoger dan het Nederlands gemiddelde. Het energiegebruik in de industrie is weergegeven in tabel B4.4.

Voor gebruik van warmte in de industrie is uitgegaan van de aanname dat warmte niet geïmporteerd of geëxporteerd kan worden. Het warmtegebruik van de industrie wordt hiermee een restpost van de totaal centraal geproduceerde warmte na aftrek van gebruik door huishoudens, diensten en landbouw. In de industrie wordt verder biomassa gebruikt in de vorm van houtverbranding en biogas. Het Nederlandse gebruik [17] is gerelateerd aan de totale industriële productie [13], waarmee het gebruik in Noord-Brabant uitkomt op 1,6 PJ.

Tabel B4.4 Energiegebruik industrie

Industriesector	Energiegebruik in PJ					Biomassa ^a
	Aardgas	Elektriciteit	Steenkolen	Aardolie	Warmte ^a	
Voedings- en genotmiddelenindustrie	9,7	6,0	0,2	0,2		
Textiel- en lederindustrie	0,8	0,4			0	
Papierindustrie	1,2	1,7			0	
Uitgeverijen en drukkerijen	0,3	0,4				
Aardolie-industrie	0,1	0			0,8	
Chemische industrie	12,8	8,8	0,7		19,9	
Rubber- en kunststofindustrie	0,8	1,5			0	
Basismetalenindustrie	1,0	5,5			2,3	
Metaalproductenindustrie	1,2	1,0			0	
Machine-industrie	1,2	1,0			0	
Elektrotechnische industrie	2,0	2,1			0,1	
Transportmiddelenindustrie	0,7	0,7			0	
Overige industrie	5,3	1,7	0,3		0,3	
Totaal	52,2	27,4	1,2	18,4	2,7	1,6

^a Van warmte en biomassa is alleen het totaal gebruik berekend

Het energiegebruik voor transport is apart berekend voor personen- en goederenvervoer en de verschillende modaliteiten. Voor het gebruik van personenvervoer zijn, uit het mobiliteitsonderzoek Nederland [26], directe gegevens voor de Provincie beschikbaar, in de vorm van reizigerskilometers. Deze zijn met behulp van energiefactoren voor de transportmiddelen om te rekenen naar het energiegebruik [28] (zie ook bijlage 3).

Voor goederenvervoer is alleen het binnenlandse goederenvervoer meegenomen. Voor de binnenvaart zijn direct provinciale gegevens beschikbaar over de vervoerde ladingtonkilometer [3]. Voor het vervoer over de weg en het spoor zijn de cijfers [6, 7, 8] geregionaliseerd vanuit de gegevens over Zuid-Nederland (de provincies Limburg en Brabant). Dit is gedaan op basis van de economische omvang van vervoer over land in de beide provincies [13]. Bij goederenvervoer per spoor is aangenomen dat 30% plaatsvindt met diesel locomotieven [27]. Door correctie voor de totalen uit de Nederlandse energiebalans [12] is het energiegebruik zoals weergegeven in tabel B4.5 tot stand gekomen.

Tabel B4.5 Energiegebruik voor transport

Modaliteit		Gebruik [10 ⁹ rkm / 10 ⁹ tkm]	Energiegebruik [PJ]
Personenvervoer	Auto	22,9	43,9
	Trein	1,8	0,6
	Bus	0,4	0,5
Goederenvervoer	Weg	19,5	29,3
	Trein	0,3	0,1
	Binnenvaart	4,0	2,7

B4.2 Resulterende balans

In tabel B4.6 is de energiebalans weergegeven zoals deze resulteert uit de bovenstaande berekeningen.

Tabel B4.6 Energiebalans voor de provincie Noord-Brabant 2006
[PJ]

	Aardgas	Olie- producten	Kolen	Elektriciteit	Warmte	Atval	Biomassa	Zonne- energie	Wind- energie	Water- kracht
IN										
Natuurlijke omgeving	2				^a	9	21	155	2	0
Import	154	160	63	22		2				
UIT										
Omzettingen										
centraal	16		52	-34	-8	6	9	0		0
decentraal	27	3		-8	-16		1	0		
Gebruikers										
huishoudens	43	1		11	1		1			
diensten	22	8	0	17	5		0			
landbouw	9	1		4	5		0			
industrie	37	24	1	31	13		2			
transport		76		1			0			
Natuurlijke omgeving (onbenut)						5	8	155	2	0
Export	2	48	10							

^a De totale voorraad diepe aardolie is ingeschat op 7.500 PJ.

Op basis van de energiebalans weergegeven in tabel B4.6 kan bepaald worden wat het primaire energiegebruik in Noord-Brabant is. Het primaire energiegebruik is de totale energie die nodig is voor het gebruik van energiedragers vanaf de winning van brandstoffen. Bij het gebruik van elektriciteit wordt hierbij rekening gehouden met het rendement van elektriciteitscentrales (zie tabel B4.7). Bij rendementen van centrales kan onderscheid worden gemaakt in elektrisch rendement, waarbij alleen geproduceerde elektriciteit wordt beschouwd, en overall rendement, waarbij ook nuttig gebruikte warmte wordt meegenomen. Voor aardgas en aardolieproducten wordt een factor toegepast die corrigeert voor verliezen bij winning, raffinage en distributie (zie tabel B4.7) [29]. Het berekende energiegebruik van de eindgebruikers en het totaal voor Noord-Brabant is weergegeven in tabel B4.8.

Tabel B4.7 Rendementen en omrekenfactoren primaire energie

	Elektrisch rendement	Overall rendement	Omrekenfactor
Centrale opwekking Nederland [12]	45%	^a	2,24
Centrale opwekking Noord-Brabant	41%	51%	1,98 ^b
Decentrale opwekking Noord-Brabant	^c	77%	1,30
Aardgas [29]			1,01
Aardolieproducten [29]			1,07

^a Overall rendement kan op basis van de Nederlandse energiebalans niet bepaald worden

^b Voor de omrekenfactor is gebruik gemaakt van het overall rendement

^c Decentrale opwekking wordt geregeld op de warmtevraag waardoor het elektrisch rendement niet relevant is.

Tabel B4.8 Primaire energiegebruik eindgebruikers

Primair energiegebruik [PJ]	
Huishoudens	67
Diensten	73
Landbouw	27
Industrie	147
Transport	83
Totaal	397

B4.3 Literatuur

[1] Productiecijfers per put of vergunning. NL Olie- en Gasportaal. Verkregen van www.nlog.nl op 10-7-2008.

[2] Zeevaart; reis- en ladinggegevens per kwartaal. Centraal Bureau voor de Statistiek. verkregen van statline.cbs.nl op 25-7-2008

[3] Binnenvaart; goederenstromen in de binnenlandse en internationale vaart. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 25-7-2008.

[4] Goederenvervoer over de weg. Provincie Noord-Brabant. Verkregen van www.brabant.databank.nl op 27-7-2008.

[5] Goederenvervoer over het spoor. Provincie Noord-Brabant. Verkregen van www.brabant.databank.nl op 27-7-2008.

[6] Wegvervoer; kwartaalreeksen goederenvervoer over de weg. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 25-7-2008.

[7] Maandcijfers binnenlands goederenvervoer per spoor. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 25-7-2008.

[8] Maandcijfers internationaal goederenvervoer per spoor. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 25-7-2008.

[9] Gemeentelijke afvalstoffen; hoeveelheden. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 25-7-2008.

[10] Een krachtig energiebedrijf in duurzaam perspectief: MVO Verslag 2006. Arnhem, Essent, 2007. Verkregen van www.essent.nl op 19-7-2008

[11] Jaarverslag 2006. Borsele, Elektriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland EPZ, 2007. Verkregen van www.epz.nl op 19-7-2008.

[12] Energiebalans, Energieverbruik. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 28-7-2008.

[13] Productiestructuur per regio. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 20-7-2008.

[14] Elektriciteit; productie en productiemiddelen. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 26-7-2008.

[15] Windenergie op land; productie en capaciteit per provincie. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 19-7-2008.

[16] NUON Duurzaamheidsverslag 2006. Arnhem, NUON, 2007. Verkregen van <http://jaarverslagen.nuon.com/2006/> op 19-7-2008.

[17] Duurzame energie; binnenlandse productie, verbruik en capaciteit. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 9-7-2008.

[18] Aantal Aansluitingen Gasnet. Energiened. Verkregen van www.energiened.nl op 6-11-2006

[19] Basisonderzoek Warmte Kleinverbruikers. Arnhem, Energiened, 2003.

[20] Woningvoorraad per regio. Centraal Bureau voor de Statistiek Verkregen van statline.cbs.nl op 16-7-2008.

[21] Aardgas- en energieverbruik energie-afnemers (1993-1999). Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 26-7-2008.

[22] Energieverbruik in de land- en tuinbouw. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 25-7-2008.

[23] Landbouwtelling met indelingen naar bedrijfstypen per regio. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 1-8-2008.

[24] Landbouwtelling; hoofdbedrijfstype regio. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 1-8-2008.

[25] Energieverbruik en -kosten industrie en turf-, zand-, klei- etc. winning. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 20-7-2008.

[26] Rijkswaterstaat. Mobiliteitsonderzoek Nederland 2006; Tabellenboek. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Verkregen van <http://www.rws.nl/dvs/themas/mobiliteit/personenvervoer/mon/index.jsp> op 1-8-2008.

[27] W.J. Dijkstra, J.M.W. Dings. Milieubelasting van mobiele bronnen : 4 'vergeten' categoriën. Delft, CE, 2000. Verkregen van <http://www.rapportsysteem.nl/artikel/index.php?id=211&action=read> op 25-7-2008.

[28] H.H.J. Vreuls. Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO₂-emissiefactoren. Utrecht, SenterNovem, 2004.

[29] MONITweb. Petten, Energieonderzoek Centrum Nederland. Verkregen van <http://www.energie.nl/index4.html> op 7-8-2008

[30] J. Koppejan; P.D.M. de Boer-Meulman. De verwachte beschikbaarheid van biomassa in 2010. Utrecht, SenterNovem, 2005. Verkregen van http://www.senternovem.nl/duurzameenergie/publicaties/publicaties_bio-energie/Verwachte_beschikbaarheid_biomassa_in_2010.asp op 20-8-2008

[31] R.M.M. van den Brink; G.P. van Wee. Energiegebruik en emissie per vervoerwijze. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 1997.

[32] Feiten en Cijfers 2006. Utrecht, SenterNovem.

Bijlage 5 Besparingspotentieel

In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van energiebesparing in diverse sectoren. In de eerste paragrafen wordt per sector het technisch potentieel voor besparingen uitgewerkt. In de laatste paragraaf wordt een overzicht gegeven van het realistisch potentieel aan besparingen.

B5.1 Bebouwde omgeving

Het energiegebruik in de bebouwde omgeving (huishoudens (woningbouw) en diensten (utiliteitsbouw)) is ongeveer 35% van het totale energiegebruik. Binnen de bebouwde omgeving zijn echter ook vele mogelijkheden dit energiegebruik terug te dringen. Door toepassing van bestaande technologie en technologieën in ontwikkeling kan de bebouwde omgeving vanaf 2050 energieneutraal⁸ of zelf energieproducerend zijn [1]. In dit hoofdstuk worden eerst maatregelen voor de woningbouw en vervolgens voor de utiliteitsbouw besproken. Hierbinnen wordt verder onderscheid gemaakt in energiebesparende maatregelen en het opwekken van duurzame energie.

B.5.1.1 Woningbouw

Bij de woningbouw moet onderscheid gemaakt worden tussen bestaande bouw en nieuwbouw. Voor bestaande bouw zijn de mogelijkheden tot het nemen van maatregelen beperkt tot onderhoud en renovatie momenten. Daarnaast beperkt de bouwkundige staat van deze woningen de maatregelen die genomen kunnen worden. Voor nieuwbouw kan het ontwerp volledig worden aangepast aan energie-eisen. De effecten hiervan worden echter beperkt door hoeveelheid nieuw gebouwde huizen per jaar.

Voor de beperking van de energievraag wordt allereerst het warmteverlies van een woning beperkt. Hierbij wordt aangesloten bij de standaarden voor passiehuizen [1]:

- isolatie van muren, vloer en dak ($R_c=7,5 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$);
- toepassing van driedubbele beglazing ($U=0,6 \text{ W/ m}^2\cdot\text{K}$);
- beperken van ventilatielekken (0.6 verversingen per uur bij 50 Pa);
- toepassen van warmteterugwinning uit ventilatielucht;
- passief gebruik van zonne-energie door voldoende lichtinval.

Met deze maatregelen kan de energievraag voor verwarming teruggebracht worden tot 55 MJ/m² vloeroppervlak oftewel ongeveer 6,5 GJ per woning per jaar. Van deze maatregelen wordt geschat dat ze binnen 15 jaar terugverdiend kunnen worden.

Voor het behalen van de benodigde isolatiewaarden van muren, vloer en dak moet een laag van 30cm van de huidige isolatiematerialen worden toegepast. Met nieuwe ontwikkelingen zoals vacuümisolatie kan dit teruggebracht worden tot enkele centimeters. Bij op deze manier zeer goed geïsoleerde huizen ontstaat de

⁸ Het jaarlijkse energiegebruik wordt gecompenseerd door de hoeveelheid opgewekte duurzame energie.

kans op oververhitting op warme zomerse dagen. Om dit te voorkomen kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van zonwering. Naast zonneschermen worden mogelijkheden ontwikkeld om zondoorlating van ruiten dynamisch te regelen [2].

Warmteterugwinning uit ventilatielucht is te bereiken met balansventilatie. In deze systemen wordt de aangezogen (koude) buitenlucht verwarmd met de afgevoerde (warme) binnenlucht. Voorwaarde van een goede werking (gezonde en energiezuinige ventilatie) van balansventilatiesystemen kan bereikt worden door zorgvuldig ontwerp, installatie en onderhoud [3]. Gebruikelijk zijn centrale balansventilatiesystemen er zijn echter ook systemen op de markt die per vertrek de ventilatie kunnen regelen.

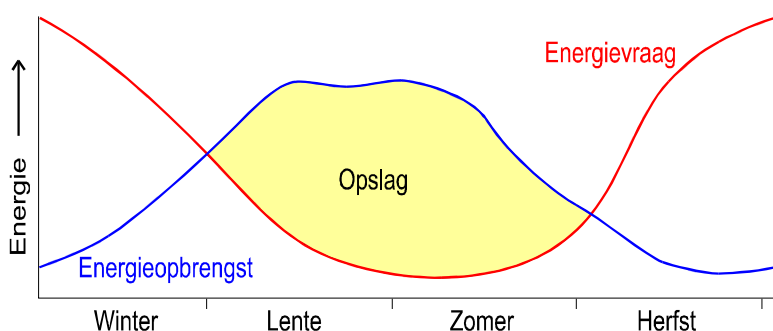
Het gebruik van warmte kan verder beperkt worden door maatregelen bij het gebruik van warm tapwater. Een eerste maatregel hierbij is het isoleren van warmwaterleidingen. Een tweede mogelijkheid is het terugwinnen en opslaan van warmte uit afvalwater. Dit kan ook toegepast worden voor andere warmte gebruikende apparaten zoals (af-)wasmachines [4].

Een groot deel van de overige energie wordt gebruikt voor diverse elektrische apparaten en verlichting. Besparing hierop is vooral mogelijk door de aanschaf van energiezuinige apparaten. Hiervoor kan de informatie afkomstig van Europese energielabels een belangrijke rol spelen. Het energiegebruik van (af-)wasmachines kan verder beperkt worden door deze aan te sluiten op het warm water systeem van de woning, in combinatie met de opslag van de afvalwarmte [4]. Een andere voor energiebesparing van elektrische apparaten is het beperken van stand-by gebruik. Naast maatregelen op apparaat niveau kan ook automatische uitschakeling van deze apparaten door een energie management systeem een mogelijkheid zijn [5].

In de woningbouw is de zon de belangrijkste bron om duurzame energie op te wekken. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in winning van warmte en elektriciteit. Warmte wordt gewonnen met behulp van zonnecollectoren en elektriciteit met PV panelen. Uitgaande van een gereduceerd warmtegebruik en een huidig elektriciteitsgebruik is een oppervlakte van 13 m² collectoren nodig en 26 m² PV panelen [2]. Op bestaande huizen is hiervoor vaak te weinig (goed georiënteerd) dakoppervlak beschikbaar. Bij nieuwe woningen kan rekening worden gehouden met oriëntatie (zuid) van de woning en de constructie van het dak (lessenaar vorm), waardoor wel voldoende oppervlakte beschikbaar is.

Een nadeel van warmteproductie met behulp van zonnecollectoren is de onbalans tussen opwekking en gebruik van de warmte (zie figuur B5.1). Voor warm tapwater gebruik is deze onbalans beperkt tot maximaal enkele dagen. Voor verwarming is er een onbalans tussen winter- en zomerseizoen. De onbalans kan worden opgelost door de warmte tijdelijk op te slaan. Huidige collectorsystemen worden voornamelijk gebruikt voor warm tapwater bereiding en is slechts een kleine opslag vereist. Voor ruimteverwarming is veel grotere opslag nodig. Op korte termijn lijkt opslag in de bodem een goede mogelijkheid voor deze opslag. Daarnaast zijn er technieken in ontwikkeling die warmte met een grotere dichtheid op kunnen slaan. Deze technieken gebruiken faseovergangen (vast – vloeibaar)

of chemische reacties voor de opslag [6]. Ook bij de opwekking van elektriciteit uit de zon is er sprake van onbalans tussen productie en vraag. Dit wordt op het moment opgelost door de elektriciteit aan het net terug te leveren. Bij grootschalige toepassing van PV systemen is dit niet meer mogelijk. In dat geval zal ook opslag van elektriciteit plaats moeten vinden, bijvoorbeeld in (verbeterde) accu's.



Figuur B5.1 Onbalans in de warmtevraag- en opbrengst in een energieneutrale woning

Een andere mogelijkheid om de onbalans in opwekking en gebruik van duurzame energie op te lossen is het gebruik van geavanceerde energie management systemen. Deze systemen kunnen vraag en aanbod op elkaar afstemmen, bijvoorbeeld door apparaten aan te zetten als er voldoende aanbod is en het voorspellen van aanbod van duurzame energie. De systemen kunnen ook informatie geven over het specifieke energiegebruik en tips geven voor besparing [5]. De introductie van slimme energiemeters geeft de eerste mogelijkheden hiervoor.

De combinatie van bovenstaande maatregelen kan de woningbouw energieneutraal zijn in 2050. Technisch potentieel aan besparingen in renovatie en nieuwbouw zijn weergegeven in tabel B5.1.

Tabel B5.1 Mogelijke besparingen in renovatie en nieuwbouw [1].

	Renovatie ^a		Nieuwbouw	
	Huidig	2050	Huidig	2050
Energiegebruik [GJ/woning]	104	43	53	30
waarvan:				
- warmte	78	25	26	12
- elektriciteit	26	18	28	18
Duurzame energie [GJ/woning]		17		37
Besparing		59%		43%
op:				
- warmte		68%		51%
- elektriciteit		31%		35%

^a als referentie is hier een rijtjeshuis met een bouwjaar tussen 1960 en 1970 genomen

De bovenstaande maatregelen zijn of worden, door technologische ontwikkelingen, naar verwachting economisch rendabel. Er vindt echter wel een grote verschuiving plaats van gebruik- naar investeringkosten. Deze verschuiving

van kosten, waarbij vaak meerdere partijen zijn betrokken, kan een belemmering vormen voor de implementatie van de maatregelen. Om dit probleem op te lossen zullen bewoners, woningeigenaren (zowel particulieren als coöperaties), projectontwikkelaars, energiebedrijven en de overheid in overleg tot innovatieve financieringsystemen moeten komen [4].

B.5.1.2 Utiliteitsbouw

De utiliteitsbouw verschilt in twee belangrijke aspecten van de woningbouw. Ten eerste zijn de gebouwen vaak veel groter dan in de woningbouw met als gevolg een hoger absoluut energiegebruik. Ten tweede is het elektriciteitsgebruik relatief hoger. Het hogere energiegebruik brengt met zich mee dat sommige investeringen meer rendabel zijn, omdat een grotere capaciteit geplaatst kan worden. Een voorbeeld hiervan is de toepassing van warmtepompen in combinatie met warmte en koude opslag in de bodem.

Het hogere elektriciteitsgebruik wordt vooral veroorzaakt door gebruik van verlichting en computerapparatuur. Door toepassing van energiezuinige apparaten is een aanzienlijke besparing mogelijk. Het hoge elektriciteitsgebruik zorgt ook voor een hoge interne warmtelast. Extra energiebesparing is daarom mogelijk met efficiënte koeling met buitenlucht of bodemkoude.

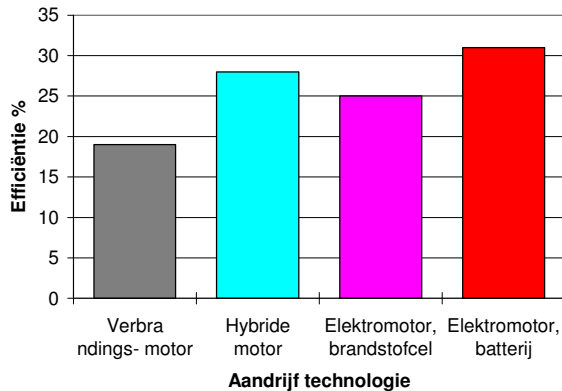
Het dakoppervlak van utiliteitsbouw is door de grote bouwhoogte in de utiliteitsbouw relatief minder dan in de woningbouw. De potentie voor omzetting van zonne-energie op daken is hierdoor lager. Wel kan zonne-energie worden opgewekt op gevels eventueel in combinatie met zonwering. De gebouwhoogte geeft daarnaast mogelijkheden voor de omzetting van kleinschalige windenergie. Voor de berekening van het totale energiebesparing in de utiliteitsbouw wordt uitgegaan van dezelfde percentages als berekend voor de woningbouw.

Ook binnen de utiliteitsbouw zijn financieringsstructuren een belangrijke belemmering om tot verdergaande energiebesparing te komen. Hierin zijn de verschillende belangen van projectontwikkelaars, aannemers en eindgebruikers een belangrijke rol. Voor de eindgebruiker zijn de energiekosten vaak slechts een klein deel van de totale bedrijfskosten. Hierdoor heeft de projectontwikkelaar ook geen direct belang bij investeringen in energiebesparing en legt via aanbestedingsprocedures de aannemers lage uitvoeringskosten op.

Belemmeringen kunnen beperkt worden door energiebesparing te koppelen aan andere aspecten van het gebouw zoals gezondheid en arbeidsproductiviteit van medewerkers en imagoverbetering. De overheid kan vooral een rol spelen bij de ontwikkeling en toepassing van innovatieve energietechnieken, bijvoorbeeld in de eigen gebouwen [7].

B5.2 Transport

Binnen de transportsector vinden veel ontwikkelingen plaats om tot schonere en efficiëntere voertuigen te komen. Voorbeelden hiervan zijn de ontwikkeling van biobrandstoffen, hybride aandrijving, brandstofcellen en elektrische voertuigen. In figuur B5.2 is de primaire energie efficiëntie (van bron tot wiel) van de verschillende aandrijvingen weergegeven [8].



Figuur B5.2 Primaire energie efficiëntie aandrijftechnologieën [8].

Uit figuur B5.2 blijkt dat met een volledig elektrische aandrijving de hoogste primaire efficiëntie bereikt kan worden. De totale energiebesparing hangt daarbij sterk af van de rendementen bij de opwekking van elektriciteit. Bij conventionele technologieën met een opwekkingsrendement van 40% is de besparing beperkt 20 à 30%. Worden echter duurzame energiebronnen, zoals windenergie, gebruikt dan kan de besparing oplopen tot 65%.

Het gebruik van elektriciteit voor transport heeft het voordeel dat het netwerk voor distributie van de energiedrager in de basis aanwezig is. Er zijn hierin wel enkele aanpassingen nodig zoals de plaatsing van sturing van de elektriciteitsvraag bij het opladen en de plaatsing van snellaadstations. De accu's in elektrisch aangedreven voertuigen kunnen ook worden gebruikt om tijdelijk overschot aan elektriciteit uit decentrale bronnen op te slaan.

B5.3 Landbouw

Het energiegebruik in de landbouw is voor ongeveer 85% afkomstig van de glastuinbouw. Er zijn veel belovende concepten in ontwikkeling die er op korte termijn voor kunnen zorgen dat kassen energieneutraal en zelfs energieleverend zijn. Deze kassen zijn goed geïsoleerd om invallende warmte optimaal te kunnen benutten en extra koolstofdioxide (nodig voor groei van de gewassen) zoveel mogelijk in de kas te houden. Daarnaast wordt het teveel aan warmte in de zomer opgeslagen en in de winter gebruikt. Extra warmte die nodig is wordt opgewekt in WKK installaties (eerst met behulp van aardgas en later op biogas) of gewonnen worden uit diepe aardwarmte. Een deel van de warmte en de elektriciteit uit de WKK installaties kan aan andere energiegebruikers worden geleverd. In de toekomst kan daarnaast elektriciteit worden opgewekt met spectraal selectieve of schakelbare PV panelen [9]. De energiebesparing als gevolg van deze concepten wordt geschat op minimaal 50%, de rest van het energiegebruik wordt opgevangen met duurzame bronnen.

B5.4 Industrie

Binnen de industriële sector vinden de meeste besparingen plaats bij investeringen in nieuwe machines en installaties. Vooral bij de grotere bedrijven zijn voldoende kennis en middelen aanwezig om deze investeringen te doen. Het midden- en kleinbedrijf kunnen ondersteund worden bij het kiezen van energiezuinige investeringen.

Het toepassen van warmtekrachtkoppeling (WKK) is een andere mogelijkheid om energie in de industrie te besparen. Een TNO rapport met betrekking tot WKK in Brabant geeft een potentieel van WKK aan van 35 PJ met een besparing van 20 PJ. Daarnaast kan 11 PJ worden bespaard door uitwisseling en gebruik van restwarmte in de industrie [10].

B5.5 Realistisch besparingspotentieel

In de bovenstaande paragrafen zijn besparingen beschreven die technisch haalbaar zijn. Door maatschappelijke en economische randvoorwaarden kan de daadwerkelijk te bepalen besparing lager zijn. Dit realistisch besparingspotentieel is berekend en gerapporteerd door ECN [11] ECN en MNP [12] en Ecofys [13]. Op basis van de verhoudingen in het energiegebruik zijn deze cijfers doorberekend voor Noord-Brabant (zie tabel B5.2).

Tabel B5.2 Realistisch besparingspotentieel en gerelateerde kosten voor 2020 in Noord-Brabant

Bron	Energiebesparing					
	ECN [11]		ECN & MNP [12]		Ecofys [13]	
	Strong Europe scenario		Global economy scenario		Energiegebruik 2004	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%
Bebouwde omgeving	12,4	12	22,6	15	35,0	25
Transport	4,9	6	15,5	13	21,6	26
Landbouw	0,1	0	4,4	22	7,6	28
Industrie en energie	1,7	1	14,4	6	23,4	16

Uit tabel B5.2 blijkt dat het besparingspotentieel redelijk verschilt tussen de verschillende rapporten. Gedeeltelijk komt dit door het gekozen uitgangscenario, omdat hierin autonome besparingen al zijn meegenomen. Een indicatie van de kosten voor energiebesparing is gegeven in tabel B5.3.

Tabel B5.3 Indicatie kosten energiebesparing [12]

	Kosten	
	[mln Euro/jaar]	[Euro/GJ/jaar]
Bebouwde omgeving	221	10
Transport	63	4
Landbouw	4	9
Industrie en energie	59	4

B5.6 Literatuur

- [1] I.J. Opstelten, E.-J. Bakker, W.C. Sinke, F.A. Bruijn, W.A. Borsboom & L. Krosse. Potentials for energy efficiency and renewable energy sources in the Netherlands [Potentie voor energie besparing en hernieuwbare energie in Nederland]. Paper gepresenteerd op the World Sustainable Energy Days, Wels, Oostenrijk, maart 2007.
- [2] J. Nijs. Energieneutraliteit in de gebouwde omgeving: concepten voor zonenergetische systemen in de toekomst. Petten, Energieonderzoek Centrum Nederland, 2008.
- [3] A. Boerstra. Balansventilatie uit balans? TVVL Magazine, 2008 nr. 4, p. 6-10.
- [4] F. Koene. Rigoureuus renoveren met integraal concept: 75 procent besparing op het werkelijke energiegebruik. Verwarming en ventilatie, 2007 nr. 64, p. 322-325.
- [5] I.J. Opstelten, E.-J. Bakker, J. Kester, W. Borsboom, & B. Elkhuizen. Bringing an energy neutral built environment in the Netherlands under control [Onder controle brengen van een energie neutrale gebouwde omgeving in Nederland]. Petten, Energieonderzoek Centrum Nederland, 2007.
- [6] M. Bakker, M. van Essen, W. van Helden, H. Zondag, C. Geurts & C. Rindt. Woningen als energieleverend systeem: aanpassingen aan woningen en infrastructuur nodig. Verwarming en ventilatie, 2007 nr. 64, p. 664-669.
- [7] M. van de Lindt, B. Elkhuizen, C. Nijboer & L. Coenen. Energiereductie U-bouw: knelpunten, kansen en versnelling. Delft, TNO, 2008.
- [8] M. Åhman. Primary energy efficiency of alternative powertrains in vehicles [Primaire energie efficiëntie van alternatieve aandrijvingen in voertuigen]. Energy, 2001 nr. 26, p. 973-989.
- [9] Actieplan voor een klimaatneutrale glastuinbouw. Utrecht & Bleiswijk, Stichting Natuur en Milieu & LTO Glaskracht, 2007.
- [10] J.B. de Wit & E.M.G. Roelofs. De potentie van warmte in Noord-Brabant: Analyse ter onderbouwing van advies SER Brabant 'Energie & Innovatie: Brabant energieneutraal als economisch kans'. Delft, TNO Bouw en Ondergrond, 2008.
- [11] Menkveld, B. Daniëls, Y. Boerakker, H. Jeeninga, P. Kroon, A. Seebregts, A., & H. de Wilde. Het onbenut rendabel potentieel voor energiebesparing. Petten, Energieonderzoek Centrum Nederland, 2005

- [12] M. Menkveld, M., Wijgaart, R.A. van de. Verkenning potentieel en kosten van klimaat en energiemaatregelen voor Schoon & Zuinig. Petten & Bilthoven, Energieonderzoek Centrum Nederland & Milieu en Natuur Planbureau, 2007.
- [13] K. Blok, & E. de Visser. Energiebesparing: de onbegrensde mogelijkheden. Utrecht, Ecofys, 2005

Bijlage 6 Potentieel duurzame energie Noord-Brabant

In dit document wordt het potentieel voor Noord-Brabant berekend. Voor de berekening van het potentieel voor duurzame energie in Noord-Brabant is vooral gebruik gemaakt van cijfers uit een overzicht voor Nederland [1]. Waar mogelijk wordt onderscheid gemaakt naar theoretisch, technisch, realistisch en realiseerbaar potentieel. Het theoretisch potentieel is de totale energie die jaarlijks door Noord-Brabant stroomt. Het technisch potentieel wordt gegeven door de technische mogelijkheden en de geschiktheid van locaties. Bij het realistisch potentieel wordt rekening gehouden met politieke en sociale besluiten ten aanzien van de plaatsing van duurzame energiebronnen. De energieprijz bepaald uiteindelijk het realiseerbaar potentieel. Naast het potentieel wordt een indicatie gegeven van de kosten voor het realiseren van deze duurzame energie toepassingen.

B6.1 Windenergie

Voor het theoretisch potentieel van windenergie in Noord-Brabant is uitgegaan van de hoeveelheid wind die stroomt door een denkbeeldig vlak loodrecht op de overheersende windrichting, westzuidwest. Dit denkbeeldig vlak loopt van de provinciegrens ten zuiden van Budel naar even ten oosten van Heusden en is 65 kilometer breed en heeft een hoogte van 175 meter (tussen 25 en 200 meter boven het maaiveld). De gemiddelde windkracht is geschat op 4 meter/seconde [2]. Dit resulteert een totaal theoretisch potentieel van 39 PJ aan windenergie. Voor het technisch potentieel wordt voor Nederland een maximaal te installeren vermogen van 3500 MW gegeven [1]. Met behulp van het totale landoppervlak [3], kan dit worden omgerekend naar een technisch potentieel voor Noord-Brabant van 428 MW. Het CBS geeft voor de huidige omzetting van windenergie in Noord-Brabant een load-factor van 16,7% [4]. Op basis van deze load-factor kan in totaal 2,3 PJ elektriciteit uit windenergie worden gewonnen (zie ook tabel B6.1). Ter vergelijking Stichting Natuur en Milieu [5] geeft een realiseerbaar potentieel in 2010 van 175 MW (0.9 PJ).

Tabel B6.1 Berekening technisch potentieel windenergie

	Nederland	Noord-Brabant
Oppervlakte [1000 km ²]	42	5
Technisch potentieel [MW]	3500	428
Load-factor	20,4%	16,7%
Energie [PJ]	22,5	2,3

De kosten voor het aanschaffen en plaatsen van een windturbine liggen op dit moment rond de € 1.000 per kW. De investeringskosten zullen naar verwachting dalen tot € 650 per kW in 2030. Naast de investering moet rekening worden

gehouden met onderhoudskosten tussen de 2% en 4% van het investeringsbedrag [1]. Als wordt uitgegaan van een levensduur van windturbines van 20 jaar betekent dit dat de prijs van windenergie zal dalen van ongeveer € 14 per GJ naar ongeveer € 10 per GJ in 2030.

B6.2 Zonne-energie

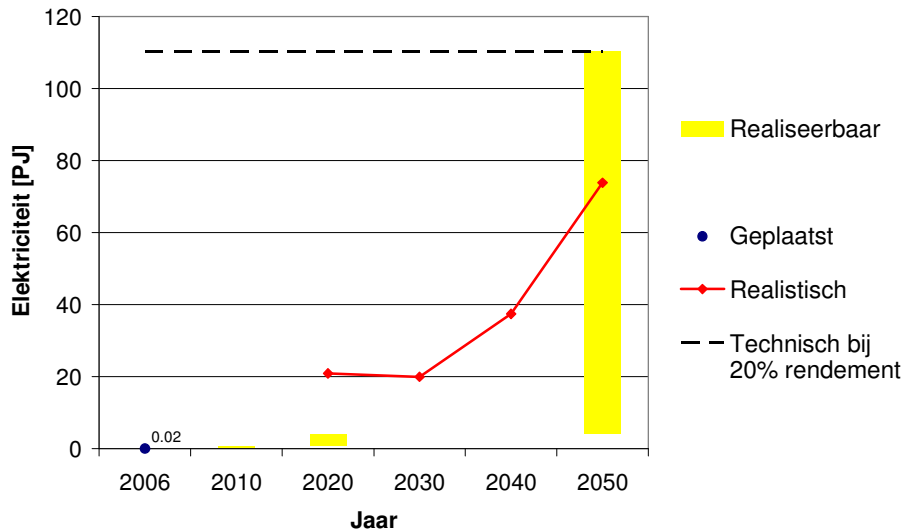
Het theoretisch potentieel van zonne-energie kan worden berekend uit de totale oppervlakte van Noord-Brabant en de gemiddelde instraling van zonne-energie per jaar. Voor de gemiddelde instraling voor Noord-Brabant wordt uitgegaan van 3,55 GJ/m²/jaar [2]. De totale oppervlakte van Brabant is 5038 km² [3]. Hiermee komt de totale hoeveelheid zonne-energie die Brabant jaarlijks ontvangt ruim 18.000 PJ.

Voor Nederland wordt een totaal technisch potentieel voor zonne-energie toepassingen gegeven van 897 km² [1]. Hierbij is alleen het gebouw gebonden potentieel voor fotovoltaïsche zonne-energie meegenomen. Als wordt aangenomen dat dit potentieel mag worden gerelateerd aan het totale bebouwde oppervlak [3] dan is in Noord-Brabant 155 km² beschikbaar voor omzetting van zonne-energie. Bij een systeemrendement van 10% voor fotovoltaïsche omzetting komt dit overeen met 55 PJ elektriciteit. Bij de opwekking van warmte is het rendement 28% [6] en kan 154 PJ worden opgewekt (zie tabel B6.2). Het daadwerkelijk potentieel van zonne-energie kan veel hoger liggen omdat zonne-energiesystemen ook buiten de bebouwde omgeving kunnen worden geplaatst.

Tabel B6.2 Technisch potentieel zonne-energie Noord-Brabant

	Nederland	Noord-Brabant	
		Elektriciteit	Warmte
Bebouwd oppervlak [km ²]	3289	570	
Technisch potentieel [km ²]	897	155	
Rendement		10%	28%
Energie [PJ]		55	154

De berekeningen voor het realistisch en realiseerbaar potentieel van zonne-energie lopen sterk uiteen. In figuur B6.1 is de potentie voor elektrische zonne-energie weergegeven. Het realiseerbaar potentieel kan in 2050 gelijk zijn aan het technisch potentieel (110 PJ bij 20% rendement), maar ook slechts ongeveer 4 PJ bedragen. Dit betekent echter wel dat de productie van elektriciteit uit zonne-energie drastisch zal gaan groeien.



Figuur B6.1 Potentieel elektrische zonne-energie ([1] op basis van diverse bronnen).

De investeringskosten voor een PV systeem liggen op dit moment rond de 5.000 Euro per kW_p. Naar verwachting daalt dit tot 1100 Euro in 2030, waarna nog een verder daling verwacht wordt. De onderhoudskosten bedragen rond de 1% van de investeringskosten. De levensduur van PV panelen wordt geschat op 25 jaar [1]. De prijs van elektriciteit uit zonne-energie zal dalen van ruim € 50 per GJ tot ongeveer € 11 per kWh.

Een zonneboilersysteem dat warmte levert voor zowel warm tapwater als centrale verwarming kost rond de 1.000 Euro per vierkante meter collector oppervlakte [6]. Hiermee kan jaarlijks ongeveer 1 GJ aan warmte worden opgewekt. De prijs van een zonneboiler hangt sterk af van het te plaatsen oppervlakte en de hoeveelheid warmte die nodig is voor verwarming. Om een goed geïsoleerd huis te voorzien van warm water is een relatief grote oppervlakte nodig voor de bereiding van warm tapwater. Aangenomen wordt dat door deze schaalvergroting de kosten van een zonneboiler systeem tot 2040 afnemen met 70%.

B.6.2.1 Waterkracht

De hoeveelheid waterkracht in Noord-Brabant is beperkt, vooral vanwege de geringe hoogte verschillen van de rivieren. De Maas is de belangrijkste bron van waterkracht, maar ook de Merwede en de kleinere rivieren Mark en Dommel zijn in de berekening meegenomen. Voor de berekening is gebruik gemaakt van het hoogteverschil tussen de plek waar de rivier Brabant binnenkomt en de plek waar deze Brabant uitstroomt en de hoeveelheid water op bepaalde meetpunten (Ministerie Verkeer en Waterstaat [8], Waterschap De Dommel en Waterschap Brabantse Delta). Voor waterkracht komt dit op een totale stromingsenergie van 1,4 PJ (zie tabel B6.3).

Tabel B6.3 Theoretisch potentieel waterkracht vier Brabantse rivieren

Rivier	Debiet [m ³ /s]	Hoogteverschil [m]	Energie [PJ]
Maas	320	10,5	1,05
Merwede	1470	0,6	0,28
Dommel	5	27	0,04
Mark	5	10	0,02
Totaal			1,39

Voor waterkracht wordt onderscheidt gemaakt in kleine (<10 MW) en grote (>10 MW) waterkrachtcentrales. Voor Nederland wordt een potentieel van 19 MW voor kleine centrales en 35 MW voor grote centrales opgegeven [1]. De capaciteit voor grote centrales wordt al volledig benut. Het is lastig deze potenties naar Noord-Brabant te regionaliseren. Er is gerekend met de oppervlakte van de Rijn en Maas [3]. Voor Noord-Brabant wordt hiermee een totale capaciteit van 4,6 MW afgeleid. De totale opgewekte energie kan worden bepaald met behulp van load-factoren en komt uit op 0,05 PJ (zie tabel B6.4). Dit komt overeen met de huidige opgewekte waterkracht van 0,1 PJ in de centrale bij Lith [9], als rekening wordt gehouden met een 'eigendomsfactor' van 50% (de Maas is een grensrivier tussen Noord-Brabant en Gelderland).

Tabel B6.4 Potentieel van waterkracht

Schaal [MW]	Nederland		Noord-Brabant
	< 10	> 10	
Oppervlakte Rijn en Maas [ha]	96420		8216
Potentieel [MW]	19	35	4,6
Load-factor	39,6%	29,5%	
Energie [PJ]	0,24	0,33	0,05

B.6.2.2 Biomassa

De stroom van biomassa voor de omzetting van energie is zeer divers. De beschikbaarheid van deze stromen hangt af van het gebruik in andere sectoren (m.n. voedingsmiddelen) en de beschikbaarheid van conversietechnieken [1]. Voor de berekeningen van het theoretisch potentieel is gebruik gemaakt van de akker- en tuinbouwproductie, houtproductie en groenafval. De productie van de akker- en tuinbouw is direct beschikbaar uit de landbouwtellingen en gerelateerde gegevens van het CBS [10, 11, 12, 13]. De totale energetische waarde van deze productie bedraagt 36 PJ. De totale velling van hout in Nederland, 1,2 miljoen m³ [14] is geregionaliseerd met de oppervlakte bos in Noord-Brabant [3]. Groenafval is een samenstel van plantaardige en dierlijke afvalstoffen van huishoudens, bedrijven en gemeentelijke instellingen. In totaal wordt in Noord-Brabant 1,7 miljoen ton [15, 16] van dit afval geproduceerd waaruit 6,2 PJ energie gewonnen kan worden (zie tabel B6.5).

Tabel B6.5 Theoretisch potentieel plantaardige biomassa

Biomassa	Productie [kton]	Calorische waarde [GJ/ton]	Energie-inhoud [PJ]
Granen	124	15,1	1,9
Knol- en bolgewassen	1.420	15,1	21,4
Maïs	798	15,1	12,0
Fruit	44	15,1	0,7
Hout	128	10,2	1,3
Groenafval	1.680	3,7	6,2
Totaal			43,5

Naast deze plantaardige biomassa kan energie worden gewonnen uit dierlijke mest. Hiervoor wordt vooral gebruik gemaakt van vergistingprocessen. Een inschatting van het technisch potentieel aan energie uit mestvergisting is gemaakt op basis van kengetallen voor de energieopbrengst [17, 18] en gegevens over de productie van mest [19]. De totale opbrengst uit mestvergisting bedraagt 6,6 PJ (zie tabel B6.6). Wordt dit opgesteld bij het theoretisch potentieel van plantaardige biomassa, dan komt het totale theoretisch potentieel van biomassa in Noord-Brabant uit op 50 PJ. Ook bij mestvergisting geldt dat dit concurreert met andere toepassingen van deze biomassa, zoals vruchtbaar houden van de landbouwgronden. Daarnaast kan een probleem ontstaan bij de afzet van de restproducten van vergisting. Deze twee factoren beperken het realistisch en realiseerbaar potentieel van mestvergisting.

Tabel B6.6 Energieomzetting uit mest met behulp van vergisting

Type mest	Productie [kton]	Calorische waarde [GJ/ton]	Energie-inhoud [PJ]
Dunne mest rundvee	7.371	0,3	2,2
Vaste mest vleesrundvee	165	0,8	0,1
Dunne mest vleeskalveren	667	0,3	0,2
Pluimveemest	375	6,2	2,3
Varkensmest	5.130	0,3	1,5
Mest van overige diersoorten	419	0,5	0,2
Totaal	1.413		6,6

Het realistisch potentieel aan biomassa in Noord-Brabant is bepaald aan de hand van een overzicht van beschikbare stromen in Nederland in 2010 [18]. Regionalisatie van deze stromen heeft plaatsgevonden met diverse indicatoren beschikbaar van het CBS [3, 11, 15, 20, 21, 22]. Op basis van deze berekeningen is het realistisch potentieel in Noord-Brabant 21,6 PJ (zie tabel B6.7). Het potentieel van biomassa kan worden verhoogd als het beleid hier specifiek op wordt gericht. Bijvoorbeeld kan ervoor worden gekozen om specifieke energiegewassen te gaan verbouwen. Hierbij moet wel rekening worden gehouden dat dit ten koste kan gaan van de bestaande voedselproductie.

Tabel B6.7 Biomassastromen beschikbaar voor energieomzetting

Soort biomassa	Nederland		Noord- Regionalisatie op basis van Brabant	
	[kton]	[PJ]	[PJ]	
Hout	1040	10,6	2,2	Bodemgebruik; oppervlakte bos
Industrieel houtafval	620	9,9	2,0	Productiestructuur; overige industrie
Gemeentelijk afval ^a	2250	29,8	5,0	Gemeentelijke afvalstoffen
Landbouwafval ^b	164	1,8	0,1	Landbouwtellingen; areaal grasland
Afval voedingsmiddelen-industrie	682	15,6	3,8	Productiestructuur; voedingsmiddelenindustrie
Huishoudelijk GFT-Afval	2280	7,8	1,3	Huishoudelijke afvalstoffen; GFT-afval
Dierlijke mest			6,6	technisch potentieel (zie tabel B6.6)
Zuiveringsslib	1400	2,1	0,5	Afzet van zuiveringsslib
Totaal	9436	84,2	21,6	

a Gemeentelijk afval bestaat afvalhout, bermgras en composteeroverloop

b Voor Brabant bestaat deze stroom alleen uit hooi van gras

Kosten voor energie uit biomassa hangt sterk af van de gebruikte grondstoffen en conversietechnologie. Afvalstoffen die als brandstoffen ingezet worden kunnen voor een negatieve prijs worden ingekocht (bijvoorbeeld natte mest heeft een negatieve waarde van 10 euro per GJ). Gewassen die speciaal worden gekweekt om ingezet te worden als brandstof kosten tot 7 Euro per GJ. Investeringskosten voor installaties variëren tussen € 220 per kW voor bijstook in een conventionele elektriciteitscentrale tot meer dan € 10.000 per kW voor vergassingsinstallaties [1].

B6.3 Afval

Brandbaar afval is ook opgenomen in de post 'natuurlijke omgeving'. De hoeveelheid brandbaar afval is berekend uit de fractie van het gemeentelijk afval dat verbrand wordt (25% van 1633 kton [15]) aangevuld met gemiddeld en chemisch bedrijfsafval (530 kton [16]). Uit dit afval kan 8,4 PJ energie worden gewonnen. Naar verwachting zal deze potentie de komende jaren gelijk blijven. De hoeveelheden afval zullen naar verwachting toenemen, maar deze stijging wordt gecompenseerd door een betere scheiding en recycling van het afval [23].

B6.4 Aardwarmte

In diepe ondergrond bevindt zich een warmte voorraad in de vorm van watervoerende lagen. Voor Noord-Brabant is een zandsteenlaag op een diepte van 2000 tot 4000 meter van belang. Deze geologische laag strekt zich uit van Den Haag via Rotterdam en Den Bosch tot voorbij Eindhoven. Ongeveer een kwart van deze laag bevindt zich in Noord-Brabant en bevat water van 90°C tot 110°C. Op basis van geologische studies [24] kan bepaald worden dat in het Brabantse deel van deze laag zich ongeveer 7,5 EJ aan warmte bevat. Bij de huidige warmtevraag in Noord-Brabant (0,2 EJ) zou deze bron goed zijn voor 40

jaar warmtevoorziening. De totale winbare hoeveelheid warmte hangt echter sterk af van lokale bodemgesteldheid en is daarom zeer onzeker.

Er is in Nederland nog weinig ervaring met deze technologie. Hierdoor is nog weinig bekend over de daadwerkelijke kosten. Voor een project bij een tuinderij in Bleiswijk zijn de kosten geraamd op 5,5 miljoen Euro [25]. Amerikaanse cijfers geven investeringskosten van ongeveer \$ 2000 per kW en onderhoudskosten van ongeveer \$ 0,03 per kWh, voor een elektriciteitsproducerende installatie [1].

B6.5 Literatuur

[1] M. de Noord, L.W.M. Beurskens & H.J. de Vries. Potentials and costs for renewable electricity generation: A data overview. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland, 2004.

[2] Dick Heijboer & Jon Hellestijn (samenstellers). Klimaatatlas van Nederland: De Normaalperiode 1971-2000. Elmar, Rijswijk, 2002.

[3] Bodemgebruik in Nederland 2003. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 18-7-2008.

[4] Windenergie op land; productie en capaciteit per provincie. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 19-7-2008.

[5] Frisse wind door Nederland. Utrecht: Stichting Natuur en Milieu, 2000.

[6] Feiten en cijfers 2006. Utrecht: SenterNovem, 2006

[8] Waternormalen. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Verkregen van www.waternormalen.nl op 18-7-2008.

[9] NUON Duurzaamheidsverslag 2006. Arnhem, NUON, 2007. Verkregen van <http://jaarverslagen.nuon.com/2006/> op 19-7-2008.

[10] Akkerbouwgewassen, oogstramingen. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 24-7-2008.

[11] Landbouwtelling; hoofdbedrijfstype regio. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 1-8-2008.

[12] Oogstraming maïs. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 24-7-2008.

[13] Fruitteelt; productie en teeltoppervlak appels en peren per ras en regio. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 25-7-2008.

[14] Kerngegevens Bos en Hout in Nederland. Wageningen, Probos, 2007. Verkregen van www.probos.net op 14-8-2008.

- [15] Gemeentelijke afvalstoffen; hoeveelheden. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 25-7-2008.
- [16] Bedrijfsafval per provincie naar afvalcategorie en verwerkingsmethode. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 25-7-2008.
- [17] Mest, mestproductie van dieren. Klazienaveen: BiogaS International. Verkregen van www.biogas.nl/mestproductie op 18-9-2008.
- [18] J. Koppejan & P.D.M. de Boer-Meulman. De verwachte beschikbaarheid van biomassa in 2010. Utrecht: SenterNovem, 2005.
- [19] Dierlijke mest en mineralen; productie, transport en gebruik per regio. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 20-8-2008.
- [20] Productiestructuur per regio. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 20-7-2008.
- [21] Gemeentelijke afvalstoffen; hoeveelheden. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 25-7-2008.
- [22] Zuivering van stedelijk afvalwater; afzet van zuiveringsslib. Centraal Bureau voor de Statistiek. Verkregen van statline.cbs.nl op 20-8-2008.
- [23] Milieueffectrapport Landelijk Afvalbeheerplan. Utrecht, Afval Overleg Orgaan, 2002.
- [24] A. Lokhorst & Th.E. Wong. Geothermal energy. *Geology of the Netherlands*, 2007, p. 341-346.
- [25] Victor van Heekeren. Bleiswijk Geothermal Project. Den Haag, Stichting Platform Geothermie, 2007. Verkregen van <http://www.geothermie.nl> op 16-10-2008.

Bijlage 7 Kosten energiescenario's

De transitie naar een duurzame energievoorziening vraagt investeringen in energiebesparing en duurzame energiesystemen. Deze bijlage gaat in op de verwachte kosten voor de implementatie van de scenario's uit dit rapport. Hierbij wordt een vergelijking gegeven met energiesystemen op basis van conventionele bronnen.

B7.1 Ontwikkeling energieprijzen

Prijzen voor energie uit conventionele bronnen hebben de afgelopen decennia sterk gefluctueerd. Het afgelopen jaar heeft de olieprijs bijvoorbeeld een grote piek doorgemaakt. Hierdoor is een inschatting van de toekomstige energieprijzen behoorlijk onzeker. De meeste voorspellingen gaan echter uit van een stabilisatie van de olieprijs tot 55 Dollar per vat⁹. De prijs van aardgas is (gedeeltelijk) gekoppeld aan de olieprijs en ligt tussen de 10 en 20 Eurocent per kubieke meter. De prijs van kolen is minder gevoelig voor schommelingen in de olieprijs en wordt verwacht te stabiliseren rond de 60 Dollar per ton [1, 2].

In de WLO scenario's, die ten grondslag liggen aan dit rapport, wordt van enigszins afwijkende energieprijzen uitgegaan. Vooral de olieprijs ligt in dit rapport ruim onder de recente ramingen. Voor de basisscenario's ligt de olieprijs tussen de 22 en 28 Dollar per vat. In de hoge olieprijs variant van het 'global economy' scenario wordt uitgegaan van een olieprijs tussen de 35 en 50 Dollar per vat [3]. In het 'strong Europe' en 'regional communities' scenario worden kosten voor het gebruik van fossiele brandstoffen verhoogd door invoering van emissierechten. In het 'strong Europe' scenario stijgt de prijs van emissierechten tot € 84 per ton CO₂ en in het 'regional communities' scenario tot € 20 per ton CO₂ [3].

Voor de productie van elektriciteit uit conventionele bronnen moet worden geïnvesteerd in elektriciteitscentrales. Voor een gasgestookte centrale bedragen deze kosten ongeveer € 500 per kW [4] en voor kolencentrale ongeveer het dubbele [2]. Onderhoudskosten voor beide centrales worden geschat op respectievelijk € 1,80 per MJ en € 3,60 per MJ. Voor een installatie voor het gecombineerd opwekken van elektriciteit en warmte bedragen de investeringskosten ongeveer € 1.000 per kW en de onderhoudskosten € 2,52 per MJ [4].

De prijzen van duurzame energiesystemen zijn afhankelijk de schaalgrootte van productie en technische ontwikkelingen. Naar verwachting kunnen de kosten van duurzame energiesystemen hierdoor nog sterk dalen. Kosten voor duurzame energiesystemen zijn gegeven in bijlage 6. In tabel B7.1 wordt een overzicht gegeven van alle kosten waarmee in dit rapport is gewerkt.

⁹ Voor de eenvoud gaan we ervan uit dat de één Dollar gelijk is aan één Euro.

Tabel B7.1 Kosten verschillende energiebronnen

		2010	2020	2030	2040
Olieprijs [\$ /vat]					
WEO [1]		51,5		55	
IPA [2]		75	50	55	
WLO [3]					
- global economy		23			28
- GE hoge olieprijs		38			45
- strong europe		23			22
- transatlantic market		23			28
- regional communities		23			24
Aardgas [€/m ³]					
WEO [1]		0,18		0,20	
IPA [2]		0,19	0,13	0,15	
WLO [3]					
- global economy		0,11	0,13	0,15	0,16
- GE hoge olieprijs		0,17	0,18	0,20	0,22
- strong europe		0,11	0,13	0,15	0,15
- transatlantic market		0,11	0,14	0,18	0,22
- regional communities		0,11	0,14	0,15	0,17
Kolen [€/ton]					
WEO [1]		55		60	
IPA [2]		80	65	65	
Biomassa [€/GJ] [5]		5 ¹			
STEG [4]					
- investering [€/kW]		500			
- onderhoud [€/MJ]		1,80			
Steenkool centrale ¹					
- investering [€/kW]		1.000			
- onderhoud [€/MJ]		3,60			
WKK [4]					
- investering [€/kW]		1.000			
- onderhoud [€/MJ]		2,52			
Windenergie [6]	(2000)				
- investering [€/kW]	1.000			650	²
- onderhoud [% investering/jaar]	3%			3%	
PV [6]	(2008)				
- investering [€/kW]	5.400			1.100	
- onderhoud [% investering/jaar]	1%			1%	
Zonnecollector [7]	(2006)				
- investering [€/m ²]	1.000				300 ¹
- onderhoud [% investering/jaar]	1%				1%
Emissierechten [3] [€/ton CO ₂]					
- strong Europe		7	11	58	84
- regional communities		7	11	20	20

¹ Eigen aanname² Aangenomen is dat de investeringskosten niet meer dalen vanaf 2030

B7.2 Kosten WLO scenario's

Om de kosten voor de in dit rapport voorgestelde scenario's voor een duurzame energievoorzieningen te kunnen vergelijken zijn de kosten berekend voor de scenario's die zijn ontwikkeld in het Welvaart en Leefomgeving project [3]. Voor de berekening van de kosten voor deze scenario's is aangenomen dat het energiegebruik volledig door fossiele brandstoffen wordt gedekt (zie tabel B7.2). De kosten voor het direct gebruik van brandstoffen zijn gebaseerd op het gemiddelde gebruik in de periode 2008 tot 2040. Daarnaast is gebruik gemaakt van de gemiddelde prijzen van de brandstoffen over dezelfde periode. Voor de productie van elektriciteit is uitgegaan van een volledig eigen elektriciteitsvoorziening met behulp van STEG-centrales. De investeringen hiervoor worden periodiek om de vijf jaar gedaan. Een overzicht van de kosten voor deze scenario's is gegeven in tabel B7.2. Om de gevoeligheid van de kosten voor de olieprijs te bepalen zijn ook de kosten bepaald bij een olieprijs van \$ 55 per vat [1, 2] en \$ 75 per vat (gemiddelde prijs over de afgelopen drie jaar). De prijs van aardgas volgt 50% van de prijsstijging van olie. De prijs van kolen en warmte verandert niet door de verhoging van de olieprijs.

Tabel B7.2 Gemiddelde energiegebruik en kosten voor WLO scenario's in Noord-Brabant voor de periode 2008-2040

	Global economy	GE (hoge olieprijs)	Strong Europe	Regional communities	Transatlantic market
Energiegebruik [PJ / jaar]					
Kolen	2	2	1	1	1
Olieproducten	146	140	119	107	130
Aardgas	147	141	121	117	132
Warmte	10	9	9	9	9
Elektriciteit	82	83	68	60	73
Kosten [mln Euro / jaar]					
Kolen ¹	5	5	14	6	2
Olieproducten	609	947	752	522	542
Aardgas	634	853	760	629	653
Warmte ²	95	91	91	86	86
Elektriciteit					
- investering	224	230	166	135	187
- gebruikskosten	773	1087	709	545	776
Totaal	2.340	3.211	2.491	1.922	2.246
Totale kosten bij \$ 55/vat	3.723	3.735	4.665	3.303	3.242
Totale kosten bij \$ 75/vat	4.703	4.622	5.544	4.087	4.101

¹ Gemiddelde prijs van 60 Euro per ton aangenomen

² Vaste prijs berekent op € 9,63 per GJ

B7.3 Kosten SOLET Scenario's

Om de kosten voor de SOLET scenario's te berekenen zijn eerst energiebalansen opgesteld voor de WLO varianten in 2040. Bij het opstellen van deze balansen zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- Energiebesparing in de sectoren is:
 - Huishoudens: 30% op de elektriciteitsvraag en 60% op de warmtevraag.
 - Diensten: 30% op de elektriciteitsvraag en 60% op de warmtevraag.
 - Landbouw: 50% op het totale energiegebruik
 - Industrie: 10% op de warmtevraag door warmte uitwisseling
 - Mobiliteit: 64% besparing door elektrisch rijden uit duurzame bronnen.
- De warmte- en elektriciteitsvraag van huishoudens en diensten wordt volledig gedekt door zonne-energie.
- De resterende energievraag van de landbouw wordt voor de helft opgewekt uit zonne-energie en voor de andere helft uit biomassa.
- Het technisch potentieel aan zonne-energie wordt volledig gebruikt, de hoeveelheid die overblijft na gebruik in huishoudens, diensten en landbouw wordt gebruikt voor mobiliteit.
- De elektriciteit voor mobiliteit die niet uit zonlicht kan worden opgewekt wordt gewonnen uit windenergie.
- Voor de industrie wordt gebruik gemaakt van gecombineerde opwekking van warmte en elektriciteit uit biomassa en afval, daarnaast wordt een klein deel van de warmte rechtstreeks uit biomassa opgewekt.

Op basis van deze uitgangspunten is de energiemix zoals gegeven in tabel B7.3 tot stand gekomen.

Tabel B7.3 Energiegebruik SOLET varianten in 2040 per bron

Energiegebruik [PJ /jaar]	Global economy	GE (hoge olieprijs)	Strong Europe	Regional communities	Transatlantic market
Zonne-electriciteit	43	42	47	46	45
Zonnewarmte	35	35	23	24	28
Windenergie ¹	35	35	13	4	20
Biomassa	23	30	19	12	16
Warmte ²	98	99	59	56	92
Elektriciteit ²	52	54	41	30	44
Besparing	300	270	218	181	234

¹ Hiervan kan 2,3 PJ binnen Noord-Brabant opgewekt worden

² Op basis van WKK (rendement 80%) met biomassa en afval

De totale technische capaciteit voor de benodigde energieomzettingen wordt lineair geïmplementeerd in de periode van 2008 tot 2040. De inzet van fossiele brandstoffen wordt in dezelfde periode lineair afgebouwd. Benodigde investeringen zijn voor ieder jaar apart berekend met de dan verwachte kosten. Voor windenergie en biomassa is het technisch potentieel te laag om de volledige energiebehoefte te dekken. Dit betekent dat windenergie en biomassa geïmporteerd moeten worden. De kosten voor import van windenergie is een gemiddelde prijs berekend van € 11,09 per GJ. Voor biomassa is een vaste

energieprijs van € 5 per GJ aangenomen. Voor besparing zijn op basis van ECN en MNP rapport [8] vaste jaarlijkse investeringsprijs van € 6,10 per GJ berekent. De totale jaarlijkse kosten voor de SOLET scenario's zijn opgenomen in tabel B7.4.

Tabel B7.4 Gemiddelde kosten voor SOLET scenario's in de periode 2008-2040

Kosten [mln Euro/jaar]	Global economy	GE (hoge olieprijs)	Strong Europe	Regional communities	Transatlantic market
Zonne-elektriciteit	1.070	1.070	1.183	1.158	1.133
Zonnewarmte	919	919	604	630	735
Windenergie	382	376	138	38	216
Biomassa	630	645	438	362	562
WKK (incl. biomassa)	56	74	48	29	40
Besparing	1.833	1.647	1.330	1.104	1.427
Conventionele energie ^a					
kolen	2	2	8	3	2
olieproducten	234	380	246	238	234
aardgas	298	417	332	340	343
warmte	38	38	38	38	38
elektriciteit	359	422	316	353	422
Totaal	5.820	5.569	4.363	3.940	4.729
Totaal bij \$ 55/vat	6.315	5.739	5.226	4.516	5.164
Totaal bij \$ 75/vat	6.664	6.514	6.061	5.381	6.086

^a Conventionele energie is nodig in de overgangsfase naar een volledig duurzame energievoorziening

B7.4 Energiekosten in 2040

Naast de gemiddelde kosten voor de periode 2008 – 2040 zijn de kosten berekend voor de energievoorziening in 2040. Hierbij is een vergelijkbare methodiek gebruikt als bij de bovenstaande berekeningen. De kostprijs in 2040 voor de energiebronnen is hierbij samengesteld uit de afschrijving van alle installaties, brandstofkosten en eventuele emissierechten. Voor scenario's is natuurlijk gerekend met het verwachte verbruik in 2040. Voor de SOLET scenario's houdt dit in dat er geen fossiele brandstoffen meer gebruikt worden. Hierdoor zijn de kosten in het SOLET Scenario ook niet meer afhankelijk van aannamen in de olieprijs. Voor de WLO scenario's geldt dit nog wel en hiervoor is ook de gevoeligheid voor de olieprijs aangegeven. Een overzicht van de verwachte energiekosten in 2040 is weergegeven in tabel B7.5.

Tabel B7.5 Verwachte energiekosten in 2040 voor WLO en SOLET scenario's

Kosten [mln Euro/jaar]	Global economy	GE (hoge olieprijs)	Strong Europe	Regional communities	Transatlantic market
WLO scenario's					
Kolen	5	5	11	4	2
Olieproducten	824	1.228	1.229	550	677
Aardgas	838	955	983	647	869
Warmte	116	106	106	96	96
Elektriciteit	1.577	2.121	1.485	1.071	1.720
Totaal	3.358	4.416	3.813	2.368	3.365
Totaal bij \$ 55/vat	6.760	7.120	7.024	4.841	6.875
Totaal bij \$ 75/vat	10.011	10.674	10.616	7.033	10.041
SOLET Scenario's					
Zonne-energie	845	845	934	914	894
Zonnepanelen	689	689	452	472	551
Windenergie	396	390	147	45	226
WKK (incl. biomassa)	1.222	1.247	815	701	1.108
Besparing	1.833	1.647	1.330	1.104	1.427
Totaal	4.985	4.818	3.678	3.237	4.207

B7.5 Literatuur

[1] World energy outlook 2006. Paris, International Energy Agency, 2006.

[2] A financial and economic comparison of coal, gas and wind as options for Dutch electricity generation. Amsterdam, Greenpeace, 2008.

[3] Farla, J., Mulder, M., Verrips, A., Gordijn, H., Menkveld, M., Dril, T. van, Volkers, C., Joode, J. de, Seebregts, A., Daniëls, B., Boerakker, Y., Stienstra, G., Beurskens, L., & Kroon, P. (2006). Energie. In: Janssen, L.H.J.M., Okker, V.R., & Schuur, J.. Welvaart en leefomgeving: een scenariostudie voor Nederland in 2040, pp. 257-314. Den Haag, Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau, & Ruimtelijke Planbureau.

[4] R. Harmsen. MEP-advies WKK 2006. Petten, Energieonderzoek Centrum Nederland, 2005.

[5] J. Koppejan & P.D.M. de Boer-Meulman. De verwachte beschikbaarheid van biomassa in 2010. Utrecht: SenterNovem, 2005.

[6] M. de Noord, L.W.M. Beurskens & H.J. de Vries. Potentials and costs for renewable electricity generation: A data overview. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland, 2004.

[7] Feiten en cijfers 2006. Utrecht: SenterNovem, 2006

[8] M. Menkveld, M., Wijgaart, R.A. van de. Verkenning potentieel en kosten van klimaat en energiemaatregelen voor Schoon & Zuinig. Petten & Bilthoven, Energieonderzoek Centrum Nederland & Milieu en Natuur Planbureau, 2007.

Bijlage 8 Economische factoren

Naast de gedeeltelijk hogere kosten voor energiebesparing en duurzame energie zijn er nog andere belemmeringen in de economische en organisatorische sfeer voor het realiseren van een duurzame energievoorziening. In deze bijlage wordt op enkele van deze punten verder ingegaan.

Wanneer we kijken naar de energiebalans in Nederland zien we dat 55% van het energiegebruik in de vorm van warmte wordt omgezet en slechts omstreeks 20% in de vorm van elektriciteit. Dit gegeven leidt ertoe dat het bestuderen van de warmtemarkt en haar potenties een waardevolle bezigheid is.

TNO heeft onderzoek gedaan naar de potenties van de warmtemarkt in Noord-Brabant en heeft geconstateerd dat de technisch potentiële restwarmte van aanzienlijke omvang is (tussen de 800 en 1200 MW_{th}), daarnaast is er een potentiële elektriciteitshoeveelheid van 1000 MW_e uit decentrale WKK vastgesteld.

Blijkbaar zijn er dus voldoende mogelijkheden om grote hoeveelheden energie te produceren. De vraag rijst dan onmiddellijk waarom deze elektriciteit dan niet wordt benut, gezien de huidige toenemende wereldwijde energievraag.

Er liggen meerdere oorzaken ten grondslag aan dit probleem. Ten eerste is er de relatief hoge gasprijs ten opzichte van kolen en daarmee de relatief hoge kostprijs van elektriciteit uit aardgas ten opzichte van de kostprijs van elektriciteit uit kolen. Verder vormen de organisatie van de distributiemarkt en prijzen van teruglevering een belemmering voor decentrale energieomzetting.

B8.1 Distributiemarkt

Een andere reden waarom de elektriciteit niet wordt benut is de distributiemarkt. Het betreft hier dus geen technisch probleem maar een logistiek/economisch/juridisch probleem. Veronderstel dat een bedrijf gas kan omzetten in hoogwaardige warmte en deze warmte vervolgens kan omzetten in elektriciteit. Het totaal rendement van deze omzetting bedraagt ongeveer 80% ten opzichte van 40% van het opwekken van elektriciteit alleen. Bij gelijke gas- en kolenprijzen zou dit zowel economisch als energetisch zeer rendabel zijn. Het probleem doet zich echter voor dat de geproduceerde elektriciteit alleen kan worden gebruikt voor eigen gebruik. Het is niet toegestaan om deze elektriciteit via het net te verkopen aan bijvoorbeeld een nabijgelegen energie-intensief bedrijf, omdat de netbeheerder een monopolie heeft op dit terrein. Het is in dat geval dus noodzakelijk om de elektriciteit eerst *terug te leveren* aan de netbeheerder, waarna deze vervolgens weer kan worden doorgegeven aan het nabijgelegen bedrijf.

Ecologisch gezien is het overigens veel 'schoner' om gas te gebruiken dan kolen, aangezien de equivalente CO₂ waarde lager ligt en derhalve het broeikaseffect veel minder wordt gestimuleerd met het gebruik van gas dan met het gebruik van kolen. Het is echter lastig om deze verschillen met betrekking tot de invloed op

het broeikas effect om te rekenen in harde valuta. Tevens is het mogelijk om kolen om te zetten in gas, wat per saldo ook kan leiden tot minder uitstoot.

B8.2 Teruglevering

Wanneer energie decentraal wordt opgewekt en uitstijgt boven het eigen gebruik mag, zoals reeds hierboven vermeld, de energie niet worden verkocht aan een andere partij dan de energiemonopolist. Hiervoor gelden lagere tarieven. Zo biedt Essent bijvoorbeeld 8,20 eurocent per kWh. De inkoop tarieven bij Essent zijn bij een standaardpakket 18,46 eurocent per kWh (exclusief vaste kosten per maand). Dat betekent een prijsverschil van ongeveer 125%. De prijzen die hier worden gehanteerd, zijn voor de consument, bedrijven betalen een lagere prijs. Aan bedrijven die meer dan 5.000 kWh terug willen leveren wordt voor de geproduceerde elektriciteit 70% van de gemiddelde prijs van de afgelopen 12 maanden op de Amsterdam Power Exchange betaald. Dat betekent dat er in ieder geval een gat zit van 30% tussen de marges. Essent geeft aan dat dit gat noodzakelijk is in verband met de onvoorspelbaarheid van de teruglevering. Wellicht zou er in de toekomst kunnen worden gekeken naar 'terugleveringsgaranties' waardoor dit gat in de marges kan worden verkleind. Daarnaast zouden koppelingen op grote schaal dit soort garanties kunnen bevorderen, het waait namelijk altijd wel ergens en hetzelfde geldt voor de inspraking van zonne-energie. Mogelijk is het in dat geval noodzakelijk om internationale verbintenissen af te sluiten. De huidige prijsverschillen zorgen er in elk geval voor dat decentrale energieomzetting economisch gezien minder interessant wordt. Wanneer er aanpassingen worden gedaan in dit beleid worden mogelijkheden voor bedrijven enorm vergroot. Een liberalisering van de markt zal in dat geval leiden tot prijsdalingen, mits de vraag naar energie niet stijgt door de nieuwe situatie.

B8.3 Investeringsmomenten

Wanneer decentrale omzetting economisch gezien interessanter wordt door het wegnemen van beperkingen is het zaak om continue aan te sluiten bij huidige investeringsmomenten. Zo kunnen bijvoorbeeld daken die aan vervanging toe zijn misschien meteen worden voorzien van zonnepanelen. Aangezien investeringen over het algemeen meedelen met de conjunctuur is het van belang om strategische momenten te kiezen voor introducties van stimuleringsinstrumenten voor duurzame energie.

Bijlage 9 Aanbiedingsbrief energiescenariostudie



telos brabantse centrum voor
duurzame ontwikkeling

Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant
t.a.v. drs. J.M.P. Moons
Postbus 90151
5200 MC 's-Hertogenbosch

Warandelaan 2
Postbus 90153
5000 LE Tilburg

T 013 - 466 87 12
F 013 - 466 34 99
telos@uvvt.nl
www.telos.nl

Datum 22 december 2008
Kenmerk Telos/hm/08.12.jk
Onderwerp Energiescenario studie

Geachte mevrouw Moons,

Met genoegen bieden wij u hierbij het rapport aan "Energiek Brabant:
een scenariostudie naar de energievoorziening van Noord-Brabant in 2040".

De conclusie van de studie is: een duurzame energievoorziening voor de Provincie Noord-Brabant is
op termijn financieel en technisch haalbaar. De hiervoor benodigde investeringen verdienen zich
uiteindelijk terug. De Provincie kan voor deze transitie een wezenlijke rol spelen.

Om een zo breed mogelijk draagvlak te creëren wordt een energietransitieraad voorgesteld met
bestuurders uit politiek, bedrijfsleven, kennisinstellingen en belangenorganisaties.

Wij hopen dat deze studie kan bijdragen tot een daadwerkelijke verduurzaming van de
energievoorziening in Noord Brabant en dat deze de provincie ondersteunt bij het ontwikkelen van het
masterplan energie.

Graag willen wij in januari 2009 onze bevindingen toelichten en u tegelijkertijd deze studie middels
een officiële gelegenheid aanbieden.

Tevens treft u in de bijlage bij deze brief de antwoorden aan op de vijf door de Provincie Noord-
Brabant aan Telos gestelde vragen.

Met vriendelijke groet,

Namens Telos,
Prof. dr.ir. J.T. Mommaas
Directeur Telos

CC: drs. W. de Graaff

Bijlage: Antwoorden op de 5 vragen van de Provincie Noord-Brabant

Welke invloed heeft de bouw van nieuwe kolencentrales op de verduurzaming van de energievoorziening en klimaatverandering?

Een toekomstige duurzame energievoorziening focust vooral op decentrale energieomzetting en levering. Een nieuwe kolencentrale wordt neergezet voor minimaal 30 jaar en kan, wanneer niet goed doordacht, een decentrale energie voorziening belemmeren. Een kolencentrale is gericht op elektriciteitsproductie en niet op warmtelevering en legt de netcapaciteit vast waardoor decentrale duurzame energiesystemen niet kunnen leveren. Volgens het SOLET scenario blijkt een kolencentrale niet nodig. Wel is het mogelijk dat kolencentrales nodig zijn als achtervang.

Is kernenergie als tussenstap naar een duurzame energievoorziening noodzakelijk?

Kernenergie is net als andere centrale energievoorzieningen gericht op elektriciteitsproductie en niet op warmtelevering. Omdat deze voorzieningen ook voor meer dan 30 jaar worden neergezet past dit niet in een meer decentrale aanpak van de energievoorziening. Het kan net als een kolencentrale belemmerend werken voor het opzetten van een decentrale duurzame energievoorziening. Volgens het SOLET scenario blijkt een kerncentrale niet nodig. Wel is het mogelijk dat kernenergie nodig is als achtervang.

Welke invloed heeft verdergaande energiebesparing?

Energiebesparing is essentieel voor de energievoorziening van de toekomst. Investerings in energiebesparing zijn zowel economisch als milieutechnisch zeer efficiënt. Daarnaast vergroot energiebesparing de mogelijkheden voor efficiënte toepassing van duurzame energie.

Is zelfvoorziening als uitgangspunt bij wijken en/of industrieterreinen zinvol?

Een duurzame energievoorziening is gebaseerd op decentrale levering en gebruik. Dit wordt gestimuleerd door zelfvoorziening van wijken en industrieterreinen. Er moet echter niet te strikt met dit principe worden omgegaan, onderlinge energielevering en uitwisseling moet mogelijk blijven. Voor industrieterreinen geldt dat bij het opwekken van warmte ook elektriciteit kan worden opgewekt die lokaal of via uitwisseling kan worden gebruikt. Dus zelfvoorziening moet niet het uitgangspunt zijn maar een integrale visie op efficiency, besparingen en de inzet van duurzame bronnen.

Welke rol kan biomassa (biogas) spelen?

Binnen de transitie van fossiele naar duurzame energiebronnen kan biomassa (inclusief biogas) een zeer belangrijke rol spelen, vooral het gebruik van reststromen maar ook import van duurzame biomassa. Op korte termijn is de inzet van biomassa goedkoper vergeleken met bijvoorbeeld zonne-energie, waardoor eerst ingezet kan worden op biomassa. Biomassa heeft als voordeel dat het kan worden opgeslagen en getransporteerd. Daarmee is biomassa flexibeler dan elektriciteit. Biomassa kan worden ingezet als aanjager van een transitie naar substantiële duurzame energie voorziening.

Bijlage 10 Begroting energie-transitieraad

In dit rapport wordt voorgesteld een energietransitieraad in te stellen die adviseert ten aanzien van energiebeleid en proefprojecten op energiegebied coördineert. Hieronder wordt een indicatieve begroting gegeven voor deze raad voor de komende twee jaar.

	Begroot bedrag [mln Euro]
Proefprojecten mobiliteit	30
Cofinanciering WKK installatie(s)	30
Ketenbevordering productie energiesystemen	50
Energiezuinige landbouw	30
Energiezuinige nieuwbouw en renovatie	35
Energiezuinige openbare verlichting	10
Geschikt maken energienetten	5
Onderzoek kennisinstellingen	10
Totaal	200