

# Eindadvies basisbedragen SDE+ 2015

S.M. Lensink (ECN) (ed)  
C.L. van Zuijlen (ECN) (ed)

Oktober 2014  
ECN-E--14-035



# Verantwoording

Dit rapport is geschreven door ECN in samenwerking met DNV GL en TNO en in opdracht van het ministerie van Economische Zaken. De samenwerking met TNO heeft betrekking op de geothermie gerelateerde adviezen. Het onderzoek staat geregistreerd onder projectnummer 5.2811. Contactpersoon voor het project is Sander Lensink ([lensink@ecn.nl](mailto:lensink@ecn.nl)).

Naast de editors hebben de volgende personen tevens meegeschreven aan dit rapport: Marc Londo, Arjan Plomp, Luuk Beurskens, Michiel Hekkenberg, Hamid Mozaffarian (ECN), Anne-Marie Taris, Gerben Jans, Marcel Cremers, Bart in 't Groen, Ronald Meijer (DNV GL) en Harmen Mijnlief (TNO).

Aan het onderzoek is tevens meegewerkt door Hans Cleijne, Koen Broess (DNV GL), Paul Lako (ECN). De auteurs danken hen voor hun inbreng.

VITO heeft een externe review uitgevoerd op dit advies. De auteurs danken de reviewers van VITO voor hun waardevolle commentaar.

## Abstract

On assignment of the Dutch Ministry of Economic Affairs, ECN and DNV GL have studied the cost of renewable energy production. This cost assessment for various categories is part of an advice on the subsidy base rates for the feed-in support scheme SDE+. This report contains the advice on the cost of projects in the Netherlands targeted for realization in 2015, covering installation technologies for the production of green gas, biogas, renewable electricity and renewable heat. A draft version of this advice has been discussed with the market in an open consultation round. VITO has conducted an external review of this advice. The authors thank VITO for its valuable comments.

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



# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2 Proces en uitgangspunten</b>	<b>8</b>
<b>3 Bevindingen waterkracht</b>	<b>12</b>
<b>4 Bevindingen zonne-energie</b>	<b>17</b>
<b>5 Bevindingen windenergie</b>	<b>20</b>
<b>6 Bevindingen geothermie</b>	<b>31</b>
<b>7 Bevindingen waterzuivering en stortgas</b>	<b>37</b>
<b>8 Bevindingen verbranding en vergassing van biomassa</b>	<b>44</b>
<b>9 Bevindingen vergisting van biomassa</b>	<b>60</b>
<b>10 Bevindingen bestaande installaties</b>	<b>74</b>
<b>11 Overzicht van advies</b>	<b>85</b>
<b>Afkortingen</b>	<b>88</b>
<b>Referenties</b>	<b>89</b>
<b>Bijlage A. Hubs en productie van ruw biogas</b>	<b>91</b>
<b>Bijlage B. Overzicht van basisprijzen en correctiebedragen</b>	<b>94</b>



# Samenvatting

Het ministerie van Economische Zaken heeft advies gevraagd aan ECN en DNV GL over de basisbedragen voor de SDE+ 2015. Dit rapport bevat het eindadvies over de basisbedragen dat tot stand is gekomen na consultatie van marktpartijen. De basisbedragen zijn zo berekend dat zij toereikend zijn voor het merendeel van de projecten in de betreffende categorie. Door project specifieke omstandigheden blijft het mogelijk dat er initiatieven zijn die ondanks de SDE+-vergoeding toch niet rendabel uit te voeren zijn. Voor geothermie is het advies geschreven door ECN, DNV GL en TNO.

Het overzicht met berekende en geadviseerde basisbedragen staat in Tabel 1. Voor de volgende categorieën zijn geen basisbedragen opgenomen:

- Wind op land,  $\geq 6$  MW.
- Gecombineerde opwekking met behulp van houtpellets.

ECN en DNV GL adviseren om deze categorieën in de nieuwe regeling niet langer open te stellen. Voor wind op land  $\geq 6$  MW liggen overwegingen over de werking van de turbinemarkt ten grondslag aan dit advies. Voor gecombineerde opwekking met behulp van houtpellets zien ECN en DNV GL gebrek aan ervaring en initiatieven in Nederland. Van de andere categorieën kan niet geconcludeerd worden dat opname in dit rapport ook betekent dat ECN en DNV GL adviseren om de categorieën wel open te stellen.

**Tabel 1:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: waterkracht, wind- en zonne-energie

Categorie	Basis-bedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm	0,175	-	5700
Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie	0,067	-	4300
Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm	0,275	-	2800
Osrose	0,585	-	8000
Golfenergie	0,561	-	2500
Fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥ 15 kWp en aansluiting >3*80A	0,141	-	1000
Zonthermie, apertuuroppervlakte ≥ 100 m <sup>2</sup>	0,137	-	700
Wind op land, ≥ 8,0 m/s	0,074	-	n.v.t.
Wind op land, 7,5 tot 8,0 m/s	0,081	-	n.v.t.
Wind op land, 7,0 tot 7,5 m/s	0,086	-	n.v.t.
Wind op land, < 7,0 m/s	0,098	-	n.v.t.
Wind op land, oude methodiek (fase I)	0,070	-	3500
Wind op land, oude methodiek (fase II)	0,080	-	2700
Wind op land, oude methodiek (fase III)	0,090	-	2300
Wind op dijk, ≥ 8,0 m/s	0,081	-	n.v.t.
Wind op dijk, 7,5 tot 8,0 m/s	0,088	-	n.v.t.
Wind op dijk, 7,0 tot 7,5 m/s	0,094	-	n.v.t.
Wind op dijk, < 7,0 m/s	0,107	-	n.v.t.
Wind in meer, water ≥ 1 km <sup>2</sup>	0,114	-	n.v.t.

**Tabel 2:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: geothermie

Categorie	Basis-bedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
Geothermie warmte, diepte ≥ 500 meter	0,052	-	5500
Geothermie warmte, diepte ≥ 3500 meter	0,055	-	7000
Geothermie, warmtekracht	0,098	4,28	4158

**Tabel 3:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: waterzuiveringsinstallaties

Categorie	Basis-bedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
RWZI - Thermofiele gisting van secundair slib	0,061	0,66	5729
AWZI/RWZI - thermische drukhydrolyse	0,095	-	8000
AWZI/RWZI - WKK	0,032	0,64	5751
AWZI/RWZI - groen gas	0,034	-	8000

**Tabel 4:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: verbranding en vergassing van biomassa

Categorie	Basis-bedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
Biomassavergassing (≥95% biogeen)	0,139	-	7500
Bestaande capaciteit voor bij- en meestook	0,108	-	5839
Nieuwe capaciteit voor meestook	0,115	-	7000
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,5-5 MWth	0,051	-	4000
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, ≥5 MWth	0,043	-	7000
Ketel op vloeibare biomassa	0,072	-	7000
Warmte, houtpellets	0,054	-	7000
Thermische conversie van biomassa, 10-100 MWe	0,084	5,26	7500
Thermische conversie van biomassa, ≤ 10 MWe	0,144	2,44	4241

**Tabel 5:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: vergisting van biomassa

Categorie	Basisbedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
Allesvergisting (groen gas)	0,063	-	8000
Warmte allesvergisting	0,053	-	7000
Gecombineerde opwekking allesvergisting	0,095	0,65	5739
Vergisting en covergisting van dierlijke mest (groen gas)	0,083	-	8000
Warmte vergisting en covergisting van dierlijke mest	0,080	-	7000
Gecombineerde opwekking vergisting en covergisting van dierlijke mest	0,121	0,65	5732
Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (groen gas)	0,136	-	8000
Gecombineerde opwekking vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	0,305	-	8000
Warmte vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	0,106	-	7000

**Tabel 6:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: bestaande installaties

Categorie	Basisbedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
Verlengde levensduur thermische conversie ≤ 50 MWe	0,064	1,82	4429
Verlengde levensduur allesvergisting (WKK)	0,087	0,58	5855
Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (WKK)	0,108	0,58	5855
Verlengde levensduur allesvergisting (groen gas)	0,064	-	8000
Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (groen gas)	0,076	-	8000
Verlengde levensduur allesvergisting (warmte)	0,058	-	7000
Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (warmte)	0,072	-	7000
Uitbreiding bestaande thermische conversie van afval met warmte <sup>1</sup>	0,023	-	7000
Bestaande allesvergisting, uitbreiding warmte	0,023	-	7000
Bestaande vergisting en covergisting van dierlijke mest, uitbreiding warmte	0,030	-	4000
Bestaande thermische conversie van vaste of vloeibare biomassa, uitbreiding warmte	0,023	-	7000

1 Exclusief correctie voor de biogene fractie van afval.

# 1

## Inleiding

Het ministerie van Economische Zaken (EZ) heeft aan ECN en DNV GL advies gevraagd over de hoogte van de basisbedragen in het kader van de SDE+-regeling voor 2015.

Evenals bij vergelijkbare onderzoeken in voorgaande jaren hebben ECN en DNV GL er in overleg met het ministerie voor gekozen om in mei een conceptadvies aan de markt voor te leggen. In de maand juni is de markt hierover geconsulteerd. Dit rapport betreft het eindadvies, waarin de inbreng van de marktpartijen naar inzicht van ECN en DNV GL is meegewogen.

ECN en DNV GL adviseren het ministerie over de hoogte van de basisbedragen voor de door het ministerie voorgeschreven categorieën. De Minister van EZ beslist over de openstelling van de SDE+-regeling in 2015, de open te stellen categorieën en de basisbedragen voor nieuwe SDE+-beschikkingen in 2015. Voor de SDE+2015 zijn in reactie op verzoeken vanuit de markt en vanuit ministerie van EZ een aantal mogelijke nieuwe categorieën toegevoegd.

### Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft het proces en de algemene uitgangspunten. Vervolgens zijn de bevindingen getoond voor waterkracht (hoofdstuk 3), zonne-energie (hoofdstuk 4), windenergie (hoofdstuk 5), geothermie (hoofdstuk 6), waterzuivering (hoofdstuk 7), thermische conversie van biomassa (hoofdstuk 8), vergisting (hoofdstuk 9) en bestaande installaties (hoofdstuk 10). Iedere categorie in de SDE+ kent daarbij een eigen paragraaf met de technisch-economische parameters. Hoofdstuk 11 besluit met conclusies waarbij de vertaalslag naar basisbedragen gemaakt is.

De naamgeving van de categorieën in dit rapport verschilt van die in het *eindadvies* SDE+2014. De naamgeving in dit rapport sluit nu zoveel als mogelijk aan bij de naamgeving in de *aanwijzingsregeling* SDE+2014.

Daarnaast zijn in dit rapport de basisprijzen en (de rekenmethode voor) de correctiebedragen bij iedere categorie opgenomen. De basisprijzen worden toegelicht in (Kraan en Lensink, 2014) en de achtergrond van de correctiebedragen staan in (Lensink en Van Zuijlen, 2014).

ECN en DNV GL adviseren over de hoogte van de basisbedragen in de SDE+ 2015.

Qua naamgeving sluit dit rapport sluit aan bij de aanwijzingsregeling SDE+ 2014.

# 2

## Proces en uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden achtereenvolgens het gevolgde proces en werkwijze beschreven (2.1), waarna in 2.2 en 2.3 de algemene en financiële uitgangspunten voor dit advies worden getoond.

### 2.1 Proces en werkwijze

Er zijn 22 consultatie-gesprekken gevoerd naar aanleiding van het conceptadvies.

#### Proces

Op 26 mei 2014 is een conceptadvies gepresenteerd ten behoeve van een openbare marktconsultatie. Hiertoe is een informatiebijeenkomst voor brancheorganisaties gehouden bij het ministerie van Economische Zaken. Met dit conceptrapport zijn marktpartijen uitgenodigd om reacties naar ECN te sturen. Op 27 juni waren 34 consultatiereacties binnengekomen, waarna 22 consultatie-gesprekken zijn gevoerd in de periode van 1 tot en met 15 juli 2014.

Na de marktconsultatie hebben ECN en DNV GL dit eindadvies opgesteld. Zowel het eindadvies zelf, als het proces met de wijze waarop ECN en DNV GL de marktreacties hebben meegewogen, is onderdeel van een externe review door een door EZ aangewezen reviewer. De review is uitgevoerd door het Vlaamse instituut VITO (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek). Op 3 juli is het conceptadvies door auteurs en reviewer besproken. Op 3 september is het eindadvies door hen besproken alsmede de wijze waarop de auteurs het consultatieproces gevoerd hebben. Dit advies is op 22 oktober 2014 gereed gekomen.

#### Werkwijze

Het ministerie van EZ heeft aan ECN en DNV GL advies gevraagd voor het vaststellen van de basisbedragen in het kader van de SDE+-regeling voor 2015. Voor geothermie is het advies opgesteld door ECN, DNV GL en TNO. De te adviseren basisbedragen bevatten de productiekosten van hernieuwbare energiedragers, vermeerderd met eventuele regelingsspecifieke meerkosten in relatie tot het afsluiten van elektriciteits-, warmte- of gascontracten. Het ministerie heeft vooraf categorieën benoemd in de



adviesvraag. Voor alle categorieën berekenen ECN en DNV GL de productiekosten van hernieuwbare elektriciteit, groen gas of hernieuwbare warmte. De Minister van EZ besluit over de uiteindelijke openstelling van categorieën. Noch de opname noch de afwezigheid van een categorie in dit rapport kunnen gelezen worden als advies ten aanzien van eventuele openstelling.

## 2.2 Algemene uitgangspunten

In overleg tussen het ministerie van EZ en ECN en DNV GL zijn de uitgangspunten voor de berekening vastgesteld. Hierbij is rekening gehouden met de effectiviteit en efficiëntie van een regeling als de SDE+. Dit impliceert dat de SDE+-vergoeding, en dus de basisbedragen, voldoende hoog moeten zijn om productie van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte en groen gas in de categorieën mogelijk te maken, maar dat de basisbedragen niet toereikend hoeven te zijn voor alle geplande projecten. Als vuistregel geldt dat het merendeel van de projecten per categorie met de basisbedragen doorgang moet kunnen vinden.

Bij het berekenen van de productiekosten dient rekening gehouden te worden met bestaande wet- en regelgeving, voor zover generiek van toepassing in Nederland. Het advies gaat dus uit van beleid waarvan vaststaat (op basis van besluitvorming) dat het in 2015 van kracht is. De productiekosten hebben betrekking op projecten waarvoor in 2015 SDE+ aangevraagd kan worden en die in 2015 of begin 2016 als bouwproject van start kunnen gaan. Het ministerie van EZ ziet erop toe dat de berekende productiekosten recht doen aan de bepalingen van de Europese Commissie op het gebied van staatssteun.

Voor iedere categorie is een referentie-installatie bepaald. De referentie-installatie bestaat uit een bepaalde techniek (of combinatie van technieken) in combinatie met een gangbaar aantal vollasturen en voor de bio-energiecategorieën een referentie-brandstof. De referentie-installatie (eventueel in combinatie met een referentie-brandstof) achten ECN en DNV GL ook gangbaar voor nieuwe projecten in de te onderzoeken categorie. Voor de bepaalde brandstof-techniekcombinaties worden de technisch-economische parameters gekwantificeerd. Op basis van deze parameters worden de productiekosten en basisbedragen berekend met behulp van een gestileerd kasstroommodel; dit model is te raadplegen via de ECN-website.

De SDE+-regeling vergoedt het verschil tussen het basisbedrag (de productiekosten van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte en groen gas) enerzijds en het correctiebedrag (de marktprijs van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte of groen gas) anderzijds. De productiekosten in deze zijn de meerkosten van de zogenoemde referentie-installatie om te komen tot productie van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte of groen gas ten opzichte van de alternatieve aanwending van de hernieuwbare-energiebron.

Vooraf bij systemen waar de biomassa afkomstig is van afvalstromen of restproducten, kan de definitie van 'meerkosten', ofwel de systeemgrens, grote invloed hebben op de

Als vuistregel geldt dat het merendeel van de projecten doorgang moet kunnen vinden met de basisbedragen.

berekende biomassakosten. Bij deze systemen worden de meerkosten berekend, om deze stromen of producten in te zetten voor productie van hernieuwbare elektriciteit of groen gas. Voor biomassakosten wordt uitgegaan van de prijzen die betaald moeten worden om de biomassa bij de installatie geleverd te krijgen. Om de meerkosten te bepalen wordt gerekend met het verschil tussen bovengenoemde biomassaprijzen en de prijzen voor biomassa, als deze biomassa niet gebruikt zou worden voor productie van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte of groen gas. Alle genoemde prijzen in dit rapport zijn exclusief BTW.

Een warmtenet hoort niet bij de subsidiabele kosten, een warmtetransportleiding wel.

Voor hernieuwbare-warmtecategorieën worden de kosten beschouwd die met de productie van hernieuwbare warmte samenhangen. De kosten voor een eventuele warmtetransportleiding worden in de investeringskosten van het project meegenomen. Warmte-infrastructuur aan de vraagzijde, zoals een warmtenet, hoort niet bij de subsidiabele kosten. De warmteproductie die in dit advies wordt beschouwd heeft betrekking op de warmtedoorvoer direct na het hek van de installatie, maar vóór de warmtetransportleiding. Dit laat onverlet dat ook bij intern gebruik van duurzame energie een SDE+-vergoeding eventueel ontvangen kan worden, zolang het gebruik niet voor het productieproces zelf bestemd is.

Voor de SDE+2015 zijn de basisbedragen van alle categorieën vermeld in € per kWh. In Tabel 7 staan de gehanteerde omrekenfactoren.

**Tabel 7:** Omrekenfactoren basisbedragen in € per kWh

	Eenheid basisbedrag		Vermenigvuldigingsfactor van eenheid SDE+2014 naar eenheid SDE+2015	Formule
	SDE+2014	SDE+2015		
<b>Elektriciteit</b>	[€/kWh]	[€/kWh]	1	n.v.t.
<b>Warmte</b>	[€/GJ]	[€/kWh] (finaal)	0,0036	(Bedrag in €/kWh) = (Bedrag in €/GJ) * (3,6 MJ/kWh) / (1000 MJ/GJ)
<b>Groen gas</b>	[€/Nm <sup>3</sup> ]	[€/kWh] (finaal)	0,0010236	(Bedrag in €/kWh) = (Bedrag in €/Nm <sup>3</sup> ) * (0,01 €/€/ct) * (3,6 MJ/kWh) / (35,17 MJ/Nm <sup>3</sup> )

## 2.3 Financiële uitgangspunten

Na consultatie van de markt adviseren ECN en DNV GL om andere financiële uitgangspunten te hanteren.

Voor de financiële randvoorwaarden zijn ECN en DNV GL door het ministerie gevraagd om te onderzoeken in hoeverre het voorheen gehanteerde financiële totaalrendement van 7,8% aansluit bij de marktpraktijk. Om hier invulling aan te geven, hebben ECN en DNV GL voor het conceptadvies met andere financiële rendementen gerekend dan voorheen, waarna tijdens de marktconsultaties gerichte feedback op de financiële parameters is ontvangen. Op basis van deze bevindingen zijn ECN en DNV GL tot de volgende financiële uitgangspunten voor dit eindadvies gekomen (zie Tabel 8).

**Tabel 8:** Gehanteerde financiële parameters voor de SDE+ 2015

Financiële parameter	Gehanteerde waarde	Toelichting
Rente met groenfinanciering	4,5%	Zon-PV, geothermie, vergassing, waterkracht
Rente zonder groenfinanciering	5,5%	Overige categorieën
Verhouding vreemd vermogen (VV) / eigen vermogen (EV)	80% VV / 20% EV	Windenergie
	70% VV / 30% EV	Overige categorieën
Rendement op eigen vermogen	15%	Categorieën met hoog risicoprofiel
	12%	Overige categorieën

De laatste jaren is de rente op leningen gedaald. In lijn met de behoedzame wijze waarop prijsfluctuaties in de biomassamarkten worden meegenomen, wordt ook voor de rente met een voorzichtige daling met 0,5 procentpunt gerekend. Dat leidt tot 5,5% rente op leningen voor projecten zonder groenfinanciering en 4,5% voor projecten met groenfinanciering. Uit de marktconsultatie is gebleken dat er voor nieuwe projecten mogelijkheden zijn om de voordelen van groenfinanciering te benutten.

Financiële instellingen vragen een grotere inbreng van eigen vermogen. Deze vraag komt voort uit een ander beleid op risicoblootstelling, hij komt niet voort uit een andere risico-inschatting. De gehoorde aandelen eigen vermogen in recent gefinancierde of te financieren duurzame-energieprojecten in Nederland variëren van 15% tot even boven de 40%. Als richtwaarde is met 30% eigen vermogen gerekend. Uitzondering hierop is de categorie windenergie, waar uit de marktconsultatie gebleken is dat financiering met 20% eigen vermogen gangbaar is.

Het rendement op eigen vermogen ligt op 12%. Voor enkele categorieën, met een significant hoger risico, is het rendement op eigen vermogen gehandhaafd op 15%. Dat zijn projecten waarbij het niet of moeilijk mogelijk is langjarige biomassacontracten af te sluiten, innovatieve categorieën en categorieën met een minder goed voorspelbare cashflow zoals windenergie.

Uit dit financieel rendement dienen tevens de voorbereidingskosten gedekt te worden. De voorbereidingskosten zijn niet meegenomen in het totale investeringsbedrag. Voor biomassacategorieën wordt uitgegaan van een subsidieduur van 12 jaar, voor de overige categorieën van 15 jaar. De duur van de lening en de afschrijvingstermijnen zijn gelijk verondersteld aan de subsidieduur. Uitbetalingen van de SDE+-vergoeding na 12 respectievelijk 15 jaar ten gevolge van eventuele *banking* in de SDE+ zijn niet meegenomen in de berekening. Bij technieken als waterkracht en geothermie, waarbij sommige componenten in de praktijk een veel langere levensduur hebben dan 15 jaar, is in de investeringskosten een correctie aangebracht voor de restwaarde van de componenten na 15 jaar. Bij projectfinanciering kan een geldverstrekker in de praktijk wensen dat de lening in een kortere periode, bijvoorbeeld 11 of 14 jaar, wordt afgelost. Hierdoor verkrijgt de geldverstrekker meer zekerheid dat de lening ook geheel kan worden afgelost. Het financiële totaalrendement wordt echter beschouwd als billijke vergoeding voor het totale risico van het project. Hoe risico's en rendementen worden verdeeld tussen geldverstrekker en projectontwikkelaar, is bij de gegeven onderzoeksuitgangspunten niet van invloed op de geadviseerde basisbedragen.

Hoe risico's en rendementen worden verdeeld tussen geldverstrekker en projectontwikkelaar, komt niet terug in de basisbedragen.

# 3

## Bevindingen waterkracht

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over de volgende categorieën gerelateerd aan waterkracht:

- Waterkracht, valhoogte  $\geq 50$  cm (3.1)
- Waterkracht, valhoogte  $\geq 50$  cm, renovatie (3.2)
- Vrije stromingsenergie, valhoogte  $< 50$  cm (3.3)
- Osmose (3.4)
- Golfenergie (3.5).

Naast de technisch-economische parameters tonen deze paragrafen per categorie ook het basisbedrag, de basisprijs, het correctiebedrag 2015 en de rekenmethode voor het correctiebedrag.

### 3.1 Waterkracht, valhoogte $\geq 50$ cm

Het verval van rivieren in de Nederlandse delta is gering. Toch zijn bestaande kunstwerken in rivieren geschikt om voldoende valhoogte te creëren om te benutten in waterkrachtcentrales. In de praktijk varieert de valhoogte doorgaans van drie tot zes meter, maar deze kan oplopen tot elf meter in uitzonderlijke situaties.

Mogelijke waterkrachtprojecten kennen een grote spreiding in benodigd basisbedrag.

De mogelijke projecten binnen de categorie waterkracht kennen een grote spreiding in investeringskosten en bijhorende basisbedragen. Daarom zijn de basisbedragen in dit advies gebaseerd op specifieke projecten waarbij het realisatiepotentieel en de kosten bepalend zijn geweest voor de selectie.

Voor de categorie waterkracht nieuw is de referentie-installatie vastgesteld op een valhoogte van minder dan vijf meter. Het basisbedrag ligt boven de 15 €/kWh.

De technisch-economische parameters van de referentie-installatie voor waterkracht met valhoogte  $\geq 50$  cm zijn samengevat in Tabel 9. Merk op dat de restwaarde van een deel van de installatie wordt verrekend in de initiële investeringskosten.

**Tabel 9:** Technisch-economische parameters waterkracht

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Installatiegrootte	[MW]	1,0	
Vollasturen	[h/a]	5700	
Investeringskosten	[€/kW <sub>e</sub> ]	8150	€ 8,2 miljoen
Verlaging t.g.v. restwaarde	[€/kW <sub>e</sub> ]	-650	
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>e</sub> /a]	100	€ 100 duizend/jaar

In Tabel 10 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 10:** Overzicht van subsidieparameters Waterkracht, valhoogte  $\geq 50$  cm

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,175
Basisprijs	[€/kWh]	0,036
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,043
Berekeningswijze correctiebedrag	APX	

## 3.2 Waterkracht, valhoogte $\geq 50$ cm, renovatie

Als onderdeel van het 'Programma Rijkswateren 2010 – 2015' worden de voor vissterfte geldende normen voor bestaande waterkrachtcentrales aangescherpt. Dit heeft tot gevolg dat visbeschermende maatregelen moeten worden doorgevoerd. Voor de referentie-installatie van de categorie waterkrachtrenovatie wordt vervanging van de bestaande turbines door een visvriendelijke variant beschouwd. De parameters in deze categorie zijn ten opzichte van het advies 2013 ongewijzigd.

De belangrijkste wet- en regelgeving omtrent vissterfte bij kunstwerken wordt gevormd door de Europese kaderrichtlijn water uit 2000, de in 2009 herziene Beneluxbeschikking vrije vismigratie en de Europese aalverordening. Het 'Programma Rijkswateren 2010-2015' bevat een uitwerking hiervan voor Nederland voor de wateren die onder beheer zijn van Rijkswaterstaat. Als onderdeel van de beheer- en ontwikkelplannen gaan voor een aantal bestaande waterkrachtcentrales strengere eisen gelden met betrekking tot vissterfte. Om invulling te geven aan deze eisen zullen de bestaande waterkrachtcentrales moeten worden aangepast. De inpassing van een innovatieve visvriendelijke turbine lijkt vooralsnog de voornaamste manier om aan de strengere eisen op het gebied van vissterfte te voldoen.

Voor de categorie waterkrachtrenovatie is een referentie-installatie gedefinieerd waarvan de bestaande turbines vervangen worden door visvriendelijke turbines. Het is zeer waarschijnlijk dat bij een dergelijke renovatie ook (een deel van) de elektrische infrastructuur, zoals de generator, transformatoren en bediening moeten worden aangepast. Er wordt aangenomen dat de benodigde aanpassingen aan de civiele werken

Technische aanpassingen ten behoeve van de vismigratie zijn meegenomen in het basisbedrag.

(de kunstwerken) nihil zijn. In Tabel 11 zijn de technisch-economische parameters voor de categorie waterkracht-renovatie opgenomen.

**Tabel 11:** Technisch-economische parameters visvriendelijke renovatie van waterkracht

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Installatiegrootte	[MW]	1,0	
Vollasturen	[h/a]	4300	
Investeringskosten	[€/kW <sub>e</sub> ]	1600	€ 1,6 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>e</sub> /a]	80	€ 80 duizend/jaar

In Tabel 12 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 12:** Overzicht van subsidieparameters visvriendelijke renovatie van waterkracht

Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,067
Basisprijs	[€/kWh]	0,036
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,043
Berekeningswijze correctiebedrag	APX	

### 3.3 Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm

Gesprekken in de consultatieronde bevestigen dat de ordegrootte van het resulterende basisbedrag in lijn is met de kosten van projecten die nu in ontwikkeling zijn in of nabij kunstwerken zoals zeekeringen of halfdoorlatende dammen en zo gebruik maken van de aanwezige getijdenwerking. Op voorwaarde van verdergaande implementatie kan het basisbedrag verder dalen en op termijn beneden 15 ct/kWh uitkomen. Bij de Oosterscheldekering zijn twee vergunningen afgegeven voor de benutting van getijdenenergie uit vrije stroming. Deze projecten staan gepland voor realisatie in 2014 en zullen elektriciteit leveren aan het elektriciteitsnet. In Tabel 13 staan de gebruikte technisch-economische parameters voor energie uit vrije stroming, die niet veranderd zijn ten opzichte van het advies van vorig jaar.

**Tabel 13:** Technisch-economische parameters energie uit vrije stroming

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Installatiegrootte	[MW]	1,5	
Vollasturen	[h/a]	2800	
Investeringskosten	[€/kW <sub>e</sub> ]	5100	€ 7,7 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>e</sub> /a]	155	€ 233 duizend/jaar

In Tabel 14 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 14:** Overzicht van subsidieparameters Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,275
Basisprijs	[€/kWh]	0,036
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,043
Berekeningswijze correctiebedrag	APX	

### 3.4 Osmose

Uit het potentiaalverschil tussen zoet en zout water kan energie (elektriciteit dan wel arbeid) worden opgewekt. Twee technische varianten die in het onderzoek- en ontwikkelingsstadium zijn, zijn PRO (naar het Engelse *Pressure Retarded Osmosis*) en omgekeerde elektrolyse (*reversed electrodialysis*, RED). In 2013 is begonnen met de bouw van een kleine pilot-installatie van het RED-type bij Breezanddijk op de Afsluitdijk. Deze is opgestart in 2014. De referentie-installatie en de daarop gebaseerde technisch-economische parameters voor osmose-energie zijn ongewijzigd ten opzichte van vorig jaar, zie Tabel 15.

De berekening voor osmose is representatief voor installaties die energie winnen uit het verschil tussen zout en zoet water.

**Tabel 15:** Technisch-economische parameters energie uit menging van zoet en zout water

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Installatiegrootte	[MW]	1,0	
Vollasturen	[h/a]	8000	
Investeringskosten	[€/kW <sub>e</sub> ]	36000	€ 36 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>e</sub> /a]	130	€ 130 duizend/jaar

In Tabel 16 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 16:** Overzicht van subsidieparameters Osmose

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,585
Basisprijs	[€/kWh]	0,036
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,043
Berekeningswijze correctiebedrag	APX	

## 3.5 Golfenergie

De energie die opgeslagen zit in golven, kan op verschillende manieren gewonnen worden. Hierbij is onderscheid te maken in windgolven en brekende golven:

- Windgolven, ontstaan door de wrijving tussen wind en het wateroppervlakte. De energie uit deze golven kan gewonnen worden in dieper water, ver uit de kust. Als gevolg van de relatief korte strijklengte (het traject van energieoverdracht van wind naar water) en het relatief ondiepe water zijn de golven op de Noordzee kleiner dan golven op de oceaan (gemiddeld is de energie-inhoud in golven in de Noordzee vijf tot acht maal minder dan voor de westkust van Portugal of Groot-Brittannië).
- Brekende golven bij waterkeringen. Golven breken in ondiep water, of lopen op tegen de waterkering en vervolgens weer terug de zee in. Behalve energiewinning uit golven kan de belasting op waterkeringen op deze manier verminderen.

Het potentieel voor elektriciteitsopwekking uit golfenergie is ca. 3 TWh elektriciteitsproductie per jaar (technisch realiseerbaar) voor windgolven en minder dan 1 TWh voor berekende golven. Als referentie-installatie is elektriciteitsproductie via windgolven gekozen.

In Tabel 17 worden technisch-economische parameters gegeven van de kosten van elektriciteit uit golfenergie.

**Tabel 17:** indicatieve technisch-economische parameters voor golfenergie op basis van windgolven

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Installatiegrootte	[MW]	1,0	
Vollasturen	[h/a]	2500	
Investeringskosten	[€/kW <sub>e</sub> ]	8500	€ 8,5 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>e</sub> /a]	300	€ 300 duizend/jaar

In Tabel 18 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 18:** Overzicht van subsidieparameters Golfenergie

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,561
Basisprijs	[€/kWh]	0,036
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,043
Berekeningswijze correctiebedrag	APX	



# 4

## Bevindingen zonne-energie

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over de volgende categorieën gerelateerd aan zonne-energie:

- Fotovoltaïsche zonnepanelen,  $\geq 15 \text{ kW}_p$  en aansluiting  $>3 \cdot 80\text{A}$  (4.1)
- Zonthermie, apertuuroppervlakte  $\geq 100 \text{ m}^2$  (4.2).

Naast de technisch-economische parameters tonen deze paragrafen per categorie ook het basisbedrag, de basisprijs, het correctiebedrag 2015 en de rekenmethode voor het correctiebedrag.

### 4.1 Fotovoltaïsche zonnepanelen, $\geq 15 \text{ kW}_p$ en aansluiting $>3 \cdot 80\text{A}$

De referentie-installatie voor zon-PV is een dakgebonden systeem van  $100 \text{ kW}_p$ . Op grond van de onderzoeksopdracht wordt in dit advies een inschatting gegeven van de laagst mogelijke kosten. Er wordt daarom uitgegaan van een project dat kan worden aangesloten op een bestaande netwerkaansluiting en dat kan worden gerealiseerd onder gunstige condities (met een jaarlijkproductie van  $1000 \text{ kWh/kW}_p$ ). Uit de marktconsultatie is naar voren gekomen dat zeker de grotere parken niet altijd van een bestaande netwerkaansluiting gebruik kunnen maken. Voor een subsidietoekenning in de SDE+2015 geldt dat door de aanvrager binnen 1 jaar na inwerkingtreding de opdrachten voor de levering van onderdelen en voor de bouw van de productie-installatie moeten worden verstrekt. Daarom wordt in deze berekening uitgegaan van het verwachte prijsniveau in 2016.

De sterke prijsdaling van zonnepanelen die zich in 2011 en 2012 voordeed is in 2013 afgezwakt. De Marktinventarisatie van stichting Monitoring Zonnestroom<sup>2</sup> laat zien dat de gemiddelde moduleprijs in Nederland tussen december 2012 en oktober 2013 met

<sup>2</sup> Stichting Monitoring Zonnestroom, Rapportnummer SMZ - 2013 - 5, Datum: 15 december 2013.

Bij zonnepanelen komen de prijzen dichterbij elkaar te liggen, waardoor de prijs van de goedkoopste panelen ongeveer constant blijft.

ongeveer 15% is gedaald. Er is daarbij convergentie in de prijzen zichtbaar, waarbij de notering voor goedkoopste panelen ongeveer constant blijft. Op de spotmarkt was er de eerste helft van 2013 sprake van een lichte prijsstijging, waarschijnlijk samenhangend met een anti-dumping conflict tussen de EU en Chinese PV-producenten. Medio 2013 heeft de EU met Chinese PV-producenten een minimumprijs en een maximum handelsvolume afgesproken voor zonnepanelen uit China. Partijen die niet meedoen met deze afspraak krijgen een anti-dumping importheffing opgelegd. De minimumprijs is per 1 april 2014 aangepast op basis van prijsontwikkelingen in de markt, van 0,56 €/W<sub>p</sub> naar 0,53 €/W<sub>p</sub>; dit mechanisme maakt mogelijk dat kostprijzdaling door technologische ontwikkeling door kan gaan. Door wereldwijde overcapaciteit zal een neerwaartse prijsdruk blijven bestaan.

Prijzen van andere componenten zoals de *inverter* zijn het afgelopen jaar eveneens gedaald. Op grond van de historische groeicurve kan een leereffect van ongeveer 19% per verdubbeling van de wereldwijde productie van zonnepanelen worden verondersteld. Voor de *inverter* wordt een leereffect van 10% per verdubbeling geconstateerd. De prijs van overige componenten wordt verondersteld te dalen door toename van de efficiëntie van zonnepanelen. In dit conceptadvies wordt aangenomen dat de prijzen voor de verschillende componenten ten opzichte van het advies van vorig jaar verder dalen langs de leercurve. Dit betekent een prijsdaling van ongeveer 6% per jaar voor modules, 3% per jaar voor *inverters*, en een daling van rond 2% per jaar voor installatiemateriaal en arbeidskosten.

Informatie uit verschillende bronnen laat zien dat investeringskosten van systemen met een omvang van ongeveer 100 kW<sub>p</sub> in 2014 onder gunstige condities ongeveer 1130 €/kW<sub>p</sub> bedragen. Rekening houdend met gematigde verdere prijsdaling gaat dit conceptadvies uit van een prijsniveau in 2016 van ongeveer 1030 €/kW<sub>p</sub> voor voordelige dakgebonden *turn key*-systemen. In dit bedrag is rekening gehouden met de mogelijke vermogensafname. Dit correspondeert met een basisbedrag van 14,1 €/ct/kWh. De technisch-economische parameters zijn samengevat in Tabel 19.

**Tabel 19:** Technisch-economische parameters dakgebonden zon-PV

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Installatiegrootte	[MW]	0,1	
Investeringskosten	[€/kW <sub>e</sub> ]	1030	€ 103 duizend
Vollasturen	[h/a]	1000	
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>e</sub> /a]	17	€ 1700 / jaar

In Tabel 20 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters. De basisprijs is berekend aan de hand van verwachte uurprijzen tussen 8 en 23 uur, waarin tevens de onbalanskosten verrekend zijn.

**Tabel 20:** Overzicht subsidieparameters Fotovoltaïsche zonnepanelen,  $\geq 15$  kWp en aansluiting  $>3*80A$ 

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,141
Basisprijs	[€/kWh]	0,035
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,045
Berekeningswijze correctiebedrag	APX (tussen 8 en 23 uur) x onbalansfactor	

## 4.2 Zonthermie, apertuuroppervlakte $\geq 100$ m<sup>2</sup>

De referentie-zonneboilerinstallatie heeft een collectoroppervlak van 143,5 m<sup>2</sup> en een vermogen van 100 kW<sub>th</sub>; de technisch-economische parameters staan in Tabel 21. Deze parameters zijn ongewijzigd ten opzichte van de SDE+2014.

**Tabel 21:** Technisch-economische parameters zon-thermie

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	0,100	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	700	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	700	€ 70 duizend
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	5,0	€ 500/jaar
Variabele O&M-kosten (warmte)	[€/GJ]	3,2	

In Tabel 22 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 22:** Overzicht subsidieparameters Zonthermie, apertuuroppervlakte  $\geq 100$  m<sup>2</sup>

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,137
Basisprijs	[€/kWh]	0,049
Contractkosten	[€/kWh]	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,055
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

# 5

## Bevindingen windenergie

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over de volgende categorieën gerelateerd aan windenergie:

- Wind op land (5.1)
- Wind op land, turbinevermogen  $\geq 6,0$  MW (5.2)
- Wind op dijk (5.3)
- Wind in meer, water  $\geq 1$  km<sup>2</sup> (5.4).

Naast de technisch-economische parameters tonen deze paragrafen per categorie ook het basisbedrag, de basisprijs, het correctiebedrag 2015 en de rekenmethode voor het correctiebedrag.

### 5.1 Wind op land

#### 5.1.1 Belangrijke wijzigingen t.o.v. SDE+2014

Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken zijn voor de SDE+2015 twee belangrijke wijzigingen doorgevoerd voor de categorie windenergie op land:

- Introductie winddifferentiatie naar gemeentegrenzen<sup>3</sup>
- Afschaffing generieke vollasturencap.

De uitwerking van deze twee wijzigingen is in de onderstaande tekst nader toegelicht.

<sup>3</sup> Aankondiging in kamerbrief van Minister Kamp over de SDE+, 31 oktober 2013:

*“Om effectieve stimulering van wind op land adequaat te borgen zal ik in 2014 een aantal aandachtspunten verder onder de loep nemen. Ik wil daarbij in ieder geval bekijken of ik winddifferentiatie een steviger fundament kan geven, bijvoorbeeld door maximale stimulering afhankelijk te maken van de locatie. Ook zal ik naar de effecten van de windfactor kijken.”*

Een derde belangrijke wijziging betreft een advies van ECN en DNV GL aan het ministerie van Economische Zaken:

- Afschaffing categorie wind op land  $\geq 6$  MW.

Dit advies wordt toegelicht in paragraaf 5.2.

### Introductie winddifferentiatie naar gemeente-indeling

Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken wordt voor de SDE+2015 een nieuwe vorm van winddifferentiatie meegenomen in het advies. Uitgangspunt van deze wijziging is dat de bestaande systematiek van winddifferentiatie naar vollasturen in de SDE+ weliswaar een stimulans is voor concurrentie op basis van windaanbod, maar nog steeds de nadelen heeft dat projecten op minder goede locaties mogelijk niet aan bod komen. Bovendien bestaat de mogelijkheid dat projecten op betere locaties worden overgestimuleerd, wat ten koste gaat van de beschikbare middelen voor andere projecten. ECN en DNV GL hebben daarom gewerkt aan een methodiek voor een nieuwe vorm van winddifferentiatie die overstimulering tegen gaat, die projecten in windarme gebieden de kans geeft om SDE+ te verkrijgen en waarbij aanvragen eenvoudig te beoordelen zijn. Deze vorm van winddifferentiatie gaat uit van een gebiedsgebonden methodiek op basis van gemeentegrenzen. Hierbij is met behulp van de heersende windsnelheid in een gemeente een maximum basisbedrag voor iedere gemeente bepaald.

De winddifferentiatie is gebaseerd op een nieuwe windkaart die het KNMI voor de SDE+ heeft gegenereerd. Op basis van de windkaart van het KNMI is ervoor gekozen om gemeenten een gemiddelde windsnelheid toe te kennen. Hierbij is onderscheid gemaakt in vier windsnelheidscategorieën, weergegeven in Tabel 23.

Winddifferentiatie gaat uit van een gebiedsgebonden methodiek op basis van gemeentegrenzen.

Tabel 23: Onderverdeling windsnelheidscategorieën voor windenergie

Categorie	Windsnelheid op 100 meter ashoogte [m/s]
I	$\geq 8,0$
II	$\geq 7,5$ en $< 8,0$
III	$\geq 7,0$ en $< 7,5$
IV	$< 7,0$

ECN en DNV GL hebben op basis van projecten die in de consultatieronde zijn ingediend (en andere projecten die bij ECN en DNV GL bekend zijn) getoetst of een gemiddelde windsnelheid per gemeente representatief is voor de windsnelheden van deze projecten. Uit deze toets bleek dat de windsnelheden van deze projecten binnen de windsnelheidscategorie van de desbetreffende gemeenten lagen. Op deze wijze menen ECN en DNV GL een passende methode te hebben gekozen voor de vertaalslag van de KNMI-windkaart naar gemeentegrenzen.

ECN en DNV GL hebben een vertaalslag gemaakt van de KNMI-windkaart naar gemeentegrenzen.

De vertaling van deze categorieën van windsnelheden naar maximum basisbedragen is afhankelijk van de tweede belangrijke wijziging in de SDE+ dit jaar, namelijk het loslaten van de vollasturencap, welke beschreven is in de volgende alinea.

### Afschaffing generieke vollasturencap

Bij het opstellen van het eindadvies hebben ECN en DNV GL van het ministerie van Economische Zaken het uitgangspunt meegekregen om voor de SDE+2015 de generieke vollasturencap uit voorgaande jaren los te laten.

#### *Oude situatie*

In de voorgaande SDE+-regelingen voor windenergie was het geproduceerde aantal vollasturen waarover een SDE+ vergoeding werd toegekend gebonden aan een maximum. Dit werd ook wel aangeduid als de zogenaamde generieke 'vollasturencap'. Door deze cap werd het halen van een laag aantal vollasturen (lage loadfactor) bevorderd ten opzichte van een hoog aantal vollasturen (hoge loadfactor). Voor de integratie van windenergie in het elektriciteitssysteem is een hoge loadfactor echter wenselijk. Daarnaast is vanuit de markt al meerdere jaren het signaal gekomen dat afschaffing van de vollasturencap zeer wenselijk zou zijn.

#### *Nieuwe situatie*

Voor de SDE+2015 kregen ECN en DNV GL als uitgangspunt mee dat winddifferentiatie naar gebiedsindeling zal worden ingevoerd. Met de invoering van deze gebieds-differentiatie is de noodzaak van de generieke vollasturencap afgenomen. Het afschaffen van de vollasturencap zal ertoe leiden dat ontwikkelaars een financiële voorkeur krijgen voor turbines met een hoge loadfactor. Het nieuwe systeem kan hiermee leiden tot een verschuiving in turbinekeuze naar moderne turbines, die per opgesteld vermogen meer elektriciteit zullen produceren tegen een lagere kWh-prijs. Dit is omwille van een goede integratie van windenergie een wenselijke ontwikkeling en dit kan leiden tot een betere allocatie van SDE+-gelden.

Met de invoering van winddifferentiatie is de noodzaak van een generieke vollasturencap afgenomen.

De methodiek voor het berekenen van de basisbedragen is daarom voor de SDE+2015 aangepast naar zowel invoering van winddifferentiatie als het loslaten van de vollasturencap. Evenals voorgaande jaren zijn de basisbedragen zo berekend dat het merendeel van de projecten in een betreffende categorie uit moet kunnen. In de volgende paragraaf zijn de uitgangspunten en de rekenmethode voor deze berekeningen nader toegelicht.

## 5.1.2 Uitgangspunten en rekenmethode

Voor de berekeningen van de SDE+2015 voor windenergie zijn verschillende uitgangspunten gehanteerd en aannames gedaan. De hieruit resulterende technisch-economische parameters staan in Tabel 24. De verschillende parameters worden in de onderstaande tekst nader toegelicht.

**Tabel 24:** Technisch-economische parameters voor windenergie op land

Parameter	Eenheid	Wind op land
Grootte van referentiepark	[MW]	50
Investeringskosten	[€/kW]	1350
Vaste O&M-kosten	[€/kW/a]	15,3
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,0143

## Algemene uitgangspunten

Voor de berekeningen voor wind op land wordt uitgegaan van een gemiddeld windpark van 50 MW bij de vier windsnelheidscategorieën. Dit is een aanpassing van de referentie grootte van 15 MW die vorige jaren gehanteerd werd. De referentie grootte is opgeschaald, omdat ECN en DNV GL menen hierbij beter aan te sluiten bij aanstaande projecten.

Er is een controleberekening uitgevoerd om te bepalen of de windparken die onder de Rijkscoördinatie regeling vallen, bij de berekende basisbedragen rendabel zijn. Hoewel deze grotere parken mogelijk te maken hebben met iets hogere zogverliezen en hogere netaansluitingskosten, middelt dit uit tegen het ingeschatte inkoopvoordeel (windturbines + civiele werken). Hierdoor is gebleken dat ook een groter referentieproject rendabel zou moeten kunnen zijn bij de berekende basisbedragen.

Ook projecten onder de Rijkscoördinatie regeling zouden rendabel moeten kunnen zijn bij de berekende basisbedragen.

## CAPEX: turbineprijzen en meerkosten

Om tot de basisbedragen voor de categorieën voor windenergie op land te komen, worden verschillende windturbintypes met bijbehorende investeringen gebruikt (inclusief kosten voor transport, opbouw en kraan). De turbineprijzen zijn ten opzichte van vorig jaar nagenoeg gelijk gebleven.

Bovenop de turbineprijs komen extra kosten voor fundering (inclusief heipalen), elektrische infrastructuur in het park, netaansluiting, civiele infrastructuur, grondverwervingskosten, bouwrente en CAR-verzekering tijdens de bouw. Het percentage meerkosten is dit jaar gelijk gehouden aan het percentage van vorig jaar, namelijk op 33% van de turbinekosten.

## OPEX: variabele en vaste operationele kosten

De variabele kosten bestaan uit garantie- en onderhoudscontracten en liggen op ongeveer 1,0 €/kWh. ECN en DNV GL zien een trend dat deze kosten steeds vaker op basis van een vaste prijs per turbine worden aangeboden in plaats van een variabele prijs per kWh. Deze prijzen liggen gemiddeld in een range van 25-30 €/kW. Zowel de variabele als de vaste kosten voor garantie- en onderhoudscontracten zijn meegenomen in de berekening.

Bovenop de genoemde variabele kosten komen de grondkosten. In de afgelopen jaren t/m 2013 hebben ECN en DNV GL de vaste RVOB-waarde voor grondkosten als leidend in de markt beschouwd. Op aangeven van het ministerie van EZ is in 2014 voor het eerst gerekend met een verlaging van de grondkosten met 10% (0,48 €/kWh), met als doel verlaging van de marktprijs te bevorderen. ECN en DNV GL merken op dat deze daling niet in de markt herkend wordt. Marktconsultaties wijzen uit dat grondprijzen vaak nog op de RVOB-gehanteerde waarde van 0,53 €/kWh liggen. Op verzoek van het ministerie van EZ wordt in 2015 voor de grondvergoeding een verdere verlaging doorgevoerd, zodat deze in 2015 uitkomt op 0,43 €/kWh. Het mogelijke gevolg is dat sommige projecten moeilijker tot *financial close* kunnen komen.

ECN en DNV GL rekenen met een verlaging van 10% op de grondkosten, een daling die door de markt nog niet gevolgd wordt.

Voor de vaste jaarlijkse kosten is evenals vorig jaar gerekend met een bedrag van 15,3 €/kW voor WA-verzekering, machinebreukverzekering, stilstandverzekering, netinstandhoudingskosten, eigenverbruik, OZB, beheer en land- en wegenonderhoud. Deze vaste kosten zijn ten opzichte van vorig jaar gelijk gehouden. Verder wordt voor

de totale onderhoudskosten, exclusief grondkosten, gerekend met een inflatie van 2% per jaar.

### Overige kosten

Participatiekosten en afdrachten aan decentrale overheden zijn niet meegenomen in de subsidiabele kosten.

Bijkomende kosten van windprojecten, zoals (niet bij wet geregelde) afdrachten aan decentrale overheden, kosten voor participatie van omwonenden, kosten ten gevolge van het voorbereidingstraject (inclusief financieringskosten en kosten ten gevolge van juridische procedures), worden door ECN en DNV GL niet meegewogen in de berekening van de productiekosten. Deze bijkomende kosten – evenals incidentele voordelen – zijn niet generiek van aard en mogen daarom conform de onderzoeksopdracht niet als subsidiabele kosten (of baten) door ECN en DNV GL gehonoreerd worden. Deze kosten worden geacht uit het financiële rendement op eigen vermogen terugverdiend te kunnen worden.

### Baten: opbrengsten turbines

Het basisbedrag is tot stand gekomen door bovengenoemde kosten te combineren met de energieopbrengst van windturbines. Deze opbrengsten worden in grote mate bepaald door het windaanbod en de vermogenskromme van de windturbines. De energieopbrengst is voor alle afzonderlijke turbines berekend met behulp van de specifieke vermogenskromme per windturbine bij de jaargemiddelde windsnelheden uit Tabel 23. In het model wordt de windsnelheid uit de tabel (op een hoogte van 100 meter) gecorrigeerd voor de daadwerkelijke ashoogte van de betreffende turbine. Daarnaast wordt in het model alleen gerekend met de turbines die volgens IEC-classificering ook daadwerkelijk bij de betreffende windsnelheid geplaatst mogen worden.

DNV GL en ECN hebben dit jaar nader onderzoek gedaan naar de opbrengstverliezen. Op basis van input uit de markt is voor de SDE+ 2015 is gerekend met 13% opbrengstverliezen voor een referentiepark van 50 MW. Deze verliezen worden onder andere veroorzaakt door zogverliezen, niet-beschikbaarheid, elektrische verliezen, *turbine performance*, *environmental losses* en *curtailment*.

## 5.1.3 Overzicht basisbedragen

De resulterende basisbedragen staan in Tabel 25 en moeten gelezen worden in combinatie met Figuur 1, waarin de Nederlandse gemeenten gedifferentieerd zijn naar windsnelheidscategorieën<sup>4</sup>. De kaart bepaalt voor een project tot welk basisbedrag mag worden ingediend in een bepaalde gemeente.

Bijvoorbeeld: een project in een gemeente met een rode kleur mag indienen voor windcategorie I (voor 7,4 €/ct/kWh) tegen een onbeperkt aantal vollasturen. Een project in een blauwe gemeente mag indienen voor alle weergegeven basisbedragen in Tabel 25.

<sup>4</sup> Uitzondering: opknip gemeente Rotterdam.



**Tabel 25:** Basisbedragen voor wind op land

Categorie	Windsnelheid windkaart [m/s]	Basisbedrag [€/kWh]	Kleur gemeenten die mogen indienen (Figuur 1)
Wind op land, windcategorie I	≥8,0	0,074	Rood, oranje, groen, blauw
Wind op land, windcategorie II	≥ 7,5 en < 8,0	0,081	Oranje, groen, blauw
Wind op land, windcategorie III	≥ 7,0 en < 7,5	0,086	Groen, blauw
Wind op land, windcategorie IV	<7,0	0,098	Blauw

In Tabel 26 zijn de basisbedragen weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 26:** Overzicht subsidieparameters Wind op land

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,074-0,098
Basisprijs	[€/kWh]	0,029
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,039
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x onbalansfactor x profielfactor	

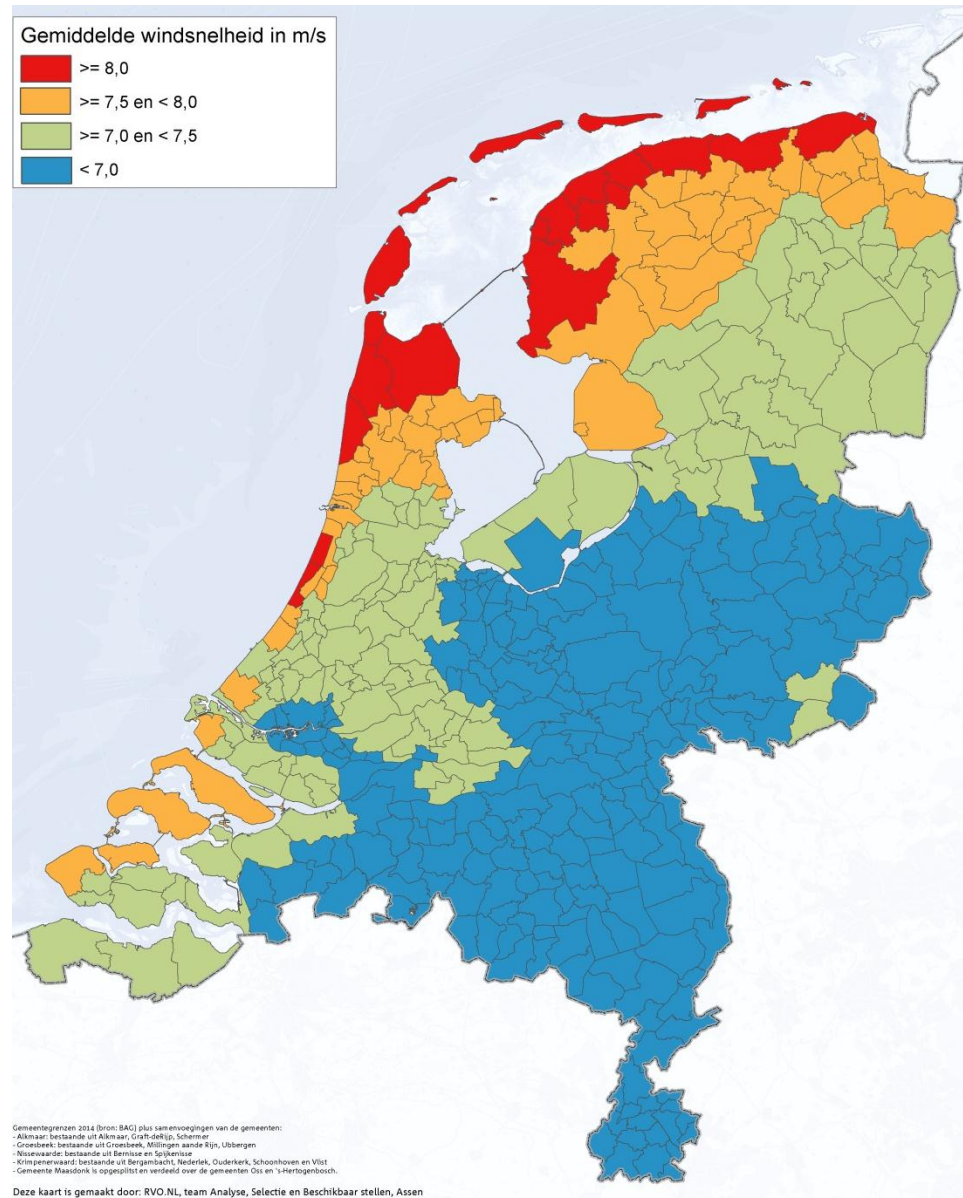
## 5.1.4 Basisbedragen volgens oude methodiek

Het ministerie van EZ heeft ook gevraagd om in dit advies een overzicht te geven van de basisbedragen op basis van de in 2014 geldende regeling voor windenergie. Dit overzicht, met als uitgangspunt de gehanteerde fasen in de SDE+2014, is weergegeven in Tabel 27.

**Tabel 27:** Overzicht basisbedragen volgens SDE+ 2014-methodiek

Categorie	Windsnelheid windkaart [m/s]	Basisbedrag [€/kWh]	Maximum aantal vollasturen
Wind op land volgens oude methodiek met vollasturencap	8,0	0,070	3500
	7,5	0,080	2700
	7,0	0,090	2300

**Figuur 1:** Indeling van gemeenten naar windsnelheid



Bron: Windkaart: KNMI, CBS, RVO.NL)<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Op basis van grote windsnelheidsverschillen voor de gemeente Rotterdam adviseren ECN en DNV GL bij uitzondering deze gemeente op te knippen in twee gebieden. In overleg met het ministerie van EZ is deze opknip gemaakt op basis van wijknummers: A) wijken 1323, 1318 en 1327; B) overige wijken in Rotterdam.

## 5.2 Wind op land, turbinevermogen $\geq 6,0$ MW

Zoals aangekondigd in paragraaf 5.1.1, adviseren ECN en DNV GL het ministerie van Economische Zaken om de categorie windenergie op land met een vermogen  $\geq 6,0$  MW af te schaffen. Uit marktconsultaties dit jaar en voorgaande jaren lijkt er voldoende onderbouwing om deze categorie in de SDE+2015 niet langer open te stellen.

Analyses van ECN en DNV GL laten zien dat voor turbines met een vermogen  $\geq 6$  MW de netto jaarproductie in kWh per m<sup>2</sup> landoppervlak vergelijkbaar - en in de meeste gevallen zelfs lager - is dan wanneer turbines  $< 6$  MW worden geplaatst. Daarnaast zijn turbines met een vermogen  $\geq 6$  MW relatief duur. Deze turbines hebben in de SDE+-regeling een soort status aparte, waardoor ze niet hoeven te concurreren met de andere turbines op kWh-prijs. Om de kosten van windenergie naar beneden te krijgen, zou het helpen als ook deze turbines moeten concurreren met alle andere turbines.

Voor een optimale allocatie van SDE+ gelden zou concurrentie op basis van productiecapaciteit in plaats van geïnstalleerd vermogen gestimuleerd moeten worden, iets dat ook door het loslaten van de vollasturencap wordt gestimuleerd. Met de invoering van de winddifferentiatie en het loslaten van de vollasturencap, ontstaat dan ook een logisch moment om de categorie wind op land  $\geq 6$  MW te verlaten. Dit sluit zoals gezegd ook aan bij het merendeel van de signalen die ECN en DNV GL uit de markt ontvangen hebben.

Door winddifferentiatie en afschaffing van de vollasturencap, ontstaat de mogelijkheid om grote windturbines eerlijker te laten concurreren met kleinere turbines.

## 5.3 Wind op dijk

### 5.3.1 Introductie en definitie

Dit jaar heeft het ministerie van Economische Zaken tevens gevraagd om een verkenning te doen naar een mogelijke categorie Wind op dijk. In de marktconsultatie hebben ECN en DNV GL dan ook om input voor deze categorie gevraagd. Marktpartijen geven aan verschillende projecten in ontwikkeling te hebben die in de categorie "wind op dijk" zouden kunnen passen. Omdat landlocaties voor wind steeds schaarser worden, komen ook andere locaties in beeld, zoals windparken op dijken. Deze windparken hebben te maken met hogere kosten vanwege extra maatregelen die genomen moeten worden, zoals het plaatsen van damwanden voor de fundering of kraanopstelplaatsen.

Op basis van overleg met Rijkswaterstaat hanteren ECN en DNV GL de volgende definitie voor de categorie Wind op dijk: deze categorie betreft windturbines die op *verbindende primaire waterkeringen* geplaatst worden. Kenmerk van een verbindende primaire waterkering is dat deze een zee- of rivierarm af (kan) sluiten van de directe invloed van het buitenwater, zoals water uit de Noordzee, Waddenzee en de grote rivieren.

Ook voor de categorie Wind op dijk is winddifferentiatie en afschaffing van de vollasturencap van toepassing. Voor een nadere toelichting op deze twee onderwerpen wordt verwezen naar paragraaf 5.1.1.

### 5.3.2 Uitgangspunten en rekenmethode

Tabel 28 toont de technisch-economische parameters voor wind op dijk. Deze parameters zijn gelijk aan die van de categorie wind op land, behalve voor de investeringskosten. Een toelichting hierop staat in onderstaande tekst. Voor een toelichting op de overige parameters (en rekenmethode) wordt verwezen naar paragraaf 5.1.2 over windenergie op land.

**Tabel 28:** Technisch-economische parameters wind op dijk

Parameter	Eenheid	Wind op dijk
Grootte van referentiepark	[MW]	50
Investeringskosten	[€/kW <sub>e</sub> ]	1530
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>e</sub> /a]	15,3
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,0143

#### Hogere CAPEX voor wind op dijk

Het plaatsen van een windturbine op een primaire waterkering leidt ten opzichte van de normale categorie Wind op land tot de volgende extra kosten:

- Funderingskosten: het plaatsen van een windturbine mag geen dijkverzwakking tot gevolg hebben. Hiervoor moeten in sommige gevallen extra damwanden geplaatst worden.
- Civiele werken: voor de kraanopstelplaatsen en toegangswegen kunnen eveneens damwanden nodig zijn.
- Netaansluitingen: de aansluitingsmogelijkheden voor wind op dijken bevinden zich vaak op grotere afstand. Bovendien moeten vaak extra boringen onder het water gedaan worden.

Met inachtneming van bovenstaande meerkosten, is voor wind op dijk het percentage meerkosten op 50% gesteld. Hiermee zijn de totale meerkosten voor wind op dijk 50% hoger dan voor wind op land (waarbij de meerkosten op 33% zijn gesteld).

### 5.3.3 Overzicht basisbedragen

De resulterende basisbedragen voor wind op dijk staan in Tabel 29 en moeten gelezen worden in combinatie met Figuur 1, waarin de Nederlandse gemeenten gedifferentieerd zijn naar windsnelheid categorieën. Voor de categorie Wind op dijk is namelijk (evenals voor wind op land) winddifferentiatie van toepassing. De windkaart bepaalt tot welk basisbedrag mag worden ingediend voor een project in een bepaalde gemeente.

Bijvoorbeeld: een project in een gemeente met een rode kleur mag indienen voor windcategorie I (voor 8,1 €ct/kWh) tegen een niet limiterend aantal vollasturen. Een project in een blauwe gemeente mag indienen voor alle weergegeven basisbedragen in Tabel 29.

**Tabel 29:** Basisbedragen Wind op dijk

Categorie	Windsnelheid [m/s]	Basisbedrag [€/kWh]	Kleur gemeenten die mogen indienen (zie <b>Figuur 1</b> )
Wind op dijk, windcategorie I	≥8,0	0,081	Rood, oranje, groen, blauw
Wind op dijk, windcategorie II	≥ 7,5 en < 8,0	0,088	Oranje, groen, blauw
Wind op dijk, windcategorie III	≥ 7,0 en < 7,5	0,094	Groen, blauw
Wind op dijk, windcategorie IV	<7,0	0,107	Blauw

In Tabel 30 zijn tot slot ook de basisprijs, de basisprijspremie, (de rekenmethode van) het correctiebedrag weergegeven voor deze categorieën.

**Tabel 30:** Overzicht subsidieparameters Wind op dijk

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,081-0,107
Basisprijs	[€/kWh]	0,029
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,039
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x onbalansfactor x profielfactor	

## 5.4 Wind in meer, water $\geq 1 \text{ km}^2$

### 5.4.1 Uitgangspunten en rekenmethode

Tabel 31 toont de technisch-economische parameters voor wind in meer. Deze parameters (behalve de vaste O&M-kosten) wijken af van de parameters gehanteerd voor wind op land. Een toelichting op de afwijkende parameters staat in onderstaande tekst. Voor een toelichting op de vaste O&M kosten wordt verwezen naar paragraaf 5.1.2 over windenergie op land.

**Tabel 31:** Technisch-economische parameters Wind in meer

Parameter	Eenheid	Wind in meer
Grootte van referentiepark	[MW]	150
Investeringskosten	[€/kW <sub>e</sub> ]	2600
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>e</sub> /a]	15,3
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,0213

Voor wind in meer is gerekend met een parkgrootte van 150 MW. Door de grootte van het park zijn de zogverliezen hoger dan bij het referentiepark van 50 MW. In deze categorie wordt gerekend met een totaal van 17% projectverliezen in plaats van 13% voor de categorie wind op land.

Op basis van marktconsultaties is aannemelijk gemaakt dat de CAPEX voor wind in meer dit jaar op 2600 €/kW gesteld wordt. Evenals voorgaande jaren is voor deze categorie gerekend met variabele O&M-kosten van 1,7 €ct/kWh.

## 5.4.2 Overzicht basisbedragen

De resulterende basisbedragen voor wind in meer staan in Tabel 32. Evenals voor de andere windenergie-categorieën is ook voor wind in meer het afschaffen van de vollasturencap van toepassing. Voor wind in meer is *geen* winddifferentiatie van toepassing. Verwacht wordt dat 'wind in meer'-projecten per definitie in de windrijkere delen van Nederland ontwikkeld worden.

Daarnaast staan in Tabel 32 ook de basisprijs, de basisprijspremie, (de rekenmethode van) het correctiebedrag.

**Tabel 32:** Overzicht subsidieparameters Wind in meer

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,114
Basisprijs	[€/kWh]	0,029
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,039
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x onbalansfactor x profielfactor	

# 6

## Bevindingen geothermie

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over de categorieën gerelateerd aan geothermie. Naast ECN en DNV GL heeft TNO ook meegewerkt aan dit advies.

Uit de marktconsultatieronde blijkt dat het samenvoegen van de twee categorieën voor geothermische warmte door de sector als onwenselijk wordt gezien. Dat houdt verband met het wegnemen van een prikkel in de markt met betrekking tot diepere geothermieprojecten. Dezelfde redenering is ook van toepassing op geothermische WKK. Om die reden zijn in dit eindadvies, evenals vorig jaar, drie categorieën voor geothermie opgenomen. De onderverdeling is gebaseerd op de productietemperatuur, maar wordt uitgewerkt als onderscheid in de boordiepte van de productieput aangezien deze parameter bij aanvang van het project bekend is.

De verschillende categorieën worden in de volgende paragrafen besproken:

- Geothermie warmte  $\geq$  500 meter (6.1).
- Geothermie warmte  $\geq$  3500 meter (6.2).
- Geothermie, warmtekracht (6.3).

Naast de technisch-economische parameters tonen deze paragrafen per categorie ook het basisbedrag, de basisprijs, het correctiebedrag 2015 en de rekenmethode voor het correctiebedrag.

In paragraaf 6.4 geven ECN, DNV GL en TNO op verzoek van het ministerie van Economische Zaken advies over de maximering van de subsidiabele energie voor geothermie.

## 6.1 Geothermie warmte $\geq$ 500 meter

In deze paragraaf wordt het advies voor de categorie Geothermie, laagtemperatuurwarmte nader toegelicht. De glastuinbouwsector en de stadsverwarmingssector (of afstandsverwarming) zijn voorzien als de voornaamste gebruikers in de nabije toekomst. Dit lijkt representatief voor het toepassingsgebied van een groot aantal geothermische warmte projecten.

De volgende kenmerken zijn hierbij van belang:

- Boordiepte (productieput: 500 m - 3300 m) met verschillende buisdiameters.
- Referentie 5500 vollasturen.
- Referentiecasse is gebaseerd op een gemiddelde van diverse geothermische referentiecasses en scenario's.
- De kosten van een constructieperiode van twee jaar zijn verdisconteerd in de investeringskosten.

De parameters voor de referentiecasses voor Geothermie, laagtemperatuurwarmte zijn weergegeven in Tabel 33.

**Tabel 33:** Technisch-economische parameters voor Geothermie warmte  $\geq$  500 meter

Parameter	Eenheid	Geothermie, laagtemperatuurwarmte 3000 m
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	12
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	5500
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	1520
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	45
Variabele O&M-kosten	[€/GJ]	2

In Tabel 34 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 34:** Overzicht subsidieparameters Geothermie warmte  $\geq$  500 meter

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,052
Basisprijs	[€/kWh]	0,016
Contractkosten	[€/kWh]	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,019
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	



## 6.2 Geothermie warmte $\geq 3500$ meter

In deze paragraaf wordt het advies voor de categorie van geothermische warmte van hoge temperatuur nader toegelicht. Deze categorie richt zich op hogere temperatuurtoepassingen voor met name industriële processen. Deze categorie wordt gekenmerkt door de grotere boordiepte van de productieput.

De volgende kenmerken zijn hierbij van belang:

- Boordiepte (productieput;  $\geq 3500$  m) met verschillende diameters.
- Referentie: 7000 vollasturen.
- Referentiecasi is gebaseerd op een bron met een vermogen van  $15 \text{ MW}_{\text{th}}$ .
- De kosten van een constructieperiode van twee jaar zijn verdisconteerd in de investeringskosten.

Tabel 35 geeft technisch-economische parameters weer. De investeringskosten zijn  $2300 \text{ €/kW}_{\text{th}}$ , uitgaande van een doublet met een vermogen van  $15 \text{ MW}_{\text{th}}$ . Het aantal vollasturen is op 7000 uur/jaar gesteld, wat haalbaar moet zijn voor industriële toepassingen.

In Tabel 35 zijn de technisch-economische parameters weergegeven voor de referentiecasi van deze categorie, met een referentie-boordiepte van 3700 meter.

**Tabel 35:** Technisch-economische parameters Geothermie hogetemperatuurwarmte

Parameter	Eenheid	Geothermie, hoge temperatuur warmte
Thermisch outputvermogen	$[\text{MW}_{\text{th, output}}]$	15
Vollasturen warmteafzet	$[\text{h/a}]$	7.000
Investeringskosten	$[\text{€/kW}_{\text{th, output}}]$	2275
Vaste O&M-kosten	$[\text{€/kW}_{\text{th, output}}]$	47
Variabele O&M-kosten	$[\text{€/GJ}]$	1,5

In Tabel 36 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 36:** Overzicht subsidieparameters Geothermie warmte  $\geq 3500$  meter

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	$[\text{€/kWh}]$	0,055
Basisprijs	$[\text{€/kWh}]$	0,016
Contractkosten	$[\text{€/kWh}]$	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	$[\text{€/kWh}]$	0,019
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

## 6.3 Geothermie, warmtekracht

De categorie Geothermische warmtekracht is van toepassing op geothermische projecten die naast warmte ook een significant aandeel elektriciteit produceren. De categorie warmtekracht is niet gewijzigd ten opzichte van het referentiemodel van het voorgaande jaar.

De referentie-installatie van geothermische warmtekracht in (Lensink et al, 2012; Lako et al, 2012) verschilt in aard van de overige referentie-installaties. Voor geothermische warmtekracht is gekozen voor een referentie met zeer gunstige bodemcondities: een temperatuurgradiënt van 35°C/km en een zodanig verbeterde permeabiliteit dat een debiet van 170m<sup>3</sup>/h mogelijk is (met *fraccen*/EGS). Om dit te realiseren is ook een zeer specifieke en kostbare putconfiguratie nodig.

De referentie-boordiepte bedraagt 4000 meter. Dit levert een bronvermogen voor de referentie-installatie op van 25,6 MW<sub>th</sub>. Het outputvermogen is 11,9 MW<sub>final</sub> (10,0 MW<sub>th</sub> en 1,9 MW<sub>e</sub>), zie Tabel 37. De referentie-installatie (waarschijnlijk een EGS installatie) kan gezien de diepte en de noodzaak tot *fraccen* beschouwd worden als een innovatief project in de zin dat er geen vergelijkbare geothermieprojecten in Nederland gerealiseerd zijn.

**Tabel 37:** Technisch-economische parameters Geothermie, warmtekracht

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	25,6	
Elektrisch vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	1,9	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	10,0	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	5000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	7%	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	1100	€ 28 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	45	€ 1,2 miljoen/jaar

Er is aangenomen dat de restwarmte van de elektriciteit opwekking wordt geleverd aan een afstandsverwarmingsnetwerk met een temperatuurniveau van 75°C en dat elektriciteit wordt opgewekt met een Organic Rankine Cycle (ORC). Het netto elektrisch vermogen van de ORC wordt geschat op 1,9 MW<sub>e</sub>, wat overeenkomt met een netto energetisch rendement van ruim 7%. Het aantal vollasturen voor elektriciteit is 5000 uur/jaar, excl. eigen gebruik. Het warmtevermogen voor de afstandsverwarming bedraagt 10 MW<sub>th</sub>, wat overeenkomt met een thermisch rendement van 39%. Het aantal vollasturen voor warmtelevering is 4000 uur/jaar.

In Tabel 38 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 38:** Overzicht subsidieparameters Geothermie, warmtekracht

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,098
Basisprijs	[€/kWh]	0,019
Contractkosten	[€/kWh]	0,0009
Warmtekrachtverhouding (WK)	[E:W]	4,28
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	4158
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,024
Berekeningswijze correctiebedrag	$(APX + TTF \times 70\% * WK) / (1 + WK)$	

## 6.4 Verwijdering van de ‘maximering subsidiabele energie’

In de huidige SDE+-regeling is de hoeveelheid geothermische energie, waarover een SDE+ vergoeding wordt toegekend, gebonden aan een maximum. De huidige geothermische categorieën zijn gemaximeerd op een combinatie van het aantal vollasturen en het geothermische bronvermogen. Beide variabelen worden hier toegelicht.

### Vollasturen

Voor de huidige geothermische projecten in Nederland varieert het gemiddelde aantal vollasturen tussen 4000 en 7000 uur per jaar. Uit gesprekken met de markt en het platform geothermie, valt af te leiden dat het aantal vollasturen in de komende jaren niet drastisch zal stijgen. Het aantal vollasturen voor SDE+ vergoeding is bijgesteld naar 5.500 uur per jaar voor geothermische warmte (was 6.000 uur in SDE+ 2014) en is onveranderd gebleven voor hoge temperatuur warmte (7000 uur).

### Bronvermogen

Het aangevraagde of verwachte vermogen van geothermische warmteprojecten vertoont een grote spreiding van 4-26 MW<sub>th</sub>. In de momenteel gerealiseerde projecten die productiegegevens aanleveren is het gemiddelde vermogen circa 6 MW<sub>th</sub>. Ook heeft het verwachte vermogen geen eenduidige relatie met de boordiepte. Om het grotere vermogen te kunnen gebruiken zijn grotere investeringen nodig in een warmtetransportleiding aangezien het vermogen niet op één locatie nuttig is in te zetten. Om dit grote vermogen te kunnen produceren zijn grotere investeringen in de putten nodig aangezien een grotere boordiameter noodzakelijk is. Dit resulteert in hogere boorkosten vanwege meerdere redenen, zoals:

- Grotere boortorens zijn schaarser en meer vraag drijft de prijs op.
- Grotere diameter boringen kosten meer energie, materiaal en tijd.
- Meer gedevieerd boren is nodig voor een voldoende lange doorbraaktijd van de bron, waardoor over een grotere afstand geboord moet worden om op dezelfde diepte uit te komen.
- Grotere boortorens hebben hogere dag-kosten.
- Hogere kosten voor veiligheidsmaatregelen.
- Toename in boorrisico's en daardoor hogere verzekeringspremies.

Uit de berekeningen van ECN, DNV GL en TNO blijkt dat een hoger geproduceerd vermogen niet leidt tot een lagere kostprijs per kWh, maar dat blijft deze vrijwel constant blijft.

De openstelling van de SDE+ voor aardwarmteprojecten in 2012 resulteerde in een groot aantal aanvragen en een zeer groot budgetbeslag. Om het van de aanvraag te toetsen aan de vereisten van de regeling is toen besloten de aanvraag te auditeren op basis van de geologische onderbouwing van het aangevraagde vermogen. Daarna is besloten voor de volgende openstelling een maximering in te stellen voor het geothermisch vermogen. Echter, gezien de daling in aanvragen na dit eerste jaar en de verwachting uit de markt dat het aantal geothermie projecten per jaar niet meer zo groot zal zijn, zien ECN, DNV GL en TNO het voorkomen van overreservering niet meer als belangrijke reden meer om het vermogen per geothermieproject te maximaliseren. Daarnaast is het risico verkleind op overreservering doordat het verplichte geologisch vooronderzoek voldoende overtuigend bewijs moet leveren over het geclaimde bron vermogen en het daarmee samenhangende SDE+ budget wat gereserveerd dient te worden.

Gebaseerd op deze analyse en op basis van consultatiegesprekken met de markt, adviseren ECN, DNV GL en TNO om de maximering op geothermisch vermogen te laten vervallen voor de geothermie categorieën.

# 7

## Bevindingen waterzuivering en stortgas

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over de volgende categorieën gerelateerd aan waterzuivering (AWZI/RWZI) en stortgas:

- RWZI, centrale thermofiele vergisting van secundair slib (7.1)
- AWZI/RWZI - thermische drukhydrolyse (7.2)
- AWZI/RWZI - WKK (7.3)
- AWZI/RWZI - Groen Gas (7.4)
- Stortgas (7.5).

Naast de technisch-economische parameters tonen deze paragrafen per categorie ook het basisbedrag, de basisprijs, het correctiebedrag 2015 en de rekenmethode voor het correctiebedrag.

### 7.1 RWZI, centrale thermofiele vergisting van secundair slib

Deze categorie binnen AWZI/RWZI ondergaat een belangrijke wijziging ten opzichte van het Eindadvies SDE+2014. In dit advies was de nieuwbouw van deze vergister doorberekend op basis van informatie verstrekt door waterschappen gebaseerd op een gerealiseerde case. De toenmalige berekening liet zien dat de voordelen van deze vorm van slibgisting zo hoog zijn, met name door de vermeden kosten van slibverwerking, dat realisatie van een dergelijke vergistingsinstallatie rendabel is. Inmiddels is er nieuwe informatie door de waterschappen beschikbaar gesteld, waardoor het eerder berekende voordeel lager uitvalt. Dit hangt zeer sterk samen met de aangenomen kosten voor slibeindverwerking. Initieel was door de waterschappen € 90 per ton slibkoek (inclusief toeslagstoffen en droge stof-gehalte van ca. 28%) gecommuniceerd. De waterschappen verwachten echter dat deze prijs gemiddeld zal dalen. Aanvullende

informatie hieromtrent geeft geen eenduidig beeld, maar het merendeel van de bronnen bevestigt deze verwachte daling.

De kosten van slibverwerking zijn van grote invloed op de onrendabele top.

Eenzijds zijn lagere slibverwerkingskosten voor het gehele proces van rioolwaterzuivering financieel gunstig, maar anderzijds beïnvloedt dit een investering in dit type vergistingsinstallaties negatief: de business case wordt onaantrekkelijker.

De case is opnieuw doorgerekend met een slibverwerkingsprijs van 64 €/ton. Deze waarde is gekozen als laagste prijs: indien gerekend wordt met nog lagere slibverwerkingsprijzen, zal het basisbedrag zeer sterk toenemen, terwijl het gehele proces tegelijkertijd reeds financieel gunstig beïnvloed wordt.

Voor deze case is uitgegaan van informatie verstrekt door de waterschappen; deze is geverifieerd bij een adviesbureau op dit gebied. Deze case omvat een relatief grote thermofiele vergistingsinstallatie, waarin secundair slib afkomstig van meerdere RWZI's wordt verwerkt en het geproduceerde biogas door middel van een WKK-installatie wordt omgezet in warmte en elektriciteit. Door de afbraak van secundair slib van diverse RWZI's op basis van deze techniek worden slibverwerkingskosten bespaard. Dit wordt berekend ten opzichte van de referentiesituatie waarin alle slib verwerkt moet worden. Daarnaast zijn de kosten voor de WKK ook in de case meegenomen.

**Tabel 39:** Technisch-economische parameters van centrale, thermofiele vergisting van secundair slib. In de vaste O&M-kosten zijn alle operationele kosten bij elkaar opgeteld. Deze kosten zijn negatief door de afbraak van slib middels deze techniek, waardoor slibverwerkingskosten worden bespaard

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	1,900	
Elektrisch vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	0,700	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	0,919	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	37%	
Investeringskosten	[€/kW <sub>elek</sub> ]	15000	€ 28,4 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>elek</sub> ]	-1140	€ -798 duizend/jaar

In Tabel 40 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 40:** Overzicht subsidieparameters RWZI, centrale thermofiele vergisting van secundair slib

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,061
Basisprijs	[€/kWh]	0,028
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Warmtekrachtverhouding (WK)	E:W	0,66
Samengesteld aantal vollasturen	uur/jaar	5729
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,034
Berekeningswijze correctiebedrag	$(APX + TTF \times 70\% * WK) / (1 + WK)$	

## 7.2 AWZI/RWZI - thermische drukhydrolyse

Deze categorie is ten opzichte van 2014 onveranderd gebleven. De biogasproductie uit waterzuiveringsinstallaties kan vergroot worden door een uitbreiding van een bestaande zuiveringsinstallatie met een installatie voor thermische drukhydrolyse. Aangenomen wordt dat de bestaande zuiveringsinstallatie reeds van een WKK-gas-motor is voorzien.

In waterzuiveringsinstallaties wordt zuiverings-slib vergist, waarbij in de meeste gevallen de gasopbrengst wordt gebruikt om met een WKK-gasmotor elektriciteit op te wekken. Hiermee wordt voor een deel het eigen energieverbruik van de waterzuiveringsinstallatie gedekt. Een nieuwe ontwikkeling bij waterzuiveringsinstallaties is het uitbreiden van deze vergistingsinstallaties met ontwatering en hydrolyse op basis van thermische druk. Hierdoor wordt een hogere gasopbrengst per ton slib bereikt. Door de voorschakelde ontwatering neemt ook de slibverwerkingscapaciteit van de bestaande installatie toe, waardoor per saldo een hogere gasopbrengst van de bestaande installatie wordt gerealiseerd. Een bijkomend voordeel is dat het slibdigestaat, dat ontstaat bij het vergisten van slib dat is voorbehandeld met een thermischedrukhydrolyse, nog verder ontwaterd kan worden, wat leidt tot lagere transportkosten.

In de referentie-installatie van de uitbreiding van de voorbewerking van een waterzuiveringsinstallatie zijn alleen de investeringskosten in de thermischedrukhydrolyse opgenomen. De kosten voor de ontwatering en modificaties aan de bestaande vergistingstank worden verondersteld te worden gecompenseerd door de lagere transportkosten van de afvoer van het slib.

De extra gasopbrengst die ontstaat bij het voorschakelen van een thermischedrukhydrolysestap kan op verschillende manieren worden toegepast:

- Elektriciteitsproductie (meer opwekking voor eigen verbruik, waarbij de warmte van de WKK volledig wordt ingezet voor de thermischedrukhydrolyse).
- Opwerking van biogas tot groengaskwaliteit.
- Ruwbiogaslevering voor externe toepassingen.

De hydrolyse kent een eigen warmtevraag. Aan deze warmtevraag kan voldaan worden door de WKK op basis van de gehele gasopbrengst van de vergister (ca. 360 Nm<sup>3</sup>/uur ruw biogas). Bij ruwbiogaslevering of groengaslevering moet meer dan de meeropbrengst van de hydrolyse aan gas ingezet worden voor het verwarmen van de hydrolyse. Daarom concluderen ECN en DNV GL dat alleen een WKK-optie hier nuttig kan zijn, waarbij een WKK van ca. 720 kW<sub>e</sub> de benodigde warmte kan leveren. Omdat alle warmte gebruikt wordt voor het interne proces, blijft alleen hernieuwbare elektriciteit als geleverd product over, waarover een SDE+-vergoeding ontvangen kan worden.

De technisch-economische parameters voor elektriciteitsproductie staan in Tabel 41.

**Tabel 41:** Technisch-economische parameters AWZI/RWZI (elektriciteit uit WKK met voorgeschakelde thermischedrukhydrolyse)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Doorzet slib	[ton droge stof/jaar]	16000	
Vollasturen	[uur/jaar]	8000	
Gasopbrengst	[Nm <sup>3</sup> /ton]	170	
Gasopbrengst	[Nm <sup>3</sup> /uur]	340	
Calorische waarde biogas	[MJ/Nm <sup>3</sup> ]	25	
WKK-vermogen (netto)	[kW <sub>e</sub> ]	723	
Voordeel eindverwerking	[€/ton drogestofinput]	40	
Totale investering	[€/kW <sub>e</sub> ]	6100	€ 4,4 miljoen
Totale variabele kosten	[€/kW <sub>e</sub> ]	800	€ 578 duizend/jaar

In Tabel 42 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 42:** Overzicht subsidieparameters AWZI/RWZI - thermische drukhydrolyse

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,095
Basisprijs	[€/kWh]	0,036
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,043
Berekeningswijze correctiebedrag	APX <sub>basislast</sub>	

## 7.3 AWZI/RWZI - WKK

Met de categorieën AWZI/RWI WKK en Groen Gas willen ECN en DNV GL de situatie beschrijven waarbij voorheen geïnvesteerd is in productie van duurzame energie en waar een vervangingsinvestering gedaan moet worden, hetzij door een nieuwe gasmotor-WKK (zie deze paragraaf), hetzij door groen gas uit te koppelen (zie 7.4). In de referentie-installaties wordt niet gerekend met een hubaansluiting voor de referentie-installatie, omdat het ministerie gevraagd heeft naar één basisbedrag voor zowel zelfstandige installaties als hubaansluitingen.

### **Nieuwe gasmotor-WKK als vervanging van oude gasmotor-WKK**

Door renovatie van huidige vergistingsinstallaties kan de duurzame-energieopwekking op een AWZI/RWZI verhoogd worden door efficiëntieverbetering en het verhogen van de gasproductie. Door het vervangen van de oude gasmotoren door nieuwe efficiëntere motoren wordt de elektriciteitsproductie verhoogd. Door het renoveren van de vergister, met een eventuele ombouw naar een thermofiele gisting, kan de gasproductie verder verhoogd worden. Bij toepassing van moderne gasmotoren met hogere efficiëntie dient het ruwe biogas dat ontstaat bij vergisting van waterzuiverings-slib een extra reinigingsstap te ondergaan. Daarom is in de berekening een additionele



investeringspost opgenomen voor de investering in een actiefkoolfilter en zijn de O&M-kosten verhoogd door actiefkoolverbruik van de filters.

De technisch-economische parameters van deze categorie zijn weergegeven in Tabel 43.

**Tabel 43:** Technisch-economische parameters AWZI/RWZI - WKK

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	0,571	
Elektrisch vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	0,200	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	0,257	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	35%	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	600	€ 0,34 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	57	€ 33 duizend/jaar

In Tabel 44 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters. Uit de vergelijking van het basisbedrag met het correctiebedrag blijkt dat deze installaties rendabel zijn.

Vervanging van een WKK-installatie bij een RWZI is rendabel zonder SDE-vergoeding.

**Tabel 44:** Overzicht subsidieparameters AWZI/RWZI - WKK

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief contractkosten)	[€/kWh]	0,032
Basisprijs	[€/kWh]	0,028
Contractkosten	[€/kWh]	0,0009
Warmtekrachtverhouding (WK)	[W:E]	0,64
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	5751
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,034
Berekeningswijze correctiebedrag	$(APX + TTF \times 70\% \times WK) / (1 + WK)$	

## 7.4 AWZI/RWZI - Groen Gas

### Productie van Groen Gas na verwijdering van oude gasmotor-WKK

Het referentiesysteem voor deze categorie heeft een ruwbiogasproductie van 100 Nm<sup>3</sup>/h (of ca. 60 Nm<sup>3</sup>/h groen gas). Dat is vergelijkbaar met een WKK-vermogen van 200 kW<sub>e</sub>. Voor waterzuiveringsinstallaties is gaswassing de referentietechnologie voor gaszuivering. De warmte die nodig is voor deze techniek wordt opgewekt door een deel van het ruwe biogas in een ketel te stoken. De restwarmte die hierbij vrijkomt kan worden gebruikt voor het dekken van een deel van de warmtevraag van de vergister. De vereiste elektriciteit wordt ingekocht. Zie Tabel 45 voor het overzicht van technisch-economische parameters voor de productie van groen gas.

**Tabel 45:** Technisch-economische parameters AWZI/RWZI (groen gas)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Referentiegrootte	[Nm <sup>3</sup> <sub>biogas</sub> /h]	100	
Vollasturen	[h/a]	8000	
Interne warmtevraag	[% biogas]	15%	
Interne elektriciteitsvraag	[kWh/Nm <sup>3</sup> <sub>biogas</sub> ]	0,15	
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,10	
Investeringskosten (gasopwaardering)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>biogas</sub> /h]	7515	€ 0,64 miljoen
Vaste O&M-kosten (gasopwaardering)	[€/a per Nm <sup>3</sup> <sub>biogas</sub> /h]	506	€ 43 duizend/jaar
Energie-inhoud substraat	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	22	
Rendement gaszuivering	[% methaan]	99,9%	

In Tabel 46 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 46:** Overzicht subsidieparameters AWZI/RWZI (groen gas)

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief contractkosten)	[€/kWh]	0,034
Basisprijs	[€/kWh]	0,020
Contractkosten	[€/kWh]	0,0008
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,025
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF	

## 7.5 Stortgas

### Nieuwe gasmotor als vervanging van oude gasmotor op stortgaslocaties

Vervanging van de gasmotor bij stortplaatsen heeft duidelijke overeenkomsten met vervanging van een gasmotor bij RWZI's.

Op (gesloten) vuilstortlocaties komt gas vrij door vergisting van het gestorte afval. Door het afsluiten van deze locaties met bijvoorbeeld folie en het plaatsen van gascollectoren, kan het gas worden afgevangen voor nuttige aanwending. Het potentieel van dit stortgas is niet erg groot: de afgelopen tien jaar is de productie jaarlijks met 5 tot 10 procent afgenomen tot 1,5 PJ in 2012 en dit zal naar verwachting verder afnemen (CBS, 2013). In veruit de meeste gevallen wordt het gas aangewend voor elektriciteitsopwekking middels een stortgasmotor (AgentschapNL, 2012; CBS, 2013). De vermogensgrootte van deze motoren en het jaarlijks aantal vollasturen varieert sterk, maar de meeste motoren vallen in de categorie 50-750 kW<sub>e</sub> (Coenen et al, 2004). Deze motoren moeten na verloop van tijd worden gereviseerd of vervangen. Doorrekening van revisie op basis van marktgegevens, resulteert in een zo laag basisbedrag (ca. 1,5 cent/kWh), dat ECN en DNV GL adviseren om binnen het kader van de SDE+ revisie van de motor niet te subsidiëren. Volledige vervanging van de gasmotor is aanzienlijk duurder en komt wel op een subsidiabel basisbedrag. Zowel doorrekening van vervanging op basis van marktgegevens als op basis van eigen gegevens, leert dat het basisbedrag hiervoor nabij het basisbedrag voor de categorie 'AWZI/RWZI – WKK' ligt. Daarnaast lijken beide categorieën sterk op elkaar. Gezien deze overeenkomsten en het relatief beperkte potentieel van deze categorie, is het advies om vervanging van

stortgasmotoren ook onder deze categorie te brengen. Omdat nuttige aanwending van stortgas op dit moment vrijwel volledig middels gasmotoren plaatsvindt en omdat stortgas een beperkt en afnemend potentieel vormt, is het vanuit de kosteneffectiviteit van de SDE+-regeling weinig zinvol om stortgas toe te laten tot andere categorieën.

# 8

## Bevindingen verbranding en vergassing van biomassa

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over de volgende categorieën gerelateerd aan de verbranding en vergassing van biomassa. Voorafgaand aan de bevindingen van de verschillende categorieën wordt in paragraaf 8.1 een overzicht gegeven van de gehanteerde biomassaprijzen. Daarna worden in de achtereenvolgende paragrafen de onderstaande categorieën besproken:

- Biomassavergassing ( $\geq 95\%$  biogeen) (8.2)
- Inzet van biomassa in kolencentrales (8.3)
- Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,5-5 MW<sub>th</sub> (8.4)
- Ketel op vaste of vloeibare biomassa,  $\geq 5$  MW<sub>th</sub> (8.5)
- Ketel op vloeibare biomassa (8.6)
- Warmte, houtpellets (8.7)
- Gecombineerde opwekking, houtpellets (8.8)
- Thermische conversie van biomassa, 10-100 MW<sub>e</sub> (8.9)
- Thermische conversie van biomassa,  $\leq 10$  MW<sub>e</sub> (8.10).

Naast de technisch-economische parameters tonen deze paragrafen per categorie ook het basisbedrag, de basisprijs, het correctiebedrag 2015 en de rekenmethode voor het correctiebedrag.

### 8.1 Gehanteerde prijzen voor biomassa verbranding en vergassing

Biomassa als brandstof is er in verschillende kwaliteiten. In dit rapport zijn er een aantal referentiebrandstoffen gebruikt. Voor vaste biomassa worden zowel snoei- en dunningshout als houtpellets als referentie gebruikt. Voor vloeibare biomassa wordt dierlijk vet als referentie aangehouden.

Tabel 47 toont een overzicht van deze verschillende referenties voor biomassa als brandstof. Een nadere toelichting op de componenten in de tabel is in de volgende subparagrafen weergegeven.

**Tabel 47:** Gehanteerde biomassaprijzen voor installaties die SDE+ in 2015 aanvragen

Biomassa voor verbranding en vergassing	Energie-inhoud [GJ/ton]	Prijs [€/ton]	Referentieprij [€/GJ]
<b>Vaste biomassa</b>			
Snoei- en dunningshout	9	48	5,3
Houtpellets (incl. overslag)	17	145	8,5
B-hout	13	28	2,2
<b>Vloeibare biomassa</b>			
Dierlijk vet	39	600	15,4

### 8.1.1 Vaste biomassa: snoei- en dunningshout

De referentiebrandstof voor nieuwe installaties voor thermische conversie van vaste biomassa en voor ketels op vaste biomassa is ongewijzigd ten opzichte van het advies voor de SDE+ 2014. Snoei- en dunningshout is de referentiebrandstof. De biomassa bestaat uit vershout (chips) afkomstig uit bossen, landschappen en plantsoenen. De energie-inhoud van vers hout ligt in de orde van 7 GJ/ton. Installaties zullen veel hout echter uit voorraad geleverd krijgen. Vanwege natuurlijke drogingsprocessen van de houtvoorraad wordt gerekend met een jaargemiddelde energie-inhoud van 9 GJ/ton. Als referentieprij is 48 €/ton aangenomen of 5,3 €/GJ. Niet overal in Nederland zal snoei- en dunningshout voor deze prijs verkregen kunnen worden, wat vooral komt door interacties aan de grens met Duitsland en België. Omdat voor snoei- en dunningshout met name sprake is van een lokale markt is dezelfde risico-opslag als voor knip- en snoeihout van toepassing. Voor de categorie snoei- en dunningshout wordt additioneel een risico-opslag van 1 €/ton verondersteld.

- Brandstofprijs snoei- en dunningshout: 48 €/ton.
- Energie-inhoud: 7 GJ/ton.
- Brandstofprijsofslag: 1 €/ton.

### 8.1.2 B-hout

De brandstofprijs voor B-hout is verondersteld te liggen op 28 €/ton, met een bijbehorende energie-inhoud van 13 GJ/ton. Voor de categorie Verlengde levensduur thermische conversie van biomassa wordt verondersteld dat de beschikking voor de subsidie tijdig bekend is, zodat de bestaande brandstofcontractportfolio voortgezet kan worden. Daarbij is er voldoende ervaring bij de huidige exploitanten om de brandstof langjarig vast te zetten, zodat brandstofprijrisico-opslag, zoals die voor sommige categorieën met nieuwbouwprojecten in de SDE+-regeling is berekend, niet in deze categorie hoeft te worden toegepast. In het conceptadvies werd een

brandstofprijsofslag van 2 €/ton meegenomen voor de indexatie van de huidige brandstofprijzen. In het Eindadvies wordt echter geadviseerd deze opslag niet mee te nemen omwille van de consistentie met de prijzen voor andere categorieën.

- Brandstofprijzen B-hout: 28 €/ton.
- Energie-inhoud: 13 GJ/ton.
- Geen brandstofprijsofslag.

### 8.1.3 Houtpellets

Voor de meestookactiviteiten en -categorieën wordt voor de biomassa-brandstof uitgegaan van schone, witte houtpellets met een stookwaarde van 17,0 MJ/kg conform de handelsdefinitie. Voor de kosten van de biomassa-brandstof wordt uitgegaan van 160 €/ton (afgeleverd aan de centrale). Deze prijs is gebaseerd op input verkregen vanuit de markt en openbare bronnen zoals de Argus-index. De prijs is opgebouwd uit: 135 €/ton huidige prijs (CIF ARA), 15 €/ton risico-opslag voor langetermijncontracting en 10 €/ton voor de logistieke kosten voor het vervoer van haven naar centrale. Hierbij is rekening gehouden met een risicopremie omdat deze prijs gedurende de subsidieperiode van 8 jaar wordt vastgelegd, en alleen wordt gecorrigeerd voor inflatie, niet voor eventuele structurele prijsstijgingen.

De keuze voor de biomassa-brandstof en het bijbehorende prijsniveau kan nog worden beïnvloed door de lopende discussie over de duurzaamheidscriteria. De risico's ten aanzien van de prijsvorming van de biomassa, inclusief certificeringskosten, kunnen tot op zekere hoogte worden gedekt uit de risico-opslag voor langetermijncontracting.

- Brandstofprijzen Houtpellets (incl. overslag en logistiek): 145 €/ton.
- Energie-inhoud: 17 GJ/ton.
- Brandstofprijsofslag: 15 €/ton.

### 8.1.4 Vloeibare biomassa

De prijs van zowel plantaardige oliën als dierlijke vetten laat sinds de piekjaren in 2011 en 2012 een dalende tendens zien. Uit de meest recente data lijkt de daling minder sterk door te zetten. Daarom wordt voor 2015 net zoals vorig jaar de verwachte gemiddelde prijs van vloeibare biomassa van 600 €/ton bij een stookwaarde van 39 GJ/ton aangehouden. De prijzen van dierlijke vetten bewegen mee met de prijzen van plantaardige oliën. Voor plantaardige oliën is er bovendien een goed ontwikkelde internationale markt. Door te handelen op de internationale markt voor plantaardige oliën kan men het risico van stijgende prijzen van dierlijke vetten goed afdekken.

- Brandstofprijzen dierlijk vet: 600 €/ton.
- Energie-inhoud: 39 GJ/ton.
- Geen brandstofprijsofslag.

## 8.2 Biomassavergassing ( $\geq 95\%$ biogeen)

Een bio-SNG-centrale voor groengasproductie door vergassing bestaat uit drie onderdelen: vergassing, gasreiniging en gasopwaardering. In de vergassingsinstallatie wordt vaste biomassa omgezet in gasvormige brandstof, genaamd syngas of stookgas. In de gasreinigingssectie worden onzuiverheden uit het gas verwijderd. Tenslotte wordt het gas opgewaardeerd tot aardgaskwaliteit (bio-SNG) waarna het als groen gas in het aardgasnet ingevoed kan worden. Ten opzichte van het eindadvies SDE+2014 wordt verwacht dat een biomassavergassingsinstallatie tot een hogere netto gaslevering kan komen.

De referentie-installatie heeft een grootte van ca. 20 MW<sub>th</sub> oftewel een productievermogen van 1580 Nm<sup>3</sup> groengas/uur. De installatie kan in haar eigen warmtebehoefte voorzien; wel is de inkoop van elektriciteit voor eigen verbruik meegenomen in de berekening van het basisbedrag. De combinatie van een houtvergasser en een gasopwaarderingsinstallatie zorgt voor een complexe productie-installatie: daarom wordt uitgegaan van 7500 vollasturen per jaar. Zie Tabel 48 voor de technisch-economische parameters.

**Tabel 48:** Technisch-economische parameters vergassing van biomassa ( $\geq 95\%$  biogeen)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Referentiegrootte	[Nm <sup>3</sup> /h]	1580	
Vollasturen	[h/a]	7500	
Interne elektriciteitsvraag	[kWh/Nm <sup>3</sup> ]	0,2	
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,10	
Investeringskosten	[€ per Nm <sup>3</sup> /h]	43200	€ 68,3 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/a per Nm <sup>3</sup> /h]	2160	€ 3,4 miljoen/jaar
Energie-inhoud substraat	[GJ/ton]	9,0	
Grondstofkosten	[€/ton]	48,0	
Grondstofprijopslag	[€/ton]	1,0	
Rendement gaszuivering	[% methaan]	100,0%	

In Tabel 49 is het basisbedrag weergegeven. Daarnaast staan in deze tabel ook de basisprijs, de contractkosten, (de rekenmethode van) het correctiebedrag.

**Tabel 49:** Overzicht subsidieparameters Biomassavergassing ( $\geq 95\%$  biogeen)

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief contractkosten)	[€/kWh]	0,139
Basisprijs	[€/kWh]	0,020
Contractkosten	[€/kWh]	0,0008
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,025
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF	

## 8.3 Inzet van biomassa in kolencentrales

Dit jaar heeft het ministerie van Economische Zaken advies gevraagd over mogelijke categorieën voor de inzet van biomassa in kolencentrales. In paragraaf 8.3.1 wordt een introductie op deze categorieën, waarna in paragraaf 8.3.2 de algemene uitgangspunten worden weergegeven. In paragraaf 8.3.3 en paragraaf 8.3.4 wordt de specifieke informatie gegeven van de twee verschillende categorieën voor de inzet van biomassa in kolencentrales.

### 8.3.1 Introductie categorieën biomassa inzet in kolencentrales

Een deel van de Nederlandse elektriciteits- en warmteproductie vindt plaats in kolencentrales. Deze centrales kunnen - naast kolen - ook gebruik maken van biomassa als brandstof. Dat kan in principe op twee manieren:

- Door directe vervanging van kolen door biomassa, die als vaste brandstof de ketel in gaat. Dit wordt *meestook* van biomassa genoemd.
- Door inzet van biomassa na een thermische voorbehandeling, bijvoorbeeld vergassing. De biomassa wordt dan via een tussenproduct ingezet. Dit wordt *bijstook* van biomassa genoemd.

Inzet van biomassa in kolencentrales vindt plaats in Nederland sinds het begin van de jaren '90. In alle kolencentrales uit de jaren '80 en in diverse kolencentrales uit de jaren '90 is in de loop der tijd al biomassa ingezet. De kolencentrales uit de jaren '80 worden echter in de komende jaren gesloten in het verlengde van het energieakkoord. Het advies voor een basisbedrag voor inzet van biomassa in kolencentrales heeft daarom alleen betrekking op de twee bestaande kolencentrales uit de jaren '90 en de drie nieuwe - jaren '10 - kolencentrales die binnenkort in productie gaan.

Op basis van informatie uit de markt is een beeld gekregen van de voorgenomen initiatieven in Nederland met betrekking tot de inzet van biomassa in de Nederlandse kolencentrales uit de jaren '90 en '10.

#### **Categorieën**

Op basis van gevoerde gesprekken en de ontvangen informatie van diverse stakeholders, en de uitgangspunten van EZ kunnen op hoofdlijnen drie verschillende referenties worden onderscheiden. Deze drie referenties zijn in dit eindadvies geclusterd tot twee categorieën:

1. Bestaande capaciteit voor bij- en meestook van biomassa, met als referenties:
  - a. Een kolencentrale uit de jaren '90 met bestaande capaciteit voor *meestook* van biomassa.
  - b. Een kolencentrale uit de jaren '90 met bestaande capaciteit voor *bijstook* van biomassa.
2. Nieuwe capaciteit voor meestook van biomassa, met als referentie:
  - c. Een kolencentrale uit de jaren '10 waarbij nieuwe capaciteit wordt gerealiseerd voor meestook van biomassa.



## 8.3.2 Algemene uitgangspunten

Voor alle categorieën van meestook wordt uitgegaan van schone, witte houtpellets. Voor bijstook is de referentiebrandstof B-hout. De toelichting op de gehanteerde biomassa-prijzen staat in paragraaf 8.1.3 (houtpellets) respectievelijk 8.1.2 (B-hout).

### **Afbakening bij- of meestook deel in de kolencentrale**

Voor de berekening van het basisbedrag voor inzet van biomassa worden de kosten van de kolencentrale (kapitaalslasten en O&M) toegerekend naar rato van het percentage biomassa inzet. In theoretische zin wordt er gerekend met een virtuele biomassacentrale ter grootte van dit percentage. Ook rendementsverliezen van de centrale als geheel die door de inzet van biomassa worden veroorzaakt worden doorberekend aan het biomassadeel. Als bijvoorbeeld bij 25% meestook het rendement van de centrale als geheel met een half procent daalt, wordt in de berekeningen aan het meestookdeel gerekend met een rendementsdaling van 2%.

### **Kapitaalslasten**

Voor de berekening van de kapitaalslasten van de kolencentrale wordt rekening gehouden met het verschil in economische levensduur van de kolencentrale en de looptijd van de SDE+-beschikking voor inzet van biomassa (8 jaar). De kapitaalslasten en operationele kosten van de kolencentrale worden hierbij proportioneel toegerekend aan het deel van de centrale dat biomassa inzet. Bij een economische levensduur van 30 jaar worden de specifieke kapitaalslasten (EUR/kW<sub>e</sub>) van de kolencentrale voor een factor 8/30 meegerekend. Voor specifieke investeringen die nodig zijn om de inzet van biomassa mogelijk te maken wordt gerekend met een economische levensduur van 8 jaar.

### **Warmtelevering**

In de MEP-regeling wordt de productie van warmte bij inzet van biomassa in kolencentrales niet apart gesubsidieerd. Als subsidiegrondslag wordt het deel van de elektriciteitsproductie genomen dat uit biomassa zou worden geproduceerd wanneer er geen sprake zou zijn van warmte-uitkoppeling.

In dit SDE+ 2015-advies is het uitgangspunt dat de kern van deze benadering gehandhaafd blijft: er komt geen aparte vergoeding voor warmte maar de subsidiegrondslag blijft gelijk aan de elektriciteitsproductie uit biomassa die zonder warmte-uitkoppeling zou worden gerealiseerd.

## 8.3.3 Bestaande capaciteit voor bij- en meestook

In de onderstaande tekst zijn voor de categorie bestaande capaciteit voor bij- of meestook de referentiecentrales beschreven en de hierbij gehanteerde parameters vermeld.

### **a. Kolencentrale uit de jaren '90 met bestaande capaciteit voor het meestoken van biomassa**

Als referentie voor deze categorie wordt uitgegaan van een superkritische kolencentrale van 600-650 MW<sub>e</sub>, gebouwd in de 90' er jaren, met een netto rendement van 41 %, die

is uitgerust met een ROI, DeNO<sub>x</sub> en stofafvangstinstallatie. Er wordt uitgegaan van 6000 vollasturen elektriciteitslevering.

Aangenomen wordt dat het rendement van het verstoffen van biomassa 2% lager is dan bij kolenstook. Gezien het feit dat de meestookinstallatie al aanwezig is worden hier slechts beperkte vervangingsinvesteringen in rekening gebracht.

Voor het uitvoeren van de meestookactiviteiten wordt een evenredig deel van de kapitaals- en onderhoudskosten van de kolencentrale toegerekend aan de meestookactiviteiten. Hierbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De totale investeringskosten van de 90'er jaren kolencentrale zijn gesteld op 1100 €/kW<sub>e</sub>. Hiervan wordt over de looptijd van de regeling (8 jaar) en met inachtneming van de economische levensduur van de kolencentrale (30 jaar) een percentage gelijk aan het e/e meestook percentage in het basisbedrag verdisconteerd.
- De vervangingsinvesteringen om de bestaande meestookinstallatie 8 jaar langer te kunnen laten draaien zijn geraamd op 30 €/kW<sub>e</sub> (alleen gerekend over het aantal kW<sub>e</sub> meestook).
- De O&M-kosten van de kolencentrale bedragen 30 €/kW<sub>e</sub>. Hierbij wordt dezelfde rekenmethodiek toegepast als bij de investeringskosten.
- De extra O&M-kosten ten gevolge van het verstoffen van biomassa bedragen 3 €/MWh<sub>e</sub> (alleen doorberekend voor de met biomassa opgewekte kilowatturen).

#### **b. Kolencentrale uit de jaren '90 met bestaande capaciteit voor bijstook van biomassa**

Als referentie voor deze categorie wordt uitgegaan van een superkritische kolencentrale, gebouwd in de 90'er jaren met een netto rendement van 41 %, die is uitgerust met een ROI, DeNO<sub>x</sub> en stofafvangstinstallatie. Bij de centrale staat een biomassavergasser welke productgas levert dat in de kolencentrale wordt bijgestookt. Er wordt uitgegaan van 5000 vollasturen voor de biomassavergasser.

Voor de biomassavergasser wordt een thermisch rendement van 95% aangenomen. Aangenomen wordt dat het rendement van het verstoffen van het productgas 1% lager is dan bij kolenstook.

Voor de bijstook van biomassa wordt een evenredig deel van de kapitaals- en onderhoudskosten van de kolencentrale toegerekend aan de bijstook activiteiten. Hierbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De totale investeringskosten van de 90'er jaren kolencentrale zijn gesteld op 1100 €/kW<sub>e</sub>. Hiervan wordt over de looptijd van de regeling (8 jaar) en met inachtneming van de economische levensduur van de kolencentrale (30 jaar) een percentage gelijk aan het e/e bijstook percentage in het basisbedrag verdisconteerd.
- De kosten voor vervangingsinvesteringen om de biomassavergasser 8 jaar langer te kunnen laten draaien zijn gesteld op 75 €/kW<sub>e</sub> (alleen gerekend over het aantal kW<sub>e</sub> meestook).
- De O&M-kosten van de kolencentrale bedragen 30 €/kW<sub>e</sub>. Hierbij wordt dezelfde rekenmethodiek toegepast als bij de investeringskosten.
- De extra vaste O&M-kosten voor de biomassavergasser bedragen € 190/kW<sub>e</sub> (alleen gerekend over het aantal kW<sub>e</sub> meestook). Dit bevat ook extra kosten voor het geheel metaal-vrij maken van de biomassa.

- Daarnaast zijn er variabele O&M-kosten voor de vergasser ter grootte van 7,5 €/MWh<sub>e</sub> (alleen doorberekend voor de met biomassa opgewekte kilowatturen).

Tabel 50 toont de technische economische parameters voor de twee referentie-installaties.

**Tabel 50:** Technisch-economische parameters bestaande capaciteit voor bij- en meestook van biomassa

Parameters referentie installaties	Eenheid	Waarde Ref a	Waarde Ref b
Netto elektrisch vermogen van de centrale	[MW <sub>e</sub> ]	600-650	600-650
Bij- of meestookpercentage	[e/e %]	27	5
Thermisch vollastrandement kolen	[%]	41	41
Vollasturen elektriciteitsproductie	[uren/jaar]	6000	5000
Rendement biomassavergasser	[%]	-	95
Rendement biomassadeel centrale	[%]	39*	38**/**
Kosten biomassa	[€/ton]	160	28
Looptijd subsidieregeling	[jaar]	8	8
Specifieke investering biomassa-inzet (levensduurverlenging)	[€/kW <sub>e</sub> ]	30	75
Investeringskosten kolencentrale	[€/kW <sub>e</sub> ]	1100	1100
Economische levensduur kolencentrale	[jaar]	30	30
O&M-kosten kolencentrale	[€/kW <sub>e</sub> ]	30	30
Extra O&M kosten biomassa meestoken (op biomassa MWh)	[€/MWh <sub>e</sub> ]	3	-
Extra vaste O&M-kosten biomassavergasser	[€/kW <sub>e</sub> ]	-	190
Extra variabele O&M-kosten biomassavergasser	[€/MWh <sub>e</sub> ]	-	7,5

\*: Rendementsverlies van de centrale als geheel door biomassa bij- of meestook wordt hierbij volledig toegerekend aan het biomassadeel.

\*\* : Inclusief het rendement van de vergasser.

In Tabel 51 is het basisbedrag weergegeven. Dit is gebaseerd op een naar vermogen gewogen gemiddelde tussen referentie a en referentie b. Daarnaast staan in deze tabel ook de basisprijs, de basisprijspremie, (de rekenmethode van) het correctiebedrag.

**Tabel 51:** Overzicht subsidieparameters Bestaande capaciteit voor bij- en meestook

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,108
Basisprijs	[€/kWh]	0,036
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Gewogen aantal vollasturen	[uur/jaar]	5839
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,043
Berekeningswijze correctiebedrag	APX <sub>basislast</sub>	

### 8.3.4 Nieuwe capaciteit voor meestook

In de onderstaande tekst is voor de categorie nieuwe capaciteit voor meestook de referentiecentrale beschreven en de hierbij gehanteerde parameters vermeld. Een overzicht van deze parameters is weergegeven in Tabel 52.

### c. Kolencentrale uit de jaren '10 met nieuwe capaciteit voor meestook van biomassa

Als referentie voor deze categorie wordt uitgegaan van een superkritische kolencentrale met een verbrandingseenheid in de range van 700 tot 1100 MW<sub>e</sub> met een netto vollast rendement van 46%, die is uitgerust met een ROI, DeNO<sub>x</sub> en stof afvanginstallatie. Er wordt uitgegaan van 7000 vollasturen elektriciteitslevering.

Aangenomen wordt dat het rendement van het verstoken van biomassa 2% lager is dan bij kolenstook. Voor de realisatie van de nieuwe meestook installatie wordt een investeringsbedrag van 450 €/kW<sub>e</sub> aangehouden (alleen gerekend over het aantal kW<sub>e</sub> meestook).

Voor het uitvoeren van de meestook activiteiten wordt een evenredig deel van de kapitaals- en onderhoudskosten van de kolencentrale toegerekend aan de meestook activiteiten. Hierbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De totale investeringskosten van de kolencentrale bedragen 2000 €/kW<sub>e</sub>. Hiervan wordt over de looptijd van de regeling (8 jaar) en met inachtneming van de economische levensduur van de kolen centrale (30 jaar) een percentage gelijk aan het e/e meestook percentage in het basisbedrag verdisconteerd.
- De O&M-kosten van de kolencentrale bedragen 30 €/kW<sub>e</sub>. Hierbij wordt dezelfde rekenmethodiek toegepast als bij de investeringskosten.
- De extra O&M-kosten ten gevolge van het meestoken van biomassa bedragen 3 €/MWh<sub>e</sub> (alleen doorberekend voor de met biomassa opgewekte kilowatturen).
- De economische levensduur van de kolencentrale is 30 jaar.
- De economische levensduur van de biomassa meestook installatie is gelijk aan de looptijd van de regeling (uitgangspunt SDE-systematiek).

**Tabel 52:** Technisch-economische parameters nieuwe capaciteit voor meestook van biomassa in centrales uit de jaren '10

Parameters referentie installaties	Eenheid	Waarde Ref c
Netto elektrisch vermogen van de centrale	[MW <sub>e</sub> ]	700-1100
Thermisch vollastrendement kolen	[%]	46
Meestookpercentage	[e/e %]	20
Vollasturen elektriciteitsproductie	[uren/jaar]	7000
Rendement biomassa (t.o.v. rendement kolenrendement)*	[%]	44
Kosten biomassa	[€/ton ]	160
Looptijd subsidieregeling	[jaar]	8
Specifieke investering biomassameestook	[€/kW <sub>e</sub> ]	450
Investeringskosten kolencentrale	[€/kW <sub>e</sub> ]	2000
Economische levensduur kolencentrale	[jaar]	30
O&M kosten kolencentrale	[€/kW <sub>e</sub> ]	30
Extra O&M-kosten biomassa meestoken (op biomassa MWh)	[€/MWh <sub>e</sub> ]	3

\*: Rendementsverlies van de centrale als geheel door biomassameestook wordt hierbij volledig toegerekend aan het biomassadeel.

In Tabel 53 is het basisbedrag weergegeven. Daarnaast staan in deze tabel ook de basisprijs, de basisprijspremie, (de rekenmethode van) het correctiebedrag.

**Tabel 53:** Overzicht subsidieparameters Nieuwe capaciteit voor meestook

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,115
Basisprijs	[€/kWh]	0,036
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,002
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,043
Berekeningswijze correctiebedrag	APX <sub>basislast</sub>	

## 8.4 Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,5-5

### $MW_{th}$

De referentie-installatie voor deze categorie is een heetwaterketel met een verbrandingsrooster waar snoei- en dunningshout ingezet wordt als referentie-brandstof. In aanvulling op deze referentie-installatie is rekening gehouden met investeringen in het kader van het Activiteitenbesluit. Het veronderstelde aantal vollasturen is 4000 uur per jaar. Tabel 54 geeft de technisch-economische parameters voor ketels op vaste biomassa.

**Tabel 54:** Ketels op vaste biomassa (0,5-5 MW)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Thermisch output vermogen	[ $MW_{th,output}$ ]	0,750	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th,output</sub> ]	425	€ 0,32 mln
Vaste O&M kosten	[€/kW <sub>th,output</sub> ]	45	€ 34.000/jaar
Basis voor correctiebedrag		kleinschalig	

In Tabel 55 is het basisbedrag weergegeven. Daarnaast staan in deze tabel ook de basisprijs, de basisprijspremie, (de rekenmethode van) het correctiebedrag.

**Tabel 55:** Overzicht Subsidieparameters Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,5-5  $MW_{th}$ 

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,051
Basisprijs	[€/kWh]	0,027
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,033
Berekeningswijze correctiebedrag	( TTF + energiebelasting ) / gasketelrendement	

## 8.5 Ketel op vaste of vloeibare biomassa, $\geq 5$

### $MW_{th}$

Voor deze categorie is de referentie-installatie eveneens een heetwaterketel met een verbrandingsrooster waar snoei- en dunningshout ingezet wordt als referentie-brandstof. In aanvulling op deze referentie-installatie is rekening gehouden met investeringen in het kader van het Activiteitenbesluit. De rookgasreiniging voor deze categorie vraagt hogere investeringen dan voor de categorie 0,5-5  $MW_{th}$ . Daarnaast is rekening gehouden met hogere investeringen voor ten opzichte van de referentie-installatie aanvullende biomassaopslag. Daarmee wordt het schaalvoordeel ten opzichte van de categorie 0,5-5  $MW_{th}$  vereffend.

In deze categorie is het mogelijk om warmtelevering te realiseren met een ketel op vaste biomassa ter vervanging van een gas aangedreven WKK. Daarom is voor deze categorie het aantal vollasturen op 7000 uur per jaar gesteld.

Een overzicht van de technisch-economische parameters voor ketels op vaste biomassa ( $\geq 5$  MW) is weergegeven in Tabel 56.

**Tabel 56:** Ketels op vaste biomassa ( $\geq 5$  MW)

Parameter	Eenheid	Advies 2015 ( $\geq 5$ $MW_{th}$ )	Totaalbedrag voor referentie
Thermisch output vermogen	[ $MW_{th,output}$ ]	10	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000	
Investeringskosten	[€/kW $_{th,output}$ ]	425	€ 4,3 mln.
Vaste O&M kosten	[€/kW $_{th,output}$ ]	62	€ 620.000/jaar
Basis voor correctiebedrag		grootschalig	

In Tabel 57 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 57:** Overzicht subsidieparameters Ketel op vaste of vloeibare biomassa,  $\geq 5$   $MW_{th}$

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,043
Basisprijs	[€/kWh]	0,016
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,019
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

## 8.6 Ketel op vloeibare biomassa

In sommige gevallen zijn gasgestookte ketels relatief snel en eenvoudig te vervangen door ketels op vloeibare biomassa, zoals bijvoorbeeld pyrolyseolie. Als referentie-brandstof is gekozen voor dierlijk vet. Gezien de relatief lage bijdrage van de investeringskosten aan het basisbedrag en de mogelijkheid voor initiatiefnemers deze investeringskosten verder te verlagen door aangepaste branders te monteren in bestaande ketels, is in dit advies het investeringsbedrag op nul gesteld. Hiermee is de berekening representatief voor zowel inzet van vloeibare biomassa in nieuwe op vloeibare biomassa ontworpen ketels als inzet van vloeibare biomassa in aangepaste bestaande gasketels. In Tabel 58 staan de parameters met betrekking op een ketel op vloeibare biomassa.

**Tabel 58:** Technisch-economische parameters nieuwe en bestaande ketels op vloeibare biomassa

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	10	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	0	€ 0,0 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	24	€ 240 duizend/jaar
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	39	
Brandstofprijs	[€/ton]	600	
Brandstofprijsopslag	[€/ton]	n.v.t.	

In Tabel 59 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 59:** Overzicht subsidieparameters Ketel op vloeibare biomassa

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,072
Basisprijs	[€/kWh]	0,027
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,033
Berekeningswijze correctiebedrag	( TTF + energiebelasting ) / gasketelrendement	

## 8.7 Warmte, houtpellets

Voor deze categorie is de referentie-installatie een waterpijpketel die stoom levert van 35 bar en waarbij houtpellets ingezet worden als referentiebrandstof. De opslag vindt plaats in silo's, de pellets worden in een hamermolen verpoederd en ingezet in de brander van de waterpijpketel. Er wordt verondersteld dat de installatie autonoom kan draaien en op afstand bestuurd wordt. De output van de ketel is 30 MW<sub>th</sub> en de ketel wordt verondersteld een rendement van 90% te hebben. Het aantal vollasturen warmteafzet bedraagt 7000 uur per jaar, overeenkomstig met de categorie Ketel vaste

of vloeibare biomassa > 5 MW<sub>th</sub>. De investeringskosten van de referentie-installatie bedragen 400 €/kW<sub>th,output</sub> met bijbehorende O&M kosten van 24 €/kW<sub>th,output</sub>. Deze bedragen zijn lager dan bij de categorie op basis van snoeihout. Dit komt doordat het verbrandingsdeel van de installatie en de opslag kleiner uitgevoerd kunnen worden en omdat er minder personeel nodig is om de installatie te bedienen en onderhouden. We nemen aan dat de houtpellets in bulk aangevoerd worden, waardoor de brandstofprijs gelijk gesteld kan worden aan die van houtpellets in de categorie Bij- en meestook. De technisch economische parameters zijn weergegeven in de Tabel 60.

**Tabel 60:** Technisch-economische parameters Warmte, houtpellets

Parameter	Eenheid	Advies 2015 [≥ 5 MW <sub>th</sub> ]	Totaalbedrag voor referentie
Thermisch output vermogen	MW <sub>th,output</sub>	30	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th,output</sub> ]	400	€ 12 mln.
Vaste O&M kosten	[€/kW <sub>th,output</sub> ]	24	€ 720.000/jaar
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	17	
Brandstofprijs	[€/ton]	160	
Basis voor correctiebedrag		grootschalig	

In Tabel 61 is het basisbedrag weergegeven. Daarnaast staan in deze tabel ook de basisprijs, de basisprijspremie, (de rekenmethode van) het correctiebedrag.

**Tabel 61:** Overzicht subsidieparameters Warmte, houtpellets

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,054
Basisprijs	[€/kWh]	0,016
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,019
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

## 8.8 Gecombineerde opwekking, houtpellets

In het concept advies van 2015 is de doorrekening van deze categorie gebaseerd op de categorie 'Thermische conversie van biomassa – snoeihout', waarbij enkel de brandstofkosten en de energie-inhoud van de brandstof aangepast zijn. Dit resulteerde in een basisbedrag wat aanzienlijk hoger was dan het basisbedrag voor een installatie op snoeihout.

Bij deze grote installaties is het aannemelijk dat de investeringskosten en O&M-kosten lager zullen zijn voor pellet-installaties dan voor snoeihout-installaties, vooral doordat opslag en verbranding eenvoudiger en/of kleiner uitgevoerd kunnen worden. Een houtpellet gestookte installatie zou door de lagere benodigde investering in combinatie met de hogere brandstofkosten lager uitkomen dat voorgesteld in het conceptadvies.



En wellicht komt de houtpellet installatie zelfs op hetzelfde basisbedrag uit als een snoeihout-installatie. Er is echter te weinig referentiemateriaal beschikbaar om deze stelling te toetsen.

DNV GL en ECN hebben uitvoerig onderzoek gedaan naar deze categorie. De beperkte informatie die tijdens de consultatiegesprekken aangereikt is door de markt, is hierin meegenomen. Conclusie uit het onderzoek is dat gecombineerde opwekking op basis van houtpellets maar in zeer beperkte mate gerealiseerd is in de wereld. Het grootschalig verstoken van houtpellets gebeurt voornamelijk in aangepaste kolencentrales en aangepaste afvalenergiecentrales. DNV GL en ECN kennen slechts enkele kleinschalige installaties die operationeel zijn. Hierdoor is er niet voldoende informatie beschikbaar om een goede referentiecasse te maken voor deze categorie. We adviseren deze categorie dit jaar niet op te nemen in de regeling en deze volgend jaar te heroverwegen.

ECN en DNV GL hebben nog geen concrete interesse in een WKK-installatie op houtpellets kunnen waarnemen.

## 8.9 Thermische conversie van biomassa, 10-100

### MW<sub>e</sub>

De referentie is een houtgestookte installatie met een inputvermogen van ca. 68 MW<sub>th</sub>. De ketel kan via een tegendrukturbine lagedrukstoom genereren waarmee warmte op een temperatuur van 100-120°C geleverd kan worden aan een stadsverwarmingsnet. Uitgangspunt is dat de tegendrukturbine 50 MW<sub>th</sub> kan leveren.

Uitgangspunt van de referentie-installatie is dat deze gekoppeld is aan een groot bestaand stadverwarmingsnet, waarbij de geproduceerde warmte volledig ingezet kan worden. Voor het aantal vollasturen warmtelevering is daarom 7500 uur aangenomen. Op momenten dat geen vollast levering van warmte nodig is zal de gehele installatie in deellast draaien. De locatie van een dergelijke installatie zal een industrieel gebied zijn, in de directe nabijheid van een bestaande conventionele warmtekrachtinstallatie aanwezig is en goede aanvoerroutes voor biomassa zijn.

De referentie-installatie is gebaseerd op snoei- en dunningshout als brandstof. Door de lagere energie-inhoud van verse houtstromen is een relatief groot opslag- en transportsysteem en een groot verbrandingsdeel van de installatie nodig. De rookgasreiniging kan relatief licht uitgevoerd worden, omdat vers hout minder schadelijke componenten bevat dan bijvoorbeeld B-hout. De technisch-economische data die horen bij deze referentie-installaties zijn samengevat in Tabel 62.

**Tabel 62:** Technisch-economische parameters thermische conversie van biomassa (groot)

Parameter	Eenheid	Advies 2015 [>10 MW <sub>e</sub> ]	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	67,9	
Elektrisch vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	9,5	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	50,0	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	7500	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7500	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	14%	
Elektriciteitsderving bij warmteafzet		-	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	1840	€ 125 mln.
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	110	€ 7,5 mln.
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	9,0	
Brandstofprijs	[€/ton]	48	
Brandstofprijsopslag	[€/ton]	1,0	

In Tabel 63 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 63:** Overzicht subsidieparameters Thermische conversie van biomassa, 10-100 MW<sub>e</sub>

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,084
Basisprijs	[€/kWh]	0,019
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Warmtekrachtverhouding (WK)	[W:E]	5,26
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	7500
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,023
Berekeningswijze correctiebedrag	( APX + TTF x 70% * WK ) / ( 1 + WK )	

## 8.10 Thermische conversie van biomassa, ≤ 10

### MW<sub>e</sub>

Veel initiatieven tot 10 MW<sub>e</sub> worden ontwikkeld voor lokaal beschikbare biomassa-stromen. Decentrale overheden spelen vaak een initiërende of faciliterende rol. De referentie-installatie heeft een thermisch inputvermogen van 8,7 MW<sub>th</sub>, waarbij maximaal 1,65 MW<sub>e</sub> elektriciteit en 5 MW<sub>th</sub> warmte geleverd kan worden. De investeringskosten zijn in het eindadvies van 2013 verhoogd tot 1550 €/kW<sub>th\_input</sub>, omdat destijds uit de consultatieronde bleek dat extra investeringskosten voor de onderdelen biomassa opslag en deNO<sub>x</sub>-installatie benodigd waren. Deze prijsstijging zien we echter niet terug in de projecten die afgelopen jaren van start gegaan zijn. Daarom worden de investeringskosten verlaagd tot hetzelfde niveau als voor de stijging, wat neerkomt op 1400 €/kW<sub>th\_input</sub>.

Tabel 64 toont de technisch-economische parameters voor de thermische conversie van biomassa.

**Tabel 64:** Technisch-economische parameters thermische conversie van biomassa (klein)

Parameter	Eenheid	Advies 2015 (<10 MW <sub>e</sub> )	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	8,7	
Elektrisch vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	1,7	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	5,0	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	19%	
Elektriciteitsderving bij warmteafzet		1/4	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	1400	€ 12,2 mln.
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	80	€ 0,69 mln.
Variabele O&M-kosten (electriciteit)	[€/kWh <sub>e</sub> ]	0,006	
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	9,0	
Brandstofprijs	[€/ton]	48	
Brandstofprijsopslag	[€/ton]	1,0	

In Tabel 65 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 65:** Overzicht subsidieparameters Thermische conversie van biomassa, ≤ 10 MWe

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,144
Basisprijs	[€/kWh]	0,022
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Warmtekrachtverhouding (WK)	[W:E]	2,44
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	4241
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,026
Berekeningswijze correctiebedrag	( APX + TTF x 70% * WK ) / ( 1 + WK )	

# 9

## Bevindingen vergisting van biomassa

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over de categorieën gerelateerd aan de vergisting van biomassa. Voorafgaand aan de bevindingen van de verschillende categorieën wordt in paragraaf 9.1 een overzicht gegeven van de gehanteerde biomassaprijzen. Daarna worden in de achtereenvolgende paragrafen de onderstaande categorieën besproken:

- Allesvergisting (groen gas) (9.2)
- Warmte allesvergisting (9.3)
- Gecombineerde opwekking allesvergisting (9.4)
- Vergisting en covergisting van dierlijke mest (groen gas) (9.5)
- Gecombineerde opwekking vergisting en covergisting van dierlijke mest (9.6)
- Warmte vergisting en covergisting van dierlijke mest (9.7)
- Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (groen gas) (9.8)
- Gecombineerde opwekking vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (9.9)
- Warmte vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (9.10).

Naast de technisch-economische parameters tonen deze paragrafen per categorie ook het basisbedrag, de basisprijs, het correctiebedrag 2015 en de rekenmethode voor het correctiebedrag.

### 9.1 Gehanteerde prijzen voor biomassa vergisting

Biomassa als brandstof is er in verschillende kwaliteiten. In dit rapport zijn er een aantal referentiebrandstoffen gebruikt.

Voor vergisting worden twee referenties genoemd: biomassa voor allesvergisters en biomassa voor mestcovergisters. Tabel 66 toont een overzicht van deze verschillende referenties voor biomassa als brandstof. Een nadere toelichting op de componenten in de tabel is in de volgende subparagrafen weergegeven.

**Tabel 66:** Gehanteerde biomassaprijzen voor vergistingsinstallaties die SDE+ in 2015 aanvragen

Biomassa voor vergisting*	Energie-inhoud [GJ/ton]	Prijs (range) [€/ton]	Referentieprijis [€/GJ]
Allesvergistingsinput	3,4	25	7,4
Covergistingsinput	3,4	35,2	10,4

\* De energie-inhoud van vergistingsinput is gegeven in GJ<sub>biogas</sub>/ton. De referentieprijis voor vergistingsinput is gegeven in €/GJ<sub>biogas</sub>.

### 9.1.1 Vergisting: biomassa voor allesvergisters

In de categorie van allesvergisting wordt een installatie beschouwd die reststromen gebruikt uit de voedings- en genotsmiddelenindustrie of uit de biobrandstofproductie. Als referentiebrandstof wordt uitgegaan van reststoffen uit de voedings- en genotsmiddelenindustrie, waar het prijsniveau bepaald wordt door veevoedermarkten. De referentieprijis voor de SDE+ 2015 is gelijk verondersteld aan de prijs voor de SDE+ 2014 van 25 €/ton bij een biogasproductie van 3,4 GJ/ton.

### 9.1.2 Vergisting: biomassa voor mestcovergisters

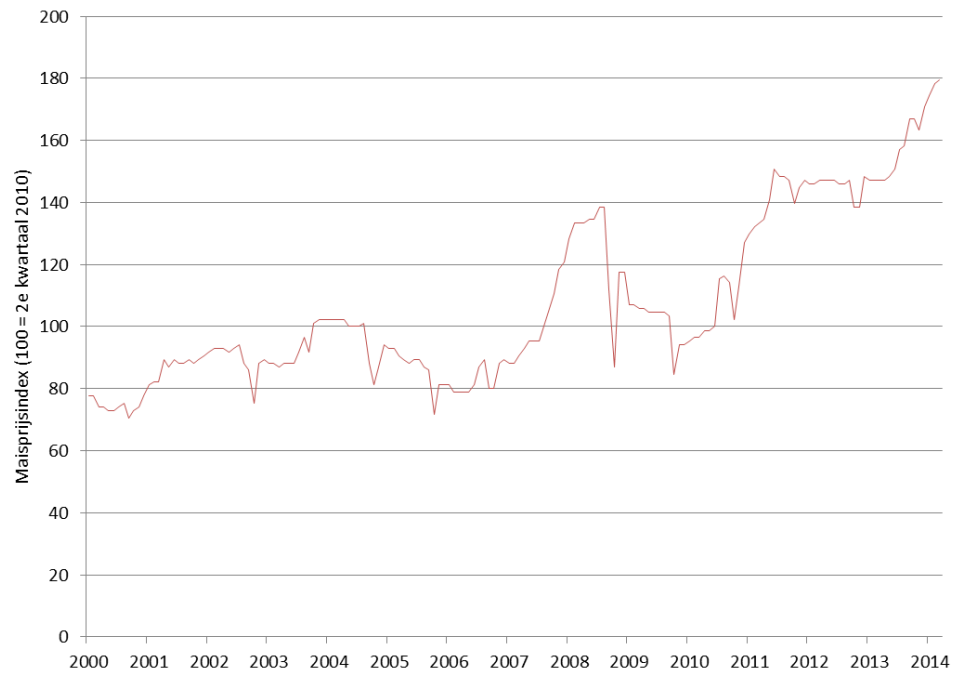
#### Grondstoffen voor mestcovergisting: mest

De prijs voor drijfmest kent regionale verschillen en loopt van € 0 tot -5 per ton in mesttekortgebieden tot maximaal € -15 tot -20 per ton in mestoverschotgebieden. Als referentieprijis wordt uitgegaan van € -15 per ton voor mest van het eigen bedrijf. Rekening houdend met transportkosten is de referentieprijis voor externe aanvoer -10 €/ton. Van de totale input blijft ca. 90% aan massa over als digestaat. Voor de afvoer van digestaat dient gemiddeld 15 €/ton betaald te worden.

#### Grondstoffen voor mestcovergisting: cosubstraat

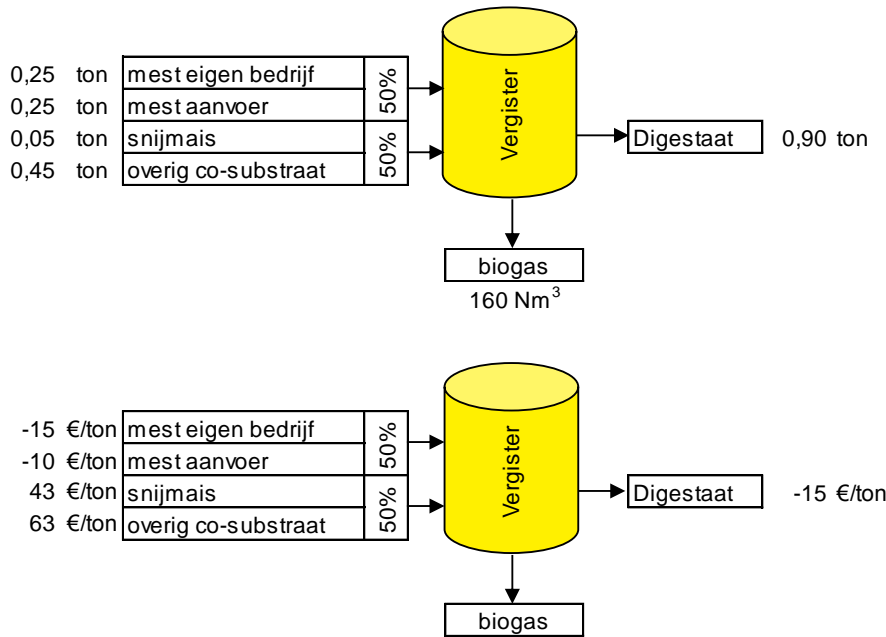
De zogeheten positieve lijst van coproducten is in 2012 uitgebreid met ruim 80 nieuwe producten. Met het toelaten van deze coproducten wordt meer aangesloten bij de regelgeving voor buitenlandse vergisters. Wel is er een begrenzing aan de gehalten zware metalen en organische verontreinigingen. Deze nieuwe uitbreiding heeft de druk op de markt voor coproducten echter niet kunnen verlichten. Ook de marktprijzen van maïs lijken de afgelopen jaren te stijgen. Zie voor de illustratie van de prijschommeling en stijging Figuur 2.

**Figuur 2:** Geïndexeerde maisprijzen 2000-2014 gebaseerd op prijzen van het LEI, index=100 voor het tweede kwartaal van 2010



Om te voorkomen dat jaarlijkse schommelingen grote invloed krijgen op de berekende basisbedragen, is uit de marktconsultatie van 2010 naar voren gekomen dat een langjarig gemiddelde als uitgangspunt wenselijker is. Om te corrigeren voor schommelingen is het gemiddelde van de afgelopen vijf jaar berekend op basis van handelsinformatie van het LEI (gecorrigeerd voor transport). De gemiddelde maïs prijs over de periode juni 2009 tot maart 2014 is 42,8 €/ton. Figuur 3 geeft een schematische weergave van de aangenomen grondstofstromen in de covergister.

**Figuur 3:** Stromen en prijzen voor vergistingsinputs en -outputs<sup>6</sup>



Uit de consultatie blijkt dat het aandeel maïs afneemt, en het aandeel energierijke overige cosubstraten toeneemt. Verder blijkt ook de samenstelling van cosubstraat te veranderen, doordat energierijke grondstoffen voor hogere prijzen aan andere toepassingen dan vergisters worden verkocht.

Dit jaar is als referentiegasopbrengst van overig cosubstraat 303 Nm<sup>3</sup>/ton aangenomen. De gemiddelde prijs voor cosubstraat (exclusief maïs) in 2014 is 9,0 €/GJ of 57 €/ton bij de start van het project, met een netto gasopbrengst van 6,4 GJ/ton. De totale aangenomen grondstofkosten bestaande uit aankoop van maïs, cosubstraat en verwerkingskosten voor mest en digestaat komen in de huidige mix uit op 35,2 €/ton oftewel 22 cent/Nm<sup>3</sup> ruw biogas, gerekend met een gasopbrengst van de totale input, mest en cosubstraat van 3,4 GJ/ton (exclusief 0,5 €/ton brandstofprijsoverlag). De totale grondstofkosten komen overeen met de genoemde kosten in de recente marktconsultatie. Een overzicht is weergegeven in Tabel 67.

<sup>6</sup> In de berekeningsmethodiek wordt uitgegaan van de in de markt gebruikelijke methode om de energie-inhoud van de mestinput en cosubstraten uit te drukken in gasopbrengst in Nm<sup>3</sup>/ton of GJ/ton bij een bepaalde energie-inhoud van het gas (21 MJ/m<sup>3</sup>). In de berekening wordt gerekend met de energie-inhoud van grondstoffen in GJ gasopbrengst per ton input. Voor de volledigheid: tonnen input zijn gebaseerd op het gehele product en niet alleen op het drogestofgehalte.

**Tabel 67:** Prijzen van mest en cosubstraat

	Energie-inhoud [GJ/ton]	Prijs (range) [€/ton]	Referentieprij [€/GJ]
<i>Aanvoer dierlijke mest</i>	0,63	-10 (-20 tot 0)	-16
<i>Afvoer dierlijke mest</i>	0,63	-15 (-30 tot -5)	-24
<i>Maïs</i>	3,8	42,8	11,3
<i>Overig cosubstraat</i>	6,4	57,4	9,0
Covergistinginput	3,4	35,2	10,4

Uit de resultaten uit de tabel en de marktconsultatie is naar voren gekomen dat de grondstofmix voor covergisters, ten gevolge van gewijzigde samenstelling en prijzen, aanzienlijk gestegen is ten opzichte van 2014. De basisbedragen voor nieuwe mestcovergisters zullen daardoor hoger uitvallen dan de basisbedragen in de SDE+ 2014, zie paragrafen 9.5 tot en met 9.7.

Nieuwe mestcovergisters zullen, zo wordt in de markt verwacht, een direct prijsopdrijvend effect hebben als zij een hogere SDE+-vergoeding zullen ontvangen dan bestaande installaties. In de spanning tussen bestaande spelers en nieuwe toetreders in de markt, speelt bij de mestcovergisters een extra aspect een rol, dat is dat veel bestaande mestcovergisters een lager financieel rendement halen dan bij de opzet van de installaties beoogd was. Financiering voor nieuwe mestcovergisters is moeilijk verkrijgbaar.

In de marktconsultatie hebben ECN en DNV GL tegenstrijdige signalen gekregen, enerzijds zijn de biomassaprijzen gestegen maar anderzijds is het onwenselijk om nieuwe installaties een hogere SDE+-vergoeding te geven dan bestaande installaties. De basisbedragen in dit rapport zijn gebaseerd op de verwachte productiekosten en op basis van de gemiddelde biomassaprijzen van de afgelopen vijf jaar. De basisbedragen laten wel een stijging zien ten opzichte van vorig jaar en voldoen daarmee niet aan de wens die in de marktconsultatie geuit is, om de basisbedragen niet te laten stijgen.

## 9.2 Allesvergisting (groen gas)

Als referentie voor deze categorie wordt uitgegaan van een vergister met een productiecapaciteit aan ruw biogas van 950 Nm<sup>3</sup>/h. Het geproduceerde biogas wordt opgewerkt tot groen gas door middel van gaswassingstechnologie. Zie Tabel 68 voor de technisch-economische parameters van productie van groen gas bij allesvergisters. Merk op dat de basisbedragen zijn berekend op basis van een zelfstandige installatie en niet op basis van een hubaansluiting.



**Tabel 68:** Technisch-economische parameters allesvergisting (groen gas)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Referentiegrootte	[Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	950	
Vollasturen	[h/a]	8000	
Interne warmtevraag	[% <sub>bruto ruw biogas</sub> ]	10%	
Interne elektriciteitsvraag (vergister)	[kWh/Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> ]	0,12	
Interne elektriciteitsvraag (gasopwaardering)	[kWh/Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> ]	0,13	
Elektriciteitsstarief	[€/kWh]	0,10	
Investeringskosten (vergister)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	3900	€ 5,8 miljoen gezaamenlijk
Investeringskosten (gasopwaardering)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> /h]	2700	
Vaste O&M-kosten (vergister)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	220	€ 414 duizend/jaar gezaamenlijk
Vaste O&M-kosten (gasopwaardering)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> /h]	270	
Energie-inhoud substraat	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	3,4	
Grondstofkosten	[€/ton]	25,0	
Grondstofprijsoslag	[€/ton]	n.v.t.	
Rendement gaszuivering	[% methaan]	99,9%	

In Tabel 69 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 69:** Overzicht subsidieparameters Allesvergisting (groen gas)

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief contractkosten)	[€/kWh]	0,063
Basisprijs	[€/kWh]	0,020
Contractkosten	[€/kWh]	0,0008
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,025
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF	

### 9.3 Warmte allesvergisting

Bij de vergistingsoptie van allesvergisting naar warmte wordt een bestaande industrie aangepast, waarbij een productie-installatie voor warmte in de bestaande industrie wordt geïntegreerd. De grondstof komt hoofdzakelijk beschikbaar vanuit de bestaande industrie en de energie van het geproduceerde biogas wordt goeddeels teruggeleverd aan dezelfde bestaande industrie in de vorm van warmte.

In Tabel 70 staan de technisch-economische parameters van allesvergisting voor hernieuwbare warmte.

**Tabel 70:** Technisch-economische parameters warmte allesvergisting

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	8,100	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000	
Interne warmtevraag	[%bruto ruw biogas]	5	
Interne elektriciteitsvraag	[kWh/G] <sub>output</sub>	5,41	
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,10	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	586	€ 4,1 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	46	€ 316 duizend/jaar
Energie-inhoud brandstof	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	3,4	
Grondstofkosten	[€/ton]	25,0	
Grondstofprijsofslag	[€/ton]	n.v.t.	

In Tabel 71 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 71:** Overzicht subsidieparameters Warmte allesvergisting

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,053
Basisprijs	[€/kWh]	0,027
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,033
Berekeningswijze correctiebedrag	( TTF + energiebelasting ) / gasketelrendement	

## 9.4 Gecombineerde opwekking allesvergisting

Bij vergistingsoptie van allesvergisting naar elektriciteit en warmte wordt een bestaande industrie aangepast, waarbij een productie-installatie voor elektriciteit of warmte in de bestaande industrie wordt geïntegreerd. De grondstof komt hoofdzakelijk beschikbaar vanuit de bestaande industrie en de energie van het geproduceerde biogas wordt goeddeels teruggeleverd aan dezelfde bestaande industrie in de vorm van warmtekracht.

De schaalgrootte van nieuwe WKK-initiatieven is kleiner dan of rond de 3 MW<sub>e</sub>. Voor de nieuwe duurzame warmte-initiatieven ligt een op acht rond de 5 MW<sub>th</sub>. Voor de referentie-installatie is een schaal aangenomen van 3 MW<sub>e</sub> (8,1 MW<sub>th\_input</sub>).

In Tabel 72 staan de technisch-economische parameters van allesvergisting voor gecombineerde opwekking (WKK).

**Tabel 72:** Technisch-economische parameters gecombineerde opwekking allesvergisting

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	8,1	
Elektrisch vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	3,0	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	3,9	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	37%	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	1055	€ 8,6 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	78	€ 632 duizend/jaar
Energie-inhoud brandstof	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	3,4	
Grondstofkosten	[€/ton]	25,0	
Grondstofprijsofslag	[€/ton]	n.v.t.	

In Tabel 73 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 73:** Overzicht subsidieparameters Gecombineerde opwekking allesvergisting

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,095
Basisprijs	[€/kWh]	0,028
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Warmtekrachtverhouding (WK)	[W:E]	0,65
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	5739
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,034
Berekeningswijze correctiebedrag	( APX + TTF x 70% * WK ) / ( 1 + WK )	

## 9.5 Vergisting en covergisting van dierlijke mest (groen gas)

Voor nieuwe installaties is een productiecapaciteit geraamd van 505 Nm<sup>3</sup>/h ruw biogas (of 315 Nm<sup>3</sup>/h groen gas). De grootte van de vergister van een installatie met deze omvang is vergelijkbaar met die van een vergister van een bio-WKK van 1,1 MW<sub>e</sub>. Schaafeffecten lijken voor vergisters beperkt te zijn. De maximale grootte van een vergistingstank wordt beperkt doordat het materiaal gehomogeniseerd moet kunnen worden; ook de diameter van het dak van een vergister is aan een maximum gebonden. Voor productie op grotere schaal worden dan ook vaak enkele tanks naast elkaar geplaatst.

Als referentie-gaszuiveringstechniek is gekozen voor gaswassing. De warmte die nodig is voor deze techniek wordt opgewekt door een deel van het ruwe biogas in een ketel te verstoken. De restwarmte die bij gaswassing vrijkomt is voldoende voor het verwarmen van de vergister. De benodigde elektriciteit wordt ingekocht. Er wordt aangenomen dat

invoeding van het geproduceerde groen gas op het lokale net van 8 bar mogelijk is. Zie Tabel 74 voor het overzicht van technisch-economische parameters voor de productie van groen gas. Merk op dat de basisbedragen zijn berekend op basis van een zelfstandige installatie en niet op basis van een hubaansluiting.

**Tabel 74:** Technisch-economische parameters mestcovergisting (groen gas)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Referentie grootte	[Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	505	
Vollasturen	[h/a]	8000	
Interne warmtevraag	[% <sub>bruto ruw biogas</sub> ]	10%	
Interne elektriciteitsvraag (vergister)	[kWh/Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> ]	0,12	
Interne elektriciteitsvraag (gasopwaardering)	[kWh/Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> ]	0,13	
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,10	
Investeringskosten (vergister)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	4500	€ 3,6 miljoen gezamenlijk
Investeringskosten (gasopwaardering)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> /h]	3350	
Vaste O&M-kosten (vergister)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	280	€ 278 duizend/jaar gezamenlijk
Vaste O&M-kosten (gasopwaardering)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> /h]	335	
Energie-inhoud substraat	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	3,40	
Grondstofkosten	[€/ton]	35,2	
Grondstofprijsopslag	[€/ton]	0,5	
Rendement gaszuivering	[% methaan]	99,9%	

In Tabel 75 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 75:** Overzicht subsidieparameters mestcovergisting (groen gas)

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief contractkosten)	[€/kWh]	0,083
Basisprijs	[€/kWh]	0,020
Contractkosten	[€/kWh]	0,0008
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,025
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF	

## 9.6 Gecombineerde opwekking vergisting en covergisting van dierlijke mest

Nieuwe initiatieven voor mestcovergisting voor elektriciteitsproductie hadden in de afgelopen twee jaar een schaalgrootte voor WKK van circa 1 MW<sub>e</sub> of kleiner. Voor de nieuwe initiatieven voor duurzame warmte is de spreiding in schaalgrootte ruimer. Zo heeft één op de acht initiatieven een schaalgrootte van tussen de 2 en 6 MW<sub>th</sub>. Voor de referentie-installatie is een schaal aangenomen van 1,1 MW<sub>e</sub> (3 MW<sub>th\_input</sub>). Een installatie met deze schaalgrootte blijft ruim onder de MER-grens en kan van mest worden voorzien door twee grote bedrijven. Het eerste jaar zal extra kosten opleveren ten gevolge van het opstarten van de installatie. Deze meerkosten zijn verrekend in de investeringskosten en leiden tot een totaal aan investeringskosten van 1150 €/kW<sub>th\_input</sub>.

Het rendement van de gasmotor die deel uitmaakt van de WKK-installatie is berekend op een niveau dat aan de NO<sub>x</sub>-emissie-eisen uit het Besluit Emissie-eisen Middelgrote Stookinstallaties (BEMS) voldaan wordt. Voor de SDE+-basisbedragen wordt gerekend met een elektrisch rendement bij de omzetting van het biogas naar netto elektriciteitslevering van 37%.

In Tabel 76 staan de technisch-economische parameters van mestcovergisting voor WKK.

**Tabel 76:** Technisch-economische parameters mestcovergisting (WKK)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	2,973	
Elektrisch vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	1,100	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	1,440	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	37%	
Elektriciteitsderving bij warmteafzet		-	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	1150	€ 3,42 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	85	€ 253 duizend/jaar
Variabele O&M-kosten (electriciteit)	[€/kWh <sub>e</sub> ]	-	
Variabele O&M-kosten (warmte)	[€/GJ]	-	
Energie-inhoud brandstof	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	3,4	
Grondstofkosten	[€/ton]	35,2	
Grondstofprijopslag	[€/ton]	0,5	

In Tabel 77 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 77:** Overzicht subsidieparameters Gecombineerde opwekking mestcovergisting

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,121
Basisprijs	[€/kWh]	0,028
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Warmtekrachtverhouding (WK)	[W:E]	0,65
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	5732
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,034
Berekeningswijze correctiebedrag	$(APX + TTF \times 70\% * WK) / (1 + WK)$	

## 9.7 Warmte vergisting en covergisting van dierlijke mest

Bij mestcovergisting ten behoeve van duurzame warmte is uitgegaan van investeringskosten van 950 €/kW<sub>th\_output</sub>, inclusief de kosten voor een additionele ketel. De ketel levert warmte/stoom van ca. 120°C. Er zijn geen kosten meegenomen voor een gasleiding of een warmtenet.

In Tabel 78 staan de technisch-economische parameters van mestcovergisting voor warmte.

**Tabel 78:** Technisch-economische parameters mestcovergisting (warmte)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	3,000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000	
Interne warmtevraag	[% biogas]	5	
Interne elektriciteitsvraag	[kWh/GJ <sub>output</sub> ]	5,41	
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,10	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	954	€ 2,4 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	71	€ 181 duizend/jaar
Energie-inhoud brandstof	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	3,4	
Grondstofkosten	[€/ton]	35,2	
Grondstofprijsoslag	[€/ton]	0,5	

In Tabel 79 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 79:** Overzicht subsidieparameters Warmte mestvergisting

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,080
Basisprijs	[€/kWh]	0,027
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,033
Berekeningswijze correctiebedrag	( TTF + energiebelasting ) / gasketrendement	

## 9.8 Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (groen gas)

Het referentiesysteem voor deze categorie heeft een ruwbiogasproductie van 20,5 Nm<sup>3</sup>/h (of 11 Nm<sup>3</sup>/h groen gas). Dat is vergelijkbaar met een WKK-vermogen van 39 kW<sub>e</sub>; daarmee is de referentie consistent met de referentie in het advies voor hernieuwbare elektriciteit voor deze categorie. Als referentie-gaszuiveringstechniek is gekozen voor een configuratie van membranen. De warmte die nodig is voor het verwarmen van de vergister wordt opgewekt door een deel van het ruwe biogas in een ketel te verstopen. De vereiste elektriciteit wordt afgenomen van het net.

Zie Tabel 80 voor het overzicht van technisch-economische parameters voor de productie van groen gas.

**Tabel 80:** Technisch-economische parameters mestmonovergisting (groen gas)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Referentie grootte	[Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	20,5	
Vollasturen	[h/a]	8000	
Interne warmtevraag	[%bruto ruw biogas]	18%	
Interne elektriciteitsvraag (vergister)	[kWh/Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> ]	0,12	
Interne elektriciteitsvraag (gasopwaardering)	[kWh/Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> ]	0,37	
Elektriciteitsstarief	[€/kWh]	0,10	
Investeringskosten (vergister)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	16900	€ 0,59 miljoen Gezamenlijk
Investeringskosten (gasopwaardering)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> /h]	14500	
Vaste O&M-kosten (vergister)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	807	€ 26 duizend/jaar Gezamenlijk
Vaste O&M-kosten (gasopwaardering)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> /h]	555	
Energie-inhoud substraat	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	0,63	
Grondstofkosten	[€/ton]	n.v.t.	
Grondstofprijsofslag	[€/ton]	n.v.t.	
Rendement gaszuivering	[% methaan]	99,0%	

In Tabel 81 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 81:** Overzicht subsidieparameters Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (groen gas)

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief contractkosten)	[€/kWh]	0,136
Basisprijs	[€/kWh]	0,020
Contractkosten	[€/kWh]	0,0008
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,025
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF	

## 9.9 Gecombineerde opwekking vergisting van meer dan 95% dierlijke mest

De referentie-installatie voor de productie van hernieuwbare warmte en elektriciteit is gebaseerd op mest uit eigen bedrijf. Op basis van de energie-inhoud van mest en het elektrisch rendement van de gasmotor levert de referentie-installatie een netto elektrische output van 39 kW<sub>e</sub>. Bij elektriciteit is technisch sprake van een WKK-installatie, waarbij de 26 kW<sub>th</sub> warmte nagenoeg geheel gebruikt wordt voor het interne vergistingsproces. Hoewel een gering deel van de warmteproductie desondanks afgezet kan worden buiten de installatie zelf, is voor een representatief basisbedrag alleen gerekend met elektriciteitsproductie als basis waarover de SDE+ een vergoeding biedt.

In Tabel 82 staan de technisch-economische parameters van mestmonovergisting voor elektriciteit en warmte.

**Tabel 82:** Technisch-economische parameters mestmonovergisting

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	0,123	
Elektrisch vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	0,039	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	0,026	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	0	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	32%	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	3700	€ 0,46 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	245	€ 30 duizend/jaar
Energie-inhoud brandstof	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	0,63	
Grondstofkosten	[€/ton]	n.v.t.	
Grondstofprijsoverslag	[€/ton]	n.v.t.	

In Tabel 83 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.



**Tabel 83:** Overzicht subsidieparameters Gecombineerde opwekking vergisting van meer dan 95% dierlijke mest

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,305
Basisprijs	[€/kWh]	0,036
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Warmtekrachtverhouding (WK)	W:E	0
Samengesteld aantal vollasturen	uur/jaar	8000
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,043
Berekeningswijze correctiebedrag	$(APX + TTF \times 70\% * WK) / (1 + WK)$	

## 9.10 Warmte vergisting van meer dan 95% dierlijke mest

De referentie-installatie voor de productie van hernieuwbare warmte is gebaseerd op mest uit eigen bedrijf. In Tabel 84 staan de technisch-economische parameters van mestmonovergisting voor warmte.

**Tabel 84:** Technisch-economische parameters mestmonovergisting (warmte)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	0,123	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000	
Interne warmtevraag	[% <sub>bruto ruw biogas</sub> ]	18	
Interne elektriciteitsvraag	[kWh/GJ <sub>output</sub> ]	5,41	
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,16	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	3800	€ 0,36 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	201	€ 19 duizend/jaar
Energie-inhoud brandstof	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	0,63	
Grondstofkosten	[€/ton]	n.v.t.	
Grondstofprijsoslag	[€/ton]	n.v.t.	

In Tabel 85 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 85:** Overzicht subsidieparameters Warmte vergisting van meer dan 95% dierlijke mest

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,106
Basisprijs	[€/kWh]	0,027
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,033
Berekeningswijze correctiebedrag	$(TTF + energiebelasting) / \text{gasketelrendement}$	

# 10

## Bevindingen bestaande installaties

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over de volgende categorieën gerelateerd aan bestaande installaties:

- Verlengde levensduur thermische conversie  $\leq 50$  MWe (10.1)
- Verlengde levensduur allesvergisting (10.2)
- Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (10.3)
- Verlengde levensduur allesvergisting (groen gas) (10.4)
- Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (groen gas) (10.5)
- Uitbreiding bestaande thermische conversie van afval met warmte (10.6)
- Bestaande allesvergisting, uitbreiding warmte (10.7)
- Bestaande vergisting en covergisting van dierlijke mest, uitbreiding warmte (10.8)
- Bestaande thermische conversie van vaste of vloeibare biomassa, uitbreiding warmte (10.9).

De gehanteerde biomassaprijzen in deze categorieën zijn reeds weergegeven in paragraaf 8.1 en 9.1. Naast de technisch-economische parameters tonen deze paragrafen per categorie ook het basisbedrag, de basisprijs, het correctiebedrag 2015 en de rekenmethode voor het correctiebedrag.

### 10.1 Verlengde levensduur thermische conversie

$$\leq 50 \text{ MW}_e$$

De categorie voor verlengde levensduur van verbrandingsinstallaties heeft betrekking op projecten die onder de huidige MEP-regeling vallen. Wanneer de MEP-regeling afloopt, kunnen deze installaties aanspraak maken op deze categorie. Deze projecten gebruiken vaak B-hout als brandstof. Biomassameestook-projecten vallen overigens niet in deze categorie.

Projecten in deze categorie zullen de komende jaren bestaan uit installaties die volledig op B-hout stoken en installaties die op schoon hout stoken. De brandstofprijs voor B-hout is verondersteld te liggen op 28 €/ton, met een bijbehorende energie-inhoud van 13 GJ/ton. De technisch-economische parameters voor de referentie-installatie op B-hout zijn vermeld in de onderstaande tabel. Deze parameters zijn gebaseerd op een referentie-installatie, die in 2015 SDE+-subsidie kan aanvragen (tot maximaal 5 jaar voor beëindiging MEP).

**Tabel 86:** Technisch-economische parameters verlengde levensduur verbranding

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	80	
Elektrisch outputvermogen	[MW <sub>e</sub> ]	20	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	50	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	25%	
Elektriciteitsderving bij warmteafzet		1:4	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	0	
O&M-kosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	163	€ 13 mln./jaar
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	13	
Brandstofprijs	[€/ton]	28	
Subsidieduur	[jaar]	12	

Voor de referentie-installatie is een schaal aangenomen van 20 MW<sub>e</sub> en 50 MW<sub>th</sub>. Het aantal vollasturen voor de referentie-installatie bedraagt 8000 uren/jaar elektriciteitsafzet en 4000 uren/jaar warmteafzet. Dit is lager dan de warmteafzet bij (grote) nieuwe projecten, omdat bestaande projecten niet opnieuw kunnen kiezen voor een locatie in de nabijheid van een geschikte warmtevraag. Verder is er uitgegaan van vaste O&M-kosten van 163 €/kW<sub>th\_input</sub>. Deze kosten zijn geïndexeerd in verband met de driejarige periode tussen aanvraag en subsidieverstrekking. Met het oog op de aangenomen levensduur van 12 jaar hebben ECN en DNV GL in de vaste O&M kosten rekening gehouden met grootschalig onderhoud aan de installatie, waaronder de vervanging van de turbine en aanpassingen om in de benodigde warmte-uitkoppeling te voorzien. De MEP-regeling voorziet niet in subsidiëring van warmte, daarom zijn vrijwel alle oorspronkelijke installaties uitgelegd op maximale elektriciteitsproductie en hebben deze installaties geen warmte-uitkoppeling. Verdere vaste O&M kosten bestaan uit personeelskosten, onderhoud en revisies, grondstoffen, afvalstoffen en hulpbrandstoffen (excl. hout en elektra). De variabele O&M-kosten zijn meegenomen in de generieke O&M-kostenpost.

Er is uitgegaan van een maximaal netto elektrisch rendement van 25% en een thermisch rendement van 63%. De aangenomen elektriciteitsderving voor elektriciteit: warmte van 1:4. Er wordt aangenomen dat de beschikking voor de subsidie verlengde levensduur tijdig bekend is, zodat de bestaande brandstofcontractportfolio voortgezet kan worden. Daarbij is er voldoende ervaring bij de huidige exploitanten om de brandstof langjarig vast te zetten, zodat brandstofprijrisico-opslag, zoals die voor sommige categorieën met nieuwbouwprojecten in de SDE+-regeling is berekend, niet in

deze categorie hoeft te worden toegepast. Voor biomassacategorieën wordt uitgegaan van een subsidieduur van 12 jaar.

#### Staffel voor overlap met MEP-subsidie

Als toevoeging op de categorie thermische conversie van biomassa, wordt hier een mogelijkheid beschreven om in te schrijven op deze categorie voordat de MEP-subsidie ten einde komt. In het huidige MEP-regime wordt enkel de geleverde elektriciteit gesubsidieerd, waardoor investeringen in warmte-uitkoppeling niet lonen. Door eerder met de SDE+-subsidie te starten en de MEP-subsidie vroegtijdig te beëindigen, wordt het mogelijk gemaakt duurzame warmte te leveren. De levering van duurzame warmte door BEC's resulteert in een verhoging van het rendement, wat een grotere duurzame energie-afzet tot gevolg heeft.

Wanneer de MEP vroegtijdig beëindigd wordt en achtereenvolgens de SDE+ subsidie start, dan zal de subsidieverkrijger in totaal minder subsidie ontvangen. Dit komt doordat het MEP subsidiebedrag hoger ligt dan het SDE+ subsidie bedrag. Om deze tekortkoming te voorkomen wordt er een staffel voorgesteld. Deze staffel compenseert een deel van de subsidie die de ontvanger in het MEP system zou krijgen. De staffel wordt verwerkt in het basisbedrag van de SDE+ subsidie en de hoogte van de staffel is afhankelijk van het aantal jaren dat de MEP subsidie verkort wordt.

De staffel voor de overlap met de MEP-subsidie is voor 3 tot en met 5 jaar marginaal naar boven bijgesteld, omdat in deze categorie moderne installaties met een hoger elektrisch rendement vallen. Deze installaties kennen daarom een relatief hoger MEP-tekort in vergelijking met eerder gerealiseerde BEC-installaties. Een compensatie hiervoor is verwerkt voor deze jaren.

In Tabel 87 is het basisbedrag weergegeven. In geval de MEP-inkomsten voortijdig wegvallen, is dat verrekend in de staffel in deze tabel waarin tevens enkele andere subsidieparameters vermeld staan.

**Tabel 87:** Overzicht subsidieparameters Verlengde levensduur thermische conversie  $\leq 50 \text{ MW}_e$

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,064
Basisbedrag met 1 jaar MEP-compensatie	[€/kWh]	0,067
Basisbedrag met 2 jaar MEP-compensatie	[€/kWh]	0,069
Basisbedrag met 3 jaar MEP-compensatie	[€/kWh]	0,073
Basisbedrag met 4 jaar MEP-compensatie	[€/kWh]	0,077
Basisbedrag met 5 jaar MEP-compensatie	[€/kWh]	0,081
Basisprijs	[€/kWh]	0,023
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Warmtekrachtverhouding (WK)	[W:E]	1,82
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	4429
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,028
Berekeningswijze correctiebedrag	$(APX + TTF \times 70\% * WK) / (1 + WK)$	

## 10.2 Verlengde levensduur allesvergisting (WKK)

De categorie van verlengde levensduur van vergisting heeft betrekking op vergistingsinstallaties waarvan de MEP-beschikking is afgelopen. Er is gerekend met een warmteafzet van 4000 vollasturen, gelijk aan de warmteafzet bij nieuwe WKK-projecten. In de consultatieronde is extra aandacht gevraagd voor de renovatiekosten van een vergister. Met het oog op de aangenomen levensduur van 12 jaar hebben ECN en DNV GL gerekend met grootschalig onderhoud aan de vergistingsinstallatie, waaronder het vervangen van mixers, gasdak en WKK-motor. Deze kosten zijn verdisconteerd in de O&M-kosten. Door vervanging van de gasmotor neemt het elektrisch rendement toe. Het nettorendement van een gerenoveerde vergister is lager dan van een nieuwbouwinstallatie, gezien de kleinere schaal van de MEP-vergisters.

Tabel 88 toont de technisch-economische parameters van verlengde levensduur allesvergisting (WKK).

**Tabel 88:** Technisch-economische parameters verlengde levensduur allesvergisting (WKK)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	2,2	
Elektrisch vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	0,8	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	0,9	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	37%	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	0	-
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	158	€ 0,34 mln.
Energie-inhoud brandstof	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	3,4	
Grondstofkosten	[€/ton]	25,0	
Grondstofprijzopslag	[€/ton]	n.v.t.	

In Tabel 89 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 89:** Overzicht subsidieparameters Verlengde levensduur allesvergisting

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,087
Basisprijs	[€/kWh]	0,029
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Warmtekrachtverhouding (WK)	[W:E]	0,58
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	5855
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,034
Berekeningswijze correctiebedrag	$(APX + TTF \times 70\% * WK) / (1 + WK)$	

## 10.3 Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (WKK)

De categorie van verlengde levensduur van vergisting heeft betrekking op vergistingsinstallaties waarvan de MEP-beschikking is afgelopen. Er is gerekend met een warmteafzet van 4000 vollasturen, gelijk aan de warmteafzet bij nieuwe WKK-projecten. In de consultatieronde is extra aandacht gevraagd voor de renovatiekosten van een vergister. Met het oog op de aangenomen levensduur van 12 jaar hebben ECN en DNV GL gerekend met grootschalig onderhoud aan de vergistingsinstallatie, waaronder het vervangen van mixers, gasdak en WKK-motor. Deze kosten zijn verdisconteerd in de O&M-kosten. Door vervanging van de gasmotor neemt het elektrisch rendement toe. Het nettorendement van een gerenoveerde vergister is lager dan van een nieuwbouwinstallatie, gezien de kleinere schaal van de MEP-vergisters.

Tabel 90 toont de technisch-economische parameters verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest.

**Tabel 90:** Technisch-economische parameters verlengde levensduur mestcovergisting (WKK)

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	2,2	
Elektrisch vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	0,8	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	0,9	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	37%	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	0	-
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	158	€ 0,34 mln.
Energie-inhoud brandstof	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	3,4	
Grondstofkosten	[€/ton]	35,2	
Grondstofprijsoslag	[€/ton]	0,5	

In Tabel 91 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 91:** Overzicht subsidieparameters Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,108
Basisprijs	[€/kWh]	0,029
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Warmtekrachtverhouding (WK)	[W:E]	0,58
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	5855
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,034
Berekeningswijze correctiebedrag	$(APX + TTF \times 70\% \times WK) / (1 + WK)$	

## 10.4 Verlengde levensduur allesvergisting (groen gas en warmte)

Installaties voor allesvergisting kunnen er ook voor kiezen om niet de gasmotor te vervangen, maar om de installatie aan te sluiten op een groengas- of warmtehub, zodat niet langer elektriciteit maar groen gas geproduceerd wordt of warmte geleverd wordt. In Tabel 92 staan de technisch-economische parameters van productie ten behoeve van een groengas- of warmtehub gebaseerd op bestaande allesvergisters. Voor het verlengen van de levensduur zijn, analoog aan de WKK-optie, de kosten voor renovatie (exclusief de WKK-vervanging) meegenomen in de O&M-kosten.

**Tabel 92:** Technisch-economische parameters verlengde levensduur allesvergisting (groen gas en warmte)

Parameter	Eenheid	Advies 2015 (ruw biogas naar hub)
Referentie grootte	[Nm <sup>3</sup> bruto ruw biogas/h]	370
Vollasturen	[h/a]	8000 (groen gas) 7000 (warmte)
Interne warmtevraag	[%bruto ruw biogas]	5%
Interne elektriciteitsvraag	[kWh/Nm <sup>3</sup> bruto ruw biogas]	0,12
Elektriciteits tarief	[€/kWh]	0,10
Investeringskosten (vergister)	[€ per Nm <sup>3</sup> bruto ruw biogas/h]	-
Investeringskosten (beperkte gasreiniging/ gasdroging)	[€ per Nm <sup>3</sup> bruto ruw biogas/h]	385
Vaste O&M-kosten (vergister)	[€ per Nm <sup>3</sup> bruto ruw biogas/h]	480
Vaste O&M-kosten (beperkte gasreiniging/ gasdroging)	[€ per Nm <sup>3</sup> bruto ruw biogas/h]	38
Energie-inhoud substraat	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	3,4
Grondstofkosten	[€/ton]	25,0
Grondstofprijsoverlag	[€/ton]	n.v.t.
Rendement gaszuivering	[% methaan]	100,0%
Productiekosten ruw biogas	[€/kWh]	0,042 (groen gas) 0,044 (warmte)
Kosten groengashub	[€/kWh]	0,017
Kosten warmtehub	[€/kWh]	0,004

In Tabel 93 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 93:** Overzicht subsidieparameters Verlengde levensduur allesvergisting (groen gas en warmte)

	Eenheid	Advies 2015 groen gas	Advies 2015 warmte
Basisbedrag (inclusief contractkosten)	[€/kWh]	0,064	0,058
Basisprijs	[€/kWh]	0,020	0,016
Contractkosten	[€/kWh]	0,0031	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,025	0,019
Berekeningswijze correctiebedrag		TTF	TTF x 70%

## 10.5 Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (groen gas en warmte)

Installaties voor vergisting en covergisting van mest kunnen er ook voor kiezen om niet de gasmotor te vervangen, maar om de installatie aan te sluiten op een hub, zodat niet langer elektriciteit maar groen gas geproduceerd wordt of warmte geleverd wordt. In Tabel 94 staan de technisch-economische parameters van productie ten behoeve van een groengas- of warmtehub gebaseerd op bestaande mestcovergisters. Voor het verlengen van de levensduur zijn, analoog aan de WKK-optie, de kosten voor renovatie (exclusief de WKK-vervanging) meegenomen in de O&M-kosten.

**Tabel 94:** Technisch-economische parameters verlengde levensduur vergisting en covergisting van mest (ruw biogas)

Parameter	Eenheid	Advies 2015 (biogas naar hub)
Referentie grootte	[Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	370
Vollasturen	[h/a]	8000 (groen gas) 7000 (warmte)
Interne warmtevraag	[% <sub>bruto ruw biogas</sub> ]	5%
Interne elektriciteitsvraag	[kWh/Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> ]	0,12
Elektriciteitsstarief	[€/kWh]	0,10
Investeringskosten (vergister)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	-
Investeringskosten (beperkte gasreiniging/ gasdroging)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	385
Vaste O&M-kosten (vergister)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	480
Vaste O&M-kosten (beperkte gasreiniging/ gasdroging)	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	38
Energie-inhoud substraat	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	3,4
Grondstofkosten	[€/ton]	35,2
Grondstofprijsoverlag	[€/ton]	0,5
Rendement gaszuivering	[% methaan]	99,9%
Productiekosten ruw biogas	[€/kWh]	0,053 (groen gas) 0,055 (warmte)
Kosten groengashub	[€/kWh]	0,017
Kosten warmtehub	[€/kWh]	0,004

In Tabel 95 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 95:** Overzicht subsidieparameters Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (groen gas)

	Eenheid	Advies 2015 groen gas	Advies 2015 warmte
Basisbedrag (inclusief contractkosten)	[€/kWh]	0,076	0,072
Basisprijs	[€/kWh]	0,020	0,016
Contractkosten	[€/kWh]	0,0031	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,025	0,019
Berekeningswijze correctiebedrag		TTF	TTF x 70%



## 10.6 Uitbreiding bestaande thermische conversie van afval met warmte

Het verhogen van het rendement van AVI's door warmtelevering is een trend van de laatste jaren. Diverse AVI's hebben al warmte- of stoomlevering gerealiseerd, andere hebben verregaande plannen om deze levering te realiseren. In zowel de MEP- als in de SDE-regeling werd het verhogen van het rendement gestimuleerd. Daarom heeft dit advies, voor zover het afvalverbrandingsinstallaties betreft, alleen betrekking op de bestaande AVI's die nog geen subsidie ontvangen uit de MEP of de SDE en die nog geen warmte uitkoppelen.

Voor extra warmtelevering vanuit AVI's zijn extra uitkoppelingskosten nodig voor bijvoorbeeld warmtewisselaars. Kosten voor de distributie van warmte of stoom zijn geen onderdeel van de berekening van de productiekosten van de referentie-installatie. Als referentiegrootte is een uitkoppeling van 20 MW<sub>th</sub> aangehouden, met 7000 vollasturen warmtelevering per jaar. Bij warmtelevering wordt minder elektriciteit geproduceerd. Dit wordt verrekend in de variabele kosten met een factor van 0,25 MW<sub>e</sub> elektriciteitsderving bij levering van 1 MW<sub>th</sub> warmte, zie ook Tabel 96.

**Tabel 96:** Technisch-economische parameters warmtebenutting bij bestaande projecten

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	20	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000	
Elektriciteitsderving bij warmteafzet		1:4	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	250	€ 5,0 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	3	€ 60 duizend/jaar
Variabele O&M-kosten (warmte)	[€/GJ]	4,30	

In Tabel 97 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 97:** Overzicht subsidieparameters Uitbreiding bestaande thermische conversie van afval met warmte (exclusief correctie voor biogene fractie)

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,023
Basisprijs	[€/kWh]	0,016
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,019
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

## 10.7 Bestaande allesvergisting, uitbreiding warmte

De kosten van warmtelevering bij grote projecten is deels afhankelijk van het primaire proces van verbranding of vergisting. Het onderscheid tussen warmtelevering bij verbranding en warmtelevering bij vergisting is op basis van informatie van diverse projecten echter onvoldoende zichtbaar. Daarom gebruiken ECN en DNV GL één referentieproject voor uitbreiding van warmtelevering bij grote verbrandings- en vergistingsinstallaties. De referentie-installatie is, op basis van het beschikbare potentieel, gebaseerd op warmtelevering bij bestaande AVI's. Nuttige toepassing van warmte die vrijkomt bij bestaande afvalverbranders is representatief voor warmtelevering vanuit de meeste bestaande processen.

In Tabel 98 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 98:** Overzicht subsidieparameters Bestaande allesvergisting, uitbreiding warmte

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,023
Basisprijs	[€/kWh]	0,016
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,019
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

## 10.8 Bestaande vergisting en covergisting van dierlijke mest, uitbreiding warmte

Bestaande agrarische vergisters, zoals vergisters op mais die geen mest gebruiken, kennen echter eenzelfde kostenstructuur.

Het te adviseren basisbedrag heeft betrekking op de uitbreiding van een bestaande installatie. Het merendeel van de installaties die hiervoor in aanmerking komen, bestaat uit mestcovergistingsinstallaties. Bestaande agrarische vergisters, zoals vergisters op mais die geen mest gebruiken, kennen echter eenzelfde kostenstructuur. Als referentie-installatie is daarom een bestaande mestcovergistingsinstallatie op eigen erf genomen. Anders dan bij een nieuwe installatie heeft de initiatiefnemer bij een bestaande installatie geen keuze uit meerdere locaties. Een bestaande vergister zal zich daarom moeten beperken tot de warmtevraag in de nabije omgeving. Het meest voor de hand liggend daarbij is de latente warmtevraag voor digestaatdroging op eigen erf.

Het biogas uit de vergistingstank wordt benut in een gasmotor voor elektriciteitsopwekking. Als uitgangspunt van de berekening wordt aangenomen dat de installatie tot medio 2017 een MEP-vergoeding ontvangt. De installatie kan uitgebreid zijn met een tweede gasmotor waarvoor een SDE-beschikking is toegekend. Aangenomen wordt dat

deze uitbreiding geen gevolgen heeft voor de kosten van warmtebenutting. De kosten die betrekking hebben op de aanvoer van mest en cosubstraat en afvoer van digestaat worden afgedekt via de MEP-vergoeding. Extra warmtebenutting leidt niet tot een verandering in deze biomassastromen. Aangenomen wordt daarom dat ook de biomassakosten geen gevolgen hebben voor de kosten van warmtebenutting. De schaalgrootte van huidige covergistinginstallaties varieert aanzienlijk, waarbij de kleinste een elektrisch vermogen hebben van minder dan 50 kW<sub>e</sub>, terwijl dat van de grootste meer dan 5 MW<sub>e</sub> is. Een kleine meerderheid van de installaties heeft evenwel een vermogen tussen 300 en 700 kW<sub>e</sub> of rond 1,1 MW<sub>e</sub>. Ruim 80% van de (OV)MEP<sup>7</sup>-installaties heeft een vermogen dat gelijk is aan of groter dan 350 kW<sub>e</sub>. Voor de berekening is daarom een installatie doorgerekend van 350 kW<sub>e</sub>. De mogelijke warmtebenutting bij deze installaties bedraagt 350 kW<sub>th</sub>.

In de berekening van het basisbedrag wordt uitgegaan van 4000 vollasturen aan extra warmtelevering. De extra warmtebenutting vereist een investering in een rookgas-coeler (inclusief civiele werken), warmtewisselaars (inclusief aansluitkosten), een warmteleiding en bijkomende bouwkosten. De investeringskosten zijn geraamd op 240 €/kW<sub>th</sub>. De jaarlijkse O&M-kosten zijn bepaald op 55 €/kW<sub>th</sub>. De technisch-economische parameters zijn opgenomen in Tabel 99.

De berekening is gebaseerd op een SDE+-duur van vijf jaar. Ook de duur van de lening en de afschrijvingstermijn is hierop aangepast voor de berekening van het basisbedrag.

**Tabel 99:** Technisch-economische parameters warmtebenutting bij bestaande agrarische vergisters

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[kW <sub>th,input</sub> ]	350	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th,input</sub> ]	240	€ 84 duizend
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th,input</sub> ]	55	€ 19 duizend/jaar
Variabele O&M-kosten (warmte)	[€/GJ]	-	
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	3,4	
Brandstofprijs	[€/ton]	n.v.t.	
Brandstofprijsoplag	[€/ton]	n.v.t.	

In Tabel 100 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 100:** Overzicht subsidieparameters Bestaande vergisting en covergisting van dierlijke mest, uitbreiding warmte

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,030
Basisprijs	[€/kWh]	0,000
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0000
Voorlopig correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,000
Berekeningswijze correctiebedrag	Realistische prijs warmte	

<sup>7</sup> MEP: Milieukwaliteit Elektriciteitsproductie. OVMEP: overgangsregeling MEP.

## 10.9 Bestaande thermische conversie van vaste of vloeibare biomassa, uitbreiding warmte

De kosten van warmtelevering bij grote projecten is deels afhankelijk van het primaire proces van verbranding of vergisting. Het onderscheid tussen warmtelevering bij verbranding en warmtelevering bij vergisting is op basis van informatie van diverse projecten echter onvoldoende zichtbaar. Daarom gebruiken ECN en DNV GL één referentieproject voor uitbreiding van warmtelevering bij grote verbrandings- en vergistingsinstallaties. De referentie-installatie is, op basis van het beschikbare potentieel, gebaseerd op warmtelevering bij bestaande AVI's. Nuttige toepassing van warmte die vrijkomt bij bestaande afvalverbranders is representatief voor warmtelevering vanuit de meeste bestaande processen, zie verder paragraaf 10.6.

In Tabel 101 is het basisbedrag weergegeven en enkele andere subsidieparameters.

**Tabel 101:** Overzicht subsidieparameters Bestaande thermische conversie van vaste of vloeibare biomassa, uitbreiding warmte

	Eenheid	Advies 2015
Basisbedrag (inclusief basisprijspremie)	[€/kWh]	0,023
Basisprijs	[€/kWh]	0,016
Basisprijspremie	[€/kWh]	0,0009
Correctiebedrag 2015	[€/kWh]	0,019
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

# 11

## Overzicht van advies

ECN en DNV GL geven in dit rapport, bij geothermie in samenwerking met TNO, advies over de basisbedragen voor de SDE+ 2015.

Het overzicht met berekende en geadviseerde basisbedragen staat in Tabel 97. Voor de volgende categorieën zijn geen basisbedragen opgenomen:

- Wind op land,  $\geq 6$  MW.
- Gecombineerde opwekking met behulp van houtpellets.

ECN en DNV GL adviseren om deze categorieën in de nieuwe regeling niet langer open te stellen. Voor wind op land  $\geq 6$  MW liggen overwegingen over de werking van de turbinemarkt ten grondslag aan dit advies. Voor gecombineerde opwekking met behulp van houtpellets zien ECN en DNV GL gebrek aan ervaring en initiatieven in Nederland. Van de andere categorieën kan niet geconcludeerd worden dat opname in dit rapport ook betekent dat ECN en DNV GL adviseren om de categorieën wel open te stellen

Voor de SDE+2015 zijn de basisbedragen van alle categorieën vermeld in € per kWh. Verder verschilt de naamgeving van de categorieën in dit rapport van die in het *eindadvies* SDE+2014. De naamgeving in dit rapport sluit nu zoveel als mogelijk aan bij de naamgeving in de *aanwijzingsregeling* SDE+2014.

**Tabel 102:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: waterkracht, wind- en zonne-energie

Categorie	Basis-bedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm	0,175	-	5700
Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie	0,067	-	4300
Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm	0,275	-	2800
Osmose	0,585	-	8000
Golfenergie	0,561	-	2500
Fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥ 15 kWp en aansluiting >3*80A	0,141	-	1000
Zonthermie, apertuuroppervlakte ≥ 100 m <sup>2</sup>	0,137	-	700
Wind op land, ≥ 8,0 m/s	0,074	-	n.v.t.
Wind op land, 7,5 tot 8,0 m/s	0,081	-	n.v.t.
Wind op land, 7,0 tot 7,5 m/s	0,086	-	n.v.t.
Wind op land, < 7,0 m/s	0,098	-	n.v.t.
Wind op land, oude methodiek (fase I)	0,070	-	3500
Wind op land, oude methodiek (fase II)	0,080	-	2700
Wind op land, oude methodiek (fase III)	0,090	-	2300
Wind op dijk, ≥ 8,0 m/s	0,081	-	n.v.t.
Wind op dijk, 7,5 tot 8,0 m/s	0,088	-	n.v.t.
Wind op dijk, 7,0 tot 7,5 m/s	0,094	-	n.v.t.
Wind op dijk, < 7,0 m/s	0,107	-	n.v.t.
Wind in meer, water ≥ 1 km <sup>2</sup>	0,114	-	n.v.t.

**Tabel 103:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: geothermie

Categorie	Basis-bedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
Geothermie warmte, diepte ≥ 500 meter	0,052	-	5500
Geothermie warmte, diepte ≥ 3500 meter	0,055	-	7000
Geothermie, warmtekracht	0,098	4,28	4158

**Tabel 104:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: waterzuiveringsinstallaties

Categorie	Basis-bedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
RWZI - Thermofiele gisting van secundair slib	0,061	0,66	5729
AWZI/RWZI - thermische drukhydrolyse	0,095	-	8000
AWZI/RWZI – WKK	0,032	0,64	5751
AWZI/RWZI - groen gas	0,034	-	8000

**Tabel 105:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: verbranding en vergassing van biomassa

Categorie	Basis-bedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
Biomassavergassing (≥95% biogeen)	0,139	-	7500
Bestaande capaciteit voor bij- en meestook	0,108	-	5839
Nieuwe capaciteit voor meestook	0,115	-	7000
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,5-5 MWth	0,051	-	4000
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, ≥5 MWth	0,043	-	7000
Ketel op vloeibare biomassa	0,072	-	7000
Warmte, houtpellets	0,054	-	7000
Thermische conversie van biomassa, 10-100 MWe	0,084	5,26	7500
Thermische conversie van biomassa, ≤ 10 MWe	0,144	2,44	4241

**Tabel 106:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: vergisting van biomassa

Categorie	Basis-bedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
Allesvergisting (groen gas)	0,063	-	8000
Warmte allesvergisting	0,053	-	7000
Gecombineerde opwekking allesvergisting	0,095	0,65	5739
Vergisting en covergisting van dierlijke mest (groen gas)	0,083	-	8000
Warmte vergisting en covergisting van dierlijke mest	0,080	-	7000
Gecombineerde opwekking vergisting en covergisting van dierlijke mest	0,121	0,65	5732
Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (groen gas)	0,136	-	8000
Gecombineerde opwekking vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	0,305	-	8000
Warmte vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	0,106	-	7000

**Tabel 107:** Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2015: bestaande installaties

Categorie	Basis-bedrag [€/kWh]	Warmtekrachtverhouding	Vollasturen [samen-gesteld]
Verlengde levensduur thermische conversie ≤ 50 MWe	0,064	1,82	4429
Verlengde levensduur allesvergisting (WKK)	0,087	0,58	5855
Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (WKK)	0,108	0,58	5855
Verlengde levensduur allesvergisting (groen gas)	0,064	-	8000
Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (groen gas)	0,076	-	8000
Verlengde levensduur allesvergisting (warmte)	0,058	-	7000
Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (warmte)	0,072	-	7000
Uitbreiding bestaande thermische conversie van afval met warmte <sup>8</sup>	0,023	-	7000
Bestaande allesvergisting, uitbreiding warmte	0,023	-	7000
Bestaande vergisting en covergisting van dierlijke mest, uitbreiding warmte	0,030	-	4000
Bestaande thermische conversie van vaste of vloeibare biomassa, uitbreiding warmte	0,023	-	7000

<sup>8</sup> Exclusief correctie voor de biogene fractie van afval.

# Afkortingen

APX	<i>Amsterdam Power eXchange</i> , marktindex voor elektriciteit (day ahead)
AVI	Afvalverbrandingsinstallatie
AWZI	Afvalwaterzuiveringsinstallatie
CAR	<i>Construction all risk</i> , bouwverzekering
EGS	Enhanced Geothermal System
EZ	ministerie van Economische Zaken
LEI	Landbouw Economische Instituut
MEP	Milieukwaliteit elektriciteitsproductie
O&M	<i>Operation&amp;Maintenance</i> , Onderhoud&Beheer
ORC	Organische Rankine cyclus
ROI	Rookgasontzwavelingsinstallatie
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
SDE	Stimuleringsregeling duurzame energieproductie
SNG	<i>Substitute Natural Gas of Synthetic Natural Gas</i>
TTF	<i>Title Transfer Facility</i> , marktindex voor gas (termijnmarkt)
WKK	Warmtekrachtkoppeling



# Referenties

Agentschap NL (2012): *Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2011*. Agentschap NL, publicatienummer 1AFVA1202. ISBN 978-90-57480-90-4.

Agentschap NL (2012): *Tabellen stand van zaken SDE+ 2012 - Eindstand 2012*. Agentschap NL, Utrecht, 2012.

Agentschap NL (2013): *Tabellen stand van zaken SDE+ 2013*. Agentschap NL, Utrecht, 16 mei 2013.

CBS (2013): *Hernieuwbare energie in Nederland 2012*. CBS, 2013. ISBN: 978-90-357-1828-9.

Coenen, J; M. van Gastel; K. de Jong (2004): *Potentieel voor duurzame energie met stortgas uit afvalstorten*. September 2004, Cogen Projects en Energieprojecten.com.

EL&I (2012): *Actieplan Aardwarmte*. Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I), april 2011.

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

Lako, P., Luxembourg, S.L., Lensink, S.M., Groen, B., in 't (2012): *Aanvullend advies geothermie in SDE+ 2013*. ECN/DNV KEMA, Petten/Arnhem, ECN-N--12-025, december 2012.

Lako, P., Luxembourg, S.L., Ruiter, A.J., Groen, B., in 't (2011): *Geothermische Energie en de SDE*. ECN/KEMA, Petten/Arnhem, ECN-E--11-022, februari 2011.

Lensink, S.M. *et al* (2012): *Basisbedragen in de SDE+ 2013 - Eindadvies*. ECN/DNV KEMA, Petten/Arnhem, ECN-E--12-038, september 2012.

Lensink, S.M. *et al* (2013): *Conceptadvies basisbedragen SDE+ 2014 voor marktconsultatie*. ECN/DNV KEMA, Petten/Arnhem,, ECN-E--13-024, mei 2013.

Lensink, S.M., Van Zuijlen, C.L. (2014): *Correctiebedragen t.b.v. bevoorschotting 2015 (SDE+)*. ECN, Petten, ECN-N--14-027, oktober 2014.

Putten, M., van, *et al* (2012): *Finding a way to optimize drilling depths in clastic aquifers for geothermal energy*. Submitted to Geothermics.

Straathof, D.H.L. (2012): *Costs of Deep Geothermal Energy in the Netherlands – MSc thesis Sustainable Development Utrecht University*. ECN, October 2012.

Verslagen ECN Consultatieronde SDE+2015 (2014). Vertrouwelijk.

# Bijlage A. Hubs en productie van ruw biogas

## A.1. Inleiding

Ruw biogas voldoet, anders dan groen gas, niet aan de specificaties om in het aardgasnet te mogen worden ingevoerd. Hoofdzakelijk bestaand uit methaan en kooldioxide, dat geproduceerd is bij verschillende vergistingsinstallaties, kan ruw biogas via een lagedrukleiding naar een centraal punt worden getransporteerd. Op de zogeheten hubs wordt het biogas ingezet voor de productie van elektriciteit of warmte. Het kan ook gezuiverd worden tot groen gas. Voor de meeste categorieën wordt gerekend met de kosten van verwerking van ruw biogas tot warmte, elektriciteit of groen gas op de locatie zelf. Voor enkele categorieën ligt verwerking via een hub meer in de rede (verlengde levensduur van allesvergisters, mestcovergisters en agrarische vergisters die kunnen kiezen om niet enkel de WKK te vervangen). Daarom toont deze paragraaf als toelichting op de parameters in hoofdstuk 6 de technisch-economische parameters van hubs. Onderstaande paragrafen zijn onveranderd overgenomen uit het Eindadvies basisbedragen SDE+ 2014 als basis voor de SDE+2015.

De meeste basisbedragen zijn berekend op de kostenstructuur van een zelfstandige installatie, dus zonder hubaansluiting.

## A.2. Referentiesystemen productie ruw biogas

Bij de bepaling van de technisch-economische parameters voor de productie van ruw biogas worden de kosten voor CO<sub>2</sub>-afscheiding niet meegenomen. Verder worden de kosten voor verwijdering van zwavelwaterstof of ammoniak verdisconteerd in de kosten voor de vergister. Daarnaast is aangenomen dat in een ketel een deel van het ruwe biogas wordt verbrand om warmte voor de vergister te leveren. De elektriciteit voor de installatie wordt ingekocht en de kosten daarvan zijn meegenomen in de O&M-kosten.

## A.3. Beschrijving referentie-WKK-hub

De technisch-economische parameters voor de referentie WKK-hub inclusief biogasleiding zijn weergegeven in Tabel 108. Deze parameters leiden tot een kostprijs van een WKK-hub van 6,0 €/GJ. Het biogas wordt met een jaargemiddelde efficiëntie van 61% op eindverbruik omgezet in warmte en kracht.

**Tabel 108:** Technisch-economische parameters WKK-hub

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	12,7	
Elektrisch vermogen	[MW <sub>e</sub> ]	4,7	
Thermisch outputvermogen	[MW <sub>th_output</sub> ]	6,1	
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000	
Maximaal elektrisch rendement	[%]	37%	
Elektriciteitsderving bij warmteafzet		-	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	445	€ 5,7 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_input</sub> ]	37	€ 470 duizend/jaar
Variabele O&M-kosten (elektriciteit)	[€/kWh <sub>e</sub> ]	-	
Variabele O&M-kosten (warmte)	[€/GJ]	-	
Energie-inhoud brandstof	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	n.v.t.	
Brandstofprijs	[€/ton]	n.v.t.	
Brandstofprijsopslag	[€/ton]	n.v.t.	
Productiekosten	[€/GJ]	6,0	

## A.4. Beschrijving referentie-warmtehub

De technisch-economische parameters voor de referentie-warmtehub inclusief biogasleiding zijn weergegeven in Tabel 109 deze parameters leiden tot een kostprijs van een warmtehub van 1,1 €/GJ. Het biogas wordt met een jaargemiddelde efficiëntie van 90% omgezet in warmte.

**Tabel 109:** Technisch-economische parameters warmtehub

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Inputvermogen	[MW <sub>th_input</sub> ]	12,7	
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000	
Interne elektriciteitsvraag	[kWh/GJ <sub>output</sub> ]	0,80	
Elektriciteitstarief	[€/kWh]	0,10	
Investeringskosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	120	€ 1,4 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€/kW <sub>th_output</sub> ]	3,7	€ 42 duizend/jaar
Energie-inhoud brandstof	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	n.v.t.	
Brandstofprijs	[€/ton]	n.v.t.	
Brandstofprijsopslag	[€/ton]	n.v.t.	
Productiekosten	[€/GJ]	1,1	

## A.5. Beschrijving referentie-groengashub

Het referentiesysteem voor een groengashub heeft een ruwbiogasininput van 2200 Nm<sup>3</sup>/h (of 1300 Nm<sup>3</sup>/h aan groen gas) met gaswassing met behulp van chemicaliën als gaszuiveringstechniek. De warmte die nodig is voor deze techniek wordt opgewekt door een deel van het ruwe biogas in een ketel te verstoken. De vereiste elektriciteit wordt ingekocht.

De technisch-economische parameters voor de referentie-groengashub, inclusief biogasleiding en groengascompressie tot 40 bar, zijn weergegeven in Tabel 110. Deze parameters leiden tot een kostprijs van een groengashub van 16,7 €/Nm<sup>3</sup>. Het biogas wordt met een jaargemiddelde efficiëntie van bijna 90% omgezet in groen gas.

**Tabel 110:** Technisch-economische parameters groengashub

Parameter	Eenheid	Advies 2015	Totaalbedrag voor referentie
Referentiegrootte	[Nm <sup>3</sup> <sub>bruto ruw biogas</sub> /h]	2200	
Vollasturen	[h/a]	8000	
Interne warmtevraag	[% <sub>bruto ruw biogas</sub> ]	10%	
Interne elektriciteitsvraag	[kWh/Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> ]	0,23	
Elektriciteitsstarief	[€/kWh]	0,10	
Energie-inhoud substraat	[GJ <sub>biogas</sub> /ton]	n.v.t.	
Grondstofkosten	[€/ton]	n.v.t.	
Grondstofprijsoplag	[€/ton]	n.v.t.	
Investeringskosten	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> /h]	2500	€ 4,5 miljoen
Vaste O&M-kosten	[€ per Nm <sup>3</sup> <sub>netto ruw biogas</sub> /h]	210	€ 376 duizend/jaar
Rendement gaszuivering	[% methaan]	99,9%	
Productiekosten	[€/Nm <sup>3</sup> ]	16,7	

# Bijlage B. Overzicht van basisprijzen en correctiebedragen

De basisprijzen en voorlopige correctiebedragen 2015 staan in onderstaande tabellen. De berekeningswijzen van deze basisbedragen staan in (Kraan en Lensink, 2014) en van de correctiebedragen in (Lensink en Van Zuijlen, 2014).

**Tabel 111:** Basisprijs en voorlopig correctiebedrag SDE+ 2015: waterkracht, wind- en zonne-energie

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Correctiebedrag [€/kWh]
Waterkracht, valhoogte $\geq$ 50 cm	0,036	0,043
Waterkracht, valhoogte $\geq$ 50 cm, renovatie	0,036	0,043
Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm	0,036	0,043
Osmose	0,036	0,043
Golfenergie	0,036	0,043
Fotovoltaïsche zonnepanelen, $\geq$ 15 kWp en aansluiting >3*80A	0,035	0,045
Zonthermie, apertuuroppervlakte $\geq$ 100 m <sup>2</sup>	0,049	0,055
Wind op land, $\geq$ 8,0 m/s	0,029	0,039
Wind op land, 7,5 tot 8,0 m/s	0,029	0,039
Wind op land, 7,0 tot 7,5 m/s	0,029	0,039
Wind op land, < 7,0 m/s	0,029	0,039
Wind op land, oude methodiek (fase I)	0,037	0,048
Wind op land, oude methodiek (fase II)	0,037	0,048
Wind op land, oude methodiek (fase III)	0,037	0,048
Wind op dijk, $\geq$ 8,0 m/s	0,029	0,039
Wind op dijk, 7,5 tot 8,0 m/s	0,029	0,039
Wind op dijk, 7,0 tot 7,5 m/s	0,029	0,039
Wind op dijk, < 7,0 m/s	0,029	0,039
Wind in meer, water $\geq$ 1 km <sup>2</sup>	0,029	0,039

**Tabel 112:** Basisprijs en voorlopig correctiebedrag SDE+ 2015: geothermie

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Correctiebedrag [€/kWh]
Geothermie warmte, diepte $\geq$ 500 meter	0,016	0,019
Geothermie warmte, diepte $\geq$ 3500 meter	0,016	0,019
Geothermie, warmtekracht	0,019	0,024

**Tabel 113:** Basisprijs en voorlopig correctiebedrag SDE+ 2015: waterzuiveringsinstallaties

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Correctiebedrag [€/kWh]
RWZI - Thermofiele gisting van secundair slib	0,028	0,034
AWZI/RWZI - thermische drukhydrolyse	0,036	0,043
AWZI/RWZI - WKK	0,028	0,034
AWZI/RWZI - groen gas	0,020	0,025

**Tabel 114:** Basisprijs en voorlopig correctiebedrag SDE+ 2015: verbranding en vergassing van biomassa

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Correctiebedrag [€/kWh]
Biomassavergassing (≥95% biogeen)	0,020	0,025
Bestaande capaciteit voor bij- en meestook	0,036	0,043
Nieuwe capaciteit voor meestook	0,036	0,043
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,5-5 MWth	0,027	0,033
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, ≥5 MWth	0,016	0,019
Ketel op vloeibare biomassa	0,027	0,033
Warmte, houtpellets	0,016	0,019
Thermische conversie van biomassa, 10-100 Mwe	0,019	0,023
Thermische conversie van biomassa, ≤ 10 Mwe	0,022	0,026

**Tabel 115:** Basisprijs en voorlopig correctiebedrag voor SDE+ 2015: vergisting van biomassa

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Correctiebedrag [€/kWh]
Allesvergisting (groen gas)	0,020	0,025
Warmte allesvergisting	0,027	0,033
Gecombineerde opwekking allesvergisting	0,028	0,034
Vergisting en covergisting van dierlijke mest (groen gas)	0,020	0,025
Warmte vergisting en covergisting van dierlijke mest	0,027	0,033
Gecombineerde opwekking vergisting en covergisting van dierlijke mest	0,028	0,034
Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (groen gas)	0,020	0,025
Gecombineerde opwekking vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	0,036	0,043
Warmte vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	0,027	0,033

**Tabel 116:** Basisprijs en voorlopig correctiebedrag SDE+ 2015: bestaande installaties

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Correctiebedrag [€/kWh]
Verlengde levensduur thermische conversie ≤ 50 MWe	0,023	0,028
Verlengde levensduur allesvergisting (WKK)	0,029	0,034
Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (WKK)	0,029	0,034
Verlengde levensduur allesvergisting (groen gas)	0,020	0,025
Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (groen gas)	0,020	0,025
Verlengde levensduur allesvergisting (warmte)	0,016	0,019
Verlengde levensduur vergisting en covergisting van dierlijke mest (warmte)	0,016	0,019
Uitbreiding bestaande thermische conversie van afval met warmte <sup>9</sup>	0,028	0,035
Bestaande allesvergisting, uitbreiding warmte	0,016	0,019
Bestaande vergisting en covergisting van dierlijke mest, uitbreiding warmte	0,000	0,000
Bestaande thermische conversie van vaste of vloeibare biomassa, uitbreiding warmte	0,016	0,019

9 Inclusief correctie voor de biogene fractie van afval.

**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