

Aanvullend onderzoek correctiebedragen SDE+-regeling

S.M. Lensink
C.L. van Zijl

December 2015
ECN-E--15-070



Verantwoording

Dit rapport is geschreven door ECN in opdracht van het ministerie van Economische Zaken. Het onderzoek staat geregistreerd onder projectnummer 5.3879. Projectleider van het project is Christine van Zuijlen (vanzuijlen@ecn.nl).

Abstract

On assignment of the Dutch Ministry of Economic Affairs, ECN has studied the current calculation methods for the correction rates within the SDE+ regulation. The correction rates should represent the value which a producer can receive by selling its renewable electricity, gas or heat on the market. ECN has analysed whether current calculation methods are still representative to calculate this market value. In case it turned out that calculations did not meet the representative values, ECN has elaborated on possible alternatives. The analysis has focused on calculation methods for future regulations only.

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 gedeelde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders.



Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	6
2	Algemene introductie: SDE+ en correctiebedragen	8
2.1	Basisinformatie SDE+	8
2.2	Correctiebedragen	10
3	Elektriciteit	13
3.1	Marktindex voor elektriciteit	13
3.2	APX als correctiebedrag	14
3.3	Correctiebedrag AVI's	14
3.4	Correctiebedrag windenergie	15
3.5	Correctiebedrag zon-PV	21
3.6	Invloed van Garanties van Oorsprong (GvO)	26
4	Gas	29
4.1	Marktindex gas	29
4.2	Correctiebedrag groen gas en biogas	30
5	Warmte	33
5.1	Correctiebedrag warmte, groot	34
5.2	Correctiebedrag warmte, AVI	35
5.3	Correctiebedragen warmte, middel en klein	35
5.4	Casus analyse: warmte uit stadsverwarming	37
5.5	Correctiebedrag zonthermie	40
6	WKK	43
6.1	Correctiebedrag gecombineerde opwekking	43
7	Discussie	46

8	Conclusie	48
	Afkortingen	50
	Referenties	51
	Bijlagen	
A.	Rekenmethoden per jaargang	52
B.	Profiel- en onbalansfactoren windenergie	58

Samenvatting

In opdracht van het ministerie van Economische Zaken (EZ) heeft ECN onderzoek gedaan in hoeverre de categorie-specifieke correctiebedragen in de SDE+ maatgevend zijn voor de marktwaarde van duurzame energie in de betreffende categorie. Door de groei van hernieuwbare energie, hebben bedrijven de afgelopen jaren steeds meer ervaring opgedaan met de prijsvorming van hernieuwbare energie. Hierdoor is gaandeweg duidelijk geworden dat de correctiebedragen niet in alle gevallen aansluiten bij de praktijk, waardoor het uit te betalen subsidiebedrag te hoog of te laag uit kan vallen.

Uit het onderzoek is gebleken dat voor een aantal categorieën discrepantie bestaat tussen de berekende correctiebedragen en de gemiddelde prijs van hernieuwbare energie in de markt, of dat er preciezere methodes beschikbaar zijn gekomen om correctiebedragen te berekenen. ECN stelt daarom voor toekomstige beschikkingen binnen de volgende categorieën voor om de rekenmethode aan te passen.

Voor windenergie stelt ECN voor om de via ENTSO-E beschikbaar gestelde productie- en verwachtingsdata te gebruiken om in komende jaren de profiel- en onbalanskosten te berekenen en om in de profiel- en onbalanskosten slechts onderscheid te maken tussen wind op zee en overige opties van windenergie.

Voor zon-PV adviseert ECN om in de correctiebedragen meer rekenschap te geven van het feit dat een substantieel deel van de elektriciteit geproduceerd met zon-PV-installaties, vaak voor de eigen elektriciteitsbehoefte wordt ingezet. Hieruit volgt een te maken keuze, die niet-limitatief kan bestaan uit:

- Correctiebedragen zon-PV berekenen op basis van één gemiddelde en periodiek te herijken verhouding tussen eigen gebruik en netlevering, of
- Aparte correctiebedragen zon-PV hanteren voor elektriciteitsproductie die aan het net geleverd wordt en voor elektriciteitsproductie die voor eigen gebruik wordt ingezet.

Voor zonthermie adviseert ECN de waarde van enkele parameters in de berekening aan te passen om deze beter aan te laten sluiten op de opwek van zonthermische energie in de praktijk.

1

Inleiding

Aanleiding

De subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE+) wordt door het ministerie van Economische Zaken gebruikt om de productie van hernieuwbare energie in Nederland te stimuleren. De SDE+-regeling vergoedt het verschil tussen het *basisbedrag* (de productiekosten van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte en hernieuwbaar gas) enerzijds en het *correctiebedrag* (de marktprijs van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte of hernieuwbaar gas) anderzijds. Per technologie wordt tevens een *basis(energie)prijs* vastgesteld, die de ondergrens voor het correctiebedrag vormt.

De hoogte van de basisbedragen wordt ieder jaar voor een nieuwe regeling door ECN en DNV GL onderzocht en geconsulteerd in de markt. De hoogte van de correctiebedragen wordt daarentegen niet jaarlijks geconsulteerd. ECN hanteert zowel voor de berekening van de voorlopige als de definitieve correctiebedragen jaarlijks dezelfde rekenmethode.

Door de groei van hernieuwbare energie, hebben bedrijven de afgelopen jaren steeds meer ervaring opgedaan met de prijsvorming van hernieuwbare energie. Hierdoor is gaandeweg duidelijk geworden dat de correctiebedragen niet in alle gevallen aansluiten bij de praktijk, waardoor het uit te betalen subsidiebedrag te hoog of te laag uit kan vallen. Om die reden heeft het ministerie van EZ opdracht gegeven aan ECN om te onderzoeken in hoeverre de categorie-specifieke correctiebedragen maatgevend zijn voor de marktwaarde van duurzame energie in de betreffende categorie.

Onderzoeksopdracht

ECN is gevraagd in deze opdracht om onderzoek te doen naar de effecten die optreden bij de (berekenningswijze van) de correctiebedragen voor verschillende SDE+ categorieën. Hierbij dient gekeken te worden naar:

- De huidige berekeningswijze van de correctiebedragen;
- Identificatie van (aanvullende) factoren die de correctiebedragen kunnen beïnvloeden (zoals belastingheffing);
- Effecten van correctiebedragen op de kosteneffectiviteit van SDE+-regeling.

Uit het onderzoek moet blijken in hoeverre de categorie-specifieke correctiebedragen maatgevend zijn voor de marktwaarde van duurzame energie in de betreffende categorie. In geval van significant verschil kan ECN advies geven over een berekeningswijze van de correctiebedragen die beter aansluit bij de praktijk.

Scope

Het onderzoek richt zich op berekeningen van correctiebedragen in de komende jaren voor SDE+-beschikkingen die nog afgegeven gaan worden. In dit onderzoek wordt geen aandacht besteed aan basisprijzen, al moet opgemerkt worden dat de rekenmethodiek van basisprijzen gekoppeld is aan die van correctiebedragen en dat basisprijzen een begrenzing vormen op de correctiebedragen. In dit onderzoek wordt ook niet ingegaan op actuele discussies over het niet mogen subsidiëren van hernieuwbare elektriciteitsproductie bij negatieve marktprijzen.

Aanpak

In overleg met het ministerie is er voor gekozen om voor dit een aanvullend onderzoek een marktconsultatie met overkoepelende brancheorganisaties te houden. Deze consultatieronde heeft in begin oktober 2015 plaatsgevonden. Er zijn circa tien brancheorganisaties uitgenodigd, waarna er acht gesprekken gevoerd zijn. De bevindingen van deze marktconsultatie zijn verwerkt in dit rapport, een afzonderlijk consultatiedocument is niet opgesteld.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een korte introductie in een paar kernbegrippen van de SDE+ regeling en de correctiebedragen. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de correctiebedragen voor elektriciteitscategorieën. Hoofdstuk 4 behandelt de categorieën voor hernieuwbaar gas en hoofdstuk 5 gaat in op hernieuwbare warmte. WKK wordt behandeld in hoofdstuk 6, waarna via een discussie in hoofdstuk 7 er conclusies worden getrokken in hoofdstuk 8.

2

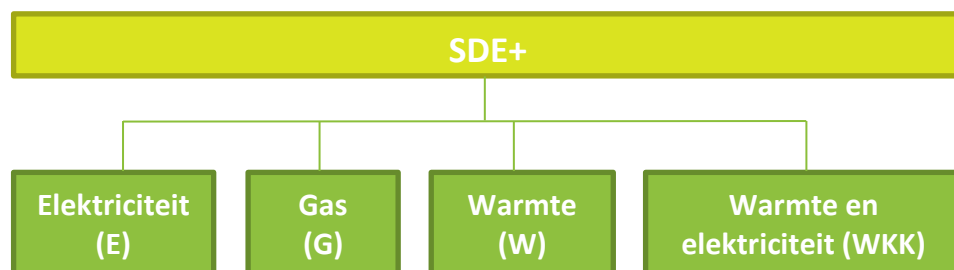
Algemene introductie: SDE+ en correctiebedragen

Dit hoofdstuk geeft een algemene introductie van de werking van de SDE+ regeling (2.1) en introduceert de rol en de berekening van de correctiebedragen (2.2).

2.1 Basisinformatie SDE+

De subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE+) wordt door het ministerie van Economische Zaken ingezet om de productie van hernieuwbare energie in Nederland te stimuleren. Deze regeling is sinds 2008 jaarlijks opengesteld door het ministerie¹ en kent een gefaseerde openstelling, waarbij de technologieën met de laagste kostprijs als eerste in aanmerking komen voor subsidie. De SDE+ richt zich op verschillende technologieën voor de productie van hernieuwbare elektriciteit, gas, warmte en WKK (elektriciteit en warmte), zie Figuur 1.

Figuur 1: Overzicht van de verschillende energievormen die door SDE+ gesubsidieerd worden.



¹ De uitvoering van de SDE+-regeling ligt bij RVO. Voor meer informatie met betrekking tot de SDE+-regeling zelf, zie <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie-sde>.

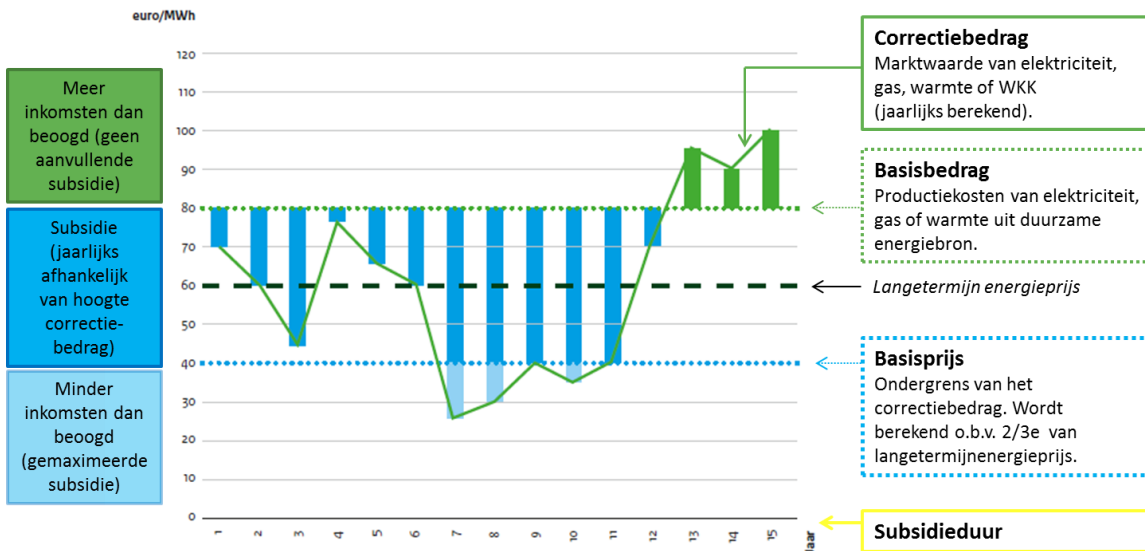
De SDE+-regeling vergoedt het verschil tussen het *basisbedrag* (de productiekosten van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte en hernieuwbaar gas) enerzijds en het *correctiebedrag* (de marktprijs van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte of hernieuwbaar gas) anderzijds. Per technologie wordt tevens een *basis(energie)prijs* vastgesteld, die de ondergrens voor het correctiebedrag vormt.

Figuur 2 toont grafisch hoe de jaarlijkse subsidie bepaald wordt door het basisbedrag, het correctiebedrag en (in sommige gevallen) de basisprijs.

Het basisbedrag en de basisprijs worden per nieuwe regeling bepaald voor iedere categorie² en liggen vast gedurende de looptijd van een subsidiebeschikking.

De correctiebedragen worden daarentegen binnen een subsidiebeschikking jaarlijks berekend om zodoende de actuele marktwaarde te benaderen.

Figuur 2: Grafische weergave van SDE-mechanisme (fictief voorbeeld). Bron (bewerkt): Nationaal actieplan voor hernieuwbare energiebronnen – Richtlijn 2009/28/EC, Rijksoverheid (Rijksoverheid, 2010).



² Voor meer informatie en de laatste adviezen over de basisbedragen en basisprijzen, zie www.ecn.nl/sde.

2.2 Correctiebedragen

Zoals aangegeven in de voorgaande paragraaf dienen de correctiebedragen een maat te zijn voor de marktwaarde van (respectievelijk) hernieuwbare elektriciteit, warmte of gas. De marktprijs van hernieuwbare energie is een combinatie van de prijs op de energiemarkt plus de prijs van het hernieuwbare karakter van de geproduceerde energie. De gemiddelde prijs die een producent kan ontvangen op de markt, hangt van diverse factoren af, zoals betrouwbaarheid en voorspelbaarheid maar ook van de specifieke afzetmarkt. Het generieke karakter van de SDE+-regeling verhoudt zich slecht tot het bieden van maatwerk, maar om de grootste praktijkvariaties te ondervangen, worden de correctiebedragen gedifferentieerd naar SDE+-categorie. Zo kent windenergie een ander correctiebedrag dan zon-PV, en hebben warmtecategorieën een ander correctiebedrag dan hernieuwbaar gas. Aan de hand van een beperkte set aan additionele parameters, aanvullend op de gemiddelde elektriciteits- en gasprijzen op de groothandelsmarkt, worden voor verschillende categorieën verschillende correctiebedragen vastgesteld.

Binnen de SDE+-regeling worden tweemaal per jaar correctiebedragen gepubliceerd door het ministerie van EZ. De voorlopige correctiebedragen worden gebruikt ten behoeve van de bevoorschotting van de subsidie in het komende jaar. De definitieve correctiebedragen worden gebruikt voor de volledige uitbetaling van de te ontvangen subsidie van het voorgaande jaar³.

ECN voert daarom ook tweemaal per jaar berekeningen uit voor de correctiebedragen:

- Voorjaar: berekening van definitieve correctiebedragen voor jaar 'n-1'.
- Najaar: berekening van voorlopige correctiebedragen voor jaar 'n+1'.

Dat wil zeggen dat in 2016 in het voorjaar de definitieve correctiebedragen 2015 worden berekend en in het najaar de voorlopige correctiebedragen 2017.

Voor de voorlopige correctiebedragen wordt een voortschrijdend gemiddelde van de prijsindices voor elektriciteit en gas gebruikt⁴. Voor de definitieve correctiebedragen worden de prijsnoteringen gebruikt die betrekking hebben op de periode van daadwerkelijke productie.

Het startpunt voor dit onderzoek is de rekenmethode voor de berekening van de correctiebedragen zoals hij de afgelopen jaren gehanteerd is. Een schematisch overzicht van de berekeningswijze van ECN is weergegeven in Figuur 3. In bijlage A is een overzicht opgenomen van de rekenmethode voor iedere categorie van afgelopen jaren.

Door de groei van hernieuwbare energie, hebben bedrijven de afgelopen jaren steeds meer ervaring opgedaan met de prijsvorming van hernieuwbare energie. Hierdoor is gaandeweg duidelijk geworden dat de correctiebedragen niet in alle gevallen aansluiten bij de praktijk, waardoor het uit te betalen subsidiebedrag te hoog of te laag uit kan

³ De werkelijke eindafrekening van de SDE+-subsidie vindt plaats na afloop van de subsidieperiode van 8, 12 of 15 jaar.

⁴ Vanaf de voorlopige correctiebedragen 2016 wordt het 12-maands voortschrijdend gemiddelde over de periode september tot en met augustus gebruikt. Tot en met de voorlopige correctiebedragen 2015 werd de periode oktober tot en met september gebruikt. Bij de start van de SDE-regeling in 2008 werd overigens nog een 9-maands voortschrijdend gemiddelde gehanteerd.

vallen. Om die reden heeft EZ aan ECN gevraagd nader onderzoek naar de rekenmethode van de correctiebedragen te doen.

Aan de hand van het overzicht in Figuur 3 wordt in de volgende hoofdstukken nader ingezoomd op de rekenmethode voor respectievelijk de categorieën met betrekking tot hernieuwbare elektriciteit (E), gas (G), warmte (W) en WKK.

Achtereenvolgens worden per hoofdstuk de volgende onderwerpen behandeld:

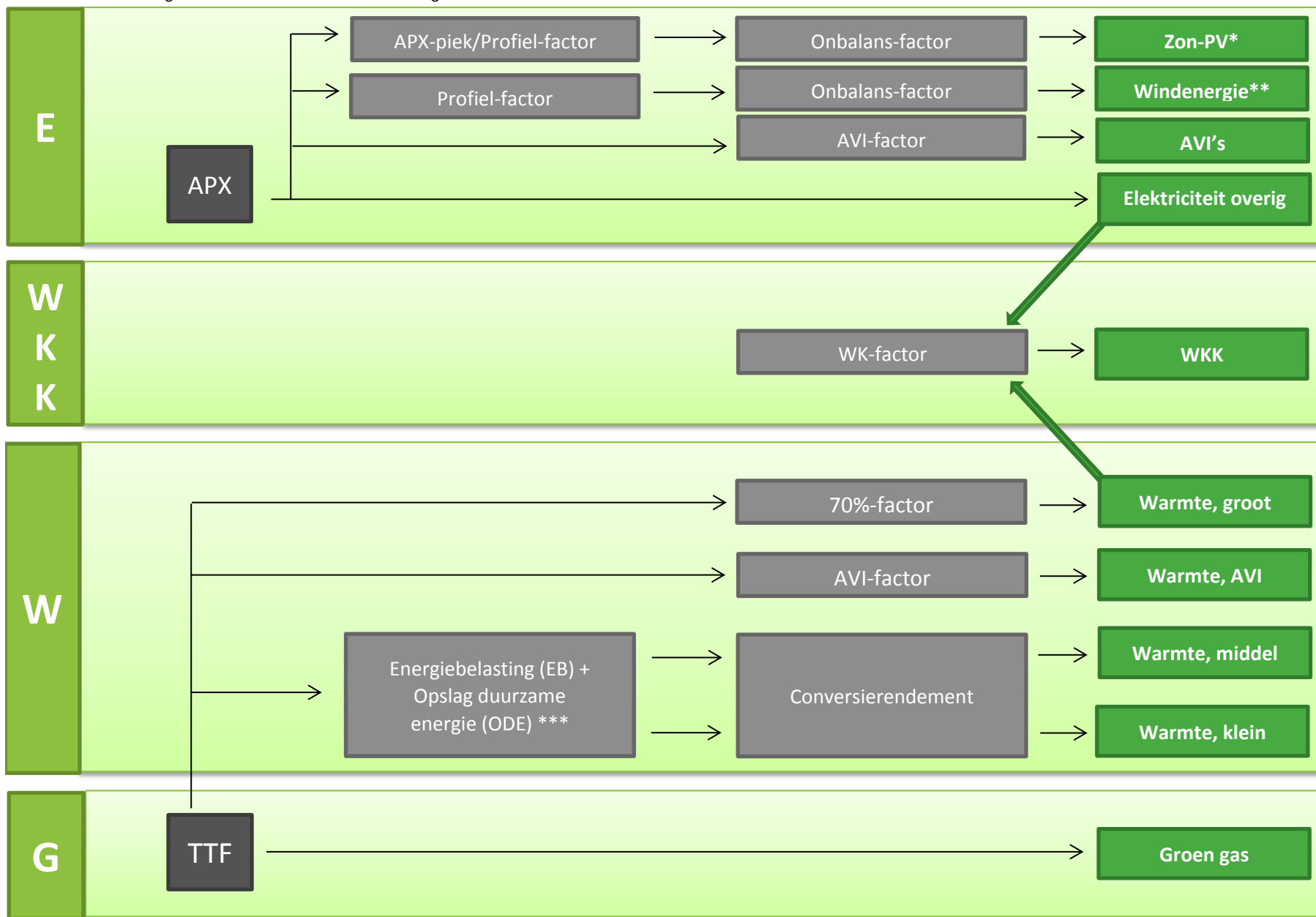
- Huidige berekening van het correctiebedrag en een toelichting daarop.
- Bevindingen uit de marktconsultatie.
- Eigen analyse van ECN over het betreffende correctiebedrag.
- Eventuele conclusies en/of aanbevelingen.

Figuur 3: Schematische weergave van rekenmethode correctiebedragen.

* In de regelingen van 2008, 2009, 2010 bestaat ook een categorie zon-PV < 15 kWp. Hiervoor wordt het consumententarief gebruikt dat jaarlijks door RVO wordt gepubliceerd. Deze berekening is verder niet in dit onderzoek meegenomen, aangezien het zich richt op toekomstige beschikkingen en deze kleinschalige zon-PV categorie in huidige regelingen niet langer voorkomt.

** Voor wind op land is tot en met de regeling van 2014 (en overgangsregeling 2015) is de windfactor van toepassing in de berekeningen. Aangezien de windfactor is afgeschaft, maakt het geen onderdeel uit van dit onderzoek.

*** Het energiebelastingtarief is afhankelijk van de grootte van de installatie en wordt nader toegelicht in hoofdstuk 5.

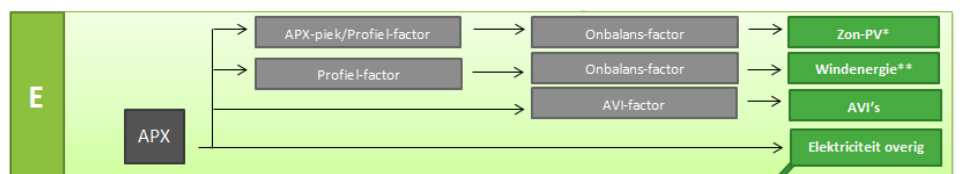


3

Elektriciteit

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen rondom de correctiebedragen van de elektriciteitsopties. De marktprijs van hernieuwbare elektriciteit is een combinatie van de prijs van de elektriciteit op de markt plus de prijs van het hernieuwbare karakter van de geproduceerde elektriciteit. De gemiddelde prijs van elektriciteit op de markt is niet voor iedere type productie-installatie gelijk. Voor een aantal elektriciteitsopties, bijvoorbeeld gerelateerd aan windenergie en zon-PV, bestaat het correctiebedrag uit meerdere componenten dan alleen de $APX_{\text{basislust}}$. Figuur 4 toont schematisch welke verschillende rekenmethoden er voor correctiebedragen van elektriciteitsopties bestaan. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op deze rekenmethoden.

Figuur 4: Schematische weergave van rekenmethode correctiebedragen elektriciteitsopties.



3.1 Marktindex voor elektriciteit

Het correctiebedrag voor de verschillende elektriciteitsopties wordt in de basis gebaseerd op de gemiddelde *day ahead*-prijs van de APX. Dit zijn de opbrengsten uit de verkoop van de duurzame elektriciteit op de APX. Deze informatie wordt verkregen via de openbare website: <http://www.apxgroup.com/>.

Om tot het correctiebedrag te komen wordt over het betreffende jaar de gemiddelde APX-uurprijs genomen. Dit gemiddelde wordt *niet* gewogen naar volume, aangezien hernieuwbare elektriciteitsinstallaties onderaan in de biedladder staan van elektriciteitsproductie en daardoor in beginsel altijd elektriciteit zullen produceren, uiteraard mits de hernieuwbare bron, zoals wind of zoninstraling, beschikbaar is.

In de Regeling vaststelling correcties voorschotverlening duurzame energieproductie 2008 worden, in de toelichting, criteria genoemd voor gebruik van een marktindex t.b.v. de SDE-correctiebedragen. “Bij de keuze voor een index wordt in ieder geval rekening gehouden met:

- a. transparante karakter van de index;
- b. aantal partijen dat de hoogte van de index bepaalt;
- c. liquiditeit van de index.”

In de marktconsultatie is de keuze voor een marktindex niet ter sprake gekomen. ECN ziet dat de APX in gelijke mate als in 2008 aan bovenstaande criteria voldoet en ziet daarom geen aanleiding tot afwijking van deze marktindex in de berekeningen voor de correctieberekeningen.

3.2 APX als correctiebedrag

Rekenmethode correctiebedrag

Voor een aantal categorieën wordt voor het correctiebedrag direct de waarde van de gemiddelde APX-prijs genomen. In de SDE+ geldt dit bijvoorbeeld voor de opties met betrekking tot waterkracht en bij- en meestook van biomassa. In bijlage A is een overzicht opgenomen met alle categorieën van afgelopen regelingen en de bijbehorende gehanteerde rekenmethoden.

$$\text{Correctiebedrag elektriciteit} = \text{APX}_{\text{basislast}}$$

Reacties uit de marktconsultatie

Er zijn geen reacties uit de markt gekomen voor deze categorieën, anders dan dat er geen noemenswaardige effecten bekend waren en dat daardoor een consultatiegesprek hierover niet nodig was.

Conclusie/advies ECN

Bij ECN zijn in dit onderzoek geen signalen binnengekomen dat er voor de categorieën die onder het correctiebedrag = $\text{APX}_{\text{basislast}}$ vallen niet maatgevend zouden zijn. Op basis hiervan en op basis van een eigen beschouwing ziet ECN geen reden om tot een aanpassing van het correctiebedrag voor de basiselektriciteitsopties⁵ te adviseren.

3.3 Correctiebedrag AVI's

Het correctiebedrag voor de afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) wordt als volgt berekend:

⁵ Met basiselektriciteitsopties worden die elektriciteitscategorieën bedoeld, waar het correctiebedrag tot op heden berekend werd als de gemiddelde ongewogen elektriciteitsprijs op de APX. Hier vallen dus niet de categorieën van AVI, zon-PV en windenergie onder.

$$\text{Correctiebedrag AVI's} = \text{APX}_{\text{basislast}} * \text{AVI-factor}$$

In de formule van het correctiebedrag wordt door het gebruik van de AVI-factor gecorrigeerd voor het feit dat subsidie alleen gegeven mag worden voor de productie van hernieuwbare elektriciteit en niet voor productie van elektriciteit uit afval van niet-biogene oorsprong. De AVI-factor geeft het percentage biogeen materiaal in huishoudelijk afval weer. Deze fractie wordt door het ministerie jaarlijks gepubliceerd in de Staatscourant in het *Besluit tot vaststelling van het percentage duurzame elektriciteit van de totale hoeveelheid elektriciteit die wordt opgewekt door middel van niet-zuivere biomassa in een afvalverbrandingsinstallatie*. Voor 2015 is deze AVI-factor op 55% vastgesteld. Dezelfde factor wordt voor alle AVI-installaties gebruikt, ongeacht mogelijke onderlinge variaties.

In de marktconsultatie is aan partijen gevraagd of deze AVI-factor representatief is en zij gaven aan dat deze factor goed aansluit bij de praktijk. ECN heeft in dit onderzoek geen signalen gevonden dat het correctiebedrag voor de AVI's (elektriciteit) niet maatgevend zou zijn. ECN stelt daarom voor om de bestaande rekenmethode te handhaven.

3.4 Correctiebedrag windenergie

Door het variabele karakter van windenergie is de opbrengst die verkregen kan worden uit de verkoop van geproduceerde elektriciteit niet direct gelijk aan de APX en moet met een aantal extra factoren rekening worden gehouden. In deze paragraaf wordt hier nader op in gegaan.

3.4.1 Huidige berekening windenergie

De huidige berekening voor het correctiebedrag voor wind op land is als volgt⁶:

$$\text{Correctiebedrag wind op land} = \text{APX}_{\text{basislast}} * \text{profielfactor} * \text{onbalansfactor}$$

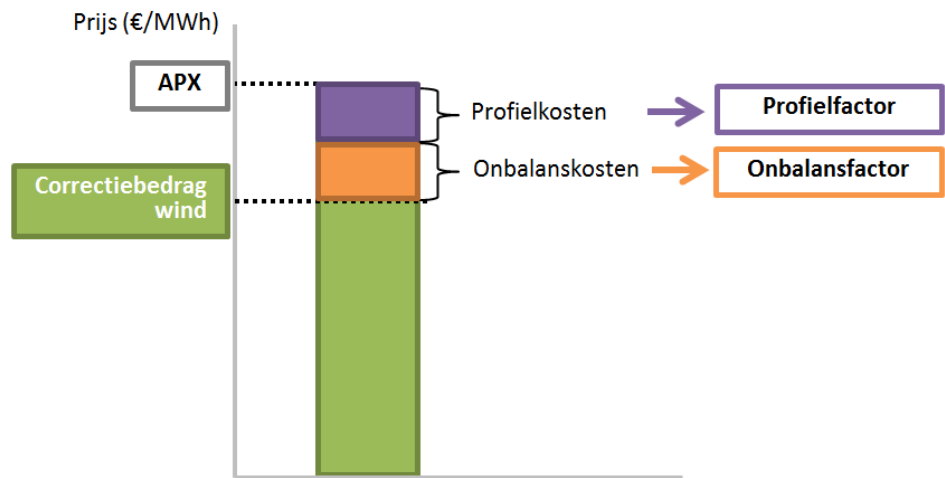
Deze formule volgt uit het feit dat het correctiebedrag voor windenergie is gebaseerd op de verkoopprijs van elektriciteit uit windenergie op de groothandelsmarkt. Het correctiebedrag wordt daarmee momenteel gevormd door drie componenten:

- Marktindex APX
- Profielfactor: afslag voor profielkosten
- Onbalansfactor: afslag voor onbalanskosten

⁶ Let op: voor de regelingen tot en met SDE+2014 wordt de APX-prijs gedeeld door de windfactor. Aangezien deze windfactor inmiddels niet meer van toepassing is en puur een uitvoeringsfactor is, wordt deze factor verder buiten beschouwing gehouden in deze notitie. Voor de categorieën uit die betreffende regelingen zal de windfactor desalniettemin door ECN toegepast worden in toekomstige berekeningen.

In Figuur 5 is schematisch de opbouw van het correctiebedrag voor windenergie weergegeven.

Figuur 5: Schematische weergave van berekening correctiebedrag voor windenergie.



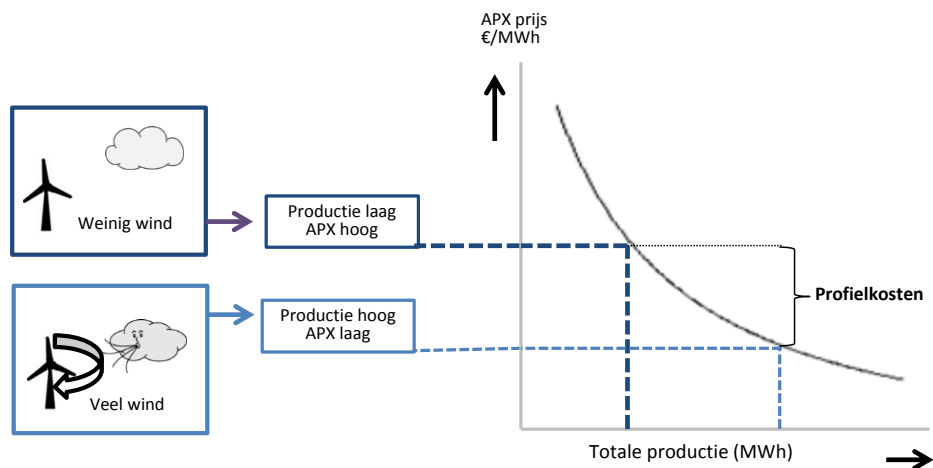
Hieronder worden de profiel- en onbalansfactor nader toegelicht en wordt aangegeven hoe ECN deze tot op heden heeft berekend.

Profielfactor

Achtergrond profielfactor

De profielfactor corrigeert voor het zogenaamde profieffect dat optreedt bij de productie van elektriciteit uit windenergie. Dit effect houdt het volgende in en is grafisch weergegeven in Figuur 6:

Figuur 6: Illustratie van de herkomst van profielkosten van windenergie.



Volgens algemene marktprincipes ligt de prijs op een prijsinelastische markt lager bij een hoog aanbod, en juist hoger bij een laag aanbod. Op het moment dat er veel wind staat, produceren windturbines veel elektriciteit. Omdat er veel aanbod is, is de

elektriciteitsprijs laag. Het omgekeerde geldt ook: op het moment dat het nauwelijks waait, is er geen elektriciteitsproductie uit windenergie, is het aanbod lager en ligt de APX prijs hoger. Hierdoor heeft een windontwikkelaar per definitie minder opbrengst uit de verkoop van elektriciteit.

Berekening van profielfactor

ECN corrigeert in de berekeningen voor de correctiebedragen voor deze kosten middels de zogenaamde profielfactor. Deze profielfactor is de verhouding tussen de windvolume-gewogen gemiddelde APX-prijs en de ongewogen gemiddelde APX-prijs en kan worden weergegeven met de theoretische formule:

$$F_{\text{profiel}} = \frac{\sum_n Q_n \cdot P_n}{\sum_n Q_n} \bigg/ \frac{\sum_n P_n}{N}$$

F_{profiel}	profielfactor
n	1... N (uur in het jaar)
N	Aantal uur in een jaar (8760 in een niet-schrikkeljaar)
Q_n	Volume aan windproductie in uur n [kWh]
P_n	Elektriciteitsprijs in uur n [€/kWh], APX-index

De input voor deze berekeningen is tot heden verkregen op basis van gegevens uit de markt. Gezien het vertrouwelijke karakter van die informatie, kan ECN geen publieke verslaglegging hierover opnemen. In paragraaf 3.4.2 wordt verder ingegaan op de mogelijkheid om vanaf heden openbare ENTSO-E-data te gebruiken voor de berekening van het profieffect.

In het verleden is verder door ECN gedifferentieerd in de profielfactor voor de verschillende categorieën. Vanaf 2014 (definitieve correctiebedragen) is de profielfactor voor alle categorieën gelijk getrokken, mede op basis van een review van het Fraunhofer instituut (M. Ragwitz, Review letter on advice of SDE+ correction rates, Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 23 September 2014). In de bijlage B is een overzicht gegeven hoe de profiel(- en onbalans)factoren van de afgelopen jaren eruit hebben gezien.

Onbalansfactor

Achtergrond onbalansfactor

Naast de gelijktijdigheid van windenergie (profiel effect) en de daarmee samenhangende lagere APX-prijzen, speelt voor windenergie ook (de nauwkeurigheid van) de productieverwachting een rol. Producenten bieden op de APX een bepaalde hoeveelheid elektriciteit aan op basis van de *day ahead*-productieverwachting. Hoe nauwkeuriger deze voorspelling, des te dichterbij ligt de daadwerkelijke elektriciteit die wordt geproduceerd en kan worden verhandeld. Op het moment dat er over- of onderproductie is (ten opzichte van datgeen dat naar verwachting op de APX zou worden verhandeld), moet deze elektriciteit worden verhandeld op een zogenaamde 'onbalansmarkt'.

De onbalansmarkt is, gelijk aan de *day ahead*-markt, een markt waar elektriciteit gekocht en verkocht kan worden. Omdat het twee afzonderlijke marktplatforms zijn, kunnen ook de prijzen van de verhandelde elektriciteit verschillen. Voor de verkochte elektriciteit op de onbalanskostmarkt wordt een prijs ontvangen en voor de aangekochte elektriciteit op de onbalansmarkt moet een prijs betaald worden.

Per saldo leidt het verhandelen van elektriciteit op de onbalansmarkt evenwel tot een lagere opbrengst voor de producent.

Berekening van onbalansfactor

De onbalansfactor wordt berekend vanuit het perspectief van een producent met 100% windvolume in zijn handelsportefeuille die uitsluitend handelt op de *day ahead*-markt en de onbalansmarkt. De afwijkingen tussen werkelijke productie en de productieverwachting worden daarbij verondersteld verhandeld te worden via de onbalansmarkt. De kosten (of opbrengsten) van deze additionele handel worden als onbalanskosten beschouwd.

$$F_{onbalans} = \frac{\sum_n \Delta Q_n \cdot (p_n - P_n)}{\sum_n Q_n} / \frac{F_{profiel} \cdot \sum_n P_n}{N}$$

$F_{onbalans}$ onbalansfactor

n 1... N (uur in het jaar)

N Aantal uur in een jaar (8760 in een niet-schrikkeljaar)

ΔQ_n Volumeverschil tussen werkelijke en verwachte windproductie in uur n [kWh]

p_n Elektriciteitsprijs in uur n [€/kWh], onbalansmarkt

P_n Elektriciteitsprijs in uur n [€/kWh], APX-index

Profiel- en onbalans tot nu toe

De profiel- en onbalanskosten bij windenergie ontstaan met name door het fluctuerende aanbod van windenergie. Hoe stabielere de productie is in de tijd, des te lager kunnen de profiel- en onbalanskosten zijn. Windturbines met een hoger aantal vollasturen (MWh/MW) zullen lagere profiel- en onbalanskosten hebben. Hoe sterk het effect is tussen deze kosten en het aantal vollasturen, hangt mede af van de flexibiliteit van de rest van de elektriciteitsmarkt. Uit marktdata die sinds 2012 verzameld wordt, blijkt dat het effect tussen vollasturen en profiel- en onbalanskosten veel minder groot is dan eerder aangenomen. Op basis daarvan (en op basis van de review van het Fraunhofer instituut, M. Ragwitz, 2014) is geadviseerd om bij de definitieve correctiebedragen 2014 slechts één waarde voor profiel- en onbalansfactor te hanteren voor alle windcategorieën, uitgezonderd wind op zee. Voor wind op zee waren in 2014 nog geen windparken in productie gegaan onder SDE+, daarom is geen expliciet onderzoek verricht naar de profiel- en onbalanskosten van wind op zee in 2014.

3.4.2 Onderzoeksbevindingen windenergie

Reacties uit marktconsultatie

De belangrijkste reacties uit de marktconsultatie hadden betrekking op de transparantie van de berekeningen van de profiel- en onbalansfactoren. In de marktconsultatie is de rekenmethode nader toegelicht en na deze uitleg lijkt de sector akkoord met de berekeningswijze. Het commentaar was een van de redenen waarom in dit rapport voor de verschillende correctiebedragen extra tekst wordt gewijd aan een toelichting en achtergrond van de rekenmethode.

Hoewel de markt akkoord lijkt met de rekenmethode, werd aangegeven dat het gebruik van factoren verwarrend is, aangezien afslagen in €/MWh herkenbaarder zijn. De

factoren zijn in 2008 mede geïntroduceerd, omdat voorzien was dat de profiel- en onbalanskosten niet ieder jaar herzien zouden worden. Aangezien ECN nu wel ieder jaar de profiel- en onbalanskosten kan berekenen – en deze uitrekent in €/MWh – adviseert ECN om voortaan in ieder geval de afslagen in €/MWh te vermelden in de toelichting op de correctiebedragenregelingen.

In de consultatie is opgemerkt dat er dankzij EU-rapportageverplichting via het Transparency Platform (<https://transparency.entsoe.eu/>) van ENTSO-E data voor de berekening van profiel- en onbalanskosten openbaar beschikbaar is vanaf januari 2015. Deze data maakt onderscheid tussen wind offshore en wind onshore. ECN stelt voor om in de toekomst de data te gaan gebruiken voor de berekeningen van de profiel- en onbalanskosten. Ten tijde van het schrijven van dit advies, is de borging van de betrouwbaarheid van deze data bij ECN onbekend.

ECN stelt voor om zo veel mogelijk aan te sluiten bij de data-aggregatie van het Transparency Platform en voor de correctiebedragen enkel onderscheid te maken tussen wind op land en wind op zee.

3.4.3 Correctiebedrag windenergie op zee

De berekening van het correctiebedrag voor wind op zee is vergelijkbaar met die voor wind op land, ware het niet dat andere waarden voor de profielfactor en onbalansfactor gehanteerd kunnen worden. Overigens wordt voor wind op zee het correctiebedrag in twee decimalen⁷ meer berekend dan voor de overige elektriciteitscategorieën.

$$\text{Correctiebedrag wind op zee} = \text{APX}_{\text{basislast}} * \text{profielfactor} * \text{onbalansfactor}$$

Voor de nieuwe projecten van wind op zee lijkt nog geen keuze gemaakt te zijn over de berekening van het correctiebedrag. Daarom heeft EZ gevraagd om in dit onderzoek voor de aankomende wind op zee tenders aandacht te schenken aan de keuze voor een generiek versus parkspecifiek correctiebedrag voor wind op zee.

Generiek wind correctiebedrag versus wind op zee correctiebedrag:

ECN heeft in de marktconsultatie geen eenduidig signaal van marktpartijen gekregen of het correctiebedrag voor wind op zee moet verschillen van dat voor wind op land. Aangezien ECN de benodigde data voor profiel- en onbalanskosten voor wind op land en wind op zee separaat kan verkrijgen, lijkt het voor de hand liggend om in de berekening een onderscheid te maken in profiel- en onbalansfactor voor wind op zee en wind op land.

Parkspecifiek versus generiek correctiebedrag voor wind op zee:

Daarnaast lag de keuze voor wind op zee voor of er sprake moest zijn van een generiek wind-op-zee-correctiebedrag of een parkspecifiek correctiebedrag. Hierbij heeft ECN de

⁷ De nauwkeurigheid bij wind op zee is 0,00001 €/kWh, waar deze bij wind op land 0,001 €/kWh is. Dit is een gevolg van de precisie waarmee tenderbiedingen (m.b.t. basisbedragen) kunnen en konden worden gedaan.

volgende argumenten beschouwd. Aan de keuze voor een parkspecifiek correctiebedrag hangen een aantal nadelen:

- Publieke data voor een parkspecifiek correctiebedrag ontbreekt, de berekening wordt afhankelijk van direct door belanghebbende partijen aangedragen informatie. Hierdoor ontstaat de omstandigheid dat parkeigenaren direct hun subsidiehoogte kunnen beïnvloeden door oneigenlijke handelingen. Niet alle datamanipulatie zal door een externe partij aantoonbaar gemaakt kunnen worden enkel op basis van de geleverde data, met name bij de onbalansdata.
- Parkspecifieke profielkosten leiden tot beperkte vermindering van de prikkel voor kosteneffectieve turbines. Moderne turbines met een hogere loadfactor zullen een gering voordeel hebben in profielkosten. Dit is een positieve marktprikkel, die door een parkspecifieke correctiebedragen weggenomen zou worden.
- Parkspecifieke onbalanskosten nemen de prikkel voor een goede productieverwachting nagenoeg geheel weg. Een goede of minder goede productievoorspelling kan weliswaar tot andere onbalanskosten leiden, maar als deze kosten sowieso worden gecompenseerd door de SDE+-betalingen, wordt een belangrijke prikkel weggenomen om tot een goede productieverwachting te komen wat de elektriciteitsmarkt als geheel niet ten goede komt.

Op basis van bovenstaande bevindingen adviseert ECN om voor toekomstige wind op zee regelingen te kiezen voor een generiek wind op zee correctiebedrag. ECN stelt daarnaast voor om voor om aparte profiel- en onbalansfactoren voor wind op land en voor wind op zee te berekenen.

3.4.4 Conclusies en aanbevelingen

ECN adviseert om voor toekomstige berekeningen de profiel- en onbalansfactoren te berekenen op basis van openbaar beschikbare informatie van het ENTSO-E Transparency Platform. Tevens adviseert ECN om alleen onderscheid te maken in de correctiebedragen voor wind op zee enerzijds en de overige windcategorieën anderzijds. Het vermelden van de profiel- en onbalanskosten in €/MWh in de toelichting op de correctiebedragenregelingen zou de transparantie ten behoeve de markt ten goede komen. Een aandachtspunt is de kwaliteitsborging van de door ENTSO-E gepubliceerde data.

3.5 Correctiebedrag zon-PV

3.5.1 Huidige berekening zon-PV

De huidige berekening voor het correctiebedrag voor zon-PV is als volgt⁸:

$$\text{Correctiebedrag zon-PV} > 15 \text{ kW}_p = \text{APX}_{\text{piekprijs}} \times \text{onbalansfactor}$$

Deze formule volgt uit het feit dat het correctiebedrag voor zon-PV is gebaseerd op de verkoopprijs van elektriciteit uit zonnepanelen op de groothandelsmarkt. Het correctiebedrag wordt daarmee momenteel gevormd door drie componenten:

- Marktindex APX
- Tijdsperiode
- Onbalansfactor

In de huidige berekening van het correctiebedrag worden de componenten APX en tijdsperiode gecombineerd tot de zogenaamde $\text{APX}_{\text{piekprijs}}$. Deze gehanteerde piekprijs van de APX wordt bepaald aan de hand van het gemiddelde van uurblok 8 tot en met uurblok 23, dat wil zeggen van 7 uur tot 23 uur (wintertijd). Op deze manier wordt het correctiebedrag voor zon gecorrigeerd voor het feit dat de zon niet gedurende alle uren van een dag schijnt. In feite is de $\text{APX}_{\text{piekprijs}}$ gebruikt om het profieffect van zon-PV te benaderen in combinatie met de APX.

Vanaf het begin van de SDE is voor de onbalansfactor een theoretische waarde van 0,94 gehanteerd. De waarde van deze factor kan niet afgeleid worden uit marktdata, omdat zon-PV zelden tot nooit als afzonderlijk product op de groothandelsmarkt wordt afgezet.

3.5.2 Onderzoeksbevindingen correctiebedrag zon-PV

ECN heeft onderzoek verricht naar zowel het profiel- als onbalanseffect bij zon-PV. Vanuit de markt zijn de afgelopen tijd signalen ontvangen dat met name de basisprijzen (de ondergrens van het correctiebedrag) te hoog zouden liggen, maar over de correctiebedragen zelf is weinig tot geen commentaar uit de markt gekomen.

Profieffect bij zon-PV

In de huidige rekenmethode is, zoals beschreven, het profieffect voor zon indirect verwerkt door gebruik te maken van de $\text{APX}_{\text{piekprijs}}$. Een nadeel aan deze methode is dat gerekend wordt met de APX-prijs gedurende het gehele jaar van 7 uur tot 23 uur, terwijl gedurende een groot gedeelte van het jaar de zon niet op deze tijdstippen schijnt.

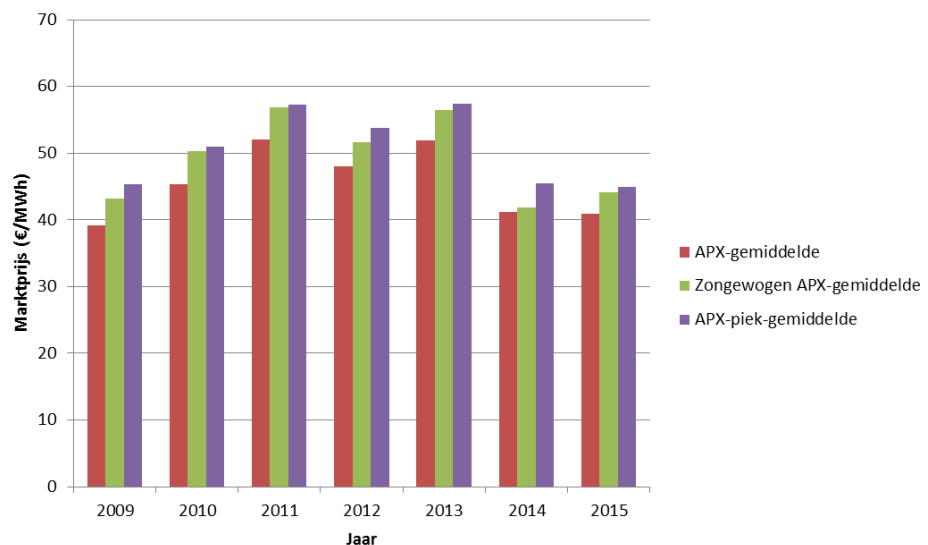
⁸ Voor de SDE wordt voor de categorieën <15 kW_p jaarlijks het kleinverbruikerstarief gebruikt. Deze informatie wordt gepubliceerd door RVO. Aangezien deze categorie in recente regelingen verder niet terug komt en data beschikbaar is bij RVO, is aan dit getal in dit onderzoek geen aandacht besteed.

In dit onderzoek heeft ECN daarom gekeken naar een andere methode die gebruikt zou kunnen worden om het profieffect van zon-PV beter te benaderen. Er is daarbij gekeken naar een analyse die vergelijkbaar is met de berekening voor het profieffect van wind.

Jaarlijks kan met behulp van beschikbare uurlijkse KNMI-data⁹ over globale zoninstraling bij benadering de elektriciteitsproductie uit zon-PV berekend worden. In een eerste aanname, gebruikt in dit rapport, wordt aangenomen dat de verdeling over een jaar van de elektriciteitsproductie uit PV-systemen, gelijk is aan de verdeling van de globale straling zoals hij door het KNMI wordt gerapporteerd. Regionale verschillen, maar ook het verschil tussen straling op het platte vlak en de werkelijke zoninstraling op PV-panelen wordt hierbij niet in ogenschouw genomen. Op basis van deze analyse kan een verschil berekend worden tussen de landelijk gemiddelde prijs uit elektriciteit van PV-systemen in geval de stroom via de APX zou zijn verhandeld, en de piekprijs van elektriciteit over de uren 8 tot 23.

Figuur 7 toont de verschillen in de gemiddelde prijs op de APX, de gemiddelde APX-piekprijs (huidige rekenmethode) en het zongewogen APX-gemiddelde (voorstel nieuwe methode). Te zien is dat het APX-piekgemiddelde, waar de SDE-correctiebedragen op gebaseerd zijn in de afgelopen jaren, een redelijke benadering vormen van het zongewogen APX-gemiddelde, maar dat het APX-piekgemiddelde in alle jaren – en dus structureel – hoger ligt dan het zongewogen APX-gemiddelde.

Figuur 7: De verschillen tussen de APX, de APX-piek en het zongewogen APX-gemiddelde.

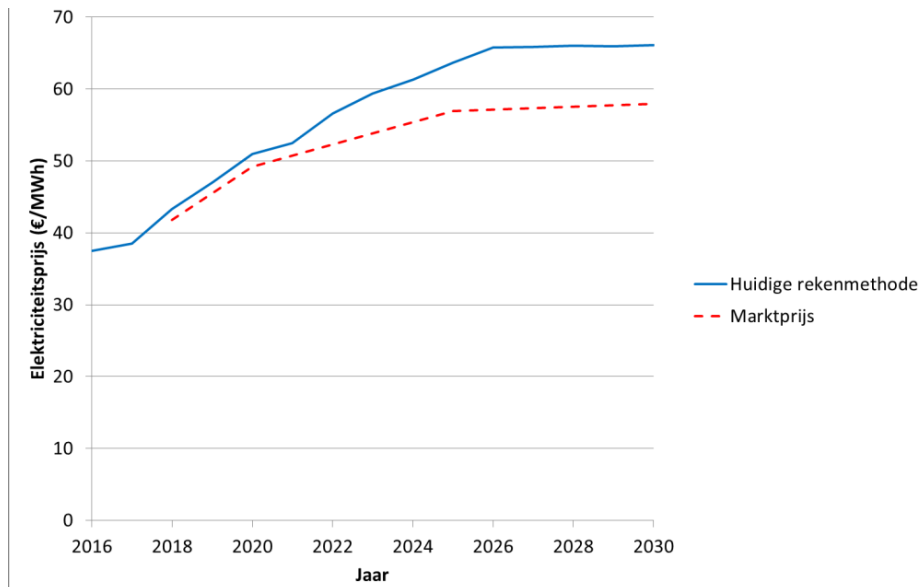


Op basis van de modellering uit de Nationale Energieverkenning is gekeken of het verschil tussen het zongewogen APX-gemiddelde en het APX-piekgemiddelde in de toekomst gaat veranderen, zie Figuur 8. Dit is het geval, op grond waarvan ECN dan ook adviseert om beter eerder dan later een directere berekening te maken van de profielkosten van zon-PV, zoals wordt gedaan bij het berekenen van een zongewogen APX-gemiddelde. Dit sluit ook aan bij de review van het Fraunhofer Instituut (M. Ragwitz, 2014), waarin gesteld is dat het hanteren van het APX-piekgemiddelde niet

⁹ Te downloaden via <http://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/uurgegevens>.

noodzakelijkerwijs correct is en ook minder transparant is dan een berekeningswijze zoals hij voor windenergie wordt toegepast.

Figuur 8: Verschil tussen de huidige rekenmethode voor het correctiebedrag van zon-PV (gemiddelde tussen de uren 8 en 23) en de marktprijs van zon-PV indien de elektriciteit direct op de groothandelsmarkt wordt afgezet (marktprijs), onder de aanname van een representatieve verdeling van zonninstraling over het jaar. Na 2020 neemt dit verschil tot ca. 8 €/MWh.



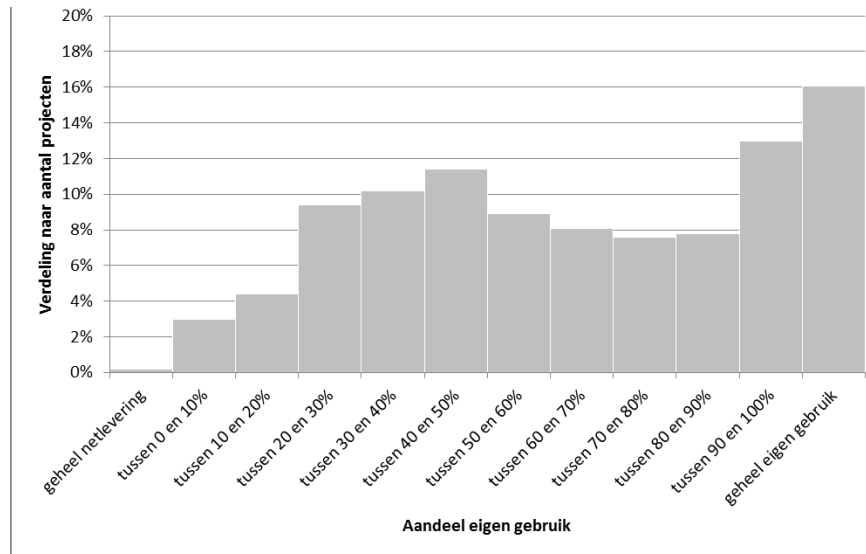
Onbalanseffect zon-PV

De mate waarin er onbalanskosten optreden bij zon-PV hebben ook te maken met het feit in hoeverre ontwikkelaars hun elektriciteit afzetten op het net of juist voor eigen gebruik toepassen.

Op basis van vertrouwelijke gegevens heeft ECN een analyse gedaan naar de verhouding van netlevering versus niet-netlevering door zon-projecten, zie Figuur 9. Hieruit komen een aantal bevindingen naar voren:

- Vrijwel alle (>92%) projecten gebruiken minstens 20% van de opgewekte energie voor eigen gebruik, met een gemiddelde van 63% van de opwek dat door het project zelf gebruikt wordt.
- Het aantal projecten zonder eigen gebruik is verwaarloosbaar.
- Er lijkt geen relatie te zijn tussen projectvermogen en aandeel eigen gebruik.

Figuur 9: Frequentieverdeling van het aandeel eigen gebruik in zon-PV-projecten met SDE-subsidie.



Opvallend is dat er nauwelijks tot geen zon-PV-projecten zijn waar de elektriciteitsproductie volledig op het net wordt afgezet. Bijna altijd is er sprake van een verdeling, waarbij een deel van de productie intern wordt gebruikt en een deel van de productie wordt afgezet. Mede gezien de omvang van de meeste zon-PV-projecten ligt het in de rede dat de exploitanten van deze PV-projecten een afspraak hebben met hun elektriciteitsleverancier gemaakt over de teruglevering van stroom aan het net, als er een overschot van elektriciteit op de locatie ontstaat. Zo'n afspraak kan worden afgedwongen via de Elektriciteitswet. Het is onwaarschijnlijk dat onbalanskosten expliciet verrekend kunnen worden, omdat het volume van zon-PV in de handelsportefeuilles van leveranciers nog gering is. Een arbitraire afslag valt evenwel niet uit te sluiten, al heeft ECN daar geen substantieel bewijsmateriaal voor gezien.

Op basis van de analyse wordt daarom gepostuleerd dat de waarde van zon-PV-stroom bij recente projecten bestaat uit:

- Vermeden stroominkoopkosten.
- Redelijke terugleververgoeding cf. Elektriciteitswet (art. 31 c lid 3).
- Geen verrekening voor onbalanskosten.

Voor de langere termijn kunnen de correctiebedragen voor projecten die 100% van hun elektriciteit afzetten op het net bepaald worden, door de profiel- en onbalanskosten op gelijke wijze te berekenen als voor windenergie (zie paragraaf 3.4). Momenteel is hier echter onvoldoende data voor voorhanden.

Overall correctiebedrag zon-PV

Op basis van de aanname van bovenstaande onderverdeling van de waarde van PV-stroom, is een berekening gemaakt van de projectspecifieke waarde van de elektriciteit uit de PV-installatie. Hierbij is gekeken naar de verhouding tussen netlevering en niet-netlevering. Voor netlevering is aangenomen dat men een redelijke vergoeding ontvangt, gelijk aan de zonproductiegewogen gemiddelde APX (dus inclusief profieffect), maar exclusief onbalanskosten. Voor de niet-netlevering is daarnaast een voordeel van vermeden elektriciteitsinkoopkosten aangenomen gelijk aan de vermeden

energiebelasting in de schijf van 10-50 MWh/jaar (0,0515 €/kWh). Deze schijf sluit het beste aan bij een groot deel van de producenten van zon-PV.

$$\begin{aligned} & \text{Correctiebedrag zon-PV:} \\ & \text{Netlevering (> 15 kWp)} = APX_{\text{basislast}} \times \text{profielfactor} \\ & \text{Niet-netlevering (> 15 kWp)} = APX_{\text{basislast}} \times \text{profielfactor} + \text{Energiebelasting} \end{aligned}$$

Hieruit volgt dat een PV-project in de praktijk een waarde van de geproduceerde elektriciteit ervaren heeft in 2014 van (0,077 ± 0,015) €/kWh. Dit is beduidend hoger dan de correctiebedragen in de afgelopen jaren.

3.5.3 Conclusies en aanbevelingen zon-PV

Voor zon-PV is de conclusie dat de afgelopen jaren de correctiebedragen beduidend te laag waren, vanwege het grote aandeel eigen gebruik van de productie. Uit de SDE+-aanvragen kan ook worden geconstateerd dat veel van de aanvragen voor SDE+-beschikkingen van zon-PV projecten zijn ingediend in de vrije categorie: dus voor een lager basisbedrag dan wat voor een doorsnee project nodig zou zijn volgens ECN en DNV GL. Deze projecten hebben waarschijnlijk het voordeel dat zij hebben via de correctiebedragenberekening, reeds ingeprijsd in hun project door voor een lager basisbedrag aan te vragen. Uit de analyse dat de correctiebedragen de afgelopen jaren te laag waren, kan dus niet direct worden afgeleid dat de uitgekeerde subsidies ook te hoog waren.

Voor nieuwe projecten die nog een beschikking moeten aanvragen, zouden de volgende opties overwogen kunnen worden:

- De categorie zon-PV kent één correctiebedrag voor alle projecten, waarbij een gewogen gemiddelde wordt gehanteerd tussen de waarde van netlevering en de waarde van eigen gebruik. Voor de verhouding tussen beide componenten kan een verhouding van 60% eigen verbruik en 40% netlevering worden gehanteerd op basis van de huidige projecten. Deze verhouding zou periodiek herijkt kunnen worden.
- De categorie zon-PV kent twee correctiebedragen: één voor netlevering en één voor niet-netlevering. Binnen de huidige opzet van de SDE+-regeling lijkt dit niet direct mogelijk te zijn, omdat per SDE+-categorie slechts één correctiebedrag bepaald kan worden.

Het grootste nadeel van de eerste keuze is dat het projecten met 100% netlevering dan niet meer rendabel zullen zijn. En evenwel zullen projecten met 100% eigen gebruik (in de categorie 10-50 MWh/jaar) overrendabel blijven. Het grootste nadeel van de tweede keuze is dat deze niet direct te implementeren lijkt. Ook zal deze een prikkel wegnemen om zo veel mogelijk elektriciteit achter de meter te consumeren, een prikkel die in de afgelopen jaren mede heeft gezorgd voor de snelle groei aan PV-installaties in de SDE+. Daarnaast zijn er ook projecten mogelijk waarbij stroom niet op het net wordt afgezet, maar waarbij wel energiebelasting betaald moet worden. Te denken valt aan elektriciteitsbedrijf dat een groot PV-systeem installeert op het dak van een wat grotere afnemer. In deze constructie voorziet het voorliggende advies niet.

3.6 Invloed van Garanties van Oorsprong (GvO)

Garanties van Oorsprong (GvO's) en Groencertificaten

In dit onderzoek is ook een verkenning gedaan naar de waarde van Garanties van Oorsprong (GvO's). Deze GvO's zijn certificaten die aangeven waar en wanneer de duurzame elektriciteit is opgewekt en op welke wijze. Deze certificaten kunnen worden verhandeld door de producent. Hierdoor kan de producent bovenop de inkomsten uit de verkoop van elektriciteit, ook inkomsten genereren door het verhandelen van GvO's.

Groencertificaten zijn vergelijkbaar met GvO's, met dien verstande dat zij enkel in Nederland worden afgegeven en betrekking hebben op de productie van hernieuwbaar gas. Het aantal installaties dat hernieuwbaar gas produceert, is beperkt en daardoor is het aantal aanbieders van groencertificaten ook beperkt. Op basis van het aantal prijswaarnemingen bij ECN en de omvang van de markt, kan ECN in dit onderzoek geen uitspraken doen over de prijsvorming van groencertificaten.

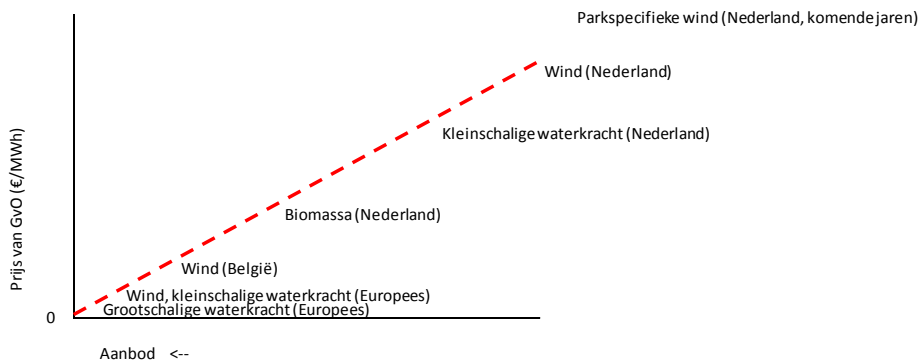
GvO's en groencertificaten vormen op dit moment geen onderdeel in de berekeningen van ECN voor de correctiebedragen. ECN heeft voor dit onderzoek een beperkt inzicht gekregen over de huidige waarde van GvO's.

Waarde van GvO's

Een GvO is een verhandelbaar goed. De prijsvorming is echter intransparant. Een GvO wordt vaak verhandeld in combinatie met een ander product, typisch de opgewekte elektriciteit zelf. Daarmee rijst de vraag hoe homogeen de markt is. Het volume aan transacties is gering, waardoor het aantal prijswaarnemingen gering is. Niet alleen voor ECN in dit onderzoek, maar ook voor marktpartijen.

Ten aanzien van de homogeniteit valt ook op te merken dat de prijs van een GvO sterk lijkt af te hangen van de typering (tijd van de productie, locatie van productie, opwekmethode) van de GvO. Zo ligt de prijs van een niet-Nederlandse GvO onder de 1 €/MWh, terwijl er ook Nederlandse wind GvO's worden aangeboden voor meer dan 2 €/MWh. In Figuur 10 is de verhouding van de prijs van GvO's naar aanduiding weergegeven op basis van recente prijsindicaties.

Figuur 10: Onderlinge prijsverhouding van GvO naar typering op basis van vertrouwelijke bronnen.



Reacties uit de marktconsultatie

Gedurende de marktconsultatie kwam naar voren dat het voor marktpartijen van belang is om duidelijkheid te krijgen onder welke criteria GvO's in correctiebedragen worden meegenomen. Er zijn geen principiële standpunten naar voren gebracht, maar door de onzekerheid van de markt over het al dan verrekenen van de GvO's in de correctiebedragen, kunnen GvO's nu nauwelijks tot niet bijdragen aan een betere businesscase bij de *financial close* van een project.

Conclusies en advies ECN

Door de onduidelijkheid in de markt of de inkomsten uit GvO's wel of niet van de SDE-subsidies wordt afgetrokken, mag worden aangenomen dat bij veel projecten de inkomsten van GvO's geen rol van betekenis hebben gespeeld bij de investeringsbeslissing. Eventuele inkomsten uit GvO's zijn dan additioneel en kunnen leiden tot een hogere winst dan waar de SDE+ zich op richt. Verrekening van GvO's in de SDE-correctiebedragen ligt daarmee in de rede. ECN heeft echter geen informatie of alle windprojecten met SDE-subsidies ook GvO's verkopen en tegen welke prijs ze dit doen. Zeker als er in het verleden langjarige contracten zijn afgesloten, zullen de GvO-inkomsten van deze projecten geringer zijn dan GvO-inkomsten van nieuwe projecten. Een verlaging van de SDE-subsidies met een te hoge waarde van GvO's zal in theorie leiden tot mindere inkomsten voor windprojecten dan beoogd is in de SDE+.

In december 2014 heeft de minister van Economische Zaken in een kamerbrief¹⁰ laten weten dat voor bestaande beschikkingen de inkomsten van GvO's niet verrekend zullen worden met de SDE+-vergoedingen. Maar voor nieuwe beschikkingen blijft de onzekerheid bestaan, waardoor de potentiële inkomsten van GvO's nog steeds moeilijk gewaardeerd kunnen worden bij de investeringsbeslissingen.

Om de markt tijdig te kunnen laten anticiperen op een GvO-verrekening in de SDE+, kan tot een vooraankondiging of een ingangscriterium worden besloten. Zo zouden de GvO-inkomsten kunnen worden verrekend in de SDE+-correctiebedragen, als de GvO-waarde structureel hoger ligt dan 3 €/MWh.

¹⁰ Kamerbrief van de minister van Economische Zaken van 19 december 2014 (31239 nr 182).

Het jaarlijks kunnen corrigeren, dus een jaarlijkse prijsupdate van de GvO's, is moeilijk te garanderen. De prijsvorming is niet transparant en de GvO-markt is niet homogeen. Het probleem en enkele suggesties om dit probleem te omzeilen, staan beschreven in een recent rapport van CBS (CBS, 2014).¹¹ De problemen met betrekking tot monitoring maken het onwaarschijnlijk dat op korte termijn een robuust systeem voor verrekening van de GvO's ingevoerd kan worden.

¹¹ Zie ook <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2014/12/19/beantwoording-kamervragen-effect-van-gvo-s-op-subsidies-in-nederland>.

4

Gas

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen voor de correctiebedragen met betrekking tot gas.

Figuur 11: Schematische weergave van rekenmethode correctiebedragen gasopties.



4.1 Marktindex gas

Voor groen gas (en als afgeleide voor duurzame warmte, zie hoofdstuk 5), is de marktindex de *year ahead*-markt ICE-TTF (ofwel de termijnmarkt). Er wordt een gemiddelde prijs genomen van de *year ahead*-aanduiding van het betreffende jaar. Voor berekening van de definitieve correctiebedragen 2015 zal bijvoorbeeld een gemiddelde worden genomen van Cal-15¹² zoals deze genoteerd zijn in de periode 1 januari 2014 tot en met 31 december 2014.

In de consultatie is aangedragen door de sector dat in sommige gevallen de termijnmarkt niet aansluit bij de praktijk van vergisters. Als een vergister een verminderde voorspelbaarheid heeft van de productie, is de *day ahead*-markt aantrekkelijker dan de termijnmarkt. Op de termijnmarkt worden al vroegtijdig verkoopposities ingenomen, wat tot kosten leidt indien de productievolumes ontoereikend zijn om de verkoopposities in te vullen. Het afdekken van de verkoopposities zou dan additioneel via de *day ahead*-markt kunnen gebeuren, wat kan leiden tot extra kosten voor de producent van hernieuwbaar gas. Het direct verhandelen op de *day ahead*-markt ligt voor niet goed functionerende installaties meer in de rede. Bij groengasinstallaties die adequaat functioneren met een productie van rond de 8000 vollasturen, speelt het probleem niet. Daarmee is het een

¹² Cal-15 is de naam van het te verhandelen product, te weten gas dat geleverd wordt in het kalenderjaar 2015.

problematiek die meer gelieerd is aan de kennisopbouw, ervaring en ontwikkeling van de technologie van groengasproductie uit vergisting, dan met een specifieke keuze voor een marktindex in het kader van de berekening van de correctiebedragen.

4.2 Correctiebedrag groen gas en biogas

Voor alle groen gas opties is in de huidige rekenmethode van ECN het correctiebedrag direct gelijk aan de marktwaarde van de year-ahead TTF.

Correctiebedrag groen gas = TTF

Reacties uit de marktconsultatie en analyse ECN

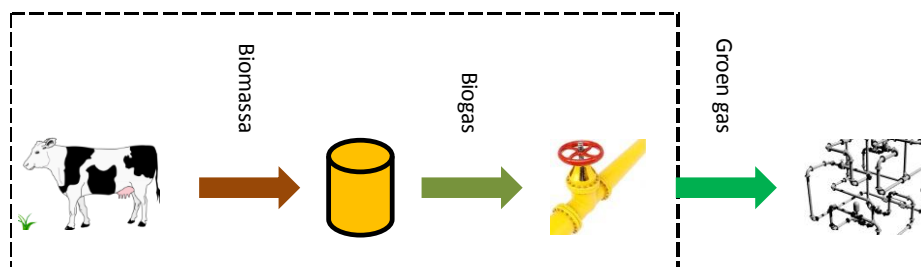
In de marktconsultatie is ECN geattendeerd op het verschillende situaties in de benutting van biogas. Vanuit het energiesysteem geredeneerd kunnen de verschillen klein zijn, terwijl ze in de SDE+-regeling wel wezenlijk anders behandeld worden, met verschillende correctiebedragen. In de hier volgende paragraaf worden drie enigszins verschillende technische configuraties beschreven, met een doorvertaling van het daarbij passende correctiebedrag volgens ECN.

De drie voorbeelden zijn gebaseerd op mestcovergisting, maar zijn evenzeer van toepassing op andere vergistingstechnieken, zoals allesvergisting.

Situatie 1: productie en levering van hernieuwbaar gas.

In de eerste situatie produceert een vergister biogas. Het biogas wordt opgewaardeerd tot hernieuwbaar gas (ook wel groen gas), wat vervolgens in het aardgasnet wordt afgezet. De SDE+ wordt uitbetaald over hoeveel de hoeveelheid groen gas die geleverd wordt, zie Figuur 12.

Figuur 12: Illustratie van productie van hernieuwbaar gas uit covergisting van mest.



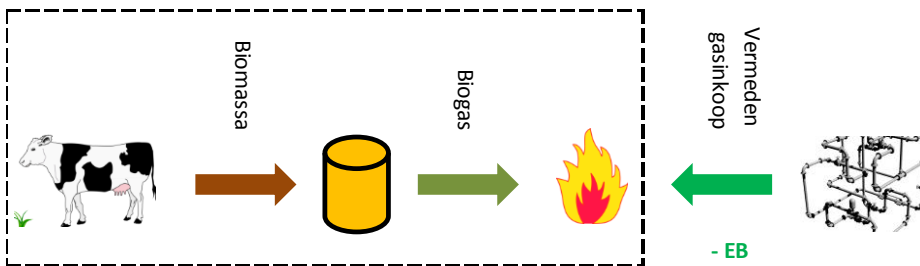
Het systeem levert hernieuwbaar gas, van dezelfde kwaliteit als aardgas. De prijs die hiervoor ontvangen wordt, is de aardgasprijs. Het is mogelijk dat de netbeheerder extra kosten in rekening brengt voor het invoeden van het gas. Deze kosten zijn als contractkosten meegenomen in de basisbedragen. Hierdoor kunnen deze kosten uit de beschouwing van de correctiebedragen gelaten worden.

- **Voorbeeld: covergisting hernieuwbaar gas 2016**
- Correctiebedrag = aardgasprijs
- Correctiebedrag = 0,0221 €/kWh_{HHV}
- **Conclusie: correctiebedrag maatgevend**

Situatie 2: productie van biogas en inzet in een eigen warmtekotel.

In de tweede situatie produceert een vergister biogas. Het biogas wordt door hetzelfde bedrijf ingezet in een warmtekotel. De SDE+ wordt uitbetaald over de hoeveelheid warmte die de ketel levert, mits deze warmte nuttig wordt aangewend, zie Figuur 13.

Figuur 13: Illustratie van gebruik van biogas in een warmtekotel door hetzelfde bedrijf.



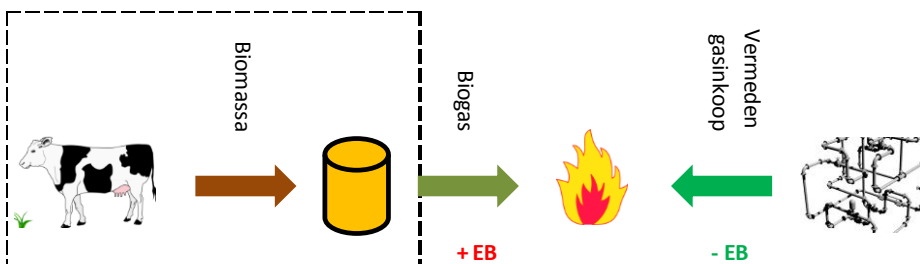
Het systeem levert warmte. Het is doorgaans moeilijk om een prijs te bepalen voor de warmte uit de ketel. De warmte wordt doorgaans of door hetzelfde bedrijf benut dat ook het biogas produceert, of de warmte wordt aan één specifieke afnemer geleverd via een directe warmteleiding. Wel kan berekend worden wat een bedrijf betaald had moeten hebben voor zijn warmte, als de warmte met aardgas opgewekt zou worden. Zie paragraaf 5.3 voor een toelichting op deze berekeningswijze.

- **Voorbeeld: covergisting warmte 2016**
- Correctiebedrag = vermeden aardgaskosten (incl. vermeden EB&ODE)
- Correctiebedrag = (aardgasprijs + energiebelasting) / gasketelrendement = 0,031 €/kWh_{LHV}
- **Conclusie: correctiebedrag maatgevend**

Situatie 3: productie en levering van biogas

In de derde situatie produceert een vergister biogas. Het biogas wordt geleverd aan een extern bedrijf dat het biogas inzet in een warmtekotel. De SDE+ wordt uitbetaald over de hoeveelheid nuttig aangewende warmte, zie Figuur 14.

Figuur 14: Illustratie van gebruik van biogas in een warmtekotel door een externe partij



Het systeem levert biogas aan een externe partij. Deze externe partij hoeft daar geen aardgas in te kopen voor de eigen warmtebehoefte en hoeft over dit aardgas dus ook geen energiebelasting te betalen. Het biogas daarentegen wordt wel extra belast met energiebelasting, omdat het een gaslevering is tussen twee verschillende bedrijven.

- **Voorbeeld: covergisting biogas 2016**
- Correctiebedrag = vermeden aardgaskosten (incl. vermeden energiebelasting)
- Correctiebedrag = (aardgasprijs + energiebelasting – energiebelasting) / gasketelrendement = 0,027 €/kWh_{LHV}

- **Conclusie: het correctiebedrag wijkt af van de economische waarde van het energieproduct, vanwege de interactie met de energiebelasting.**

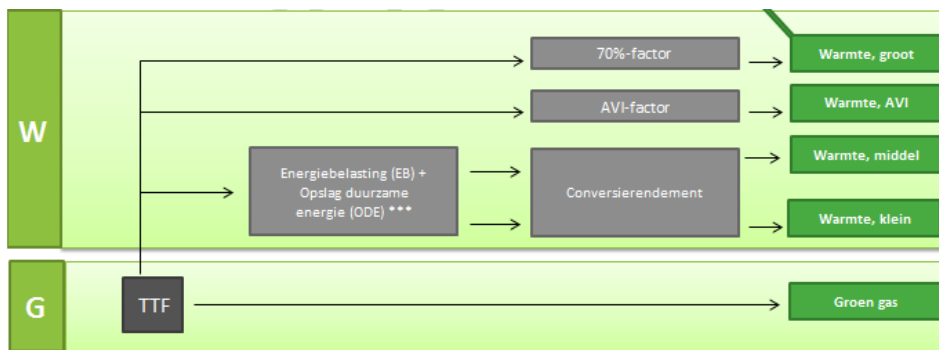
De drie beschreven situaties tonen aan dat er in de praktijk verschillende keuzes gemaakt kunnen worden in de leveringsomstandigheden van hernieuwbare energie. De complicaties van het adequaat onderbrengen van deze situaties in de SDE+-regeling liggen niet in het generieke karakter van de SDE+. De huidige SDE+ voorziet nu reeds in een juiste structuur om de getoonde projectsituaties te ondersteunen. De complicatie ontstaat door de interferentie van het generieke energiebelastingbeleid en de generieke SDE+-regeling. ECN geeft EZ ter overweging om na te denken over de wenselijkheid om een verdere differentiatie in de SDE+ toe te passen, om de SDE+ beter te laten inspelen op financiële consequenties die vanuit de energiebelastingwetgeving ontstaan. Hiertoe zou onderscheid gemaakt kunnen worden tussen een warmteketel op biogas binnen hetzelfde bedrijf, en een warmteketel op biogas dat van een extern bedrijf wordt betrokken.

5

Warmte

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over warmte. Er is geen directe marktindex voor de prijs van warmte, daarom wordt in de berekening van de correctiebedragen de representatieve prijs van warmte afgeleid van de prijs van aardgas. Voor warmte worden meerdere correctiebedragen gehanteerd. Het belangrijkste onderscheid wordt gemaakt tussen grote, middelgrote en kleine installaties. De typering van de referentie-installatie waarop de basisbedragen zijn berekend, is maatgevend voor de bepaling van het correctiebedrag. De keuze om de correctiebedragen te koppelen aan de berekeningsachtergrond van de basisbedragen, dient om de integraliteit van het SDE+-advies van ECN en DNV GL te borgen om te komen tot een adequate doch afgemeten vergoeding van de onrendabele top.

Figuur 15: Schematische weergave van rekenmethode correctiebedragen warmteopties.



5.1 Correctiebedrag warmte, groot

Voor grote installaties wordt het correctiebedrag berekend *als een prijs die betaald wordt voor warmtelevering*. Dit zijn niet alleen grote installaties op biomassa, maar ook geothermieprojecten vallen door de aard en omvang van de projecten onder deze noemer. Voor deze grote installaties wordt de aardgasprijs met 0,7 vermenigvuldigd:

$$\text{Correctiebedrag warmte, groot} = \text{Marktindex TTF} * 70\%$$

Grootschalige warmte wordt vaak geleverd door een gas-WKK. De prijs die betaald zou moeten worden voor rendabele levering van warmte uit een gas-WKK, is niet eenduidig te berekenen. Het hangt van diverse lokale omstandigheden af, waaronder ook de karakteristieken van de gas-WKK-installatie. Daarbovenop is de prijs afhankelijk van de ontwikkelingen van de gas- en elektriciteitsprijzen.

In algemene zin kan gesteld worden dat de warmteprijs in Nederland momenteel wordt bepaald door de prijs die nodig is om een gas-WKK rendabel te bedrijven. Bij levering aan huishoudens geldt tevens dat deze prijs binnen de kaders van het niet-meer-dan-anders-principe moet blijven.

Bij de opzet van de SDE+-regeling is in het kader van het Europese RES-H-Policy-project een stakeholderworkshop gehouden in april 2011 (Lensink, 2011). Hier werd door ECN voorgesteld om een eenvoudige, transparante berekeningswijze te hanteren voor het correctiebedrag, resulterend in een factor maal de gasprijs, in plaats van een gedetailleerde modellering waarbij het correctiebedrag zou afhangen van de karakteristieken van de gasmotor-WKK die vervangen zou worden. De factor is ingesteld op 70% van de gasprijs. Hier spelen een aantal uitgangspunten een rol, zo geldt het uitgangspunt dat een gas-WKK prijsbepalend is voor levering van grootschalige warmte en dat de te vervangen gas-WKK een elektrisch rendement heeft van meer dan 30%. Hierdoor is hij op grond van artikel 64 van de Wet belastingen op milieugrondslag uitgezonderd van het betalen van energiebelasting over het ingezette aardgas.

Door het generieke karakter van de factor 70% zullen er projecten zijn die een wat hogere prijs voor hun warmte kunnen vragen, maar er zullen ook projecten zijn die vanwege dit correctiebedrag juist niet tot een sluitende business case kunnen komen. ECN heeft signalen ontvangen dat beide situaties zich in de praktijk voordoen.

De factor 70% wordt door de markt als redelijk ervaren, mits hij vaststaat gedurende de looptijd van een beschikking. Juridische zekerheid over de status van de factor 70% in de subsidie-uitbetalingen verlaagt de drempel voor investeerders om in te stappen in een dergelijk project.

5.2 Correctiebedrag warmte, AVI

Voor afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) wordt het correctiebedrag berekend *als een prijs die betaald wordt voor warmtelevering*. Voor deze grote installaties wordt de warmteprijs voor grootschalige installaties (zie 5.1) door de AVI-factor gedeeld.

$$\text{Correctiebedrag warmte, AVI} = \text{Marktindex TTF} * 70\% / \text{AVI-factor}$$

Warmte uit AVI's wordt op grotere netten afgezet, waar concurrentie kan plaatsvinden met warmte uit gas-WKK's. Daarom wordt aangenomen de prijs van warmte uit AVI's gelijkgetrokken met het correctiebedrag voor grootschalige warmte. Daarbovenop vindt tevens een verrekening plaats voor de biogene fractie in het afval via toepassing van de AVI-factor.

De AVI-factor wordt toegepast omdat niet alle warmte van biogene herkomst is. In een afvalverbrandingsinstallatie wordt deels biogeen deels niet-biogeen gelijktijdig verbrand, waardoor afzonderlijke meting van de duurzame warmte niet mogelijk is. Door toepassing van de AVI-factor, de factor die aangeeft wat de landelijk gemiddelde biogene fractie van het verbrande afval is, wordt geborgd dat enkel subsidie wordt verstrekt over het volume aan duurzame warmte. Deze factor is gelijk aan 0,55, zie ook paragraaf 3.3.

In dit onderzoek zijn geen signalen naar voren gekomen dat het correctiebedrag voor deze categorie zou moeten worden aangepast.

5.3 Correctiebedragen warmte, middel en klein

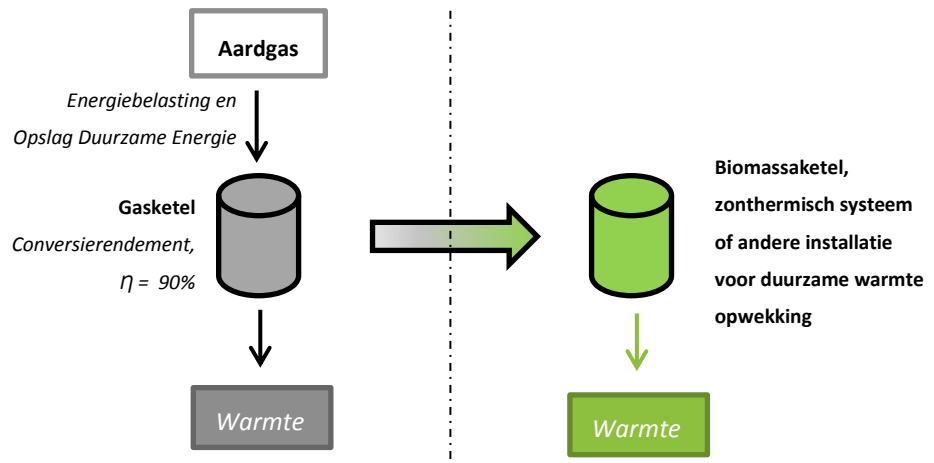
Voor kleine en middelgrote installaties wordt het correctiebedrag berekend *als de vermeden kosten door uitgespaarde inzet van aardgas*. De volgende formule, waarin 90% correspondeert met het gasketelrendement, wordt hiervoor gebruikt:

$$\text{Correctiebedrag warmte, middel} = (\text{Marktindex TTF} + \text{Energiebelasting})/90\%$$

$$\text{Correctiebedrag warmte, klein} = (\text{Marktindex TTF} + \text{Energiebelasting})/90\%$$

Deze formule is gebaseerd op een vergelijking tussen de 'grijze situatie' met inzet van aardgas en de 'groene situatie' waar hernieuwbare warmte wordt geproduceerd, zie Figuur 16.

Figuur 16: Illustratie van vergelijking tussen corresponderende installaties op fossiele energie (links) en hernieuwbare warmte (rechts).



Voor de berekening van de correctiebedragen wordt het uitgangspunt gehanteerd dat er in de “grijze” referentiesituatie die gebaseerd is op gebruik van fossiele energie, warmte wordt geproduceerd met behulp van een gasketel, waarin aardgas wordt omgezet in warmte bij een gasketelrendement van 90% (CBS/RVO, 2015). Over dit aardgas moet energiebelasting en opslag duurzame energie worden betaald, afhankelijk van het verbruik van de afnemer. Deze energiebelastingtarieven zijn te vinden op de website van de Belastingdienst¹³.

In de “groene” situatie wordt de gasketel vervangen door een biomassaketel, een zonthermisch systeem of een andere installatie voor duurzame warmteproductie. In deze gevallen wordt er geen (of minder) aardgas gebruikt en hoeft er ook geen (of minder) energiebelasting betaald te worden.

Om dus tot een warmteprijs (ofwel, correctiebedrag) te komen voor de hernieuwbare-warmte-installatie moet rekening worden gehouden met de vermeden kosten van aardgasgebruik, waarbij een drietal factoren van belang zijn:

- De gasprijs (marktindex TTF)
- De tarieven van energiebelasting en opslag duurzame energie
- Het conversierendement (90% op basis van aardgasketel)

Het gebruikte energiebelastingtarief correspondeert met de grootte van de bij de categorie behorende referentie-installatie, zoals deze door ECN en DNV GL gehanteerd is in de advisering van de basisbedragen. De voor 2015 geldende energiebelastingtarieven staat in Tabel 1. Tot op heden is de energiebelasting in de categorie 0 t/m 170.000 m³ gebruikt voor de berekening van het correctiebedrag warmte-klein. De categorie meer dan 1 mln. t/m 10 mln. m³ is gebruikt voor de categorie warmte-middel.

¹³ Zie:

http://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/overige_belastingen/belastingen_op_milieugrondslag/tarieven_milieubelastingen/tabellen_tarief_en_milieubelastingen.

Tabel 1: Belastingtarieven 2015 aardgas [€/m³]

Categorie	Energie-belasting (EB)	Opslag Duurzame Energie (ODE)	Totaal EB + ODE	Typische installatie/toepassing
0 t/m 170.000 m ³ (tevens: blokverwarmingstarief)	€ 0,1911	€ 0,0074	€ 0,1985	Blokverwarming, kleine bedrijven
170.001 t/m 1 mln. m ³	€ 0,0677	€ 0,0028	€ 0,0705	Utiliteit
meer dan 1 mln. t/m 10 mln. m ³	€ 0,0247	€ 0,0008	€ 0,0255	Utiliteit, hulpketels
boven 10 mln. m ³	€ 0,0118	€ 0,0006	€ 0,0124	Grote bedrijven, stadsverwarming

Het correctiebedrag wordt dus berekend als vermeden kosten van de inzet van aardgas, waarbij ook verrekend wordt dat er geen energiebelasting meer over het uitgespaarde aardgas betaald hoeft te worden. Merk op dat een grote warmtevraag vaak ingevuld wordt met een fossiele warmtekrachtinstallatie. Indien het elektrisch rendement van een warmtekrachtinstallatie hoger is dan 30%, hoeft geen energiebelasting betaald te worden over het ingezette aardgas. Voor grote installaties (warmte groot) is het correctiebedrag niet gebaseerd op een referentie waarbij fossiele energie ingezet zou worden voor warmtelevering, zie paragraaf 5.1.

5.4 Casus analyse: warmte uit stadsverwarming

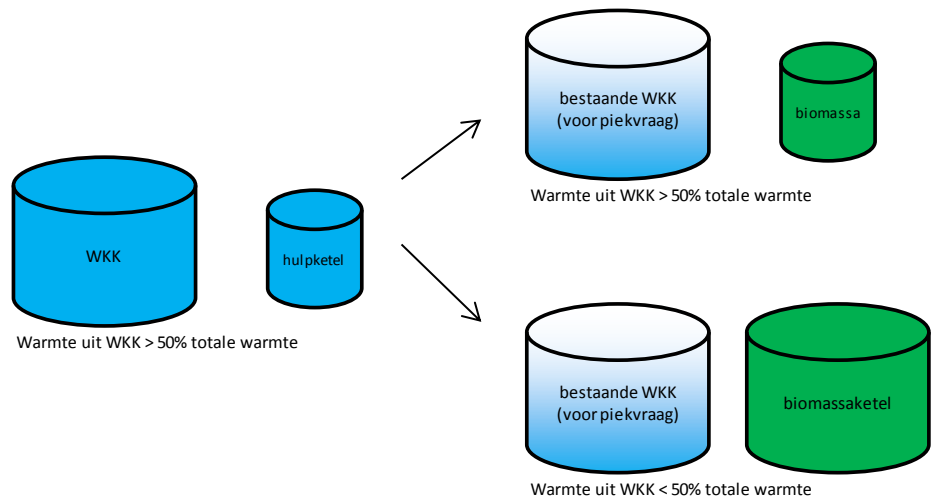
In dit rapport wordt nader ingegaan op de casus rondom stadsverwarming. Bij vergroening van het stadsverwarmingsnet zijn een aantal opties mogelijk en het is de vraag of voor iedere situatie het correctiebedrag voldoende maatgevend is.

Er zijn warmtenetten waarbij de warmtevoorziening hoofdzakelijk geleverd wordt door een gas-WKK. Deze gas-WKK kan vervangen worden door een biomassaketel (of biomassa-WKK), zie Figuur 17. Anderzijds is het ook mogelijk de gas-WKK, mits hij afgeschreven is, te laten staan. Hierbij kan de gas-WKK het piekvermogen leveren, terwijl nieuwe biomassaketels voor de basiswarmtevoorziening gaan zorgen, zie Figuur 17.

Figuur 17: Illustratie van een vergroeningsscenario van een warmtenet waarbij de gas-WKK-installatie wordt vervangen door een biomassaketel.



Figuur 18: Illustratie van mogelijke vergroeningsscenario's van een warmtenet met behoud van de gas-WKK-installatie.



Het aardgas dat de WKK ingaat, wordt belast met energiebelasting. Bij stadsverwarming is het niet op voorhand duidelijk welk energiebelastingtarief van toepassing is. In beginsel wordt het aardgas, dat hoofdzakelijk bedoeld is om kleinverbruikers van warmte te voorzien, aangeslagen op basis van het hoge blokverwarmingstarief (zie BOX 1). Als het warmtenet echter gevoed wordt met hoofdzakelijk restwarmte, dan wordt het aardgas aangeslagen op basis van de degressieve tarieven. Daarmee wordt bedoeld dat voor de individuele installaties – WKK en hulpketel(s) – het energiebelastingtarief bepaald wordt op basis van het aardgasverbruik per installatie, cf. de tarieven in Tabel 1. Aan het criterium van “hoofdzakelijk restwarmte” wordt voldaan als de warmtevraag voor meer dan 50% wordt ingevuld door warmte die geleverd wordt door een WKK-installatie.

In de situatie die in Figuur 18 geschetst wordt, wordt de gas-WKK-installatie die voorheen in de basiswarmtevraag voorzorg, als piekinstallatie ingezet. In de nieuwe configuratie voorziet een biomassaketel in de basiswarmtevraag. Economisch is zo'n situatie denkbaar, indien de gas-WKK bedrijfseconomisch is afgeschreven.

BOX 1: Artikel 7.8.4 Tarief blokverwarming

Volgens artikel 59, lid 3, van de wet geldt een speciaal tarief voor aardgas voor gebruik voor een installatie voor blokverwarming, niet zijnde een installatie voor stadsverwarming waarbij grotendeels gebruik wordt gemaakt van restwarmte.

Als een installatie voor stadsverwarming grotendeels (voor meer dan 50%) gebruik maakt van restwarmte geldt het reguliere tarief voor de EB. Voldoet de installatie hier niet aan dan is het speciale tarief voor blokverwarming van toepassing.

Wanneer de warmte wordt opgewekt door een installatie die in hoofdzaak dient voor de opwekking van warmte, is geen sprake van restwarmte. Maar van restwarmte is wel sprake, als de installatie dient voor gecombineerde opwekking van warmte en elektriciteit.

(...)

Bij blokverwarming moeten de leveranciers – ongeacht de hoogte van het verbruik – voor het gehele verbruik het tarief toepassen dat geldt voor het verbruik van aardgas tot en met 170.000 m³.

Uit: Handboek milieubelastingen, Belastingdienst

Een grote biomassaketel kan in deze vergelijking onaantrekkelijker zijn dan een kleine biomassaketel. Bij een grote biomassaketel zal er meer duurzame warmte in het systeem afgezet worden, waardoor er minder gas-WKK-warmte wordt afgezet. Doordat er minder gas-WKK-warmte afgezet wordt, is het mogelijk dat in de nieuwe situatie niet meer voldaan wordt aan het criterium “hoofdzakelijk restwarmte”. Consequentie kan zijn dat er in de nieuwe, vergroende situatie juist méér energiebelasting betaald moet gaan worden over de met aardgas opgewekte warmte, dan in de oude situatie. De SDE+-vergoeding biedt hier geen compensatie voor. Tegelijk is de interactie tussen de vergroeningsopties en de energiebelasting zo case specifiek, dat de problematiek moeilijk tot niet te ondervangen is een generieke regeling als de SDE+.

5.4.1 Conclusies

Het vergroenen van een warmtenet kan technisch op verschillende manieren worden uitgevoerd. Vooral door de interactie van deze vergroeningsopties met de energiebelasting is de netto waarde van de hernieuwbare warmte in hoge mate project-specifiek. Het generieke karakter van de SDE+-regeling maakt het moeilijk tot niet mogelijk om op juiste wijze rekening te houden met alle energiebelastingsscenario's.

5.5 Correctiebedrag zonthermie

5.5.1 Huidige berekening correctiebedrag zonthermie

Het huidige correctiebedrag voor zonthermie wordt berekend volgens het correctiebedrag warmte, klein:

$$\text{Correctiebedrag zonthermie (warmte, klein)} = \frac{\text{Marktindex TTF} + \text{Energiebelasting}}{90\%}$$

Deze formule volgt uit het feit dat het correctiebedrag voor zonthermie is gebaseerd op de vermeden kosten van warmteproductie uit aardgas en daarmee verschillende componenten kent:

- Marktindex gasprijs (TTF)
- Efficiëntie van omzetting gas naar warmte (90%)
- Energiebelasting (EB)

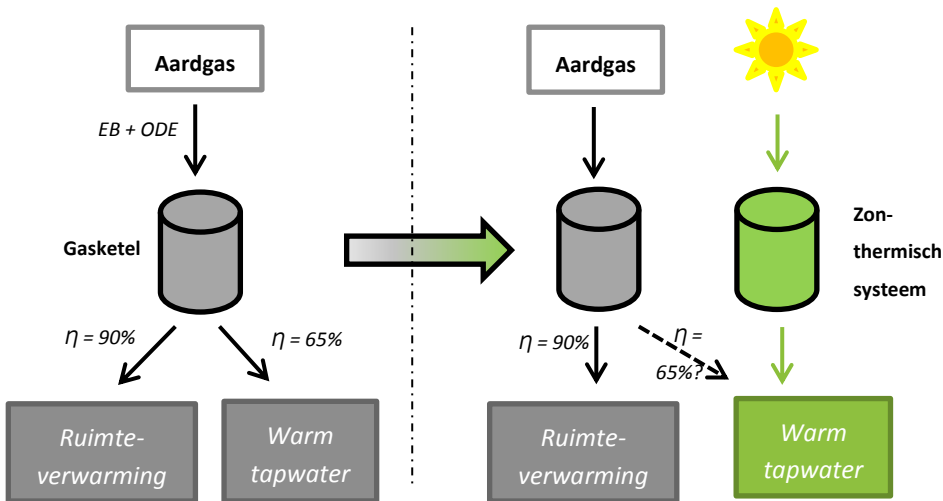
De achtergrond van deze formule is gelijk aan die is beschreven in paragraaf 5.3 over de achtergrond van de formule voor het correctiebedrag “warmte-middel”.

5.5.2 Onderzoeksbevindingen correctiebedrag zonthermie

Voor zonthermie zijn gedurende de marktconsultatie en eigen ECN-analyse een aantal complicerende factoren voor zonthermie naar voren gekomen. Die factoren worden in deze paragraaf toegelicht.

In de berekening van het correctiebedrag “warmte-klein” wordt aangenomen dat de gasketel geheel vervangen wordt door een (in dit geval) zonthermisch systeem, zie Figuur 16. De wat grotere warmte-installaties gebruiken hun warmte vaak voor zowel ruimteverwarming als warm tapwater. Zonthermische systemen zijn echter installaties die primair gebruikt worden voor de productie van warm tapwater. Vooral door de lagere temperatuur van de warmte, maar ook door het ongunstige seizoensprofiel, worden ze beduidend minder toegepast voor ruimteverwarming. Figuur 19 illustreert een systeem voor zonthermie en het fossiele alternatief (een voor zonthermie aangepaste versie van Figuur 16).

Figuur 19: Illustratie van vergelijking tussen een corresponderende installatie op fossiele energie (links) en een zonthermisch systeem (rechts).



Belangrijk verschil tussen de toepassing warm tapwater of ruimteverwarming is de efficiëntie van de gasketel voor de verschillende toepassingen. Het Protocol monitoring hernieuwbare energie gebruikt de volgende efficiënties (CBS/RVO, 2015):

- Gasketel (ruimteverwarming): 90%
- Warmtapwater: 65%

De vraag die naar voren komt is: “hoeveel gas gebruik je nog na toevoeging van een zonthermisch systeem en hoeveel energiebelasting vermijd je al dan niet?”. Om deze vraag te kunnen beantwoorden is een aantal zaken van belang:

- De grootte van het systeem en de omvang van het gasvraagvolume.
- De verhouding tussen de hoeveelheid gas benodigd voor warm tapwater en voor ruimteverwarming.
- De verhouding tussen het zonthermisch systeem en de rest van de warmtevoorziening die op aardgas gebaseerd blijft.

Deze factoren zijn afhankelijk van de typering die gebruikt is bij de berekening van het basisbedrag, de zogenoemde referentie-installatie maar deze verschillen voor het type gebouw (woningen, verzorgingstehuizen, zwembaden). Uit (het gebrek aan) aanvragen in de SDE+ kan geen typische SDE-referentie bepaald worden.

Onder de nuancering dat een zonthermisch systeem hoofdzakelijk gebruikt wordt voor warm tapwater, blijft in dit onderzoek naar een adequaat correctiebedrag de interactie met de energiebelasting en Opslag Duurzame Energie (ODE) als dominante onzekere factor over in dit onderzoek naar een adequaat correctiebedrag. Ofwel: wat was het energiebelastingtarief voor het aardgas dat wordt uitgespaard door een zonthermisch systeem toe te passen. Belangrijke afbakeningen worden gegeven door de energiebelastingsschijven, zie Tabel 1.

In Tabel 2 zijn de consequenties te zien voor het correctiebedrag zonthermie (“warmteklein”) bij gebruik van verschillende aannames van rendement en energiebelasting (+ODE).

Tabel 2: Afhankelijkheid van correctiebedragen t.g.v. aannames rendement en EB/ODE, bij een gasprijs van 0,0221 €/kWh_{HHV}.

Categorie	Rendement	EB + ODE (ct/nm ³)	Correctiebedrag (€/kWh)
Rendement hoog, EB/ODE hoog	90%	19,85	0,052
Rendement hoog, EB/ODE middel	90%	7,05	0,036
Rendement hoog, EB/ODE laag	90%	2,55	0,031
Rendement laag, EB/ODE hoog	65%	19,85	0,073
Rendement laag, EB/ODE middel	65%	7,05	0,050
Rendement laag, EB/ODE laag	65%	2,55	0,042

Vanuit de marktconsultatie is aangegeven dat een correctiebedrag van 0,052 €/kWh te hoog is, voornamelijk vanwege een verkeerd ingeschaald voordeel in de energiebelasting. Daarnaast is de hoogste waarde in Tabel 2 van 0,073 €/kWh aantoonbaar te hoog. Het bedrag van 0,073 €/kWh is equivalent aan 20,1 €/GJ, terwijl het maximaal variabel tarief warmtewet (NMA, 2015) 18,7 €/GJ (excl. BTW) bedraagt. Daarmee is het onrealistisch dat er 20,1 €/GJ voor warmte verkregen kan worden. Dit vormt een afbakening dat het correctiebedrag zeker lager moet liggen dan 0,073 €/kWh en in de meeste gevallen ook lager dan 0,052 €/kWh.

5.5.3 Conclusies en aanbevelingen

ECN adviseert om voor de categorie zonthermie een correctiebedrag te hanteren, gebaseerd op 65% conversierendement van het uitgespaarde aardgas, met een resterend aardgasgebruik tussen de 170.001 m³ en 1 miljoen m³, ofwel een correctiebedrag van 0,050 €/kWh.

6

WKK

6.1 Correctiebedrag gecombineerde opwekking

Via de SDE+ worden ook warmtekrachtinstallaties gesubsidieerd. De SDE+ wordt uitbetaald over de som van de elektriciteits- en warmtelevering, ondanks dat er zowel elektriciteit als warmte wordt geleverd waarbij elektriciteit op andere wijze verhandeld kan worden dan warmte.

Figuur 20: Schematische weergave van rekenmethode correctiebedragen WKK-opties.



Een categorie voor warmtekrachtinstallaties of gecombineerde opwekking kent één correctiebedrag. Dit correctiebedrag wordt berekend als gewogen gemiddelde van het correctiebedrag voor elektriciteit en het correctiebedrag voor grootschalige warmte. Een belangrijke parameter is de wegingsfactor: hoe zwaar telt elektriciteit mee in het samengestelde correctiebedrag en hoe zwaar telt warmte daarin mee dit is afhankelijk van de categorie binnen de SDE+.

$$\text{Correctiebedrag gecombineerde opwekking} = \frac{(\text{Correctiebedrag elektriciteit} + \text{correctiebedrag warmte} * \text{warmtekrachtverhouding})}{(1 + \text{warmtekrachtverhouding})}$$

ECN definieert een referentie-installatie op basis waarvan een basisbedrag berekend wordt. Deze referentie-installatie heeft een warmtekrachtverhouding waarover ECN ook rapporteert in de adviezen over de basisbedragen, zie Tabel 3.

Tabel 3: Overzicht van de warmtekrachtverhoudingen van de ECN-referentie-installaties in de WKK-categorieën van de regelingen 2012 tot en met 2015.

Verwijzing in regeling	Beschrijving	Warmtekrachtverhouding
Aanwijzingsregeling SDE+ 2012		
Artikel 54 (1.c, 1.d)	Allesvergisting hub en co-vergisting hub	0,53
Artikel 86 (1)	Geothermie	2,50
Artikel 106 (1.a)	Thermische conversie biomassa > 10 MW ≤ 100 MW	4,56
Artikel 106 (1.b)	Thermische conversie biomassa ≤ 10 MW	2,44
Artikel 111 (1.a)	Biomassavergisting allesvergisting	0,65
Artikel 111 (1.b)	Biomassavergisting co-vergisting	0,65
Artikel 126 (1.a, 1.b)	Verlengde levensduur biomassa allesvergisting en covergisting	0,64
Artikel 126 (1.c)	Verlengde levensduur biomassa thermische conversie	1,82
Aanwijzingsregeling SDE+ 2013		
Artikel 64 (1)	Geothermie gecombineerde opwekking	4,28
Artikel 70 (1.a)	Thermische conversie biomassa gecombineerde opwekking >10 MW en ≤ 100 MW	5,26
Artikel 70 (1.b)	Thermische conversie biomassa gecombineerde opwekking ≤ 10 MW	2,44
Artikel 76 (1.a)	Verlengde levensduur allesvergisting gecombineerde opwekking	0,64
Artikel 76 (1.b)	Verlengde levensduur Vergisting en co-vergisting van dierlijke mest gecombineerde opwekking	0,64
Artikel 76 (1.c)	Verlengde levensduur thermische conversie van biomassa gecombineerde opwekking	1,82
Artikel 80 (1.c)	Allesvergisting gecombineerde opwekking	0,65
Artikel 80 (1.d)	Vergisting en covergisting van dierlijke mest gecombineerde opwekking	0,65
Artikel 80 (1.e)	Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest gecombineerde opwekking	0,65
Aanwijzingsregeling SDE+ 2014		
Artikel 70 (1.b)	Thermische conversie van vaste biomassa (≤10 MW _e)	2,44
Artikel 70 (1.a)	Thermische conversie van vaste biomassa (>10 MW _e)	5,26
Artikel 76 (1.c)	Verlengde levensduur thermische conversie	1,82
Artikel 80 (1.c)	Allesvergisting	0,65
Artikel 80 (1.d)	Mestcovergisting	0,65
Artikel 76 (1.a)	Verlengde levensduur van allesvergisting	0,58
Artikel 76 (1.b)	Verlengde levensduur mestcovergisting	0,58
Artikel 64 (1)	Geothermie	4,28
Aanwijzingsregeling SDE+ 2015		
Artikel 42 (1.b)	Thermische conversie van biomassa, ≤ 10 MW _e	2,44
Artikel 42 (1.a)	Thermische conversie van biomassa, 10-100 MW _e	5,26
Artikel 50 (1.a)	Verlengde levensduur thermische conversie ≤ 50 MW _e	1,82
Artikel 54 (c)	Gecombineerde opwekking allesvergisting	0,65
Artikel 54 (d)	Gecombineerde opwekking vergisting en covergisting van dierlijke mest	0,65
Artikel 48 (1.a)	Verlengde levensduur allesvergisting	0,58

Verwijzing in regeling	Beschrijving	Warmtekrachtverhouding
Artikel 48 (1.b)	Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest	0,58
Artikel 38	Geothermie, warmtekracht	4,28
Artikel 56	RWZI - Thermofiele gisting van secundair slib	0,66
Artikel 54 (e)	Gecombineerde opwekking vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	0,00

Een specifieke installatie waarvoor een SDE+-beschikking aangevraagd wordt, zal parameters kennen die afwijken van de referentie-installatie van ECN, zo ook de warmtekrachtverhouding. Hierdoor zal in de praktijk het correctiebedrag zelden tot nooit exact corresponderen met de waarde van de geleverde hernieuwbare energie. De belangrijkste parameters die in de praktijk kunnen variëren zijn het elektrisch rendement en het aantal vollasturen warmtelevering.

Door een hoger elektrisch rendement zal verhoudingsgewijs meer elektriciteit verkocht worden. Elektriciteit heeft een hogere marktwaarde dan warmte. Hierdoor zullen de gemiddelde inkomsten per kWh aan geleverde hernieuwbare energie hoger liggen dan het correctiebedrag weergeeft. Dit levert een voordeel op voor een producent. Daar staat tegenover dat een installatie met een hoger elektrisch rendement doorgaans ook duurder is dan de referentie-installatie waarop het basisbedrag is uitgerekend. Het voordeel dat ontstaat door een te laag correctiebedrag wordt teniet gedaan door het nadeel dat ontstaat door een lager basisbedrag dan passend zou zijn bij deze efficiëntere installatie. Het basisbedrag is hierbij een maat voor de productiekosten. Uiteraard kan een ontwikkelaar ook kiezen voor een lager elektrisch rendement dan de referentie-installatie. Daar speelt ook dat de voordelen door lagere investeringskosten veel belangrijker lijken te zijn voor de businesscase dan de nadelen doordat het correctiebedrag niet op maat is berekend.

Het aantal vollasturen warmtelevering heeft ook invloed op de correctiebedragen. Door meer warmte te leveren (meer dan de 4000 vollasturen, waar de basisbedragen op zijn uitgerekend) ontvangt een exploitant ook meer inkomsten uit zijn warmtelevering. Hier staat tegenover dat het gewogen gemiddelde van de elektriciteits- en warmteprijs lager komt te liggen: er wordt relatief meer warmte afgezet, en warmte heeft een lagere prijs dan elektriciteit. Het gewogen gemiddelde van de afzetprijs van de hernieuwbare energie komt hierdoor dus lager te liggen dan het correctiebedrag. Het is echter evident dat het volume (meer afzet warmte) dominant is. Omgekeerd ontstaan een nadeel als er minder warmte wordt afgezet dan aangenomen in de referentie-installatie. Maar ook hier is het volume-effect dominant, wat niet in de correctiebedragen volledig verdisconteerd hoort te worden.

Resumerend zal het correctiebedrag in de categorieën voor gecombineerde opwekking zelden of nooit exact corresponderen met de waarde van de geleverde hernieuwbare energie bij individuele projecten. Er kunnen wel prikkels ontstaan om te kiezen voor een installatie met een afwijkend elektrisch rendement – een ongewenste prikkel – en prikkels om te zoeken naar meer afzetmogelijkheden voor warmte – een gewenste prikkel, maar een correctiebedrag dat ex-post en projectspecifiek berekend zou worden, zou deze prikkels nog steeds niet wegnemen.

7

Discussie

In de vorige hoofdstukken is een overzicht gegeven van de huidige rekenmethodes voor de correctiebedragen voor respectievelijk elektriciteit, gas, warmte en WKK. Hier zijn voor een aantal categorieën door ECN nieuwe rekenmethodes voorgesteld. In dit discussiehoofdstuk geeft ECN nog enkele additionele overwegingen mee. Ook worden enkele zaken benoemd die in de consultatie de revue zijn gepasseerd, maar die geen onderdeel zijn geworden van het advies van ECN.

Toekomstige versus reeds afgegeven beschikkingen

Het onderzoek is gericht op berekeningen van correctiebedragen voor SDE+-beschikkingen die nog afgegeven gaan worden. Het aanpassen van de berekeningsmethode van correctiebedragen van lopende beschikkingen kan grote impact hebben op het investeringsklimaat indien deze aanpassing ten nadele is van de projectexploitant. Voor diverse projecten is een SDE+-subsidie aangevraagd in de vrije categorie. Vermoedelijk heeft de aanvrager in zijn businesscase al geanticipeerd op het vaststellen van correctiebedragen die lager zijn dan op zijn situatie van toepassing zouden zijn. Als de correctiebedragen alsnog gecorrigeerd worden, kunnen deze SDE+-projecten verlieslatend worden. Mochten de berekeningswijzen voor lopende projecten wel aangepast worden, dan heeft de markt ECN wel meegegeven om EZ op te roepen tot het in acht nemen van een overgangstermijn. Daarenboven zou in een keuze rekenschap gegeven moeten worden voor de begrenzingen die uitgaan van de vastgelegde basisprijs.

Transparantie rekenmethode

Naast de cijfermatige onderbouwingen van de correctiebedragen, heeft ECN veel signalen uit de markt ontvangen over de transparantie. De rekenmethode is voor marktpartijen vaak niet transparant, met name speelt dit bij windenergie. Om die reden heeft ECN in dit rapport extra aandacht besteed aan een toelichting op de rekenmethodes en ECN geeft EZ ter overweging om hetzelfde te doen in toelichting op de SDE-publicaties van EZ.

Juridische zekerheid rekenmethode correctiebedragen

Bovenop de transparantie kwam in de marktconsultatie vaak naar voren dat de markt ook zoekt naar juridische zekerheid over de berekeningsmethode. De vraag ligt voor binnen welke grenzen EZ kan afwijken van voorheen toegepaste berekeningswijzen en parameterwaardes.

GvO's

Projecten voor hernieuwbare energie kunnen extra inkomsten genereren door de verkoop van garanties van oorsprong (GvO). Er is op dit moment geen adequate informatie beschikbaar om de waarde van GvO's te verrekenen via een jaarlijkse herberekende correctie op de uitbetalingen. De prijsvorming is niet transparant en de GvO-markt is niet homogeen. Het probleem en enkele suggesties om dit probleem te omzeilen, staan beschreven in een recent rapport van CBS (CBS, 2014). Wel adviseert ECN om de markt tijdig te informeren via een vooraankondiging, mocht besloten gaan worden om GvO's te verrekenen en om daarbij een ingangscriterium te hanteren zoals een GvO-prijs die structureel boven een bepaalde waarde moet zijn gekomen.

8

Conclusie

In dit onderzoek heeft ECN in opdracht van het ministerie van EZ onderzocht in hoeverre de categorie-specifieke correctiebedragen maatgevend zijn voor de marktwaarde van duurzame energie in de betreffende categorie. Uit het onderzoek komt naar voren dat voor een aantal categorieën discrepantie bestaat tussen de berekende correctiebedragen en de gemiddelde prijs van hernieuwbare energie in de markt, of dat er alternatieve methodes beschikbaar zijn gekomen om correctiebedragen te berekenen. ECN stelt voor toekomstige beschikkingen de volgende aanpassingen voor:

Windenergie

Voor windenergie is nieuwe informatie beschikbaar gekomen. Er zijn openbare overzichten beschikbaar van productieverwachtingen voor één dag vooruit en van gerealiseerde productie. ECN stelt voor om deze via ENTSO-E beschikbaar gestelde data te gebruiken om in komende jaren de profiel- en onbalanskosten te berekenen. Hierbij stelt ECN voor om enerzijds de kosten te berekenen voor wind op zee generiek enerzijds, en voor de overige opties van windenergie anderzijds.

Zon-PV

Voor zon-PV adviseert ECN om af te stappen van de methode om de voormalige piekindex te hanteren als indicator voor de profielkosten en om in plaats daarvan de profielkosten te berekenen aan de hand van de uurmetingen van het KNMI van de globale straling. Tevens concludeert ECN dat in de correctiebedragen meer rekenschap gegeven moet worden van het feit dat een substantieel deel van de elektriciteit geproduceerd met zon-PV-installaties, vaak voor de eigen elektriciteitsbehoefte wordt ingezet. Hieruit volgt een te maken keuze, die niet-limitatief kan bestaan uit:

- Correctiebedragen zon-PV berekenen op basis van één gemiddelde en periodiek te herijken verhouding tussen eigen gebruik en netlevering, of
- Aparte correctiebedragen zon-PV hanteren voor elektriciteitsproductie die aan het net geleverd wordt en voor elektriciteitsproductie die voor eigen gebruik wordt ingezet.

Zonthermie

Voor zonthermie adviseert ECN de waarde van enkele parameters in de berekening aan te passen. Ten eerste om het conversierendement van 65% te hanteren onder de aanname dat zonthermie hoofdzakelijk voor warm tapwater wordt ingezet, en ten tweede om de vermeden energiebelasting op aardgas te baseren op de schijf van 170.001 m³ en 1 miljoen m³.



Afkortingen

APX	<i>Amsterdam Power eXchange</i> , marktindex voor elektriciteit (day ahead)
AVI	Afvalverbrandingsinstallatie
EZ	ministerie van Economische Zaken
GvO's	Garanties van Oorsprong
SDE	Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie
TTF	<i>Title Transfer Facility</i> , marktindex voor gas (termijnmarkt)
WKK	Warmtekrachtkoppeling

Referenties

Kraan, C., Lensink, S.M. (2014): *Basisprijzen SDE+ 2015*. ECN, Petten, ECN-N--14-023, oktober 2014.

Lensink, S.M. (2011): *Duurzame warmte in de SDE+*, ECN, Amsterdam. ECN-O--11-050, 19 april 2011.

Ragwitz, M. (2014): *Review letter on advice of SDE+ correction rates*. Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 23 September 2014.

Rijksoverheid (2010): *Nationaal actieplan voor energie uit hernieuwbare bronnen. Richtlijn 2009/28/EG*. <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2010/06/23/rapport-nationaal-actieplan-voor-energie-uit-hernieuwbare-bronnen.html>.

RVO/CBS (2015): *Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie, Herziening 2015*. <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/duurzame-energie/monitoring>.

Verslagen ECN Consultatieronde SDE+ 2016 (2015). Vertrouwelijk.

Bijlage A. Rekenmethoden per jaargang

Tabel 4: Rekenmethode per jaargang van alle categorieën.

Jaar-gang	Categorie	Berekeningsmethode
2008	Wind op land	Windenergie
	Zon-PV >0,6 kWp en <=3,5 kWp	Elektriciteit-klein, Consumententarief
	AVI	Elektriciteit-AVI
	Stortgas, AWZI, RWZI	Elektriciteit
	Biomassa co-vergisting, gft vergisting en thermische conversie	Elektriciteit
	Stortgas, AWZI, RWZI	Groen gas
	Biomassa co-vergisting, gft vergisting	Groen gas
2009	Wind op land < 6 MW	Windenergie
	Wind op land ≥ 6 MW en wind in meer	Windenergie
	Zon pv > 0,6 kWp en ≤ 15 kWp	Elektriciteit-klein
	Zon pv > 15 kWp en ≤ 100 kWp	Elektriciteit-piek
	AVI	Elektriciteit-AVI
	Stortgas, AWZI, RWZI	Elektriciteit
	Biomassa co-vergisting, gft vergisting en thermische conversie	Elektriciteit
	Waterkracht	Elektriciteit
	Stortgas, AWZI, RWZI	Groen gas
	Biomassa co-vergisting, gft vergisting	Groen gas
2010	Wind op zee	Windenergie
	Wind op land < 6 MW	Windenergie
	Wind op land ≥ 6 MW	Windenergie
	Zon pv ≥ 1 kWp en ≤ 15 kWp	Elektriciteit-klein
	Zon pv > 15 kWp en ≤ 100 kWp	Elektriciteit-piek
	AVI	Elektriciteit-AVI
	Stortgas, AWZI, RWZI	Elektriciteit
	Biomassa co-vergisting, gft vergisting, overige vergisting en thermische conversie	Elektriciteit
	Waterkracht	Elektriciteit
	Stortgas, AWZI, RWZI	Groen gas
	Biomassa co-vergisting, gft vergisting, overige vergisting	Groen gas
2011	AVI	Elektriciteit-AVI
	Stortgas, AWZI, RWZI	Elektriciteit
	Waterkracht	Elektriciteit
	Biomassa allesvergisting, co-vergisting, en thermische conversie > 10 MW	Elektriciteit
	Wind op land < 6 MW	Windenergie
	Wind op land ≥ 6 MW	Windenergie

Jaar-gang	Categorie	Berekeningsmethode
2011	Wind in meer	Windenergie
	Wind op zee	Windenergie
	Zon pv ≥ 15 kWp	Elektriciteit-piek
	Thermische conversie ≤ 10 MW	Elektriciteit
	Osmose	Elektriciteit
	Geothermie	Elektriciteit
	Vrije stroming	Elektriciteit
	Stortgas, AWZI, RWZI	Groen gas
	Biomassavergisting allesvergisting, co-vergisting, allesvergisting hub, co-vergisting hub	Groen gas
2012	Waterkracht	Elektriciteit
	AWZI, RWZI	Elektriciteit
	Wind op land < 6 MW	Windenergie
	Wind op land < 6 MW windrijk	Windenergie
	Wind op land ≥ 6 MW	Windenergie
	Wind in meer	Windenergie
	Wind op zee	Windenergie
	Zon pv ≥ 15 kWp	Elektriciteit-piek
	Osmose	Elektriciteit
	Vrije stroming	Elektriciteit
	Biomassavergisting allesvergisting, co-vergisting, allesvergisting hub, co-vergisting hub	Groen gas
	Allesvergisting hub en co-vergisting hub (warmte)	Warmte-groot
	Allesvergisting hub en co-vergisting hub (WKK)	WKK
	Biomassa vergassing	Groen gas
	Verlengde levensduur bestaande installaties allesvergisting en co-vergisting	Groen gas
	Ketel vaste biomassa	Warmte-middel
	Geothermie (warmte)	Warmte-groot
	Geothermie (WKK)	WKK
	Biomassavergisting allesvergisting, co-vergisting	Warmte-middel
	Uitbreiding bestaande afvalverbranding met warmte	Warmte-AVI
	Ketel vloeibare biomassa	Warmte-middel
	Thermische conversie biomassa > 10 MW ≤ 100 MW (WKK)	WKK
	Thermische conversie biomassa ≤ 10 MW (WKK)	WKK
	Biomassavergisting allesvergisting (WKK)	WKK
	Biomassavergisting co-vergisting (WKK)	WKK
	Bestaande toepassing biomassa uitbreiding allesvergisting en thermische conversie	Warmte-groot
	Bestaande toepassing biomassa uitbreiding co-vergisting	Nul
	Zon-thermie	Warmte-klein
	Verlengde levensduur biomassa allesvergisting en co-vergisting (WKK)	WKK
	Verlengde levensduur biomassa thermische conversie (WKK)	WKK
2013	Waterkracht nieuw	Elektriciteit
	Waterkracht renovatie	Elektriciteit
	Afvalwater- of rioolwaterzuiveringsinstallaties thermische drukhydrolyse	Elektriciteit

Jaar-gang	Categorie	Berekeningsmethode
2013	Wind op land < 6,0 MW	Windenergie
	Wind op land ≥ 6,0 MW	Windenergie
	Wind in meer	Windenergie
	Fotovoltaïsche zonnepanelen	Elektriciteit-piek
	Wind op zee	Windenergie
	Osmose	Elektriciteit
	Vrije stromingsenergie	Elektriciteit
	Allesvergisting	Groen gas
	Vergisting en co-vergisting van dierlijke mest	Groen gas
	Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	Groen gas
	Afvalwater- of rioolwaterzuiveringsinstallaties	Groen gas
	Verlengde levensduur allesvergisting	Groen gas
	Verlengde levensduur vergisting en co-vergisting van dierlijke mest	Groen gas
	Biomassavergassing	Groen gas
	Ketel vaste biomassa warmte	Warmte-middel
	Geothermie warmte ≥ 500 meter diepte	Warmte-groot
	Geothermie warmte ≥ 2700 meter diepte	Warmte-groot
	Geothermie gecombineerde opwekking	WKK
	Uitbreiding bestaande afvalverbranding met warmte	Warmte-AVI
	Ketel vloeibare biomassa warmte	Warmte-middel
	Thermische conversie biomassa gecombineerde opwekking >10 MW en ≤ 100 MW	WKK
	Thermische conversie biomassa gecombineerde opwekking ≤ 10 MW	WKK
	Bestaande toepassing allesvergisting en thermische conversie van biomassa uitbreiding warmte	Warmte-groot
	Bestaande toepassing vergisting en co-vergisting van dierlijke mest uitbreiding warmte	Nul
	Zonthermie	Warmte-klein
	Verlengde levensduur allesvergisting gecombineerde opwekking	WKK
	Verlengde levensduur Vergisting en co-vergisting van dierlijke mest gecombineerde opwekking	WKK
	Verlengde levensduur thermische conversie van biomassa gecombineerde opwekking	WKK
	Verlengde levensduur allesvergisting warmte	Warmte-groot
	Verlengde levensduur Vergisting en co-vergisting van dierlijke mest warmte	Warmte-groot
	Allesvergisting warmte	Warmte-middel
	Vergisting en co-vergisting van dierlijke mest warmte	Warmte-middel
	Allesvergisting gecombineerde opwekking	WKK
Vergisting en co-vergisting van dierlijke mest gecombineerde opwekking	WKK	
Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest gecombineerde opwekking	WKK	
2014	Vergassing (groen gas)	Groen gas
	Thermische conversie van vaste biomassa (<10 MW _e)	WKK
	Thermische conversie van vaste biomassa (>10 MW _e)	WKK
	Ketel op vaste biomassa < 5 MW _{th}	Warmte-middel
	Ketel op vaste biomassa ≥ 5 MW _{th}	Warmte-groot
Ketel op vloeibare biomassa	Warmte-middel	

Jaar-gang	Categorie	Berekeningsmethode
2014	Warmtebenutting bij bestaande projecten (AVI)	Warmte-AVI
	Warmtebenutting bij bestaande projecten (verbranding)	Warmte-groot
	Verlengde levensduur thermische conversie	WKK
	Allesvergisting	Warmte-middel
	Allesvergisting (WKK)	WKK
	Allesvergisting (groen gas)	Groen gas
	Mestcovergisting (warmte)	Warmte-middel
	Mestcovergisting (WKK)	WKK
	Mestcovergisting (groen gas)	Groen gas
	Mestmonovergisting (Elektriciteit)	Elektriciteit
	Mestmonovergisting: groen gas	Groen gas
	RWZI Thermische-drukhydrolyse	Elektriciteit
	AWZI/RWZI: groen gas	Groen gas
	Verlengde levensduur van allesvergisting (WKK)	WKK
	Verlengde levensduur allesvergisting (warmtehub)	Warmte-groot
	Verlengde levensduur allesvergisting (groengashub)	Groen gas
	Verlengde levensduur mestcovergisting (WKK)	WKK
	Verlengde levensduur mestcovergisting (warmtehub)	Warmte-groot
	Verlengde levensduur mestcovergisting (groengashub)	Groen gas
	Warmtebenutting bij bestaande projecten (allesvergisting)	Warmte-groot
	Warmtebenutting bij bestaande mestcovergisting	Nul
	Geothermie warmte \geq 500 meter diepte	Warmte-groot
	Geothermie warmte \geq 3300 meter diepte	Warmte-groot
	Geothermie (WKK)	WKK
	Wind op land (fase I)	Windenergie
	Wind op land (fase II)	Windenergie
	Wind op land (fase III)	Windenergie
	Wind op land: turbines \geq 6 MW (fase II)	Windenergie
	Wind op land: turbines \geq 6 MW (fase III)	Windenergie
	Wind op land: turbines \geq 6 MW (fase IV)	Windenergie
	Wind in meer	Windenergie
	Wind op zee	Windenergie
	Kleinschalige waterkracht, laag verval	Elektriciteit
	Kleinschalige waterkracht, bestaande waterstaatkundige voorzieningen	Elektriciteit
Waterkracht, energie uit vrije stroming	Elektriciteit	
Osmose	Elektriciteit	
Zon-PV >15 kWp	Elektriciteit-piek	
Zonthermisch $>100\text{m}^2$	Warmte-klein	
2015	Biomassavergassing ($\geq 95\%$ biogeen)	Groen gas
	Thermische conversie van biomassa, $\leq 10 \text{ MW}_e$	WKK
	Thermische conversie van biomassa, $10-100 \text{ MW}_e$	WKK
	Ketel op vaste of vloeibare biomassa, $0,5-5 \text{ MW}_{th}$	Warmte-middel
	Ketel op vaste of vloeibare biomassa, $\geq 5 \text{ MW}_{th}$	Warmte-groot

Jaar-gang	Categorie	Berekeningsmethode
2015	Ketel op vloeibare biomassa	Warmte-middel
	Bestaande thermische conversie van vaste of vloeibare biomassa, uitbreiding warmte	Warmte-groot
	Verlengde levensduur thermische conversie $\leq 50 \text{ MW}_e$	WKK
	Warmte allesvergisting	Warmte-middel
	Gecombineerde opwekking allesvergisting	WKK
	Allesvergisting (hernieuwbaar gas)	Groen gas
	Warmte vergisting en covergisting van dierlijke mest	Warmte-middel
	Gecombineerde opwekking vergisting en covergisting van dierlijke mest	WKK
	Vergisting en covergisting van dierlijke mest (hernieuwbaar gas)	Groen gas
	Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (hernieuwbaar gas)	Groen gas
	AWZI/RWZI - thermische drukhydrolyse	Elektriciteit
	AWZI/RWZI (hernieuwbaar gas)	Groen gas
	Verlengde levensduur allesvergisting (WKK)	WKK
	Verlengde levensduur allesvergisting (warmte)	Warmte-groot
	Verlengde levensduur allesvergisting (hernieuwbaar gas)	Groen gas
	Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (WKK)	WKK
	Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (warmte)	Warmte-groot
	Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (hernieuwbaar gas)	Groen gas
	Bestaande allesvergisting, uitbreiding warmte	Warmte-groot
	Bestaande vergisting en covergisting van dierlijke mest, uitbreiding warmte	Nul
	Geothermische warmte, diepte $\geq 500 \text{ m}$	Warmte-groot
	Geothermische warmte, diepte $\geq 3500 \text{ m}$	Warmte-groot
	Geothermie, warmtekracht	WKK
	Wind op land, overgangsregeling, fase I	Windenergie
	Wind op land, overgangsregeling, fase II	Windenergie
	Wind op land, overgangsregeling, fase III	Windenergie
	Wind in meer, water $\geq 1 \text{ km}^2$	Windenergie
	Waterkracht, valhoogte $\geq 50 \text{ cm}$	Elektriciteit
	Waterkracht, valhoogte $\geq 50 \text{ cm}$, renovatie	Elektriciteit
	Vrije stromingsenergie, valhoogte $< 50 \text{ cm}$	Elektriciteit
	Osmose	Elektriciteit
	Fotovoltaïsche zonnepanelen, $\geq 15 \text{ kWp}$ en aansluiting $>3 \cdot 80 \text{ A}$	Elektriciteit-piek
	Zonthermie, apertuuroppervlakte $\geq 100 \text{ m}^2$	Warmte-klein
	Wind op land, $\geq 8,0 \text{ m/s}$	Windenergie
	Wind op land, $7,5 \text{ tot } 8,0 \text{ m/s}$	Windenergie
	Wind op land, $7,0 \text{ tot } 7,5 \text{ m/s}$	Windenergie
	Wind op land, $< 7,0 \text{ m/s}$	Windenergie
	Wind op verbindende waterkeringen, $\geq 8,0 \text{ m/s}$	Windenergie
	Wind op verbindende waterkeringen, $7,5 \text{ tot } 8,0 \text{ m/s}$	Windenergie
	Wind op verbindende waterkeringen, $7,0 \text{ tot } 7,5 \text{ m/s}$	Windenergie
	Wind op verbindende waterkeringen, $< 7,0 \text{ m/s}$	Windenergie
	RWZI - Thermofiele gisting van secundair slib	WKK

Jaar-gang	Categorie	Berekeningsmethode
2015	Bestaande capaciteit voor bij- en meestook	Elektriciteit
	Nieuwe capaciteit voor meestook	Elektriciteit
	Warmte, industriële stoomproductie uit houtpellets	Warmte-groot
	Warmte vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	Warmte-middel
	Gecombineerde opwekking vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	WKK

Bijlage B. Profiel- en onbalansfactoren windenergie

In Tabel 5 is een overzicht gegeven van de gecombineerde profiel- en onbalansfactoren zoals gehanteerd door ECN voor windenergie in de afgelopen jaren. Vanaf 2014 (definitieve correctiebedragen) is de profielfactor voor alle categorieën gelijk getrokken, mede op basis van een review van het Fraunhofer instituut (M. Ragwitz, Review letter on advice of SDE+ correction rates, Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 23 September 2014). Gezien het vertrouwelijke karakter van de marktdata waarvan deze factoren zijn afgeleid, kan door ECN geen nadere uitsplitsing worden gemaakt op de onderstaande factoren. Voor de toekomst kan gebruik worden gemaakt van openbare ENTSO-E data. Zie hoofdstuk 3.3 voor meer informatie.

Tabel 5: Overzicht gecombineerde profiel- en onbalansfactoren windenergie.

Regeling	Wind op land	Wind op zee	Wind in meer, grote turbines
Definitieve correctiebedragen 2008	0,89		
Definitieve correctiebedragen 2009	0,89		0,915
Definitieve correctiebedragen 2010	0,89	0,93	0,915
Definitieve correctiebedragen 2011	0,89	0,93	0,915
Definitieve correctiebedragen 2012	0,876	0,916	0,901
Definitieve correctiebedragen 2013	0,87	0,91	0,895
Definitieve correctiebedragen 2014	0,913	0,913	0,913
<i>Voorlopige correctiebedragen 2008</i>	<i>0,89</i>		
<i>Voorlopige correctiebedragen 2009</i>	<i>0,89</i>		<i>0,915</i>
<i>Voorlopige correctiebedragen 2010</i>	<i>0,89</i>	<i>0,93</i>	<i>0,915</i>
<i>Voorlopige correctiebedragen 2011</i>	<i>0,89</i>	<i>0,93</i>	<i>0,915</i>
<i>Voorlopige correctiebedragen 2012</i>	<i>0,89</i>	<i>0,93</i>	<i>0,915</i>
<i>Voorlopige correctiebedragen 2013</i>	<i>0,89</i>	<i>0,93</i>	<i>0,915</i>
<i>Voorlopige correctiebedragen 2014</i>	<i>0,876</i>	<i>0,916</i>	<i>0,901</i>
<i>Voorlopige correctiebedragen 2015</i>	<i>0,87</i>	<i>0,91</i>	<i>0,895</i>

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