

Het aandeel hernieuwbare energie in Nederland als gevolg van de RED en FQD

Rapport
Delft, juli 2014

Opgesteld door:
A.H. (Anouk) van Grinsven
G.C. (Geert) Bergsma
A. (Arno) Schroten



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

A.H. (Anouk) van Grinsven, G.C. (Geert) Bergsma, A. (Arno) Schroten

Het aandeel hernieuwbare energie in Nederland als gevolg van de RED en FQD

Delft, CE Delft, juli 2014

Hernieuwbare energie / Capaciteit / EU / Regelgeving

Publicatienummer: 14.2D33.44

Opdrachtgever: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Anouk van Grinsven.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

Afkortingen	5
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doel	7
1.3 Onderzoeksvragen	8
1.4 Opbouw van deze notitie	8
2 Aandelen hernieuwbare energie in Nederland	9
2.1 Inleiding	9
2.2 Totaal aandeel hernieuwbare energie	9
2.3 Elektriciteit	10
2.4 Warmte en koeling	14
2.5 Vervoer	16
2.6 Is het aandeel hernieuwbare energie het gevolg van de RED?	18
2.7 Inschatting 2020 en post-2020	19
2.8 Aandelen hernieuwbare energie in internationaal perspectief	20
2.9 Biomassabeschikbaarheid	21
3 Reductie van CO₂	23
3.1 Inleiding	23
3.2 Vermeden CO ₂ -emissies elektriciteit	24
3.3 Vermeden CO ₂ -emissies verwarming en koeling	24
3.4 Vermeden CO ₂ -emissies vervoer	25
3.5 Totale CO ₂ -reductie van categorieën	27
4 Kosten van hernieuwbare energie	29
4.1 Inleiding	29
4.2 Kosteneffectiviteit van het aandeel hernieuwbare energie	30
4.3 Kosten per ton CO ₂ -reductie	32
4.4 Leercurves hernieuwbare energie	34
5 De potentiële rol van het EU ETS	37
5.1 Inleiding	37
5.2 Ontwikkeling ETS-prijzen over de tijd	37
5.3 Stimulering werking ETS voor investeringen in hernieuwbare energie	40
6 Conclusie	41
6.1 Aandeel hernieuwbare energie en CO ₂ -reductie	41
6.2 Kosten hernieuwbare energie en vergelijking met ETS-prijs	41
6.3 Aanbevelingen	42
Bronnen	45



Bijlage A	Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED)	49
A.1	Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED)	49
A.2	Implementatie RED in Nederland	49
Bijlage B	Richtlijn Brandstofkwaliteit (FQD)	51
B.1	Richtlijn Brandstofkwaliteit (FQD)	51
B.2	Implementatie FQD in Nederland	51
Bijlage C	EU-voorstel Climate and Energy Package 2030	53
Bijlage D	Emissiefactoren	55
D.1	Emissiefactoren biobrandstoffen op basis van Annex V van de RED	55
D.2	ILUC-factoren uit het ILUC-voorstel van de Europese Commissie (2012)	55
Bijlage E	EU ETS	57
E.1	De werking van het emissiehandelssysteem	57

Afkortingen

AVI	Afvalverbrandingsinstallatie
CCS	Carbon capture and storage
CDM	Clean Development Mechanism
EC	Europese Commissie
ETS	Emission Trading System in de EU oftewel het Emissiehandelssysteem
EU	Europese Unie
FQD	Fuel Quality Directive
MEP	Milieukwaliteit elektriciteitsproductie
NEa	Nederlandse Emissieautoriteit
NREAP	National Renewable Energy Action Plan
RED	Renewable Energy Directive oftewel de Richtlijn Hernieuwbare Energie
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
SDE	Stimuleringsregeling duurzame energieproductie
WKK	Warmtekrachtkoppeling
WKO	Warmte/koudeopslag





1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2009 zijn de Europese Richtlijnen Hernieuwbare energie (RED) en brandstofkwaliteit (FQD) gepubliceerd. In deze richtlijnen staan voor 2020 doelstellingen en verplichtingen genoemd voor het aandeel hernieuwbare energie en de CO₂-uitstoot van brandstoffen. Nederland en andere lidstaten hebben deze richtlijnen in nationale wetgeving geïmplementeerd, zodat er in Nederland een wettelijk kader bestaat om deze doelstellingen te bereiken.

Omdat de looptijd van beide richtlijnen eindigt na 2020, vindt er momenteel een discussie plaats over de invulling van het beleid in 2020-2030 en de rol van de RED en FQD hierin. De Commissie Corbey heeft de wens een advies uit te brengen hoe deze periode na 2020 vanuit het oogpunt van duurzaamheid het beste ingevuld zou kunnen worden.

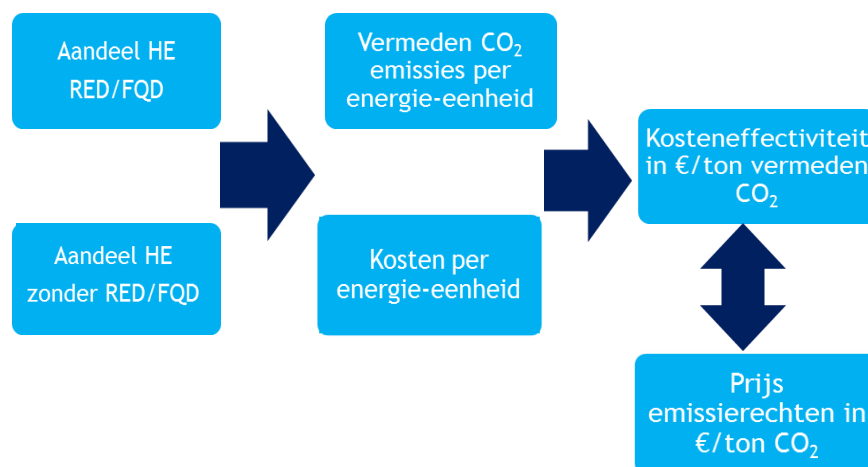
1.2 Doel

Het aandeel hernieuwbare energie is in de afgelopen jaren toegenomen als gevolg van de doelstellingen uit de RED en FQD. Voor een goed advies over de opvolging van deze richtlijnen is het van belang te weten:

- of dezelfde aandelen hernieuwbare energie ook gehaald zouden zijn zonder RED en FQD;
- of de toegepaste duurzame energie ook ‘duurzame’ vormen van duurzame energie waren met een substantiële CO₂-emissiereductie;
- en wat het evt. wegvallen van deze richtlijnen naar verwachting gaat betekenen voor de hoeveelheid duurzame energie in Nederland.

Om hier een uitspraak over te kunnen doen brengt dit onderzoek het huidige en te verwachten aandeel hernieuwbare energie in kaart samen met de CO₂-reductie en de kosten voor de diverse vormen van hernieuwbare energie. Door de kosten te vergelijken met de CO₂-prijs binnen het emissiehandels-systeem onderzoekt deze studie of het aandeel hernieuwbare energie ook zou zijn gerealiseerd zonder de RED en FQD. Figuur 1 geeft de opzet van deze studie schematische weer.

Figuur 1 Opzet van deze studie



1.3 Onderzoeksvragen

- Wat heeft de RED en FQD en de vertaling hiervan in Nederlands beleid opgeleverd tot op heden en naar verwachting in 2020? Zowel in termen van duurzame energie als CO₂?
- Welke kosten zijn hiermee gemoeid?
- Had het ETS-systeem hier ook voor kunnen zorgen?
- Wat zijn na 2020 de meest kansrijke opties om CO₂ te besparen? En welke rol kan een instrument als de FQD of RED hierbij spelen?

1.4 Opbouw van deze notitie

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 brengt het huidige aandeel en de te verwachten aandelen hernieuwbare energie in 2020 in kaart;
- op basis van de gevonden aandelen hernieuwbare energie bevat Hoofdstuk 3 de berekening van de CO₂-reductie;
- Hoofdstuk 4 bestaat uit kosteninschattingen van de meerkosten van de verschillende vormen van hernieuwbare energie, zowel per energie-eenheid als kosten per ton vermeden CO₂;
- in Hoofdstuk 5 worden de kosten per ton vermeden CO₂ vergeleken met de prijzen van emissierechten binnen het Europese emissiehandelssysteem (ETS);
- deze studie eindigt met de hoofdconclusies en aanbevelingen aan de Commissie Corbey in Hoofdstuk 6.

2 Aandelen hernieuwbare energie in Nederland

2.1 Inleiding

Als onderdeel van de RED (EC, 2009a) heeft de Nederlandse overheid een Nationaal Actieplan Hernieuwbare Energie (National Renewable Action Plan (NREAP)) opgesteld (Rijksoverheid, 2010). Dit actieplan bevat een inschatting van de aandelen hernieuwbare energie in 2020, inclusief de ontwikkeling in de periode 2010-2020.

In de periode tot 2020 dienen de lidstaten daarnaast voortgangsrapportages in, zodat de Europese Unie de voortgang van het beleid kan volgen en waar nodig kan bijsturen. Zo diende het Ministerie van Economische Zaken eind januari 2014 de Nederlandse 'Voortgangsrapportage Energie uit hernieuwbare bronnen in Nederland 2011-2012' in bij de Europese Commissie (Ministerie van EZ, 2014). Zowel de richtlijn als het actieplan en de voortgangsrapportage onderscheiden de volgende sectoren:

- elektriciteit;
- verwarming en koeling;
- vervoer.

Dit hoofdstuk geeft op basis van deze indeling een overzicht van het aandeel hernieuwbare energie, zoals gerealiseerd in het jaar 2012, als het meest recente jaar waar statistieken voor beschikbaar zijn.¹ Daarnaast geeft dit hoofdstuk inzicht in de aandelen hernieuwbare energie voor 2009, het jaar van publicatie van de RED en inschattingen voor het jaar 2020, als jaar waarin de RED afloopt en de 14% hernieuwbare energie gerealiseerd moet zijn.

2.2 Totaal aandeel hernieuwbare energie

In Tabel 1 is te zien dat in 2012 4,5% van het totale bruto energieverbruik in Nederland uit hernieuwbare energie bestond. Hierbij bestond de Nederlandse elektriciteitsmix gemiddeld voor 10,5% uit hernieuwbare energie, lag het aandeel hernieuwbare warmte op 3,4% van het energieverbruik in de warmtesector en reden voertuigen gemiddeld op 5% biobrandstoffen (een percentage wat technisch nog zonder voertuigaanpassingen, en dus zonder problemen, bij te mengen is bij reguliere brandstoffen). Ten opzichte van veel andere lidstaten blijft Nederland achter: in 2011 en 2012 behaalden Estland, Bulgarije en Zweden de 2020-doelstelling al en twintig andere lidstaten hebben inmiddels de helft van hun doelstelling gerealiseerd. Nederland zit bijna op 1/3 van de realisatie van het doel en heeft dus in vergelijking met andere landen nog veel te doen de komende zes jaar. Om deze groei mogelijk te maken is in september 2013 het SER Energieakkoord afgesloten, tussen ruim 40 betrokken organisaties. Dit akkoord omvat een groot aantal afspraken rondom verdere verduurzaming van elektriciteit, warmte en transport tot 2023. De doorrekening van het Energieakkoord door het PBL en ECN (2013) laat zien dat de 14% hernieuwbare energie in 2020 alleen onder bepaalde voorwaarden gehaald kan worden. Hiervoor moet o.a. de bovenkant van de bandbreedte voor de categorie overig hernieuwbaar worden gerealiseerd, zal

¹ Tijdens deze studie zijn ook door het CBS ook cijfers gepubliceerd over het jaar 2013, maar aangezien deze dataset niet compleet was, is uitgegaan van 2012.



de energievraag aan de onderkant van de bandbreedte moeten uitkomen en vergt 14% hernieuwbare energie budget voor borging ingezet voor wind op zee. Het halen van de 2020-doelstelling is dus voor een groot gedeelte nog afhankelijk van de mate waarin de afspraken in het Energieakkoord daadwerkelijk worden uitgevoerd (PBL en ECN, 2013).

Tabel 1 Aandelen hernieuwbare energie in de sectoren elektriciteit, verwarming en koeling en vervoeren in de jaren 2011, 2012 en 2020

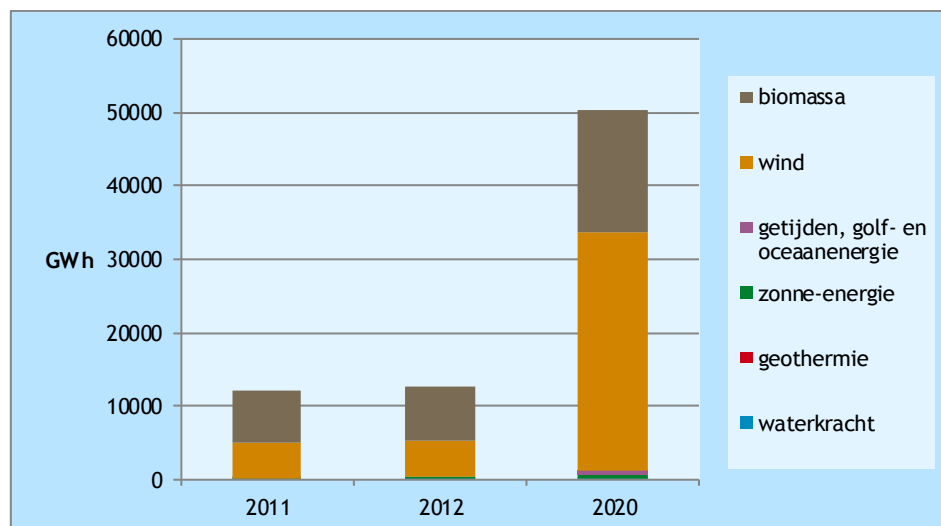
				totaal
2011	9,8%	3,3 %	4,6 %	4,3 %
2012	10,5%	3,4 %	5,0 %	4,5 %
2020 prognose	37%	8,7 %	10,3 %	14,5 %

Bron: Ministerie van EZ, 2014.

2.3 Elektriciteit

De hernieuwbare elektriciteit meetellend voor de doelstelling van de Richtlijn Hernieuwbare Energie bestaat momenteel nog voor het grootste gedeelte uit biomassa en wind. Volgens het Nederlandse Actieplan zullen deze vormen van hernieuwbare energie ook in 2020 nog de belangrijkste vormen van hernieuwbare energie zijn. Wel zal windenergie dan de overhand hebben in tegenstelling tot 2012, waarin biomassa nog dominant was. Hierbij is nog geen rekening gehouden met de afspraak uit het Energieakkoord dat de bij- en meestook van biomassa beperkt wordt tot 25 PJ. Het verstoken van biomassa in bijv. biomassacentrales valt niet onder deze limiet. De andere vormen van hernieuwbare energie (getijden, golf- en oceaanenergie, zonne-energie, geothermie en waterkracht) leveren ook in 2020 slechts een beperkte bijdrage, waarbij de nadruk ligt op zonne-energie.

Figuur 2 Aandeel hernieuwbare elektriciteit voor de jaren 2011, 2012 en 2020



Bron: Ministerie van EZ, 2014.

In Figuur 3 is een verder opsplitsing van de energievormen gegeven. Zoals te zien, is de hernieuwbare elektriciteit uit biomassa met name het resultaat van de bij- en meestook van biomassa in energiecentrales en de verbranding van de biogene fractie uit huishoudelijk afval in afvalverbrandingsinstallaties (AVI's).

Bij- en meestook

Het bij- en meestoken van biomassa levert een belangrijke bijdrage aan het aandeel hernieuwbare elektriciteit in Nederland. Voor de jaren 2013-2015 wordt echter een krimp verwacht vanwege het aflopen van de MEP-subsidies en vanwege de gemaakte afspraken in het Energieakkoord over het sluiten van kolencentrales. In dit akkoord is namelijk afgesproken dat per 1 januari 2016 drie kolencentrales uit de jaren tachtig gesloten worden en per 1 juli 2017 de andere twee centrales ook sluiten (Ministerie van EZ, 2014).

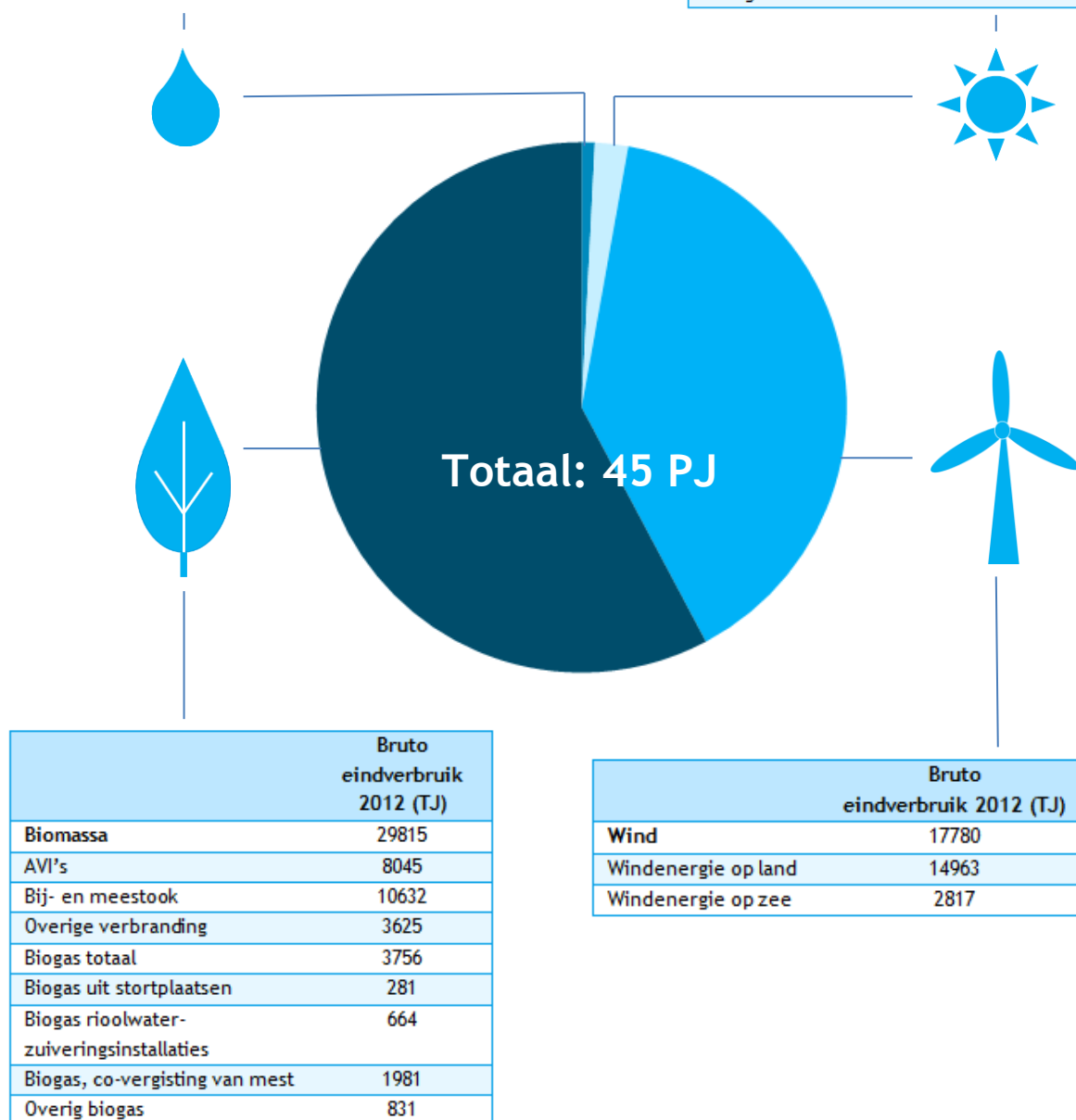
De verwachting is dat de bij- en meestook in nieuwe energiecentrales pas na 2015 plaats zal vinden. In het Energieakkoord is een maximum gesteld voor deze categorie van 25 PJ en is afgesproken dat er voor deze biomassa duurzaamheidscriteria worden gesteld. Hier wordt nu over gesproken.

Figuur 3 Hernieuwbare elektriciteit per categorie in het jaar 2012

2012

Bruto eindverbruik 2012 (TJ)	
Waterkracht	361

Bruto eindverbruik 2012 (TJ)	
Zonne-energie	914
Zonnestroom, niet aan het net gekoppeld	7
Zonnestroom, netgekoppeld energiebedr.	38
Zonnestroom, netgekoppeld, overig	869



Bron: CBS, 2013a.

De bij- en meestook zal vanaf 2015 onderdeel worden van de SDE+ regeling. In het conceptadvies over de basisbedragen van de SDE+ voor het jaar 2015 zijn al basisbedragen voor bij- en meestook opgenomen (ECN, 2014).

AVI's

Het aandeel van de biogene fractie in huishoudelijk afval was in 2012 naar schatting 52%. Dit aandeel zal in de komende jaren wellicht beperkt stijgen door de bronscheiding van kunststofverpakkingen. Aan de andere kant worden er ook inspanningen verricht op de GFT-inzameling en scheiding te intensiveren. Omdat steeds meer GFT vergist wordt in plaats van alleen gecomposteerd levert dit ook hernieuwbare energie maar dan in de vorm van biogas. Daarnaast lopen er inspanningen om de hoeveelheid voedselafval van consumenten en supermarkten te verminderen. Als dit succesvol is leidt dit tot minder biogeen afval (milieukundig is het voordeel van minder voedselverspilling en productie ook groter dan de hernieuwbare energieproductie hiervan in AVI's). Ook zal in de komende jaren naar verwachting de import van afval uit met name het Verenigd Koninkrijk toenemen, mede om de huidige overcapaciteit van de Nederlandse AVI's op te lossen. Het VANG-plan richt zich op het halveren van de hoeveelheid restafval van consumenten. Het aandeel van Engels afval verwerkt in Nederland zou hierdoor nog sterk kunnen groeien. Nieuwe AVI's zullen door deze overcapaciteit voorlopig niet gebouwd worden (Agentschap NL, 2013).

In het perspectief van de Richtlijn Hernieuwbare Energie kan gesteld worden dat de biogene fractie in huishoudelijk afval niet afhankelijk is van de richtlijn. Toenames in de geïmporteerde hoeveelheid afvalstromen en het aandeel biogeen in het afval zijn meer het resultaat van de ontwikkelingen in het afvalbeleid en de afvalmarkt dan van het beleid op het gebied van hernieuwbare energie.

Windenergie

Bij windenergie draait het de komende jaren met name om de transitie van wind op land naar wind op zee. De realisatie van de doelstelling hernieuwbare energie is voor een groot gedeelte afhankelijk van het realiseren van grootschalige wind-op-zee-projecten. Uitbreiding van de twee huidige windparken op zee wordt niet voor (eind) 2015 verwacht. Onlangs werd wel bekend dat de financiering van het windpark Gemini (Buitengaats + ZeeEnergie) rond is en er dus gestart kan worden met het bouwen 85 km boven de kust van Groningen. Naar verwachting wordt het park in 2017 operationeel. Met een vermogen van 600 MW zal het park goed zijn voor 26 TWh per jaar en een CO₂-reductie van 1,25 miljoen ton (Groningen Seaports, 2014). Ook het windmolenpark Q10 zal in de komende tijd worden gerealiseerd. Negen andere projecten zullen ook voor 2020 gerealiseerd moeten zijn (Rijksoverheid, jaar onbekend).

Zon-PV

Een snel groeiende duurzame energiecategorie is de hoeveelheid zon-PV geïnstalleerd door particulieren en MKB-ondernemers: waar in 2010 nog slechts 88 MW aan vermogen geïnstalleerd was, was dit in 2011 al 145 en in 2012 ruim twee keer zoveel dan het jaar daarvoor: 340 MW (CBS, 2013). Deze projecten worden niet gefinancierd door subsidie (is er wel tijdelijk geweest) maar zijn financieel rendabel door de regulerende energiebelasting die los staat van het duurzame energiebeleid. Grootverbruikers betalen veel minder energiebelasting en daar ontwikkelt zon-PV zich dan ook langzamer.

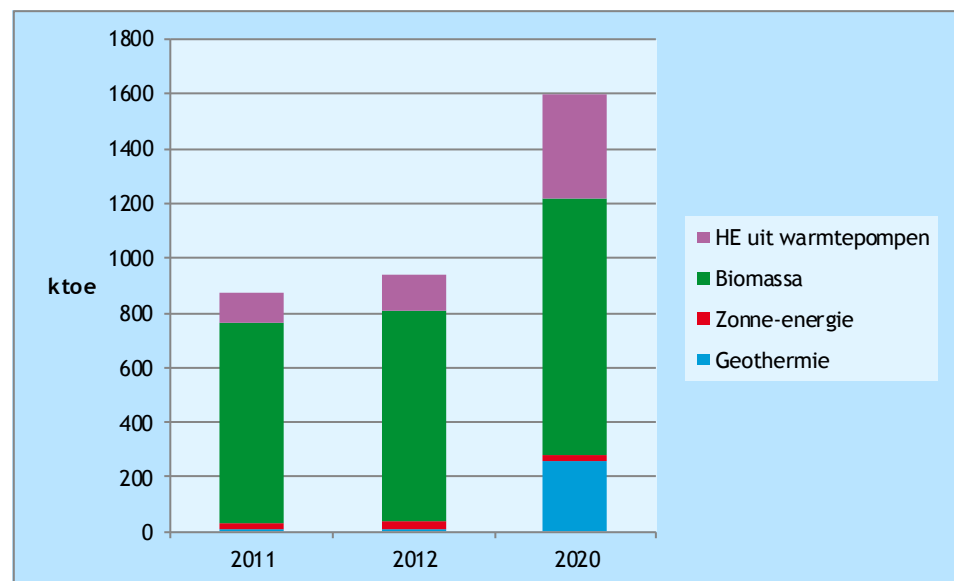


Volgens het Nationaal Actieplan Zonnestroom zou het mogelijk moeten zijn om in 4 tot 8 GW gerealiseerd te hebben wat overeenkomt met 3 tot 6% van het Nederlands elektriciteitsverbruik in 2020 (ECN et al., 2013). De verwachting is dat de regulerende energiebelasting minimaal op het huidige niveau blijft. Dat is ook nodig om energiebesparing te blijven stimuleren. Enige valkuil zouden veranderingen in de huidige salderingsregeling kunnen zijn (consumenten betalen geen belasting over stroom die zij in de zomer aan het net leveren en in de winter weer van het net afnemen als ze netto niet meer produceren dan ze gebruiken). Als deze beperkt zou worden dan zou het tempo van groei van zon-PV kunnen afnemen.

2.4 Warmte en koeling

In de sector warmte en koeling werd in 2011 en 2012 ook nog de meeste hernieuwbare warmte uit biomassa opgewekt. Biomassa zal in 2020 ook nog voor het grootste deel verantwoordelijk blijven, maar de groei in de sector zal met name veroorzaakt worden door een toename van hernieuwbare warmte uit warmtepompen en geothermie. Warmtepompen zorgen nu ook al voor een bijdrage, maar de rol van geothermie zal pas in de komende jaren gaan spelen. De opwekking van warmte uit zonne-energie blijft de komende jaren redelijk stabiel.

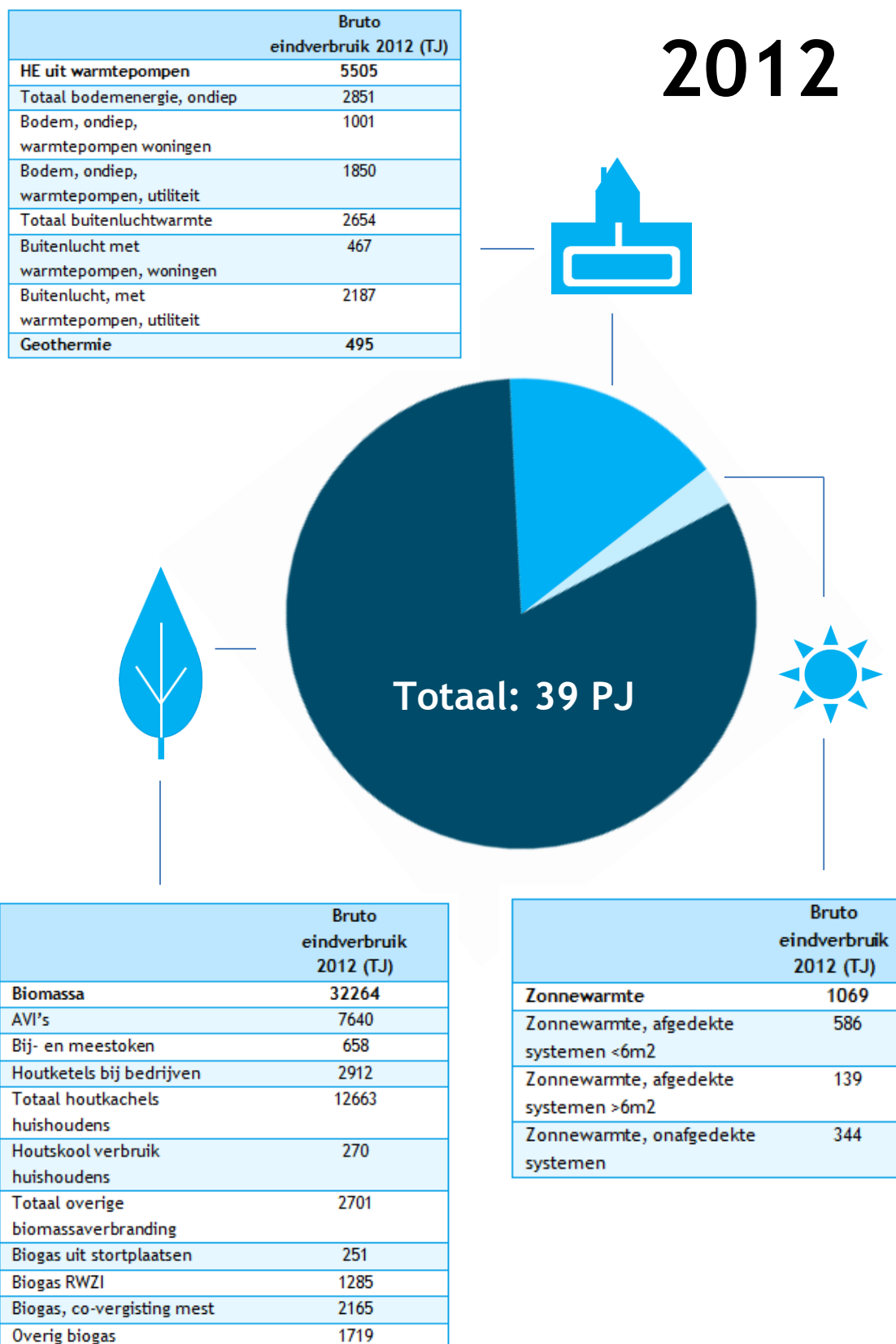
Figuur 4 Aandeel hernieuwbare warmte en koeling voor de jaren 2011, 2012 en 2020



Bron: Ministerie van EZ, 2014.

In Figuur 5 is een verdere opsplitsing van de categorieën gegeven voor het jaar 2012. Merk op dat er overlap bestaat tussen de opwekkingsvormen van elektriciteit en warmte. Veel installaties, zoals AVI's en kolencentrales zijn gericht op het produceren van elektriciteit, maar produceren daarnaast restwarmte, die nuttig kan worden toegepast. Dezelfde issues, als eerder genoemd in het kader van hernieuwbare elektriciteit, spelen daarom ook een rol bij de opwekking van hernieuwbare warmte.

Figuur 5 Hernieuwbare warmte en koeling per categorie in het jaar 2012



Bron: CBS, 2013a.

Houtkachels en houtskoolverbruik huishoudens

Hout en houtskool in huishoudens worden gedeeltelijk inefficiënt ingezet in openhaarden en buitenhaarden en gedeeltelijk efficiënt en duurzaam in houtkachels, afhankelijk van het doel van de consument. De inzet van hout en houtskool in huishoudens staat vaak los van het energiebeleid gericht op hernieuwbare energie. Ook zonder beleid zou deze consumptie plaatsvinden. De verwachting is dan ook dat deze hoeveelheid constant blijft over de jaren.

Biogas uit stortplaatsen

De winning van biogas uit stortplaatsen zal in de komende jaren langzaam afnemen vanwege de beperking van het storten van organisch afval (Ministerie van EZ, 2013). De ontwikkeling in deze categorie wordt dan ook meer gestuurd door het afvalbeleid dan de Richtlijn Hernieuwbare Energie.

Bodemenergie

De hernieuwbare bodemenergie bestaat voornamelijk uit ondiepe bodem-energie en buitenluchtwarmte. De rol van geothermie is nu nog relatief beperkt, maar zal in de komende jaren een steeds grotere rol gaan spelen.

Zonnewarmte

Zonnewarmte concurreert sterk met zonne-energie bij particulieren en speelt onder andere hierdoor een beperkte rol.

2.5 Vervoer

De Nederlandse Emissieautoriteit (NEa) publiceert jaarlijks over de biobrandstoffen afgezet op de Nederlandse markt. Deze rapportages worden samengesteld op basis van de door brandstofleveranciers ingeleverde biobrandstofbalansen ook veel informatie over de ingezette biobrandstoffen. Tabel 3 laat zien dat zowel in 2011 als 2012 de jaarverplichting gehaald is.

Daarnaast steeg het aandeel dubbeltellende biobrandstoffen van 40% in 2011 naar 51% in 2012. In dit aandeel is de dubbeltelling al meegenomen. Hoewel deze trend richting biobrandstoffen uit afval en residuen over het algemeen positief is, kleeft er wel een nadeel aan de dubbeltellingsregeling: door deze dubbeltelling hoeft fysiek namelijk minder fossiele brandstoffen te worden vervangen en blijft het fysieke aandeel biobrandstoffen dus achter.

Tabel 2 Hernieuwbare energie - vervoer (exclusief elektrisch)

Categorie	Bruto eindverbruik 2012 (TJ)
Biobenzine	5.211
Biodiesel	8.142

Tabel 3 Aandeel biobrandstoffen in de Nederlandse brandstoffenmix inclusief dubbeltelling

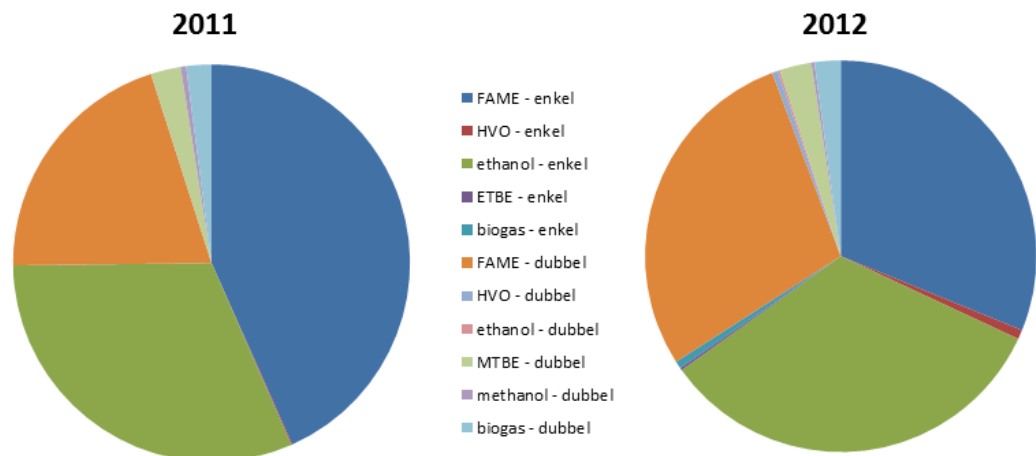
	2011	2012
Jaarverplichting	4,25%	4,5%
Totaal	4,31%	4,54%
Benzine	3,78%	3,99%
Diesel	4,62%	4,86%
Aandeel dubbeltellende biobrandstoffen	40%	51%



Figuur 6 laat zien welke type biobrandstoffen zijn ingezet om de doelstelling te realiseren. In deze figuur is de dubbeltellingsfactor nog niet meegenomen. De aandelen geven dus de daadwerkelijke fysieke verdeling weer. Zoals te zien is het aandeel dubbeltellende FAME (biodiesel) en enkeltellende ethanol toegenomen ten koste van het aandeel enkeltellende FAME (biodiesel). De markt heeft hiermee gekozen voor betere presterende biobrandstoffen, want beide groepen reduceren over het algemeen meer CO₂ in vergelijking met enkeltellende FAME.

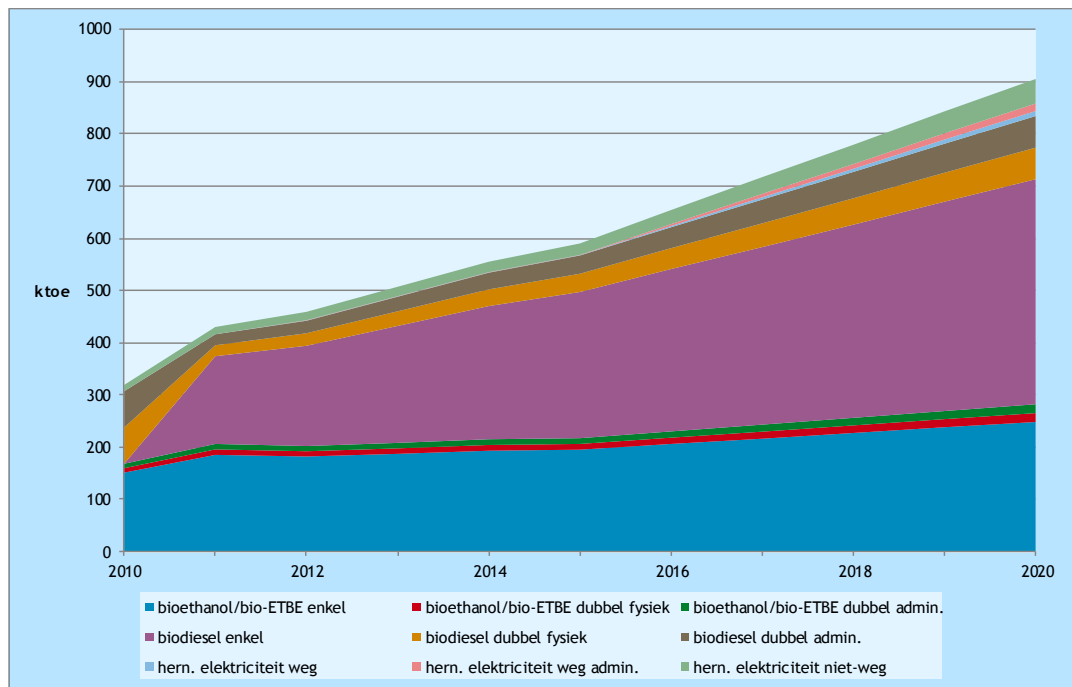
In Figuur 7 zijn de verwachte aandelen biobrandstoffen voor 2020 weergegeven op basis van het Actieplan en is goed te zien hoe het huidige aandeel dubbeltellende biobrandstoffen zich verhoudt tot de verwachtingen in 2010: opmerkelijk is dat het huidige aandeel dubbeltellende biobrandstoffen niet verwacht werd voor 2012. Deels kan dit komen door de discussie en onzekerheid rond indirect landgebruik. Qua verwachting voor 2020 is het de vraag in hoeverre de markt de verplichting met dubbeltellende biobrandstoffen kan blijven invullen of dat de beschikbaarheid van deze biobrandstoffen een belemmerende factor gaat vormen.

Figuur 6 Typen biobrandstoffen in Nederland 2011 en 2012



Bron: NEa, 2013.

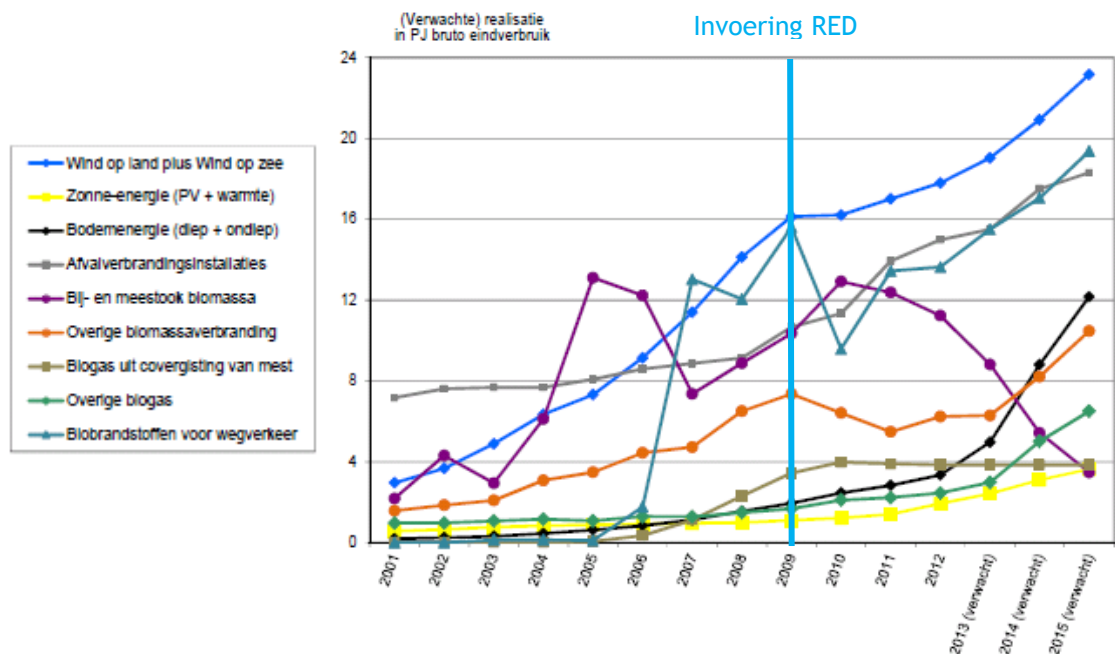
Figuur 7 Verwachte aandelen hernieuwbare energie in transport op basis van NREAP (juni 2010)



2.6 Is het aandeel hernieuwbare energie het gevolg van de RED?

In Figuur 8 is uitgezet hoe verschillende vormen van duurzame energie zich ontwikkeld hebben vóór en na het invoeren van de Europese RED-richtlijn.

Figuur 8 Ontwikkeling van de hoeveelheid gerealiseerde hernieuwbare energie t/m 2012 en de verwachte groei voor de periode 2013-2015

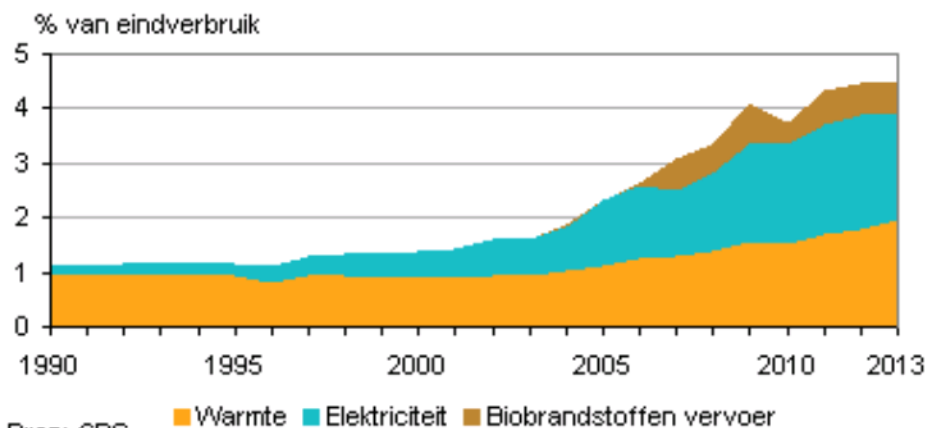


Bron: Ministerie van EZ, 2013.

Alleen het aandeel biobrandstoffen is een heel duidelijk gevolg van de Richtlijn Hernieuwbare Energie uit Europa, hoewel de stimulering van biobrandstoffen in de jaren voorafgaand aan de richtlijn ook invloed heeft gehad. Daarnaast is er ook duidelijke stijging van de hoeveelheid energie uit afvalverbrandingsinstallaties te zien vanaf 2009. Deze stijging kan voor een groot gedeelte verklaard worden door het Landelijk Afvalbeheerplan 2 (zie evaluatie² LAP 1 en 2), waardoor AVI's, die een bepaald rendement haalden de R1-status kregen en daardoor het recht kregen meer afval te importeren. Bijstoken werd eerder gestimuleerd in de MEP-regeling en niet meer in de SDE waardoor het aandeel juist is afgenomen. Omdat de bij- en meestook vanaf 2015 naar alle waarschijnlijkheid wel subsidie uit de SDE+ kan ontvangen, is het onwaarschijnlijk dat bij- en meestook daadwerkelijk zo sterk zal dalen als in de figuur weergegeven.

Geconcludeerd kan worden dat de ontwikkeling van duurzame energiebronnen en stimulansen wel een verband heeft met de invoering van de Richtlijn Hernieuwbare Energie, maar dat er voor verschillende technieken op vooruit gelopen werd of juist geen correlatie lijkt te bestaan. Zo laat Figuur 9 duidelijk zien dat de groei van hernieuwbare warmte na 2009 beperkt is ten opzichte van de groei in de periode 1990-2009. Ook in het geval van hernieuwbare elektriciteit lijkt een groot gedeelte van de groei ook al eerder ingezet te zijn met een duidelijke toename vanaf de ingang van de MEP-subsidieregeling op 1 juli 2003.

Figuur 9 Ontwikkeling verbruik hernieuwbare energie naar toepassing in de periode 1990-2013



Bron: CBS, 2014.

2.7 Inschatting 2020 en post-2020

Het Nederlandse Actieplan Hernieuwbare Energie bevat per sector een inschatting van de aandelen hernieuwbare energie in 2020. Dit Actieplan is echter al in 2010 opgesteld. Een deel van deze doelstellingen is aangepast in het recente SER Energieakkoord. In Tabel 4 is een inschatting gegeven van de toename van hernieuwbare energie als gevolg van de afspraken in het akkoord.

² [http://www.ce.nl/publicatie/evaluatie_landelijk_afvalbeheerplan_\(lap\)_1_en_2/1482](http://www.ce.nl/publicatie/evaluatie_landelijk_afvalbeheerplan_(lap)_1_en_2/1482)

Tabel 4 Toename hernieuwbare energie volgens afspraken Energieakkoord, in PJ

PJ	2011	2013	2020*	2023*
Wind op land	14	16	54	63
Wind op zee	3	3	27	60
Biomassabijstook	12	9	25	25
AVI, overige biomassa	43	47	Tot 83	83
Biobrandstoffen	13	16	Tot 36	36
Geothermie, WKO	5	8	Tot 49	49
Zon (PV en warmte)	2	2	Tot 17	17
Totaal	93	101	Tot 291	333
Aandeel finaal energie %	4,3%	4,6	13-14	16

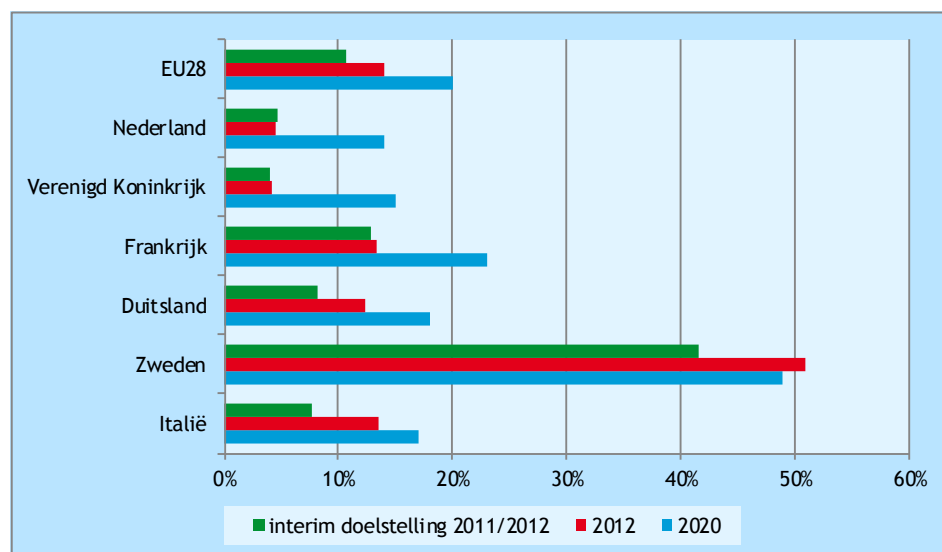
Overgenomen uit PBL, gebaseerd op CBS, Neeft et al., * inschattingen door ECN en Ecofys.

Ter vergelijking: het Actieplan Hernieuwbare Energie van de Nederlandse overheid ging in 2010 uit van 200 PJ in 2020 uit binnenlandse biomassa t.o.v. maximaal 144 PJ volgens het Energieakkoord. Aan de andere kant is de inschatting van windenergie gestegen van 12 PJ in 2020 volgens het Nederlandse Actieplan naar 81 PJ in 2020 volgens het Energieakkoord. Deze daling in het gebruik van biomassa is in lijn met de discussies en zorgen over de duurzaamheid van biomassa in de afgelopen jaren.

2.8 Aandelen hernieuwbare energie in internationaal perspectief

In 2011 behaalde Estland als eerste lidstaat de 2020-doelstelling gevolgd door Bulgarije en Zweden in 2012. Twintig andere lidstaten hebben inmiddels de helft van hun doelstelling gerealiseerd. Nederland (4,5%) behoort samen met Malta (1,4%), Luxemburg (3,1%) en het Verenigd Koninkrijk (4,2%) tot de EU-lidstaten met het kleinste aandeel hernieuwbare energie en vormen daarmee ook de achterblijvers in het realiseren van hernieuwbare energiedoelstellingen. In Figuur 10 is voor vijf lidstaten weergegeven in hoeverre de realisatie achterloopt ten opzichte van de interim doelstelling (Eurostat, 2014).

Figuur 10 Aandeel hernieuwbare energie 2012 en 2020 voor vijf lidstaten en EU28



Bron: Eurostat, 2014.

Voor wat betreft de aparte doelstelling van 10% voor transport behoort Nederland niet tot de achterblijvers: met 4,5% hernieuwbare presteert Nederland licht boven het gemiddelde, terwijl twaalf landen een aandeel niet hoger dan 2,9% hebben gerealiseerd (Eurostat, 2013).

Tabel 5 laat voor vijf lidstaten zien hoe het aandeel hernieuwbare energie zich sinds 2004 ontwikkeld heeft. Merk op dat landen als Duitsland, Zweden, Frankrijk en Italië in 2004 al een hoger aandeel hernieuwbare energie hadden dan Nederland in 2012. Dit kan deels verklaard worden door de aanwezigheid van hernieuwbare bronnen: zo is het hoge aandeel hernieuwbare energie in Zweden bijna helemaal te danken aan de waterkrachtopwekking in het land.

Tabel 5 Aandeel hernieuwbare energie (% van bruto finaal energiegebruik)

	2004	2007	2010	2011	2012	2020
EU28	8,3	10,0	12,5	13,0	14,1	20
Nederland	1,9	3,1	3,7	4,3	4,5	14
Verenigd Koninkrijk	1,2	1,8	3,3	3,8	4,2	15
Duitsland	5,8	9,0	10,7	11,6	12,4	18
Zweden	38,7	44,1	47,2	48,8	51,0	49
Frankrijk	9,3	10,2	12,7	11,3	13,4	23
Italië	5,7	6,5	10,6	12,3	13,5	17

Bron: Eurostat, 2014.

2.9 Biomassabeschikbaarheid

Het realiseren van de doelstelling hernieuwbare energie in 2012 en 2020 hangt in alle drie de sectoren sterk af van de inzet van biomassa. De biogene fractie in huishoudelijk afval zal altijd aanwezig zijn, maar voor andere vormen van hernieuwbare energie op basis van biomassa wordt wel een beroep gedaan op zowel primaire biomassa als biomassa uit reststromen. Biomassabeschikbaarheid wordt waarschijnlijk pas na 2020 een probleem, maar het moet wel al meegenomen worden bij de realisatie van nieuwe projecten (investeringen in installaties, etc.). De 25 PJ, zoals afgesproken als limiet voor de bij- en meestook van biomassa in kolencentrales wordt gezien als een realistische hoeveelheid.

Factoren die o.a. invloed hebben op de biomassabeschikbaarheid:

- Duurzaamheidscriteria: hoe strikter duurzaamheidscriteria worden hoe kleiner de biomassa, die aan deze criteria kan voldoen. Daarnaast kan het introduceren van certificering in de beginfase tot tekorten aan gecertificeerde biomassa leiden.
- De vraag naar biomassa vanuit andere sectoren, zoals de chemie.





3 Reductie van CO₂

3.1 Inleiding

RED en CO₂-reductie

Aangezien de Richtlijn Hernieuwbare Energie zich richt op een toename van het aandeel hernieuwbare energie stuurt het daarmee indirect aan op de reductie van broeikasgassen. Omdat de richtlijn alleen minimale emissie-reducties voor biobrandstoffen (en -vloeistoffen) heeft opgenomen en de CO₂-reductie van verschillende vormen van hernieuwbare energie sterk varieert kan nu nog niet exact gezegd worden tot welke CO₂-besparing een aandeel van 14% hernieuwbare energie gaat leiden. De richtlijn kent dan ook geen vastgestelde emissiefactoren voor hernieuwbare energie anders dan voor biobrandstoffen (en -vloeistoffen).

FQD en CO₂-reductie

De doelstelling van de FQD stuurt in tegenstelling tot de RED wel direct aan op CO₂-reductie door de eis dat de gemiddelde broeikasgasemissie van wegtransportbrandstoffen in 2020 6% lager moet liggen. Hoewel de reductie op meerdere manieren gehaald kan worden blijkt in de praktijk dat biobrandstoffen de grootste rol spelen in het realiseren van de doelstelling.

Protocol monitoring hernieuwbare energie

Hoewel de RED geen emissiefactoren kent berekent het CBS wel elk jaar uit wat de CO₂-besparing als gevolg van het aandeel hernieuwbare energie is. De gehanteerde berekeningsmethodiek is vastgelegd in het Nederlandse Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie, wat als doel heeft om tot een uniforme monitoring en rapportage van hernieuwbare energie te komen. Voor de berekeningsmethode van de CO₂-uitstoot volgt het Protocol de zogenaamde substitutiemethode, waarbij de CO₂-reductie wordt bepaald op basis van de vermeden hoeveelheid fossiele energie. Tabel 6 geeft de netto broeikasgasemissiereductie per sector in de jaren 2011 en 2012 berekend volgens het Protocol monitoring Hernieuwbare Energie (Agentschap NL, 2010).

Tabel 6 Geraamde netto broeikasgasemissiereducties in de jaren 2011 en 2012 per sector (kton CO₂-eq)

	2011	2012	Referentie-technologie	Emissie referentie-technologie
Totaal hernieuwbare energie	9.278	10.108		
Hernieuwbare elektriciteit	6.957	7.648	Nationale mix van aardgas, kolen en nucleaire centrales	0,59 kg CO ₂ /kWh
Hernieuwbare verwarming en koeling	1.536	1.621	Aardgasketel met een rendement van 90%	63 kg CO ₂ /GJ nuttige warmte
Hernieuwbare energie in vervoer	786	839		

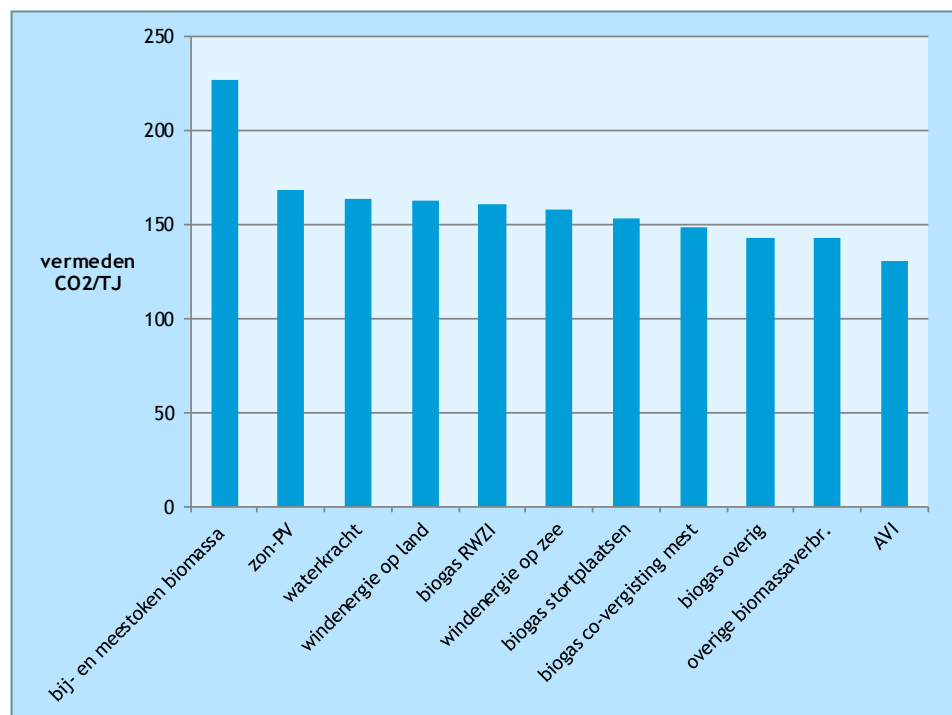
Bron: Ministerie van EZ, 2014.



3.2 Vermeden CO₂-emissies elektriciteit

In Figuur 11 is de gemiddelde vermeden CO₂-uitstoot per eenheid energie weergegeven. Opvallend is dat vooral het bij- en meestoken van biomassa goed scoort. Een verklaring hiervoor is dat de biomassa kolen vervangen, die van alle vormen van fossiele energie relatief tot veel CO₂-uitstoot leiden, terwijl bijvoorbeeld gas juist minder CO₂-intensief is. Merk wel op dat er momenteel nog geen duurzaamheidscriteria voor vaste biomassa bestaan en de in 2012 bij- en meegestookte biomassa ook voor een deel uit minder duurzame biomassa bestond. Figuur 11 gaat echter wel uit van 100% duurzame biomassa. In de praktijk, waar zeker in het geval van vaste biomassa, nog lang niet alle biomassa duurzaam is, zal de vermeden CO₂-emissie per TJ daarom lager uitvallen. De overige vormen van hernieuwbare energie komen gemiddeld uit op 150 ton vermeden CO₂ per TJ (1 TJ is ongeveer 278 kWh).

Figuur 11 Vermeden CO₂-emissies per TJ per opwekkingstechnologie van hernieuwbare elektriciteit (ton CO₂/TJ)



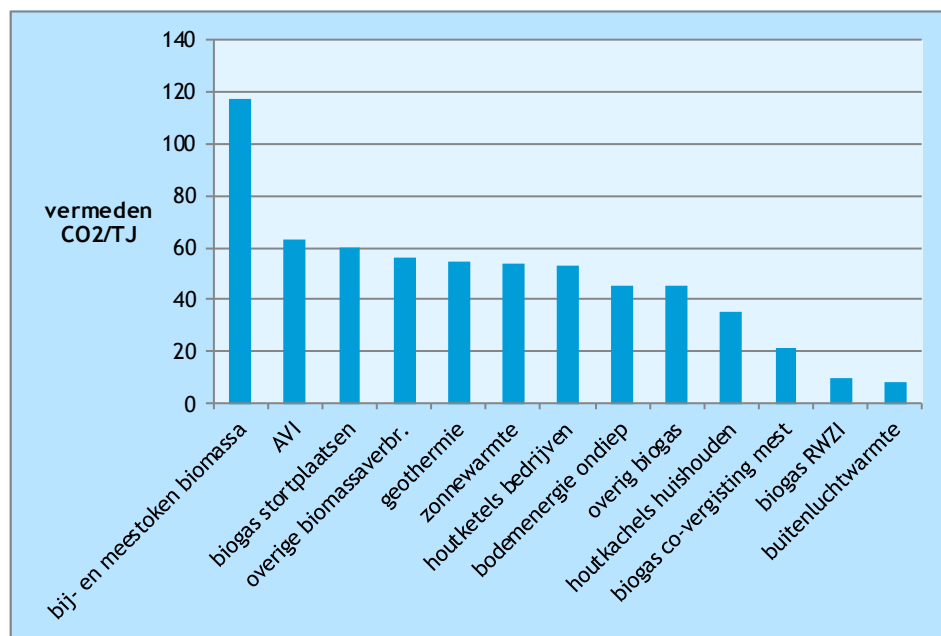
Bron: CBS, 2012.

3.3 Vermeden CO₂-emissies verwarming en koeling

Op dezelfde manier als bij hernieuwbare elektriciteit is in Figuur 12 de gemiddelde hoeveelheid vermeden CO₂-uitstoot voor vormen van hernieuwbare warmte. Net als bij elektriciteit scoort bij- en meestoken van biomassa het beste. In vergelijking met elektriciteit is de emissiereductie per energie-eenheid in het geval van warmteproductie beperkter: deze opties reduceren gemiddeld ongeveer 1/3 van de CO₂-emissies die gemiddeld bij elektriciteits-opwekking vermeden worden. De belangrijkste reden hiervoor is de aardgas-ketel met een rendement van 90% als gekozen referentie. Zo vervangt een TJ biogas in het geval van elektriciteit ook kolen, terwijl in het geval van warmte

alleen gas wordt vervangen. Een andere reden heeft te maken met efficiëntieverschillen tussen elektriciteits- en warmteopwekking.

Figuur 12 Vermeden CO₂-emissies per TJ per opwekkingstechnologie van hernieuwbare warmte en koeling (ton CO₂/TJ)



Bron: CBS, 2012.

3.4 Vermeden CO₂-emissies vervoer

CO₂-reductie van biobrandstoffen

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk al genoemd, stellen de duurzaamheids-criteria voor biobrandstoffen in Artikel 17(2) van de richtlijn ook een minimale broeikasgasemissiereductie van:

- tenminste 35% vanaf het in werking treden van de richtlijn (of vanaf 1 april 2013 voor biobrandstoffen geproduceerd in installaties die op 23 januari 2008 al operationeel waren;
- tenminste 50% vanaf 1 januari 2017;
- tenminste 60% vanaf 1 januari 2018 voor biobrandstoffen geproduceerd in installaties waarvan de productie op of na 1 januari 2017 is gestart (EC, 2009).

Het gaat hierbij om de directe emissies van biobrandstoffen.

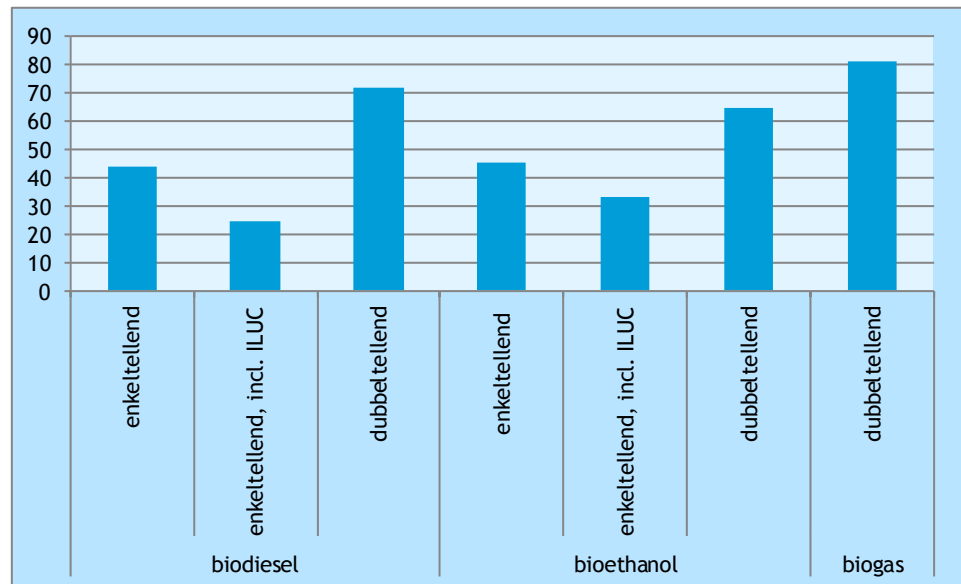
ILUC-factoren

Over de hoogte van de indirecte emissies als gevolg van indirect landgebruik (ILUC) is momenteel nog geen wetenschappelijke en politieke consensus bereikt, waarbij ILUC daarnaast ook niet per definitie tot hogere emissies hoeft te leiden, maar ook tot een hogere emissiereductie zou kunnen leiden afhankelijk van het type landgebruik.

Vanwege het gebrek aan consensus wordt de emissie-uitstoot van biobrandstoffen berekend met en zonder ILUC en wordt hierbij uitgegaan van de door de Europese Commissie voorgestelde cijfers uit het ILUC-voorstel gebaseerd op de IFPRI-cijfers.

De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in Figuur 13.³ Wanneer we uitgaan van een gemiddelde uitstoot van fossiele brandstoffen van 83,8 gCO₂/MJ (oftewel ton CO₂/TJ), zoals ook opgenomen in de FQD, blijken de enkeltellende biobrandstoffen ongeveer 50% CO₂ te reduceren. Deze reductie neemt sterk af als de ILUC-factor bovenop de emissiefactor van de biobrandstoffen wordt gerekend. De vermeden CO₂-emissie van biodiesel incl. ILUC is uiteindelijk lager dan de vermeden CO₂-emissie van bio-ethanol incl. ILUC, omdat oliehoudende gewassen volgens het voorstel van de Europese Commissie een hogere ILUC-factor kennen dan suiker- en zetmeelhoudende gewassen. Het dubbeltellende biogas vermijdt meer dan 90% van de CO₂-emissies van de referentie. Figuur 13 laat zien dat de vermeden CO₂-emissies als gevolg van hernieuwbare energie in vervoer sterk afhangen van het type biobrandstof wat ingezet wordt, terwijl de Richtlijn op de dubbelrekening en de minimum broeikasgasreductie na, niet specifiek aanstuurt op het type biobrandstoffen waarmee de doelstelling behaald wordt. Ondanks dit, kiezen brandstofleveranciers wel steeds meer voor dubbelrekenende biobrandstoffen wat waarschijnlijk het gevolg is van de negatieve publieke opinie over biobrandstoffen uit voedselgewassen en de onduidelijkheid over ILUC.

Figuur 13 Vermeden CO₂-emissies per TJ per type biobrandstof excl. en incl. ILUC (ton CO₂/TJ) t.o.v. gemiddelde fossiele brandstof (83,8 gCO₂/MJ)



Bron: NEa, 2013; EC, 2009; EC, 2012.

ILUC

De totale CO₂-reductie van biobrandstoffen valt, volgens eigen berekeningen, ongeveer 216 kton CO₂ lager uit wanneer ILUC in de vorm van de ILUC-factoren uit het voorstel van de Europese Commissie worden meegenomen.

³ De eigen berekeningen zijn gebaseerd op de default CO₂-waarden uit Annex VI van de Richtlijn Hernieuwbare Energie: wanneer brandstofleveranciers aantonen dat bepaalde routes beter scoren mogen lagere waarden gehanteerd worden. De berekeningen en gebruikte factoren zijn echter niet openbaar.

Zonder ILUC reduceerden biobrandstoffen ongeveer 2% van de totale emissies in transport (uitgegaan van de scope van de Richtlijn Brandstofkwaliteit (FQD)), inclusief ILUC is deze reductie beperkt tot ongeveer 1,5%.⁴

FQD

Volgens de rapportage van de Nederlandse Emissieautoriteit over de over 2012 gerapporteerde biobrandstoffen, bedroeg de broeikasgasemissiereductie over de keten 1,4% in 2011 t.o.v. 2010 en 1,7% in 2012. De reducties kunnen worden toegeschreven aan de inzet van biobrandstoffen in deze jaren. Het is onduidelijk wat precies de invloed van de FQD is geweest op het aandeel en samenstelling van de biobrandstoffenmix, maar naar verwachting zal de FQD de komende jaren meer leidend worden, omdat het administratief dubbel-tellen van biobrandstoffen uit de RED geen bijdrage levert aan de fysieke CO₂-besparing, die nodig is voor het behalen van de FQD-doelstelling. In een eerder advies van de Commissie Corbey adviseert de Commissie de Nederlandse overheid de bijmengverplichting per 2017 af te schaffen en deze te vervangen door CO₂-emissiereductie-eisen. Dit zorgt naar verwachting voor de inzet van biobrandstoffen met een betere CO₂-prestatie en een hoger aandeel biobrandstoffen.

Volgens het huidige voorstel van de Europese Commissie verdwijnt de FQD-doelstelling na 2020. Het gebrek aan deze CO₂-sturende doelstelling zal met name effect hebben op de gemiddelde uitstoot van fossiele brandstoffen doordat zonder deze doelstelling de inzet van CO₂-intensievere fossiele brandstoffen waarschijnlijk toeneemt en maakt het daarmee lastiger om de reductiedoelstellingen te realiseren. Ook zal de transitie naar biobrandstoffen uit lignocellulose wegvallen. In combinatie met het gebrek aan sectorale doelstellingen zal het verdwijnen van de FQD daarnaast zorgen voor een verschuiving van het aandeel hernieuwbare energie van transport naar elektriciteit en warmte (zie kostenhoofdstuk).

3.5 Totale CO₂-reductie van categorieën

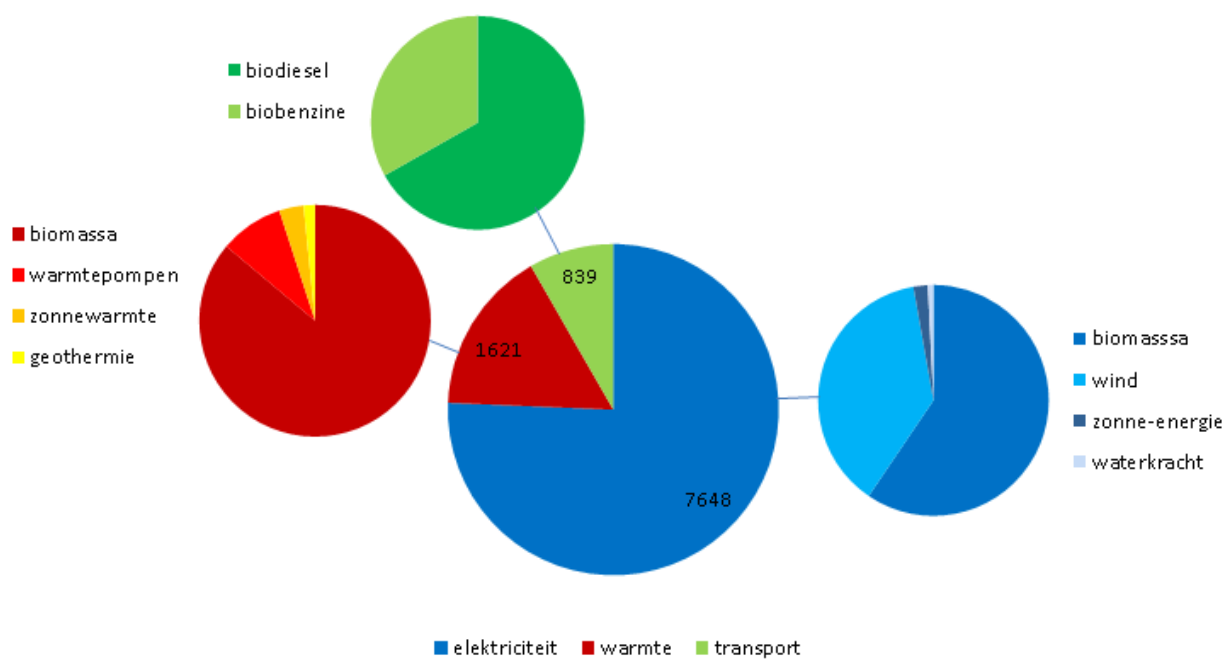
Het aandeel hernieuwbare energie van 4,5% in 2012 heeft gezorgd voor een totale CO₂-reductie van circa 10 Mton CO₂ (TTW, behalve bij biobrandstoffen). Figuur 14 geeft weer dat 76% van deze reductie in de elektriciteitssector wordt gerealiseerd, 16% in de warmtesector en 8% in de transportsector. Deze verhoudingen wijken af van de verhoudingen hernieuwbare energie per sector van respectievelijk 71, 10 en 19%. De transportsector reduceert dus relatief minder CO₂ per energie-eenheid in vergelijking met de andere twee sectoren.⁵

⁴ De 2% wijkt licht af van de 1,7% berekend door de NEa. Omdat de biobrandstoffenbalansen en daarmee de berekeningen van brandstoffenleveranciers niet openbaar zijn, zijn de precieze berekeningen niet bekend.

⁵ De besparing ten opzichte van de totale emissies in de sector is alleen voor de sector transport bekend. De sectorenindeling gebruikt om over de totale broeikasgasemissies te rapporteren komt namelijk niet overeen met de sectorenindeling van de RED.



Figuur 14 CO₂-reductie in kton CO_{2eq} per sector in 2012 (zonder ILUC)



Bron: Ministerie van EZ, 2014; CBS, 2013a; CBS, 2013b.

4 Kosten van hernieuwbare energie

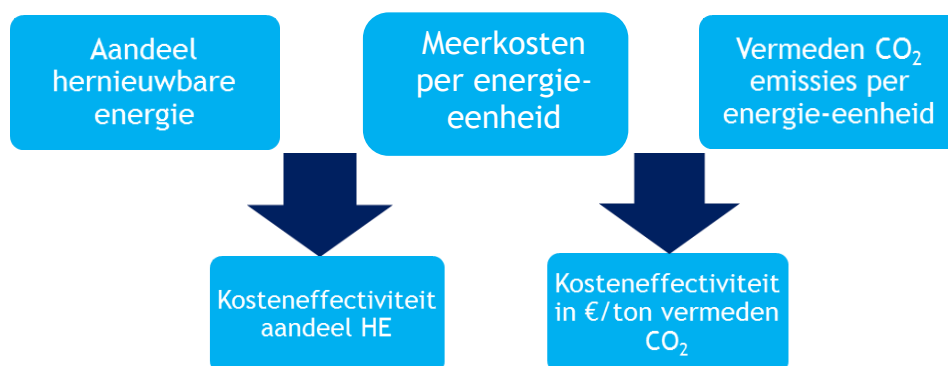
4.1 Inleiding

De productiekosten van hernieuwbare energie zijn vaak nog hoger dan fossiele energie. Dit komt mede door de andere fiscale behandeling van fossiele en hernieuwbare energie: volgens Ecofys en CE Delft (2011) werd in 2010 € 5,8 miljard uit de schatkist aan overheidsinterventies uitgegeven aan fossiele energie tegenover € 1,5 miljard aan hernieuwbare energie. Dit is ongeveer 4x minder (Ecofys en CE Delft, 2011). Deze kosten zijn berekend door voor het jaar 2010 zowel de verschillen in energiebelasting als een mix van 53 overheidsinterventies gericht op koolstofarme technologieën mee te nemen. Dit hoofdstuk geeft inzicht in de meerkosten per energie-eenheid van de verschillende vormen van hernieuwbare energie. Op deze manier kan iets gezegd worden over de kosteneffectiviteit wat betreft het halen van de hernieuwbare energiedoelstelling.

Berekening kosteneffectiviteit

Door de kosten per energie-eenheid te combineren met de vermeden CO₂-emissies per energie-eenheid (zie Hoofdstuk 3) kunnen daarnaast uitspraken gedaan worden over de kosteneffectiviteit in €/ton vermeden CO₂. Deze aanpak is schematisch weergegeven in Figuur 15.

Figuur 15 Overzicht inschatting kosteneffectiviteit hernieuwbare energie



Zoals in Paragraaf A.2 al genoemd verstrekt de SDE+ regeling subsidie om het kostenverschil tussen fossiele energie en hernieuwbare energie te overbruggen. De subsidie per eenheid energie wordt dan ook met de volgende simpele formule vastgesteld:

$$\text{Basisbedrag} - \text{correctiebedrag} = \text{voorschotbedrag}$$

Oftewel

$$\text{Kostbedrag hern. energie} - \text{prijs grijze energie} = \text{meerkosten hern. energie}$$

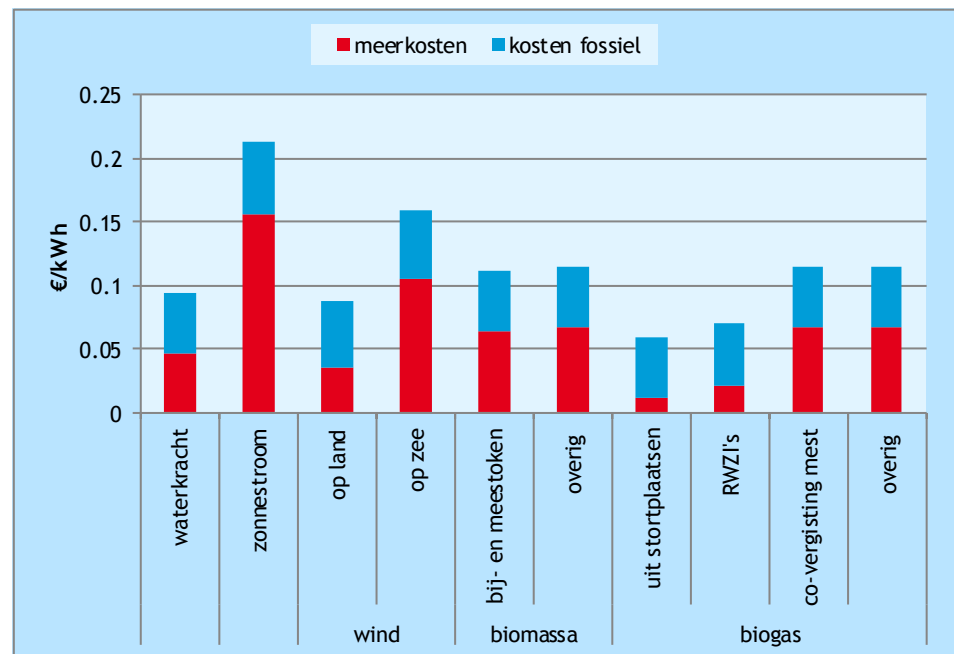
Voor de kostenberekeningen in dit hoofdstuk is zoveel mogelijk uitgegaan van de SDE+ bedragen van 2012. Voor hernieuwbare energiebronnen, die niet (of niet meer) in aanmerking kwamen voor SDE+ subsidie zijn andere bronnen gebruikt.⁶

4.2 Kosteneffectiviteit van het aandeel hernieuwbare energie

4.2.1 Meerkosten hernieuwbare elektriciteit

In de volgende figuren zijn voor de verschillende vormen van hernieuwbare elektriciteit de meerkosten en de kosten van fossiele energie weergegeven. Samen vormen deze twee kostenposten de kostprijs van de hernieuwbare energievormen.

Figuur 16 Meerkosten per opwekkingstechnologie hernieuwbare elektriciteit in 2012 (in €/kWh) in Nederland gebaseerd op SDE-subsidie



De productie van hernieuwbare energie door de verbranding van de biogene fractie van huishoudelijk afval in afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) wordt niet gesubsidieerd door de SDE+ regeling, omdat de verbranding van deze fractie in AVI's als verplichting is opgenomen in het Landelijk Afvalbeheerplan (LAP). Alleen AVI's, die meer energie dan voorheen gingen produceren (als gevolg van een hoger rendement) hebben tijdelijk subsidie ontvangen. Daarnaast was een belangrijke stimulans voor deze AVI's het kunnen bereiken van de R1-status, gekoppeld aan bepaald energierendement, om meer energie

⁶ Naast het kwantificeren van de kosten is ook het kwantificeren van de (maatschappelijke) baten van hernieuwbare energie relevant, bijvoorbeeld de bijdrage van hernieuwbare energie aan de Nederlandse werkgelegenheid. Zo kan het zijn dat de baten van hernieuwbare energie de kosten overstijgen en het ondanks de hoge kosten dus loont om te investeren in duurzame energie. Deze baten vielen echter buiten de scope van deze studie. SEO (2013) gaat hier wel dieper in op de kosten en baten van 16% hernieuwbare energie in Nederland.

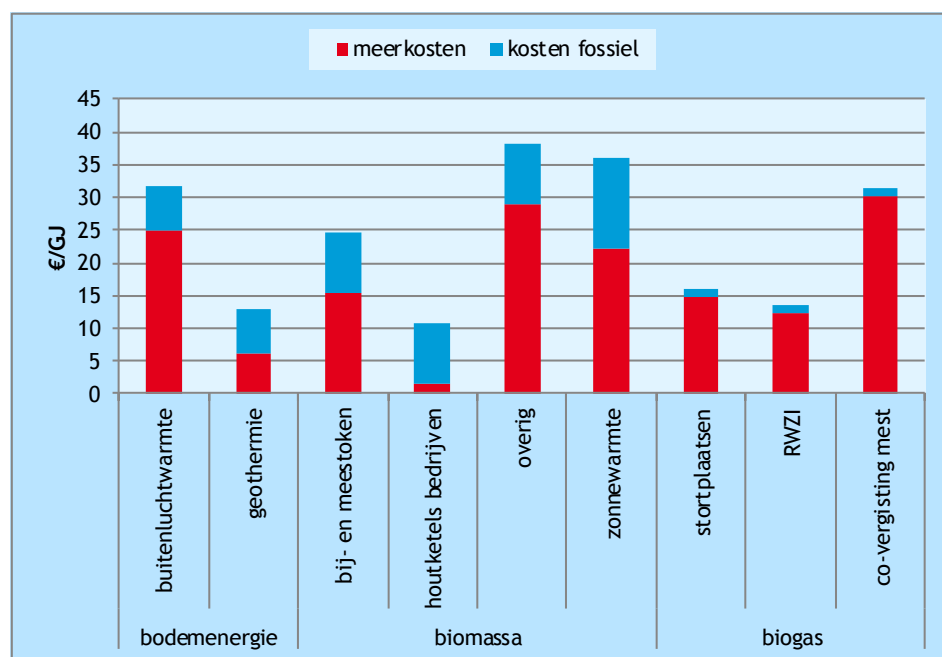
te produceren. Doordat de opwekking van deze hernieuwbare energie voortkomt uit het afvalbeleid zouden de kosten ook toegerekend moeten worden aan het afvalbeleid en niet aan het beleid om de doelstelling hernieuwbare energie te halen. Om die reden worden deze kosten in dit onderzoek niet verder meegenomen.

Qua kostenverschillen blijkt dat met name waterkracht, wind op land en biogas uit stortplaatsen en RWZI's relatief lage meerkosten hebben. Wind op zee is nu nog ruim twee keer zo duur als wind op land, maar scoort wel beter dan zonnestroom.

4.2.2 Meerkosten hernieuwbare warmte

In Figuur 17 zijn ook de meerkosten voor hernieuwbare warmte weergegeven. Een deel van de hernieuwbare warmte wordt gerealiseerd door het verstoken van hout en houtskool in bijv. openhaarden en houtkachels door huishoudens. Omdat deze haarden vaak vanuit het oogpunt van sfeer worden aangeschaft en de overheid hier geen meerkosten voor draagt worden de kosten van deze categorieën ook niet meegenomen.

Figuur 17 Meerkosten per opwekkingstechnologie hernieuwbare warmte in 2012 (in €/GJ) in Nederland gebaseerd op SDE-subsidie



4.2.3 Meerkosten biobrandstoffen

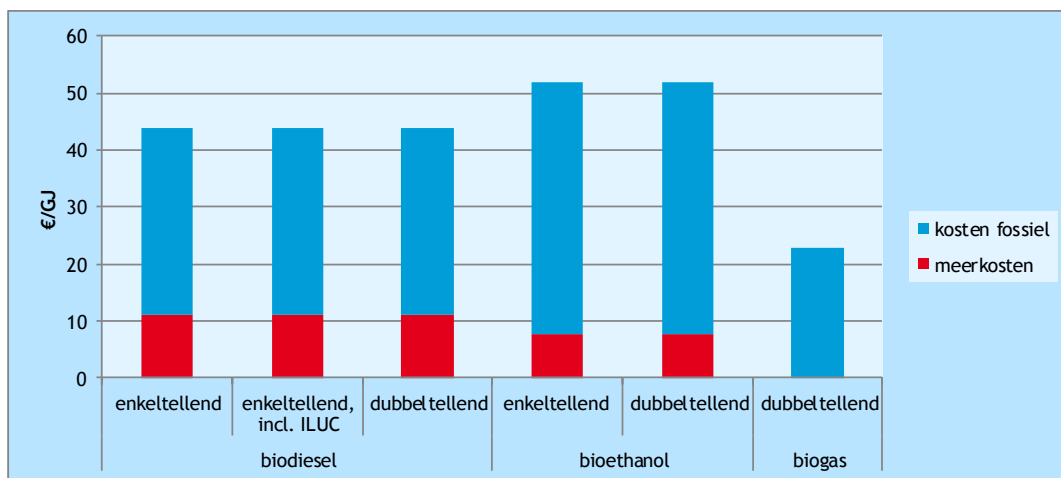
Biobrandstoffen ontvangen geen subsidie vanuit de SDE+ en het marktaandeel wordt voor het grootste gedeelte afgedwongen via de biobrandstoffen-verplichting. Voor de inschatting van de meerkosten is dus gebruik gemaakt van andere bronnen (ISDD, 2013). Omdat er niet zoals bij de SDE+ regeling elk jaar opnieuw een subsidiebedrag moet worden vastgesteld zijn de bronnen beperkt. Veel bronnen zijn daarnaast niet actueel.

Omdat men bij biomassa te maken heeft met een grondstof, waar continue in voorzien moet worden, betekent een toename in het gebruik ervan niet perse

een daling in de kosten. Afhankelijk van verschillende factoren is het onzeker of de kosten van biomassa gaan dalen of stijgen, zoals van:

- de vraag naar biomassa uit andere sectoren (voedsel, chemie, etc.) in combinatie met de biomassabeschikbaarheid van de gewenste biomassa-stromen;
- de naar verwachting strengere duurzaamheidseisen voor zowel biobrandstoffen als vaste biomassa (inclusief indirect landgebruik);
- de ontwikkeling van innovatie in de productie van geavanceerde biobrandstoffen uit o.a. lignocellulose;
- ook de toename van vraag om de RED-doelen te halen in Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk (alle drie landen met veel biomassa import en nog een gat tussen de realisatie en doelen) kan de prijs van biomassa opstuwten.

Figuur 18 Meerkosten biobrandstoffen



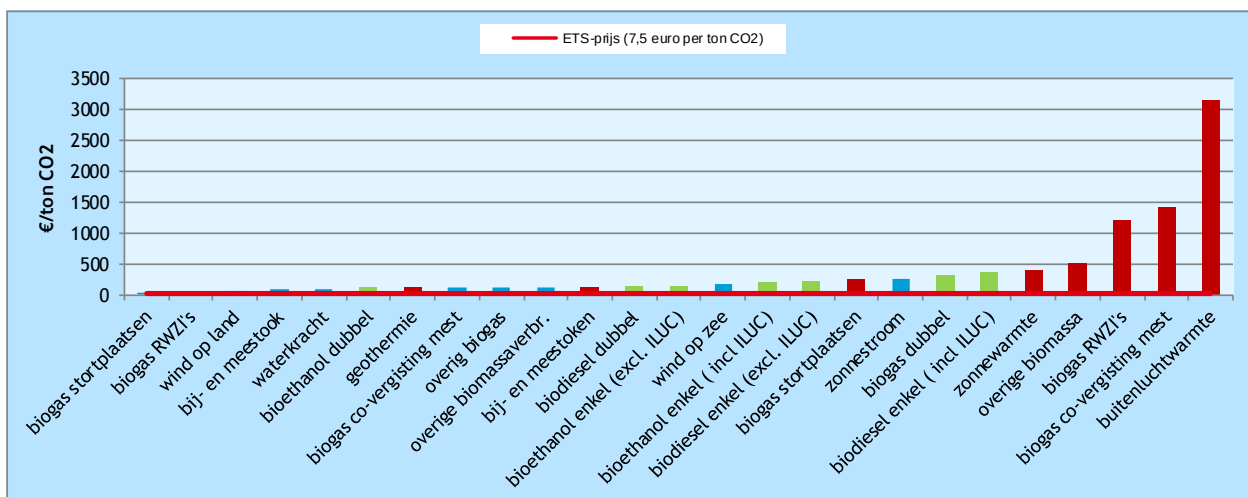
Bron: IISD, 2013.

4.3 Kosten per ton CO₂-reductie

Op basis van de SDE+ bedragen uit 2012 en de vermeden CO₂-emissies, zoals gerapporteerd door het CBS, kunnen de meerkosten van de verschillende vormen van hernieuwbare energie omgerekend worden naar kosten per ton vermeden CO₂. De uitkomsten zijn weergegeven in Figuur 19 en Figuur 20 laten zien dat er een grote range bestaat in de kosteneffectiviteit.

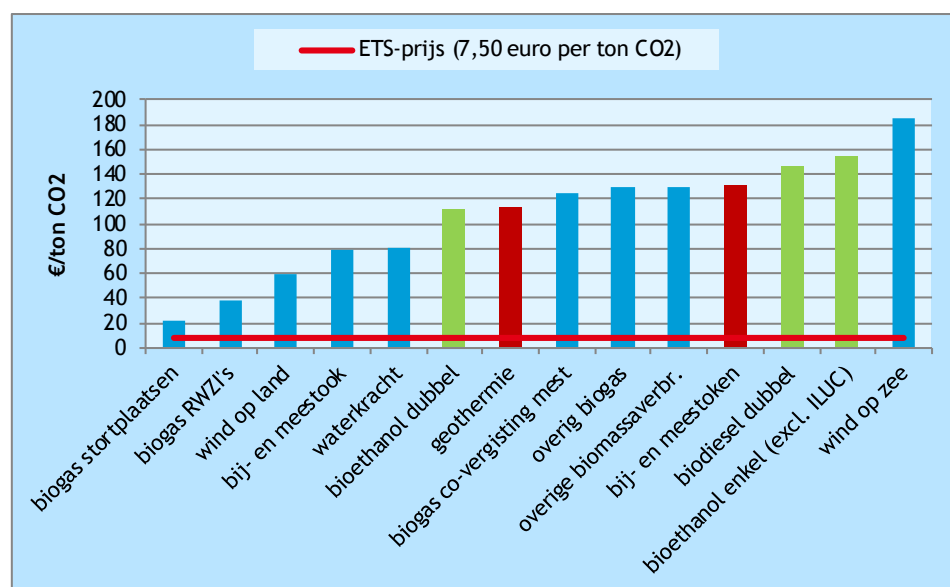
Merk op dat met name de opties voor hernieuwbare elektriciteit goed scoren en dat met name opties voor hernieuwbare warmte relatief duur zijn. Wind op zee en zonnestroom behoren tot de duurste opties voor CO₂-besparing via hernieuwbare elektriciteit. Qua biobrandstoffen scoren met name ethanol en dubbeltellende biobrandstoffen goed. In werkelijkheid zullen deze wat slechter scoren doordat voor dubbeltellende biobrandstoffen dezelfde prijs is aangenomen als voor enkeltellende biobrandstoffen. Het meenemen van ILUC beïnvloedt de kosteneffectiviteit duidelijk negatief. Ook de huidige ETS-prijs van rond de € 7,50 per ton CO₂ is weergegeven in beide figuren: alle opties van hernieuwbare energie zijn nog flink duurder dan de ETS-prijs. Wat dit precies betekent voor investeringen in hernieuwbare energie komt verderop aan bod.

Figuur 19 Kosteneffectiviteit hernieuwbare energie opties (blauw = elektriciteit, rood = warmte, groen = transport)



Bron: Gebaseerd op CBS, 2013a en SDE-bedragen 2012 in RVO, 2014.

Figuur 20 Kosteneffectiviteit goedkopere hernieuwbare energie opties (blauw = elektriciteit, rood = warmte, groen = transport) NB. figuur gelijk aan Figuur 19, deze figuur zoomt in



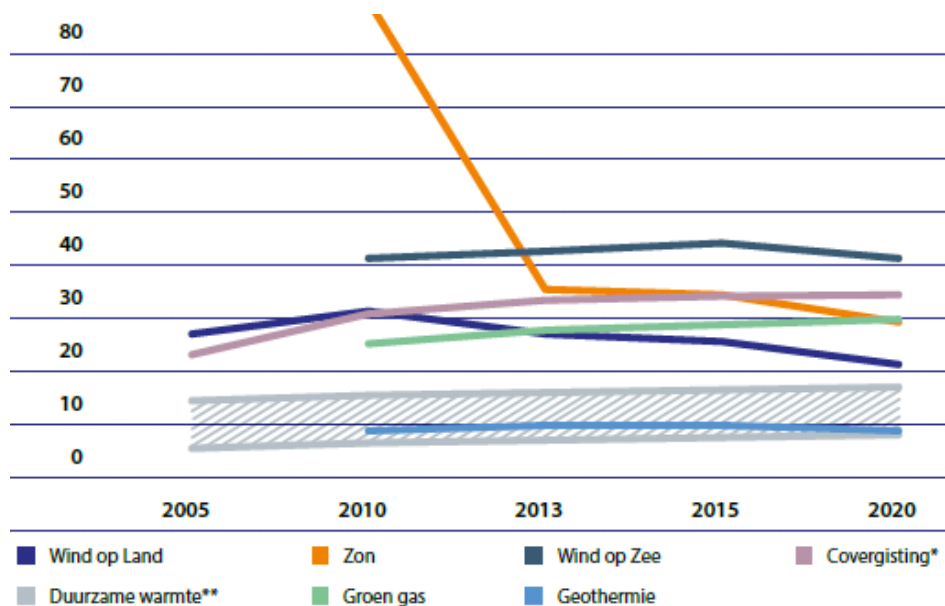
In Figuur 20 is ingezoomd op de goedkopere duurzame energie opties. De twee opties die in de buurt komen van ETS-prijs (biogas uit stortplaatsen en biogas uit rioolwaterzuiveringsopties) zijn helaas beperkt in omvang en niet veel te vergroten. Merk op dat de kosten per ton CO₂ slechts één criterium voor de investeringen in duurzame energie is. Andere factoren, zoals het potentieel van opties, zijn bij de beoordeling van hernieuwbare energieopties net zo relevant, omdat het potentieel een grotere barrière voor de doorbraak van een technologie kan zijn dan de kosten.

4.4 Leercurves hernieuwbare energie

Van een aantal vormen van hernieuwbare energie mag verwacht worden dat de kostenverschillen tussen de hernieuwbare energie en de fossiele energie in de komende jaren kleiner worden. Dit kan aan de ene kant het gevolg zijn van duurder wordende fossiele energie of door dalende kosten van hernieuwbare energie. De dalende kosten van hernieuwbare energie zullen met name het gevolg zijn van schaalgrootte voordelen en leereffecten. Leercurves zullen het sterkst zijn bij technieken die primair gericht zijn op de opwekking van hernieuwbare energie. In Figuur 21 zijn de kostenontwikkelingen voor een aantal vormen van hernieuwbare energie weergegeven. Zoals te zien heeft zonne-energie in de afgelopen jaren al een zeer sterke prijsdaling door- gemaakt. Daarnaast valt op dat de biomassatechnieken een lichte stijging in kosten laten zien, terwijl andere vormen van hernieuwbare energie een dalende trend tonen.

De kostenontwikkelingen hangen ook nauw samen met de groeimogelijkheden van de vorm van hernieuwbare energie. Zo zal hernieuwbare energie uit stortgas en RWZI weinig kunnen profiteren van schaalgrootte voordelen door het beperkte aanbod. Wind op land zal naar alle waarschijnlijkheid goedkoper worden, maar de beperktheid van locaties zal hier eerder een belemmerende factor vormen. De bij- en meestook van biomassa en inzet van andere vormen van biomassa is vooral afhankelijk van de prijsontwikkelingen van biomassa en het beleid en dus de vraag naar biomassa in het buitenland. Wind op zee en PV zijn nu nog duur maar de inschatting is dat deze zullen blijven dalen in prijs.

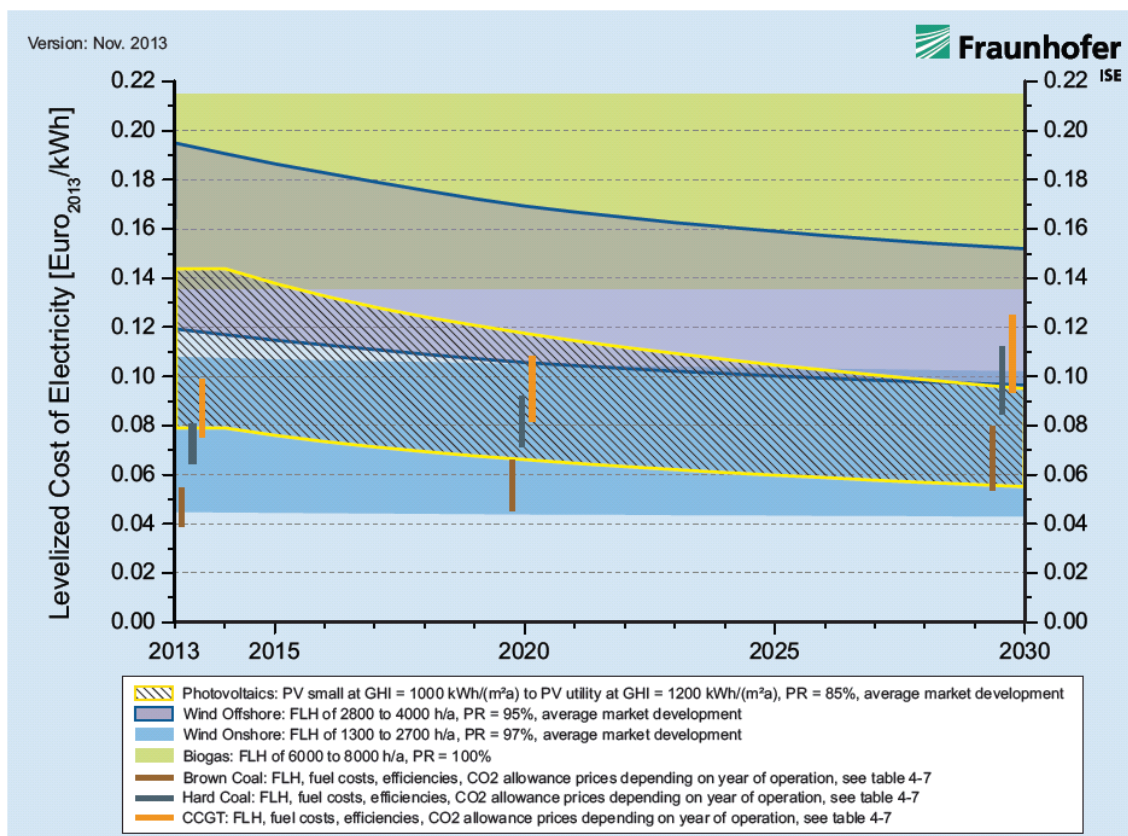
Figuur 21 Ontwikkeling kostprijs per hernieuwbare energievorm in €/GJ 2005-2020



Bron: Rabobank, 2014.

Leercurves opgesteld voor andere landen, zoals Duitsland en het Verenigd Koninkrijk voorspellen soortgelijke trends: voor wind op zee en zon-PV wordt de grootste daling verwacht. De productiecosten van biogas en wind op land worden redelijk stabiel ingeschat voor deze landen, terwijl de fossiele varianten licht stijgen (zie Figuur 22 en Tabel 7).

Figuur 22 Prijsverwachtingen op basis van leercurves voor hernieuwbare energietechnologieën en conventionele energie in Duitsland 2013-2030



Bron: Fraunhofer, 2013.

Tabel 7 Schatting van de kosten van de hernieuwbare energie in het Verenigd Koninkrijk (in €/kWh)

	2014	2020	2030
Wind op land	9-17	9-16	8-15
Wind op zee	16-23	12-17	11-16
PV - large scale	14 -21	11-16	8-12

Bron: Department of Energy and Climate Change (2013).

Verwachtingen kosten biomassa

Omdat men bij biomassa te maken heeft met een grondstof, waar continue in voorzien moet worden, betekent een toename in het gebruik ervan niet perse een daling in de kosten. Afhankelijk van verschillende factoren is het onzeker of de kosten van biomassa gaan dalen of stijgen, zoals van:

- de vraag naar biomassa uit andere sectoren (voedsel, chemie, etc.) in combinatie met de biomassabeschikbaarheid van de gewenste biomassa-stromen;
- de naar verwachting strengere duurzaamheidseisen voor zowel biobrandstoffen als vaste biomassa (inclusief indirect landgebruik);
- de ontwikkeling van innovatie in de productie van geavanceerde biobrandstoffen uit o.a. lignocellulose;
- ook de toename van vraag om de RED-doelen te halen in Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk (alle drie landen met veel biomassa import en nog een gat tussen de realisatie en doelen) kan de prijs van biomassa opstuwten.



5 De potentiële rol van het EU ETS

5.1 Inleiding

Het vorige hoofdstuk toonde de kosten van de verschillende vormen van hernieuwbare energie en gaf daarmee inzicht in de meest kosteneffectieve technologieën om CO₂ te besparen. Uit deze analyse werd ook duidelijk dat (nagenoeg) alle vormen van hernieuwbare energie hogere kosten kennen ten opzichte van de conventionele vormen van energie. Een instrument dat kan bijdragen aan het compenseren van deze meerkosten is het Europese emissiehandelssysteem (ETS).

In dit hoofdstuk bekijken we in hoeverre het EU ETS momenteel een stimulans biedt om te investeren in duurzame energie. Daarnaast wordt in beeld gebracht of dit instrument in de toekomst een aanzienlijk aandeel hernieuwbaar in de energievoorziening kan realiseren in de situatie dat er geen aanvullend beleid op dit punt zou worden gevoerd. Binnen de ETS-sectoren zal de vergelijking met de ETS-prijs dan leidend zijn bij de investeringsbeslissingen rond hernieuwbare energie: grofweg gezegd zullen deze sectoren het kopen van emissierechten verkiezen boven hernieuwbare energie zolang de ETS-prijs lager ligt.⁷ Merk op dat dit marktmechanisme niet opgaat voor de niet-ETS-sectoren, zoals de transportsector (deze heeft CO₂-emissienormen voor de brandstof (FQD) die echter niet worden voortgezet na 2020 volgens het Commissievoorstel, en de CO₂-normen voor voertuigen die niet ter discussie staan). Doordat niet alle sectoren onder het ETS vallen wordt maar een klein gedeelte van de keten (het gedeelte wat wel onder ETS valt) en dus maar een klein gedeelte van de CO₂-uitstoot gedekt.⁸ Daarnaast is het waarschijnlijker dat lidstaten wel beleid gaan voeren om de algemene Europese doelstelling te halen.

5.2 Ontwikkeling ETS-prijzen over de tijd

Om de (potentiële) bijdrage van het EU ETS aan het stimuleren van hernieuwbare energie in beeld te brengen is het allereerst noodzakelijk om inzicht te hebben in de (toekomstige) ETS-prijzen.

De ontwikkeling van de ETS-prijs over de afgelopen vijf jaar (fase 2 van het EU ETS) is weergegeven in Figuur 23. In deze periode is de ETS-prijs sterk gedaald (tot ca. € 5 per ton CO₂ in 2013), wat het gevolg is van een groot overschot aan emissierechten; aan het eind van 2013 was er een overschot van ca. 2,1 miljard emissierechten, wat voornamelijk veroorzaakt wordt door de economische crisis (waardoor de uitstoot van CO₂-emissies is achtergebleven bij de verwachtingen) en het grote gebruik van CDM- en JI-certificaten op de markt.

⁷ De hoogte van de ETS-prijs is niet voldoende om alle maatschappelijke kosten als gevolg van de uitstoot van CO₂ te dekken. In CE Delft et al. (2014) wordt een bandbreedte voor de CO₂-schaduwprijs gehanteerd van € 10-155 per ton CO₂ wegens de grote onzekerheid met betrekking tot de hoogte van deze schaduwprijs. Deze bandbreedte is opgesteld op basis van diverse bronnen.

⁸ Door de ETS-prijs hier te vergelijken met de kosten per ton CO₂, waarbij in het geval van biobrandstoffen de emissies over de hele keten worden meegenomen, gaan we er in deze vergelijking dus impliciet vanuit dat alle sectoren onder het ETS vallen.



Figuur 23 Ontwikkeling ETS-prijs in de periode 2008-2013



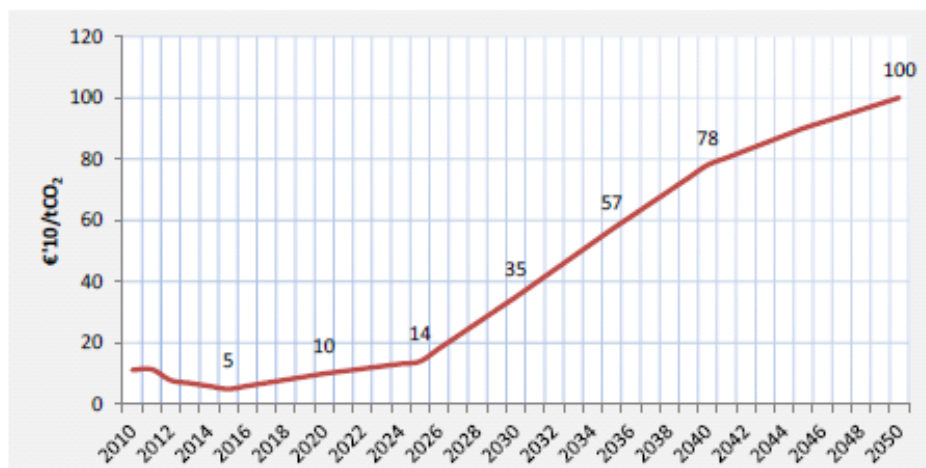
Bron: SendeCO2.

De verwachting is dat het overschot van emissierechten groeit tot 2,6 miljard in 2020 (EC, 2014a). Het gevolg hiervan is dat, zonder aanvullend beleid, de ETS-prijs in de periode tot 2020 (en de jaren daarna) in de range van € 5 tot € 10 blijft liggen (EC 2014b), waardoor er geen goed functionerende markt tot stand komt en er dus niet wordt geïnvesteerd in technieken die nodig zijn om toekomstige (striktere) emissiedoelstellingen te halen.

De Europese Commissie onderneemt verschillende initiatieven om de markt voor CO₂-emissierechten beter te laten functioneren. Voor de korte termijn is er besloten om de veiling van 900 miljoen emissierechten in fase 3 van het EU ETS uit te stellen (back-loading) van de beginjaren (2013-2015) naar de latere jaren (2019-2020). Op deze manier wordt er op de korte termijn schaarste aan rechten gecreëerd, wat een prijsopdrijvend effect heeft. Daar staat tegenover dat de prijs aan het einde van fase 3 gaat dalen, omdat er dan meer emissierechten worden aangeboden op de markt. Deze prijsdaling zal vooral plaatsvinden wanneer er geen vooruitzicht is op structurele markt stabiliserende maatregelen.

Voor fase 4 van het EU ETS (vanaf 2021) heeft de Commissie daarnaast het voorstel gedaan om een 'market stability reserve' in te voeren. Via dit mechanisme wordt het aantal te veilen emissierechten via van te voren vastgestelde regels afhankelijk gemaakt van het aantal rechten dat reeds in omloop is. Als er 'te veel' emissierechten in omloop zijn, dan wordt een deel van de te veilen emissierechten toegevoegd aan de reserve, waardoor de schaarste aan rechten toeneemt en de prijs stijgt. Zijn er daarentegen te weinig rechten in omloop, dan worden er vanuit de reserve extra rechten toegevoegd aan de te veilen emissierechten, wat een prijsdrukkend effect heeft. Dit mechanisme zorgt dus voor meer stabiliteit op de markt voor emissierechten. Zeker in de eerste jaren van fase 4 van het EU ETS is een dergelijk mechanisme waarschijnlijk hard nodig om de ETS-prijs boven het huidige niveau te krijgen.

Figuur 24 Voorspelling van de ETS-prijzontwikkeling⁹



Bron: Primes referentie scenario (Capros et al., 2013).

Back-loading en de market stability reserve zijn volume-ingrepen, die door het stabiliseren van het volume aan rechten ook indirect zullen resulteren in een stabielere prijsvorming op de ETS-markt.¹⁰ Voor de langere termijn schat Capros et al. (2013) in dat het overschat aan emissierechten langzaam maar zeker van de markt verdwijnt, waardoor de ETS-prijs na 2025/2030 sterker gaat stijgen. Deze toekomstverwachtingen zijn echter zeer onzeker.

Merk op dat er ook een wisselwerking bestaat tussen het aandeel hernieuwbare energie en de ETS-prijs: bij een hoger aandeel hernieuwbare energie is er minder vraag naar ETS-rechten en hiermee kan het aandeel hernieuwbare energie een prijsverlagende werking op de ETS-prijs hebben. In een review van de Impact Assessment van het voorstel voor 2020-2030 wordt dit effect als volgt gekwantificeerd: door de stijging in energieprijzen als gevolg van een hoger aandeel hernieuwbare energie neemt de vraag naar energie af waardoor 270 Mton CO₂ bespaart wordt door vraagreductie. Oftewel voor elke procent hogere hernieuwbare energie-input zal het primair energiegebruik met 4,2 Mtoe dalen in vergelijking met het referentiescenario aangenomen in de Impact Assessment. Hierdoor wordt de opgaven van de ETS-sectoren automatisch verkleind en zal de ETS-prijs dus dalen (CE Delft, 2014a).

⁹ Deze figuur is opgesteld voor de aankondiging van de marktstabiliteitsreserve door de Europese Commissie. Hierdoor kunnen de inschattingen van de ETS-prijs lager zijn dan nu het geval zou zijn.

¹⁰ Back-loading en het market stability reserve zijn niet de enige maatregelen ter bevordering van de stabiliteit van de ETS-prijs. In EC, 2012b en ICCG, 2013 wordt een uitgebreider overzicht van maatregelen gegeven.

5.3 Stimulering werking ETS voor investeringen in hernieuwbare energie

Zoals eerder aangegeven is een belangrijke eerste voorwaarde voor een effectieve prikkel voor investeringen in hernieuwbare energie via het EU ETS dat de ETS-prijs hoger ligt dan de meerkosten van hernieuwbare energie.¹¹ De gemiddelde ETS-prijs in 2012 was ongeveer gelijk aan € 7,5, waarmee die lager ligt dan de meerkosten van alle vormen van hernieuwbare elektriciteit. Zonder aanvullend beleid biedt het EU ETS momenteel dus geen effectieve prikkel voor investeringen in hernieuwbare elektriciteit. Eenzelfde conclusie kan ook getrokken worden (zelfs in sterkere mate) voor hernieuwbare warmte en biobrandstoffen in verkeer, zoals geïllustreerd wordt in de figuren in Paragraaf 4.3.

Naast het feit dat de ETS-prijs slechts een zeer beperkte prikkel geeft om te investeren in hernieuwbare energie zijn er nog een aantal factoren die de stimulerende werking van het ETS beperken. In vergelijking met conventionele energie kennen veel vormen van hernieuwbare energie (o.a. wind en zon) een andere kostenstructuur, waarbij er sprake is van relatief hoge investeringskosten en lage operationele kosten. Voor dezelfde capaciteit dienen bij hernieuwbare energie dus vaker hogere financieringskosten gemaakt te worden, wat leidt tot grotere risico's voor investeerders (en financiers) en dus hogere risicopremies (Beck en Martinot, 2004). Het ETS biedt geen oplossing voor deze hoge financieringskosten; sterker nog, de grote onzekerheid in de prijsontwikkeling op de ETS-markt leidt tot extra onzekerheid over de (toekomstige) opbrengsten van investeringen in hernieuwbare energie en daarmee tot hogere financieringskosten. Zelfs als de ETS-prijs voldoende hoog is om de meerkosten van hernieuwbare energie te compenseren, is het dus maar de vraag of er voldoende zekerheid over de ETS-prijs bestaat om investeringen in deze vorm van energie van de grond te krijgen. Initiatieven, zoals de marktstabiliteitsreserve, die zorgen voor een stabielere prijsontwikkeling op de ETS-markt kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het realiseren van de gewenste zekerheden.

Voor de langere termijn is het belangrijk dat er geïnvesteerd wordt in innovatieve technieken voor hernieuwbare energie die nu nog niet rendabel zijn, maar dat op termijn wel kunnen worden. Zeker voor een grootschalige overschakeling op een duurzame energievoorziening zijn dergelijke innovatieve energietechnologieën onmisbaar. Het ETS biedt echter alleen een prikkel voor de goedkoopste reductietechnieken/vormen van hernieuwbare energie. Om ook de duurdere vormen van hernieuwbare energie te ontwikkelen is aanvullend beleid op het EU ETS dus waarschijnlijk nodig.

¹¹ Hierbij gaan we er vanuit dat er geen aanvullende (prijs)instrumenten worden ingezet. Worden er naast het EU ETS ook (nationale) subsidies of fiscale maatregelen ingezet, dan kunnen die ook een deel van de meerkosten van hernieuwbare energie compenseren. Voor de huidige analyse laten we dergelijke aanvullende instrumenten echter buiten beschouwing.



6 Conclusie

6.1 Aandeel hernieuwbare energie en CO₂-reductie

Het aandeel hernieuwbare energie in Nederland bedraagt nu 4,5% en moet naar verwachting uitkomen op 14% in 2020. Een groot deel van de groei in hernieuwbare energie is het gevolg geweest van het beleid in 2000-2009, waaronder de MEP-subsidies. Naast de RED en FQD heeft nationaal beleid, zoals de MEP-subsidies en afvalbeleid, ook een belangrijke rol gespeeld in het realiseren van het huidige aandeel hernieuwbare energie. De transportsector lijkt van de drie sectoren het meeste afhankelijk van de RED en FQD te zijn.

Een groot deel van het aandeel hernieuwbare energie zal in de komende jaren nog gerealiseerd moeten worden om de doelen te kunnen halen en is daarmee nog sterk afhankelijk van projecten, zoals de realisatie van windparken op zee.

6.2 Kosten hernieuwbare energie en vergelijking met ETS-prijs

Op basis van de analyse van de kosten van diverse vormen van hernieuwbare energie en de vergelijking met de ontwikkeling van de ETS-prijs kunnen de volgende conclusies getrokken worden.

- **Geen stimulerende werking ETS-prijs**
De kosten per ton vermeden CO₂ van alle beschouwde duurzame energie-technieken liggen met de huidige economische randvoorwaarden zoveel hoger dan de ETS-prijs en het ETS omvat maar een deel van het energiegebruik. De ETS-prijs zal dan ook niet de stimulerende werking van de RED en FQD overnemen tot 2030.
- **Onvoldoende zekerheid lange termijninvesteringen**
De ETS-prijs biedt niet voldoende zekerheid voor lange termijninvesteringen in hernieuwbare energie, tenzij het 'market stability reserve' voor een stabielere prijsontwikkeling kan zorgen. Alleen bij- en meestoken van biomassa dat flexibel ingezet kan worden zou goed om kunnen gaan met de variatie in ETS-prijzen.
- **Nog niet voldoende stabiliteit in 2020-2030**
De invoering van het marktstabiliteitsreserve kan naar verwachting in 2020-2030 nog niet voor voldoende stabiliteit in de ETS-markt zorgen.
- **Gebrek aan stimulans voor duurdere innovaties**
Aanvullend beleid is nodig om innovaties te stimuleren, die nu nog onrendabel zijn, maar wel het potentieel hebben om op de lange termijn kosteneffectief te zijn en een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de transitie naar een duurzame energievoorziening.



6.3 Aanbevelingen

Op basis van de uitkomsten van dit onderzoek beveelt CE Delft de Commissie Corbey aan om in haar advies aan de Nederlandse overheid de volgende punten te benoemen als belangrijke overwegingen bij de invulling van het beleid na 2020:

- **ETS alleen onvoldoende**
Indien de transitie naar een duurzame energievoorziening tussen 2020 en 2030 voortgang dient te houden dan is het enkel op het ETS-systeem vertrouwen als sturingsmiddel onvoldoende.
- **Sturen op CO₂**
Een CO₂-reductiedoelstelling zoals het FQD-doel in de transportsector werkt stringenter en effectiever dan een HE-doelstelling, omdat het aanstuurt op de werkelijke reductie van CO₂. Omdat de ketenbenadering daarnaast afwenteling op andere sectoren voorkomt, is het wenselijk om een soortgelijke doelstelling in het beleid na 2020 te behouden en de aanpak van de FQD door te vertalen naar eisen voor de elektriciteits- en warmtesector. Wanneer het op Europees niveau niet haalbaar is dit op te nemen in het nieuwe beleidspakket, kan de Commissie Corbey de overheid adviseren de sturing op CO₂ in ieder geval een grotere rol te laten spelen in nationale beleidsinstrumenten, zoals bij de toekenning van SDE+ subsidie of andere beleidsinstrumenten.
- **Innovatieprikkels**
In het huidige voorstel van de EC zitten een aantal factoren, die innovatie kunnen belemmeren of vertragen: het voorgestelde beleid geeft geen prikkel te investeren in duurdere innovatieve technologieën, terwijl deze wel noodzakelijk zijn voor de lange termijntransitie naar een duurzame samenleving. Met aanvullend beleid kan er voor gezorgd worden dat er ook investeringen in innovaties met een hoge potentie voor de toekomst blijven plaatsvinden.
- **Investeringszekerheid**
Gezien de maatregelen, die de ETS-prijs moeten stabiliseren, waarschijnlijk te laat komen voor een stabiele ETS-prijs in de periode 2020-2030 is het belangrijk oog te hebben voor investeringszekerheid.
- **Subsidiëring hernieuwbare energie en fossiel**
Een belangrijk punt van aandacht is de subsidiëring van zowel hernieuwbare energie als fossiele energie. Door de subsidies die nu nog verstrekt worden aan fossiele energie sterk te verminderen en subsidies primair te richten op duurzame energie kan de concurrentiekracht van hernieuwbare vormen van energie sterk verbeteren.
- **Verschil in beleidsmatige aanpak bio-energie en biobrandstoffen**
Door een verschillende aanpak in de stimulering van bio-energie en biobrandstoffen (SDE-subsidie versus bijmengverplichting) bestaat het risico dat de kosten per ton CO₂ ver uit elkaar gaan lopen. Bij de bijmengverplichting ligt de focus niet op de kosten vanwege het verplichtende karakter. Het is daarom raadzaam vaker de verschillende vormen van biomassa in de verschillende sectoren op kosten per ton CO₂ te vergelijken.

- **Harmonisatie in EU**

Aangezien lidstaten in het huidige voorstel vrij zijn om zelf het beleid in te vullen kunnen er grote verschillen tussen de lidstaten ontstaan op het gebied van de stimulering van hernieuwbare technologieën en de behandeling van de verschillende sectoren. In hoeverre deze verschillen een negatieve invloed op de transitie naar duurzame energie hebben (bijv. door minder efficiëntere handelsstromen en de wisselwerking tussen regelingen in lidstaten) is in deze studie niet onderzocht. Aanbevolen wordt hier wel nader naar te kijken bij het vaststellen van het beleid voor 2020-2030.

- **Extra aandacht transportsector**

De verduurzaming van de transportsector is een punt van aandacht. Door relatief hoge kosten en beperktere CO₂-reductieopties ten opzichte van de andere sectoren kan deze verduurzaming stilvallen zonder gericht overheidsbeleid.

- **Opname van tussendoelstellingen**

Tussendoelstellingen kunnen voor een meer gelijkmatigere groei van hernieuwbare energie zorgen en levert daardoor over de jaren meer CO₂-reductie op.



Bronnen

Agentschap NL, 2010

Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie Update 2010
Methodiek voor het berekenen en registeren van bijdrage van hernieuwbare energiebronnen
Utrecht : Agentschap NL, 2010

Agentschap NL, 2013

Statusdocument bio-energie 2012
Utrecht : Agentschap NL, 2013

Beck en Martinot, 2004

F. Beck, E. Martinot
Renewable energy policies and barriers
In : Encyclopedia of Energy, Vol. 5 (2004); p. 365-383

CE Delft, 2014

G.C. (Geert) Bergsma (CE Delft), J. (Jan) Vroonhof (Vroonhof Milieu Advies),
M.J. (Martijn) Blom (CE Delft), I.Y.R. (Ingrid) Odegard (CE Delft)
Evaluatie Landelijk Afvalbeheerplan (LAP) 1 en 2
Delft : CE Delft, 2014

Capros et al., 2013

P. Capros, A. De Vita, N. Tasios, D. Papadopoulos, P. Siskos, E. Apostolaki,
M. Zampara, L. Paroussos, K. Fragidakis, N. Kouvaritakis
EU Energy, transport and GHG emissions - Trends to 2050:
Reference scenario 2013
Athens : E3M-Lab, 2013

CBS, 2013a

Hernieuwbare energie; eindverbruik en vermeden verbruik fossiele energie
<http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=7516&D1=0-5&D2=5&D3=a&D4=22-23&VW=T>
Geopend: 20 mei 2014

CBS, 2013b

Hernieuwbare Energie in Nederland 2012
Den Haag/Heerlen : Centraal Bureau voor de Statistiek, 2013

CBS, 2014

Belang hernieuwbare energie in 2013 niet toegenomen
<http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/publicaties/artikelen/archief/2014/2014-4073-wm.htm>
Geopend: 20 mei 2014

Department of Energy & Climate change, 2013

Electricity generation costs 2013
London : Department of Energy & Climate change, 2013



EC, 2009a

Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC
Brussels : European Commission (EC), 2009

EC, 2009b

Directive 2009/30/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC
Brussels : European Commission (EC), 2009

EC, 2012a

Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council Amending Directive 98/70/EC relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources, (COM(2012) 595 final
Brussels : European Commission (EC), 2012

EC, 2012b

Report from the Commission to the European Parliament and the Council The state of the European carbon market in 2012, COM(2012) 652 final
Brussels : European Commission (EC), 14 november 2012

EC, 2014

Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's Een beleidskader voor klimaat en energie in de periode 2020-2030
COM (2014) 15 final
Brussels : European Commission (EC), 2014

EC, 2014a

Proposal for a decision of the European Parliament and of the Council concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and amending Directive 2003/87/EC, COM(2014) 20/2
Brussels: European Commission, 2014

EC, 2014b

Commission staff working document: Executive summary of the Impact Assessment accompanying the document Proposal for a decision of the European Parliament and of the Council concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and amending Directive 2003/87/EC, SWD(2014) 18/2
Brussels: Europese Commissie, 2014

EC, 2014c

Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030, COM(2014)/015final
Brussels : European Commission, 2014



ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland, 2013
Energietrends 2013 : Vier gevolgen van de groei van hernieuwbaar voor het energiesysteem
S.l. : ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland, 2013

ECN en DNV GL, 2014
Conceptadvies basisbedragen SDE+ 2015 voor marktconsultatie
Petten : ECN, 2014

Ecofys en CE Delft, 2011
Overheidsingrepen in de energiemarkt : Onderzoek naar het Nederlandse speelveld voor fossiele brandstoffen, hernieuwbare bronnen kernenergie en energiebesparing
Delft : CE Delft, 2011

Eurostat, 2013
Share of renewable energy in fuel consumption of transport, 17 October 2013
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/mapToolClosed.do?tab=map&init=1&plugin=0&language=en&pcode=tsdcc340&toolbox=types>
Geopend: 20 mei 2013

Eurostat, 2014
Share of renewables in energy consumption up to 14% in 2012, 10 March 2014
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/8-10032014-AP/EN/8-10032014-AP-EN.PDF
Geopend: 20 mei 2013

Fraunhofer ISE, 2013
Levelized costs of electricity Renewable energy technologies
Freiburg : Fraunhofer ISE Institute for Solar Energy Systems, 2013

Groningen Seaports, 2014
Nieuwe kansen voor Eemshaven : investering Gemini rond
<http://www.groningen-seaports.com/Nieuws/tabid/2122/articleType/ArticleView/articleId/161/language/en-US/Nieuwe-kansen-voor-Eemshaven-investering-Gemini-windpark-rond.aspx>
Geopend: 20 mei 2014

IISD, 2013
Biofuels-At What Cost?: A review of costs and benefits of EU biofuel policies
Geneva : International Institute for Sustainable Development (IISD) 2013

Ministerie van EZ, 2013
Rapportage 2013 Prognose hernieuwbare energie
Den Haag : Ministerie van Economische Zaken, 2013

Ministerie van EZ, 2014
Voortgangsrapportage: Energie uit hernieuwbare bronnen in Nederland 2011-2012 - Richtlijn 2009/28/EG
Den Haag : Ministerie van Economische Zaken (EZ), 2014



NEa, 2012

Naleving jaarverplichting 2011 hernieuwbare energie vervoer en verplichting brandstoffen luchtverontreiniging
Den Haag : Nederlandse Emissieautoriteit (NEa), 2012

NEa, 2013

Naleving jaarverplichting 2012 hernieuwbare energie vervoer en verplichting brandstoffen luchtverontreiniging
Den Haag : Nederlandse Emissieautoriteit (NEa), 2013

Rabobank, 2014

Welke duurzame energie win(d)t? : Een doorkijk naar de ontwikkelingen in Nederland tot 2020
In : Rabobank Cijfers & Trend Thema-update Duurzame Energie, jrg. 38, 2014

Rijksoverheid, jaar onbekend

Website Windmolenparken op zee
<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/windenergie/windenergie-op-zee>
Geopend: 20 mei 2014

Rijksoverheid, 2010

Nationaal actieplan voor energie uit hernieuwbare bronnen: Richtlijn 2009/28/EG
Den Haag : Rijksoverheid, 2010

RVO, jaar onbekend

Webpagina EU Beleid Biobrandstoffen
<https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/gave/beleid-biobrandstoffen/eu-beleid?wssl=1>
Geopend: 20 mei, 2014

RVO, 2014

Voorlopige correctiebedragen stimulering duurzame energieproductie 2014 ten behoeve van voorschotverlening 2014
Den Haag : Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), 2014

SendeCO2

Website: Carbon dioxide emission allowances electronic trading system
<http://www.sendeco2.com/index-uk.asp>
Geraadpleegd: 2 juni 2014

SEO, 2013

B. Tieben
Duurzame energie naar 16 procent
Kosten en baten van een ambitieus energieprogramma
Amsterdam : SEO Economisch Onderzoek, 2013



Bijlage A Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED)

A.1 Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED)

De Europese richtlijn ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen, ook wel de Renewable Energy Directive (EC, 2009a) trad in werking op 25 juni 2009. Volgens de voorschriften van deze richtlijn moet in 2020 20% van het (finaal) energiegebruik in de Europese Unie uit hernieuwbare energie bestaan. Onder hernieuwbare energie worden de volgende energievormen verstaan:

‘energie uit hernieuwbare niet-fossiele bronnen, namelijk, wind, zon, aerothermische, geothermische, hydrothermische energie en energie uit de oceanen, waterkracht, biomassa, stortgas, gas van rioolzuiveringsinstallaties en biogassen.’

Elke lidstaat kent hierbij een eigen individuele doelstelling: Nederland heeft als opdracht in 2020 een aandeel van 14% hernieuwbare energie te hebben gerealiseerd.

10% hernieuwbare energie in transport

Naast een algemene doelstelling kent de RED ook een aparte doelstelling van 10% hernieuwbare energie voor de transportsector. Deze doelstelling is voor elke individuele lidstaat gelijk. De 10% zal met name gerealiseerd worden door de inzet van biobrandstoffen, maar ook hernieuwbare elektriciteit en waterstof tellen mee voor de doelstelling. In de richtlijn zijn duurzaamheidscriteria opgenomen om de duurzaamheid van de biobrandstoffen te waarborgen. Ook kent de richtlijn een (administratieve) dubbeltelling voor biobrandstoffen uit afval en residuen om zo de betere biobrandstoffen te stimuleren en is een correctiefactor van 2,5 geïntroduceerd om te corrigeren voor de hogere efficiëntie van elektrisch vervoer.

A.2 Implementatie RED in Nederland

Biobrandstoffenverplichting

In tegenstelling tot de elektriciteitssector zijn de hernieuwbare energieopties in de transportsector nog beperkt. Naar verwachting kan in 2020 slechts een klein gedeelte van de transportdoelstelling gehaald worden met de inzet van hernieuwbare elektriciteit en waterstof. Daarom zal een groot gedeelte van de doelstelling ingevuld worden met biobrandstoffen. Om de afzet van biobrandstoffen af te dwingen heeft de Nederlandse overheid net als veel andere lidstaten gekozen voor het instellen van een biobrandstoffenverplichting voor brandstofleveranciers. Deze verplichting houdt in dat van alle brandstoffen, die een leverancier op de Nederlandse markt afzet, een deel moet bestaan uit biobrandstoffen. In 2020 moet daarmee uiteindelijk 10% van alle brandstoffen uit biobrandstoffen bestaan.



Tabel 8 Biobrandstoffenverplichting voor brandstofleveranciers gebaseerd op energie-inhoud 2010-2020 in Nederland

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Totale verplichting	4%	4,25%	4,5%	5,0%	5,5%	6,25%	7%	7,75%	8,5%	9,25%	10%
Diesel	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Benzine	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

NB: Door dubbeltellingsregeling voor een aantal soorten duurzame biobrandstoffen kan de fysieke inzet ook lager liggen dan hier gepresenteerde doelen (10% betekent met een dubbeltellingspercentage van 51% (2012) in werkelijkheid 7,5%).

Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE+)

Waar de biobrandstoffenverplichting en de implementatie van de FQD vooral relevant zijn voor de brandstofleveranciers is de subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE+) het belangrijkste overheidsinstrument om de productie van andere vormen van hernieuwbare energie te stimuleren.

Het doel van de SDE+ regeling is het op een kosteneffectieve manier behalen van de Europese RED-doestelling in 2020. De subsidie wordt hierbij gefinancierd uit een opslag op de energierekening (+evt. een deel kolen- en gasbelasting), waardoor er een directe link bestaat tussen het energieverbruik en de verduurzaming van energie. De subsidie wordt verleend voor de productie van duurzame elektriciteit, duurzame warmte (of een combinatie van warmte en elektriciteit) en groen gas. Door de indeling in verschillende fases kunnen kosteneffectieve projecten eerder subsidie ontvangen dan minder kosteneffectieve projecten. Merk op dat de SDE+ regeling een regeling voor het bedrijfsleven is en bijv. zonnepanelen bij particulieren niet onder deze regeling vallen.

De SDE+ regeling is de opvolger van de SDE-regeling en de MEP-regeling en bestond daarmee al voor de introductie van de Richtlijn hernieuwbare energie. Wel is de regeling in de afgelopen jaren zo hervormd dat de regeling ten dienste staat van de 14%-doelstelling. Eerder was de stimulering van duurzame energie meer gericht op het realiseren van innovaties.

Ontwikkeling van MEP naar SDE+ regeling:

1 juli 2003-2006	Ministeriële regeling milieukwaliteit elektriciteitsproductie (MEP)
1 jan 2008-2012	Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE)
2012-heden	SDE+ regeling

Overige beleidsmaatregelen

Hoewel de biobrandstoffenverplichting en de SDE+ regeling als twee van de belangrijkste beleidsinstrumenten gezien kunnen worden, bestaat het beleid van de Nederlandse overheid uit meer maatregelen. Een meer uitgebreide beschrijving van het overig beleid is te vinden in het Nederlandse Nationale Actieplan Hernieuwbare Energie (Rijksoverheid, 2010).



Bijlage B Richtlijn Brandstofkwaliteit (FQD)

B.1 Richtlijn Brandstofkwaliteit (FQD)

In hetzelfde jaar als de RED werd op 23 april 2009 ook de nieuwe Richtlijn Brandstofkwaliteit, oftewel de Fuel Quality Directive (FQD) gepubliceerd. Deze richtlijn stelt eisen aan brandstoffen in het algemeen, maar richt zich ook op de broeikasgasemissies van brandstoffen, die tijdens de keten vrijkomen.

Vanaf 1 januari 2011 zijn brandstofleveranciers verplicht jaarlijks over de broeikasgasintensiteit¹² van de door hen op de markt afgezette brandstoffen te rapporteren. De richtlijn verplicht hen ook om deze broeikasgasintensiteit te verminderen door middel van de inzet van biobrandstoffen of andere alternatieve brandstoffen en door de vermindering van het affakkelen en ontluchten in de olieproducerende industrie.

Op 31 december 2020 moet de reductie van de broeikasgasintensiteit ten minste 6% bedragen ten opzichte van de Europees gemiddelde broeikasgasintensiteit van fossiele brandstoffen in 2010 (88,3 gCO₂/MJ).

Voor de duurzaamheid van biobrandstoffen binnen de FQD gelden dezelfde duurzaamheidscriteria en berekeningsmethodologie als in de RED (EC, 2009b; RVO, jaar onbekend).

Tot vandaag de dag is de richtlijn nog niet geheel geïmplementeerd: er is nog geen overeenstemming over de gedetailleerde implementatie van de richtlijn, zoals gepubliceerd in een EC-voorstel in 2011. Landen als Canada zien de implementatie van dit voorstel namelijk als een ban op teerzandolie.

B.2 Implementatie FQD in Nederland

In het Besluit Brandstoffen Luchtverontreiniging van 8 april 2011 is de FQD in Nederlandse wetgeving geïmplementeerd. Nederlandse brandstofleveranciers moeten de levenscyclus emissies van de door hen op de markt gebrachte wegtransportbrandstoffen voor 31 december 2020 met 6% reduceren. In eerste instantie waren ook subdoelstellingen voor 2014 en 2017 opgenomen, maar om de handhavingskosten en administratieve lasten te beperken zijn deze in juni 2013 geschrapt. De voortgang van de FQD wordt samen met de biobrandstoffenverplichting gemonitord door de Nederlandse Emissieautoriteit.

¹² Broeikasgasemissies over de gehele levenscyclus per eenheid energie.





Bijlage C EU-voorstel Climate and Energy Package 2030

Op 22 januari publiceerde de Europese Commissie haar voorstel voor de energie en klimaatdoelstellingen voor de periode 2020-2030 (EC, 2014).

De belangrijkste punten uit het voorstel zijn als volgt:

- 40% broeikasgasemissiereductie t.o.v. 1990; waarbij de ETS-sectoren een aparte reductiedoelstelling krijgen toegewezen van 43% t.o.v. 2005;
- niet-ETS-sectoren worden geacht 30% van de broeikasgasemissies t.o.v. 2005 te reduceren;
- een aandeel van tenminste 27% hernieuwbare energie¹³, waarbij er geen individuele doelen komen voor de lidstaten;
- (voorlopig) geen aparte doelstelling voor energie-efficiëntie (afhankelijk van de evaluatie van het huidig beleid);
- het instellen van een marktstabiliteitsreserve binnen het ETS-systeem vanaf 2021.

De Europese Raad heeft in maart 2014 besloten dat er uiterlijk in oktober 2014 over het nieuwe beleidsraamwerk wordt besloten. Na dit besluit zal er nog verdere invulling aan het beleid gegeven moeten worden.

¹³ In de impact assessment zijn ook andere varianten doorgerekend, waarbij een variant laat zien dat voor ongeveer 45% CO₂-reductie ongeveer 8% meer hernieuwbare energie vereist is om de 5% extra CO₂-reductie te realiseren. De scenario's verschillen wel sterk in vereiste beleidsaanpassingen, waardoor geen harde conclusies verbonden mogen worden aan bovenstaande vergelijking. (CE Delft, 2014a; EC, 2014b).





Bijlage D Emissiefactoren

D.1 Emissiefactoren biobrandstoffen op basis van Annex V van de RED

Grondstof	Directe emissies	ILUC-factor
	gCO ₂ eq/MJ	gCO ₂ eq/MJ
Cassave	65,2	78,2
Dierlijk vet	10.7	0.0
Dierlijk vet overig	10.7	0.0
Glycerine	26.3	0.0
Huishoudelijk afval	15.3	0.0
Koolzaad/raapzaad	49.0	104.0
Maïs	38.5	50.5
Oliepalm	57.0	112.0
Suikerbiet	34.1	47.1
Suikerriet	25.4	38.4
Talg	10.7	0.0
Tarwe	41.1	53.1
Tarwestro	11.4	0.0
UCO/gebruikt frituurvet	10.7	0.0

D.2 ILUC-factoren uit het ILUC-voorstel van de Europese Commissie (2012)

	ILUC-factor (gCO ₂ eq/MJ)
Granen en andere zetmeelhoudende gewassen	12
Suikerhoudende gewassen	13
Oliehoudende gewassen	55





Bijlage E EU ETS

E.1 De werking van het emissiehandelssysteem

Het EU ETS vormt een belangrijk onderdeel van het Europese klimaatbeleid. Het ETS zet een plafond voor de totale hoeveelheid broeikasgasemissies die uitgestoten mag worden door de deelnemers aan het systeem. Dit plafond wordt jaarlijks verlaagd met 1,74%, zodat de uitstoot van broeikasgasemissies van de deelnemende sectoren in 2020 21% lager ligt dan in 2005. Het voorstel is om dit reductiepercentage vanaf 2021 te verhogen naar 2,2% per jaar (EC, 2014c).

Onder het plafond ontvangen of kopen de deelnemende partijen emissierechten, die ze onderling kunnen verhandelen. Elk jaar dienen de deelnemers voldoende emissierechten in te leveren voor de broeikasgasemissies die ze hebben veroorzaakt. Als een deelnemer hiervoor te weinig rechten heeft, dan kunnen ze die op de markt bijkopen bij een deelnemer die een overschot aan rechten heeft of ze kunnen reductietechnieken inzetten om hun emissies te reduceren. De flexibiliteit die het handelen in emissierechten met zich meebrengt zorgt ervoor dat de emissies worden gereduceerd op de plek waar dit het goedkoopst kan. Theoretisch gezien zorgt dit systeem er dus voor dat de gewenste emissiereductie op een kostenefficiënte wijze wordt bereikt.

De deelnemende sectoren aan het EU ETS zijn momenteel de elektriciteitsproducenten, de energie-intensieve industrie (o.a. olieraffinaderijen, papierindustrie, cementindustrie, staalindustrie, etc.) en, sinds 2012, de luchtvaart. Belangrijke sectoren die momenteel buiten het ETS vallen zijn transport en de gebouwde omgeving. Stimulering van het gebruik van hernieuwbare energie binnen deze sectoren kan op dit moment dus niet via het ETS gerealiseerd worden.

Eén van de mogelijkheden die deelnemende partijen aan het EU ETS hebben om hun emissies te reduceren is door gebruik te maken van hernieuwbare energie.¹⁴ Voor deze vormen van energie, waarbij geen (netto) broeikasgasemissies vrijkomen, hoeven immers geen emissierechten ingeleverd te worden. De emissierechten die partijen zo overhouden kunnen ze verkopen op de markt. Elk recht heeft daarmee een waarde die gelijk is aan de prijs die voor de emissierechten tot stand komt op de markt. Wanneer deze waarde hoger is dan de meerkosten van hernieuwbare energie is het interessant voor partijen om in deze vormen van energie te investeren. Kortom, bij een ETS-prijs die hoger ligt dan de meerkosten van hernieuwbare energie biedt het ETS een (potentieel) effectieve prikkel om te investeren in die vorm van energie.

¹⁴ Daarbij geldt voor biomassa/biobrandstoffen dat ze alleen in aanmerking komen voor een nul-emissiestatus als ze voldoen aan de duurzaamheidscriteria zoals die in de RED zijn geformuleerd.

