

ZEKER Zeeland

Zeeuwse Energietransitie Kansenkaart
Energie & Ruimte

Hilke Rösler
Luuk Beurskens
Marc Londo

Juni 2016
ECN-E--16-024



Verantwoording

Dit rapport is geschreven door ECN in opdracht van de Provincie Zeeland. Het staat geregistreerd onder projectnummer 5.4336. Projectleider van het project is Hilke Rösler.

Abstract

On assignment of the Dutch province of Zeeland ECN has documented in this report the pathways towards a sustainable energy system, focusing on energy demand scenarios and renewable energy projections and potentials.

Hoewel de informatie in dit rapport afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan ECN geen aansprakelijkheid aanvaarden jegens de gebruiker voor fouten, onnauwkeurigheden en/of omissies, ongeacht de oorzaak daarvan, en voor schade als gevolg daarvan. Gebruik van de informatie in het rapport en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker. In geen enkel geval zijn ECN, zijn bestuurders, directeuren en/of medewerkers aansprakelijk ten aanzien van indirecte, immateriële of gevolgschade met inbegrip van gederfde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders.



Inhoudsopgave

	Samenvatting	4
1	Inleiding	11
2	De context	14
2.1	Stand van zaken Nationaal en Internationaal	14
2.2	Stand van zaken in Zeeland	19
3	Het Zeeuwse potentieel	28
4	De Zeeuwse opgave	36
5	Impact	44
5.1	Ruimtelijk impact	44
5.2	Kosten	45
5.3	Werkgelegenheidseffecten	46
6	Het warmteplan	51
6.1	Huishoudens	52
6.2	Handel, diensten en overheid	59
6.3	Industrie	61
7	Conclusies	67
8	Referenties	70

Samenvatting

1. Aanleiding en opdracht

De Provincie Zeeland heeft de ambitie om een evenredige bijdrage te leveren aan nationale doelen voor verduurzaming van de energievoorziening¹ en wil daarbij inzetten op voor Zeeland gebieden of thema's die specifiek voor Zeeland relevant zijn. Hiertoe is het voor de Provincie van belang om te weten welke opties Zeeland heeft om te verduurzamen en wat de voor- en nadelen van de verschillende opties zijn. Daarnaast is het voor de Provincie belangrijk om inzicht te hebben in de ruimtelijke en de economische effecten van verduurzaming; wat is het effect op de werkgelegenheid en hoeveel ruimte is er nodig voor de opwekking van hernieuwbare energie? Deze studie kan dienen als een basis voor het ontwikkelen van de beleidsplannen voor de komende jaren (2020-2030) door de Provincie Zeeland.

Om invulling te geven aan de behoefte van de Provincie heeft ECN een overzicht samengesteld van de opties voor hernieuwbare energie en energiebesparing binnen de Provincie tot en met 2030, inclusief hun potentiële en impacts qua ruimte en werkgelegenheid. Daarbij hebben we extra aandacht besteed aan verduurzaming van de warmtehuishouding, die goed is voor meer dan de helft van ons energieverbruik. In voorbereiding van het provinciaal Warmteplan heeft de Provincie behoefte aan een samenhangend plan voor de warmtehuishouding, waarin vraag en aanbod bij elkaar wordt gebracht en rekening wordt gehouden met energiebesparing.

2. Perspectief voor energiebesparing en hernieuwbare energie

Voor de Zeeuwse opgave om tot een duurzame energiehuishouding te komen worden beide kanten ervan belicht: de energievraag (onderverdeeld in vraagsectoren zoals industrie, huishoudens en transport) en het energieaanbod (alle energieproductietechnieken). Aan de vraagzijde worden twee ambitieniveaus gedefinieerd, namelijk een Business as Usual (BAU) scenario

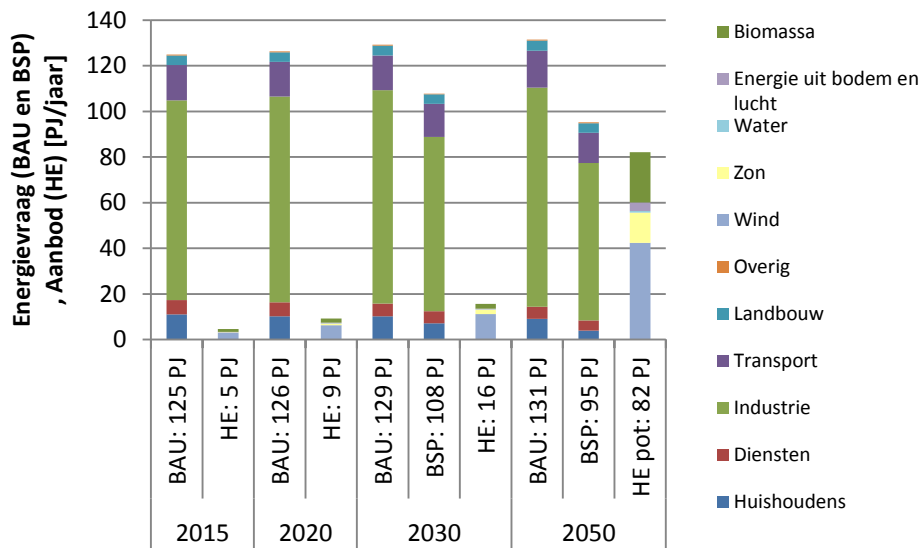
¹ Voor een definitie van 'duurzame energiehuishouding' en andere in dit rapport gebruikte termen zie sectie 1.1.

waarin het bestaande en voorgenomen Nederlandse energiebeleid ongewijzigd blijft en proportioneel effect heeft in Zeeland. In het scenario BeSParing (BSP) worden in Zeeland grotere energiebesparingen en efficiëntieverbeteringen gerealiseerd, waardoor deze laatste een significant lagere energievraag kan bereiken, vooral op de langere termijn.

Aan de aanbodzijde kunnen de technieken voor hernieuwbare energieopwekking worden onderverdeeld in drie categorieën, namelijk voor de opwekking van elektriciteit (wind, zon-PV, water en diverse biomassa-opties), warmte (zonnepwarmte, energie uit bodem en buitenlucht en diverse biomassa-opties) en brandstoffen uit biomassa. De laatstgenoemde bestaat uit vloeibare brandstoffen (biobrandstoffen) voor de transportsector en gasvormige brandstoffen (groen gas, in ruwe vorm te gebruiken als biogas of op te werken en in te zetten als substituuut voor aardgas).

In **Figuur 1** zijn het energieverbruik in de vraagsectoren en het aanbod van hernieuwbare energie afgebeeld. Daarbij is voor de korte- en middellange termijn een vertaling gemaakt van cijfers uit de Nationale Energieverkenning (NEV) van 2015.

Figuur 1: Energieverbruik in de vraagsectoren voor twee toekomstbeelden (BAU en BSP) met de bij het zichtjaar behorende hernieuwbare energie (voor de periode t/m 2030 gebaseerd op NEV2015, voor 2050 is het maximaal potentieel weergegeven). Energie-eenheid is PJ (PetaJoule, of 10^{15} Joule).



Voor de komende jaren is te zien dat de bijdrage van hernieuwbare energie klein is maar stijgend: 4% van de totale vraag in 2015 (4,6 van 125 PJ) en 7% in 2020 (9,2 van 126 PJ). Dit percentage drukt uit wat het aandeel hernieuwbaar in het energieverbruik is en is direct vergelijkbaar met de doelstelling van 14% hernieuwbaar in 2020. In het jaar 2030 begint de bijdrage al substantiëler te worden met 12% (BAU, 15,7 van 129 PJ) en 15% (BSP, 15,7 van 108 PJ).

Typisch voor Zeeland is de enorme energievraag in de industriële sector. Wanneer deze uit de vraag weggelaten wordt ziet het beeld er anders uit en bedragen de aandelen hernieuwbare energie 12% (2015), 25% (2020) en 44-50% (2030).

Er blijkt in Zeeland voor de langere termijn een substantieel potentieel te zijn voor de ontwikkeling van hernieuwbare energie. Het maximale potentieel dat voor 2050 geschetst wordt is niet per se gebonden aan dat jaartal: de potentiëlen kunnen voor een aantal technieken vervroegd ontwikkeld worden, maar ze kunnen ook nog even op de plank blijven liggen. Bovenstaande figuur geeft voor het jaar 2050 een beeld van de twee ambitieniveaus BAU en BSP, met daarnaast het lange-termijnpotentieel voor hernieuwbare energie. Met bijdragen tussen 62% (BAU, 82.1 van 131 PJ) en 86% (BSP, 82.1 van 95 PJ) biedt dit goede kansen voor de toekomstige verduurzaming. Op basis van bovenstaande cijfers is te concluderen dat een energie-neutraal zijn voor de Provincie te ambitieus is, tenminste wanneer tevens de relatief grote energievraag in de industrie binnen de ambitie valt. Wanneer enkel op de som van de overige sectoren (huishoudens, diensten, transport, landbouw) ingezoomd wordt dan is er bijna dubbel zo veel potentieel als de energievraag en is het haalbaar om als provincie energieneutraal te worden. De uitdaging zal echter zijn hoe dit potentieel te ontwikkelen.

Voor de projectie op basis van NEV ziet het aanbod van hernieuwbaar er als volgt uit (**Tabel 1**). Wind (op land en op zee), zon en biomassa (vooral geïmporteerd) vormen het overgrote deel van het potentieel aan hernieuwbare energie.

Tabel 1: Hernieuwbare energie in Zeeland (voor de periode t/m 2030 gebaseerd op NEV2015, voor 2050 is het maximaal potentieel weergegeven). Energie-eenheid is PJ (PetaJoule, of 10^{15} Joule).

PJ	2015	2020	2030	2050
Wind	3.0	6.4	11.1	42.4
Zon	0.2	0.7	1.9	13.2
Water	0.0	0.1	0.1	0.7
Energie uit bodem en lucht	0.1	0.2	0.3	3.8
Biomassa	1.3	1.8	2.1	22.0
Totaal	4.6	9.2	15.7	82.1

3. Effecten op ruimte, kosten en werkgelegenheid

Voor de behandelde hernieuwbare energietechnieken is op basis van de eerder gerapporteerde potentiëlen weergegeven wat het ruimtebeslag is. Conclusie van dit overzicht is dat enkel wind op land en zon-PV een niet-verwaarloosbaar ruimtebeslag kennen.

De werkgelegenheid die uit de toekomstbeelden volgt is gekwantificeerd voor het jaar 2030. In totaal leveren de hernieuwbare energie technologieën jaarlijks naar schatting ruim 1600 arbeidsjaren rond 2030. Het uitvoeren van de besparingsmaatregelen levert rond 2030 naar schatting bijna 1900 arbeidsjaren per jaar op. Daarbij moet opgemerkt worden dat dit niet allemaal extra werkgelegenheid is; voor een deel is sprake van verdringing en zo zal er na een aantal jaren weer een nieuw evenwicht gevonden worden.

4. Ontwikkeling warmtevraag en technologie opties.

Meer dan de helft van het energieverbruik wordt gebruikt voor de productie van warmte. Dit varieert van lage-temperatuur verwarming in huishoudens tot hoge-temperatuur warmte voor processen in de industrie. Op dit moment wordt deze warmte voornamelijk geproduceerd uit aardgas. Om tot een duurzame Nederlandse energiehuishouding te komen, is het cruciaal ook de warmtevraag te reduceren en te verduurzamen.

In het Nationaal Energieakkoord voor duurzame groei uit 2013 is afgesproken dat provincies samen met lokale overheden, leverende en verbruikende sectoren uiterlijk in 2022 lange-termijn warmteplannen hebben ontwikkeld. Deze studie levert input voor het warmteplan voor de Provincie Zeeland door de warmtevraag ontwikkeling in kaart te brengen en een overzicht te geven van de mogelijke duurzame technologieën om de resterende warmtevraag in te vullen en de voor- en nadelen van de technologieën te benoemen.

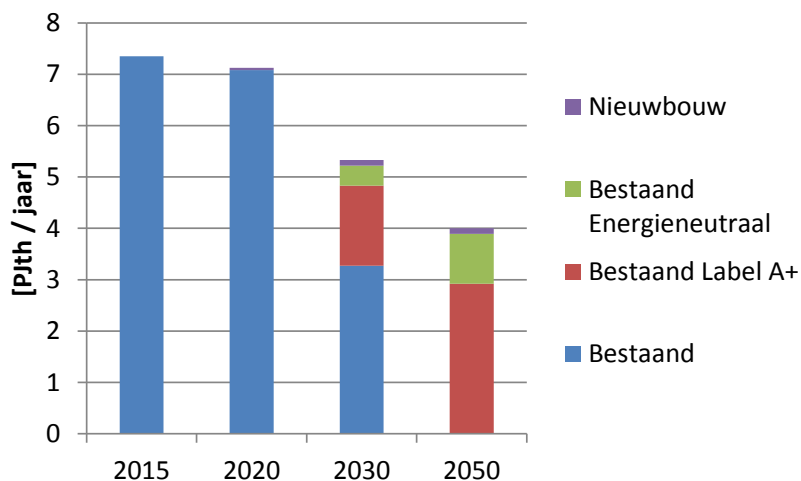
De volgende energiebesparingsopties zijn ingezet voor vergaande besparingsmaatregelen:

- Labelstappen woningen. Aangenomen is dat in 2030 40% van de bestaande woningen naar label A+ gaat en er 10% naar energieneutraal gerenoveerd zijn. In 2050 heeft 75% van de bestaande woningen label A+ en de rest is energieneutraal
- Besparing in de dienstensector. Aangenomen is dat alle gebouwen in 2050 besparende maatregelen hebben met een terugverdientijd tot 20 jaar. In 2030 is dit het geval voor 40% van de bedrijven.
- Een besparingstempo van finaal energieverbruik van 1,5% per jaar in de industrie.

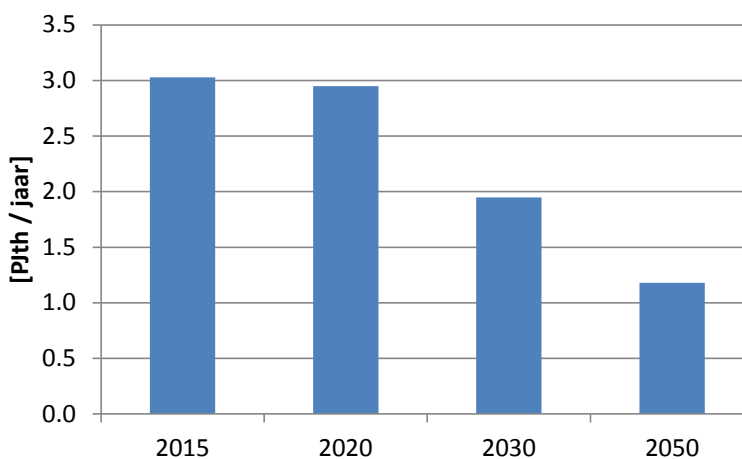
Deze besparingen zijn niet additioneel ten opzichte van de besparing die we onder huidig beleid zouden zien zoals de NEV. Het is de totale besparing ten opzicht van het verbruik zonder enige vorm van besparingsmaatregelen na 2020, het zo geheten “frozen efficiency”.

De resulterende finale nuttige warmte vraag voor huishoudens (**Figuur 2**) en diensten (**Figuur 3**) is hieronder weergegeven.

Figuur 2: Finale nuttige warmte vraag voor huishoudens²



Figuur 3: Nuttige finale warmte- en koudevraag van de diensten sector



Om de resterende warmtevraag in te vullen zijn er verschillende technologie-opties. In **Tabel 2** zijn de belangrijkste voor- en nadelen van ieder technologie opgesomd.

Tabel 2: Voor- en nadelen verschillende warmte opties voor de gebouwde omgeving

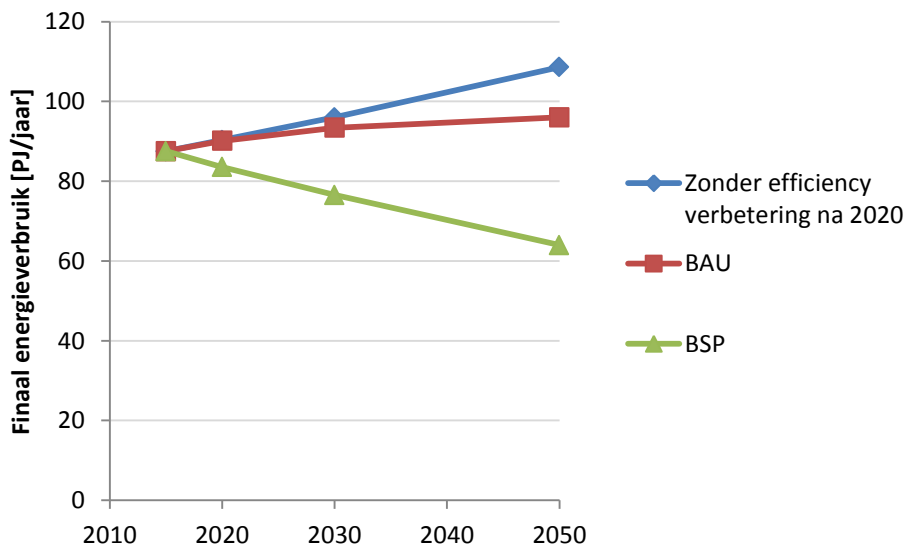
	Voordelen	Nadelen
All-electric	<ul style="list-style-type: none"> In combinatie met hernieuwbare elektriciteit CO₂-neutraal Geen gas nodig uit Groningen of buitenland 	<ul style="list-style-type: none"> Werkt alleen goed in combinatie met vergaande isolatie. Vraagt forse investering Bij grootschalige toepassing is netverzwaring nodig
Warmtenetten	<ul style="list-style-type: none"> Geen gas nodig uit 	<ul style="list-style-type: none"> Hoge initiële investeringen

² Energieneutrale woningen hebben wel warmte vraag, maar produceren zelf energie dat minimaal zo veel is als eigen energieverbruik

	<ul style="list-style-type: none"> Groningen of buitenland Mogelijkheid tot nuttig gebruik restwarmte 	<ul style="list-style-type: none"> Kosten en baten matchen niet Vraagt veel regie
Hybride optie	<ul style="list-style-type: none"> Goed inpasbaar Vermindert noodzaak netverzwing 	<ul style="list-style-type: none"> Nog steeds gas nodig In combinatie met aardgas niet CO₂-vrij.
Zon-thermisch	<ul style="list-style-type: none"> Hernieuwbaar 	<ul style="list-style-type: none"> Vooral voor warm tapwater Naverwarmen met HR-ketel in winter
Groen Gas	<ul style="list-style-type: none"> In te passen in huidige infrastructuur Geen grote aanpassingen in gebouwde omgeving nodig 	<ul style="list-style-type: none"> Hoeveelheid beschikbaar groengas is beperkt Groen gas nodig om andere sectoren te vergroenen
Biomassa	<ul style="list-style-type: none"> Hernieuwbaar 	<ul style="list-style-type: none"> Luchtverontreiniging Hogere investeringskosten Meer 'gedoe' dan gas
(micro-) WKK	<ul style="list-style-type: none"> Goed voor decentrale balancering netten 	<ul style="list-style-type: none"> Hoge investeringskosten Toename CO₂-emissie in non-ETS

Voor de industrie leidt de veronderstelde besparing van 1,5% per jaar tot een finaal energieverbruik dat in 2050 27% lager ligt dan het huidige verbruik (zie **Figuur 4**). Om deze besparing te realiseren en de resterende warmtevraag te verduurzamen zijn er verschillende mogelijkheden: efficiënte eigen energiehuishouding, elektrificeren van de industrie met hernieuwbare elektriciteit, biomassa gebruik voor hoge temperatuur warmte, restwarmte koppeling, koppeling van andere reststromen. Deze opties worden in meer detail in hoofdstuk 6 besproken.

Figuur 4: Ontwikkeling van finale energieverbruik in de industrie bij 1,5% per jaar



1

Inleiding

Zowel nationaal als internationaal staat de energietransitie hoog op de agenda. De afspraken binnen de COP21 in Parijs en het Nederlandse energieakkoord alsmede de vele lokale initiatieven leiden ertoe dat Provincies behoefte hebben om het provinciale klimaat- en energiebeleid te herijken en te onderzoeken welke opties zij nog hebben om bij te dragen aan de nationale doelstellingen.

De Provincie Zeeland heeft de ambitie om een evenredige bijdrage te leveren aan nationale doelen en daarbij in te zetten op voor Zeeland specifieke gebieden of thema's. Hiertoe is het voor de Provincie van belang om inzicht te hebben in welke opties Zeeland heeft om te verduurzamen en wat de voor- en nadelen van de verschillende opties zijn. Aangezien er steeds meer lokale overheden, marktpartijen en burgers initiatieven ontwikkelen gericht op de verduurzaming van de energievoorziening in Zeeland is het ook van belang om te weten welke projecten er al lopen, wat de huidige stand van zaken is, en wat de gevolgen zijn als de Provincie zelf verder geen actie zou ondernemen. Om te kunnen bepalen welke opties de Provincie naast de lopende projecten heeft om te komen tot een evenredige bijdrage aan de nationale doelstellingen is inzicht nodig in het potentieel voor hernieuwbare energie en energiebesparing binnen de Provincie tot 2030. Daarnaast is het voor de Provincie belangrijk om inzicht te hebben in de ruimtelijke en de economische effecten van verduurzaming; wat is het effect op de werkgelegenheid en hoeveel ruimte is er nodig voor de opwekking van hernieuwbare energie?

Naast hernieuwbare elektriciteit is er toenemende aandacht is voor verduurzaming van de warmtehuishouding. Ook voor Zeeland is dit een belangrijk onderwerp aangezien warmte net als in de rest van Nederland een belangrijk aandeel heeft in het totale energieverbruik. Vandaar dat de Provincie behoefte heeft aan een samenhangend plan voor de warmtehuishouding, waarin vraag en aanbod bij elkaar wordt gebracht en rekening wordt gehouden met energiebesparing.

Aan ECN is de vraag gesteld om een verkennende studie uit te voeren naar de kansen van de Zeeuwse bijdrage aan de energietransitie. Deze studie kan

dienen als een basis voor het ontwikkelen van de beleidsplannen voor de komende jaren (2020-2030) door de Provincie Zeeland. Hiervoor heeft ECN onderzocht wat er al gebeurt in Zeeland op het gebied van verduurzaming, en hoe dat past in (inter)nationale ontwikkelingen en wat het potentieel in Zeeland is voor duurzame opwekking, besparing en efficiëntie. Op basis hiervan is een beschrijving gemaakt van de verduurzaming van energievraag en –aanbod in de Provincie Zeeland (per sector en technologie) onder twee ambitieniveaus voor 2030 en 2050. Hierbij is tevens onderzocht wat de ruimtelijke impact is van deze ambitieniveaus. Ten slotte is er een kansenverkenning voor duurzame warmte en zijn de voor- en nadelen voor de verschillende warmte opties in kaart gebracht die als basis kunnen dienen voor een startnotitie voor een Zeeuws warmteplan.

1.1 Definities

In deze studie zijn de volgende definities gehanteerd.

Verduurzaming van de energiehuishouding

Hieronder verstaan we het terugbrengen van de CO₂-emissies van onze energiehuishouding, door een energiebesparing en hernieuwbare energie. Ook het CO₂-vrij inzetten van fossiele energie (door afvang en opslag van CO₂) kan deel uitmaken van verduurzaming van de energiehuishouding, maar is geen onderdeel van deze studie.

Energiebesparing

Deze term is gedefinieerd als “het uitvoeren van dezelfde activiteiten of vervulling van functies met minder energieverbruik”. Energiebesparing is dus een relatieve term: het absolute energiegebruik kan nog steeds toenemen als de economische groei hoger is dan het energiebesparingstempo.

Hernieuwbare energie

Onder hernieuwbare energie wordt verstaan: energie uit hernieuwbare niet-fossiele bronnen zoals vastgelegd in artikel 1 van de Europese richtlijn Energie uit Hernieuwbare bronnen. Voor de exacte uitwerking per hernieuwbare bron wordt gebruik gemaakt van het Protocol monitoring hernieuwbare energie uit 2011.

Energieneutraal

Onder energieneutraal wordt verstaan: de productie van hernieuwbare energie in een jaar is gelijk aan het bruto finale gebruik in een jaar.

Frozen-efficiency scenario

Scenario waarbij de theoretische aanname wordt gehanteerd dat er in de toekomst geen efficiëntieverbetering optreedt in het energiegebruik van eindgebruikers en er geen hernieuwbare energie bij komt. Wel wordt in het scenario rekening gehouden met andere ontwikkelingen zoals de groei van het aantal woningen en dergelijke. Frozen-efficiency scenario's worden gebruikt om

als basispad te dienen voor een technische potentieelstudie van efficiencymaatregelen.

Business as Usual scenario

Scenario waarbij als aanname wordt gehanteerd dat ontwikkelingen in de toekomst vergelijkbaar zijn met ontwikkelingen in het (recente) verleden. Een Business as Usual scenario wordt vaak gebruikt als referentie om ontwikkelingen zonder (aanvullend) beleid zichtbaar te maken. In deze studie dient de Nationale Energieverkenning uit 2015 als Business as Usual scenario. Hierin is al het vastgestelde en voorgenomen beleid status mei 2015 meegenomen.

Primair energiegebruik

Het gebruik van energiedragers zoals ze gewonnen worden uit de natuur, zoals aardolie, aardgas en steenkool. Voor het maken van elektriciteit (een secundaire energiedrager) is bijvoorbeeld een grotere hoeveelheid primaire energie nodig, vanwege omzettingsverliezen.

Finaal energiegebruik

Het door gebruik opmaken van energie. Hierna resteert geen nuttig bruikbare energiedrager. Het gebruik van elektriciteit en gas in woningen is een typisch voorbeeld van finaal energiegebruik.

1.2 Omreken factoren

Eenheden van energie, gebruikt in dit rapport:

$1 \text{ PJ} = 10^{15} \text{ J} = 277,8 \text{ GWh} = 31,6 \text{ miljoen m}^3 \text{ aardgas (onderste verbrandingswaarde)}$

$1 \text{ GWh} = 10^9 \text{ Wh} = 3,6 \text{ TJ} = 3,6 \times 10^{12} \text{ J}$

Van vermogen naar energie:

$1 \text{ W} = 1 \text{ J/sec} = 31.536.000 \text{ J/jaar} = 31,536 \text{ MJ/jaar}$

$1 \text{ MW} = 31,536 \text{ TJ/jaar}$

Om van vermogen naar werkelijk geproduceerde energie te gaan moet rekening gehouden worden met het aantal vollasturen (draaiuren). Bijvoorbeeld een windturbine van 1 MW, met 2800 vollasturen produceert per jaar $2800/8760 * 31.536 = 10 \text{ TJ}$ elektriciteit.

2

De context

Teneinde een indruk te geven van de context waarin de Provincie streeft naar duurzaamheid schetsen we in dit hoofdstuk een beeld van de belangrijkste nationale en internationale ontwikkelingen (2.1) en van de belangrijkste initiatieven binnen de Provincie Zeeland zelf (2.2). In deze laatste sectie gaan we ook in op het huidige energiegebruik in de Provincie.

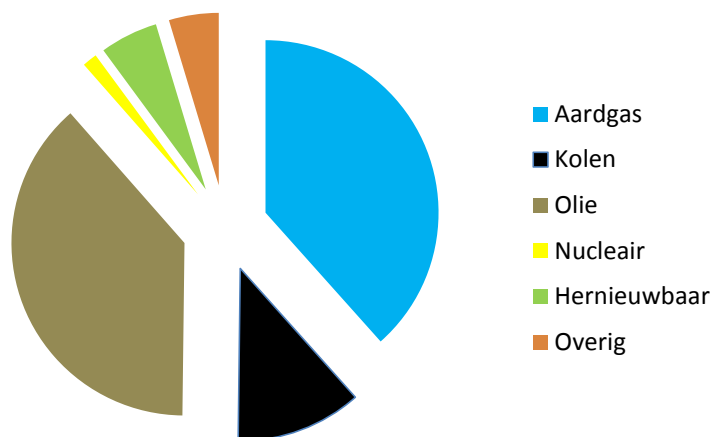
2.1 Stand van zaken Nationaal en Internationaal

2.1.1 Huidig beeld nationale energiehuishouding

De Nederlandse energiehuishouding vandaag

Onze nationale energiehuishouding wordt sterk gedomineerd door fossiele energie, met een totaal aandeel van meer dan 90% (zie **Figuur 5**). Hernieuwbare energie speelt nog steeds een bescheiden rol in de energiehuishouding. Historisch gezien is dat verklaarbaar: ons land heeft grote gasreserves en via de havens goed toegang tot kolen en olie, en de potentiële van relatief goedkope vormen van hernieuwbare energie in Nederland (zoals waterkracht) zijn beperkt.

Figuur 5: Primair energiegebruik in Nederland in 2016. Bron: NEV (2015).



Daarnaast wordt ons land gekenmerkt door een grote en energie-intensieve (petro)chemische sector, waardoor we een hoog energiegebruik per inwoner hebben. Hoewel een grote energieverbruiker doet deze sector het internationaal gezien niet slecht wat betreft energie-efficiëntie. Andere sectoren met een substantieel energieverbruik zijn de gebouwde omgeving (woningen, kantoren, etc), en de transportsector.

Ambities: Europese doelstellingen

De meeste ambities voor het verduurzamen van onze energiehuishouding zijn geënt op Europees afgesproken doelstellingen. Voor 2020 zijn er concrete afspraken gemaakt voor reductie van broeikasgassen, opwekking van hernieuwbare energie en energiebesparing, inclusief een doorvertaling naar de lidstaten. Voor de langere termijn zijn er minder en algemenere ambities.

Tabel 3: Europese doelen voor energie en klimaat.

	Broeikasgas-emissies	Hernieuwbare energie	Energiebesparing
2020	-20%*	20%**	20%***
2030	-40%	27%	-
2050	-80%-95%	-	-

*: Inclusief doorvertaling naar lidstaten voor de sectoren die niet onder het ETS vallen, het Europese emissiehandelssysteem. Nederlandse doelstelling voor niet-ETS sectoren is -16% ten opzichte van 1990, of een emissieruimte van 920 Mton CO₂-equivalenten cumulatief voor de periode 2013-2020.

** : Inclusief doorvertaling naar lidstaten. Nederlandse doelstelling voor hernieuwbare energie in 2020 bedraagt 14%.

***: In de richtlijn energie-efficiëntie is deze doelstelling vertaald in een minimale cumulatieve energiebesparing van 482 PJ voor de periode 2013-2020.

Nationale ambities

Specifiek voor Nederland zijn de meest concrete doelstellingen voor de korte termijn vastgelegd in het Energieakkoord van 2013. De belangrijkste doelstellingen zijn:

- Voor hernieuwbare energie een aandeel van 14% in 2020 (gelijk aan de Europese verplichting), oplopend naar 16% in 2023.
- Extra energiebesparing van 100 PJ (finale energie) in 2020.
- Minimaal 15.000 extra banen als gevolg van de gemaakte afspraken.

Voor de langere termijn is het Energieakkoord nog niet zo specifiek. In het Energierapport is de lange-termijndoelstelling van 80-95% broeikasgasemissiereductie bevestigd, concretisering van de consequenties voor 2030 en verder zijn nog in voorbereiding en deels afhankelijk van de uitwerking hieraan op Europees niveau.

Naast het Energieakkoord is er momenteel de nodige discussie rond de 'Urgenda-uitspraak': Daarin stelt de rechter dat Nederland op basis van internationale toezeggingen in 2020 zijn emissies met minimaal 25% moet hebben verminderd ten opzichte van 1990. De overheid heeft beroep aangetekend tegen deze uitspraak maar ook aangegeven dat ze er hangende dit beroep gevolg aan zal geven.

Hoe doen we het?

De Nationale Energieverkenning (NEV) is de jaarlijkse graadmeter van de Nederlandse energiehuishouding, waarin ook ramingen worden gemaakt die aangeven in hoeverre Nederland de doelstellingen haalt. De meest recente NEV van 2015 geeft het volgende beeld:

- Ondanks een sterke toename in de komende jaren ligt de doelstelling van 14% hernieuwbare energie in 2020 met het nu vastgestelde en voorgenomen beleid nog niet binnen bereik. Er zijn dus extra inspanningen nodig, waarbij het meeste wordt verwacht van extra inspanningen rond wind op land en een nieuwe subsidieregeling voor decentrale hernieuwbare energie, de ISDE. Daarnaast is er extra aandacht voor geothermie en monomestvergisting³.
- De Europese doelstelling voor energiebesparing wordt naar verwachting ruimschoots gehaald, maar de ambitie van 100 PJ extra besparing in 2020 uit het Energieakkoord duidelijk niet. Ook op dit punt zijn dus nog extra inspanningen nodig, waarbij wordt gewerkt aan een nieuw verplichtingssysteem voor besparing in woningen en aan een-op-een afspraken met bedrijven onder het ETS³.
- De Europese doelstelling voor emissiereductie van broeikasgassen wordt naar verwachting ruimschoots gehaald. De 25%-emissiereductie conform de Urgenda-uitspraak wordt met een geraamde reductie van 19% echter niet gehaald. Ook op dit punt heeft de overheid extra maatregelen in voorbereiding.

³ Zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2016/05/17/kamerbrief-intensiveringspakket-energieakkoord> voor een recente kamerbrief hierover.

En het Energierapport?

Voor de ambities op de lange termijn is het meest recente Energierapport van het ministerie van EZ een relevant document. Hierin worden een paar belangrijke hoofdlijnen van het langetermijnbeleid duidelijk:

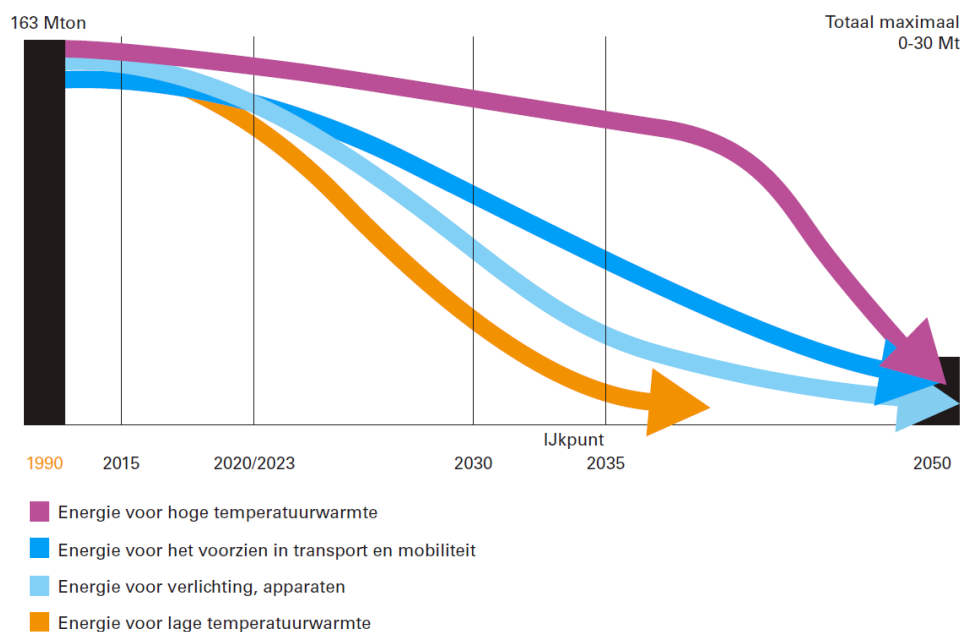
- CO₂-reductie als hoofddoel: waar momenteel CO₂, hernieuwbare energie en energiebesparing min of meer parallel aan elkaar staan is voor de lange termijn CO₂ duidelijk als de centrale doelstelling aangewezen. In hoeverre er dan noodzaak is voor ondergeschikte doelen op de andere terreinen is nog niet helder, de noodzaak om hier flexibel mee om te gaan wordt wel genoemd.
- Economische kansen verzilveren: expliciet wordt aangegeven dat de transitie moet aansluiten bij de Nederlandse economische structuur en de kansen die deze biedt.
- Energie als integraal onderdeel van de ruimte: veel klimaatneutrale technologieën leggen meer (en meer decentraal) beslag op de ruimte; dat betekent ook dat energie explicieter onderdeel moet worden van ruimtelijk beleid en –planvorming.

Ook wordt in het Energierapport aangegeven dat de transitiepaden niet alleen per sector zullen verschillen maar ook per type energiegebruik. Daartoe worden vier energiefuncties onderscheiden:

- Ruimteverwarming (lage temperaturen): naast verregaande besparing zijn hier diverse hernieuwbare warmte-opties relevant (denk aan zonneboilers, omgevingswarmte en conventionele geothermie), en warmtenetten die centraal verduurzaamd kunnen worden.
- Warmte voor industriële processen: dit is vooral hoge-temperatuurwarmte waarvoor momenteel minder besparende en hernieuwbare opties beschikbaar zijn en waarbij beleid vooral internationaal afgestemd moet zijn.
- Vervoer: Elektrificatie en biobrandstoffen zijn hier momenteel de belangrijkste opties, maar het beleid zal in de loop der jaren steeds weer moeten worden afgestemd op de ontwikkelingen in voertuig- en brandstoftechnologie.
- Kracht en licht: De elektriciteit die hiervoor wordt opgewekt wordt steeds minder CO₂-intensief, ook omdat daar veel opties voor beschikbaar zijn, maar flexibilisering en het garanderen van netstabiliteit zijn nieuwe uitdagingen.

Al met al zal voor deze vier typen de snelheid van verduurzaming verschillen, wat is geïllustreerd in Figuur 6.

Figuur 6: Indicatieve weergaven van verschillen in snelheid van verduurzaming voor de vier energiefuncties in het energierapport. Bron: RLI, 2015



Tenslotte kondigt het Energierapport een energiedialoog aan om in samenspraak met de samenleving de transitieopgave uit te werken.

Wat biedt het Energierapport specifiek voor Zeeland?

De boodschappen van het Energierapport liggen grotendeels op een aggregatie- en abstractieniveau van waaruit geen directe consequenties zijn af te leiden voor een Provincie. Wat wel aangegeven kan worden is dat de ambities van de Provincie Zeeland goed in lijn liggen met het energierapport:

- De aandacht voor verduurzaming en de ruimtelijke consequenties ervan.
- Het zoeken naar economische kansen door goed aan te sluiten bij de (ruimtelijk-economisch) sterke kanten van de provincie.
- De aandacht voor energiebesparing én hernieuwbare energie vanuit een centraal klimaatdoel.

Specifieke consequenties voor Zeeland zouden kunnen zijn:

- De energiefunctie hoge-temperatuur proceswarmte speelt in Zeeland een belangrijke rol, gegeven het (zeker per capita) hoge aandeel energie-intensieve industrie in de provincie.
- De elektrificatie-ambitie die min of meer verborgen zit in de energiefuncties vervoer, ruimteverwarming en licht en kracht is waarschijnlijk relatief lastig te realiseren in Zeeland gegeven de lage bevolkingsdichtheid en de eilandstructuur.

In het algemeen lijkt het belangrijk om (in het kader van de energiedialoog of anderszins) samen te werken met de overheid bij het creëren van de stimuleringskaders voor verduurzaming op lange termijn, zodat ook deze aansluiten op de kansen die de Provincie ziet. Die liggen bijvoorbeeld ook op

het terrein van biobased energie en chemie, een onderwerp dat in het Energierapport niet heel expliciet aan de orde komt.

2.1.2 Internationale ontwikkelingen

Op het gebied van energie en klimaat wordt het nieuwe akkoord dat vorig jaar tijdens de klimaattop van Parijs is gesloten internationaal gezien als een doorbraak. Dit omdat er brede consensus is bereikt over het ambitieniveau voor de lange termijn: het beperken van klimaatverandering tot 'ruim onder 2 graden Celsius'. Essentiële kwetsbaarheid echter is dat er geen maatregelpakketten zijn afgesproken die ook zekerstellen dat de emissies navenant beperkt worden. Het systeem van 'pledges' is gebaseerd op vrijwillige toezeggingen van landen, en de som van de toezeggingen tot nu toe zijn nog lang niet genoeg om de klimaateffecten binnen de 2 graden te houden. Er wordt ingezet op een geleidelijk ambitieuzer worden van de plannen, maar het risico bestaat dat er gat blijft tussen ambities en maatregelen om deze te realiseren.

Op Europees niveau is uiteraard discussie over de vraag in hoeverre het akkoord het noodzakelijk maakt om de Europese doelstellingen voor 2030 verder aan te scherpen. Daar zijn voorstanders voor te vinden, maar een lidstaat als Polen heeft al duidelijk aangegeven niet verder te willen gaan dan de huidige doelen voor dat jaar.

2.2 Stand van zaken in Zeeland

2.2.1 Ambities van de Provincie, Zeeuwse gemeentes, het waterschap Scheldestromen en Delta

Diverse overheden binnen de Provincie werken aan verduurzaming van hun energiehuishouding. In deze paragraaf geven we een algemene schets van hun ambities, en van die van energiebedrijf Delta.

Provincie

In de beleidsnota energie en klimaat uit 2013 geeft de Provincie aan geen kwantitatieve doelstellingen te willen omdat deze weinig zinvol zijn als die niet of nauwelijks beïnvloedbaar en lastig te monitoren zijn door de Provincie. Uitzondering was de doelstelling voor wind op land van 550 MW in 2020, die later in de in 2014 vastgestelde Structuurvisie Windenergie op Land verhoogd is naar 570,5 MW. De doelen die in beleidsnotities zijn vastgelegd zijn:

- Doel 1: de provinciale organisatie is blijvend klimaatneutraal.
- Doel 2: de Provincie Zeeland levert haar bijdrage aan de doelstellingen van het Rijk op het gebied van energiebesparing, hernieuwbare energie en reductie van broeikasgassen, door projecten te faciliteren die de landelijke

doelstellingen en de bovenstaande Zeeuwse ambitie ondersteunen en een maximale bijdrage leveren aan de Zeeuwse economie.

- Doel 3: de Provincie Zeeland ontwikkelt samen met derden op minimaal drie majeure thema's minimaal vijf projecten.
- Doel 4: de Provincie Zeeland stimuleert en faciliteert de communicatie, informatie en educatie over energie en klimaat door een 'energieloket' in te richten.
- Doel 5: de Provincie Zeeland maakt de plaatsing van windmolens op land planologisch mogelijk met een minimaal nominaal vermogen van 570,5 MW.

Gemeentes

Wegens de grote omvang is het niet mogelijk een overzicht te geven van alle doelstellingen en acties per gemeente. Opvallende acties binnen gemeentes worden hieronder kort aangestipt. De aangeleverde beleidsplannen en energievisies van Vlissingen, Noord-Beveland en Sluis zijn recent verschenen en kijken door naar 2020. De overige gemeentes zijn bezig met de ontwikkeling van nieuwe plannen. De beschikbare informatie was daardoor niet altijd up-to-date, het kan zijn dat meer recentere ontwikkelingen niet meegenomen zijn in deze studie.

De meeste gemeentes hebben hoge ambities. Tholen, Middelburg, Terneuzen, Veere willen energieneutraal zijn in 2050, waarbij de gemeentelijke organisatie het goede voorbeeld moet geven en al eerder energieneutraal wil zijn. Schouwen-Duiveland wil al in 2040 energieneutraal zijn. Voor gemeentes Vlissingen en Noord-Beveland, die recentere beleidsplannen hebben, is niet duidelijk of zij algemene ambities hebben. Specifieke doelen voor besparing en hernieuwbare energie binnen de gemeente zijn er maar in beperkte mate.

Besparingsdoelstellingen voor een aantal gemeentes:

- Tholen wil 50 nul op de meter woningen realiseren en vanaf 2017 moet alle nieuwbouw energieneutraal zijn.
- Middelburg heeft een doelstelling op het aantal woningen per jaar dat flinke energiebesparing doorvoert (zonder dit te kwantificeren).
- Borsele heeft een besparingsdoelstelling voor de gebouwde omgeving van 1% per jaar, te monitoren via het energielabel (precieze vormgeving nog uit te werken).
- Noord-Beveland geeft aan alle dat alle nieuwbouw zonder gasaansluiting opgeleverd moet worden (all-electric) en energieneutraal moet zijn. Dit wordt geborgd in overeenkomsten met projectontwikkelaars. Het jaar van inwerkingtreding hiervan is echter niet helder.
- Middelburg heeft een doelstelling voor energiebesparing bij bedrijven. In 2013 tekenden minstens 50 bedrijven een intentieverklaring waarin ze beloven in drie jaar 10% energie te besparen. In 2015 is dit aantal bedrijven opgelopen tot 100 en in 2017 doen 250 bedrijven mee.
- Borsele heeft een doelstelling waar bij bedrijven 2% per jaar energiebesparing en/of groei in duurzame energie moet worden behaald. Dit moet gerealiseerd worden door samenwerking tussen bedrijven en handhaving Wet milieubeheer.

Een aantal gemeentes heeft ook doelstellingen voor hernieuwbare energie:

- Tholens ambitie is het dat in 2020 de toepassing van duurzame energie uitgegroeid is tot 14%. Daarnaast heeft men een specifieke doelstelling voor het geïnstalleerde aantal zonne panelen; dat moet voldoende stroom leveren voor 1000 huishoudens (10%). Tenslotte heeft Tholen de doelstelling voor grootschalig zon-PV van 17 hectare.
- Middelburg wil 100% duurzaam opgewekte energie in 2050. En in 2018 zonnestroom voor 2500 huishoudens.
- Terneuzen had voor fase 2005-2008 een doelstelling van 5% duurzame-energieproductie binnen de gemeente.

De Zeeuwse gemeenten werken sinds 2014 samen aan de uitvoering van het onderdeel 'Energiebesparing in de bestaande gebouwde omgeving' uit het Energieakkoord. Hiervoor is een projectorganisatie ingericht met vertegenwoordigers van verschillende gemeenten. Allereerst is er bepaald wat de doelstellingen uit het energieakkoord precies voor de gemeentes betekenen en hoe ze hier invulling aan kunnen geven. Om verder structuur aan de doelstellingen te geven heeft de projectgroep een projectplan opgesteld met daarin organisatorische doelstellingen als ook inhoudelijke doelstellingen, het 'tienpuntenplan'.

Waterschap Scheldestromen

Waterschap Scheldestromen zorgt voor de zeeweringen, het oppervlaktewater, zoals het zuiveren van rioolwater en waterpeilbeheer, en de plattelandswegen in Zeeland. Het elektriciteitsverbruik van Scheldestromen bedraagt ongeveer 25 GWh per jaar (bijna 1% van het totale elektriciteitsverbruik in de Provincie), voornamelijk als pompenergie en voor afvalwaterzuivering. Het gasverbruik is substantieel kleiner.

In het Klimaatakkoord tussen de Unie van Waterschappen en het Rijk uit 2010 is een landelijke doelstelling van 40% energie door eigen opwekking in 2020 vastgelegd. Scheldestromen produceert nu ongeveer 23% van het eigen verbruik, met name door vergisting van zuiveringsslib tot biogas. Dit biogas wordt verstoekt in een WKK. De geproduceerde elektriciteit wordt gebruikt voor het zuiveringsproces, en de vrijgekomen warmte wordt voor het vergistingsproces gebruikt. Op dit moment wordt 80 tot 90% van het slib vergist, de komende jaren wil men al het zuiveringsslib vergisten. Daarnaast zal een hoog rendement WKK en aanpassingen aan de slibverwerkingsketen moeten zorgen voor verdere toename van de eigen energieproductie. Ook nieuwe manieren van energieproductie worden onderzocht, bijvoorbeeld de inzet van snoeihout voor de verwarming van een zwembad of van maaisel voor materiaalproductie. Om de 40% doelstelling te behalen zal het waterschap zich mogelijk ook gaan richten op energieproductie buiten haar kerntaken en een actievere rol. Dit bevindt zich in een verkennende fase. Tot nu toe nam het waterschap slechts een faciliterende rol, bijvoorbeeld door aan windmolenontwikkelaars grond te verpachten.

Een andere nationale doelstelling waar het waterschap aan moet voldoen is 30% efficiencyverbetering in 2020 ten opzichte van 2005, vastgelegd in een

MJA3-convenant. Deze doelstelling geldt vanaf 2017 voor alle activiteiten van het waterschap. Het besparingspotentieel zit o.a. in het gebruik van hoogrendement pompen, betere regelingen van gemalen en efficiënte beluchting van afvalwater. De verwachting is dat de 30% besparing behaald wordt, in ieder geval voor het zuiveringsbeheer. Daarnaast wil men energiebesparing realiseren in gebouwbeheer en het wagenpark.

Zeeuwind

Zeeuwind is een Zeeuwse energiecoöperatie en heeft als doel het versnellen van de transitie naar een duurzame energiehuishouding door gebruik van windenergie en andere vormen van duurzame energie te bevorderen. Sinds de oprichting doet zij dit vooral door het ontwikkelen van installaties voor de opwekking van duurzame energie. Zeeuwind is eigenaar of participant in 15 windparken in Zeeland. Daarnaast levert Zeeuwind via De Unie groene elektriciteit en vergoend gas aan particulieren. Omdat het plaatsen van windturbines redelijk standaard geworden is oriënteert Zeeuwind zich nu op nieuwe rollen om verder actief bij te dragen aan de energie transitie in Zeeland. Zij ziet daar bij twee belangrijke pijlers waar zij zich op wil richten. De eerste pijler komt voort uit het toenemend aantal initiatieven in dorpskernen en steden waarbij burgers zonneparken of turbines willen plaatsen en zo zelf willen bijdragen aan een duurzame samenleving. Zeeuwind wil de meestal kleinschalige projecten ondersteunen door het verstrekken van informatie en het inzetten van haar kennis. Ook in het bedrijfsleven groeit het aantal initiatieven voor de productie van duurzame energie of verduurzaming van processen, Zeeuwind ziet hier ook een dienstverlenende rol voor zich weggelegd.

Een tweede belangrijke pijler waar Zeeuwind zich op wil richten is de koppeling van de energie transitie aan andere uitdagingen waar Zeeland voor staat, zoals bijvoorbeeld de structuur versterking. Zeeuwind ziet het opnemen van opleidingen op het gebied van energie in het onderwijsaanbod, het bieden van stageplekken en mogelijkheden voor onderzoek als de manier om perspectief te bieden op interessante opleidingen en banen en zo jonge mensen aan de regio te binden. Zeeuwind wil het onderwijs, bedrijfsleven en overheid enthousiasmeren om dit voor elkaar te krijgen.

Delta

DELTA wil in 2050 CO₂-neutraal zijn in het opwekken van energie. Een gevarieerde en evenwichtige productiemix, met ruimte voor de fossiele brandstof gas, maar ook kernenergie, windenergie en biomassa, moeten deze ambitie waarmaken⁴. Door het faciliteren en actief bij te dragen aan de energiedialoog wil DELTA bepalen welke toekomstige taken, uitdagingen en kansen de energietransitie DELTA biedt. Dit proces van kansen bepalen bevindt zich nog in begin fase, maar een mogelijkheid om zich op te richten is het realiseren verdere energiebesparing door de bewustwording van energieverbruik actiever te benaderen in de Retail tak van het bedrijf. Ook het werken aan oplossingen voor lange termijn uitdagingen zoals onbalans van

4 https://www.delta.nl/sites/default/files/2016-04/jaarbericht_2014.pdf

vraag en aanbod ziet DELTA als mogelijkheid een bijdrage te leveren aan de energietransitie.

2.2.2 Welke projecten lopen er al?

Duurzame energie

Wind energie

De huidige capaciteit aan windturbines op land is op dit moment ongeveer 350 MW, (status november 2015). Om de doelstelling van 570,5 MW in 2020 uit de Structuurvisie Windenergie op Land te halen zal de capaciteit dus nog moeten toenemen. Rondom het Krammersluizencomplex zal het Windpark Krammer met een vermogen van 100 MW van initiatiefnemers Deltawind en Zeeuwind worden gebouwd. De bouw zal in 2016 starten en het is de bedoeling dat het park in 2019 operationeel is. De Provincie staat uitbreiding van het aantal locaties voor wind op land niet toe, maar voorziet groei door intensivering van capaciteit in de reeds aangewezen concentratiegebieden door kleinere turbines te vervangen door grotere.

Ook voor windparken op zee zijn ver gevorderde plannen. Borssele windpark I en II liggen buiten de 12 mijlszone op meer dan 22 kilometer van de kust van Zeeland tegen de grens met België en de daar gerealiseerde en geplande windparken. Beide zullen een vermogen van 350 MW krijgen. De kavelbesluiten liggen op dit moment ter inzage. Dit geldt ook voor de kavels Borssele windpark III/IV/V die later worden gerealiseerd. Kavels III en IV krijgen samen een maximaal vermogen van 760 MW, Kavel V betreft een innovatiekavel van maximaal 20MW, dat bestaat uit maximaal twee windturbines en ligt binnen de grenzen van kavel III.

Zon PV kleinschalig (op daken)

Veel gemeentes faciliteren voorlichtingsbijeenkomsten van Zoneffect, een succesvol initiatief voor collectieve inkoop van zonnepanelen van de Zeeuwse Milieu Federatie (ZMf) en Zeeuwind. Een andere initiatief van ZMf is de actie "boer zoekt buur" waarbij particulieren € 250 investeren in zonnepanelen op een boerendak in de buurt en ontvangen als tegenprestatie € 300 aan waardebonnen, die ze kunnen besteden bij de uitgekozen boer. Voor de regeling "Asbest eraf, zonnepanelen erop" worden nationale subsidies via de Provincie verstrekt aan agrariërs. Tot en met januari 2016 is met 64% van het subsidiebudget 118.160 m² gesaneerd en piekvermogen van 1.768.670 Watt geïnstalleerd. In april 2016 is het budget volgelopen, waardoor verwacht wordt in totaal 2.400.000 WattPiek te realiseren. Het potentieel nog niet gesaneerde asbestdaken is voor Zeeland niet bekend. Er is nu ook een soort gelijke nationale regeling die ook gebruikt kan worden door particulieren, bedrijven, non-profit en overheid.

Zon PV grootschalig (zonneweides)

In verband met ruimtegebruik en landschapbehoud zijn zonneparken alleen toegestaan op gronden binnen de grenzen van bestaand bebouwd gebied en op de bestaande bedrijventerreinen en zeehaventerreinen in Zeeland. Toch zijn er

aantal project initiatieven waarvoor vergunning zijn afgegeven, zoals een zonnepark in Tholen van 17 hectare, in Reimerswaal van 8 hectare, in Middelburg van 11 hectare op particulier terrein. In de groenstrook rondom het bedrijventerrein Sloegebied is een zonnepark van 43 hectare gepland. Daarnaast is Zeeland Refinery van plan om een zonnepark aan te leggen met een oppervlakte van 11 ha en een piekvermogen van 11 MW. Binnen een Europees project is een zonatlas voor het Zeeuwse havengebied ontwikkeld. SolarPorts.nl laat voor alle bedrijven in het gebied in één oogopslag zien of het dak geschikt is voor het plaatsen van zonnepanelen en wat de mogelijke opbrengst van zonne-energie is.

Bodem energie

Voor de Provincie is de bodemgeschiktheid ten aanzien van geothermie, open en gesloten WKO systemen in kaart gebracht. Het potentieel aan geothermie is zeer beperkt, daarom ligt de focus inmiddels op WKO systemen. Voor specifiek locaties binnen gemeentes zijn WKO kansenkaarten opgesteld. Deze worden gebruikt om bij nieuwbouw en grondige renovatie de mogelijkheid van WKO te stimuleren. Er zijn in het verleden open WKO systemen geplaatst die problemen kennen, zoals oxidatie door zout- en zoetwater overgangen of te fijn zand dat het systeem verstoort. Gesloten systemen kennen deze problemen niet en de bodem in Zeeland is geschikt tot zeer geschikt voor dit soort systemen. Het is niet precies bekend hoeveel systemen of vermogen er al geplaatst is: Sinds 2013 worden deze in een register bijgehouden maar dat systeem is naar verwachting niet volledig.

Biomassa

Diverse studies laten zien dat het potentieel aan beschikbare biomassa in Zeeland beperkt is. Waterschap Scheldestromen vergist al 80-90% van het zuiveringsslib en produceert hiermee een deel van haar eigen energieverbruik. Scheldestromen wil de energie productie verder vergroten door al het slib te vergisten en het proces, waaronder WKK, efficiënter te maken. Het huidige biologisch afbreekbare afval wordt voornamelijk gecomposteerd. In het Europese project LoCaRe heeft Zeeland meegedaan aan ontwikkeling van Biomap een marktplaats voor biomassa. De website biocontact.eu wordt geëxploiteerd door Biopark Terneuzen.

Getijden energie

Zeeland is de provincie bij uitstek voor getijden energie. Er zijn drie projecten in voorbereiding of deels gestart. In de Oosterscheldekering is in november 2015 de getijdencentrale in gebruik genomen als demonstratieproject. Door middel van vijf turbines in één van de stroomgaten van de Oosterscheldedam wordt met behulp van het getij 1,25 MW stroom opgewekt. Men heeft nog een vergunning voor een installatie in een tweede doorgang, naar verwachting dat die turbines ongeveer 2 MW aan vermogen zullen leveren. Men wil uiteindelijk nog meer doorgangen, 10 tot 20, van turbines voorzien. Tot 2030 zou dan een potentieel tot 40 MW benut kunnen worden. In samenwerking met Zuid-Holland wordt gewerkt aan een getijdencentrale Brouwersdam. Marktconsultatie laat zien dat het vermogen van deze turbine in potentie 40 MW is. In de Grevelingendam wordt komende 2 jaar het Tidal technology

Centre gebouwd dat eind 2017 operationeel moet zijn. De turbines hebben een totaal vermogen van 4,5 MW.

Energiebesparing en infrastructuur

Besparing gebouwde omgeving

Besparing in de nieuwbouw wordt vooral gerealiseerd door aanscherping van landelijk eisen voor energie prestaties (EPC waarden). Sommige gemeentes hanteren striktere waarden bij toekenning bouwprojecten. Door handhaving tijdens het gehele proces borgen ze de besparing. Op Noord-Beveland worden in het plan Natuurlijk Wissekerke energieneutrale woningen gebouwd, deels voor permanente bewoning maar ook voor recreatie. Bevordering van besparing in de bestaande bouw wordt gerealiseerd door het digitaal loket voor particuliere woningverbetering (www.duurzaambouwloket.nl) toe te spitsen op de Zeeuwse gebruiker. Daarnaast moet flinke besparing gerealiseerd worden in de Zeeuwse Stroomversnelling, een samenwerking tussen gemeentes, Provincie en andere partijen. De ambitie is om in 2018 250 woningen naar nul op de meter gerenoveerd te hebben en in 2023 10.000 woningen. Gemeentes geven het goede voorbeeld door zelf energiebesparende maatregelen door te voeren, opwekking van duurzame energie indien rendabel, hun wagenpark te verduurzamen en monumentale gebouwen na te isoleren.

Door bij te dragen aan onderzoeken en uitvoering naar vergaande energieneutrale concepten zoals voor zorginstelling Emergis als ook voor de marinierskazerne, bevordert de Provincie opbouw van kennis en ervaring bij lokale bouwbedrijven

Energie besparing industrie

Energiebesparing bij de industrie is onderdeel van de nationale meerjarenafspraken (MJA3) en meerjarenafspraak energie-efficiëntie (MEE). Het platform Smart Delta Resources (SDR) is een gezamenlijk initiatief van elf energie- en grondstof intensieve industriële bedrijven in de Delta regio om te kijken of het mogelijk is om onderling energie en grondstoffen uit te wisselen, ook wel industriële symbiose genoemd. Onderzoek bracht een lijst van 180 mogelijke projecten voort; van 10 projecten wordt nu de businesscase uitgewerkt. Een voorbeeld is waterstof symbiose. Waterstof is een bijproduct uit de krakers van Dow. De bedrijven Yara en ICL-IP hebben juist waterstof nodig als grondstof in hun productieprocessen. Transport van de waterstof per ondergrondse (aardgas)pijpleiding biedt een win-win voor alle betrokkenen. Dit levert een energiebesparing van 150 TJ per jaar. Voor deze businesscase is op 14 maart 2016 een zogenaamde Green Deal getekend met als doel tot realisatie te komen. Een ander voorbeeld van energiebesparing bij de industrie is de in voorbereiding zijnde demonstratie van stoomrecompressie bij DOW in Terneuzen, waarbij restwarmte weer wordt opgewaardeerd. Dit kan tot 10% energiebesparing opleveren, in dit geval ruim 28 TJ per jaar. Het concept heeft een groot herhalingspotentieel in de chemische industrie en bij raffinaderijen.

Restwarmte koppeling

Ook restwarmte koppeling tussen bedrijven valt onder industriële symbiose. In het industriegebied Vlissingen-Oost is onder de noemer Sloewarmte een

restwarmtekoppeling gerealiseerd tussen Zeeland Refinery en Martens Cleaning en COVRA. Dit levert een besparing van ongeveer 25 TJ per jaar. Een ander voorbeeld is uitwisseling van warmte en CO₂ vanuit kunstmestfabriek Yara naar het nabijgelegen glastuinbouwgebied (WarmCO2), dat een forse besparing van bijna 1000 TJ levert. Het huidige glastuinbouwgebied is volgelopen dus er niet veel meer potentieel te verwachten, maar bij toekomstige uitbreiding kan herhaling van dit concept zeker bijdragen aan energiebesparing in de industrie. Een derde restwarmtekoppeling is in voorbereiding tussen frietfabriek Lamb-Weston en uiendroogbedrijf Wiskerke Onions in Kruijningen, dit zou ruim 16 TJ besparing opleveren. Ook DOW is bereid om tegen geringe prijs restwarmte te leveren aan dichtbij gelegen kantoren en onderhoudsbedrijven, de investeringen voor infrastructuur zullen alleen door een andere partij moeten worden gedaan. Het besparingspotentieel hiervan is nog onduidelijk. Het potentieel aan restwarmtelevering aan woningen is klein vanwege de relatief lange transportafstanden.

Transport

Projecten om het transport te verduurzamen zijn vooral gericht op het stimuleren van fietsgebruik. Dit wordt gedaan door goede fietspaden, voldoende fietsenstallingen en installeren van laadpalen. Noord-Beveland bevordert fietsen door het verstrekken van e-bike subsidie voor leerlingen groep 8 medio mei-juni 2016 van € 300,- per leerling. Ook elektrische vervoer wordt gestimuleerd. Op een beperkt aantal plaatsen zijn openbare laadpalen voor elektrische voertuigen geplaatst. Vergunningen verlening voor nieuwe laadpalen gebeurt vraag volgend zodat de palen ook daadwerkelijk frequent gebruikt worden. In Vlissingen is pilot project gedraaid voor verlengde huisaansluiting. Daarnaast heeft een aantal gemeentes mee gedaan aan een pilot met elektrische stadsdistributie.

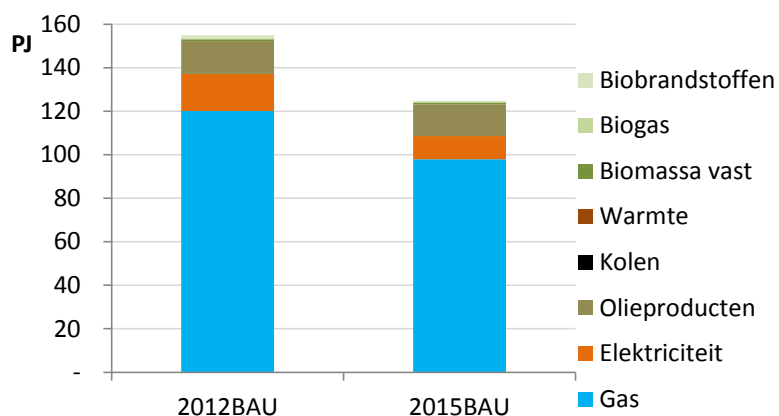
Infrastructuur

Noord-Beveland heeft plannen voor een pilot voor een beperkt "smart-grid" en wil burgers ervaring laten opdoen met anticiperen op de prijsdifferentiatie van energie. Daarnaast is het beleid dat in Noord-Beveland dat alle nieuwbouw gasloos wordt.

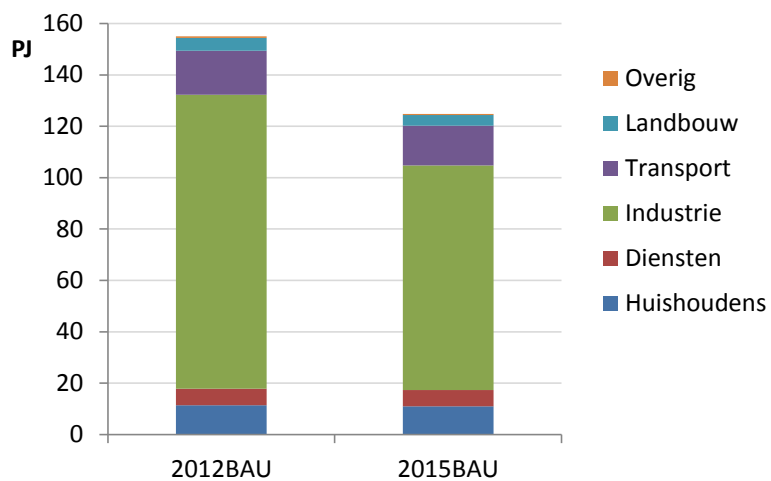
2.2.3 Hoe zit het huidige energiegebruik in elkaar?

Voor de sectoren huishoudens, diensten, industrie, transport en land- en tuinbouw in Zeeland is het energiegebruik in de basisjaren 2012 en 2015 bepaald op basis van achterliggende gegevens van de Nationale Energieverkenning 2015 (NEV) en gegevens uit de Klimaatmonitor. Het non-energetisch gebruik is buiten beschouwing gelaten. Het energieverbruik per energiedrager is weergegeven in **Figuur 7** en het verbruik per sector is weergegeven in **Figuur 8**. Hierbij valt op dat gas de voornaamste energiedrager is en het meeste verbruik plaats vindt in de industrie.

Figuur 7: Energieverbruik per energiedrager in Zeeland [PJ/jaar], zie **Tabel 22** van Bijlage B.



Figuur 8: Finaal energieverbruik per sector in Zeeland [PJ/jaar], zie **Tabel 23** van Bijlage B.



3

Het Zeeuwse potentieel

In dit hoofdstuk geven we een samenvattend overzicht van de beschikbare opties (duurzame opwekking en besparing en efficiëntie) en hun potentiëlen. In factsheets in de bijlage gaan we uitgebreider in op potentiëlen, ruimtebeslag, kosten, maatschappelijke acceptatie, economie en werkgelegenheid.

3.1 Besparingspotentieel

De volgende energiebesparingsopties zijn ingezet voor het bepalen van het verbruik in 2050 bij vergaande besparingsmaatregelen:

- Labelstappen woningen. Aangenomen is dat in 2030 40% van de bestaande woningen naar label A+ gaat en er 10% naar energieneutraal gerenoveerd zijn. In 2050 heeft 75% van de bestaande woningen label A+ en de rest is energieneutraal.
- Besparing op verlichting en elektrische apparaten in huishoudens. Aangenomen is dat de best beschikbare technieken in 2030 in de helft van de woningen wordt toegepast en dit in 2050 in alle woningen het geval is.
- Besparing in de dienstensector. Aangenomen is dat alle gebouwen in 2050 besparende maatregelen hebben met een terugverdientijd tot 20 jaar hebben uitgevoerd. In 2030 is dit het geval voor 40% van de bedrijven.
- Een besparingstempo van 1,5% per jaar in de industrie.
- Alle personenauto's elektrisch in 2050. Met als tussen stap in 2030 een percentage van 20%.
- Een aantal besparende maatregelen in de glastuinbouw.

Tabel 4 geeft het besparingspotentieel in 2030 en 2050 aan in de verschillende sectoren. Het toekomstig verbruik per sector is berekend door als eerste stap het verbruik in basisjaar te extrapoleren met behulp van energiegerelateerde grootheden, zoals het aantal woningen, het vloeroppervlak van de dienstensector, de toegevoegde waarde in de industrie, het aantal afgelegde kilometers voor transport en het areaal glastuinbouw voor land- en tuinbouw.

Deze groei snelheden komen overeen met de NEV. De besparing is bepaald ten opzichte van een “frozen efficiency” scenario waarbij voorgenomen beleid uit het Business as Usual scenario gehandhaafd wordt, maar er geen (grote) besparing door efficiëntieverbetering wordt verondersteld. In **Figuur 10** is per sector de energiebesparing per energiedrager ten weergegeven.

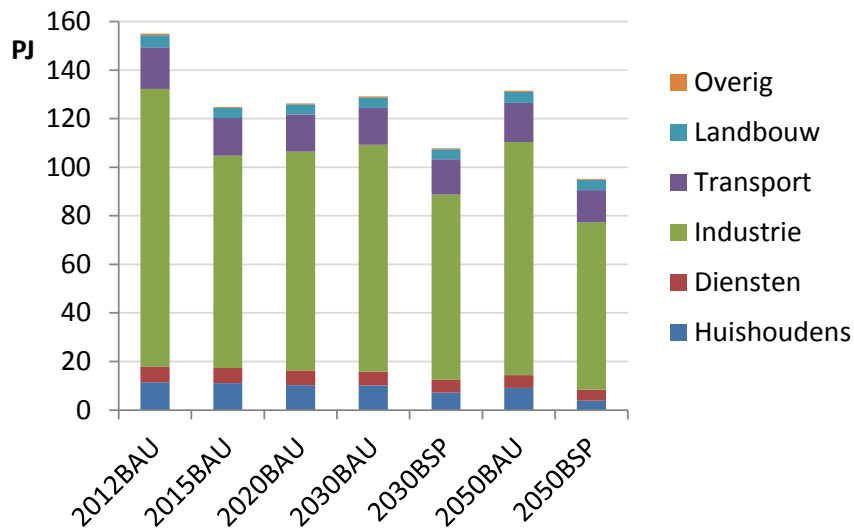
De ontwikkeling van het energieverbruik in het geval besparing wordt uitgevoerd (BSP scenario) is weergegeven in **Figuur 9**. Voor de volledigheid is hier ook het energieverbruik in opgenomen in het geval van een Business as Usual (BAU) scenario waarin het bestaande en voorgenomen Nederlandse energiebeleid ongewijzigd gehandhaafd blijft en geen additionele besparing plaats zal vinden. De reductie in het energieverbruik ten opzichte van 2015 is gegeven in de twee meest rechter kolommen van **Tabel 4**.

Relatief gezien hebben de huishoudens het grootste besparingspotentieel, tot bijna 50% in 2050. In absolute termen heeft de industrie echter veruit het grootste potentieel, omdat dat momenteel ook veruit de grootste sector in de energiehuishouding is. De dienstensector en transport hebben in absolute termen vrijwel gelijke potentiëlen, maar relatief gezien is het potentieel in de dienstensector groot. De landbouwsector is in deze analyse weinig relevant gegeven de beperkte omvang en het kleine potentieel.

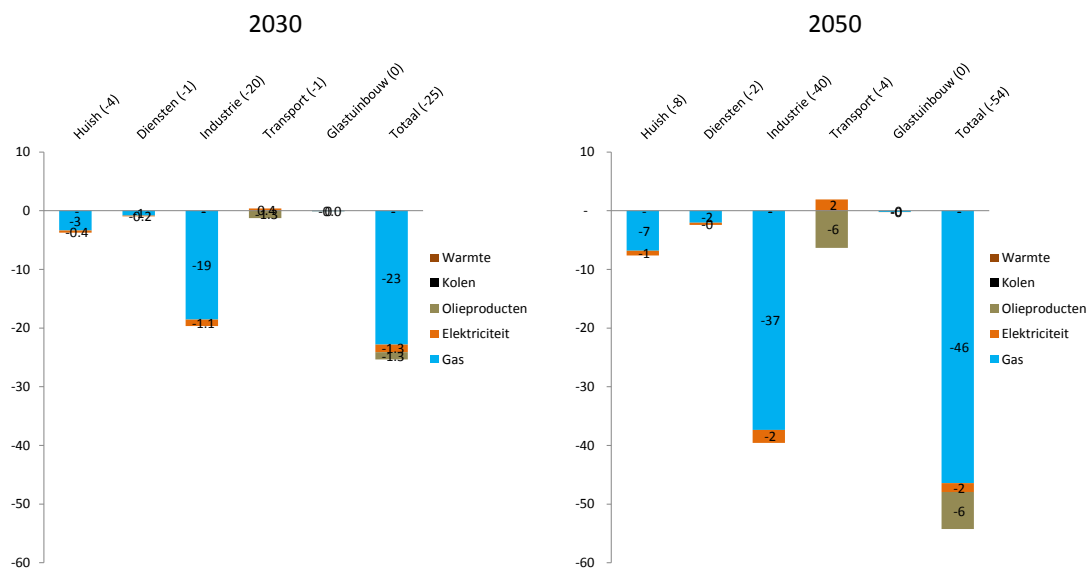
Tabel 4: Potentiëlen voor energiebesparingstechnologiën ten opzichte van een “frozen efficiency” scenario zonder grote efficiëntieverbetering na 2020. En reductie van energieverbruik ten opzichte van 2015.

Technologie	Potentieel [PJ] 2030	Potentieel [PJ] 2050	Reductie in 2030 t.o.v. 2015	Reductie in 2050 t.o.v. 2015
Besparing huishoudens	-3.7	-8	30%	48%
Besparing diensten	-1.0	-2	16%	21%
Besparing industrie	-19.7	-40	13%	26%
Besparing transport	-0.9	-4	6%	1%
Besparing in landbouw	-0.1	-0	0%	1%
Totaal alle technieken	-25,4	-54	13%	24%

Figuur 9: Ontwikkeling van energievraag in Zeeland [PJ/jaar], waarbij BAU scenario met geëxtrapoleerd voorgenomen beleid tot en met 2050 en het BSP scenario met hoge energiebesparing. Zie **Tabel 23** van Bijlage B.



Figuur 10: Het effect van intensieve besparing op het energieverbruik in 2030 en 2050 t.o.v. “frozen efficiency”



3.2 Potentieel hernieuwbare energie

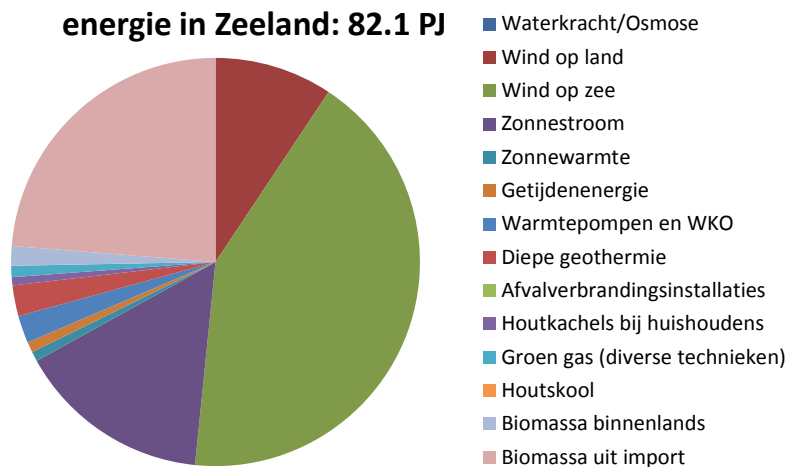
De potentiëlen voor hernieuwbare energie technologieën zijn gegeven in **Tabel 5** en grafisch in **Figuur 11**. De gegevens laten zien dat wind op zee voor Zeeland het grootste potentieel heeft. Biomassa uit import volgt op enige afstand, met daarna zonnestroom en wind op land. Deze vier opties vormen gezamenlijk 90% van het totale potentieel aan hernieuwbare energie. Dit beeld is ruwweg consistent met de potentiëlen voor Nederland als geheel.

Tabel 5: Potentiëlen voor hernieuwbare energietechnologieën

	Potentieel [PJ]	Aandeel [%]
Waterkracht/Osmose	0.0	0%
Wind op land	7.7	9%
Wind op zee	34.7	42%
Zonnestroom	12.6	15%
Zonnewarmte	0.6	1%
Getijdenenergie	0.7	1%
Warmtepompen en WKO	1.8	2%
Diepe geothermie	2.0	2%
Afvalverbrandingsinstallaties	0.0	0%
Houtkachels bij huishoudens	0.5	1%
Groen gas (diverse technieken)	0.7	1%
Houtskool	0.0	0%
Biomassa binnenlands	1.3	2%
Biomassa uit import	19.5	24%
Totaal	82.1	100%

Figuur 11: Totaal lange termijn potentieel hernieuwbare energie in Zeeland

Totaal langetermijn potentieel hernieuwbare energie in Zeeland: 82.1 PJ



Waterkracht

Van het beperkt aantal bestaande waterkrachtcentrales in Nederland is er geen enkele in Zeeland gelegen. Door afwezigheid van verval is er in Zeeland ook verder geen potentieel aanwezig voor conventionele waterkracht. Voor energieopwekking uit zoet-zoutwaterovergangen bestaat er een theoretisch potentieel. Locaties die daarvoor in beeld zijn: bij de Philipsdam (scheiding Volkerak en Oosterschelde) en bij de Oesterdam (scheiding Markiezaatmeer en Oosterschelde), waar in principe de mogelijkheid bestaat om reverse electro-dialysis (RED) toe te passen. Het rapport door Ecofys (2014) geeft als potentieel voor heel Nederland 22 PJ aan elektriciteitsproductie, maar alloceert dat vermogen vervolgens alleen aan locaties die niet in Zeeland liggen (Afsluitdijk, Noordzeekanaal, Botlek en Nieuwe Waterweg). Om die reden wordt verondersteld dat het potentieel beperkt of in ieder geval financieel minder aantrekkelijk zal zijn. Het potentieel voor osmose wordt derhalve op nul gesteld. Meer informatie is verder nog te vinden in het rapport van Molenbroek (2007).

Wind op land

Voor Nederland veronderstelt Ros (2011) in totaal 8.0 GW wind op land. Op basis van 2800 vollasturen resulteert dit in 80,6 PJ. Conform de verdeling van de 6 GW voor 2020 over provincies wordt hiervan 9,5% aan Zeeland toebedeeld, resulterend in 760 MW en 7.7 PJ.

Wind op zee

Wind op zee zou op de lange termijn tot 34 GW (130 TWh) kunnen doorgroeien (Ros, 2011). Deze hoeveelheid wordt aan de provincie toegerekend naar rato van het huidige Zeeuwse aandeel in de Nederlandse energievraag (7,5% voor Zeeland, bron: Klimaatmonitor). Dit leidt tot een potentieel van 34,7 PJ.

Zon-PV

Voor elektriciteit uit zon-PV voorziet de TKI Urban Energy een lange-termijnpotentieel van 80 GWp geïnstalleerd vermogen in Nederland (70 TWh). De huidige verdeling volgens de Klimaatmonitor (3,6% van de Nederlandse PV in Zeeland) lijkt voor deze lange termijn niet erg geschikt. In plaats daarvan wordt een indicatieve 5% gehanteerd voor het potentieel in 2050 van 4.0 GWp (3,5 TWh, 12,6 PJ). Tegenover deze top-down benadering staat echter een bottom-up benadering waarin de Provincie zelf ambitieuze maar realistische potentiëlen bepaald heeft, die uitkomen op ruim 2658 MWp (7,4 PJ) wanneer uitgegaan wordt van 100% beschikbaarheid van alle oppervlakte van daken op woningen, bedrijven, utiliteitsgebouwen, agrarische gebouwen en geplande zonneweides (alle oppervlakte tezamen bedraagt 16,6 km²). Wordt er rekening gehouden met het feit dat in verband met daken in verschillende oriëntaties en beschaduwing niet alle locaties werkelijk beschikbaar zijn dan neemt het potentieel af tot 756 MWp (2,1 PJ). De cijfers hierboven staan tevens in onderstaande tabel.

Tabel 6: Zon-PV: vermogens en elektriciteitsproductie bij verschillende ambitieniveaus

	Vermogen [MWp]	Elektriciteitsproductie [PJ/jaar]
Inzet 25% à 30% van oppervlakte 16,6 km ²	756	2,1
Inzet 100% van oppervlakte 16,6 km ²	2658	7,4
5% van 80 GWp voor NL (2050)	4000	12,6

Zon-thermisch

Het potentieel voor zonnewarmte voor Nederland bedraagt volgens Ros (2011) in totaal 8 TWh (28,8 PJ). Hierbij wordt 3 m² collectoroppervlakte gehanteerd. Van de 7,6 miljoen huishoudens (stand 2014) liggen er 170 duizend in Zeeland, een bijdrage van 2,2% ofwel 0,63 PJ.

Getijdenenergie

In de Oosterscheldekering kunnen 10 tot 20 doorgangen van turbines voorzien worden, resulterend in een potentieel tot 40 MW. Verder kan in samenwerking met Zuid-Holland in de Brouwersdam tot 40 MW geplaatst worden. Het Tidal Technology Centre in de Grevelingendam blijft op 4,5 MW. Ervan uitgaande dat Zuid-Holland de helft van de in de Brouwersdam opgewekte elektriciteit zal claimen is er in totaal een potentieel van ongeveer 65 MW voorzien, met een geschatte elektriciteitsopbrengst van 190 GWh (0,68 PJ).

WKO en WP

Voor warmtepompen in huishoudens (bestaande woningen) wordt het langetermijn potentieel in geschat op 0,55 PJ (som van de warmte uit de bodem en uit de lucht en is gebaseerd op aannames over renovaties van woningen naar labels A+ en energieneutraal). Daarbovenop komt nog een kleine bijdrage van warmtepompen in de nieuwbouw. Mede door de beperkte omvang van het verwachte aantal nieuw te bouwen woningen gaat het hier om een beperkte bijdrage van 0,05 PJ. Voor WKO wordt verondersteld dat het gehele gasverbruik van de dienstensector via bodemwarmte ingevuld zou kunnen worden, wat neerkomt op een potentieel van 1,2 PJ (gebaseerd op het scenario met maximale besparing). Samen is dit 1,8 PJ.

Geothermie

Uit onderzoek naar geothermie in Zeeland blijkt dat boven de Oosterschelde potentie is, maar dit is een overwegend landelijk gebied waar geen grote warmtevragende activiteiten zijn⁵. Voor het potentieel is deze mismatch echter niet van belang. Een rapport van PanTerra (2011) geeft aan dat het theoretisch potentieel groot is. Op basis van conversie naar elektriciteit (via 'Enhanced Geothermal Systems, EGS') is de theoretisch winbare hoeveelheid elektriciteit enorm, bijvoorbeeld 1,6 GW in Schouwen-Duiveland en 6,0 GW in de rest van Zeeland, vergelijkbaar met een hoeveelheid van ruim 6000 PJ. Hoe onrealistisch deze schatting is wordt duidelijk door naar het prijskaartje te kijken: de indicatieve opwekkingskosten van de elektriciteit liggen naar schatting tussen 25 en 35 eurocent per kWh in Schouwen Duiveland en bijna het dubbele elders.

⁵ Bron: <http://www.zeeuwsbodemvenster.nl/themas/bodemenergie/geothermie>

Voor de huidige analyse wordt 0,1% van de 2000 PJ aangenomen (dus 2,0 PJ), een zeer ruwe schatting.

Afvalverbrandingsinstallatie

Er zijn geen afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) in de provincie Zeeland. Het potentieel wordt op 0 PJ gesteld.

Biogas

Het potentieel voor rioolwaterzuiveringogas, co-vergisting uit mest, overige vergisting en groen gas wordt gelijk verondersteld aan de in 2030 gerealiseerde waarde van 0,7 PJ. Om dubbeltelling te voorkomen wordt deze waarde in mindering gebracht op het provinciale biomassapotentieel, zie de volgende paragraaf.

Biomassa

Na de sluiting van Borssele (november 2015), voornamelijk vanwege de afspraak in het energieakkoord is er geen capaciteit meer in Zeeland voorhanden om biomassa mee te stoken: het potentieel is 0 PJ.

Het rapport Ros (2011) veronderstelt een lange-termijn *binnenlandse* beschikbaarheid van biomassa van 200 PJ (eigen Nederlandse biomassa). Dit is een grote hoeveelheid, ook wanneer deze via rekenregels aan Zeeland toebedeeld wordt. In een recentere Europese studie van Elbersen (2015) is een beschikbaar potentieel van 2,7 PJ aan biomassa voor Zeeland bepaald. Dit betreft voornamelijk biomassa van houtachtige gewassen en in mindere mate hout, houtafval, stro en energiegewassen. De studie houdt rekening met meest efficiënte gewas voor beschikbare land en houdt rekening dat landgebruik niet dubbel meegenomen wordt. Voor de huidige studie voor de Provincie Zeeland wordt gekozen voor een potentieel van 2,7 PJ ruwe biomassa (primaire energie), waarvoor afhankelijk van de toepassing de bijdrage aan het finale energieverbruik berekend kan worden. Met een efficiency van 40% voor elektriciteitsproductie zou ongeveer 1.1 PJ elektriciteit ofwel 300 GWh geproduceerd kunnen worden. Grootschalige warmteproductie met een efficiency van 90% zou 2,4 PJ opleveren. Omzetting naar biobased brandstoffen (vloeibare biobrandstoffen of groen gas) met een indicatief rendement van 65% levert 1,8 PJ. Uit deze bandbreedte van 1,8 tot 2,4 PJ finaal verbruik wordt voor de analyse een puntwaarde van 2,0 PJ gekozen, waarbij het type energiedrager niet nader ingevuld wordt. Gecorrigeerd voor de productie van biogas levert dit een uiteindelijke waarde van 1,3 PJ.

Het eerder genoemde rapport Ros (2011) gaat uit van een hoeveelheid uit import beschikbare biomassa van 300 tot 750 PJ. Voor de huidige potentiële schatting wordt uitgegaan van de onderwaarde (300 PJ voor heel Nederland, primaire energie). Toedeling aan Zeeland voor binnenlandse biomassa is 10% (30 PJ) voor geïmporteerde biomassa op basis van een ruwe verdeling naar provincies met voor Zeeland een iets hogere inzet wegens de beschikbaarheid van havens. Omdat de biomassa-beschikbaarheid van vele factoren afhankelijk is wordt de ondergrens gekozen op nogmaals 10%. Het omzettingsrendement naar secundaire en/of finale energiedragers (groen gas, biobrandstoffen, elektriciteit of warmte) wordt indicatief aangenomen als 65%.

Daarmee is een energieopwekking mogelijk van 19,5 PJ op basis van geïmporteerde biomassa (finaal verbruik).

Samen (eigen en geïmporteerde biomassa) is dit 20,8 PJ.

Houtkachels bij huishoudens

Het gebruik van houtkachels bij huishoudens in Zeeland wordt bepaald door de waarde voor 2014 gelijk te stellen aan de waarde die de Klimaatmonitor voor dat jaar geeft: 541 TJ. Deze bijdrage vormt voor de huidige analyse tevens het potentieel. Deze waarde zou nog in mindering gebracht moeten worden op het biomassapotentieel, maar dat wordt niet gedaan; enerzijds omdat de herkomst van het brandhout niet bekend is, anderzijds wegens het indicatieve karakter van de laatstgenoemde provinciale biomassapotentieel.

Houtskool

Het potentieel voor gebruik van houtskool wordt gelijk verondersteld aan de in 2030 gerealiseerde waarde van 0,01 PJ.

Biobrandstoffen

Het potentieel voor biobrandstoffen is gevat in het biomassapotentieel (van 20,8 PJ zoals hierboven geïntroduceerd) en wordt hier dus niet nog eens apart gekwantificeerd.

4

De Zeeuwse opgave

In de analyse in dit hoofdstuk wordt de Zeeuwse opgave om tot een duurzame energiehuishouding te komen nader beschouwd. Daartoe worden twee kanten ervan belicht: de energievraag (onderverdeeld in vraagsectoren) en het energieaanbod (het samenspel van een aantal hernieuwbare energietechnieken). De beschouwde vraagsectoren betreffen huishoudens, de dienstensector, industrie, transport en landbouw. De technieken voor hernieuwbare energieopwekking kunnen onderverdeeld worden in drie categorieën, namelijk voor de opwekking van elektriciteit (wind, zon-PV, water en diverse biomassa-opties), warmte (zonnewarmte, energie uit bodem en buitenlucht en diverse biomassa-opties) en brandstoffen uit biomassa. De laatstgenoemde bestaat uit vloeibare brandstoffen (biobrandstoffen) voor de transportsector en gasvormige brandstoffen (groen gas, in ruwe vorm te gebruiken als biogas of op te werken en in te zetten als substituuut voor aardgas).

Aan de vraagzijde worden twee ambitieniveaus gedefinieerd, namelijk een Business as Usual (BAU) scenario waarin het bestaande en voorgenomen Nederlandse energiebeleid ongewijzigd gehandhaafd blijft. In het scenario BeSParing (BSP) worden hier grote energiebesparing en efficiëntieverbeteringen aan toegevoegd, waardoor deze laatste een significant lagere energievraag kan bereiken, met name op de langere termijn.

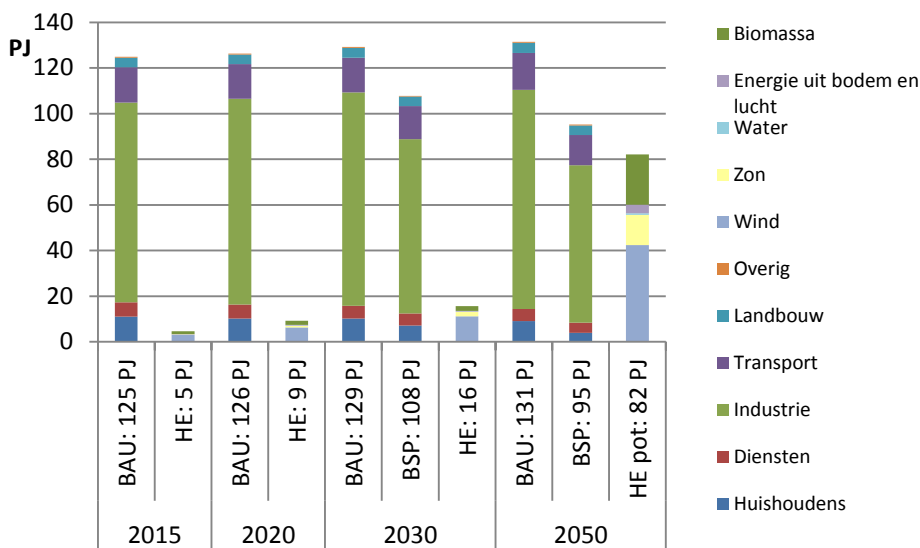
Om een hoog aandeel hernieuwbare energie te halen is energiebesparing een must, omdat anders qua kosten een inefficiënte energiehuishouding ontstaat: energie besparen is doorgaans goedkoper dan hernieuwbare energie uitrollen.

De figuren hieronder geven naast de twee ambitieniveau's mogelijke bijdragen voor hernieuwbare energie (HE) in de betreffende zichtjaren. Voor de periode tot en met 2030 is HE gebaseerd op een schatting voor de Zeeuwse bijdrage aan de nationale energieverkenning (NEV, 2015). Voor 2050 is het maximaal potentieel weergegeven, zoals dat voor Zeeland in kaart gebracht is in deze studie.

De energiebesparingsopties die zijn ingezet voor het bepalen van het verbruik bij vergaande besparingsmaatregelen zijn, evenals de potentiële bijdragen van hernieuwbare energie, reeds gerapporteerd in hoofdstuk 3 (Het Zeeuwse potentieel).

In onderstaande figuur zijn het energieverbruik in de vraagsectoren en het aanbod van hernieuwbare energie afgebeeld.

Figuur 12: Energieverbruik in de vraagsectoren voor twee toekomstbeelden (BAU en BSP) met de bij het zichtjaar behorende invulling voor hernieuwbare energie (voor de periode t/m 2030 gebaseerd op NEV, voor 2050 is het maximaal potentieel weergegeven), zie **Tabel 23** en **Tabel 24**.



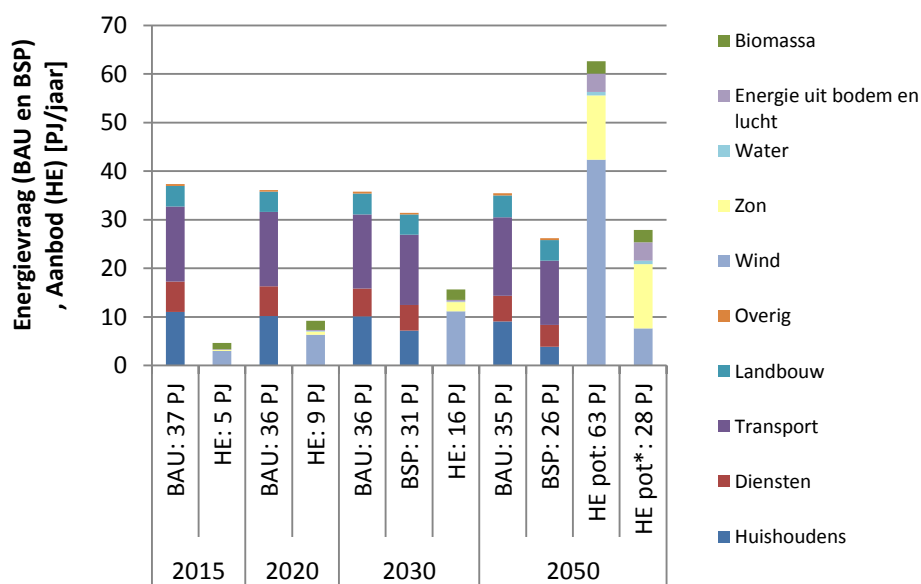
De projecties voor hernieuwbare energie in 2015 t/m 2030 zijn gebaseerd op de nationale ontwikkelingen volgens de Nationale Energie Verkenning (NEV). Het jaar 2015 betreft ook een projectie en is niet gebaseerd op statistische gegevens (de gegevens zijn nog niet voorhanden).

Voor 2015 en 2020 is te zien dat de bijdrage van hernieuwbare energie klein is: 4% van de totale vraag in 2015 (4,6 van 125 PJ) en 7% in 2020 (9,2 van 126 PJ). Dit percentage drukt uit wat het aandeel hernieuwbaar in het energieverbruik is en is direct vergelijkbaar met de doelstelling van 14% hernieuwbaar in 2020. In het jaar 2030 begint de bijdrage al significanter te worden met 12% (BAU, 15,7 van 129 PJ) en 15% (BSP, 15,7 van 108 PJ).

Het *potentieel* voor hernieuwbare energie is op een andere manier bepaald (zie hoofdstuk 3) en dat is hier toegedeeld aan het jaar 2050, de lange termijn. Met bijdragen tussen 62% (BAU, 82.1 van 131 PJ) en 86% (BSP, 82.1 van 95 PJ) biedt dit goede kansen voor de toekomstige verduurzaming (zie figuur boven).

Op het overgrote deel van het energieverbruik van de industrie (met name de energie-intensieve industrie) kunnen gemeentes en Provincie maar zeer beperkt invloed uitoefenen. Onderstaande figuur laat het beeld zien dat wanneer enkel op de som van de overige sectoren (huishoudens, diensten, transport, landbouw) ingezoomd wordt. Hierbij is echter de biomassa-import als onderdeel van potentieel hernieuwbare energie buiten beschouwing gelaten omdat deze met name bedoeld is voor het verduurzamen van de warmtevraag in de industrie. Voor een compleet beeld zou het energieverbruik van industriële bedrijven die wel binnen de invloedssfeer van de Provincie en gemeentes vallen in de onderstaande figuur meegenomen moeten worden. Dit betreft echter minder dan 10% van het totale energieverbruik van de industrie en is daarom buiten beschouwing gelaten. Daarnaast zou een deel van deze energievraag zeker ook ingevuld kunnen worden met geïmporteerde biomassa die dan aan het hernieuwbare potentieel zou moeten worden toegevoegd, het gaat echter buiten de scope van deze studie om dit aandeel precies uit te zoeken.

Figuur 13: Energieverbruik zonder de relatief hoge industriële vraag in de vraagsectoren voor twee toekomstbeelden (BAU en BSP) met de bij het zichtjaar behorende invulling voor hernieuwbare energie zonder biomassa-import (voor de periode t/m 2030 gebaseerd op NEV, voor 2050 is het maximaal potentieel weergegeven)



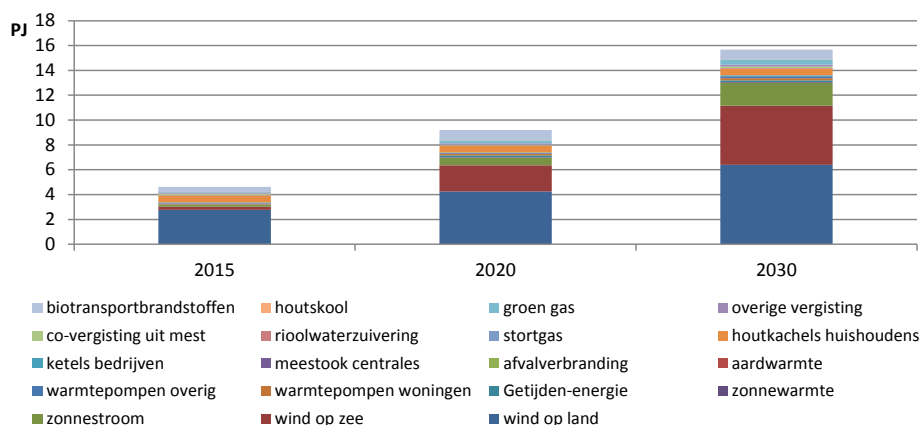
*) Potentieel hernieuwbare energie als wind op zee niet mee geteld wordt.

In het beeld zonder industrie is de bijdrage van hernieuwbaar volgens de NEV-scenario's 12% in 2015 (4,6 van 38,3 PJ), 25% in 2020 (9,2 van 37,0 PJ) en 44%-50% in 2030 (15,7 van 35,8 (BAU) en 31,5 PJ (BSP)). Voor de lange termijn is het potentieel, inclusief wind op zee, ongeveer dubbel zo hoog als de som van de vijf overgebleven vraagsectoren. De extra ruimte die het potentieel volgens dit beeld biedt kan allemaal nuttig ingezet worden voor de verduurzaming van de

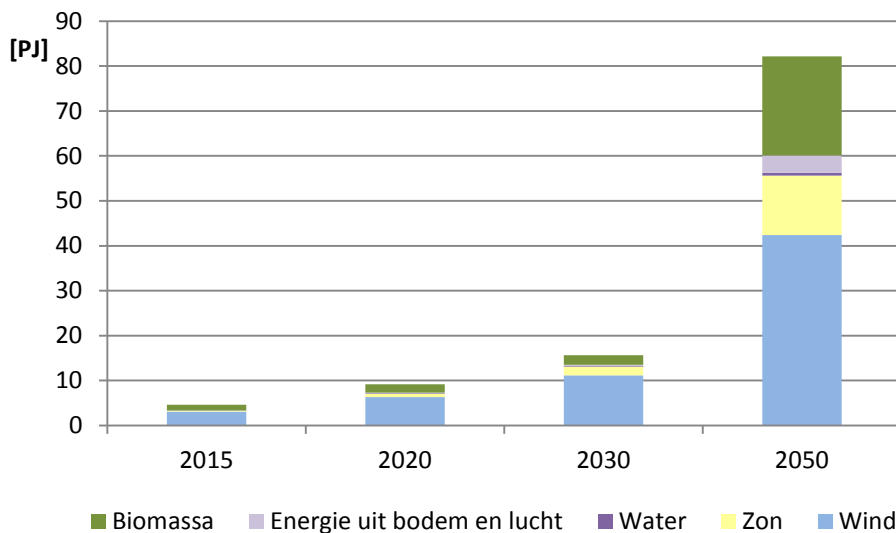
industriële energievraag. De meest rechtse staaf geeft hernieuwbare potentieel als wind op zee buiten beschouwing wordt gelaten. Het potentiële aanbod van hernieuwbare energie is dan ongeveer gelijk aan de energievraag.

Voor de projectie op basis van NEV ziet het aanbod van hernieuwbaar er als volgt uit:

Figuur 14: Bijdrage van Zeeland aan hernieuwbare energie in de NEV (2015)



Figuur 15: Bijdrage van Zeeland aan hernieuwbare energie in de NEV (2015) voor de jaren 2015, 2020 en 2030, met voor 2050 het totale potentieel voor hernieuwbare energie (82,1 PJ)



Over de huidige situatie

Gebaseerd op de voor 2015 berekende waarden voor hernieuwbare energie is duidelijk dat wind op land (geschatte waarde 2,8 PJ) de grootste bijdrage kent. De aan Zeeland toegerekende opbrengst uit offshore wind (0,3 PJ) geeft ook een significante bijdrage. Met 3,6% van het nationale opgestelde vermogen

voor PV bevindt Zeeland zich duidelijk in de achterhoede: alleen Flevoland scoort slechter (data voor 2014). Een andere relevante bijdrage komt van houtkachels: 0,5 PJ. Dit is echter geen op de toekomst gerichte optie, vooral vanwege de uitstoot van fijn stof en andere lokale emissies. Het aandeel bijgemengde biobrandstoffen is met 0,4 PJ ook relevant maar deze is geen resultante van provinciaal of lokaal beleid. Het totale verbruik van hernieuwbare energie in Zeeland bedraagt voor 2015 naar schatting 4,6 PJ.

Over de termijn tot 2030

In de periode tot 2030 zal de bijdrage van hernieuwbare energie naar verwachting verder toenemen. Voor het nationale beeld heeft ECN een energieverkenning samengesteld NEV 2015(Schoots en Hammingh, 2015) op basis waarvan per techniek een inschatting is gemaakt voor de aan Zeeland toe te delen realisatie. Uit dit beeld kunnen een aantal observaties opgetekend worden, deze worden hieronder opgesomd.

De bijdrage uit wind op land is in alle zichtjaren het belangrijkste. Met 4,2 PJ in 2020 en 6,4 PJ in 2030 is de bijdrage in beide jaren ruim 40% van de totale hernieuwbare energieproductie. De administratief toegerekende hoeveelheid wind op zee is ook belangrijk; met 2,1 PJ in 2020 en 4,8 PJ in 2030 neemt deze in beide jaren meer dan 20% van het totaal waar. Zon-PV levert weliswaar ook een significante bijdrage, maar die ligt in aandeel met rond de 10% van de totale duurzame energie flink lager. Om de geschatte hoeveelheden daadwerkelijk te realiseren zal actief beleid van de Provincie faciliterend werken. De andere technieken groeien weliswaar naar verwachting minder hard maar ze leveren samen toch een niet te verwaarlozen aandeel en kunnen beleidsmatig niet verwaarloosd worden omdat ze anders de beoogde realisaties niet zullen behalen.

Voor de bijdrage van biobrandstoffen in de transportsector profiteert de Provincie van het landelijk beleid; hiervoor is dus minder actie nodig, al kan de veronderstelde brandstofsubstitutie richting elektrisch vervoer lastiger groot worden zonder regionale regie.

Op de termijn tot en met 2030 komen de resterende technieken weliswaar van de grond, maar de grote stappen komen toch van de grote drie: wind op land, wind op zee en zon-PV, die tezamen in 2030 voor 80% van het hernieuwbare energieaanbod zorgen. De resterende 20% wordt ingevuld door een tiental kleinere opties, die echter elk hun eigen voordelen hebben. De toepassing van zon-thermie (zonneboilers) lijkt bijvoorbeeld zeer geschikt voor recreatiewoningen, waar juist in de zomer veel activiteit en daarmee warmwaterverbruik is. Veel van de kleinere biomassa-technieken hebben maar een beperkt potentieel, in de meeste gevallen omdat het aanbod van inputstromen regionaal beperkt is. Warmtepompen spelen een sleutelrol in de verduurzaming van het gebouwenbestand en getijdenenergie is wat betreft de elektriciteitsopwekking wellicht bescheiden maar kan een rol van betekenis

spelen bij de regionale ontwikkeling als expertise-regio energie-uit-water. Op dit gebied heeft Zeeland bovendien van alle provincies de beste kaarten en is het dus tevens in het belang van Nederland-innovatieland om dit voortvarend op te pakken. Samengevat: de kleinere opties bieden zeker meerwaarde en verdienen aandacht van de Provincie.

Zoals reeds beschreven is het belangrijk om twee zaken in gedachten te houden bij het interpreteren van de cijfers, met name die voor 2030: a) besparing wordt, naarmate een hoger aandeel hernieuwbare energie nagestreefd wordt, steeds belangrijker en schroeft het percentage hernieuwbaar verder omhoog. En b.) het ambitieniveau dat afgeleid is uit de NEV (2015) geeft een indicatie van de energiehuishouding bij de combinatie van bestaand en voorgenomen beleid, maar dat betekent niet dat de Provincie niet op eigen initiatief verder zou kunnen versnellen. De hieronder beschreven maximale potentiëlen voor de verschillende technieken geven aan op welke gebieden nog grote stappen te maken zijn. Dat kan een uitdaging zijn voor de Provincie: het maximale potentieel dat voor 2050 geschetst wordt is niet per se gebonden aan dat jaartal: de potentiëlen kunnen voor een aantal technieken vervroegd ontwikkeld worden. Meer daarover in de volgende paragraaf.

Over de termijn tot 2050

Vooropgesteld: de potentiëlen die in deze paragraaf beschreven worden die *zijn* er (i.e. ze bestaan) maar deze zullen niet uit zichzelf gerealiseerd worden. Actief energiebeleid is nodig om het potentieel te ontsluiten.

De hier beschreven maximale potentiëlen voor afzonderlijke technologieën worden op verschillende manieren bepaald. In hoofdstuk 3 is de aanpak per techniek nader toegelicht. Het lange-termijnaspect is voor de meeste potentiëlen een belangrijk aspect: soms is het nodig om lange tijd een jaarlijkse groei door te maken om tot de grote vermogens te komen, zoals bijvoorbeeld bij wind op zee. Het gerapporteerde offshore wind potentieel van 35 PJ kan niet van het ene op het andere jaar ontsloten worden. Voor de import van biomassa is een lange periode nodig om dergelijke grote hoeveelheden op de markt te laten komen (tegen bovendien een aanvaardbare prijs). Hier kan Zeeland zelf waarschijnlijk weinig beweging in krijgen, het aanbod van biomassa op de wereldmarkt zal naar verwachting langzaam maar gestaag toenemen. Het aanbod kan uiteindelijk gigantisch worden, maar daarvoor is op verschillende fronten ontwikkeling nodig.

Voor wind op land is het potentieel vrij beperkt, en dat heeft te maken met het door maatschappelijke weerstand afgetopte vermogen. Dit is niet zozeer door de Provincie ingegeven, als wel door het feit dat Nederland als geheel een ruimtelijke inpassingsproblematiek kent, waardoor de nationale ambitie in de vorm van een maximaal denkbaar potentieel beperkt is tot 8 GW.

Het TKI Urban Energy lange-termijnpotentieel komt voor Zeeland neer op een potentieel van 12,6 PJ aan zonnestroom. Binnen het huidige provinciaal beleid, waarin in verband met ruimtegebruik en landschapsbehoud zonneparken alleen

toegestaan zijn op gronden binnen de grenzen van bestaand bebouwd gebied en op de bestaande bedrijventerreinen en zeehaventerreinen in Zeeland, bedraagt het maximaal potentieel 7,4 PJ (2600 MW) bij 100% beschikbaarheid van alle oppervlakte van daken op woningen, bedrijven, utiliteitsgebouwen, agrarische gebouwen en geplande zonneweides. Rekening houdend met minder gunstige ligging van deel van de daken, beschaduwing en onbereidheid zal het daadwerkelijke te realiseren vermogen minder zijn. Binnen het huidige beleid is dus nog veel groei te behalen; de cijfers laten ook zien dat het potentieel nog groter kan zijn wanneer de ruimtelijke beperkingen worden versoepeld.

Voor getijdenenergie is het potentieel in Zeeland zeker aanwezig en ook goed mogelijk te ontwikkelen. In absolute bijdrage is de hoeveelheid met 0,7 PJ toch vrij beperkt, qua orde grootte 10% van het potentieel voor wind op land.

Het additionele potentieel voor biomassa uit de provincie is met 1,3 PJ beperkt. De mogelijke import van biomassa uit andere delen van de wereld is in potentie groot maar afhankelijk van externe factoren. Kiezen voor import van biomassa is bovendien macro-economisch minder gunstig voor de regio dan het lokaal investeren in economische activiteit.

Ten opzichte van de geschatte bijdrage van opties voor groen gas in 2015 kan de techniek nog flink groeien (tot 0,7 PJ in 2050). In 2030 zou daarvan reeds 0,4 PJ ontwikkeld zijn, waarmee het additionele potentieel vanaf die tijd nog slechts 0,3 PJ bedraagt.

Energiewinning uit de bodem (zowel diepe geothermie als ondiepe geothermie met warmtepompen en WKO) kan een grote bijdrage leveren, waarbij opgemerkt moet worden dat de schatting voor diepe geothermie vrij ruw is en met de nodige onzekerheden wat betreft potentieel en kosten omgeven is. De toename van warmtepompen en WKO hangt nou samen met het tempo waarop nieuwbouw en renovaties en dus besparingsmaatregelen worden uitgevoerd.

Andere technieken, voornamelijk de technieken voor warmteopwekking, zijn in hun potentieel beperkt door de afzetmogelijkheden van hun energie. Voor zonneboilers geldt bijvoorbeeld in het Nederlandse klimaat dat er voor maximaal 50% aan warmwatervraag gesubstitueerd kan worden (ruimteverwarming buiten beschouwing gelaten).

Zoals eerder reeds aangegeven is er een groot potentieel voor ontwikkeling van hernieuwbare energie. Het is een flinke uitdaging om dit potentieel te gaan benutten. Het maximale potentieel dat voor 2050 geschetst wordt is zoals reeds gezegd niet per se gebonden aan dat jaartal: de potentiëlen kunnen voor een aantal technieken vervroegd ontwikkeld worden, maar ze kunnen ook nog even op de plank blijven liggen. **Tabel 7** laat zien welk deel van het maximale potentieel in 2030 al bereikt zal zijn als we Zeeuwse aandeel uit de NEV halen. Wel geldt dat het voordeel door vermeden uitgaven voor fossiele energiedragers groter wordt naarmate er eerder geïnvesteerd wordt. Tevens geldt dat voor sommige technieken verdere kostendalingen mogelijk zijn,

waardoor het uitstellen van een beslissing voordeling kan uitpakken: het cumulatief benodigde investeringsbedrag zou minder kunnen worden. Over de kosten volgt meer informatie in het volgende hoofdstuk.

Tabel 7: Lange termijn potentieel (2050) voor hernieuwbare energie in Zeeland en deel hiervan dat volgens de NEV 2015 in 2030 gerealiseerd zal zijn onder huidig beleid.

	2030	2050	
Waterkracht/Osmose		0.0	0%
Wind op land	6.4	7.7	83%
Wind op zee	4.8	34.7	14%
Zonnestroom	1.9	12.6	15%
Zonnewarmte	0.1	0.6	8%
Getijdenenergie	0.1	0.7	19%
Warmtepompen en WKO	0.3	1.8	19%
Diepe geothermie		2.0	0%
Afvalverbrandingsinstallaties		0.0	0%
Houtkachels bij huishoudens	0.5	0.5	100%
Groen gas (diverse technieken)	0.7	0.7	100%
Houtskool	0.0	0.0	100%
Biomassa binnenlands	0.9	1.3	68%
Biomassa uit import		19.5	0%
Totaal	15.7	82.1	19%

5

Impact

In dit hoofdstuk over de impact komen achtereenvolgens de volgende onderwerpen aan de orde: ruimtelijke impact, kosteninformatie, investeringen en werkgelegenheid.

5.1 Ruimtelijk impact

Het ruimtegebruik als gevolg van biomassa uit de eigen provincie is niet eenduidig te bepalen. Veel biomassa is namelijk afkomstig van reststromen en heeft dus geen oppervlaktebeslag. Wanneer gekozen wordt voor energiegewassen, dus *andere* in plaats van de huidige gewassen dan leidt dat ook niet tot extra oppervlakte. Het ruimtebeslag voor eigen biomassa wordt in onderstaande tabel om deze reden op 0 ha/PJ gezet (geen ruimtebeslag). Wanneer aangenomen zou worden dat alle eigen biomassa zou leiden tot additioneel grondgebruik dan zou dat voor de gerapporteerd 1,3 PJ een indicatief ruimtebeslag van 10.000 ha opleveren. Het totale oppervlakte voor het agrarisch terrein in Zeeland bedraagt 137318 ha (bron: CBS⁶, data 2012) en daarmee zou het denkbeeldige oppervlakte 7% van het totale oppervlakte voor het agrarisch terrein in Zeeland kunnen bedragen.

In onderstaande tabel wordt voor de behandelde hernieuwbare energietechnieken op basis van de eerder gerapporteerde potentiële weergegeven wat het ruimtebeslag is. Het ruimtebeslag wordt op twee manieren gerapporteerd: als eerste het aantal hectare per PJ (veel technieken kennen geen of nauwelijks ruimtebeslag, zoals bijvoorbeeld getijdenenergie en diepe geothermie) en als tweede het cumulatieve ruimtebeslag, uitgedrukt als een hoeveelheid oppervlakte (in ha) per optie. Conclusie van dit overzicht is dat enkel wind op land en zon-PV een niet-verwaarloosbaar ruimtebeslag kennen.

⁶ Bron: CBS Statline:
<http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=70262NED&D1=0,24&D2=0,14&D3=a&HDR=T&STB=G1,G2&VW=T>

Het oppervlaktebeslag door wind op land (671 ha/PJ) gaat uit van een ruimtebeslag inclusief een bufferruimte met een straal van 300 m rondom de turbinemast. Dit is de afstand tot woonbebouwing, maar dit betekent niet dat de grond rondom turbine niet voor andere doeleinde gebruikt kan worden, ook eigen- woning of bedrijfspanden kunnen binnen deze afstand staan. Het exclusieve grondgebruik voor een windturbine is zeer beperkt. Voor zon-PV gaat het met 347 ha/PJ om het werkelijke oppervlakte. Om het maximaal potentieel van 12,6 PJ te behalen is 4375 ha of wel ruim 43 km² nodig. Dit is in verhouding meer dan de 16,6 km² beschikbaar dak oppervlak waarmee een potentieel van 7,4 PJ gehaald kan worden. Dit komt doordat zonneweides, noodzakelijk om het volledig maximale potentieel te behalen, meer oppervlak vragen. In de 16,6 km² zit dus meer meervoudig ruimtegebruik dan in de 43 km². Doordat zonneweides geen meervoudig ruimtegebruik kennen heeft het plaatsen van PV op daken de voorkeur.

Tabel 8: Ruimtebeslag voor de hernieuwbare technieken. Bron: Gerdes (2015). 1 hectare = 0.01 km²

	Potentieel	Aandeel	Ruimtebeslag	
	[PJ]	[%]	[ha/PJ]	[ha]
Waterkracht/Osmose	0.0	0%	0	0
Wind op land	7.7	9%	671	5144
Wind op zee	34.7	42%	0	0
Zonnestroom	12.6	15%	347	4375
Zonnewarmte	0.6	1%	57	36
Getijdenenergie	0.7	1%	0	0
Warmtepompen en WKO	1.8	2%	0	0
Diepe geothermie	2.0	2%	<<1	0
Afvalverbrandingsinstallaties	0.0	0%	<1	0
Houtkachels bij huishoudens	0.5	1%	0	0
Groen gas (diverse technieken)	0.7	1%	<1	0
Houtskool	0.0	0%	0	0
Biomassa binnenlands	1.3	2%	0	0
Biomassa uit import	19.5	24%	<<1	0
Totaal	82.1	100%		9555

5.2 Kosten

De kosten van de hernieuwbare energietechnieken worden in onderstaande tabel weergegeven. De kosten zijn gerapporteerd over de gehele levensduur van de techniek, het gaat dus om de opwekkingskosten. Er zijn twee mechanismen die het kostenplaatje kunnen beïnvloeden: enerzijds is dat de

toekomstige kostendaling, en anderzijds is dat de invloed van subsidie. Een aantal technieken zullen naar verwachting door leer- en schaafeffecten richting de toekomst verder in kosten dalen. Het kostendalingspotentieel is in de tabel in een aparte kolom weergegeven. Uitgaande van de huidige situatie waarin de SDE+ de onrendabele top van een aantal technieken afdekt, is het ook in de toekomst mogelijk dat het Rijk (of de belastingbetaler) een deel van de opwekkingskosten voor haar rekening neemt.

Tabel 9: Kosteninformatie voor de hernieuwbare technieken gebaseerd op huidige kosten en kostendalingspotentieel. Bronnen: SDE+, Gerdes (2015)

	Poten- tieel	Kosten	Kosten cumulatief	Kostendalings- potentieel
	[PJ]	[MEUR/PJ] (indicatief)	[MEUR/jaar] (indicatief)	kwalitatief
Waterkracht/Osmose	0.0	-	0	Waterkracht: nee, osmose: ja
Wind op land	7.7	16.4 - 18.9	135	Matige kostendaling
Wind op zee	34.7	26.4	916	Matige tot flinke kostendaling
Zonnestroom	12.6	30.8 - 53.9	534	Flinke kostendaling
Zonnewarmte	0.6	38.1 - 55.6	30	Nauwelijks kostendaling
Getijdenenergie	0.7	57.8*)	39	Matige tot flinke kostendaling
Warmtepompen en WKO	1.8	12.5	22	Nauwelijks kostendaling
Diepe geothermie	2.0	83.3	167	Nauwelijks kostendaling
Afvalverbrandings- installaties	0.0	-	0	Nauwelijks kostendaling
Houtkachels bij huishoudens	0.5	-	0	Mogelijk toename kosten
Groen gas (diverse technieken)	0.7	23.1	17	Nauwelijks kostendaling
Houtskool	0.0	-	0	Mogelijk toename kosten
Biomassa binnenlands	1.3	5.3	7	Mogelijk toename prijs
Biomassa uit import	19.5	7.6 - 30.8	374	Mogelijk toename prijs
Totaal	82.1		2310	

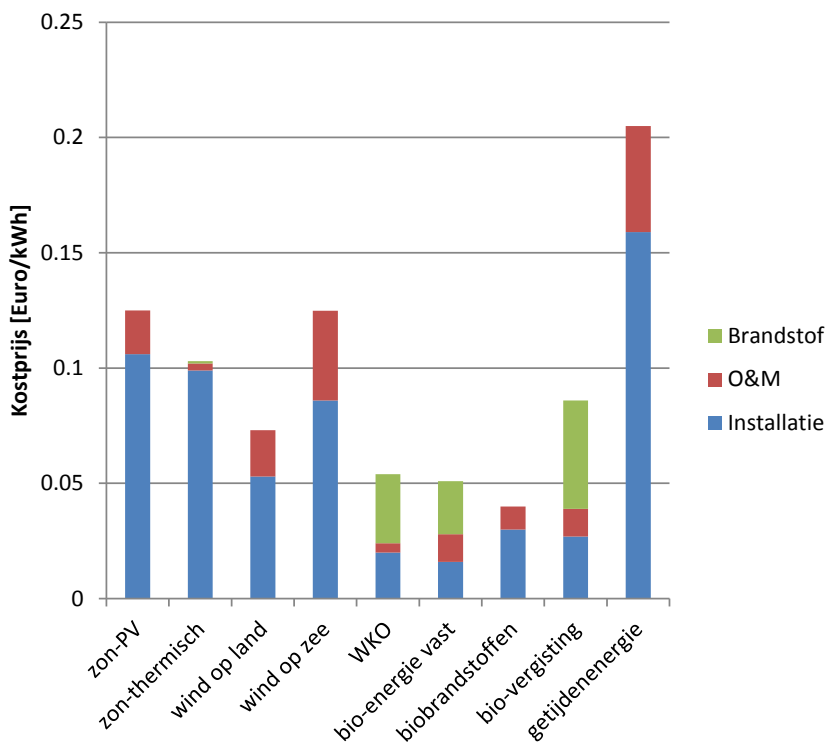
*) dit bedrag heeft niet specifiek betrekking op Brouwersdam, maar is een generiek basisbedrag voor getijdenenergie waarbij merendeel van projecten in Nederland financieel uit moeten kunnen.

5.3 Werkgelegenheidseffecten

Om werkgelegenheidseffecten in te schatten bepalen we voor elke opwekkingstechnologie welk deel van de productiekosten betrekking heeft op arbeidskosten die ten goede komen aan het Zeeuwse bedrijfsleven. Of in het geval van besparingstechnologieën welk deel van kosten per bespaarde energie eenheid.

Voor de productiekosten van hernieuwbare energie opties gebruiken we de basisbedragen zoals deze voor de SDE+ tarieven zijn bepaald. De SDE+ geldt niet voor biobrandstoffen en WKO. Voor biobrandstoffen gebruiken we als referentie de bioethanolprijs. WKO concurreert met gasketels, waardoor we de gasprijs voor kleinverbruiker als referentie voor WKO gebruiken. Als eerste stap hebben we de productie kosten verdeeld naar investeringskosten, O&M kosten en brandstof kosten. Voor de basisbedragen uit de SDE+ leiden we dit af uit het bijbehorende rekenmodel. Voor biobrandstoffen en WKO is de verdeling op basis van expert inschatting gedaan. De totale productiekosten per geproduceerde eenheid en de verdeling ervan naar verschillende categorieën staan in **Figuur 16**.

Figuur 16: Productiekosten van hernieuwbare energie opties



De totale investeringen worden berekend door de kostprijs te vermenigvuldigen met de energieproductie, of te wel het potentieel.

Tabel 10: Investerings- en O&M kosten in hernieuwbare technologieën in 2030

	Potentieel	Investeringskosten	O&M kosten

	[PJ]	[MEUR/jaar] (indicatief)	[MEUR/jaar] (indicatief)
Wind op land	6,4	94	36
Wind op zee	4,8	113	52
Zonnestroom	1,9	55	10
Zonnewarmte	0,05	1	0
Getijdenenergie	0,13	6	2
Warmtepompen en WKO	0,34	2	0
Groen gas	0,4	3	1
Biomassa binnenlands	1,3	6	4
Totaal	15,5	280	105

Om te bepalen welk werkgelegenheidseffect deze investeringen hebben, wordt in deze paragraaf voor verschillende investeringstypen een kental gegeven dat een benadering geeft van hoeveel werkgelegenheid (fte) er ruwweg samenhangt met een besteding van 1 miljoen euro in het betreffende investeringstype, of aan onderhoud. Vermenigvuldigen van de investeringsbedragen respectievelijk onderhoudsbedragen met dit kental levert een benadering van de werkgelegenheidseffecten van de investeringen. Dit heeft betrekking op directe en indirecte werkgelegenheidseffecten.

Voor het bepalen van de betreffende kentallen wordt aangesloten op de methode die in de Nationale energieverkenning wordt gehanteerd. Voor ieder van deze investeringstypen wordt daarin bepaald hoeveel werkgelegenheid daarmee in Nederland samenhangt. De methode hiervoor is in de achtergronddocumentatie bij de Nationale energieverkenning nader toegelicht. In het kort bestaat de methode uit een aantal stappen:

- Eerst wordt de investering uitgesplitst naar bestedingen in sectoren en beroepsgroepen op basis van een input/output tabel, aangevuld met expert judgement en literatuur. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt in een aantal verschillende diensten, de bouwsector, en verschillende industrieën.
- Voor ieder van deze sectoren/beroepsgroepen wordt ingeschat welk gedeelte van de bestedingen binnenlands wordt besteed, en vervolgens welk gedeelte van de binnenlandse bestedingen wordt besteed aan lonen.
- Vervolgens wordt dit loonbedrag met een loonkostenindicatie per sector omgerekend naar aantal arbeidsjaren in de betreffende sector/beroepsgroep in Nederland. Optellen van de berekende arbeidsjaren in de verschillende sectoren geeft tenslotte het totaal aantal arbeidsjaren dat samenhangt met een investering van 1 miljoen euro in het betreffende investeringstype.

Voor deze studie zijn in de tweede stap specifieke aanpassingen gemaakt voor de provincie Zeeland.

De werkgelegenheid m.b.t. O&M wordt volgens dezelfde stappen doorlopen. Daarbij is de inschatting aangepast aan een (in het algemeen) lager aandeel materiaalgebruik en ontwerp bij O&M kosten.

In de onderstaande tabel zijn de kentallen en de uiteindelijke werkgelegenheidseffecten voor Zeeland weergegeven. In het totaal leveren de hernieuwbare energie technologieën jaarlijks ruim 1600 arbeidsjaren rond 2030. Voor wind op zee is alleen het Zeeuwse deel van het wind op zee potentieel meegenomen. In werkelijkheid kan de werkgelegenheid dus groter zijn. De werkgelegenheid op gebied van getijdenenergie betreft ook alleen de Zeeuwse getijden projecten. Opedane kennis kan echter ook in buitenland worden toegepast waardoor extra werkgelegenheid door kennis export zeer waarschijnlijk is.

Tabel 11: Werkgelegenheid voor hernieuwbare energie technologieën in 2030

	Werk-gelegenheidsfactor investeringskosten	Werk-gelegenheidsfactor O&M kosten	Werk-gelegenheid Investering (arbeidsjaren)	Werk-gelegenheid O&M (arbeidsjaren)	Sector
	[fte/MEURO]	[fte/MEURO]	[fte/jaar]	[fte/jaar]	
Wind op land	3,2	3,3	298	118	Diensten
Wind op zee	3,2	3,3	359	172	Diensten
Zonnestroom	7,7	8,3	424	81	Specialistische bouw, diensten
Zonnewarmte	9,3	8,3	13	0	Specialistische bouw, diensten
Getijdenenergie	8,4	4,4	49	8	Specialistische bouw, diensten
Warmtepompen en WKO	5,1	9,8	10	4	Diensten
Groen gas	4,2	8,2	13	11	Diensten, specialistische bouw
Biomassa binnenlands	5,6	7,7	32	33	Specialistische bouw, diensten
Totaal			1.197	427	

Het uitvoeren van de besparingsmaatregelen levert rond 2030 bijna 1900 arbeidsjaren per jaar op, zie **Tabel 12**. Er moet op gemerkt worden dat dit niet allemaal extra werkgelegenheid is, voor een deel is sprake van verdringing en na een aantal jaren zal er weer een evenwicht optreden.

Tabel 12: Werkgelegenheid voor besparingspotentieel in 2030

	Investeringskosten	Werkgelegenheids- factor investeringskosten	Werkgelegenheid Investering (arbeidsjaren)
	[MEURO/jaar]	[fte/MEURO]	[fte/jaar]
Besparing woningen *)	149	10,4	1545
Besparingen diensten *)	8	10,4	88
Besparing industrie	47	5,4	251
Totaal			1.883

*) Voor de investeringskosten voor woningen en gebouwen in de diensten sector hebben we de totale investering gedeeld door 15 jaar om jaarlijkse kosten te krijgen.

6

Het warmteplan

Meer dan de helft van het energieverbruik wordt gebruikt voor de productie van warmte. Dit varieert van lage temperatuur verwarming in huishoudens tot hoge temperatuur warmte voor processen in de industrie. Op dit moment wordt deze warmte voornamelijk geproduceerd uit aardgas. Om tot een duurzame Nederlandse energiehuishouding te komen, is het cruciaal ook de warmtevraag te reduceren en te verduurzamen.

Deze noodzaak tot transitie van de warmtevoorziening wordt onderkend in de Warmtevisie⁷ van minister van Economische zaken Kamp die tot doel heeft het proces verder versnellen. Eerdere stappen in de verduurzaming van de warmtevraag zijn gezet in het Nationaal Energieakkoord voor duurzame groei uit 2013. Er is afgesproken dat provincies samen met lokale overheden, leverende en verbruikende sectoren uiterlijk in 2022 lange termijn warmteplannen hebben ontwikkeld. Het Energieakkoord benoemt het warmteplan in de context van benutting van industriële restwarmte, maar provincies gaan een stap verder en bekijken het als een integrale benadering van het totale regionale warmtevraagstuk.

Doel warmteplan

Het IPO stelt dat het opstellen van de warmteplannen niet alleen een plan oplevert, maar dat het voorafgaande proces even zo belangrijk is. Een warmteplan kent vijf doelen: 1. Inzicht geven in vraag en aanbod; 2. Kansrijke projecten benoemen; 3. Partijen verbinden; 4. Scherpere rollen van de stakeholders; 5. Anderen in beweging brengen (initiatieffunctie). Deze sectie heeft als doel input te leveren aan het warmteplan voor de Provincie Zeeland.

De keuze voor de optimale warmtetechnologie is afhankelijk van lokale kenmerken zoals bebouwingsdichtheid, afstand tot mogelijke restwarmtebron, mogelijkheden voor geothermie en mate van isolatie, waardoor er voor ieder specifieke situatie naar de beste oplossing gezocht moet worden.

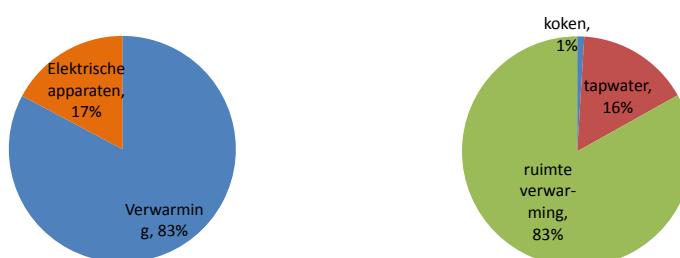
⁷ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2015/04/02/kamerbrief-warmtevisie>

6.1 Huishoudens

6.1.1 Huidige warmtevraag en ontwikkeling

Ongeveer 83% van het finale energieverbruik voor huishoudens is voor invulling van de warmtevraag. De huidige nuttige warmtevraag van een gemiddelde Nederlandse woning is ongeveer 42 GJ per jaar. Een groot deel van de vraag is voor ruimteverwarming, zie **Figuur 17**. En wordt bijna geheel in gevuld door gas, **Figuur 19**.

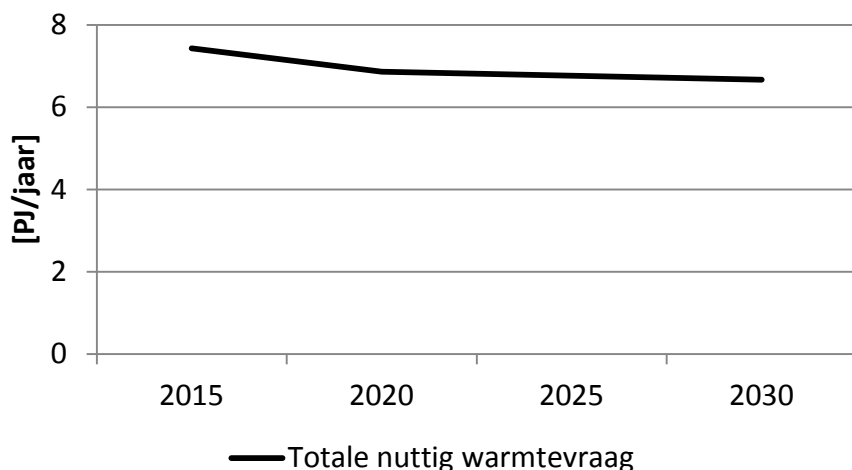
Figuur 17: Links, verdeling van finaal energie verbruik. Rechts, verdeling van nuttige vraag naar soort warmtevraag.



De gemiddelde warmtevraag van woningen zal de komende jaren dalen. Dit komt voor een deel doordat nieuwe woningen aan steeds scherpere isolatie-eisen moeten voldoen. Daarnaast zullen bij het huidige beleid zoals opgenomen in de Nationale Energieverkenning ook gebouwgebonden besparingsmaatregelen bij bestaande woningen gebouwd worden uitgevoerd. In 2030 is de warmtevraag van een gemiddelde woning ongeveer 13% gedaald ten opzichte van 2015 tot 37 GJ per jaar.

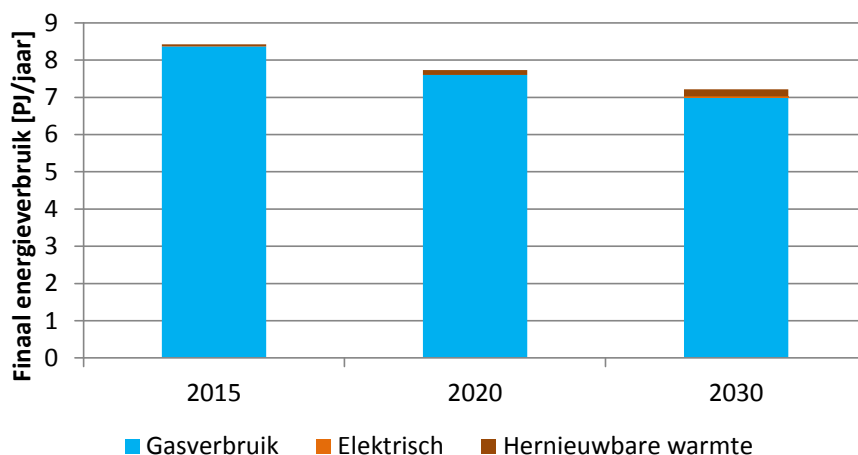
In de onderstaande figuur is de ontwikkeling van de totale warmtevraag van woningen in Zeeland weergegeven. De daling na 2020 is minder snel dan voor 2020 omdat er voor die periode geen nieuwe beleidsmaatregelen zijn aangenomen, ook is het aantal nieuw te bouwen woningen beperkt.

Figuur 18: Totale nuttige warmtevraag van huishoudens in Zeeland



De warmtevraag wordt in dit scenario nog steeds voornamelijk ingevuld door gas, zie **Figuur 19**. Er is een lichte stijging van het gebruik van hernieuwbare warmte, uit zonneboilers, biomassa en warmtepompen. Warmtepompen gebruiken ook elektriciteit. De verhouding tussen ruimteverwarming, koken en warm tapwater blijft ongeveer hetzelfde, er is slechts een lichte stijging van het aandeel warm tapwater.

Figuur 19: Finaal energieverbruik huishoudens voor warmteproductie



6.1.2 Besparingspotentieel

Energieneutraal bouwen vanaf 2020

Volgens de Europese Richtlijn Energiebesparing in Gebouwen (EPBD) moeten alle nieuwe gebouwen vanaf 2020 bijna energieneutraal gebouwd worden. Deze eis is door Nederland geconcretiseerd in BENG-eisen die vanaf 2020 zullen gelden voor nieuwe woningen. Bouwers kunnen invulling geven aan deze eisen

door te kiezen voor all-electric concepten met warmtepompen, maar ook voor woningen met verwarming op gas is ruimte binnen de norm mits gecompenseerd wordt met bijvoorbeeld zonnepanelen.

Het merendeel van de woningenvoorraad zal echter al voor 2020 gebouwd zijn, het grootste besparingspotentieel ligt dan ook in de bestaande bouw.

Bestaande bouw grootste besparingspotentieel

In bestaande woningen is nog veel energie te besparen door betere isolatie. De te realiseren besparing hangt af van de mate van isolatie van de huidige gebouwen. Bij het bepalen van het effect van labelverbetering is de huidige labelverdeling in Zeeland als uitgangspunt gebruikt. Deze verdeling is bepaald met data uit de klimaatmonitor en staat weergegeven in **Tabel 13**.⁸

Tabel 13: Labelverdeling in woningen in Zeeland (bron: klimaatmonitor)

Inschatting woningen met label	Percentage in Zeeland
A+	0%
A	8%
B	13%
C	29%
D	9%
E	8%
F	17%
G	15%

In **Tabel 14** worden de besparingen en kosten van verschillende opties per woning weergegeven.

Tabel 14: Kentallen bouwstenen besparing huishoudens per woning

Per woning	Eenheid	Label A	Label A+	Energieneutraal
Besparing	[GJ]	-29	-37	-58
Hernieuwbaar	[GJ]	-	6,8 ⁹	16,7
Investeringskosten	[€]	15,463	22,116	37.200
Overige kosten	[€/jaar]	34	-	-
Baten	[€/ jaar]	-410	-503	-930
Ruimtebeslag	[m ²]	-	-	-
Directe CO ₂ -reductie	[ton CO ₂ -eq]	-1,7	-2,0	-2,7

De besparing betreft besparing van finaal energieverbruik. Hernieuwbaar is het hernieuwbare energieproductie door zon-PV, zonneboilers en lucht bodem

⁸ Dit is de verdeling naar voorlopige labels uit 2014.

⁹ Voor label A+ en energieneutraal is uitgegaan van zonenpanelen en lucht-water warmtepomp voor zover mogelijk.

energie gebruikt in warmtepompen. De baten zijn uitgespaarde energiekosten zoals voor elektriciteit.

Deze besparingen zijn niet additioneel ten opzichte van de besparing die we in het scenario in de vorige paragraaf al zagen. Het is de totale besparing ten opzicht van het verbruik zonder enige vorm van besparingsmaatregelen.

De Zeeuwse Stroomversnelling, een samenwerking tussen gemeentes, Provincie en andere partijen, heeft als doelstelling om in 2018 250 woningen naar nul op de meter gerenoveerd te hebben en in 2023 10.000 woningen. Als de stroomversnelling zich doorzet en er in 2030 10% van de woningen energieneutraal is dan levert dit een besparing van 1 PJ. Als lange termijn besparingspotentieel is gekozen voor 25% energieneutrale woningen wat overeenkomt met een besparing van 2,6 PJ.

Voor de overige woningen hebben we als lange termijn besparingspotentieel aangenomen dat deze na-isoleren naar label A+. Dit levert een besparing van 4,8 PJ. Een natuurlijk moment om renovaties en daarmee besparingsmaatregelen toe te passen is het moment van verhuizing. Gemiddeld in Nederland wordt 5,5% van de huizen per jaar verkocht. In een periode van 14 jaar, 2016-2030, rekening houdend met woningen die meerdere keren verkocht worden, wisselt iets meer van de helft van de woningen van eigenaar. Stel dat bij al die verhuizingen een renovatie plaatsvindt naar label A+ dan heeft dus in het meest gunstige geval in 2030 dus de helft van de woningen een A+-label. Omdat Zeeland sneller vergrijsd dan andere provincies doordat jonge mensen wegtrekken is aangenomen dat renovatie tempo iets lager ligt en in 2030 40% van de woningen label A+ heeft.

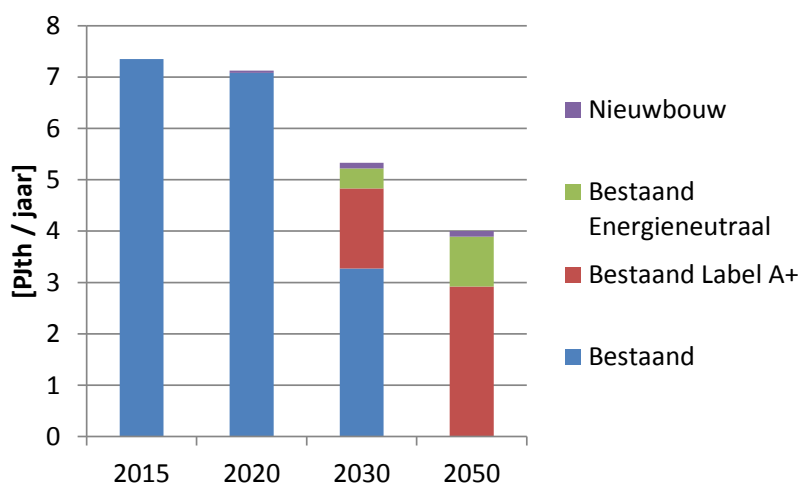
In **Tabel 15** wordt het besparingspotentieel voor verschillende intensiteiten van na-isolatie naar label A+ en energieneutraal renoveren weergegeven.

Tabel 15: Potentieel energiebesparing in huishoudens

Per woning	Eenheid	40% Label A+ (2030)	10% energie neutraal (2030)	75% Label A+ (2050)	25% energie neutraal (2050)
Aantal woningen	[aantal woningen]	70.200	17.500	131.650	43,880
Besparing	[PJ]	-2,6	-1	-4,8	-2,6
Hernieuwbaar	[PJ]	0,5	0,3	0,9	0,7
Investeringskosten	[mln. €]	1,550	650	2,900	1,630
Overige kosten	[mln. €/jaar]	-	-	-	-
Baten	[mln. €/ jaar]	-35	-16	-66	-41
Ruimtebeslag	[mln. m ²]	-	-	-	-
Directe CO ₂ -reductie	[Mton CO ₂ -eq]	-0,14	-0,05	-0,3	-0,1

In het onderstaande figuur staat de opbouw van de totale finale warmtevraag weergegeven in geval van bovenstaande besparingsscenario. Voor de woningen die na 2020 gebouwd zijn, gaan we ervan uit dat ze een warmtepomp hebben. Voor deze studie zijn we ervan uit gegaan dat zowel de A+ als ook de energieneutrale woningen een lucht warmtepomp hebben. Er zijn natuurlijk ook andere mogelijkheden om de warmtevraag in te vullen. De verschillende technologie opties worden in volgende paragraaf besproken.

Figuur 20: Finale nuttige warmte vraag voor huishoudens



6.1.3 Technologie opties

Om de resterende warmtevraag in te vullen zijn er verschillende technologie opties. De belangrijkste categorieën zijn hieronder kort beschreven. In **Tabel 16** zijn de belangrijkste voor- en nadelen van ieder technologie opgesomd.

Volledig elektrische warmte pomp

Door gebruik te maken van een elektrische warmtepomp kan omgevingswarmte uit de lucht of bodem worden gebruikt voor ruimteverwarming en tapwater. Een gasnet is in dit geval overbodig mits er elektrisch gekookt wordt. Door gebruik te maken van elektriciteit uit hernieuwbare bronnen is dit een manier om de warmtevraag verder te verduurzamen. Toepassing van een volledig elektrische warmtepomp kan alleen optimaal in combinatie met een lage warmtepeikvraag. Voor de bestaande bouw betekent dit aanzienlijk na-isolatie, wat hoge investeringen voor woningeigenaren vergt. Dit helpt ook om piekbelastingen op het elektriciteitsnet te verminderen.

Warmtenetten

Warmtenetten transporteren warmte die op centrale plek wordt geproduceerd, afgetapt van een centrale of vrijkomt als restwarmte van industriële processen via een pijpleiding naar de afnemers. Gebruik van aftapwarmte en restwarmte levert een vermindering van het primaire gasverbruik. Voor warmteproductie

met een centrale ketel geldt dit niet. De geleverde warmte is alleen duurzaam als het afkomstig is uit een duurzame bron zoals geothermie of biomassa. In Zeeland is echter geen potentieel voor geothermie. Het nadeel van warmtenetten is dat de initiële investeringen hoog zijn en er warmteverlies onderweg op treedt. Om bestaande woningen en gebouwen aan te kunnen sluiten is medewerking nodig van de eigenaren, terwijl de financiële voordelen voor eindgebruikers niet evident zijn. Om tot een positieve business case te komen voor het hele net is het van belang dat de afstand van de bron tot de bebouwing kort is, de vraagdichtheid hoog en de totale warmtevraag voldoende groot is. Voor restwarmte levering is er voor de rest de belemmering dat bedrijven vaak geen langdurige leververplichting aangaan kunnen of willen gaan. Bedrijfsverplaatsing of sluiting, maar ook afname van restwarmte aanbod door besparingen in de industrie zijn hier redenen voor.

Hybride warmtepomp systeem

Een hybride warmtepomp systeem bestaat uit zowel een elektrische warmtepomp als ook een conventionele gasgestookte HR-ketel. Het grootste gedeelte van de tijd zorgt de elektrische warmtepomp voor de warmteproductie, maar op piekmomenten springt de HR-ketel bij. Op deze manier kan ongeveer 80% opgewekt worden met de warmtepomp en 20% met de HR-ketel. Dit systeem is eenvoudig toepasbaar in het huidige verwarmingssysteem en de mate van isolatie is minder van belang. Voor de piekvraag blijft gas nodig, waardoor het gasnet moet blijven liggen. Bij gebruik van aardgas is deze optie dus niet CO2-vrij. Eventueel kan wel worden gecompenseerd met PV of aardgas wordt vervangen door groen-gas.

Zon-thermisch

Een zonneboiler kan op een duurzame manier warm tapwater produceren. Een zonneboiler bestaat uit een zonnecollector en een vat om het warme water in op te slaan. Naverwarmen gebeurt via de HR-ketel. In de zomer kan de zonneboiler de gehele warm tapwater vraag in vullen. Voor recreatie woningen die vooral in de zomer gebruikt worden en dan vooral warm water vraag hebben kan dit een interessante technologie zijn. Er zijn ook zonne-boilercombi's. Die leveren naast warm tapwater ook ruimteverwarming.

Andere opties zijn het gebruiken van biogas in plaats van aardgas. Dit is eenvoudig in te passen, maar vraagt veel biogas. Het direct gebruiken van biomassa in collectieve ketels of individuele ketels is ook een optie, maar vraagt veel ruimte voor zo wel ketel als ook opslag van hout en of pellets. Bovendien leidt het tot lokale luchtverontreiniging. Dit is hiermee een optie die vooral toepassing in grotere woningen in dun bebouwd gebied geschikt lijkt. Tenslotte is er nog de micro WKK optie, deze produceert zowel warmte als ook elektriciteit. Het grootste nadeel is de stijging van de-centrale CO2 emissies.

Tabel 16: Voor- en nadelen verschillende warmte opties

	Voordelen	Nadelen
All-electric	<ul style="list-style-type: none"> In combinatie met hernieuwbare elektriciteit CO2-neutraal Geen gas nodig uit Groningen of buitenland 	<ul style="list-style-type: none"> Werkt alleen goed in combinatie met vergaande isolatie. Vraagt forse investering Bij grootschalige toepassing is netverzwaring nodig
Warmtenetten	<ul style="list-style-type: none"> Geen gas nodig uit Groningen of buitenland Mogelijkheid tot nuttig gebruik restwarmte 	<ul style="list-style-type: none"> Hoge initiële investeringen Kosten en baten matchen niet Vraagt veel regie
Hybride optie	<ul style="list-style-type: none"> Goed inpasbaar Vermindert noodzaak netverzwaring 	<ul style="list-style-type: none"> Nog steeds gas nodig In combinatie met aardgas niet CO2-vrij.
Zon-thermisch	<ul style="list-style-type: none"> Hernieuwbaar 	<ul style="list-style-type: none"> Vooraf voor warm tapwater Naverwarmen met HR-ketel in winter
Groen Gas	<ul style="list-style-type: none"> In te passen in huidige infrastructuur Geen grote aanpassingen in gebouwde omgeving nodig 	<ul style="list-style-type: none"> Hoeveelheid beschikbaar groengas is beperkt Groen gas nodig om andere sectoren te vergroenen
Biomassa	<ul style="list-style-type: none"> Hernieuwbaar 	<ul style="list-style-type: none"> Luchtverontreiniging Hogere investeringskosten Meer 'gedoe' dan gas
(micro-) WKK	<ul style="list-style-type: none"> Goed voor decentrale balanceren netten 	<ul style="list-style-type: none"> Hoge investeringskosten Toename CO2-emissie in non-ETS

De manier waarop de warmtevraag het beste ingevuld kan worden, verschilt per situatie. De technologiekeuze hangt af van specifieke omstandigheden voor elke situatie. Een belangrijk kenmerk is de dichtheid van de warmtevraag. In **Tabel 17** is aangegeven hoe elke technologie toepasbaar is bij een lage dichtheid van warmtevraag. Omdat Zeeland dun bevolkt is en er geen grote steden zijn, zie **Figuur 21**, lijken grootschalige warmtenetten geen optie.

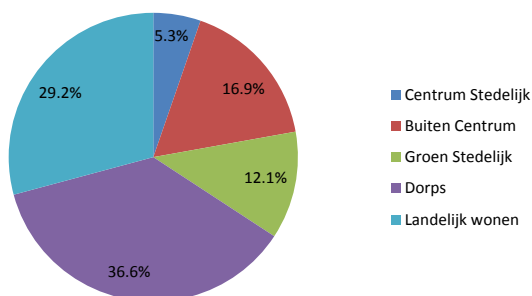
Tabel 17: Toepasbaarheid van verschillende technologieën bij lage vraag dichtheid

	Toepasbaarheid bij lage vraag dichtheid	Opmerkingen
All-electric	0	Volledig elektrische warmtepompen alleen in zeer goed geïsoleerde gebouwen.
Warmtenet	-	Alleen rendabel bij voldoende hoge totale warmtevraag, hoge vraagdichtheid en op korte afstand tot warmtebron.
Hybride optie	0	Ook mogelijk bij minder goed geïsoleerde panden doordat piek ($\pm 20\%$) wordt ingevuld door gas ketel.
Zon-thermisch	0	Toepasbaar in elke situatie.

Biomassa ketel collectief of klein warmtenet	-/0	Voor klein warmtenet moet lokale vraagdichtheid hoog genoeg zijn. Voldoende ruimte voor opslag pellets is noodzakelijk.
Biomassa ketel individueel	+	Ketel en opslag van hout of pellets nemen relatief veel ruimte in alleen geschikt voor grotere woningen, eerder in dun bevolkt gebied. Overlast rookgassen burens.

+ = positieve combinatie, 0 = neutraal, - = ongunstige combinatie

Figuur 21: Verdeling woningen in Zeeland naar woonmilieu (bron: ABF,2013)

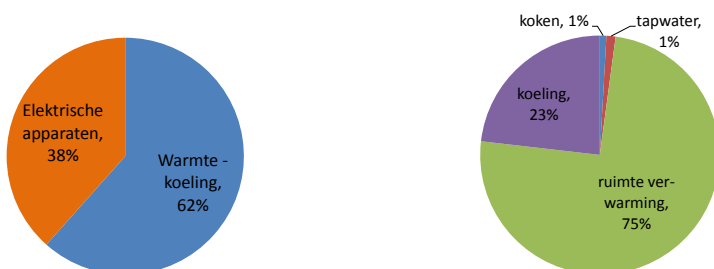


6.2 Handel, diensten en overheid

6.2.1 Huidige warmtevraag en ontwikkeling

Gebouwen in de sector diensten omvatten bouwtypen zoals bedrijfsgebouwen, kantoren, horeca, scholen en ziekenhuizen. Het finale energie gebruik van de diensten in Zeeland is ongeveer 6PJ, iets meer dan 60% daarvan is voor verwarming en koeling. De rest is elektriciteitsverbruik voor apparaten. De nuttige vraag naar warmte en koeling (3PJ) bestaat voornamelijk uit vraag naar ruimteverwarming en koeling.

Figuur 22: Links, verdeling van finaal energieverbruik. Rechts, verdeling van nuttige vraag naar soort warmtevraag.



Het toekomstige energieverbruik is bepaald aan de hand van de toename in bruto vloeroppervlak en een energie-efficiency verbetering die zowel verbeterde isolatie als ook efficiëntere apparaten meeneemt. Er is aangenomen dat het bruto vloeroppervlak in 2030 10% stijgt ten opzichte van 2015. Onder het voorgenomen en voorgestelde beleid zoals meegenomen in de nationale energieverkenning zal de besparing door isolatie en verbeterde efficiency echter zo groot zijn dat het finale energieverbruik in Zeeland daarentegen daalt met 10%. De vraag naar koeling zal in de toekomst nog verder toenemen tot bijna een derde van de totale vraag naar warmte en koeling.

6.2.2 Besparingspotentieel

Door verdergaande besparingsmaatregelen te implementeren kan er nog meer bespaard worden als onder het voorgenomen en vastgestelde beleid. In deze studie is gekeken naar het besparingspotentieel als alle maatregelen met een terugverdientijd van maximaal 20 jaar worden uitgevoerd. De kentallen om besparing te berekenen zijn gegeven in **Tabel 18**. De besparing betreft besparing van het finale gas en elektriciteitsverbruik. De baten zijn de daarbij behorende vermeden energiekosten.

Tabel 18: Kentallen bouwstenen besparing dienstensector per m² BVO

Per m ² BVO	Eenheid	TVT 20 jaar
Besparing finaal energieverbruik	[GJ]	-0,3
Hernieuwbaar	[GJ]	-
Investeringskosten	[€]	42
Overige kosten	[€/jaar]	-
Baten	[€/ jaar]	-5
Directe CO ₂ -reductie	[ton CO ₂ -eq]	-0,02

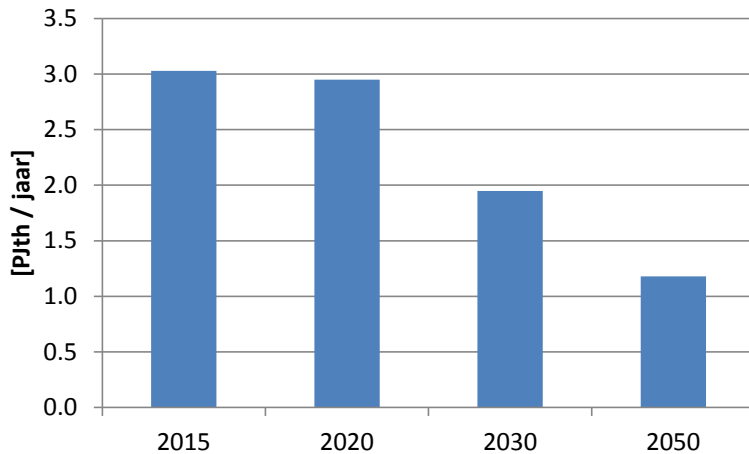
Voor de lange termijn is er vanuit gegaan dat het volledige potentieel gehaald kan worden. Voor 2030 is aangenomen dat 40% haalbaar is. **Tabel 19** geeft het totale besparingspotentieel op beide momenten weer.

Tabel 19: Potentiele energiebesparing in de dienstensector voor energiebesparingsmaatregelen met terugverdientijd van minder dan 20 jaar

	Eenheid	40% (2030)	100% (2050)
Besparing	[PJ]	-1,0	-2,4
Hernieuwbaar	[PJ]	-	-
Investeringskosten	[mln. €]	127	317
Overige kosten	[mln. €/jaar]	-	-
Baten	[mln. €/ jaar]	-15	-38
Directe CO ₂ -reductie	[Mton CO ₂ -eq]	-0.05	-0,1

De besparingen zijn niet additioneel ten opzichte van de besparingen zoals deze onder vastgesteld en voorgenomen beleid uit de NEV optraden. Ze zijn bepaald ten opzicht van een situatie waarin geen besparing zou plaatsvinden. **Figuur 23** geeft de resterende warmte en koude vraag weer.

Figuur 23: Nuttige finale warmte- en koudevraag van de diensten sector



6.2.3 Technologie opties

Voor de diensten sector zijn dezelfde warmte technologieën beschikbaar als voor huishoudens en gelden dezelfde voor- en nadelen. Één technologie optie wordt hier apart genoemd omdat deze voor individuele huishoudens minder snel gebruikt zal worden als voor de diensten.

All-electric WKO systeem met warmtepompen

Bij warmte en koude opslag wordt in de winter warmte onttrokken aan de bodem en in de zomer koude. Om het systeem in balans te houden is het noodzakelijk dat er een voldoende koudevraag is. De balancering van dit systeem is niet eenvoudig. In het geval er geen back-up gas ketel aanwezig is, moeten de panden zeer goed geïsoleerde zijn zodat het systeem ook in de piekmomenten voldoende warmte kan produceren. Om warmteverliezen in het systeem te minimaliseren zijn korte afstanden van de bron naar afnemer(s) en een hoge vraagdichtheid van belang.

6.3 Industrie

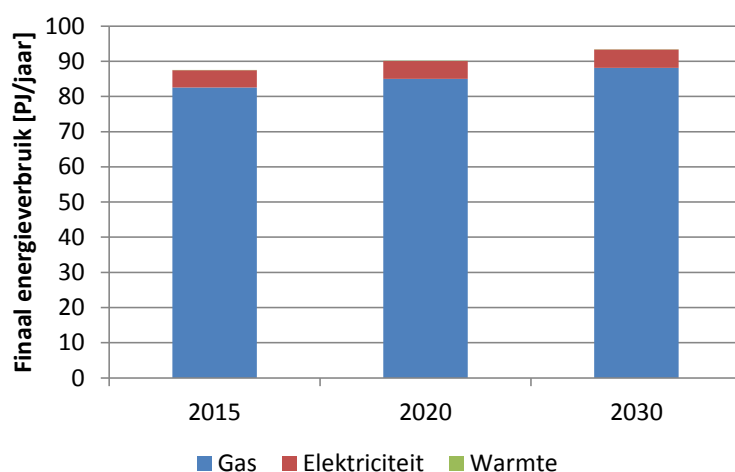
6.3.1 Huidige energieverbruik en ontwikkeling

Op basis van de emissieregistratie, de klimaatmonitor en met het industriële energieverbruik uit de Nationale Energieverkenning (NEV) is een beeld gemaakt

van de finale industriële energieverbruik in Zeeland. Het niet-energetische gebruik van aardgas is in deze studie niet meegenomen. Het energieverbruik omvat dus voornamelijk productie van lage en hoge temperatuur warmte voor processen.

Voor het bepalen van het toekomstige industriële energieverbruik in Zeeland is gebruik gemaakt van het groei percentage voor petrochemie zoals deze ook in de NEV worden gehanteerd. Daarnaast is verondersteld dat de energie efficiency verbetering gelijk is aan de NEV. In dit scenario zal het finale energieverbruik van de industrie in Zeeland tot 2030 8% procent toenemen, zie **Figuur 24**. Voor warmtelevering zijn alleen de bestaande restwarmte leveringen tussen bedrijven in Sloegebied (25 TJ per jaar) en in Kruiningen (16 TJ per jaar) meegenomen. Uitbreiding van restwarmte levering wordt meegenomen als additioneel besparingspotentieel in de volgende sectie.

Figuur 24: Finaal energie verbruik industrie



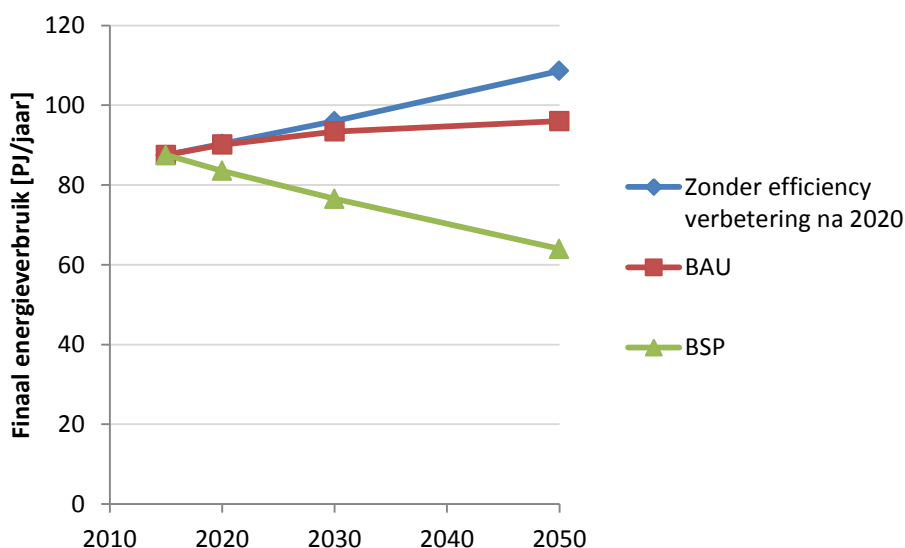
6.3.2 Besparingspotentieel

In de industrie kan nog veel energie bespaard worden door efficiënter inrichten processen, opwaarderen van eigen restwarmte en gebruik te maken van reststromen van andere bedrijven. Een aantal van deze opties is in de volgend sectie nader omschreven. Omdat het niet mogelijk is het volledige potentieel van deze besparingsopties bottom-up te berekenen is er gekozen voor een algemeen besparingspercentage van 1,5% per jaar. Deze besparing is ten opzichte van een *frozen efficiency* basispad waarbij geen autonome efficiency.

De 1,5% besparing per jaar is lager dan de besparingsambitie van de Zeeuwse industrie zelf. In hun ambitie voor 2030 (Lieshout en Bergsma, 2016) halen zij de algemene ambitie van het VNCI aan om 2% energie-efficiëntieverbetereing per jaar te realiseren in de periode 2005-2030. Energiebesparing vind vooral plaats tijdens uitbreidings- of vervangingsmomenten. Omdat voor Zeeland beperkte groei verwacht wordt zullen deze momenten minder vaak voorkomen en is

gekozen voor een lager besparingstempo, maar wel bijna een verdubbeling ten opzichte van het huidige besparingspercentage van de Nederlandse industrie dat rond de 0.8% per jaar ligt. Uit het jaarlijkse besparingspercentage van 1,5% is af te leiden hoeveel PJ energie er in de zichtjaren bespaard wordt. Tot 2030 wordt er zo 19PJ bespaard, in 2050 is de besparing ruim 40PJ, zie **Figuur 25** en **Tabel 20**. De veronderstelde besparing van 1,5% per jaar leidt tot een finaal energieverbruik dat in 2050 27% lager ligt dan het huidige verbruik.

Figuur 25: Ontwikkeling van finale energieverbruik in de industrie bij 1,5% besparing per jaar



Uitgaande dat industrie de investering in een besparingsmaatregel in 5 jaar wil terugverdienen, betekent dit dat de investeringskosten ongeveer gelijk zijn aan vijf maal de uitgespaarde jaarlijkse energiekosten. De bespaarde energiekosten van ieder jaarlijkse besparing zijn geschat met behulp van ramingen voor de toekomstige gasprijzen op basis van de World Energy Outlook 2015¹⁰ en voor 2050 de publicatie Welvaart en Leefomgeving uit 2015¹¹. Als beginnend in 2017 tot en met 2050 elk jaar de benodigde maatregelen worden genomen om 1,5% besparing in de Zeeuwse industrie te bereiken dan bedragen de totale kosten over de gehele periode naar schatting 1,4 miljard euro.

Tabel 20: Potentiele besparing in de industrie bij 1,5% besparing per jaar

	Eenheid	2020	2030	2050
Jaarlijkse besparing	[PJ/jaar]	1,27	1,17	0,97
Besparing	[PJ]		-20	-40
Investeringskosten	[mln. €/jaar]	32,2	46,6	38,5
Directe CO ₂ -reductie	[Mton CO ₂ -eq]		-1	-2,1

¹⁰ <http://www.worldenergyoutlook.org/>

¹¹ <http://www.wlo2015.nl/>

Om deze besparing te realiseren en de resterende warmtevraag te verduurzamen zijn er verschillende mogelijkheden: efficiënte eigen energiehuishouding, elektrificeren van de industrie met hernieuwbare elektriciteit, biomassa gebruik voor hoge temperatuur warmte, restwarmte koppeling, koppeling van andere reststromen. Deze opties worden in de volgende paragraaf besproken.

6.3.3 Technologie opties

Efficiënte eigen energiehuishouding

Door efficiënt om te gaan met de eigen warmtevoorziening door bijvoorbeeld processen beter inrichten en in te regelen, en gebruik te maken van restwarmte stromen kan veel energie bespaard worden. De in voorbereiding zijnde demonstratie van stoom recompressie bij DOW in Terneuzen kan tot 10% energiebesparing opleveren, in dit geval ruim 28 TJ per jaar. Voor het opwaarderen van restwarmte tot laagwaardige proceswarmte of voor ruimteverwarming van gebouwen kan gebruik gemaakt worden van warmtepompen.

Elektrificeren van de industrie

Verduurzaming van de industriële warmtevraag kan door gebruik te maken van duurzame elektriciteit. Op moment van overschot aan (duurzame) elektriciteit zet een simpele elektrische boiler, een soort grote waterkoker, de elektriciteit goedkoop en eenvoudig om in warmte, power to heat genoemd. Het voordeel is dat warmte beter opgeslagen kan worden dan elektriciteit. Elektriciteit kan ook gebruikt worden om bepaalde chemicaliën te produceren, power to chemicals. De productie kan zo op de beschikbaarheid en zo gunstige prijs van elektriciteit worden afgestemd.

Biomassa voor hoge temperatuur warmte

Voor hoge temperatuur warmte zijn biomassa gestookte ketels een mogelijkheid om de warmtevraag te verduurzamen. Het nadeel is dat in de toekomst biomassa ook nodig zal zijn als grondstof voor materialen en mogelijk ook als brandstof in de transport sector.

Restwarmte koppeling

Door gebruik te maken van restwarmte van andere bedrijven kan energie bespaard worden. Vaak sluiten temperatuurniveaus en bedrijfstijden voor bedrijven beter op elkaar aan dan voor levering aan woningen. Op dit moment gebeurt dit in Zeeland in het industriegebied Vlissingen-Oost is onder de noemer Sloewarmte waarbij Zeeland Refinery warmte levert aan Martens Cleaning en COVRA. Dit levert een besparing van ongeveer 25 TJ per jaar. In Kruiningen is restwarmtekoppeling in voorbereiding tussen een frietfabriek en een uien droog bedrijf, dit zou ruim 16 TJ besparing opleveren.

Een studie naar de kansen voor warmte in het Smart Delta Resource concludeert dat de kansen voor stoomuitwisseling vooral lokaal zijn (Waggeveld, 2016). Uitwisseling over lange afstanden is

economisch niet verantwoord. Stoomkoppeling tussen DOW/Elsta en Yara en ICL IP zal vanwege de lengte van het net in combinatie met de niet al te hoge capaciteit en de benodigde kruising van het kanaal niet leiden tot een niet haalbare business case.

Een kans die gezien wordt is gezamenlijke stoomopwekking voor Yara en ICL IP. Dit is dus geen restwarmte maar kan wel tot besparing leiden vanwege efficiëntere stoomopwekking dan voorheen. Bij ICL IP vult het de stoomvraag in van oude ketels die aan het einde van de levensduur zijn.

DOW is bereid om tegen geringe prijs restwarmte te leveren aan dichtbij gelegen kantoren en onderhoudsbedrijven, de investeringen voor infrastructuur zullen alleen door een andere partij moeten worden gedaan. Dit zal leiden tot energiebesparing maar gezien de geringe warmtevraag van dit soort bedrijven om kleine hoeveelheden gaan.

De uitgevoerde studie geeft ook aan dat uitbreiding van het heetwaternet van Sloewarmte een kans biedt. Ze geven echter niet aan hoeveel warmte dit betreft. Een eerdere studie geeft aan dat er ongeveer 160 TJ restwarmte beschikbaar is bij Zeeland Refinery, daarvan wordt nu 25 TJ aan Martens Cleaning en Covra geleverd. Dit betekent dat er nog ongeveer 135 TJ restwarmte over is. Ook zou er warmte van de Sloecentrale kunnen worden afgetapt, maar omdat deze centrale veelal niet draait en dus geen garantie van warmtelevering kan geven is deze niet meegenomen als een bron. In de tabel hieronder is te zien dat er meerdere bedrijven in het Sloegebied zijn die deze warmte zouden kunnen afnemen. Dit geldt natuurlijk ook voor nieuw te vestigen bedrijven. In dit geval kan ook in toestemmingsprocedures rekening gehouden met de locatie van warmtenet.

Tabel 21: Overzicht warmte aanbod en vraag in Sloegebied. Bronnen: Onderzoek benutting industriële restwarmte voor gebouwde omgeving in Zeeland, dwa installatie- en energieadvies, 2013 en Inspiratiekaarten uitwisseling restwarmte en CO2 Rijn-Schelde Delta, 2011.

	Restwarmte aanbod	Warmte vraag	Temperatuur niveau
Zeeland Refinery	160		van <100C tot > 150C
Bestaande levering aan Martens Cleaning en Covra		25	
Vopak		E<100TJ	<100C en koude
Arkema		100TJ<E<500TJ	van T<100C tot 100C<T<150C
Tankterminals		E<100TJ	T <100C
Invista		E<100TJ	100C<T<150C
Koel/vriesvemen		100TJ<E<500TJ	T <100C
Verbrugge: terminals		E<100TJ	T <100C
Damen Schelde: scheepsbouw		E<100TJ	T <100C

Warmte levering aan tuinbouw

Restwarmte levering aan tuinbouw levert ook gas besparing op. Het gaat in de tuinbouw om een relatief lage temperatuur warmtevraag van grote omvang en vaak in combinatie met CO₂ levering. Andere vormen voor verduurzaming van warmtevraag in tuinbouw zijn in Zeeland zeer beperkt omdat er nagenoeg geen potentieel voor geothermie is. De bestaande uitwisseling van warmte en CO₂ vanuit kunstmestfabriek Yara naar het nabijgelegen glastuinbouwgebied (WarmCO₂) levert een besparing van bijna 1000 TJ levert. Het huidige glastuingebied is volgelopen dus er niet veel meer potentieel te verwachten, maar bij toekomstige uitbreiding kan door slimme keuze te maken in de locatie van het kassengebied herhaling van dit concept zeker bijdragen aan energiebesparing in de industrie.

Koppeling van andere reststromen

Naast restwarmte zijn er ook andere reststromen waar andere bedrijven gebruik van kunnen maken zoals bijvoorbeeld waterstof. Omdat dit vaak als grondstof gebruikt wordt telt dit niet mee als besparing op het energetisch verbruik. Er is wel besparing doordat er voor de productie van waterstof conversieverliezen worden vermeden.

7

Conclusies

Op basis van de analyse in dit rapport kunnen onderstaande conclusies getrokken worden.

1. *Perspectief voor verduurzaming van de energiehuishouding*

De energievraag voor de provincie is in kaart gebracht voor het heden en voor de toekomst. Hierbij is de vraag opgedeeld naar de sectoren huishoudens, dienstensector, industrie, transport en landbouw. De industriële energievraag is veel groter dan de vraag in de vier andere sectoren tezamen. Deze asymmetrie is een aandachtspunt in de analyse en zorgt er tevens voor dat in de periode onder studie energieneutraliteit voor de gehele energievraag onhaalbaar (bij continuïteit van alle activiteiten). Zichtjaren van de analyse zijn: 2015, 2020, 2030 en 2050.

Voor het toekomstbeeld zijn twee ambitieniveaus gedefinieerd met betrekking tot besparing. Hoe groter de besparing, des te makkelijker wordt een hoog aandeel hernieuwbare energie in de energiehuishouding bereikt. In 2020 bedraagt het aandeel hernieuwbare energie naar schatting 7%, terwijl in 2030 het aandeel toegenomen zal zijn tot 12% à 14% (het hogere percentage behorend bij het meest ambitieuze energiebesparings-potentieel, inclusief industriële energievraag). In de periode na 2030 is er voldoende ruimte om het aandeel verder op te laten lopen: er is nog veel potentieel voor hernieuwbare energie en er is voldoende potentie voor verdere besparing. Uiteindelijk dan daar daardoor het aandeel hernieuwbare energie oplopen tot boven de 60%.

Voor de lange termijn is er een substantieel potentieel voor de verdere ontwikkeling van hernieuwbare energie. Technieken die een grote rol spelen zijn windenergie (op land en, naar rato van energieverbruik aan Zeeland toegerekende offshore wind), zonne-energie (met name elektriciteit uit zon-PV, in veel mindere mate zonnewarmte uit collectoren), en energie uit biomassa; deze opties vormen gezamenlijk zo'n 90% van het potentieel aan hernieuwbare

energie. De andere opties, waaronder getijdenenergie, en bodem- en buitenluchtwarmte spelen een veel beperktere rol. Samen kunnen al deze opties op de lange termijn voor meer dan 80 PJ aan hernieuwbare energie genereren.

Belangrijkste overwegingen hierbij:

- Voor wind op land zijn er grenzen aan het draagvlak om deze optie te ontwikkelen. Op nationaal niveau is dat beeld eender, en dat vertaalt zich door naar een ambitieuze maar niet extreme potentieel-schatting van circa 200 MW extra.
- Voor zon-PV is het maximaal mogelijke vermogen op basis van het beschikbare oppervlak dat de Provincie binnen haar beleid zelf in beeld heeft gebracht ruim 2600 MW bij 100% benutting van alle mogelijkheden en ruim 700 MW als er vanuit gegaan kan worden dat 30% gerealiseerd kan worden.
- Wind op zee kan op de Noordzee flink groeien, maar dat brengt hoge kosten met zich mee. De ruimte is hier echter geen probleem.
- Tenslotte kan import van biomassa op termijn een grote rol in de energievoorziening gaan spelen, bij inzet in relatief grootschalige centrales voor elektriciteit en/of warmte. Gegeven de havenfaciliteiten en de substantiële industriële warmtevraag is Zeeland hier ook goed voor gepositioneerd.
- Andere opties die voor Zeeland in kaart gebracht zijn in deze studie zijn eveneens van belang voor de duurzame energiehuishouding, maar deze hebben minder potentie om groot te worden. Ze spelen op hun manier een rol in de optimale energiehuishouding, omdat ze bijvoorbeeld warmte leveren op een temperatuurniveau dat geschikt is voor gebouwen (warmtepompen, zonnewarmte, WKO) of omdat ze de regio een impuls geven qua innovatie en reputatie (voornamelijk getijden-energie en wellicht ook wind op zee). De rol voor diepe geothermie is onzeker; er is potentieel maar door een mismatch met de vraag ter plaatse zou de energie omgezet moeten worden naar het eenvoudig te transporteren elektriciteit, wat echter hoge kosten met zich meebrengt. Voor biomassa, die uit de eigen regio zou moeten komen is het potentieel vrij beperkt.

2. Effecten op ruimte, werkgelegenheid en kosten

Voor de behandelde hernieuwbare energietechnieken is bepaald wat het ruimtebeslag is. Conclusie is dat enkel wind op land en zon-PV een niet-verwaarloosbaar ruimtebeslag kennen.

De werkgelegenheid die uit de toekomstbeelden volgt is gekwantificeerd voor het jaar 2030. In totaal leveren de hernieuwbare energie technologieën jaarlijks naar schatting ruim 1600 arbeidsjaren rond 2030. Het uitvoeren van de

besparingsmaatregelen levert rond 2030 naar schatting bijna 1900 arbeidsjaren per jaar op. Daarbij moet opgemerkt worden dat dit niet allemaal extra werkgelegenheid is; voor een deel is sprake van verdringing en zo zal er na een aantal jaren weer een nieuw evenwicht gevonden worden.

3. Ontwikkelingen rond warmte

Meer dan de helft van het energieverbruik wordt gebruikt voor de productie van warmte, variërend van lage temperatuur verwarming in huishoudens tot hoge temperatuur warmte voor processen in de industrie. Op dit moment wordt deze warmte voornamelijk geproduceerd uit aardgas, maar voor een duurzame Nederlandse energiehuishouding is het cruciaal ook de warmtevraag te reduceren en te verduurzamen. Deze studie levert input voor het warmteplan voor de Provincie Zeeland door de warmtevraag ontwikkeling in kaart te brengen en een overzicht te geven van de mogelijke duurzame technologieën om de resterende warmtevraag in te vullen en de voor- en nadelen van de technologieën te benoemen.

8

Referenties

ABF, 2014, Ontwikkelingen op de woningmarkt Socrates, Co Poulus, Gerard van Leeuwen, David Omtzigt, Hans Heida, ABF Research, Mei 2014.

Ecofys (2014), Marktkansen en bijdrage aan verduurzaming van innovatieve technologie voor energie met water

Elbersen, B.S., I. Staritsky, G. Hengeveld and L. Jeurissen (2015). Outlook of spatial biomass value chains in EU28. Deliverable 2.3 of the Biomass Policies project. IEE 12 835 SI2. 645 920

Gerdes, J.; Beurskens, L.W.M. (2015) De ruimtelijke effecten van de energietransitie in Noord-Holland, ECN Beleidsstudies, oktober 2015, <https://www.ecn.nl/docs/library/report/2015/e15059.pdf>

Lieshout, M. van, G. Bergsma, Ambitie 2030, Visie op de verduurzaming van het Zeeuwse industrieel logistieke complex met concrete doelen, CE Delft, 2016 nog te verschijnen

Molenbroek, E.C. (2007), Energie uit zout en zoet water met osmose. Ecofys, Utrecht, 17 oktober 2007, <http://www.ecofys.com/files/files/rws-rapport-osmoseafsluitdijk-finalmetbijlagen.pdf>

PanTerra (2011), Peeters M.M.W., Onderzoek naar de mogelijkheden voor geothermie in Zeeland, Management Samenvatting, https://www.zeeuwsbodemvenster.nl/sites/zl-bodemvenster/files/management_samenvatting_geothermie_zeeland.pdf

Ros (2011), Naar een schone economie in 2050: routes verkend. Hoe Nederland klimaatneutraal kan worden, ECN Beleidsstudies, 2011, ECN-O--11-076, <https://www.ecn.nl/docs/library/report/2011/o11076.pdf>

RLI (2015), Rijk zonder CO2, Naar een duurzame energievoorziening in 2050, RLI, september 2015,

http://www.rli.nl/sites/default/files/advies_rijk_zonder_co2_interactief_voor_website_1.pdf

Schoots, K., Hammingh, P. (2015), Nationale Energieverkenning 2015, 2015, ECN-O--15-033, <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-O--15-033>

Waggeveld, B.J. , 216, Kansen voor warmte en waterstof in het SDR-gebied, Industrial Energy Experts, 2016, nog te verschijnen.

Bijlage A. Factsheets

Zon-PV kleinschalig op daken en zon-PV grootschalig in zonneweides	
Karakteristieken	
Maximum potentieel	<p>Potentieel o.b.v. beschikbaar oppervlakte voor zowel klein- als grootschalige PV tezamen: 2,66 GWp, 7,4 PJ/jaar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gebaseerd op bottom-up benadering van de Provincie • Bij 100% van de denkbare oppervlakte (16,6 km²): woningen 2,87 PJ (1036 MWp), voor andere bebouwing inclusief grondgebaseerde installaties volgt dan 4,43 PJ (1600 MWp). • In analyse is rekening gehouden met de concurrentie die PV ondervindt van zonneboilers. • Voor zon-PV op watervlakten is ook een potentieel aanwezig (indicatief 2 MWp), niet in detail geanalyseerd. <p>Voor elektriciteit uit zon-PV voorziet de TKI Urban Energy een lange-termijnpotentieel van 80 GWp geïnstalleerd vermogen in Nederland (70 TWh). De huidige verdeling volgens de Klimaatmonitor (3,6% van de Nederlandse PV in Zeeland) lijkt voor deze lange termijn niet erg geschikt. In plaats daarvan wordt een indicatieve 5% gehanteerd voor het potentieel in 2050 van 4.0 GWp (3,5 TWh, 12,6 PJ).</p>
Realistisch potentieel	<p>Potentieel o.b.v. beschikbaar oppervlakte en benuttingsfactor van 25%-30%: 756 MWp (2,1 PJ).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aangenomen wordt dat ruwweg 25% tot 30% daadwerkelijk benut kan worden. • Het potentieel bedraagt 0,76 PJ voor woningen (waarvan minder dan 10% (0,06 PJ) in de nieuwbouw. • Bedrijventerreinen (700 ha) en de agrarische sector (300 ha) zorgen samen voor 1,33 PJ (480 MWp), hierin zijn ook grondgebonden systemen (zonneweides) opgenomen. <p>In 2030 volgt volgens een schatting op basis van de NEV voor Zeeland een bijdrage van 1,9 PJ (hierbij wordt Zeeland in perspectief gezet tot heel Nederland).</p>
Kosten	De kosten voor zon-PV bedragen ongeveer 31 tot 54 miljoen euro per PJ per jaar op basis van de huidige

	<p>kosten, maar er is nog flinke kostendaling mogelijk richting de toekomst.</p>
Ruimtebeslag, en combineerbaarheid	<p>Voor het dakoppervlak in de residentiële sector is er concurrentie tussen zonthermie en zon-PV om de beschikbare ruimte. Een beperkt percentage van het beschikbare dakoppervlak is in de analyse bestemd voor zonthermie¹². Zonneweides zijn goed combineerbaar met andere activiteiten, bijvoorbeeld geclusterd met wind op land.</p>
Economie en werkgelegenheid	<p>Kleine zon-PV systemen op daken zijn goed door lokale installateurs te plaatsen; ook het onderhoud komt voornamelijk aan de lokale economie ten goede. De productie van de panelen vindt echter in het buitenland plaats. In arbeidsjaren is het effect van zon-PV in 2030 indicatief 424 arbeidsjaren per jaar voor alles wat met investeringen te maken heeft en indicatief 81 arbeidsjaren per jaar voor bediening en onderhoud. De werkgelegenheid vindt naar verwachting met name plaats in de specialistische bouw en de dienstensector. Ook zonneweides kunnen goed door een regionale partij worden aangelegd en onderhouden. Omdat de panelen uit het buitenland komen is ook voor deze optie het werkgelegenheidseffect op de Zeeuwse economie per gerealiseerde eenheid hernieuwbare energie middelgroot. Voor de gehele zon-PV sector geldt in 2030: in arbeidsjaren is het effect van zon-PV indicatief 424 arbeidsjaren per jaar voor alles wat met investeringen te maken heeft en indicatief 81 arbeidsjaren per jaar voor bediening en onderhoud. De werkgelegenheid vindt naar verwachting met name plaats in de specialistische bouw en de dienstensector.</p>
Maatschappelijke acceptatie	<p>Te midden van alle duurzame opties lijkt PV qua maatschappelijke acceptatie goed te scoren. In Amerika bestaat er voor sommige projecten flinke weerstand tegen grote zonneweides. De Provincie Zeeland heeft er al voor gekozen niet onbeperkt ruimte te bieden voor zonneweides, dus dat sentiment wordt in ieder geval onderkend.</p>
Relevante stakeholders en hun rol	<ul style="list-style-type: none"> • De belangrijkste partij voor deze optie zijn de consumenten zelf die al dan niet besluiten om een PV-systeem aan te schaffen. Ook in coöperatieverband kunnen deze projecten realiseren. • De rijksoverheid geeft een sterke stimulans middels het (voorlopig) handhaven van de

¹² Dat heeft te maken met het feit dat de omvang van de vraag naar warm tapwater beperkt is; er is geen gebruik voor ruimteverwarming verondersteld.

	<p>salderingsregeling en via de postcoderoosregeling voor coöperaties.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rijk en andere overheden kunnen groei verder stimuleren middels voorlichting. • In beschermde stads- en dorpsgezichten hebben gemeenten een rol door helder te zijn over de voorwaarden voor PV aldaar • De markt van installateurs van systemen is inmiddels snel volwassen geworden en lijkt goed te functioneren. <ul style="list-style-type: none"> • De meeste grootschalige projecten worden gerealiseerd door projectontwikkelaars. Dat kan ook een energiecoöperatie zijn. • De Rijksoverheid geeft dit soort projecten een stimulans middels de SDE+, waarin overigens niet elk jaar voor PV budget is. • Gemeenten hebben een rol in het toestaan van zonneweiden binnen het bestemmingsplan • Ook de Provincie heeft via het ruimtelijk beleid een belangrijke kader stellende rol • Netbeheerders hebben de verplichting elektriciteit van dit soort systemen af te nemen.
Korte toelichting	

Zon-thermisch	
Karakteristieken	
Maximum potentieel	Voor het dakoppervlak in de residentiële sector is er concurrentie tussen zonthermie en zon-PV om de beschikbare ruimte. Zonthermie lijkt, zeker op de termijn tot 2050, financieel minder aantrekkelijk dan PV maar wordt hier toch gekwantificeerd. Voor deze analyse wordt voor de beschikbaarheid van dakoppervlak het grootste deel voor PV verondersteld. Het maximale potentieel is becijferd op 0,3 PJ, waarvan 10% in de nieuwbouw.
Realistisch potentieel	Een beperkt percentage van het beschikbare dakoppervlak bij woningen is in de analyse bestemd voor zonthermie (3 m ² voor huishoudens; zonthermie in andere sectoren zoals andere bebouwing of centrale systemen lijkt te zeer beperkt in potentieel om te kwantificeren). Dat heeft te maken met het feit dat de omvang van de vraag naar warm tapwater beperkt is; er is geen gebruik van zonthermie voor ruimteverwarming verondersteld. Bij toepassing van zonthermie in vakantieparken is er een goede match tussen aanbod en vraag: namelijk in de zomer. Dit is een kans voor de Provincie.
Kosten	De kosten voor zonneboilers bedragen ongeveer 38 tot 56 miljoen euro per PJ per jaar op basis van de huidige kosten, en er is naar verwachting niet veel kostendaling richting de toekomst.
Ruimtebeslag, en combineerbaarheid	Voor het dakoppervlak in de residentiële sector is er concurrentie tussen zonthermie en zon-PV om de beschikbare ruimte. Een beperkt percentage van het beschikbare dakoppervlak is in de analyse bestemd voor zonthermie.
Economie en werkgelegenheid	Hoewel zonnecollectoren niet in Zeeland worden geproduceerd, zal een aanzienlijk deel van de kosten voor installatie wel binnen de Provincie tot werk leiden. Voor de gehele sector zon-thermie geldt in 2030: in arbeidsjaren is het effect van zon-PV indicatief 13 arbeidsjaren per jaar voor alles wat met investeringen te maken heeft en indicatief geen arbeidsjaren per jaar voor bediening en onderhoud. De werkgelegenheid vindt naar verwachting met name plaats in de specialistische bouw en de dienstensector.
Maatschappelijke acceptatie	Te midden van alle duurzame opties lijken zonneboilers qua maatschappelijke acceptatie goed te scoren. Probleem is wellicht wel de onbekendheid van consumenten met het verschil tussen

	warmteproductie en elektriciteitsproductie.
Relevante stakeholders en hun rol	<ul style="list-style-type: none"> • De belangrijkste actor voor deze optie is de gebouweigenaar die al dan niet besluit een zon-thermisch systeem aan te schaffen. • Grootschalige zon-thermie wordt gestimuleerd in de SDE+; voor kleinschalige systemen bij particulieren geeft de Rijksoverheid een stimulans middels een investeringssubsidie, de ISDE. • Parallel hieraan werken diverse stakeholders (Rijk, UNETO-VNI) aan flankerende communicatie en professionalisering. • In beschermde stads- en dorpsgezichten hebben gemeenten een rol door helder te zijn over de voorwaarden aldaar. • De rol van de provincie hoeft voor deze optie niet groot te zijn
Korte toelichting	

Wind op land	
Karakteristieken	
Maximum potentieel	Het maximum potentieel is vooral ingegeven door de maatschappelijke acceptatie en de politieke bereidheid.
Realistisch potentieel	<ul style="list-style-type: none"> • 570,5 MW in 2020 (5,5 PJ per jaar) • 760 MW op langere termijn (7,7 PJ per jaar) <p>Voor het realistische potentieel van wind op land biedt de Structuurvisie een aanknopingspunt: 570,5 MW in 2020 (waarvan 120 MW op bestaande locaties erbij). Bij een geschatte opbrengst van 2700 MWh/MW is dat 1,5 TWh per jaar (5,5 PJ per jaar). Voor de periode erna is het aan de provincie Provincie om aan te geven in hoeverre er ruimte en draagvlak is voor wind op land. Voor de potentieelanalyse van heel Nederland veronderstelt Ros (2011) in totaal 8.0 GW wind op land. Conform de verdeling voor 2020 zoals voor Zeeland in dit rapport gebruikt wordt hiervan 9,5% aan Zeeland toebedeeld, op basis van 2800 vollasturen resulterend in 7.7 PJ.</p>
Kosten	De kosten voor windenergie op land bedragen ongeveer tussen 16 en 19 miljoen euro per PJ per jaar (bron: ECN-studie voor de Provincie Noord-Holland).
Ruimtebeslag, en combineerbaarheid	Windturbines kennen een klein <i>direct</i> ruimtebeslag, maar doorslaggevend voor de inventarisatie van de beschikbare ruimte is de te hanteren bufferafstand (afstand tot woningen/bebouwing, wettelijk 300m). Het <i>indirecte</i> ruimtebeslag is relatief groot, maar meervoudig ruimtegebruik is goed mogelijk is (bijvoorbeeld agrarische toepassingen, infrastructurele werken en zonneweides). Het veronderstelde maximum vermogen van windturbines is van belang bij de afschatting van het potentieel; uitgegaan wordt van 3,5 à 4,0 MW per turbine. Richting de toekomst zijn nog grotere turbines technisch zonder meer mogelijk, maar die worden hier niet meegenomen.
Economie en werkgelegenheid	Werkgelegenheid tijdens de bouw van windparken is deels lokaal, afhankelijk van welke partij de bouw verzorgt. Tijdens de operatie is er onderhoud nodig, die deels lokaal en deels elders uit Nederland zal komen. Voor de wind op land geldt in 2030: in arbeidsjaren is het effect indicatief 298 arbeidsjaren per jaar voor alles wat met investeringen te maken heeft en indicatief 118 arbeidsjaren per jaar voor bediening en onderhoud. De werkgelegenheid vindt naar verwachting met name plaats in de dienstensector.
Maatschappelijke acceptatie	Het maatschappelijk draagvlak voor windenergie op land is kwetsbaar en beperkt sterk de mogelijk inzet

	van deze optie.
Relevante stakeholders en hun rol	<ul style="list-style-type: none"> • Projectontwikkelaars realiseren gewoonlijk dit soort projecten. Deze kunnen ook (deels) coöperatief zijn zoals Zeeuwind. • Wind op land wordt door het Rijk gestimuleerd via de SDE+ • Provincies geven de algemene kaders aan wat betreft de zoekgebieden voor wind op land. Tevens kan provincie partijen in contact brengen. • Voor windparken is de Provincie veelal bevoegd gezag; grote parken kunnen onder de Rijkscoördinatierегeling vallen.
Korte toelichting	

Bodem warmte: Warmte- en koudeopslag (WKO) en diepe geothermie

Karakteristieken	
Maximum potentieel	<p>3,6 PJ</p> <ul style="list-style-type: none"> • De vraag naar warmte voor HDO sector ligt rond de 3,6 PJ. • Maximaal potentieel voor WKO is dus als de hele vraag van HDO sector wordt ingevuld door WKO, dus 3,6 PJ (warmte uit de bodem i.c.m. warmtepomp ipv warmte uit HR-ketel, voor grotere gebouwen vaak in combinatie met gas ketel als back-up. • Daarnaast extra CO₂ uitstoot voor elektriciteitsgebruik. Volgens kanskaart IF Technology levert een open WKO systeem een CO₂ reductie van 50%. <p>De rol voor diepe geothermie is onzeker. Uit onderzoek naar geothermie in Zeeland blijkt dat boven de Oosterschelde potentie is, maar dit is een overwegend landelijk gebied waar geen grote warmtevragende activiteiten zijn; er is potentieel maar door een mismatch met de vraag ter plaatse zou de energie omgezet moeten worden naar het eenvoudig te transporteren elektriciteit, wat echter hoge kosten met zich meebrengt.</p>
Realistisch potentieel	<p>Voor warmtepompen in huishoudens (bestaande woningen) wordt het langetermijn potentieel in geschat op 0,55 PJ (som van de warmte uit de bodem en uit de lucht en is gebaseerd op aannames over renovaties van woningen naar labels A+ en energieneutraal). Daarbovenop komt nog een kleine bijdrage van warmtepompen in de nieuwbouw. Mede door de beperkte omvang van het verwachte aantal nieuw te bouwen woningen gaat het hier om een beperkte bijdrage van 0,05 PJ. Voor WKO wordt verondersteld dat het gehele gasverbruik van de dienstensector via bodemwarmte ingevuld zou kunnen worden, wat neerkomt op een potentieel van 1,2 PJ (gebaseerd op het scenario met maximale besparing). Samen is dit 1,8 PJ. De schatting voor diepe geothermie is vrij ruw en met de nodige onzekerheden wat betreft potentieel en kosten omgeven. Indicatief wordt het potentieel op 2.0 PJ gezet, maar in theorie kan diepe geothermie een grotere rol spelen.</p>
Kosten	<p>Op basis van de huidige kosten (indicatief jaarlijkse 12,5 MEUR/PJ voor WKO en voor diepe geothermie naar elektriciteit 83 MEUR/PJ per jaar) geldt dat er voor beide technieken nauwelijks kostendaling verwacht wordt, dit vanwege het aandeel van de ondergrondse kosten.</p>
Ruimtebeslag, en combineerbaarheid	<p>Op zich weinig ruimtebeslag, vooral onder de grond. Toepassing vooral in de gebouwde omgeving, daardoor niet waarschijnlijk in combinatie met biomassa, zonneweide of windturbines.</p>
Economie en werkgelegenheid	<p>De boringen en installatie van systemen zal lokaal extra werkgelegenheid creëren. Kosten voor regulier onderhoud zijn</p>

	<p>bepikt, en een groot deel van de kosten voor WKO bestaat uit elektriciteitsverbruik (wat geen directe werkgelegenheidseffecten geeft). Voor WKO geldt in 2030: in arbeidsjaren is het effect indicatief 10 arbeidsjaren per jaar voor alles wat met investeringen te maken heeft en indicatief 4 arbeidsjaren per jaar voor bediening en onderhoud. De werkgelegenheid vindt naar verwachting met name plaats in de dienstensector.</p>
Maatschappelijke acceptatie	
Relevante stakeholders en hun rol	<ul style="list-style-type: none"> • WKO wordt vooral gerealiseerd in nieuwbouwprojecten en grootschalige renovatie door bijbehorende projectontwikkelaars. Voor nieuwe utiliteitsgebouwen is het al bijna standaard geworden. Een enkele particulier realiseert het ook in zelfstandige nieuwbouw of renovatie. • Voor nieuwbouw en grootschalige renovatie is WKO één van de opties om te voldoen aan de wettelijke eisen rond EPC respectievelijk energielabel. • Bij gesloten WKO-systemen (waarbij geen grondwater wordt verplaatst) is een melding of een omgevingsvergunning milieu nodig; gemeente of provincie zijn daarvoor bevoegd gezag; • Open WKO-systemen (waarbij wel grondwater wordt verplaatst) zijn vergunnings- of meldingsplichtig in het kader van het Waterbesluit, met de provincie als bevoegd gezag. • WKO is bezig met een ontwikkeling van marginale tot veelgebruikte optie. De installatiesector maakt parallel hieraan nog een professionaliseringslag.
Korte toelichting	<p>Voor optimaal functioneren van WKO systemen is belangrijk dat er voldoende koude vraag is, of wel er voldoende warmte in wordt teruggestopt. Omdat de warmtevraag voor woningen beperkt is, hebben we WKO voor woningbouw niet meegenomen.</p> <p>Open systemen nemen we niet mee, omdat de bestaande open systemen te kampen hebben met problemen doordat zoet en zout water dicht bij elkaar liggen en ook zeer fijn zand lastig is voor het systeem.</p>

Bio-energie vast	
Karakteristieken	
Maximum potentieel	Zie onder 'realistisch potentieel'.
Realistisch potentieel	<p>1,3 PJ jaarlijks</p> <p>In een zeer recente Europese studie¹³ is een beschikbaar potentieel van 2,7 PJ aan biomassa voor Zeeland bepaald. Dit betreft voornamelijk biomassa van houtachtige gewassen en in mindere mate hout, houtafval, stro en energiegewassen. De studie houdt rekening met het meest efficiënte gewas voor beschikbare land en houdt er rekening mee dat landgebruik niet dubbel meegenomen wordt. Afhankelijk van de toepassing kan de potentiële bijdrage aan het finale energieverbruik berekend worden. Met een efficiency van 40% voor elektriciteitsproductie zou ongeveer 1.1 PJ elektriciteit ofwel 300 GWh geproduceerd kunnen worden. Grootschalige warmteproductie met een efficiency van 90% zou 2,4 PJ opleveren. Omzetting naar biobased brandstoffen (vloeibare biobrandstoffen of groen gas) met een indicatief rendement van 65% levert 1,8 PJ. Uit deze bandbreedte van 1,8 tot 2,4 PJ finaal verbruik wordt voor de analyse een puntwaarde van 2,0 PJ gekozen, waarbij het type energiedrager niet nader ingevuld wordt. Het potentieel voor rioolwaterzuivering, co-vergisting uit mest, overige vergisting en groen gas wordt gelijk verondersteld aan de in 2030 gerealiseerde waarde van 0,7 PJ. Gecorrigeerd voor de productie van biogas levert dit een uiteindelijke waarde voor het potentieel aan vaste biomassa op van 1,3 PJ.</p> <p>Met een efficiency van 40% voor elektriciteitsproductie zou dus ongeveer 1 PJ elektriciteit ofwel 300 GWh geproduceerd kunnen worden. Grootschalige warmteproductie met een efficiency van 90% zou bijna 2,5 PJ opleveren. Het is echter de vraag of de inpassing van zo'n grote hoeveelheid warmte haalbaar is. Qua vermeden CO₂-uitstoot zal in geval van warmteproductie gesubstitueerd worden voor een gas gestookte HR ketel, met een efficiency van 95% (onderwaarde) en emissiefactor van 56.5 kg CO₂/GJ aardgas. Dit zal een CO₂ besparing geven van 59.5 kg CO₂ per geleverde GJ warmte.</p>
Kosten	Indicatief 5,3 miljoen euro per PJ, jaarlijks.

¹³ Elbersen, B.S., I. Staritsky, G. Hengeveld and L. Jeurissen (2015). Outlook of spatial biomass value chains in EU28. Deliverable 2.3 of the Biomass Policies project. IEE 12 835 SI2. 645 920

Ruimtebeslag, en combineerbaarheid	De geraadpleegde studie ziet flinke toename in houtgewassen (=woody/ligno cellulosic crops). Het akkerland dat voor deze houtgewassen gebruikt wordt kan niet meer gebruikt worden zonneweides, maar is wel te combineren met windturbines.
Economie en werkgelegenheid	De bouwkosten voor energie-units op vaste biomassa zijn relatief beperkt; en kunnen deels door Zeeuwse bedrijven worden gerealiseerd. De kosten voor de biomassa (productie, logistiek en transport) zijn groter en deze werkgelegenheidseffecten zullen in Zeeland optreden. Voor WKO geldt in 2030: in arbeidsjaren is het effect indicatief 32 arbeidsjaren per jaar voor alles wat met investeringen te maken heeft en indicatief 33 arbeidsjaren per jaar voor bediening en onderhoud. De werkgelegenheid vindt naar verwachting met name plaats in de dienstensector.
Maatschappelijke acceptatie	De <i>food-vs-fuel</i> discussie kan hier een thema zijn. Het feit dat er de energieopwekking erg afhankelijk is van beschikbaarheid van biomassa is bovendien een extra risico, anders dan bij bijvoorbeeld winenergie of zon-PV die geen brandstofbehoefte kennen.
Relevante stakeholders en hun rol	<ul style="list-style-type: none"> • Het zijn in eerste instantie bedrijven die beslissen om over te gaan naar een biomassaketel. Een belangrijk onderdeel is de aanvoer van voldoende biomassa. Vrijwel altijd is bij een succesvol project dan ook een partij betrokken is die garant kan staan voor levering hiervan. • De overheid ondersteunt deze optie middels de SDE+ • Installaties tot 15 MW_{th} zijn niet vergunningplichtig, ze vallen wel onder het Activiteitenbesluit met de gemeente als bevoegd gezag. • De Provincie zou een ondersteunende rol kunnen spelen door bedrijven met warmtevraag en partijen met mogelijk biomassa-aanbod bij elkaar te brengen.
Korte toelichting	

Getijden-energie	
Karakteristieken	
Maximum potentieel	65 MW, met een geschatte elektriciteitsopbrengst van 0,68 PJ per jaar.
Realistisch potentieel	<p>De Provincies Zuid-Holland en Zeeland, Rijkswaterstaat en de gemeenten Goeree-Overflakkee en Schouwen-Duiveland zetten zich in voor de bouw van een getijdencentrale op de Brouwersdam en een testcentrum voor turbines op de Grevelingendam. Van eind 2013 tot begin 2015 zijn verschillende varianten van getijdencentrales onderzocht op haalbaarheid en betaalbaarheid. Een getijdencentrale in de dam kan, afhankelijk van de uitvoering, naar verwachting groene stroom opwekken voor een equivalent van 3000 tot 35000 huishoudens (0,04 tot 0,44 PJ, waarvan de helft gedeeld moet worden met de Provincie Zuid-Holland). In de periode 2018-2020 zou de realisatiefase van het project van start moeten gaan. Van het beperkt aantal bestaande waterkrachtcentrales in Nederland is geen enkele in Zeeland gelegen. De bijdrage van waterkracht voor de Provincie Zeeland is dus op nul gesteld. Van belang is de huidige testlocatie van vijf getijdenturbines voor vrije stroming, geopend in november 2015 in de Oosterscheldekering. Hiermee wordt voor 1000 huishoudens elektriciteit opgewekt, ongeveer 3,5 GWh per jaar (0,01 PJ per jaar).</p> <p>In de Oosterscheldekering kunnen 10 tot 20 doorgangen van turbines voorzien worden, resulterend in een potentieel tot 40 MW. Verder kan in samenwerking met Zuid-Holland in de Brouwersdam tot 40 MW geplaatst worden. Het Tidal Technology Centre in de Grevelingendam blijft op 4,5 MW. Ervan uitgaande dat Zuid-Holland de helft van de in de Brouwersdam opgewekte elektriciteit zal claimen is er in totaal een potentieel van ongeveer 65 MW voorzien, met een geschatte elektriciteitsopbrengst van 190 GWh (0,68 PJ).</p>
Kosten	De kosten van getijdenenergie liggen indicatief op 58 MEUR/PJ per jaar en er is op termijn een matige tot flinke kostendaling mogelijk.
Ruimtebeslag, en combineerbaarheid	
Economie en werkgelegenheid	Getijdenenergie is een van de duurste opties voor hernieuwbare energie. Het maakt enerzijds gebruik van turbines die buiten de Provincie gemaakt zullen worden, anderzijds van waterbouwkundige constructies die door een regionale partij kunnen worden verzorgd. Voor getijdenenergie geldt in 2030: in arbeidsjaren is het effect indicatief 49 arbeidsjaren per jaar voor alles wat

	met investeringen te maken heeft en indicatief 8 arbeidsjaren per jaar voor bediening en onderhoud. De werkgelegenheid vindt naar verwachting met name plaats in de specialistische bouw en de dienstensector.
Maatschappelijke acceptatie	Goede acceptatie, te meer vanwege de eventuele spin-off activiteiten op het gebied van waterloopkundige werken elders.
Relevante stakeholders en hun rol	<ul style="list-style-type: none"> • Gezien het innovatieve karakter van de optie worden veel initiatieven getrokken door technologieleveranciers zoals Tocado. Daarnaast is er specifieke waterstaatkundige kennis nodig, met Rijkswaterstaat als onmisbare partij. • Het Rijk ondersteunt getijdenenergie met een SDE+-subsidie en financiering vanuit de innovatieprogramma's (TKI). • Door de diverse belangen die bij getijdenenergie spelen is een goede regisseur ook van belang. Dat lijkt typisch een rol voor de Provincie.
Korte toelichting	

Besparing huishoudens

Besparing huishoudens	
Karakteristieken	
Maximum potentieel	<ul style="list-style-type: none"> • 10,3 PJ per jaar t.ov van frozen efficiency <p>Maximale besparing zou optreden als alle bestaande woningen energieneutraal zouden worden, dit levert een finale energiebesparing van 10 PJ. Besparing door in alle woningen te kiezen voor de meest efficiënte apparaten levert een elektriciteitsbesparing van 0,3 PJ.</p>
Realistisch potentieel	<ul style="list-style-type: none"> • 3,6 PJ in 2030 per jaar t.ov van frozen efficiency • 7,4 PJ in 2050 per jaar t.ov van frozen efficiency <p>Voor het realistisch potentieel is er aangenomen dat de Zeeuwse Stroomversnelling doorzet en dat in 2030 10% van de bestaande woningen energieneutraal is en in 2050 25%. Daarnaast is aangenomen dat in 2030 40% van de bestaande woningen label A+ heeft en dit percentage opgelopen is tot 75% in 2050. Als warmteproductie technologie is gekozen voor warmte pompen, hier mee komt de besparing van finaal energieverbruik voor warmteproductie van respectievelijk 3,6 en 7,4 PJ in 2030 en 2050. De energiebesparing bij elektrische apparaten is gelijk aan het maximaal potentieel.</p>
Kosten	Gebaseerd op kosten kentallen voor labelstappen kost de besparing zoals hierboven beschreven 2,2 miljard Euro tot 2030 en 4,6 miljard Euro tot 2050, exclusief BTW.
Ruimtebeslag, en combineerbaarheid	N.v.t.
Vermeden CO ₂ uitstoot	Realisatie van de besparingen in 2030 en 2050 leveren een reductie van respectievelijk 0,2 Mton CO ₂ en 0,4 Mton.
Economie en werkgelegenheid	Veel besparingsopties aan de gebouwschil van een woning zijn momenteel rendabel tegen de kleinverbruikersprijs van aardgas. De bijbehorende constructie-activiteiten kunnen door regionale bedrijven worden verzorgd. Tot 2030 levert uitvoeren van besparingsmaatregelen ongeveer 1550 arbeidsjaren per jaar op in Zeeland met name in de gespecialiseerde bouw en diensten.
Maatschappelijke acceptatie	Hoewel woningeigenaren op zich niets tegen besparingsmaatregelen zullen hebben, betreft de hier meegenomen besparing ingrijpende aanpassingen aan de woning. Hiervoor zijn flinke investeringen, rond de 22-37.000 Euro per woning exclusief BTW nodig, wat zeker een drempel voor woningeigenaren zal zijn om maatregelen uit te voeren. Extra voorlichting, financiële stimulans kunnen hier helpen.
Relevante stakeholders en hun rol	<ul style="list-style-type: none"> • In de nieuwbouw wordt steeds energiezuiniger gebouwd. In de bestaande koopsector zijn het de

	<p>particulieren die de investeringsbeslissing nemen. Woningcorporaties zijn verantwoordelijk voor de verduurzaming van hun voorraad in de huursector.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voor nieuwbouw zijn de EPC-eisen in het bouwbesluit van belang. Het Rijk heeft een convenant met de woningcorporaties gesloten met daarin stevige duurzaamheidsdoelen (gemiddeld label B in 2020, plus 111.000 'nul op de meter' woningen). Voor de bestaande koopsector zijn beperkte subsidiemogelijkheden. • Daarnaast werken diverse partijen in het kader van het energieakkoord aan flankerende activiteiten voor besparing in deze sector. • Vooral in de koopsector is energiebesparing een zaak van het aanleveren van de juiste informatie (over besparingsmogelijkheden) op het juiste moment (bijvoorbeeld aankoop). Gemeenten en provincie kunnen op dit punt activiteiten afstemmen met andere relevante partijen (ook bijvoorbeeld makelaars, notarissen).
Korte toelichting	

Besparing utiliteit	
Karakteristieken	
Maximum potentieel	<ul style="list-style-type: none"> • 2,4 PJ per jaar t.ov van frozen efficiency <p>Bij het implementeren van besparingsmaatregelen met een terugverdientijd van 20 jaar is het maximaal besparingspotentieel 2,4 PJ per jaar.</p>
Realistisch potentieel	<ul style="list-style-type: none"> • 1 PJ per jaar per jaar t.ov van frozen efficiency <p>Het is realistisch aan te nemen dat het volledige besparingspotentieel rond 2050 bereikt wordt. Voor 2030 is het realistisch dat 40% van het potentieel wordt gehaald en is de besparing dus 1 PJ per jaar.</p>
Kosten	Tot 2030 zou dit 127 miljoen Euro kosten. Voor het behalen van het volledige potentieel van alle besparingsmaatregelen met een terugverdientijd van 20 jaar is dit opgelopen tot 317 miljoen Euro.
Ruimtebeslag, en combineerbaarheid	n.v.t.
Vermeden CO ₂ uitstoot	Directe CO ₂ reductie door besparingsmaatregelen zijn 0,05 Mton CO ₂ in 2030 en 0,1 Mton CO ₂ in 2050.
Economie en werkgelegenheid	Veel besparingsopties aan de gebouwschil zijn momenteel rendabel tegen de prijs die een kantoorpand voor aardgas betaalt; deze ligt lager dan de kleinverbruikersprijs. De bijbehorende constructie-activiteiten kunnen door regionale bedrijven worden verzorgd. Tot 2030 levert uitvoeren van besparingsmaatregelen ongeveer 88 arbeidsjaren per jaar op in Zeeland met name in de gespecialiseerde bouw en diensten.
Maatschappelijke acceptatie	Geen maatschappelijke weerstand verwacht.
Relevante stakeholders en hun rol	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenaren van panden beslissen over besparende investeringen. • Voor nieuwbouw is wederom de EPC van belang. In bestaande bouw is het voornemen om sterker te handhaven op de verplichting om besparende maatregelen met een terugverdientijd minder dan vijf jaar te realiseren, middels standaard maatregelenlijsten. • Deze verplichting moet worden gehandhaafd door gemeenten c.q. RUD's als bevoegd gezag.
Korte toelichting	

Besparing industrie	
Karakteristieken	
Maximum potentieel	De algemene ambitie van het VNCI, de branchevereniging van de chemische industrie in Nederland, is om 2% energie-efficiëntieverbetering te realiseren tussen 2005 en 2030. Dit komt overeen met een besparing van 40% over een periode van 25 jaar.
Realistisch potentieel	<ul style="list-style-type: none"> • 20 PJ per jaar rond 2030 per jaar t.ov van frozen efficiency • 40 PJ per jaar rond 2050 per jaar t.ov van frozen efficiency <p>Omdat efficiency maatregelen juist vaak op moment van vervanging en uitbreiding zullen worden geïmplementeerd en deze met beperkte groei in Zeeland waarschijnlijk minder vaak dan het nationaal gemiddeld voor zullen komen, is er voor deze studie vanuit gegaan dat de besparing 1,5% per jaar is in Zeeland. Ten opzichte van 2015 een besparing van 20% in 2030. Of wel 20 PJ ten opzichte van situatie waarin geen efficiëntieverbetering zou plaatsvinden. In 2050 is de besparing 40 PJ en ligt het energieverbruik 40% lager dan in 2015.</p>
Kosten	Uitgaande dat industrie de investering in een besparingsmaatregel in 5 jaar wil terugverdienen, betekent dit dat de investeringskosten ongeveer gelijk zijn aan vijf maal de uitgespaarde jaarlijkse energiekosten. De bespaarde energiekosten van ieder jaarlijkse besparing zijn geschat met behulp van ramingen voor de toekomstige gasprijzen op basis van de World Energy Outlook 2015 ¹⁴ en voor 2050 de publicatie Welvaart en Leefomgeving uit 2015 ¹⁵ . De kosten voor energiebesparing tussen 2015 en 2030 kosten in het totaal ongeveer 615 Miljoen Euro. Tot 2050 lopen de kosten voor besparing op tot iet boven de 1,4 miljard Euro.
Ruimtebeslag, en combineerbaarheid	N.v.t.
Vermeden CO ₂ uitstoot	Het vermeden energieverbruik levert een emissies reductie van ongeveer 1 en 2 Mton CO ₂ in respectievelijk 2030 en 2050.
Economie en werkgelegenheid	Besparingsopties in de industrie zijn meer specialistisch dan die in huishoudens en utiliteit, en kunnen daardoor voor een kleiner deel door regionale bedrijven worden gerealiseerd. De verwachting is dat alleen opties die al bijna rendabel zijn (tegen grootverbruikersprijzen voor

¹⁴ <http://www.worldenergyoutlook.org/>

¹⁵ <http://www.wlo2015.nl/>

	<p>energie) uiteindelijk kunnen worden gerealiseerd. De werkgelegenheidseffect voor Zeeland zijn per geïnvesteerde Euro in besparingsmaatregelen aanzienlijk minder dan voor huishoudens en de diensten sector, maar door de grote omvang van de besparing en ook de kosten daarvoor levert besparing in die industrie jaarlijks rond de 250 arbeidsjaren.</p>
Maatschappelijke acceptatie	Geen maatschappelijke weerstand verwacht.
Relevante stakeholders en hun rol	<ul style="list-style-type: none"> • Energiebesparing is veelal niet het belangrijkste aandachtspunt bij bedrijven, vooral niet waar deze het primaire productieproces raakt. Dat maakt dat er relatief veel potentieel blijft liggen. • Afhankelijk van de omvang vallen bedrijven onder het MEE-convenant (voor ETS-plichtige bedrijven), een specifieke MJA (meerjarenafspraak voor specifieke sectoren) of in de restcategorie. Het Rijk is de leidende partij bij de individuele afspraken in het MEE-convenant en de MJA's. Voor de restcategoriegroep is het voornemen om middels maatregellijsten meer te handhaven op investeringen die zich binnen 5 jaar terugverdienen. Meestal zal de gemeente hiervoor bevoegd gezag zijn, voor de enkele A-inrichting die niet onder het MEE-convenant of een MJA vallen is dat de Provincie • Naast besparing op bedrijfsniveau kan er vaak energie worden bespaard door op gebiedsniveau te kijken naar synergie tussen bedrijven, bijvoorbeeld door warmtelevering. Hiervoor is een goede regisseur essentieel; dat kan de provincie zijn. • Voor A-inrichtingen die niet onder een MJA of het MEE-convenant vallen is de provincie bevoegd gezag, dit zal slechts een beperkt aantal bedrijven zijn. B
Korte toelichting	

Bijlage B. Tabellen bijlage

Tabel 22: Energieverbruik per energiedrager [PJ/jaar] behorende bij **Figuur 7**.

	2012BAU	2015BAU
Gas	120.1	97.9
Elektriciteit	17.1	10.8
Olieproducten	15.1	14.5
Kolen	-	-
Warmte	-	-
Biomassa vast	0.88	0.88
Biogas	-	-
Biobrandstoffen	1.8	0.7
Totaal brandstofverbruik	155	125

Tabel 23: Finaal energieverbruik per sector [PJ/jaar] behorende bij **Figuur 8**, **Figuur 9**, **Figuur 12** en **Figuur 13**.

	2012 BAU	2015 BAU	2020 BAU	2030 BAU	2030 BSP	2050 BAU	2050 BSP
Huis- houdens	11.4	11.0	10.2	10.1	7.2	9.1	3.9
Diensten	6.4	6.3	6.1	5.7	5.3	5.3	4.5
Industrie	114.4	87.5	90.1	93.4	76.3	96.0	69.0
Transport	17.2	15.5	15.3	15.2	14.5	16.2	13.2
Landbouw	5.0	4.2	4.1	4.3	4.2	4.5	4.3
Overig	0.6	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.4
Totaal	155	125	126	129	108	131	95

Tabel 24: Bijdrage van Zeeland aan hernieuwbare energie in de NEV (2015) voor de jaren 2015, 2020 en 2030, met voor 2050 het totale potentieel voor hernieuwbare energie (82,1 PJ), behorende bij **Figuur 15**.

	2015	2020	2030	2050
Wind	3.0	6.4	11.1	42.4
Zon	0.2	0.7	1.9	13.2
Water	0.0	0.1	0.1	0.7
Energie uit bodem en lucht	0.1	0.2	0.3	3.8
Biomassa	1.3	1.8	2.1	22.0
Totaal	4.6	9.2	15.7	82.1



ECN

Westerduinweg 3
1755 LE Petten

Postbus 1
1755 ZG Petten

T 088 515 4949
F 088 515 8338
info@ecn.nl
www.ecn.nl

