

Conceptadvies basisbedragen SDE+ 2018





Conceptadvies basisbedragen SDE+ 2018

Editors:

S.M. Lensink (ECN)

J.W. Cleijne (DNV GL)

Disclaimer

Hoewel de informatie in dit document 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 dit document 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. Geen externe assurantie.

In samenwerking met



Verantwoording

Dit rapport is geschreven door ECN in samenwerking met DNV GL en TNO en in opdracht van het ministerie van Economische Zaken. TNO is vanuit haar expertise op het terrein van de diepe ondergrond betrokken geweest bij de adviezen over geothermie. Het onderzoek staat geregistreerd onder projectnummer 5.4756. Projectleider van het project is Sander Lensink.

Naast de editors Sander Lensink en Hans Cleijne (DNV GL) hebben de volgende personen meegeschreven aan dit rapport:

Luuk Beurskens, Koen Smekens, Ayla Uslu (ECN), Marcel Cremers, Bart in 't Groen, Jasper Lemmens, Eeke Mast, Paula Schulze (DNV GL) en Harmen Mijnlief (TNO).

Aan het onderzoeksproject is tevens meegewerkt door Manuela Loos, Kim Stutvoet-Mulder, Mariëlle Rietkerk, Adriaan van der Welle en Christine van Zuijlen (ECN). De editors danken hen voor hun inbreng.

Eventuele vragen over dit conceptadvies kunnen gericht worden aan sde@ecn.nl.

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 of renewable energy production is part of the advice on the subsidy base rates for the feed-in support scheme SDE+. This report contains a draft advice on the costs of projects in the Netherlands targeted for realization in 2018 or 2019. The options in the advice cover installation technologies for the production of green gas, biogas, renewable electricity and renewable heat. This draft advice has been written to facilitate a written market consultation on the 2018 base rates. The first round of market consultation on cost assessment¹ was held in May. The written consultation round is to be held in July / August 2017.

¹ See: <https://www.ecn.nl/nl/samenwerking/sde/sde2018/>

Inhoudsopgave

Samenvatting	8
1. Inleiding	13
2. Proces en uitgangspunten	15
2.1 Proces en werkwijze	15
2.2 Algemene uitgangspunten	16
2.3 Financiële uitgangspunten	17
2.4 Regelingsspecifieke afslagen	20
3. Bevindingen waterkracht	21
3.1 Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm	21
3.2 Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie	22
3.3 Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm	23
3.4 Osmose	24
4. Bevindingen zonne-energie	25
4.1 Fotovoltaïsche zonnepanelen, 15 kWp tot 1 MWp en aansluiting $>3 \times 80$ A	25
4.2 Fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥ 1 MWp	27
4.3 Zonthermie	29
5. Bevindingen windenergie	32
5.1 Wind op land	32
5.2 Wind op primaire waterkeringen	36
5.3 Wind in meer, water ≥ 1 km ²	37
6. Bevindingen geothermie	39
6.1 Geothermie warmte ≥ 500 meter	39
6.2 Geothermie warmte ≥ 3500 meter	40
6.3 Geothermie warmte; uitbreidingsprojecten	42
6.4 Geothermie in olie- of gasputten	44
7. Bevindingen waterzuivering	47
7.1 AWZI/RWZI, gecombineerde opwekking	48
7.2 AWZI/RWZI, Hernieuwbaar gas	49
7.3 AWZI/RWZI Warmte	50
8. Bevindingen verbranding en vergassing van biomassa	51
8.1 Gehanteerde prijzen voor verbranding en vergassing van biomassa	51
8.2 Biomassavergassing ($\geq 95\%$ biogeen)	53

8.3	Ketel op vaste of vloeibare biomassa 0,1 – 0,5 MW _{th} en 0,5 - 5 MW _{th}	55
8.4	Ketel op vaste of vloeibare biomassa ≥ 5 MW _{th}	56
8.5	Ketel op vloeibare biomassa	57
8.6	Ketel industriële stoom uit houtpellets > 5 MW _{th}	58
8.7	Gecombineerde warmte en kracht uit industriële stoom uit houtpellets > 5 MW _{th} en < 100 MW _e	59
8.8	Thermische conversie van biomassa, <100 MWe	60
8.9	Directe inzet van houtpellets voor industriële toepassingen	61
9.	Bevindingen vergisting van biomassa	63
9.1	Gehanteerde prijzen voor biomassavergisting	63
9.2	Vergisting en covergisting van dierlijke mest, allesvergisting	64
9.3	Vergisting van 100% dierlijke mest > 400 kW	67
10.	Bevindingen bestaande installaties	71
10.1	Verlengde levensduur vergisting (WKK)	71
10.2	Verlengde levensduur vergisting (hernieuwbaar gas)	72
10.3	Verlengde levensduur AWZI, RWZI (hernieuwbaar gas)	73
11.	Aanvullende vragen	74
11.1	Warmtestaffel	74
11.2	Gemaximeerde basisbedragen	75
	Afkortingen	77
	Referenties	78
	Bijlage A Overzicht van basisprijzen en correctiebedragen	80
	Bijlage B Basisinformatie SDE+	83
	Bijlage C Uitgangspunten	87

Samenvatting

Het ministerie van Economische Zaken (EZ) heeft advies gevraagd aan ECN en DNV GL over de basisbedragen voor de SDE+ 2018. Dit rapport bevat een conceptadvies voor waterkracht, zonne-energie, windenergie, geothermie, waterzuivering, thermische conversie van biomassa, vergisting, en bestaande installaties voor vergisting en thermische conversie. ECN en DNV GL nodigen belanghebbenden uit om een schriftelijke reactie op dit concept te geven. Voor geothermie is het advies geschreven door ECN, DNV GL en TNO.

De basisbedragen zijn zo berekend dat zij toereikend zijn voor het merendeel van de projecten in de betreffende categorie. Door projectspecifieke omstandigheden blijft het mogelijk dat er initiatieven zijn die ondanks de SDE+-vergoeding toch niet rendabel uit te voeren zijn.

De concept basisbedragen SDE+ 2018 voor de verschillende categorieën staan in Tabel 1 tot en met Tabel 6. Voor de naamgeving van de categorieën is op verzoek van het ministerie van EZ aangesloten bij de naamgeving van de categorieën in de regeling SDE+ 2017.

De basisbedragen zijn weergegeven in euro per kWh. Met de aanduidingen E, G, W, WKK, wordt aangegeven of de categorie respectievelijk hernieuwbare elektriciteit, gas, warmte of gecombineerde opwekking betreft. In de tabel zijn ter vergelijking ook de basisbedragen uit het Eindadvies basisbedragen SDE+ 2017² opgenomen. Daar waar de categorieën niet geheel corresponderen tussen SDE+ 2018 en SDE+ 2017 is de best corresponderende categorie SDE+ 2017 gebruikt.

² Zie: <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-E--16-040>

Tabel 1: Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2018: waterkracht, wind- en zonne-energie (bedragen in €/kWh)

Categorie	Energie-drager	Advies basisbedrag SDE+ 2018	Vollasturen	Advies basisbedrag SDE+ 2017
Waterkracht, valhoogte \geq 50 cm	E	0,156	5700	0,156
Waterkracht, valhoogte \geq 50 cm, renovatie	E	0,100	2600	0,100
Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm	E	0,192	3700	0,192
Osmose	E	>0,200	8000	>0,200
Fotovoltaïsche zonnepanelen, \geq 15 kWp en < 1 MWp met aansluiting >3*80A	E	0,114	950	0,125
Fotovoltaïsche zonnepanelen, \geq 1 MWp	E	0,109	950	0,125
Zonthermie \geq 140 kW en < 1 MW	W	0,095	700	0,095
Zonthermie \geq 1 MW	W	0,073	700	0,095
Wind op land, \geq 8 m/s	E	0,053	n.v.t.	0,064
Wind op land, \geq 7,5 en < 8 m/s	E	0,058	n.v.t.	0,070
Wind op land, \geq 7,0 en < 7,5 m/s	E	0,064	n.v.t.	0,075
Wind op land, < 7,0 m/s	E	0,072	n.v.t.	0,085
Wind op verbindende waterkeringen, \geq 8 m/s	E	0,058	n.v.t.	0,069
Wind op verbindende waterkeringen, \geq 7,5 en < 8 m/s	E	0,063	n.v.t.	0,075
Wind op verbindende waterkeringen, \geq 7,0 en < 7,5 m/s	E	0,070	n.v.t.	0,080
Wind op verbindende waterkeringen, < 7,0 m/s	E	0,078	n.v.t.	0,091
Wind in meer, water \geq 1 km ²	E	0,088	n.v.t.	0,104

Tabel 2: Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2018: geothermie (bedragen in €/kWh)

Categorie	Energie-drager	Advies basisbedrag SDE+ 2018	Vollasturen (kracht/warmte)	Advies basisbedrag SDE+ 2017
Geothermische warmte, diepte \geq 500 m	W	0,048	5500	0,053
Geothermische warmte, diepte \geq 3500 m	W	0,057	7000	0,057
Geothermische warmte, uitbreidingsprojecten	W	0,031	5500	n.a.
Geothermische warmte in olie- of gasputten (één put)	W	0,053	5500	n.a.
Geothermische warmte in olie- of gasputten (twee putten)	W	0,043	5500	n.a.
Geothermische warmte in olie- of gasputten (gesloten systeem)	W	0,138	5500	n.a.

Tabel 3: Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2018: waterzuiveringsinstallaties (bedragen in €/kWh)

Categorie	Energie-drager	Advies basisbedrag SDE+ 2018	Vollasturen (warmte/kracht)	Vollasturen samen gesteld	Warmtekrachtverhouding	Advies basisbedrag SDE+ 2017
AWZI/RWZI - Thermofiele gisting van secundair slib (hernieuwbaar gas)	G	0,032	8000	-	-	0,031
AWZI/RWZI - Thermofiele gisting van secundair slib (gecombineerde opwekking)	WKK	0,048	4000/8000	5729	0,66	0,048
AWZI/RWZI - Thermofiele gisting van secundair slib (warmte)	W	0,031	7000	-	-	n.a.

Tabel 4: Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2018: verbranding en vergassing van biomassa (bedragen in €/kWh)

Categorie	Energie-drager	Advies basis-bedrag SDE+ 2018	Vollasturen (warmte/kracht)	Vollasturen samen-gesteld	Warmte-kracht-ver-houding	Advies basis-bedrag SDE+ 2017
Biomassavergassing (≥95% biogeen)	G	0,100	7500	-	-	0,150
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,1-0,5 MWth	W	0,059	3000	-	-	0,057
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,5-5 MWth	W	0,050	3000	-	-	0,056
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, ≥5 MWth	W	0,049	7000	-	-	0,044
Ketel op vloeibare biomassa	W	0,068	7000	-	-	0,070
Ketel industriële stoom uit houtpellets	W	0,065	8500	-	-	0,062
Gecombineerde opwekking uit industriële stoom uit houtpellets ≥ 5 MWth en < 100 MWe	WKK	0,068	8500/8500	8500	10,00	n.a.
Thermische conversie van biomassa, < 100 MWe	WKK	0,055	8000/5000	7500	8,00	0,062
Directe inzet houtpellets voor industriële toepassingen	W	0,046	3000	-	-	n.a.

Tabel 5: Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2018: vergisting van biomassa (bedragen in €/kWh)

Categorie	Energie-drager	Advies basis-bedrag SDE+ 2018	Vollasturen (warmte/kracht)	Vollasturen samen-gesteld	Warmte-kracht-ver-houding	Advies basis-bedrag SDE+ 2017
Vergisting en covergisting van dierlijke mest (hernieuwbaar gas)	G	0,065	8000	-	-	0,077
Allesvergisting (hernieuwbaar gas)	G	0,061	8000	-	-	0,061
Gecombineerde opwekking vergisting en covergisting van dierlijke mest	WKK	0,069	7000/8000	7461	1,02	0,090
Gecombineerde opwekking allesvergisting	WKK	0,066	7000/8000	7461	1,02	0,069
Warmte vergisting en covergisting van dierlijke mest	W	0,062	7000	-	-	0,079
Warmte allesvergisting	W	0,062	7000	-	-	0,062
Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest > 400 kW (hernieuwbaar gas)	G	0,068	8000	-	-	n.a.
Gecombineerde opwekking vergisting van meer dan 95% dierlijke mest > 400 kW	WKK	0,062	3500/8000	5573	0,51	n.a.
Warmte grootschalige vergisting van meer dan 95% dierlijke mest > 400 kW	W	0,058	7000	-	-	n.a.

Tabel 6: Geadviseerde basisbedragen voor SDE+ 2018: bestaande installaties (bedragen in €/kWh)

Categorie	Energie-drager	Advies basis-bedrag SDE+ 2018	Vollasturen (warmte/kracht)	Vollasturen samengesteld	Warmtekracht-verhouding	Advies basisbedrag SDE+ 2017
Verlengde levensduur vergisting, gecombineerde opwekking	WKK	0,049	7000/8000	7463	1,02	n.a.
Verlengde levensduur vergisting (hernieuwbaar gas)	G	0,042	8000	-	-	n.a.
Verlengde levensduur AWZI/RWZI (hernieuwbaar gas)	G	0,031	8000	-	-	n.a.

1. Inleiding

De subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE, later SDE+) wordt door het ministerie van Economische Zaken gebruikt om de productie van hernieuwbare energie in Nederland te stimuleren. Deze regeling is sinds 2008 jaarlijks opengesteld door het ministerie³ en kent een gefaseerde openstelling, waarbij de goedkoopste technologieën als eerste in aanmerking komen voor subsidie. De SDE+-regeling vergoedt het verschil tussen het basisbedrag (de productiekosten van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte en hernieuwbaar gas) enerzijds en het correctiebedrag (de marktprijs van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte of hernieuwbaar gas) anderzijds. Per technologie wordt tevens een basis(energie)prijs vastgesteld, die de ondergrens voor het correctiebedrag vormt.

Evenals in de voorgaande jaren heeft het ministerie van Economische Zaken (EZ) ook dit jaar aan ECN en DNV GL advies gevraagd over de hoogte van de basisbedragen in het kader van de SDE+-regeling voor 2018. ECN en DNV GL adviseren het ministerie over de hoogte van de basisbedragen voor de door het ministerie voorgeschreven categorieën. Uiteindelijk zal de Minister van EZ beslissen over de openstelling van de SDE+-regeling in 2018, de open te stellen categorieën en de basisbedragen voor nieuwe SDE+-beschikkingen in 2018.

In overleg met het ministerie is er wederom voor gekozen om een conceptadvies aan de markt voor te leggen. Belanghebbenden kunnen hun schriftelijke reactie op dit advies geven. Voor informatie omtrent de marktconsultatiedata, de termijn voor het indienen van de reacties wordt verwezen naar hoofdstuk 2. Voor verdere informatie wordt verwezen naar de website van ECN: <https://www.ecn.nl/nl/samenwerking/sde/sde2018/>

³ De uitvoering van de SDE+-regeling ligt bij RVO. Voor meer informatie met betrekking tot de SDE+-regeling zelf, zie <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie-sde>.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft het proces van de marktconsultatie 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 voor vergisting en thermische conversie (hoofdstuk 10). Iedere categorie in de SDE+ kent daarbij een eigen paragraaf met technisch-economische parameters. Hoofdstuk 11 bevat aanvullende berekeningen op verzoek van EZ, zoals een mogelijke uitwerking van de warmtestaffel, een herberekening van basisbedragen met historische biomassaprijzen en een berekening van basisbedragen met inachtneming van de SDE+-grens van 0,130 €/kWh.

Naast dit rapport over de basisbedragen voor de SDE+ 2018 zullen separate adviezen verschijnen over correctiebedragen, basisenergieprijzen en de warmtestaffel. De daartoe benodigde statische informatie (voor correctiebedragen) en toekomstige prijsprojecties (uit de Nationale Energieverkenning 2017 ten behoeve van de basisenergieprijzen) komen pas later in het jaar beschikbaar. Wel wordt ter verduidelijking per categorie de hoogte van het definitieve correctiebedrag 2016 en de basisprijs voor de SDE+ 2017 opgenomen bij de categorieën.

In het uiteindelijke *eindadvies* zullen de voorlopige correctiebedragen en basisprijzen voor de regeling SDE+ 2018 opgenomen worden.

2. Proces en uitgangspunten

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

2.1 Proces en werkwijze

Proces

Dit conceptadvies is gepubliceerd ten behoeve van een schriftelijk marktconsultatie. Met dit rapport worden belanghebbenden uitgenodigd om een schriftelijke reactie op dit rapport naar ECN te sturen middels het consultatieformulier dat op de ECN-website⁴ te vinden is. Het ingevulde consultatieformulier en eventuele bijlagen kunnen per e-mail worden verstuurd naar sde@ecn.nl. Reacties kunnen worden ingediend tot en met 18 augustus 2017.

Voor nadere informatie over de inhoud van dit rapport kunt u contact opnemen met dhr. S.M. Lensink via sde@ecn.nl.

Werkwijze

ECN en DNV GL hebben dit conceptadvies opgesteld met het eindadvies SDE+ 2017 als basis. Op basis van tussentijdse ontwikkelingen, literatuur en ervaringen is de informatie geüpdatet om te voldoen aan de uitgangspunten die EZ heeft meegegeven voor de advisering over de SDE+ 2018.

Voor het eerst is er dit jaar een marktconsultatieronde gehouden *voorafgaand* aan dit conceptadvies. Dit met het doel om beter de bij RVO.nl beschikbare informatie beter te kunnen betrekken in de analyse. De consultatie betrof de notitie omtrent kostenbevindingen basisbedragen SDE+, gepubliceerd in maart/april 2017⁵.

De marktconsultatie dient om de vertaling van in dit rapport geschetste kosten naar subsidieadvies te toetsen bij belanghebbenden. Na afloop van de marktconsultatie wordt de ontvangen informatie integraal geanalyseerd. Ook extra informatie of recente ontwikkelingen die buiten de marktconsultatie om tot ECN en DNV GL is gekomen, wordt meewogen in de integrale analyse. Dit impliceert dat basisbedragen in het eindadvies anders kunnen worden geadviseerd dan in dit conceptadvies vermeld staat, zelfs als er door de markt niet op de betreffende categorie

⁴ Zie <https://www.ecn.nl/nl/samenwerking/sde/sde2018/>

⁵ Het proces is toegelicht in 'impact kostenonderzoek op basisbedragen 2018' via <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-N--17-016>

is gereageerd. Ook bewijsmateriaal dat de basisbedragen in dit conceptadvies corresponderen met een goede businesscase kan daarmee waardevolle informatie blijken te zijn.

2.2 Algemene uitgangspunten

Algemeen

De uitgangspunten voor de berekening van de basisbedragen zijn in overleg tussen het ministerie van EZ en ECN en DNV GL vastgesteld, zie Bijlage C. De SDE+-vergoedingen, en dus de basisbedragen, moeten voldoende hoog zijn om productie van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbare warmte en hernieuwbaar gas mogelijk te maken, maar hoeven niet toereikend te zijn voor alle geplande projecten. Als vuistregel geldt dat het merendeel van de projecten per categorie met de berekende basisbedragen doorgang moet kunnen vinden.

Categorisering van hernieuwbare technieken

Het ministerie heeft vooraf categorieën benoemd in de adviesvraag, waarop ECN en DNV GL wijzigingen kunnen voorstellen. 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.

Basisbedrag

Voor alle categorieën berekenen ECN en DNV GL de productiekosten van hernieuwbare elektriciteit, hernieuwbaar gas of hernieuwbare warmte. De te adviseren basisbedragen bevatten de productiekosten van hernieuwbare energiedragers, vermeerderd met eventuele regelings-specifieke kosten in relatie tot het afsluiten van elektriciteits-, warmte- of gascontracten. Onder de productiekosten van hernieuwbare energie wordt verstaan de som van investerings- en exploitatiekosten die toe kunnen worden gerekend aan de productie van hernieuwbare energie, plus een redelijke winstmarge, gedeeld door de te verwachten hoeveelheid geproduceerde hernieuwbare energie. De voorbereidingskosten zijn niet meegenomen in het totale investeringsbedrag.

Kaders vanuit wet- en regelgeving

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 op basis van besluitvorming vaststaat dat het per 1 januari 2018 van kracht is. Zo zijn ook de effecten van de recent gewijzigde ministeriële regeling Gaskwaliteit meegenomen in de bepaling van de kosten. De productiekosten hebben betrekking op projecten waarvoor in 2018 SDE+ aangevraagd kan worden en die in 2018 of begin 2019 als bouwproject van start kunnen gaan.

Referentie-installatie en techno-economische parameters

Voor iedere categorie is door ECN en DNV GL een referentie-installatie vastgesteld. De referentie-installatie bestaat uit een bepaalde techniek (of samenstelling van technieken) in combinatie met een gangbaar aantal vollasturen, en voor de bio-energiecategorieën uit een referentiebrandstof of -substraat. De referentie-installatie toont naar inzicht van ECN en DNV GL een gangbare configuratie voor nieuwe projecten in de te onderzoeken categorie. Voor de referentie-installatie worden de technisch-economische parameters gekwantificeerd. Op basis van deze parameters worden de productiekosten en basisbedragen berekend met behulp van een vereenvoudigd kasstroommodel; dit model is te raadplegen via de ECN-website⁶.

⁶ <https://www.ecn.nl/nl/samenwerking/sde>

Kosten gebruik biomassa voor energiedoelinden

Vooral bij systemen waar de biomassa afkomstig is van afvalstromen of restproducten kan de systeemgrens grote invloed hebben op de berekende biomassakosten. Bij deze systemen worden de kosten berekend die gemaakt moeten worden om deze stromen of producten in te zetten voor productie van hernieuwbare elektriciteit of hernieuwbaar gas, ten opzichte van de kosten die gemaakt hadden moeten worden als deze stromen niet voor de genoemde doeleinden zouden zijn ingezet. Voor biomassakosten wordt uitgegaan van de prijzen die betaald moeten worden om de biomassa bij de installatie geleverd te krijgen.

Kosten transportleiding en distributienet voor warmte

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 kosten die zijn meegenomen in de berekening van de subsidiatarieven.

2.3 Financiële uitgangspunten

De financiering van hernieuwbare-energieprojecten is geen constant gegeven. Niet alleen veranderen de hernieuwbare-energie technieken door leren en innovatie; door praktijkervaringen kan ook de risico-inschatting van projecten veranderen. Meer risico betekent in beginsel hogere kapitaalslasten. Bovendien zijn de kosten van het aantrekken van vreemd vermogen afhankelijk van de grotere economische bewegingen die het hernieuwbare-energie domein overstijgen.

De financiële parameters die gebruikt zijn voor het berekenen van de basisbedragen, zijn weergegeven in Tabel 7 en worden in onderstaande tekst nader toegelicht. De resultante van deze parameters geven naar inzicht van ECN en DNV GL een generiek beeld van de kosten van kapitaal voor SDE+-projecten. Dat laat onverlet dat in de praktijk SDE+-projecten anders gefinancierd kunnen worden.

Tabel 7: Gehanteerde financiële parameters voor de SDE+ 2018

Financiële parameter	Gehanteerde waarde	Toelichting
Rente met groenfinanciering	2,0 %	Zonne-energie, windenergie, geothermie, vergassing, waterkracht
Rente zonder groenfinanciering	2,5 %	Overige categorieën
Verhouding vreemd vermogen (VV) / eigen vermogen (EV)	80% VV / 20% EV	Zon-PV, windenergie
	70% VV / 30% EV	Overige categorieën
Rendement op eigen vermogen	14,5 %	Categorieën met hoog risicoprofiel
	11,5 %	Overige categorieën
Inflatie van biomassaprijzen en O&M-kosten	1,5% / jaar	

Rente

Projectrentes worden doorgaans opgebouwd uit drie componenten: de Euribor-rente, een commerciële rentemarge en een renteswap om de rentemarge te converteren naar een 10-jarige rente (bijvoorbeeld op basis van 10-jarige IRS). De ontwikkelingen op de financiële markten zijn de laatste jaren van dien aard, dat ook projecten voor hernieuwbare energie tegen aanmerkelijk

gunstigere voorwaarden dan voorheen kapitaal kunnen aantrekken. De commerciële rentemarges liggen – met aanzienlijke spreiding – iets onder de 2%, waardoor een rente op de lening van ca. 2,5% momenteel voor veel projecten haalbaar is. De groenfinanciering kent een voordeel voor de projectontwikkelaar van ca. 0,5 %.

Dat leidt tot 2,5% rente op leningen voor projecten zonder groenfinanciering. Ten opzichte van het advies voor de SDE+ 2017 zijn een aantal aanpassingen overwogen. Voor met name geothermie en biomassaprojecten komen bij projecten uit het verleden hogere rentes voor dan de genoemde 2,5%. De financiering van geothermieprojecten zal door de komst van de nieuwe Energietransitie financieringsfaciliteit (ETFF) vergemakkelijkt kunnen worden. Daarom wordt de 2,5% gehandhaafd voor geothermie. Veel biomassaprojecten worden niet op projectbasis gefinancierd, waardoor goede ijking van een benodigde projectrendement beperkt mogelijk is. Rekende houdende met het feit dat de rente op de lening slechts van beperkte invloed is op het basisbedrag – afgerond vaak geen effect – is gekozen om generiek met 2,5% rendement te rekenen.

Voor projecten met groenfinanciering wordt een 0,5 procentpunt afslag gerekend tot effectief 2,0% rente. Uit de marktconsultatie is gebleken dat er voor nieuwe projecten inderdaad mogelijkheden zijn om de voordelen van groenfinanciering te benutten. Voor windenergie op land wordt, in tegenstelling tot de vorige twee jaren, weer gerekend met een rentekorting van 0,5% wegens groenfinanciering. ECN en DNV GL hebben voldoende signalen ontvangen dat er ervan uitgegaan kan worden dat het merendeel van de projecten dit voordeel kan benutten.

Verhouding vreemd/eigen vermogen

Financiële instellingen vragen een grotere inbreng van eigen vermogen dan in de jaren voor de crisis. Deze gevraagde inbreng komt voort uit beleid op risicoblootstelling en niet uit de risico-inschatting van de duurzame energieprojecten zelf. De geobserveerde aandelen eigen vermogen in recent gefinancierde of te financieren duurzame-energieprojecten in Nederland variëren van 10% tot even boven de 40%. Als richtwaarde is met 30% eigen vermogen gerekend. Uitzondering hierop zijn de categorieën windenergie en zon-PV, waar uit de marktconsultatie gebleken is dat financiering met 20% eigen vermogen gangbaar is. Voor windenergie in meer is, in de licht van de goede financierbaarheid van windenergie in zijn algemeen, de benodigde inbreng op eigen vermogen teruggebracht van 25% naar 20%.

Rendement op eigen vermogen

Het benodigde rendement op eigen vermogen wordt beïnvloed door de opbrengsten van alternatieve bestedingen van het beschikbare kapitaal. Ook de inflatie heeft invloed op het benodigde nominale rendement. Het gehanteerde rendement op eigen vermogen is 11,5% nominaal. Voor enkele categorieën met een significant hoger operationeel of regelgevingstechnisch risico is voor het rendement op eigen vermogen gerekend met 14,5%. 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 het financieel rendement dienen tevens de voorbereidingskosten gedekt te worden. De voorbereidingskosten zijn niet meegenomen in het totale investeringsbedrag.

Afschrijvingstermijn

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*⁷ in de SDE+ zijn niet meegenomen in de berekening. Bij technieken 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. Hier wordt niet voor gecompenseerd in de basisbedragen.

Kosten van kapitaal

Het financiële totaalrendement wordt 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. Tabel 8 toont per thema (geclusterde categorieën) de resulterende kapitaalskosten⁸.

Tabel 8: Kapitaalskosten (WACC) per thema voor de SDE+ 2018

Thema	Gewogen kapitaalskosten (WACC) [nominaal]	Gewogen kapitaalskosten (WACC) [reëel]
Fotovoltaïsche zonnepanelen	3,5%	2,0%
Windenergie op land	4,1%	2,6%
Windenergie op verbindende waterkeringen	4,1%	2,6%
Windenergie in meer	4,1%	2,6%
Waterkracht	4,5%	3,0%
Vrije stromingsenergie	4,5%	3,0%
Zonthermie	4,5%	3,0%
Ketel op vaste of vloeibare biomassa	4,8%	3,3%
Allesvergisting	4,8%	3,3%
Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	4,8%	3,3%
AWZI/RWZI	4,8%	3,3%
Osmose	5,4%	3,9%
Geothermische warmte	5,4%	3,9%
Biomassavergassing	5,4%	3,9%
Vergisting en covergisting van dierlijke mest	5,7%	4,2%
Ketel industriële stoom uit houtpellets	5,7%	4,2%
Thermische conversie van biomassa	5,7%	4,2%

Economische restwaarde

De technische levensduur van projecten is bij sommige technologieën beduidend langer dan de subsidieduur. Dit kan zich ook uiten in een langere economische levensduur. Bij windenergie kan gedacht worden aan een economische levensduur van 20 jaar of meer, bij zonne-energie van 25 jaar of meer. Bij technologieën in de waterkracht en geothermie hebben delen van het project een langere levensduur. De vraag rijst of deze restwaarde van zo'n invloed is op de financiering van projecten, dat de subsidies erop gecorrigeerd moeten worden. Enkel voor de civiele werken bij waterkracht en voor de bron bij geothermie wordt dit gedaan.

⁷ Het is mogelijk om subsidiabele productie die niet is benut mee te nemen naar een volgend jaar. Dit wordt *banking* genoemd. Na de reguliere subsidieperiode kan de producent van hernieuwbare energie nog één jaar de tijd krijgen om eventueel niet benutte productie in te halen.

⁸ Zie ter vergelijking het rapport uit 2015 van de werkgroep discontovoet van de rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2015/11/13/rapport-werkgroep-discontovoet-2015-bijlage>

Bij windenergie en zonne-energie is de economische levensduur na 15 jaar sterk afhankelijk van het inkomen genererend vermogen na 15 jaar. Deze hangt nauw samen met de elektriciteitsprijs over tussen 2035 en 2045. Bij een stabiele, reële elektriciteitsprijs van 0,04 €/kWh zou het basisbedrag voor windenergie dalen met ca. 0,002 €/kWh bij een levensduur van 20 jaar en met ca. 0,003 €/kWh bij een levensduur van 25 jaar *op grond van de extra inkomsten*. Bij een elektriciteitsprijs van 0,03 €/kWh is de korting op het basisbedrag bij 25 jaar 0,001 €/kWh.

Tegenover de voordelen staan ook nog kosten. Niet alleen lopen de O&M-kosten door bij een langere levensduur, maar deze zullen ook oplopen. Tevens zal de productie (door meer onderhoud dan wel lagere betrouwbaarheid) langzaam afnemen. De basisbedragen zullen daardoor niet zo sterk kunnen dalen als in bovenstaande alinea weergegeven.

De operationele periode na beëindiging van de subsidie kent zowel kansen als risico's. In de projectfinanciering wordt het saldo hiervan doorgaans niet direct meegenomen.

Gezien het effect van minder dan 0,003 €/kWh, de grote onzekerheid hierin, de onmogelijkheid dit voordeel in projectfinanciering terug te laten komen en de inherente spreiding in basisbedragen ten gevolge van de variëteit in projecten en techniektoepassingen, zijn ECN en DNV GL van mening dat in de geadviseerde basisbedragen het mogelijke voordeel van langere bedrijfsperiode dan 15 jaar, niet meegeteld dient te worden.

2.4 Regelingsspecifieke afslagen

De aard van de SDE+-regeling veroorzaakt meerkosten voor de projecteigenaren gedurende de looptijd van het project. Deze meerkosten ontstaan door keuzes in de vormgeving van de SDE+-regeling. Zo dekt de SDE+-regeling in beginsel prijsrisico's af, mits partijen hun hernieuwbare energie op een gelijksoortige beurs verkopen. Voor elektriciteit is dit de dag-vooruitmarkt (*day ahead*), voor gas de termijnmarkt (*year ahead*). De kosten om op deze beurzen te handelen zijn transactiekosten, waar 0,0007 euro/kWh voor wordt gerekend.. Deze waarde is afgeleid van de handel op de APX. Daarnaast neemt de SDE+-regeling weliswaar prijsrisico van fluctuerende gas- en elektriciteitsprijzen weg, maar enkel tot een ondergrens. Bij zeer lage elektriciteits- of gasprijzen zal de SDE+-regeling niet meer de volledige onrendabele top compenseren. Het risico op zeer lage energieprijzen ligt daardoor bij de projecten zelf. De prijs van dit risico, of de kosten om dit risico te verzekeren binnen private energie-afzetcontracten, wordt in dit rapport de basisprijspremie genoemd. Zoals beschreven in (Kraan en Lensink, 2016) bedragen de basisprijspremies voor de elektriciteitsopties (incl. zon en wind) 0,002 €/kWh en voor gas en warmte 0,000 €/kWh. In het eindadvies zullen de basisprijspremies geüpdatet worden aan de hand van de prijsverwachtingen uit de NEV2017 en mogelijke hernieuwde inzichten over de volatiliteit van gas- en elektriciteitsprijzen. Tussentijds zal hiertoe een afzonderlijke notitie over basisprijzen en basisprijspremies worden opgesteld.

3. Bevindingen waterkracht

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

- Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm (paragraaf 3.1)
- Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie (paragraaf 3.2)
- Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm (paragraaf 3.3)
- Osmose (paragraaf 3.4).

De kostenstructuur zoals ECN en DNV GL deze waarnemen voor waterkrachtprojecten in Nederland biedt op dit moment geen aanleiding om wijzigingen door te voeren in de technisch-economische parameters van de verschillende waterkrachtcategorieën. Waterkrachtprojecten zijn locatie-specifiek, en uit de geanalyseerde projectaanvragen is gebleken dat deze dan ook verschillen in het maximale opwekkingsvermogen en het aantal vollasturen. Hierdoor zijn er in de projectaanvragen projecten te vinden die zowel duurder als goedkoper uitgevoerd worden, in vergelijking met het huidige basisbedrag. Binnen de SDE+ regeling is het basisbedrag in 2017 afgetopt op 0,13 €/kWh.

3.1 Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm

Nederland is een relatief vlak land en daardoor is het verval van rivieren in de Nederlandse delta gering. Toch zijn bestaande civiele werken (kunstwerken) in rivieren geschikt om voldoende valhoogte te creëren om te gebruiken voor elektriciteitsopwekking in waterkrachtcentrales. In de praktijk varieert deze doorgaans van drie tot zes meter, maar hij kan oplopen tot elf meter in uitzonderlijke situaties, zoals bij enkele sluizen.

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 van een referentieproject. Voor de categorie Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm is de referentie-installatie onveranderd gebaseerd op een valhoogte van minder dan vijf meter.

De technisch-economische parameters waar het basisbedrag op is gebaseerd zijn te vinden in Tabel 9. Deze zijn niet veranderd ten opzichte van het advies van vorig jaar. In Tabel 10 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 9: Technisch-economische parameters Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm

Parameter	Eenheid	Advies 2018
Installatiegrootte	[MW]	1,0
Vollasturen	[h/a]	5700
Investeringskosten	[€/kW _e]	8000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e /a]	100

Tabel 10: Overzicht van subsidieparameters Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,156
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,032
Berekeningswijze correctiebedrag	APX	

3.2 Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie

De kosten voor elektriciteitswinning uit waterkracht omvatten niet alleen de kosten voor energie-installatie, maar ook additionele voorzieningen die geëist worden door wet- en regelgeving bij constructie van een waterkrachtinstallatie. Deze paragraaf is van toepassing op renovatie van bestaande waterkrachtcentrales, zoals het doorvoeren van visbeschermende maatregelen, in het kader van het aansluiten aan wet- en regelgeving.

Voor de categorie 'Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie' wordt ervan uitgegaan dat bij de referentie-installatie de turbines vervangen zullen worden voor visvriendelijke(re) varianten. Een dergelijke innovatieve visvriendelijke turbine lijkt vooralsnog de voornaamste manier om aan de strengere eisen op het gebied van vissterfte te voldoen. 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 (de kunstwerken) nihil zijn. Het lagere aantal vollasturen, in vergelijking met de categorie 'Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm', is gebaseerd op het aantal vollasturen van bestaande installaties die geschikt zijn voor renovatie.

De parameters voor deze categorie zijn niet veranderd ten opzichte van het eindadvies SDE+ 2017. Een overzicht van de technisch-economische parameters voor de referentie-installatie staat in Tabel 11. In Tabel 12 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 11: Technisch-economische parameters Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Installatiegrootte	[MW]	1,0
Vollasturen	[h/a]	2600
Investeringskosten	[€/kW _e]	1600
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e /a]	80

Tabel 12: Overzicht van subsidieparameters Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie

Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,100
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,032
Berekeningswijze correctiebedrag	APX	

3.3 Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm

Naast het plaatsen van stuwdammen in rivieren (zoals beschreven in bovenstaande paragraaf 3.1 en paragraaf 3.2), waarbij het gecreëerde verval van water stromend in één richting zorgt voor de opwekking van elektriciteit uit water, is het ook mogelijk om in vrij stromend water energie op te wekken. De categorie 'Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm' is bedoeld voor technieken zoals energie uit getijden/onderzeese stroming en energie uit golven, waarbij de opgewekte elektriciteit niet zozeer voorkomt uit het verval, maar uit de stroming van het water. Hieronder valt ook getijdenstroming door damdoorlatingen met bidirectionele opwekking (inshore vrije-getijdenstromingsenergie), indien de valhoogte beperkt blijft tot minder dan een halve meter.

In Tabel 13 staan de gebruikte technisch-economische parameters voor energie uit vrije stroming. Deze zijn niet veranderd ten opzichte van het eindadvies van vorig jaar.

Tabel 13: Technisch-economische parameters Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Installatiegrootte	[MW]	1,5
Vollasturen	[h/a]	3700
Investeringskosten	[€/kW _e]	5100
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e /a]	155

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

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,192
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,032
Berekeningswijze correctiebedrag	APX	

3.4 Osmose

Voor deze categorie wordt een basisbedrag berekend voor een osmosecentrale, waarbij elektriciteit wordt opgewekt door het verschil in zoutconcentratie tussen zout en zoet water. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van zouthoudend industrieel proceswater of zeewater. De onzekerheid in de kosten van deze categorie is vanwege het vroege stadium van de ontwikkeling nog zeer groot.

Het basisbedrag voor deze categorie is ruim boven 0,20 €/kWh. In Tabel 15 zijn de technisch-economische parameters voor osmose weergegeven. In Tabel 16 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters voor weergegeven.

Tabel 15: Technisch-economische parameters Osmose

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Installatiegrootte	[MW]	1,0
Vollasturen	[h/a]	8000
Investeringskosten	[€/kW _e]	37000
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e /a]	213

Tabel 16: Overzicht van subsidieparameters Osmose

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	> 0,200
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,032
Berekeningswijze correctiebedrag	APX	

4. Bevindingen zonne-energie

Dit hoofdstuk beschrijft de adviezen voor zonne-energie (elektriciteit en warmte). Zowel voor zon-PV als voor zonthermie stellen ECN en DNV GL voor om een onderscheid te maken in twee aparte categorieën, met het vermogen (kWp en kW thermisch) van de installatie als onderscheidend criterium:

- Fotovoltaïsche zonnepanelen, 15 kWp tot 1 MWp en aansluiting > 3x80 A (paragraaf 4.1)
- Fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥ 1 MWp en aansluiting > 3x80A (paragraaf 4.2)
- Zonthermie, 140 kW tot 1 MW (paragraaf 4.3.1).
- Zonthermie, ≥ 1 MW (paragraaf 4.3.2).

Zon-PV maakt een snelle kostendaling door. In 2017 hebben ECN en DNV GL voor de najaarsronde een lager basisbedrag geadviseerd dan voor de voorjaarsronde. Zowel bij zon-PV als bij zonthermie is een opkomst van grote systemen waarneembaar. Door de diversiteit van projecten, van kleine projecten achter de meter tot grote systemen in het vrije veld, is een berekening van de marktwaarde van de geproduceerde hernieuwbare elektriciteit of warmte, steeds moeilijker generiek te maken. Deze aspecten maken dat het eindadvies wezenlijk af zal kunnen wijken van het conceptadvies. In de marktconsultatie hopen ECN en DNV GL ook bredere input te ontvangen hoe zonne-energie op een robuuste wijze ondersteund kan worden.

4.1 Fotovoltaïsche zonnepanelen, 15 kWp tot 1 MWp en aansluiting >3x80 A

4.1.1 Uitgangspunten en rekenmethode

Referentie-installatie

PV-systemen hebben een modulair karakter en kunnen daardoor in zeer uiteenlopende systeemgrootten worden opgesteld, van enkele kWp tot meerdere MWp. Het totale piekvermogen is afhankelijk van de capaciteit per paneel en het aantal zonnepanelen dat op het beschikbare oppervlakte wordt opgesteld.

De referentie-installatie voor fotovoltaïsche systemen (PV-systemen) van 15 kWp tot 1 MWp betreft een dakgebonden systeem van van 250 kilowattpiek (kWp).

Vollasturen

In dit advies wordt verondersteld dat een locatie wordt gekozen waarop panelen in optimale stand kunnen worden opgesteld, zonder negatieve productie-effecten van bijvoorbeeld schaduwwerking. Er wordt uitgegaan van een systeem met een initiële jaarlijkse productie van 990 kWh/kWp bij start van het project als gangbaar gemiddelde voor de huidige nieuwe systemen. Tevens wordt gerekend met een jaarlijkse vermogensafname van 0,75%. Deze vermogensafname is verwerkt in het aantal vollasturen per jaar. Het jaarlijks aantal vollasturen wordt derhalve gemaximeerd op 950 kWh/kWp.

Er worden in Nederland PV-projecten ontwikkeld die gebruik maken van een zonvolgsysteem. De PV-modules draaien dan met de zon mee: dan wel om een horizontale as, of om een verticale as of om beide assen. Door het gebruik van een zonvolgsysteem kan de opbrengst tot 25% hoger zijn dan die van standaardssystemen op land of (platte) daken met een vaste oriëntatie. Dit resulteert in een hoger aantal vollasturen. De specifieke kosten per kWh van een project met een zonvolgsysteem (lees: basisbedrag) liggen nabij de specifieke kosten van een project zonder volgsysteem, mits alle uren subsidiabel zijn. Voor een project met een zonvolgsysteem worden dus 1190 vollasturen geadviseerd.

Investeringskosten

In deze berekening uitgegaan van het verwachte prijsniveau bij opdrachtverlening in 2019. De volgende prijzen van modules en omvormers zijn groothandels-verkoopprijzen, exclusief btw en de marge van de installateur. PV-moduleprijzen variëren in 2017 wereldwijd van een kleine 0,40 €/Wp tot een ruime 0,60 €/Wp (Photon, 2017). Deze prijzen in acht nemend wordt voor 2017 met een moduleprijs van 0,50 €/Wp gerekend waarbij een leereffect toegepast wordt om de prijs voor 2019 te bepalen. De moduleprijs in 2019 komt daarmee uit op 0,44 €/Wp.

Voor de gekozen referentie-installatie ligt de prijs van de omvormers in 2017 rond 95 €/kWp. Op basis van aannames over het leereffect komt de omvormerprijs in 2019 uit op 84 €/kWp.

De prijs van overige componenten, zoals montagemateriaal, bekabeling en arbeid wordt verondersteld te dalen door toename van de efficiëntie van zonnepanelen. Dit betekent een prijsdaling van ongeveer 6% per jaar voor modules, 5% voor omvormers en ruim 2% voor installatiemateriaal en arbeidskosten.

Bij de gekozen referentie wordt er van uitgegaan dat het project kan worden aangesloten op een bestaande netwerkaansluiting. De kosten die eventueel gemaakt moeten worden voor het gebruik van het dakoppervlak zijn op basis van de uitgangspunten van EZ niet meegenomen in het basisbedrag. In de investeringskosten is een deel voorzien voor aanpassingen aan de elektriciteitsinfrastructuur in het gebouw.

Rekening houdend met inflatie en een marge op de systeemcomponenten komen de specifieke investeringskosten voor de referentie-installatie van 250 kWp in 2019 uit op 970 €/kWp, oftewel 0,970 €/Wp.

Vaste O&M-kosten

ECN en DNV GL zien in de markt dat internationaal de kosten van O&M de afgelopen jaren dalen. Jaarlijks 1% van de investeringskosten is een reëel bedrag voor vaste O&M-kosten. Dit bedrag zou toereikend moeten zijn voor alle onderhoud, schoonmaak, verzekering van de installatie, verlenging van de garantieduur van de omvormer, beheer en overige operationele kosten van de installatie. De kosten voor het vervangen van de omvormers gedurende de levensduur is hierin niet opgenomen.

Eenmalige O&M-kosten

Bij de huidige stand der techniek is de technische levensduur van de omvormer(s) van een PV-systeem korter dan die van de modules en de overige componenten. In de berekening voor het basisbedrag wordt dit meegenomen door in jaar twaalf een complete vervanging van de omvormer(s) in te boeken, tegen dan geldende prijzen. Om de prijs van omvormers in jaar 12 te schatten wordt uitgegaan van een jaarlijkse prijsdaling van 5% en een prijsstijging wegens inflatie van 1,5%. Dit leidt tot een jaarlijkse prijsreductie van 3,5%. Het daadwerkelijke percentage hangt af van toekomstige wereldwijde marktontwikkelingen en inflatie. De kosten voor omvormers in jaar 12 worden geschat op 60 €/kW. Deze methodologische aanpassing van de O&M-kostenstructuur heeft een verlagend effect op het basisbedrag ten opzichte van vorig jaar.

4.1.2 Technisch-economische parameters

De technisch-economische parameters zijn samengevat in Tabel 17. In Tabel 18 zijn voor de categorie fotovoltaïsche zonnepanelen van 15 kWp tot 1 MWp het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven. Installaties voor zon-PV kennen een substantieel aandeel eigen gebruik van elektriciteit. ECN stelt voor hiervoor te corrigeren. Het aandeel eigen gebruik ligt gemiddeld genomen rond 2/3^e van de totale productie.

Tabel 17: Technisch-economische parameters zon-PV 15 kWp tot 1 MWp

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Installatiegrootte	[MWp]	0,25
Vollasturen	[MWh/MWp per jaar]	950 (1190 voor zonvolgsystemen)
Investeringskosten	[€/kWp]	970
Vaste O&M-kosten	[€/kWp/a]	9,7
Vaste O&M-kosten in jaar 12	[€/kWp]	60

Tabel 18: Overzicht subsidieparameters fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥ 15 kWp tot 1 MWp en aansluiting >3*80A

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag	[€/kWh]	0,114
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,073
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x "profiel- en onbalansfactor" x "aandeel netlevering" + (APX + EB + ODE) x "aandeel eigen gebruik"	

4.2 Fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥1 MWp

4.2.1 Uitgangspunten en rekenmethode

Referentie-installatie

De referentie-installatie voor fotovoltaïsche systemen (PV-systemen) ≥ 1 MWp betreft een grondgebonden systeem van 5 megawattpiek (MWp).

Investeringskosten

PV-moduleprijzen variëren in 2017 wereldwijd van een kleine 0,40 €/Wp tot een ruime 0,60 €/Wp (Photon, 2017). Deze prijzen in acht nemend wordt voor 2017 met een moduleprijs van 0,50 €/Wp gerekend waarbij een leereffect toegepast wordt om de prijs voor 2019 te bepalen. De moduleprijs in 2019 komt daarmee uit op 0,44 €/Wp. Voor de gekozen referentie-installatie ligt de prijs van de omvormers in 2017 rond 95 €/kWp. Op basis van aannames over het leereffect komt de omvormerprijs in 2019 uit op 84 €/kWp.

De prijs van overige componenten, zoals montagemateriaal, bekabeling en arbeid wordt verondersteld te dalen door toename van de efficiëntie van zonnepanelen. Dit betekent een prijsdaling van ongeveer 6% per jaar voor modules, 5% voor omvormers en ruim 2% voor installatiemateriaal en arbeidskosten.

Voor grootschalige PV-systemen is een geschikte netwerkaansluiting vaak niet op de locatie aanwezig. In deze gevallen wordt ervan uitgegaan dat een geschikte aansluiting in de nabijheid van het systeem wordt gebruikt of gerealiseerd. In de opbouw van de investeringskosten is een deel voorzien voor kosten van de netwerkaansluiting. Rekening houdend met inflatie en een marge op de systeemcomponenten komen de specifieke investeringskosten voor de referentie-installatie van 5 MWp in 2019 uit op 864 €/kWp, oftewel 0,864 €/Wp.

Vaste O&M-kosten

DNV GL en ECN zien in de markt dat internationaal de kosten van O&M de afgelopen jaren dalen: 1% van de investeringskosten is een reëel bedrag voor vaste O&M-kosten. Dit bedrag zou toereikend moeten zijn voor alle onderhoud, schoonmaak, verzekering van de installatie, verlenging van de garantieduur van de omvormer, beheer en overige operationele kosten van de installatie. De kosten voor het vervangen van de omvormers gedurende de levensduur is hierin niet opgenomen.

Het is waarschijnlijk dat grootschalige PV-projecten vaker te maken krijgen met kosten voor het leasen of huren van de locatie waar het PV-systeem gerealiseerd wordt. Deze kosten worden op grond van de uitgangspunten van EZ niet meegenomen in het basisbedrag.

Eenmalige O&M-kosten

Het is vrij zeker dat de omvormer(s) van een PV-systeem tijdens de levensduur van het systeem defect gaan en vervangen moeten worden. DNV GL en ECN adviseren om voor de vervanging van de omvormers in 12 jaar een eenmalige kostenpost op te nemen die de investeringskosten voor omvormers dekt. Om de prijs van omvormers in jaar 12 te schatten wordt uitgegaan van een jaarlijkse prijsdaling van 5% en een prijsstijging wegens inflatie van 1,5%. Dit leidt tot een jaarlijkse prijsreductie van 3,5%. Het daadwerkelijke percentage hangt af van toekomstige wereldwijde marktontwikkelingen en inflatie. De kosten voor omvormers in jaar 12 worden geschat op 60 €/kW. Deze methodologische aanpassing van de O&M-kostenstructuur heeft een verlagend effect op het basisbedrag ten opzichte van vorig jaar.

4.2.2 Technisch-economische parameters

De technisch-economische parameters zijn samengevat in Tabel 19. In Tabel 20 zijn voor de categorie fotovoltaïsche zonnepanelen vanaf 1 MWp het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven. Installaties voor zon-PV kennen een substantieel aandeel eigen gebruik van elektriciteit. Het aandeel eigen gebruik bij systemen groter dan 1 MWp ligt gemiddeld genomen rond 1/2^e van de totale productie. Bij veldsystemen ligt dit echter gemiddeld genomen

onder de 10%. Omdat de referentie-installatie een veldsysteem is, wordt voorgesteld niet te corrigeren voor het eigen gebruik.

Tabel 19: Technisch-economische parameters zon-PV ≥ 1 MWp

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Installatiegrootte	[MWp]	5
Vollasturen	[MWh/MWp per jaar]	950 (1190 voor zonvolgsystemen)
Investeringskosten	[€/kWp]	870
Vaste O&M-kosten	[€/kWp/a]	14,7
Vaste O&M-kosten in jaar 12	[€/kWp]	60

Tabel 20: Overzicht subsidieparameters fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥ 1 MWp

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag	[€/kWh]	0,109
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,033
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x "profiel- en onbalansfactor"	

4.3 Zonthermie

In de SDE+ rondes van 2016 en (het voorjaar van) 2017 is een aantal zeer grote zonthermische systemen aangevraagd. Er zijn aanwijzingen dat de kosten voor deze systemen lager liggen dan eerder voorzien, waarmee overstimulering voor de hand ligt. Om recht te doen aan de grote variatie in type systemen en warmteverbruikers wordt in dit conceptadvies voorgesteld om de categorie zonnewarmte in SDE+ op te splitsen in twee deelcategorieën.

4.3.1 Zonthermie, 140 kWth tot 1 MWth

De ondergrens van de systeemgrootte voor zonthermische systemen voor SDE+ ligt bij een apertuuroppervlakte van 200 m² (140 kWth). De aanduiding in m² is hierbij het resultaat van een berekening op basis van de gehanteerde relatie tussen collectoroppervlak en thermisch vermogen⁹. Beneden deze ondergrens kunnen systemen in aanmerking komen voor een investeringssubsidie via de ISDE. De SDE+ stimuleert de hernieuwbare energieproductie via een jaarlijks uit te keren productievergoeding in euro per kWh warmte; de ISDE keert eenmalig een subsidiebedrag uit afhankelijk van de jaaropbrengst van het zonneboilersysteem.

Het SDE+ referentiesysteem voor de categorie zonthermie vanaf 140 kWth tot en met 1 MWth blijft ongewijzigd: tapwaterverwarming met een vermogen van 140 kWth voor grote verbruikers, uitgerust met (door een lichtdoorlatende laag) afgedekte zonnecollectoren en een warmteopslagvat. Investeringskosten en onderhoudskosten blijven gelijk aan het eindadvies van het voorgaande jaar.

⁹ Bron: Gleisdorf meeting, Recommendation for converting solar thermal collector area into installed capacity, 2004.
https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/documents/statistics/Technical_Note-New_Solar_Thermal_Statistics_Conversion.pdf

Tabel 21 geeft de technisch-economische parameters voor een systeem van 200 m² collectoroppervlak of 140 kW, dat inhoudelijk ongewijzigd is ten opzichte van vorig jaar. In Tabel 22 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 21: Technisch-economische parameters energie uit zonthermie, apertuuroppervlakte van 200 m² of 140 kW

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Installatiegrootte	[MW]	0,14
Vollasturen	[h/a]	700
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	600
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output/a}]	1,9

Tabel 22: Overzicht subsidieparameters zonthermie, vermogen tussen 140 kW en 1 MWth

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2017	[€/kWh]	0,095
Basisprijs SDE+ 2017	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,028
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

4.3.2 Zonthermie, ≥ 1 MWth

Het SDE+-referentiesysteem voor de categorie zonthermie vanaf 1 MWth wordt gekozen op 5 MWth en onderscheidt zich op één aspect van de kleinere systemen: de investeringskosten worden met 25% verminderd en komen uit op 450 €/kWth. Onderhoudskosten blijven gelijk aan het eindadvies van het voorgaande jaar.

Voor het referentiesysteem van 5 MWth is onder andere een vergelijking gemaakt met grootschalige systemen die in Denemarken veel toegepast worden, gekoppeld aan stadsverwarmingsnetten. De investeringskosten voor dit type systeem varieert tussen 250 €/kWth en 500 €/kWth. De cijfers zijn indicatief omdat de systeemgrenzen niet in alle gevallen duidelijk zijn, maar ze bevestigen dat grootschalige zonthermische systemen lagere investeringskosten kennen.

Tabel 23 geeft de technisch-economische parameters voor een systeem van 5 MW. In Tabel 24 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 23: Technisch-economische parameters energie uit zonthermie, apertuuroppervlakte van 5 MWth

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
-----------	---------	------------------

Installatiegrootte	[MW]	5,0
Vollasturen	[h/a]	700
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	450
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output/a}]	1,9

Tabel 24: Overzicht subsidieparameters zonthermie, vermogen groter dan 1 MWth

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2017	[€/kWh]	0,073
Basisprijs SDE+ 2017	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,028
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

5. Bevindingen windenergie

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

- Wind op land (paragraaf 5.1)
- Wind op primaire waterkeringen (paragraaf 5.2)
- Wind in meer, water $\geq 1 \text{ km}^2$ (paragraaf 5.3).

5.1 Wind op land

5.1.1 Uitgangspunten en rekenmethode

Uitgangspunten van het ministerie van Economische Zaken

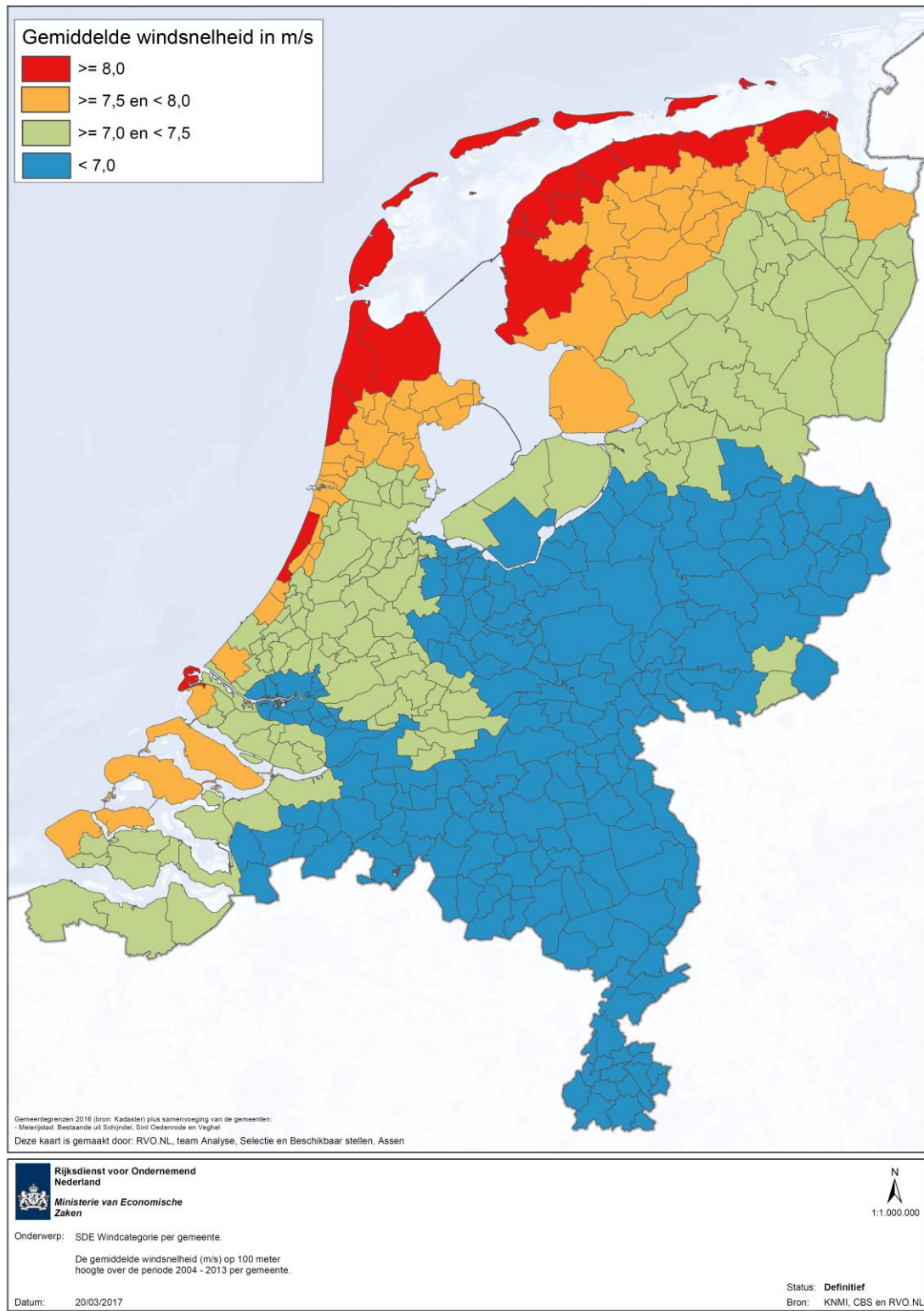
Het ministerie van Economische Zaken heeft voor de SDE+ 2018 de volgende algemene uitgangspunten meegegeven voor de categorieën gerelateerd aan windenergie:

- Winddifferentiatie naar gemeentegrenzen, zoals geïntroduceerd voor de SDE+ 2015;
- Geen generieke vollasturencap;
- De grondkosten voor SDE+ 2018 worden bepaald door uit te gaan van een prijs die 10% lager ligt dan de prijs die gehanteerd is bij de advisering over de basisbedragen SDE+ 2017;
- Participatiekosten en voorbereidingskosten worden niet meegerekend in de berekening van het basisbedrag omdat het ministerie van EZ participatie beschouwt als het mee laten delen in het rendement op de investering en deze kosten daarmee onderdeel zijn van het rendement op het (eigen) vermogen.

De winddifferentiatie is gebaseerd op de windkaart die het KNMI voor de SDE+ heeft gegenereerd in 2014 (Geertsema en Van den Brink, 2014). Op basis van de windkaart van het KNMI zijn vier windsnelheidscategorieën gedefinieerd voor gemeenten zoals weergegeven in Figuur 1.

Figuur 1: Indeling van gemeenten naar windsnelheid

Windsnelheid per gemeente in Nederland



Bron: KNMI, CBS, RVO.nl (2017).

Tabel 25: Onderverdeling windsnelheidscategorieën voor windenergie

Categorie	Windsnelheid op 100 meter [m/s]
I	≥ 8,0
II	7,5 – 8,0
III	7,0 - 7,5
IV	< 7,0

Algemene uitgangspunten

Voor de berekeningen voor wind op land wordt evenals vorig jaar voor alle vier de windsnelheidscategorieën uitgegaan van een gemiddeld windpark van 50 MW; deze referentiegrootte is berekend om zowel recht doet aan kleinere (15MW) parken als aan de grote RCR-projecten (>100MW).

Investeringskosten: 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 kranen). ECN en DNV GL zien dit jaar wederom een significante daling in de turbineprijzen.

Bovenop de turbineprijs komen kosten voor fundering (inclusief heipalen), elektrische infrastructuur in het park, netaansluiting, civiele infrastructuur, bouwrente en CAR-verzekering tijdens de bouw. De meerkosten zijn dit jaar in meer detail bekeken en er is een grote spreiding tussen windparken waargenomen in de informatie die ontvangen is van RVO.NL. De bijdrage van de meerkosten zijn ongewijzigd ten opzichte van de waarde zoals gebruikt voor het eindadvies voor SDE+ 2017. De totale investeringskosten komen hiermee uit op een totaalbedrag van 1200 €/kW.

O&M-kosten: variabele en vaste operationele kosten

De variabele kosten bestaan uit de grondkosten en de kosten voor de garantie- en onderhoudscontracten voor de turbines. Deze laatste zijn dit jaar eveneens gedaald; de garantie- en onderhoudskosten voor de turbine liggen op ongeveer 0,0090 €/kWh. Hierbij dient opgemerkt te worden dat zowel de variabele als de vaste kosten voor garantie- en onderhoudscontracten zijn doorgerekend in het model.

Bovenop de genoemde turbine onderhoudskosten komen de grondkosten. Sinds de SDE+ 2014 rekenen ECN en DNV GL op aangeven van EZ met een jaarlijkse verlaging van 10% op de grondkosten. In de SDE+ 2017 is gerekend met grondkosten die op 0,0035 €/kWh liggen. Voor de SDE+ 2018 worden de grondkosten dus verlaagd naar 0,0032 €/kWh¹⁰. Hiermee komen de totale variabele O&M-kosten voor deze categorie op 0,0122 €/kWh.

De vaste jaarlijkse kosten betreffen kosten voor WA-verzekering, machinebreukverzekering, stilstandverzekering, netinstandhoudingskosten, eigenverbruik, OZB, beheer en land- en wegenonderhoud. Vanwege de verlaging van de OZB zijn de vaste kosten licht gedaald naar 12,3 €/kW.

Verder wordt voor de totale onderhoudskosten, inclusief grondkosten, gerekend met een inflatie van 1,5% per jaar.

¹⁰ Merk op dat de waarde die gerapporteerd is in het kostenonderzoek (april, 2017) onjuist is.

Overige kosten

Participatiekosten en andere bijkomende kosten van windprojecten, zoals (niet bij wet geregelde) opdrachten aan decentrale overheden en kosten ten gevolge van het voorbereidingstraject (inclusief financieringskosten en kosten ten gevolge van juridische procedures), worden door ECN en DNV GL ook niet meegewogen in de berekening van de productiekosten. 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 afzonderlijke turbines berekend met behulp van de specifieke vermogenskromme per windturbine bij de jaargemiddelde windsnelheden uit Figuur 1. In het model wordt de windsnelheid (op een hoogte van 100 meter) uit de tabel gecorrigeerd voor de daadwerkelijke ashoogte van de betreffende turbine. Daarnaast wordt in het model alleen gerekend met de turbines die volgens de IEC-classificering ook daadwerkelijk bij de betreffende windsnelheid geplaatst mogen worden. Bij nieuwe windprojecten wordt veelal gebruik gemaakt van nieuwe types windturbines die bij dezelfde windsnelheden een aanzienlijk groter aantal vollasturen realiseren dan eerder aangenomen, dit heeft een substantieel effect op de daling van de basisbedragen.

Evenals vorig jaar hebben ECN en DNV GL 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*.

Technisch-economische parameters

Voor de berekeningen van de SDE+ 2018 voor windenergie zijn verschillende uitgangspunten gehanteerd en aannames gedaan, die hierboven zijn beschreven. De hieruit resulterende technisch-economische parameters staan in Tabel 26. De parameters worden in de onderstaande tekst nader toegelicht.

Tabel 26: Technisch-economische parameters voor windenergie op land

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Grootte van het referentiepark	[MW]	50,0
Investeringskosten	[€/kW _e]	1200
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e /a]	12,3
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,0122
Opslag voor transactiekosten, basisprijspremie	[€/kWh]	0,0027

5.1.2 Overzicht basisbedragen

De resulterende basisbedragen staan in Tabel 27 en moeten gelezen worden in combinatie met **Figuur 1**, waarin de Nederlandse gemeenten gedifferentieerd zijn naar windsnelheidscategorieën. De kaart bepaalt voor een project tot welk basisbedrag maximaal mag worden ingediend in een bepaalde gemeente.

Bijvoorbeeld: een project in een gemeente met een rode kleur mag indienen voor de categorie 'Wind op land, $\geq 8,0$ m/s' (met een basisbedrag van 0,054 €/kWh) tegen een project specifiek maximum aantal vollasturen.

Tabel 27: Basisbedragen voor Wind op land

Categorie	Basisbedrag (€/kWh)	Kleur gemeenten die mogen indienen
Wind op land, $\geq 8,0$ m/s	0,054	Rood
Wind op land, $\geq 7,5$ en $< 8,0$ m/s	0,059	Oranje
Wind op land, $\geq 7,0$ en $< 7,5$ m/s	0,065	Groen
Wind op land, $< 7,0$ m/s	0,073	Blauw

In Tabel 28 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 28: Overzicht subsidieparameters Wind op land

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,054-0,073
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,026
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x "profiel- en onbalansfactor"	

5.2 Wind op primaire waterkeringen

5.2.1 Uitgangspunten en rekenmethode

Voor de categorie Wind op primaire waterkeringen zijn ECN en DNV GL uitgegaan van windturbines die geplaatst worden binnen de beschermingszones van een primaire waterkering dan wel binnen de kernzone of binnen de beschermingszone aan de waterkant van een primaire waterkering.

Hogere investeringskosten voor Wind op primaire waterkering

Het plaatsen van een windturbine in de categorie Wind op primaire waterkering leidt ten opzichte van de categorie Windenergie 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 primaire waterkeringen bevinden zich vaak op grotere afstand. Bovendien moeten vaak extra boringen onder het wateroppervlak gedaan worden.

Door de daling in de turbineprijzen (zie hoofdstuk 5.1) is evenals voor Wind op land ook een aanpassing in de totale investeringskosten gedaan. Voor Wind op primaire waterkering worden de investeringskosten verlaagd naar 1370 €/kW.

Tabel 29 toont de technisch-economische parameters voor Wind op primaire waterkeringen. Deze parameters zijn, op de investeringskosten na, gelijk aan die van de categorie wind op land. Een toelichting hierop volgt in onderstaande tekst. Voor een toelichting op de overige parameters (en de rekenmethode) wordt verwezen naar hoofdstuk 5.1 over windenergie op land.

Tabel 29: Technisch-economische parameters voor Wind op primaire waterkering

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Installatiegrootte	[MW]	50,0
Investeringskosten	[€/kWh _e]	1370
Vaste O&M-kosten	[€/kWh _e /a]	12,3
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,0122
Opslag voor transactiekosten, basisprijspremie	[€/kWh]	0,0027

5.2.2 Overzicht basisbedragen

De resulterende basisbedragen voor Wind op primaire waterkering staan in Tabel 30 en moeten gelezen worden in combinatie met **Figuur 1**, waarin de Nederlandse gemeenten gedifferentieerd zijn naar windsnelheidscategorieën. Voor deze categorie 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 categorie 'Wind op primaire waterkering, $\geq 8,0$ m/s' (met een basisbedrag van 0,061 €/kWh) tegen een projectspecifiek maximum aantal vollasturen.

Tabel 30: Basisbedragen Wind op primaire waterkering

Categorie	Basisbedrag [€/kWh]	Kleur gemeenten die mogen indienen
Wind op primaire waterkering, $\geq 8,0$ m/s	0,059	Rood
Wind op primaire waterkering, $\geq 7,5$ en $< 8,0$ m/s	0,064	Oranje
Wind op primaire waterkering, $\geq 7,0$ en $< 7,5$ m/s	0,071	Groen
Wind op primaire waterkering, $< 7,0$ m/s	0,079	Blauw

In Tabel 31 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 31: Overzicht subsidieparameters Wind op primaire waterkering

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,059-0,079
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,026
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x "profiel- en onbalansfactor"	

5.3 Wind in meer, water ≥ 1 km²

5.3.1 Uitgangspunten en rekenmethode

Voor Wind in meer is gerekend met een parkgrootte van 150 MW. Door de grootte van het park zijn de zogverliezen, de effecten van windschaduw, hoger dan bij het referentiepark van 50 MW. In deze categorie wordt gerekend met een totaal van 17% projectverliezen in plaats van de 13% die geldt voor de categorie Wind op land. Er is gerekend met een windsnelheid van 8,5 m/s, omdat

aangenomen is dat projecten voor Wind in meer geplaatst worden in water waarboven een relatief hoge gemiddelde windsnelheid heerst.

Door de daling in de turbineprijzen (zie paragraaf 5.1) is evenals voor Wind op land ook een aanpassing in de totale investeringskosten gedaan; deze zijn gedaald naar 2420 €/kW. De garantie- en onderhoudskosten voor de turbines wordt verlaagd naar 0,0115 €/kWh. Hier bovenop komen grondvergoedingen van 0,0032€/kWh, conform de beschrijving in paragraaf 5.1.1., zodat de totale variabele O&M-kosten op 0,0147 €/kWh uit komen.

De vaste kosten bestaan uit de verzekeringskosten, netinstandhoudingskosten, kosten voor eigenverbruik, OZB, kosten voor beheer en kosten voor onderhoud van de Balance of Plant. Voor Wind in meer zijn de kosten voor het onderhoud van de Balance of Plant hoger dan voor Wind op land, wat ook geldt voor de verzekeringskosten en de OZB door de hogere investeringskosten. De vaste kosten worden gesteld op 24 €/kWh.

Tabel 32 toont de technisch-economische parameters voor Wind in meer. Deze parameters wijken af van de parameters gehanteerd voor Wind op land. Een toelichting op de afwijkende parameters is te vinden in bovenstaande tekst.

Tabel 32: Technisch-economische parameters Wind in meer

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Installatiegrootte	[MW]	150
Investeringskosten	[€/kW _e]	2420
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e /a]	24,0
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,0147
Opslag voor transactiekosten, basisprijspremie	[€/kWh]	0,0027

5.3.2 Overzicht basisbedragen

Het resulterende basisbedrag voor Wind in meer en enkele andere subsidieparameters staan in Tabel 33. Evenals voor de andere windenergiecategorieën is voor Wind in meer de vollasturencap afgeschaft, maar geldt een projectspecifieke vollasturencap. Voor Wind in meer is géén winddifferentiatie van toepassing, aangezien er verwacht wordt dat Wind-in-meerprojecten alleen in de windrijkere delen van Nederland ontwikkeld worden.

Tabel 33: Overzicht subsidieparameters Wind in meer

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,093
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,026
Berekeningswijze correctiebedrag	APX x "profiel- en onbalansfactor"	

6. Bevindingen geothermie

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over de categorieën gerelateerd aan geothermie.

Achtereenvolgens worden in de volgende paragrafen besproken:

- Geothermie warmte \geq 500 meter (paragraaf 6.1)
- Geothermie warmte \geq 3500 meter (paragraaf 6.2)
- Geothermie warmte – uitbreidingsprojecten (paragraaf 6.3)
- Geothermie warmte - olie- en gasputten (paragraaf 6.4).

6.1 Geothermie warmte \geq 500 meter

In deze paragraaf wordt het advies voor de categorie voor geothermie ten behoeve van lage temperatuurwarmte nader toegelicht. Hiermee is deze categorie representatief voor het toepassingsgebied van een groot aantal geothermische warmteprojecten, met name in de glastuinbouw.

Stadsverwarmingsprojecten zijn afwijkend van glastuinbouwprojecten en passen daardoor minder goed in deze categorie; omdat een hogere retourtemperatuur en minder vollasturen vaak kenmerkend zijn voor een project dat zich met name richt op stadsverwarming.

Geothermieprojecten met als enkel doel het voeden van stadsverwarmingsnetten zullen daardoor vaak duurder uitvallen dan de referentie-installatie.

Parameters met een grote invloed op het thermisch bronvermogen voor de geothermie projecten in deze categorie zijn onder andere de brontemperatuur (gerelateerd aan onder andere de boordiepte van het doublet) en het debiet van de vloeistofstromen (gerelateerd aan onder andere de aquifer-eigenschappen en de diameter van de productie- en injectiebron). Zowel de boordiepte als de putdiameter hebben een grote invloed op het investeringsbedrag voor geothermische projecten.

Voor de berekening van het basisbedrag voor het SDE+ advies 2018 zijn de gegevens van de in het bovengenoemde kostenonderzoek geanalyseerde projecten (dit zijn zowel gerealiseerde als aangevraagde projecten) gebruikt om ze over vier verschillende vergelijkingsprojecten te verdelen. Deze zijn opgesteld op basis van verschillende boordieptes (2300 en 3000 meter) en verschillende putdiameters (5,5 en 8,5 inch). Het bronvermogen voor de verschillende vergelijkingsprojecten

varieert hierdoor tussen 11 en 18 MW. Bij de berekening van het basisbedrag voor SDE+ 2018 is hiernaast ook rekening gehouden met projecten met grotere bronvermogens. Voor een SDE+ aanvraag is echter de diepte leidend en komen projecten met zowel kleinere als grotere bronvermogens in aanmerking voor SDE+ binnen deze categorie. Voor de vergelijkingsprojecten zijn kosten voor een warmtetransportleiding meegenomen, gebaseerd op de bevindingen uit het kostenonderzoek.

Het basisbedrag voor deze categorie is vastgesteld aan de hand van de referentiecasse zoals weergegeven in Tabel 34 en Tabel 35, waarbij ook de volgende kenmerken van belang zijn:

- Er is een restwaarde meegenomen van 20% van de investeringskosten aan het eind van de SDE+-looptijd van 15 jaar. Ervaring uit het buitenland leert namelijk dat geothermiebronnen veelal langer kunnen blijven produceren dan de 15-jarige looptijd van de SDE+.
- Er worden kosten gereserveerd voor installaties ter afvangst van olie en gas;
- De door de SDE+ regeling gevraagde geologische rapportage valt onder de projectvoorbereidingskosten en is derhalve niet meegenomen in de referentiecasse.

Tabel 34 geeft de technisch-economische parameters weer voor de referentiecasse van deze categorie, met een bronvermogen van 16 MW. In Tabel 35 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 34: Technisch-economische parameters voor Geothermie warmte ≥ 500 meter

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Thermisch outputvermogen	[MW]	16
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	5500
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	1442
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output/a}]	98

Tabel 35: Overzicht subsidieparameters Geothermie warmte ≥ 500 meter

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,048
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,016
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

6.2 Geothermie warmte ≥ 3500 meter

Deze categorie richt zich op hogere temperatuurtoepassingen voor met name industriële processen en wordt gekenmerkt door de grotere boordiepte van het doublet. Ook voor deze categorie zijn meerdere configuraties doorgerekend. Drie theoretische vergelijkingsprojecten zijn hierbij nader bekeken, waarbij de boordiepte 3700, 4000 en 6000 meter bedraagt en de diameter van de put van 8½ inch. Het bronvermogen voor de verschillende cases varieert hierdoor tussen de 15 en 27 MW, maar voor een SDE+ aanvraag is de diepte leidend en mogen projecten met zowel

kleinere als grotere vermogens aanvragen in deze categorie. Voor deze drie vergelijkingsprojecten is een warmtetransportleiding meegenomen, waarvan de lengte varieert van 0,5 kilometer voor het kleinste project tot 4 kilometer voor het project met het hoogste bronvermogen. Vanwege de grotere boordiepte zijn ook kosten voor reservoirstimulatie meegenomen ter hoogte van 4 miljoen euro per doublet.

Voor deze vergelijkingsprojecten is voor ieder van de configuraties de kostprijs uitgerekend. Deze laten vrijwel eenzelfde kostprijs per kWh zien. Het basisbedrag voor deze categorie is vastgesteld op de referentiecasi, zoals weergegeven in Tabel 36 en Tabel 37, waarbij de volgende kenmerken van belang zijn:

- De bouwrente van een constructieperiode van twee jaar is verdisconteerd in de investeringskosten;
- Er is een restwaarde meegenomen van 20% van de investeringskosten aan het eind van de SDE+-looptijd van 15 jaar. Ervaring uit het buitenland leert dat geothermiebronnen veelal langer kunnen blijven produceren.
- Er worden kosten gereserveerd voor installaties ter afvang van olie en gas;
- De door de SDE+ regeling gevraagde geologische rapportage valt onder de projectvoorbereidingskosten en is derhalve niet meegenomen in de referentiecasi.

Tot en met het voorjaar 2017 zijn er geen projecten aangevraagd die werkelijk onder deze categorie vallen. Er is één aanvraag onder deze categorie ingediend maar de aangegeven boordiepte ligt zo dicht bij 3500 meter en de projectdata zo gelijkaardig dat het in de analyse is meegenomen als een project < 3500 meter. Daarom is het niet mogelijk uitspraken te doen over mogelijke aanpassingen van de aannames ten opzichte van het Eindadvies SDE+ 2017. Ook kunnen er geen gefundeerde herberekeningen voor deze categorie afgeleid worden uit de bevindingen van het kostenonderzoek naar de eerste categorie. De gehanteerde waarden uit het Eindadvies SDE+ 2017 zijn dus behouden voor het advies voor 2018.

Tabel 36 geeft de technisch-economische parameters weer voor de referentiecasi van deze categorie, met een boordiepte van 3700 meter en een bronvermogen van 15 MW. Zie ook Tabel 37 voor overige subsidieparameters. In Tabel 37 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 36: Technisch-economische parameters Geothermie warmte \geq 3500 meter

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Thermisch outputvermogen	[MW]	15
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	2393
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output} /a]	86
Variabele O&M-kosten	[€/kW _{th_output}]	0,0057

Tabel 37: Overzicht subsidieparameters Geothermie warmte \geq 3500 meter

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,057
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,016
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

Gebrek aan data leidt ertoe dat voor dit advies nog geen uitspraken gedaan kunnen worden over opname van UDG als afzonderlijke categorie in de SDE+ regeling, noch over mogelijke specifieke basisbedragen voor UDG. UDG aanvragen onder deze tweede categorie “Geothermie warmte \geq 3500 meter” blijft evenwel mogelijk voor geïnteresseerde partijen.

6.3 Geothermie warmte; uitbreidingsprojecten

Geothermische projecten kunnen hun vermogen en dus duurzame warmteproductie vergroten door het uitbreiden van het project met een extra put. Het Ministerie van Economische Zaken heeft aan ECN, DNV GL en TNO gevraagd om te adviseren over de mogelijkheid om de uitbreiding van geothermieprojecten. Door het boren van een extra put zal het geothermisch doublet veranderen in een geothermisch triplet.

Qua configuratie is er van uit gegaan dat de derde put tot een vergelijkbare diepte als het bestaande doublet wordt geboord. Waar een doublet bestaat uit een productie- en injectieput, heeft een triplet twee productieputten en één injectieput, of twee injectieputten en één productieput. Die uitbreiding kan dus zowel een productie- als injectieput zijn. Naast de boorkosten voor het boren van de derde put zijn ook de benodigde bovengrondse aanpassingen meegenomen bij de bepaling van het voorgestelde basisbedrag. Dit zijn bijvoorbeeld kosten voor de pompen, warmtewisselaars, warmtetransportleiding en uitbreiding van de installatie voor olie- en gasafvangst.

Het extra debiet dat wordt gerealiseerd door het boren van een extra put, kent verscheidene onzekerheden die een significant effect kunnen hebben op de kostprijs. Echter, een vergelijkbare onzekerheid in kostprijs bestaat ook voor nieuwe geothermische doubletten. Omdat de bandbreedte van de onzekerheid in kosten voor nieuwe geothermiedoubletten en uitbreiding d.m.v. een extra put erg overeenkomt, kunnen we concluderen dat een acceptabel rendement worden behaald door deze manier van uitbreiden indien deze uitbreidingsmogelijkheid tegen dezelfde voorwaarden opengesteld wordt. Daarnaast willen we vermelden dat er naast het boren van een extra geothermieput ook andere mogelijkheden tot projectuitbreiding zijn, welke niet in deze berekening zijn meegenomen, zoals bijvoorbeeld fracking, multilateral drilling of simpelweg het verhogen van de pompdruk.

De onderhoudskosten (OPEX per kW) voor een dergelijke derde put wijken niet af van die van een doublet. Uit de projectaanvragen blijkt dat het boren van een derde put vaak een beduidende vermogenstoename realiseert. Maar net zoals bij doubletten bestaat de kans dat het producerend vermogen niet het niveau haalt van het aangevraagde vermogen. Ook hier wordt een factor van 86% gehanteerd om de CAPEX per kW te herleiden.

Tabel 38 geeft de technisch-economische parameters weer voor de referentiecasi van deze categorie, met een boordiepte van 2200 meter en met een bronvermogen van 14,5 MW. Voor derde put projecten zal veelal gelden dat deze alleen worden uitgevoerd, als het debiet gunstig ingeschat kan worden. Hogere debieten in de ondergrond uiten zich ook in een lagere kostprijs. Zie ook Tabel 39 voor overige subsidieparameters.

Tabel 38: Technisch-economische parameters Geothermie warmte uitbreiding

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Thermisch outputvermogen	[MW]	14
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	5500
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	571
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output} /a]	98
Variabele O&M-kosten	[€/kW _{th_output}]	-

Tabel 39: Overzicht subsidieparameters Geothermie warmte uitbreiding

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,031
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,016
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

6.4 Geothermie in olie- of gasputten

Geothermische warmte kan gewonnen worden uit putten die uit productie genomen worden en uit droge exploratieputten (hierin is geen olie/gas aangetroffen).

Voor het SDE+ advies 2018 zijn de volgende varianten doorgerekend;

- Verlaten olie of gas-put dient als injectieput in een geothermisch doublet
- Twee verlaten olie of gasputten dienen als geothermisch doublet
- Verlaten olie of gasput als DBHE (Deep Borehole Heat Exchanger).

Bij de berekening van bovengenoemde varianten, is geen rekening gehouden met de opbrengsten van eventuele bijvangst van olie of gas, uit een verlaten olie of gas put, omdat ervan uit gegaan is dat bij aanvraag voor SDE+ subsidie voor geothermie, deze bijvangst minimaal tot nihil dient te zijn. Er wordt vooralsnog geen advies voor de SDE+ uitgebracht over het inzetten van extractie van geothermische warmte uit een olieput (enhanced oil recovery)¹¹.

Zoals hieronder nader wordt toegelicht is één van de belangrijke parameters om de CAPEX per kW en de OPEX per kW te bepalen, het te verwachte bronvermogen. Dit bronvermogen kent waarschijnlijk een variatie voor verschillende projectaanvragen. Op dit moment zijn er nog geen daadwerkelijke geothermie aanvragen voor olie of gasputten gedaan, waardoor specifieke marktervaringsgetallen op dit moment nog ontbreken. De variatie in de verwachte bronvermogens veroorzaakt een spreiding op deze CAPEX en OPEX waarden per kW, en daarmee ook op het basisbedrag. Voor onderstaand beschreven opties ‘Verlaten olie of gas-put dient als injectieput in een geothermisch doublet.’ en ‘Twee verlaten olie of gasputten dienen als geothermisch doublet’ geldt dat projecten die in deze categorieën vallen voor een deel ook uit zullen kunnen in de eerste categorie voor geothermische warmte ≥ 500 meter. De optie “Verlaten olie- of gasput als DBHE (deep borehole heat exchanger)” is duurder, en kan niet uit binnen de categorie voor geothermische warmte ≥ 500 meter.

Onderstaand wordt een toelichting gegeven op deze verschillende varianten, waarbij de technisch economische parameters worden gegeven, alsook de subsidieparameters.

Geothermie: Verlaten olie- of gasput dient als injectieput voor een nieuw geothermisch doublet

Verlaten olie of gasputten kunnen worden ingezet als *injectieput*, waarbij de ‘production tubing’ en ‘packer’ verwijderd dient te worden uit de verlaten put. Hierna dient een opening gemaakt te worden naar het geothermisch reservoir. Het boren van een extra productieput is hierbij dan noodzakelijk. Een overzicht hiervan wordt gegeven in onderstaande Tabel 40 en Tabel 41.

¹¹ *Extractie van geothermische warmte uit olieput (enhanced oil recovery)*; Indien in een olieveld een waterdruk wordt aangebracht, ten behoeve van het delven van aardolie, zal na enige tijd (bijvoorbeeld 20 jaar) de hoeveelheid water aan de productiezijde toenemen. Geothermische warmte kan hierbij gewonnen worden. Over deze variant wordt geen advies uitgebracht.

Tabel 40: Technisch-economische parameters, Verlaten olie- of gasput dient als injectieput voor een nieuw geothermisch doublet.

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Thermisch outputvermogen	[MW]	10 ¹²
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	5500
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	1573
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output} /a]	98

Tabel 41: Overzicht subsidieparameters Geothermie, Verlaten olie- of gasput dient als injectieput voor een nieuw geothermisch doublet.

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,052
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,016
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

Geothermie: Twee verlaten olie- of gasputten dienen als geothermisch doublet

Situaties waarbij een geothermisch doublet samengesteld kan worden uit twee verlaten putten, lijken zeldzaam en zijn sterk locatieafhankelijk, met name voor de onderlinge afstand tussen beide putten, een geologisch geschikte ondergrond voor geothermie projecten en nog meer van het voorhanden zijn van een voldoende grote nabije warmtevraag. Toch hebben ze een potentieel voor kostenreductie. Bij de bestaande gasputten dient de *production tubing* en *packer* verwijderd te worden. Vanuit de bestaande gasputten dient een opening gemaakt te worden naar het geothermisch reservoir. Een overzicht hiervan wordt gegeven in onderstaande Tabel 42 en Tabel 43.

Tabel 42: Technisch-economische parameters, twee verlaten olie- of gasputten dienen als geothermisch doublet

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Thermisch outputvermogen	[MW]	10
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	5500
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	1139
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output} /a]	98

Tabel 43: Overzicht subsidieparameters Geothermie, twee verlaten olie- of gasputten dienen als geothermisch doublet.

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,043
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,016
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

¹² Aangezien vermogen sterk afhankelijk is van het temperatuurverschil en nog meer van het debiet, zijn hier voorlopige cijfers op basis van 150 m³/uur gegeven.

Geothermie: Verlaten olie- of gasput als DBHE (Deep Borehole Heat Exchanger's)

Eén verlaten olie of gasput kan worden voorzien van een dubbelwandige en inwendig geïsoleerde buis. Koud water wordt geïnjecteerd in de mantel, en via de inwendige buis wordt het opgewarmde water weer omhoog gepompt. Deze technologie maakt geen gebruik van een geothermisch reservoir, het geïnjecteerde water wordt opgewarmd door convectie. De haalbare temperatuur aan de oppervlakte ligt lager dan bij een open geothermiebron en bedraagt 45 tot 60 graden Celsius. Het bronvermogen ligt hierdoor lager dan bij een geothermische doublet bereikt kan worden (rond de 200-300 kW per put). Een overzicht hiervan wordt gegeven in onderstaande Tabel 44 en Tabel 45.

Tabel 44: Technisch-economische parameters, Verlaten olie- of gasput als DBHE (Deep borehole heat exchanger's)

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Thermisch outputvermogen	[MW]	0,2
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	5500
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	5748
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output} /a]	98

Tabel 45: Overzicht subsidieparameters Geothermie , Verlaten olie- of gasput als DBHE (Deep borehole heat exchanger's)

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,138
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,028
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

7. Bevindingen waterzuivering

Uitgangspunt

ECN en DNV GL adviseren om een technologieneutrale subsidiestructuur op te richten die een bandbreedte aan technologieën de mogelijkheid biedt om subsidies aan te vragen voor afval- en rioolwaterzuiveringsinstallaties (AWZI/RWZI). Dit advies is mede tot stand gekomen na discussie met de Unie van Waterschappen en het ministerie van Economische Zaken.

Aangezien mesofiele vergisting van primaire slib al een positieve businesscase heeft (dus geen subsidies nodig heeft¹³), is de analyse gericht op technologieën die leiden tot meer biogasproductie, zoals thermofiele gisting van secundair slib, thermische drukhydrolyse (TDH), warmtebehandeling en meertrapsgisting. Onder de nieuwe subsidiestructuur kunnen deze technologieën ook in aanmerking komen voor subsidies.

De berekening van het basisbedrag en de specificaties van de referentietechnologie zijn gebaseerd op de meest kostenefficiënte technologie die ook toegepast zou kunnen worden in het kader van het energiefabriekconcept. De volgende paragrafen presenteren de bevindingen voor de volgende categorieën:

- AWZI/RWZI, gecombineerde opwekking (paragraaf 7.1)
- AWZI/RWZI, hernieuwbaar gas (paragraaf 7.2)
- AWZI/RWZI, hernieuwbaar warmte (paragraaf 7.3).

Onderbouwing van de keuze voor de referentie-installatie

Zoals vermeld in de inleiding is het basisbedrag technologieneutraal: elke bestaande slibvergistinginstallatie die biogas produceert of nieuwe installaties die focussen op secundaire slibgisting kunnen in aanmerking komen voor SDE+-subsidies. Er zijn veel technologieën waarvan de toepassing leidt tot meer biogasproductie (en verdere gisting van secundair slib). In dit conceptadvies wordt een vergelijking gemaakt tussen verschillende opties om de meest kostenefficiënte technologie te kunnen bepalen die ook toegepast zou kunnen worden in het kader van het energiefabriek-concept. De volgende opties zijn meegenomen in de analyse: uitbreiding mesofiele slibgisting met als doel om ook secundair slib te vergisten, thermofiele gisting van secundair slib, thermische drukhydrolyse (TDH) dat leidt tot een hoger biogasopbrengst per ton vergist slib, meetrapvergisting en warmtebehandelingstechnologieën.

¹³ De toepassing van slibgisting heeft een veeltal redenen, o.a. de reductie van proceskosten, verbeterde ontwatering en stabilisatie van slib, reductie van pathogene micro-organismen en biogasproductie voor de terugwinning van energie. Om die redenen heeft vergisting van RWZI slib geen subsidie nodig omdat het onderdeel is van het waterzuiverings- en slibreductieproces.

Tabel 46 presenteert de berekeningen van het basisbedrag voor de verschillende technologieën. Er wordt verschil gemaakt tussen het basisbedrag voor de totale biogasproductie en het basisbedrag voor het additioneel geproduceerd biogas (in vergelijking met *state of the art* mesofiele vergisting als onderdeel van het waterzuiveringsproces).

Tabel 46: basisbedragen voor verschillende technieken(WKK)

Type installatie	Unit	Basisbedragen op basis van totale biogaslevering	Basisbedragen op basis van extra biogaslevering
<i>Uitbreiding mesofiele gisting</i>	€/kWh	0,049	0,070
Nieuw thermofiele gisting*	€/kWh	0,048	0,073
<i>Thermische drukhydrolyse</i>	€/kWh	0,084	0,163
<i>Meertrapgisting</i>	€/kWh	0,088	0,147
<i>Warmtebehandeling</i>	€/kWh	0,123	0,160

* De eerste berekening veronderstelt een nieuwe installatie voor thermofiele slibgisting terwijl de tweede berekening het verschil weergeeft tussen thermofiele vs. mesofiele gisting als referentie-installatie

TDH, meertrapgisting en warmtebehandeling technologieën komen op hogere basisbedragen uit dan het maximale SDE+-basisbedrag van 0,13 €/kWh voor extra biogasproductie. De resultaten voor uitbreiding van mesofiele slibgisting en realisatie van een nieuwe thermofiele slibgisting liggen in dezelfde orde van grootte en vormen de meest kostenefficiënte technologieën. Als referentietechnologie is gekozen voor een nieuwe thermofiele slibgistingsinstallatie omdat deze representatief wordt geacht voor één uitbreiding van een bestaande installatie voor meer biogasproductie én een nieuwe installatie dat zich richt op de vergisting van secundair slib.

7.1 AWZI/RWZI, gecombineerde opwekking

Voor deze categorie wordt een basisbedrag berekend voor thermofiele vergistingsinstallaties waarin secundair slib, afkomstig van meerdere RWZI's, centraal wordt verwerkt waarna het geproduceerde biogas door middel van een WKK-installatie wordt omgezet in warmte en elektriciteit. Het geadviseerde basisbedrag is op dezelfde technisch-economische parameterwaarden gebaseerd als het advies voor 2017. De case is berekend op basis van een slibverwerkingsprijs van 64 €/ton die wordt uitgespaard bij nuttige toepassing door vergisting. Deze waarde is gekozen als laagste prijs: indien gerekend wordt met nog lagere slibverwerkingsprijzen zal het basisbedrag zeer sterk toenemen, terwijl het gehele waterzuiveringsproces goedkoper wordt. Voor deze case is uitgegaan van informatie verstrekt door waterschappen. 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. Dit komt terug als negatief bedrag bij de O&M-kosten. Daarnaast zijn de kosten voor de gasmotor-WKK in de case meegenomen.

In Tabel 47 zijn de technische-economische parameters weergegeven. In Tabel 48 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 47: Technisch-economische parameters voor RWZI, centrale thermofiele vergisting van secundair slib

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Inputvermogen	[MW _{th_input}]	1,90
Elektrisch vermogen	[MW _e]	0,70
Thermisch outputvermogen	[MW _{th_output}]	0,92
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	4000
Maximaal elektrisch rendement	[%]	37%
Investeringskosten	[€/kW _e]	6485
Vaste O&M-kosten	[€/kW _e]	-493

Tabel 48: Overzicht subsidieparameters RWZI, centrale thermofiele vergisting van secundair slib

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,048
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Warmtekrachtverhouding	E:W	0,66
Samengesteld aantal vollasturen	uur/jaar	5729
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	PM
Berekeningswijze correctiebedrag	$(APX + TTF \times 70\% \times WK) / (1 + WK)$	

7.2 AWZI/RWZI, Hernieuwbaar gas

Als referentie voor deze categorie wordt uitgegaan van een thermofiele vergister met een productiecapaciteit van ca. 200 Nm³/uur hernieuwbaar gas. Het geproduceerde biogas wordt opgewerkt tot hernieuwbaar gas. Als referentie-gaszuiveringstechniek is gekozen voor membraantechnologie, aangezien deze technologie voor meerdere recente hernieuwbaar-gasprojecten is toegepast.

De warmte die nodig is voor het verwarmen van de vergister wordt opgewekt door een deel van het ruwe biogas in een ketel te verstoken. De vereiste elektriciteit wordt afgenomen van het net. Zie Tabel 49 voor de technisch-economische parameters van productie van hernieuwbaar gas bij de RWZI.

In Tabel 50 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 49: Technisch-economische parameters voor AWZI/RWZI, hernieuwbaar gas

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Referentiegrootte	[kW input]	1900
Vollasturen	[h/a]	8000
Investeringskosten	[€/kW output]	6208
Vaste O&M-kosten	[€/kW output]	-493
Rendement gaszuivering	[%]	99,9%

Tabel 50: Overzicht subsidieparameters AWZI/RWZI (hernieuwbaar gas)

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2016	[€/kWh]	0,032
Basisprijs SDE+ 2016	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,020
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF	

7.3 AWZI/RWZI Warmte

De referentie-installatie voor de productie van hernieuwbare warmte is gebaseerd op thermofiele vergistingstechnologie. In de referentie-installatie wordt een ketel van 1,9 MW toegepast. In Tabel 51 staan de technisch-economische parameters van RWZI voor warmte. In Tabel 52 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 51: Technisch-economische parameters AWZI/RWZI warmte

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Inputvermogen	[MW _{th_input}]	1,9
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	6049
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output}]	-493

Tabel 52: Overzicht subsidieparameters AWZI/RWZI warmte

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,031
Basisprijs SDE+ 2016	[€/kWh]	
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	PM
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

8. Bevindingen verbranding en vergassing van biomassa

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen over de 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:

- Gehanteerde prijzen voor biomassaverbranding en -vergassing (paragraaf 8.1)
- Biomassavergassing ($\geq 95\%$ biogeen) (paragraaf 8.2)
- Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,1 - 5 MWth (paragraaf 8.3)
- Ketel op vaste of vloeibare biomassa, ≥ 5 MWth (paragraaf 8.4)
- Ketel op vloeibare biomassa (paragraaf 8.5)
- Ketel industriële stoom uit houtpellets (paragraaf 8.6)
- Gecombineerde warmte en kracht uit industriële stoom uit houtpellets > 5 MWth en < 100 MWe (paragraaf 8.7)
- Thermische conversie van biomassa, < 100 MW_e (paragraaf 8.8)
- Directe inzet van houtpellets voor industriële toepassingen (paragraaf 8.9).

8.1 Gehanteerde prijzen voor verbranding en vergassing van biomassa

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

Tabel 56 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 53: Gehanteerde biomassaprijzen voor installaties die SDE+ in 2018 aanvragen

Biomassa voor verbranding en vergassing	Energie-inhoud	Prijs	Referentieprij
	[GJ/ton]	[€/ton]	[€/GJ]
Vaste biomassa			
Snoei- en dunningshout	9	50	5,6
Houtpellets, ketels	17	170	9,1
B-hout	13	0	0,0
Vloeibare biomassa			
Dierlijk vet	39	610	15,6

Snoei- en dunningshout

Afhankelijk van het project, worden diverse kwaliteiten van biomassa ingezet, van verschillende origine, met verschillende contracteringsvormen en daarmee dus met zeer verschillende prijsstellingen. De referentiebrandstof voor nieuwe installaties voor thermische conversie van vaste biomassa en voor ketels op vaste biomassa is snoei- en dunningshout. De biomassa bestaat uit vers hout (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 50 €/ton aangenomen ofwel 5,6 €/GJ. Dit is een representatieve prijs voor huidige grootschalige lokale inkoop en zit aan de onderkant van marktprijzen voor kleinschalige inkoop¹⁴. De prijs is tevens aan de onderkant van de prijsrange van aangekochte gekwalificeerde houtchips uit het buitenland¹⁵. Ten opzichte van het advies van vorig jaar wordt dezelfde prijs gehanteerd.

Houtpellets

Voor de categorie Ketel industriële stoom uit houtpellets (warmte, pellets) wordt voor de biomassa-brandstof uitgegaan van schone, witte houtpellets met een stookwaarde van 17,0 MJ/kg conform de handelsdefinitie. De kosten zijn vastgesteld op 155 €/ton. Deze prijs is gebaseerd op input verkregen vanuit de markt (zowel van pelletproducenten als van energiebedrijven) en openbare bronnen zoals de Argus-index (actuele spotprijzen en *forwards*). De afgelopen twee jaar laat de spotmarkt een dalende trend in de pelletprijzen (in Amerikaanse dollar per ton) zien. Deze dalende trend werd echter in 2015 volledig gecompenseerd door een stijging van de dollarkoers (zowel actueel als in de termijnmarkt voor euro-dollar-*futures*), waardoor de prijzen in euro per ton per saldo vrij stabiel bleven. In 2016 zijn de spotprijzen in dollar/ton voor pellets gedaald, maar de termijnmarkten laten in 2017 een forwardprijs zien die terugkeert naar het oude niveau van 2015.

De prijs is opgebouwd uit:

- Voor de categorie Ketel industriële stoom uit houtpellets: 155 €/ton voor levering bij de industriële gebruiker, bestaande uit 135 €/ton voor de prijs CIF ARA en 20 €/ton voor de logistieke kosten voor het vervoer van haven naar centrale. Deze kosten bevatten aanvullende opslagkosten (silo's), een extra overslagstap en vervoer per vrachtauto (max 150 km). Daar bovenop 15 €/ton brandstofprijsoverslag (voor langetermijncontractering en valutarisico's).

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.

¹⁴ Op basis van een groot aantal (vertrouwelijke) bronnen.

¹⁵ Bronnen: Argus, CARMEN

B-hout

B-hout is afvalhout met een geringe mate van vervuiling, bijvoorbeeld doordat het geleverd, gelakt of verlijmd is. Vooral nog lijkt het realistisch om aan te nemen dat er in ieder geval een tijdelijk overschot van B-hout is op de Nederlandse markt, hoewel partijen die momenteel B-hout gebruiken ook aangetoond hebben dat dit niet op alle momenten in het jaar het geval was. De toename in beschikbaarheid is met name het gevolg van verhoogde bouwactiviteit door de economische groei en van een krimpende spaanplaatindustrie. Aan de andere kant neemt de vraag naar B-hout zeer waarschijnlijk toe. In de UK (en mogelijk ook België) zal de komende jaren extra capaciteit online komen voor het omzetten van afvalhout in energie. Het is, op basis van de huidige globale inventarisatie van beïnvloedende factoren, niet te voorspellen of de toename in afvalhout door de groei van de bouwsector (of andere economische sectoren) in Nederland en omliggende landen, in combinatie met een afname aan vraag vanuit de spaanplatensector, volledig en structureel gedekt wordt door de toename in capaciteit in met name de UK.

De brandstofprijs voor B-hout wordt daarom verondersteld te liggen op 0 €/ton, met een bijbehorende energie-inhoud van 13 GJ/ton. Deze prijs is lager dan de prijs die gehanteerd is in advies SDE+ 2016. Het gaat ervan uit dat het alternatief is om het B-hout zonder winst of verlies te exporteren naar het buitenland.

Partijen die een B-houtgestookte energie-installatie willen ontwikkelen worden uitgenodigd een projectomschrijving aan te leveren.

8.1.1 Vloeibare biomassa

Uit de bevindingen eerder dit jaar blijkt dat de prijs van vloeibare oliën sterk kan variëren afhankelijk van herkomst, type en gebruik. Uit een beperkte steekproef uitgevoerd eerder dit jaar blijkt dat voor gerealiseerde projecten dierlijke vetzuren gecontracteerd kunnen worden voor een minimale prijs tussen 420 en 530 €/ton. Wanneer we rekening houden met een prijs van 470 €/ton nu, maar tevens de afgelopen vijf jaar beschouwen via een vijfjarig gemiddelde, levert dit een prijs van 574 €/ton bij een stookwaarde van 39 GJ/ton. Voor plantaardige oliën is er een goed ontwikkelde internationale markt. De prijzen voor deze oliën liggen echter hoger dan de prijs voor dierlijke vetten. Pyrolyse-olie is niet meegenomen in deze analyse.

Per 1 juli 2017 vervalt de accijnsvrijstelling voor vloeibare biomassa. Dat leidt ertoe dat betrokken bedrijven het accijnstarief van stookolie à 0,0364 €/kg moeten betalen, ofwel 36,4 €/ton. Daarom wordt gerekend met een netto biomasprijs van 610 €/ton.

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

Een bio-SNG-centrale voor groengasproductie door vergassing bestaat uit drie onderdelen: vergassings-, gasreinigings- en gasopwaarderingsinstallatie. In de vergassingsinstallatie wordt vaste biomassa omgezet in gasvormige brandstof, syngas genoemd. In de gasreinigingsinstallatie worden onzuiverheden uit het gas verwijderd. Tenslotte wordt het gas opgewaardeerd tot aardgaskwaliteit (bio-SNG) waarna het als hernieuwbaar gas in het aardgasnet ingevoerd kan worden.

De referentie-installatie heeft een productievermogen van circa 1479 Nm³ groen gas/ uur. Het energetisch rendement van vergassing naar bio-SNG is 65%. Dit rendement is gelijkgesteld aan het

advies van vorig jaar en wordt bevestigd door recente bevindingen. Hogere rendementen lijken op langere termijn wel haalbaar. 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 gasopwaardering-installatie zorgt voor een complexe productie-installatie, daarom wordt uitgegaan van een relatief laag aantal van 7500 vollasturen per jaar. Het aantal projecten dat momenteel in ontwikkeling is, is zeer beperkt. Recente kostengegevens uit deze projecten laten zien dat de geschatte investeringskosten en operationele kosten lager zijn dan aangenomen in voorgaande jaren. Op basis hiervan worden de investeringskosten verlaagd naar 2750 €/kW_{output}. Dit bedrag omvat vergassing, reiniging, opwaardering en invoeding in het gasnet. De O&M kosten worden op basis van de recente bevindingen verlaagd naar 170 €/kW_{output}. Zie Tabel 57 voor de technisch-economische parameters. In Tabel 55 is het basisbedrag weergegeven. Daarnaast staan in deze tabel ook de basisprijs, de contractkosten, het correctiebedrag.

Tabel 54: Technisch-economische parameters vergassing van biomassa ($\geq 95\%$ biogeen)

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Referentiegrootte	[Nm ³ /h output]	1479
Vollasturen	[h/a]	7500
Investeringskosten	[€/kW _{output}]	2750
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{output}]	170
Energie-inhoud substraat	[GJ/ton]	9
Grondstofkosten	[€/ton]	50

Tabel 55: Overzicht subsidieparameters Biomassavergassing ($\geq 95\%$ biogeen)

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2017	[€/kWh]	0,100
Basisprijs SDE+ 2017	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,020
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF	

8.3 Ketel op vaste of vloeibare biomassa 0,1 – 0,5 MW_{th} en 0,5 - 5 MW_{th}

De referentie-installatie voor de vermogensklassen 0,1 – 0,5 MW_{th} en 0,5 - 5 MW_{th} is een heetwaterketel met een verbrandingsrooster waar snoei- en dunningshout (houtsnipper) ingezet worden als referentie-brandstof. Er is rekening gehouden met investeringen nodig voor rookgasreiniging in het kader van het Activiteitenbesluit. Zo is er voor installaties >1 MW_{th} een stoffilter meegenomen). Uitgaande van de verruiming van de NO_x-emissie-eis van installaties met een vermogen tussen 1 en 5 MW_{th} in het activiteitenbesluit is er geen DeNO_x-installatie benodigd voor deze categorie.

Om de categorie (beide vermogensklassen) zo goed mogelijk aan te laten sluiten bij het merendeel van de projecten is het aantal veronderstelde vollasturen gezet op 3000 uur. Uit het kostenbevindingsonderzoek blijkt dat deze vollasturen niet altijd gehaald worden, echter, er zijn ook projecten die meer vollasturen halen. Als gemiddeld aantal vollasturen is 3000 uur genomen.

De investeringskosten voor de ketels in de vermogensklasse 0,1 – 0,5 MW_{th} waren gesteld op 510 €/kW_{th} output en de vaste operationele kosten op 34 euro/kW. Uit de marktconsultatie bleek echter dat voor deze installaties soms bijkomende kosten gemaakt dienen te worden voor civiele werken die noodzakelijk zijn voor de installatie (behuizing ketel, brandstofopslag). Op basis van ontvangen projectinformatie bedragen deze civiele kosten gemiddeld 15% van de investeringen. Voor het advies SDE+2018 worden bijgevolg de investeringskosten opgehoogd naar 585 €/kW, de operationele kosten blijven behouden. Het referentievermogen blijft 300 kW.

Voor de ketels in de vermogensklasse 0,5 – 5 MW_{th} kwam uit de kostenbevindingsstudie naar voren dat de gemiddelde investeringskosten voor een installatie op houtsnippers per kW output lager liggen dan het bedrag van het eindadvies 2017, gemiddeld 350 €/kW in plaats van 480 €/kW. Ook de gemiddelde vaste operationele kosten liggen lager, 20 €/kW in plaats van 34 €/kW. De kosten vertonen wel een grote spreiding. Uit het onderzoek bleek ook dat er kostenverschillen zijn tussen installaties op houtsnippers en die op pellets. Installaties op pellets zijn gemiddeld iets kleiner in vermogen en gemiddeld iets duurder. Echter ook hier treden grote spreidingen op in kosten voor eenzelfde vermogen. Om aanvragen voor beide types installaties mogelijk te houden binnen één categorie wordt het investeringsbedrag behouden op 480 €/kW, het referentievermogen wordt wel verhoogd naar 1000 kW. De operationele kosten worden verlaagd naar 20 €/kW en de brandstofkosten worden gelijk gehouden op 50 €/ton.

Tabel 56 geeft de technisch-economische parameters voor ketels op vaste biomassa. In Tabel 57 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven. Voor de kleinere ketels wordt geadviseerd een hoger correctiebedrag te hanteren, vanwege een groter mogelijk voordeel uit vermeden energiebelasting.

Tabel 56: Ketels op vaste biomassa 0,1-0,5 MW_{th} en 0,5-5 MW_{th}

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018	Advies SDE+ 2018
		0,1-0,5 MW _{th}	0,5-5 MW _{th}
Thermisch outputvermogen	[MW _{th_output}]	0,30	1,0
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	3000	3000
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	585	480
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output}]	34	20
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	9,0	9,0
Brandstofprijs	[€/ton]	50	50

Tabel 57: Overzicht Subsidieparameters Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,1-0,5 MW_{th} en 0,5-5 MW_{th}

	Eenheid	Advies SDE+ 2018 0,1-0,5 MW _{th}	Advies SDE+ 2018 0,5-5 MW _{th}
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,059	0,050
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,058	0,028
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement		

8.4 Ketel op vaste of vloeibare biomassa ≥ 5 MW_{th}

Net als verleden jaar wordt uitgegaan van een referentie-installatie die bestaat uit een snoeihout-gestookte stoomketel. De installatie heeft een referentie-grootte van 10 MW_{th} output. Het snoeihout wordt ontvangen en opgeslagen in bunkers (voorraad voor enkele dagen tot een week). Het hout wordt vervolgens getransporteerd naar een verbrandingsrooster waar het verbrand wordt. De warmte wordt geleverd aan nabijgelegen industrie of middels een warmtewisselaar overgedragen aan een warmtenet. 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}. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat door toepassing van een SNCR-installatie de NO_x voldoende gereduceerd kan worden. Daarnaast is rekening gehouden met hogere investeringen ten opzichte van de referentie-installatie voor de categorie 0,5-5 MW_{th} betreffende aanvullende biomassaopslag en stoffilters. Tenslotte ziet men in de praktijk dat volledige civiele werken nodig zijn, inclusief funderingen, gebouwen en wegbruggen. Op basis van de bevindingen eerder dit jaar, zijn de investeringskosten daarom verhoogd naar 850 €/kW_{th} output. Vaste O&M-kosten bevatten onder meer kosten voor asafzet, vaste kosten voor (uitbesteed) onderhoud en tevens 0,5 fte aan loonkosten voor bedrijfsvoering. Op basis van de bevindingen en om beter aan te sluiten bij de realiteit worden de vaste O&M-kosten verlaagd naar 52 €/kW_{th} output, tevens worden de variabele kosten verhoogd naar 0,0024 €/kWh_{th} output.

In deze categorie is het mogelijk om warmtelevering of stoomlevering te realiseren met een ketel op vaste biomassa ter vervanging van een gasgestookte 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 (≥ 5 MW) is weergegeven in Tabel 58. In Tabel 59 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 58: Technisch-economische parameters voor Ketel op vaste of vloeibare biomassa, ≥ 5 MW_{th}

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Thermisch outputvermogen	[MW _{th_output}]	10
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	850
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output}]	52
Variabele O&M-kosten	[€/kWh _{th_output}]	0,0024
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	9,0
Brandstofprijs	[€/ton]	50

Tabel 59: Overzicht subsidieparameters Ketel op vaste of vloeibare biomassa, $\geq 5 \text{ MW}_{\text{th}}$

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,048
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,016
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

8.5 Ketel op vloeibare biomassa

In sommige gevallen zijn gasgestookte ketels relatief snel en eenvoudig te vervangen door ketels op vloeibare biomassa, zoals bijvoorbeeld dierlijk of plantaardig vet. Als referentie-brandstof is gekozen voor dierlijk vet. Voor de investeringskosten wordt uitgegaan van het gebruik van een bestaande ketel, waarbij de branders in de ketel vervangen worden. Tevens wordt rekening gehouden met bijbehorend leidingwerk. 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 60 staan de parameters met betrekking op een ketel op vloeibare biomassa. In Tabel 61 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 60: Technisch-economische parameters voor Ketel op vloeibare biomassa

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Thermisch outputvermogen	[$\text{MW}_{\text{th_output}}$]	10
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000
Investeringskosten	[€/kWh _{th_output}]	20
Vaste O&M-kosten	[€/kWh _{th_output}]	4
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	39,0
Brandstofprijs	[€/ton]	610

Tabel 61: Overzicht subsidieparameters Ketel op vloeibare biomassa

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2017	[€/kWh]	0,064
Basisprijs SDE+ 2017	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,028
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

8.6 Ketel industriële stoom uit houtpellets > 5 MW_{th}

Voor deze categorie is de referentie-installatie een waterpijpketel met rooster die stoom levert, waarbij houtpellets ingezet worden als referentiebrandstof. De opslag vindt plaats in silo's. Net als vorig jaar wordt geadviseerd de ondergrens op 5 MW_{th} te zetten.

De referentieketel is een 30 bar stoomketel met een leveringsvermogen van 20 MW_{th}. Daarmee is de schaalgrootte van de ketel kleiner dan die van verleden jaar, en vormt deze een gemiddelde van een aantal geplande projecten. De ketel wordt verondersteld een rendement van 90% te hebben. De markt heeft aangegeven dat de ketel meer dan 7000 uur kan leveren in basislast-bedrijf. Daarom is het aantal vollasturen warmteafzet verhoogd van 7000 naar 8500 uur per jaar. De investeringskosten van de referentie-installatie waren vorig jaar 560 €/kW_{th}, output met bijbehorende O&M-kosten van 36 €/kW_{th}, output. In dit conceptadvies worden de volledige bouwkundige kosten meegenomen, en wordt tevens de schaalverkleining meegenomen. Dientengevolge worden de investeringskosten gesteld op 800 €/kW_{th}. Hierbij wordt rekening gehouden met een pelletopslag van ongeveer 4 dagen. Er wordt tevens uitgegaan van een SCR installatie voor de reductie van NOx. De vaste O&M-kosten bij deze categorie zijn ietwat verhoogd ten opzichte van vorig jaar naar 48 €/kW_{th} output en omvat onder meer kosten voor onderhoud en bedrijfsvoering (centrale wacht, waarvoor 2 fte voor rekening komt van de ketel).

De technisch-economische parameters zijn weergegeven in Tabel 62. In Tabel 66 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 62: Technisch-economische parameters voor Ketel industriële stoom uit houtpellets

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Thermisch outputvermogen	[MW _{th_output}]	20
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	8500
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	800
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output}]	48
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	17,0
Brandstofprijs	[€/ton]	155
Brandstofprijsopslag	[€/ton]	15

Tabel 63: Overzicht subsidieparameters Ketel industriële stoom uit houtpellets

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2017	[€/kWh]	0,065
Basisprijs SDE+ 2017	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,016
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF x 70%	

8.7 Gecombineerde warmte en kracht uit industriële stoom uit houtpellets > 5 MW_{th} en < 100 MW_e

Voor deze categorie is de referentie-installatie een waterpijpketel met rooster die stoom levert van 60 bar en waarbij houtpellets ingezet worden als referentiebrandstof. De stoom wordt vervolgens geëxpandeerd naar 20 bar. Deze expansiestap wordt uitgevoerd met een tegendrukstoomturbine. De turbine zet de expansie energie om naar elektriciteit. Uitgaande van een keteluitlaatdruk van 60 bar en een procesdruk van 20 bar wordt een warmte-krachtverhouding van 10:1 gehanteerd door de referentie-installatie. Dit betekent dat een dergelijke installatie 20 MW_{th} output aan proceswarmte levert en tevens 2 MW aan elektriciteit.

De meerkosten voor een dergelijke opstelling bestaan uit een duurdere ketel als gevolg van de hogere stoomdrukken. Tevens moet er rekening gehouden worden met stoomzijdige inpassingen, de stoomturbine, generator, elektrische bekabeling, aansturing, aanvullende bouwkundige kosten en inkoppeling in het elektriciteitsnet. Deze meerkosten zorgen voor een geschat specifiek investeringsbedrag van 1020 €/kW_{th} input. Aanvullende operationele en onderhoudskosten zijn geschat op 3% van de aanvullende investeringen, te weten 9 €/kW_{th} input. Er wordt uitgegaan van continue elektriciteitslevering (industriële processen in bedrijf) en daarom wordt tevens 8500 vollasturen aangehouden.

De technisch-economische parameters zijn weergegeven in Tabel 64. In Tabel 65 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 64: Technisch-economische parameters voor Gecombineerde warmte en kracht uit industriële stoom uit houtpellets, >5 MW_{th} en <100 MW_e.

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Inputvermogen	[MW _{th_input}]	24,4
Elektrisch vermogen	[MW _e]	2
Thermisch outputvermogen	[MW _{th_output}]	20
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8500
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	8500
Investeringskosten	[€/kW _{th_input}]	1020
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_input}]	52
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	17,0
Brandstofprijs	[€/ton]	155
Brandstofprijsopslag	[€/ton]	15

Tabel 65: Overzicht subsidieparameters Gecombineerde warmte en kracht uit industriële stoom uit houtpellets, >5 MW_{th} en <100 MW_e.

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2017	[€/kWh]	0,068
Basisprijs SDE+ 2017	[€/kWh]	-
Warmtekrachtverhouding (WK)	[W:E]	10,00
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	8500
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,017
Berekeningswijze correctiebedrag	(APX + TTF x 70% * WK) / (1 + WK)	

8.8 Thermische conversie van biomassa, <100 MWe

Vorig jaar is in de SDE+2017 geadviseerd de referentie-installatie voor thermische conversie (WKK) kleinschaliger, eenvoudiger en flexibeler in te richten. Uit de recente marktconsultatie is gebleken dat dit tevens door de markt gedragen wordt, en daarom is het huidige advies grotendeels ongewijzigd ten opzichte van vorig jaar.

De referentie-installatie is een met snoei- en dunningshout gestookte installatie met een geïnstalleerd thermisch vermogen van 9,6 MW_{th}, output en geïnstalleerd elektrisch vermogen van 1,6 MW_e, en thermische belasting (biomassa input) van 10 MW_{th} input. De referentie-installatie is ontworpen om flexibel warmte en elektriciteit te leveren. De warmte is hiermee toegankelijk voor een centraal of decentraal stadsverwarmingsnet. De ketel kan via een condenserende stoomturbine elektriciteit genereren. Voor de schaalgrootte is leidend dat de stoomturbine een elektrisch vermogen van 1,6 MW_e kan leveren. De installatie is voorzien van SNCR en cycloon- en doekenfilter.

De installatie wordt uitgelegd met een condenserende stoomturbine met een elektrisch rendement van 16%. Daarnaast kunnen andere technologieën die elektriciteit uit warmte produceren (zoals een tegendrukturbine of ORC) met een minimaal rendement van 10% worden toegestaan. Deze hebben dan mogelijk een lagere capaciteit (typisch 1 MW_e), maar hebben meestal in tegenstelling tot een condenserende stoomturbine een continue elektriciteitslevering, en kunnen dus jaarlijks eenzelfde elektriciteitsproductie hebben¹⁶. Voor het aantal vollasturen warmtelevering is 8000 uur (bij 8 MW_{th} output) aangenomen. Voor het aantal vollasturen elektriciteitslevering is 5000 vollasturen (bij 1,6 MW_e) aangenomen.

Op basis van recente bevindingen¹⁷ zijn de investeringskosten verlaagd ten opzichte van vorig jaar, van 1250 €/kW_{th} input naar 1100 €/kW_{th} input. Uit deze bevindingen is gebleken dat de vaste O&M-kosten in de praktijk wat lager zijn dan dat vorig jaar geadviseerd is. Daarom worden de vaste O&M-kosten verlaagd van 100 €/kW_{th} input naar 70 €/kW_{th} input.

De technisch-economische data die horen bij deze referentie-installaties zijn samengevat in Tabel 66. In Tabel 67 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 66: Technisch-economische parameters voor Thermische conversie van biomassa, <100 MWe.

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Inputvermogen	[MW _{th_input}]	10
Elektrisch vermogen	[MW _e]	1,6
Thermisch outputvermogen	[MW _{th_output}]	8
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	5000
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	8000
Maximaal elektrisch rendement		16%
Elektriciteitsderving bij warmteafzet		-
Investeringskosten	[€/kW _{th_input}]	1100
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_input}]	70
Energie-inhoud brandstof	[GJ/ton]	9,0
Brandstofprijs	[€/ton]	50

¹⁶ 8000 vollasturen bij 1 MW_e komt overeen met 5000 vollasturen bij 1,6 MW_e

¹⁷ N17009 Kostenonderzoek verbranding en vergassing SDE+ 2018.

Tabel 67: Overzicht subsidieparameters Thermische conversie van biomassa, <100 MW_e

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,055
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	
Warmtekrachtverhouding (WK)	[W:E]	8,00
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	7500
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,017
Berekeningswijze correctiebedrag	$(APX + TTF \times 70\% * WK) / (1 + WK)$	

8.9 Directe inzet van houtpellets voor industriële toepassingen

Dit jaar is er gevraagd om advies uit te brengen over installaties waarbij poederhout (houtstof) direct wordt ingezet voor warmtevoorziening, zonder tussenkomst van een warmwater- of stoomsysteem (directe verwarming).

Toepassingen situeren zich in de sector van de bouwmaterialen (asfalt, kalkzandsteen, baksteen) als directe ovenstook of als naverbrander. De techniek wordt nu al toegepast, weliswaar met bruinkoolstof. Houtstof is een minder voorkomende brandstof. De techniek en inzet is niet wezenlijk verschillend dan met bruinkoolstof. De referentie grootte voor een dergelijke installatie voor directe stook wordt vastgesteld op 10 MW_{th}. Het aantal vollasturen is wegens de niet-continue bedrijfsvoering van dergelijke processen gelegd op 3000 uur. De subsidieduur bedraagt 12 jaar, in lijn met vergelijkbare biomassastoomketels.

Op basis van projectdata is de CAPEX begroot op 60 €/kW_{th} voor de branders. Voor de opslag en de aanvoer van het houtstof naar de branders worden respectievelijk 11 en 14 €/kW meegenomen. Voor een hamermolen wordt 10,5 €/kW_{th} output gerekend. Dit brengt de referentie CAPEX op 96 €/kW_{th} output. Kosten voor een aanpassing of uitbreiding van de rookgasreiniging hoeven niet inbegrepen te worden omdat rookgasreiniging al vereist wordt voor het bestaande proces. De OPEX bedraagt 4 €/kW. Voor de brandstofkosten voor poederhout wordt uitgegaan van houtpellets die ter plekke vermalen worden (hamermolen opgenomen in CAPEX).

Tabel 68 geeft de technisch-economische parameters weer voor de referentiecasi van deze categorie. In Tabel 69 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 68: Technisch-economische parameters voor Biomassaverbranding met directe inzet van houtpellets voor industriële toepassingen

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Thermisch outputvermogen	[MW]	10
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	3000
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	96
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output/a}]	4
Brandstofprijs	[€/ton]	155
Brandstofprijsopslag	[€/ton]	15

Tabel 69: Overzicht subsidieparameters Biomassaverbranding met directe inzet van houtpellets voor industriële toepassingen

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,046
Basisprijs SDE+ 201	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,028
Berekeningswijze correctiebedrag	$(TTF + \text{energiebelasting}) / \text{gasketelrendement}$	

9. Bevindingen vergisting van biomassa

Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen voor de categorieën gerelateerd aan de vergisting van biomassa. Anders dan in het Eindadvies 2017, combineert dit conceptadvies de categorieën allesvergisting en mest-covergisting. In dit hoofdstuk worden in de achtereenvolgende paragrafen de onderstaande categorieën besproken:

- Gehanteerde prijzen voor biomassavergisting (paragraaf 9.1)
- Vergisting en covergisting van meer dan 95% dierlijke mest, allesvergisting (paragraaf 9.2)
- Vergisting van 100% dierlijke mest (paragraaf 9.3).

Omdat er in 2018 een tender is uitgeschreven voor kleinschalige mestmonovergisting (<400 kW), is ervoor gekozen om deze categorie niet op te nemen.

Naast de technisch-economische parameters vermelden deze paragrafen per categorie ook het basisbedrag, de basisprijs, het correctiebedrag 2018 en de rekenmethode voor het correctiebedrag.

9.1 Gehanteerde prijzen voor biomassavergisting

Grondstoffen voor mestcovergisting: mest

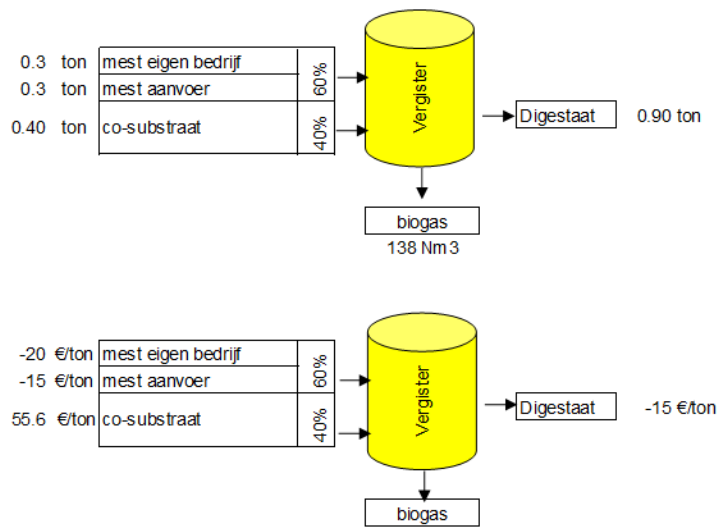
De prijs voor drijfmest kent regionale verschillen en loopt van € 0 tot -5 per ton in mesttekortgebieden en tot maximaal € -15 tot -25 per ton in mestoverschotgebieden. Als referentieprij wordt uitgegaan van € -20 per ton voor mest van het eigen bedrijf. Rekening houdend met transportkosten is de referentieprij voor externe aanvoer -15 €/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 die kunnen dienen als cosubstraat. Met het toelaten van deze coproducten wordt meer aangesloten bij de regelgeving voor buitenlandse vergisters. Wel is er een begrenzing aan de concentraties van zware metalen en organische verontreinigingen.

De referentie-grondstof voor een covergister is 60% dierlijke mest met een representatieve mix van co-producten (20% glycerine, 20% reststromen uit de voedings- en genootmiddelindustrie, 20% gras, 15% graanresten en 25% overige laagwaardige cosubstraten).

Op basis van de resultaten van de kostenbevindingen voor vergisting wordt een substraatmix vastgelegd bestaand uit 60% mest en 40% co-substraten. **Figuur 2** geeft een schematische weergave van de aangenomen grondstofstromen in de covergister.



Figuur 2: Stromen en kosten voor vergistingsinputs en -outputs¹⁸

Als referentiegasopbrengst van cosubstraat is 300 Nm³/ton aangenomen. De gemiddelde prijs voor cosubstraat (inclusief maïs) is 9,79€/GJ of 55,6 €/ton bij de start van het project, met een netto energie-inhoud van 6,3 GJ/ton. De totale aangenomen grondstofkosten, bestaande uit aankoop van cosubstraat (inclusief maïs) en verwerkingskosten voor mest en digestaat, komen in de huidige mix uit op 25,2 €/ton oftewel 18.1 cent/Nm³ ruw biogas, gerekend met een gasopbrengst van de totale input, mest en cosubstraat van 2,9 GJ/ton (exclusief 0,5 €/ton brandstofprijsopslag). Een overzicht is weergegeven in Tabel 70.

Tabel 70: Prijzen van mest en cosubstraat

	Energie-inhoud	Prijs (range)	Referentieprijs
	[GJ/ton]	[€/ton]	[€/GJ]
Aanvoer dierlijke mest	0,63	-15 (-25 tot 0)	-23,8
Afvoer dierlijke mest	0,63	-20 (-30 tot -5)	-31,8
Cosubstraat	6,3	55,6	8,8
Covergistingsinput	2,9	25,2	8,7

9.2 Vergisting en covergisting van dierlijke mest, allesvergisting

In dit conceptadvies worden de categorieën Allesvergisting en Vergisting en covergisting van dierlijke mest gezamenlijk beschouwd, met het oog op een gevraagd advies of deze categorieën al dan niet samengevoegd kunnen worden. Op basis van de berekeningen die in deze paragraaf

¹⁸ 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 Nm³/ton of GJ/ton bij een bepaalde energie-inhoud van het gas (21 MJ/m³). 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.

worden toegelicht, blijken de basisbedragen binnen de marge van diversiteit in de praktijk, voldoende dicht bij elkaar te liggen. Daarom adviseren ECN en DNV GL om de categorieën allesvergisting en covergisting van dierlijke mest samen te voegen. Hierbij adviseren ECN en DNV GL om de kosten van covergisting als leidend te nemen en daar het basisbedrag te baseren. Dit daar de installaties bij allesvergisting een grote verscheidenheid laten zien en er tegelijkertijd een grote hoeveelheid data over covergistingsinstallaties beschikbaar is. Zodoende zijn de berekeningen van covergisting met meer zekerheid een maatgevender voor het kostenniveau.

Hernieuwbaar gas

Voor deze categorie is gekozen voor vergisting en covergisting van dierlijke mest met een productiecapaciteit ca. 960 /h ruw biogas ofwel 600 Nm³/h hernieuwbaar gas als referentie-installatie. Het geproduceerde biogas wordt opgewerkt tot hernieuwbaar gas. Als referentie-gaszuiveringstechniek is gekozen voor membraantechnologie, aangezien deze technologie voor meerdere recente hernieuwbaar-gasprojecten is toegepast. Deze technologie werkt bij hoge drukken om de scheiding tussen CH₄ en CO₂ te kunnen bereiken. Daarom wordt aangenomen dat invoeding van het geproduceerde hernieuwbaar gas op het lokale net van 8 bar mogelijk is. De CO₂-stroom kan m.b.v. deze technologie verder worden gekoeld tot het bijproduct vloeibaar CO₂.

De warmte die nodig is voor het verwarmen van de vergister wordt opgewekt door een deel van het ruwe biogas in een ketel te verstoffen. De vereiste elektriciteit wordt afgenomen van het net.

Deze referentie-installatie is gebaseerd op haalbaarheidsstudies die 2013-2016 ingediend zijn als onderdeel van SDE+ subsidieaanvragen, waarbij de meerderheid van de installaties een uitbreiding was op bestaande installaties (inclusief nieuw vergister, WKK, en andere relevante investeringen).

Zie Tabel 71 voor het overzicht van technisch-economische parameters voor de productie van hernieuwbaar gas. In Tabel 72 staan het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters.

Tabel 71: Technisch-economische parameters energie uit allesvergisting en vergisting (hernieuwbaar gas)

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018 Allesvergisting	Advies SDE+ 2018 Covergisting
Referentiegrootte	[Nm ³ bruto ruw biogas/h]	950	963
Vollasturen	[h/a]	8000	8000
Interne warmtevraag	[% biogas]	5%	5%
Investeringskosten	[€/kW input]	676	1008
	[€/kW output]	404	-
Vaste O&M-kosten	[€/kW input/jaar]	40	70
	[€/kW output/jaar]	21	-
Energie-inhoud substraat	[GJ _{biogas} /ton]	3,4	2,9
Grondstofkosten	[€/ton]	27,8	25,2

Tabel 72: Overzicht subsidieparameters allesvergisting en covergisting (hernieuwbaar gas)

	Eenheid	Advies SDE+ 2018 Allesvergisting	Advies SDE+ 2018 Covergisting
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,061	0,065
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,020	0,020
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF		

Gecombineerde opwekking

De referentie-installatie heeft een vermogen van 0,8 MW_e (1,8 MW_{th} input). Op basis van de kostenbevindingen voor vergisting zijn de totale investeringskosten aangenomen met 551 €/kW_{th} input. Aangezien het aantal SDE+ aanvragen aanzienlijk hoger is voor covergisters in vergelijking tot allesvergisters, is ervoor gekozen om als referentie voor deze categorie uit te gaan van een covergister van dierlijke mest.

Voor de SDE+-basisbedragen wordt gerekend met een elektrisch rendement bij de omzetting van het biogas naar netto elektriciteitslevering van 41%. Voor de warmte is aangenomen dat alle beschikbare warmte (na aftrek van de interne warmtebehoefte voor de vergister) beschikbaar is voor hygiënisering van het digestaat. De mogelijkheid om de warmte te benutten in de droging en hygiënisering van digestaat maakt dat het aantal vollasturen warmte wordt aangenomen met 7000 uur.

In Tabel 73 staan de technisch-economische parameters voor deze categorie.

Tabel 73: Technisch-economische parameters energie uit Gecombineerde opwekking allesvergisting en covergisting

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018 Allesvergisting	Advies SDE+ 2018 Covergisting
Inputvermogen	[MW _{th_input}]	8,1	1,8
Elektrisch vermogen	[MW _e]	3,3	0,75
Thermisch outputvermogen	[MW _{th_output}]	3,888	0,88
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000	8000
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000	7000
Maximaal elektrisch rendement		41%	41%
Investeringskosten	[€/kW _{th_input}]	994	551
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_input}]	57	108
Energie-inhoud brandstof	[GJ _{biogas} /ton]	3,4	2,9
Grondstofkosten	[€/ton]	27,8	25,2

In Tabel 74 zijn de basisbedragen en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 74: Overzicht subsidieparameters Gecombineerde opwekking vergisting

	Eenheid	Advies SDE+ 2018 Allesvergisting	Advies SDE+ 2018 Covergisting
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,066	0,069
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]		-
Warmtekrachtverhouding (WK)	[W:E]	1,02	1,02
Samengesteld aantal vollasturen	[uur/jaar]	7461	7461
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,024	0,024
Berekeningswijze correctiebedrag		$(APX + TTF \times 70\% \times WK) / (1 + WK)$	

Warmte

Op basis van de kostenbevindingen vergisting zijn de volgende parameter gedefinieerd voor de berekeningen van de SDE+ 2018-basisbedragen voor allesvergisting en covergisting van dierlijke mest (zie Tabel 75).

Voor de referentie-installatie is uitgegaan bij mestcovergisting ten behoeve van duurzame warmte van investeringskosten van 450 €/kW_{th} output, 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.

Tabel 75: Technisch-economische parameters energie uit Warmte allesvergisting en covergisting

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018 Allesvergisting	Advies SDE+ 2018 Covergisting
Inputvermogen	[MW _{th_input}]	8,1	1,8
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000	7000
Interne warmtevraag	[%]	5	5
Investeringskosten	[€/kW _{th_output}]	850	450
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_output}]	47	74
Energie-inhoud brandstof	[GJ _{biogas} /ton]	3,4	2,9
Grondstofkosten	[€/ton]	27,8	25,2

Tabel 76: Overzicht subsidieparameters Warmte allesvergisting

	Eenheid	Advies SDE+ 2018 Allesvergisting	Advies SDE+ 2018 Covergisting
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,062	0,062
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,028	0,028
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement		

9.3 Vergisting van 100% dierlijke mest > 400 kW

In kostenniveau wordt een onderscheid gemaakt tussen kleinschalige en grootschalige vergisting van 100% dierlijke mest (verder: mestmonovergisting). Een kleinschalige mestmonovergisting vergelijkbaar met het referentiesysteem van SDE+ in 2016 voor de productie van hernieuwbaar gas; een grootschalige mestmonovergisting met een productiecapaciteit voor ruw biogas van circa 2 miljoen m³ per jaar.

Hernieuwbaar gas

De referentie-installatie voor de productie van hernieuwbaar gas is gebaseerd op varkensdrijfmest uit externe aanvoer. Jaarlijks wordt 200.000 ton drijfmest centraal verwerkt tot exportwaardige dikke fractie, schoon water en NK-concentraat voor afzet in de Nederlandse landbouw. De mest wordt ontvangen in mestsilos van waaruit het een vergistingsinstallatie ingaat. Er wordt uitgegaan van traditioneel geroerde vergisters. Een gedeelte van het biogas wordt verstoekt in een kleine ketel om het vergistingsproces op gang te houden. Het overige biogas wordt omgezet naar hernieuwbaar gas in een gasopwaarderingsinstallatie.

De drijfmest heeft een biogasproductie van 19 m³/ton mest. Dit wordt geproduceerd middels mesofiele vergisting in 4 vergisters, elk met een capaciteit van 5000 m³. Het digestaat wordt verder verwerkt in een state-of-the-art mestverwerkingsinstallatie.

De installatie heeft een ruwbiogasproductie van 475 Nm³/h (of 198 Nm³/h hernieuwbaar gas). Dit levert bij 8000 vollasturen een jaarproductie van circa 3,8 miljoen m³ ruw biogas en 2,0 miljoen m³ groengas. De referentie gasopwaarderingsstechnologie is de membraantechnologie. Deze technologie is goed schaalbaar. 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 77 voor het overzicht van technisch-economische parameters voor de productie van hernieuwbaar gas via grootschalige vergisting van 100% dierlijke mest.

De basistarieven voor monovergisting zijn vergelijkbaar met de covergisting categorie. De monovergisting installaties kennen relatief hoge CAPEX kosten (i.v.m. de zeer lage biogas-opbrengst zijn grotere vergisters vereist) en een zeer lage biomassa-prijs (in het OT-model is de prijs op 0 gezet). De co-vergisting installaties, in tegenstelling tot monovergisting, hebben lagere investeringskosten, maar hogere biomassa-prijzen in verband met de cosubstraat prijzen.

Tabel 77: Technisch-economische parameters energie uit grootschalige vergisting van 100% dierlijke mest (hernieuwbaar gas)

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Referentie grootte	[kW _{input}]	2740
Vollasturen	[h/a]	8000
Interne warmtevraag	[%ruw biogas]	30%
Investeringskosten (vergister)	[€/kW _{input}]	1353
Investeringskosten (gasopwaarderings)	[€/kW _{output}]	614
Vaste O&M-kosten (vergister)	[€/kW _{input}]	64
Vaste O&M-kosten (gasopwaarderings)	[€/kW _{output}]	36
Energie-inhoud substraat	[GJ _{biogas} /ton]	0,39
Grondstofkosten	[€/ton]	0

In Tabel 78 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 78: Overzicht subsidieparameters Grootschalige vergisting van 100% dierlijke mest (hernieuwbaar gas)

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,068
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,020
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF	

Gecombineerde opwekking

De referentie-installatie voor de productie van hernieuwbare warmte en elektriciteit is gebaseerd op varkensdrijfmest uit externe aanvoer. Jaarlijks wordt 200.000 ton drijfmest centraal verwerkt tot exportwaardige dikke fractie, schoon water en NK-concentraat voor afzet in de Nederlandse landbouw. De mest wordt ontvangen in mestsilo's van waaruit het een vergistingsinstallatie ingaat. Er wordt uitgegaan van traditioneel geroerde vergisters.

Het biogas wordt vervolgens verstoppt in een gasmotor-warmtekrachtinstallatie. Deze installatie heeft een elektrische output van 1,1 MW_e en een thermische output van 1315 kW_{th}. De drijfmest

heeft een biogasproductie van 19 m³/ton mest. Dit wordt geproduceerd middels mesofiele vergisting in 4 vergisters, elk met een capaciteit van 5000 m³. Het digestaat wordt verder verwerkt in een state-of-the-art mestverwerkingsinstallatie.

Op basis van de energie-inhoud van mest en het elektrisch rendement van de gasmotor levert de referentie-installatie een netto elektrische output van 1,1 MW_e. Bij elektriciteit is technisch sprake van een WKK-installatie, waarbij de 728 kW_{th} warmte nagenoeg geheel gebruikt wordt voor het interne vergistingsproces. Hoewel een gering deel van de warmteproductie desondanks afgezet kan worden buiten de installatie zelf (met name in de zomer), is voor een representatief basisbedrag gerekend met een gering aantal van 3500 vollasturen warmte dat afgezet kan worden.

Een grootschalige mestverwerkingsinstallatie zonder vergisting heeft in zijn algemeenheid het poorttarief van mest nodig om te kunnen renderen (zonder vergistingsinstallatie). Daarom wordt een mestprijs van 0 €/ton voor de mest ten behoeve van de vergistingsinstallatie verondersteld.

In Tabel 79 staan de technisch-economische parameters van grootschalige vergisting van 100% dierlijke mest voor elektriciteit en warmte.

Tabel 79: Technisch-economische parameters energie uit grootschalige vergisting van 100% hernieuwbare mest (WKK)

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Inputvermogen	[MW _{th_input}]	2,7
Elektrisch vermogen	[MW _e]	1,1
Thermisch outputvermogen	[MW _{th_output}]	1,3
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	3500
Maximaal elektrisch rendement		41%
Investeringskosten	[€/kW _{th_input}]	1,7
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_input}]	84
Energie-inhoud brandstof	[GJ _{biogas} /ton]	0,39
Grondstofkosten	[€/ton]	0

In **Tabel 80** zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 80: Overzicht subsidieparameters Gecombineerde opwekking vergisting van 100% dierlijke mest

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,062
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Warmtekrachtverhouding (WK)	W:K	0,51
Samengesteld aantal vollasturen	uur/jaar	5573
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,027
Berekeningswijze correctiebedrag	(APX + TTF x 70% x WK) / (1 + WK)	

Warmte

De referentie-installatie voor de productie van hernieuwbare warmte is gebaseerd op varkens-drijfmest uit externe aanvoer. Jaarlijks wordt 200.000 ton drijfmest centraal verwerkt tot exportwaardige dikke fractie, schoon water en NK-concentraat voor afzet in de Nederlandse

landbouw. De mest wordt ontvangen in mestsilo's van waaruit het een vergistingsinstallatie ingaat. Er wordt uitgegaan van traditioneel geroerde vergisters.

Het biogas wordt vervolgens verstoekt in een gasketel. Deze installatie heeft een thermische output van 1738 kW_{th}. De drijfmest heeft een biogasproductie van 19 m³/ton mest. Dit wordt geproduceerd middels mesofiele vergisting in 4 vergisters, elk met een capaciteit van 5000 m³. Het digestaat wordt verder verwerkt in een geavanceerde mestverwerkingsinstallatie. In Tabel 81 staan de technisch-economische parameters van mestmonovergisting voor warmte.

Tabel 81: Technisch-economische parameters energie uit mestmonovergisting (warmte)

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Inputvermogen	[MW _{th_input}]	2,7
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000
Interne warmtevraag	[%ruw biogas]	30%
Investeringskosten	[€/kW _{th_input}]	1413
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_input}]	64
Energie-inhoud brandstof	[GJ _{biogas} /ton]	0,39
Grondstofkosten	[€/ton]	0

In Tabel 82 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 82: Overzicht subsidieparameters Warmte vergisting van meer dan 95% dierlijke mest

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,058
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,028
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

10. Bevindingen bestaande installaties

Dit hoofdstuk is gericht op installaties die in aanmerking komen voor verlengde levensduur onder het SDE+-subsidierégime. De soorten installaties, die naar verwachting subsidies zouden kunnen aanvragen, zijn gebruikt als uitgangspunt voor de berekeningen. De volgende installaties zijn meegenomen:

- Verlengde levensduur vergisting (WKK) (paragraaf 10.1)
- Verlengde levensduur vergisting (hernieuwbaar gas) (paragraaf 10.2)
- Verlengde levensduur AWZI/RWZI (hernieuwbaar gas) (paragraaf 10.3).

10.1 Verlengde levensduur vergisting (WKK)

Deze heeft betrekking op vergistingsinstallaties waarvan de SDE-beschikking gaat afgelopen. Evenals bij nieuwe installaties is voor de categorie van verlengde levensduur ervoor gekozen om allesvergisting en vergisting en covergisting van dierlijke mest te combineren. Er is gerekend met een warmteafzet van 7000 vollasturen, gelijk aan de warmteafzet bij nieuwe WKK-projecten. De renovatiekosten van een bestaande installatie zijn meegenomen als investeringskosten voor bijvoorbeeld een nieuwe gasmotor, meetapparatuur voor duurzame warmte en de renovatie van een bestaande vergister (opknappen en gedeeltelijk vervangen van bestaande vergister, een nieuw gasdek plaatsen, etc.). Deze kosten zijn gepresenteerd als *lump sum* CAPEX.

De capaciteit van de allesvergisting installatie is bepaald met 1,8 MW_{th} input wat in lijn is met de referentie-installatie voor allesvergisting en vergisting en covergisting van dierlijke mest in hoofdstuk 9. Tabel 83 toont de technisch-economische parameters van verlengde levensduur allesvergisting (WKK).

Tabel 83: Technisch-economische parameters energie voor verlengde levensduur allesvergisting WKK

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Inputvermogen	[MW _{th_input}]	1,8
Elektrisch vermogen	[MW _e]	0,74
Thermisch outputvermogen	[MW _{th_output}]	0,86
Vollasturen elektriciteitsafzet	[h/a]	8000
Vollasturen warmteafzet	[h/a]	7000
Maximaal elektrisch rendement		41%
Investeringskosten	[€/kW _{th_input}]	437
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th_input}]	0
Energie-inhoud brandstof	[GJ _{biogas} /ton]	2,9
Grondstofkosten	[€/ton]	25,2

In Tabel 84 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 84: Overzicht subsidieparameters allesvergisting WKK

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,049
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	
Warmtekrachtverhouding (WK)	W:E	1,02
Samengesteld aantal vollasturen	uur/jaar	7463
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,024
Berekeningswijze correctiebedrag	$(APX + TTF \times 70\% \times WK) / (1 + WK)$	

10.2 Verlengde levensduur vergisting (hernieuwbaar gas)

Deze categorie heeft betrekking op vergistingsinstallaties waarvan de SDE-beschikking gaat afgelopen. Evenals bij nieuwe installaties is voor de categorie van verlengde levensduur ervoor gekozen om Allesvergisting en Vergisting en covergisting van dierlijke mest te combineren. Eigenaren van allesvergisters of covergisters van dierlijke mest kunnen er 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 hernieuwbaar gas geproduceerd of warmte geleverd wordt.

Bij de bepaling van de technisch-economische parameters zijn de kosten voor de renovatie van de vergister en de gasopwaarderinginstallatie meegenomen. Daarnaast is aangenomen dat in een ketel een deel van het ruwe biogas wordt verbrand om warmte voor de vergister te leveren. In Tabel 85 staan de technisch-economische parameters van productie van hernieuwbaar gas gebaseerd op bestaande alles en covergisters.

Tabel 85: Technisch-economische parameters uit verlengde levensduur allesvergisting (hernieuwbaar gas)

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Inputvermogen	[Nm ³ /uur]	964
Vollasturen	[h/a]	8000
Investeringskosten	[€/kW _{th,input}]	589
Interne elektriciteit vraag(opwaardering)	[kWh/Nm ³ biogas]	0,25
Energie-inhoud brandstof	[GJ _{biogas} /ton]	2,9
Grondstofkosten	[€/ton]	25,2

In Tabel 86 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 86: Overzicht subsidieparameters verlengde levensduur allesvergisting (Hernieuwbaar gas)

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,042
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2016	[€/kWh]	0,020
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF	

10.3 Verlengde levensduur AWZI, RWZI (hernieuwbaar gas)

In deze categorie zijn de renovatie van een bestaande vergister, apparatuur zoals mixer en vervanging van gasopwaarderingsinstallaties meegenomen en weergegeven als *lump sum* CAPEX, zie Tabel 87.

Tabel 87: Technisch-economische parameters voor AWZI/RWZI, hernieuwbaar gas

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Referentiegrootte	[kW input]	1900
Interne warmte vraag	[% biogas]	20%
Investeringskosten	[€/kW output]	1947
Vollasturen	[h/a]	8000
Rendement gaszuivering	[%]	99,9%

In Tabel 88 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

Tabel 88: Overzicht subsidieparameters AWZI/RWZI (hernieuwbaar gas)

	Eenheid	Advies SDE+ 2018
Basisbedrag SDE+ 2018	[€/kWh]	0,031
Basisprijs SDE+ 2018	[€/kWh]	-
Definitief correctiebedrag 2018	[€/kWh]	0,020
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF	

11. Aanvullende vragen

Dit hoofdstuk behandelt aanvullende vragen. Drie aanvullende vragen zijn gesteld:

- Basisbedragen met biomassaprijzen conform SDE+ 2014 (incl. inflatiecorrectie)
- Mogelijke uitwerking van de warmtestaffel
- Basisbedragen rekening houdend met SDE+-maximum van 0,130 €/kWh.

De eerste vraag komt in dit hoofdstuk niet terug. De biomassaprijzen zoals ze door ECN en DNV GL worden gehanteerd in de berekeningen in dit rapport liggen onder de waardes zoals ze ten behoeve van de advisering voor de SDE+ 2014 zijn gebruikt. Dientengevolge leidt het rekenen met biomassaprijzen SDE+ 2014 niet tot lagere basisbedragen.

11.1 Warmtestaffel

In de marktconsultatie hebben ECN en DNV GL verschillende ideeën ontvangen over de mogelijke uitwerking van een warmtestaffel. Dit rapport bevat geen advies van ECN en DNV GL voor het soort toe te passen staffel noch voor de categorieën waarop de warmtestaffel van toepassing verklaard zou moeten worden. Om wel enige steun te kunnen geven aan de discussie, hebben ECN en DNV GL een mogelijke uitwerking van een staffel berekend. Vanuit kostenperspectief is het vooral van belang om de variabele kosten goed in te schalen. Biomassa-inzet is duidelijk een variabele kostencomponent, maar de onderhouds- en beheerkosten zijn niet volledig variabel zijn, in de zin dat er geen 1-op-1-relatie bestaat tussen de onderhouds- en beheerkosten en het productievolume aan hernieuwbare energie.

Tabel 89 toont een mogelijke uitwerking voor de categorieën Ketel op vaste of vloeibare biomassa $\geq 5 \text{ MW}_{\text{th}}$ en Ketel industriële stoom uit houtpellets. De waardes die corresponderen met het advies zonder warmtestaffel zijn in de tabel geaccentueerd.

De ketel op vaste of vloeibare biomassa kent productiekosten van 0,106 €/kWh over de eerste 2000 vollasturen. Daarbovenop komt 0,024 €/kWh voor de vollasturen boven 2000.

De ketel industriële stoom uit houtpellets heeft productiekosten van 0,136 €/kWh over de eerste 2000 vollasturen en 0,042 €/kWh voor de vollasturen boven 2000.

Tabel 89: Mogelijke uitwerking van warmtestaffel, basisbedragen in €/kWh

Vollasturen	Ketel op vaste of vloeibare biomassa, ≥5 MWth	Ketel industriële stoom uit houtpellets
2000	0,106	0,136
2500	0,090	0,118
3000	0,079	0,105
3500	0,072	0,096
4000	0,066	0,089
4500	0,062	0,084
5000	0,058	0,080
5500	0,055	0,077
6000	0,053	0,074
6500	0,051	0,071
7000	0,049	0,069
7500	0,048	0,068
8000	0,046	0,066
8500	0,045	0,065
8760	0,044	0,064

11.2 Gemaximeerde basisbedragen

De openstellingsrondes van de SDE+ in 2017 kende een bovengrens van 0,130 €/kWh. Voor hernieuwbaar gas lag de grens op 0,092 €/kWh. EZ heeft gevraagd wat deze grenzen betekenen voor de basisbedragen, indien ze ook van toepassing verklaard worden op de elektriciteitscomponent bij categorieën met gemengde opwekking. ECN en DNV GL rapporteren in deze paragraaf welke basisbedragen gecorrigeerd zouden worden, indien de genoemde bovengrenzen gehanteerd worden. Hiertoe worden drie tabellen getoond. De eerste tabel toont de basisbedragen, waardoor het basisbedrag voor elektriciteit, warmte of hernieuwbaar gas boven het maximum uitkomt. De tweede tabel toont de basisbedragen voor categorieën voor gecombineerde opwekking, waarbij de elektriciteitsproductie (WKK vergeleken met een ketel) boven de 0,130 €/kWh uitkomt. De derde tabel toont aanpassingen bij ondersteunende basisbedragen, in casu bij AWZI/RWZI. Deze basisbedragen komen niet direct terug in het advies, omdat ze betrekking hebben op technieken die niet voor de referentie-installatie zijn gebruikt.

Tabel 90: Voor het maximum gecorrigeerde basisbedragen elektriciteit, warmte of hernieuwbaar gas, in €/kWh

Categorie	Advies basisbedrag	Gecorrigeerd basisbedrag
Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm	0,156	0,130
Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm	0,192	0,130
Osmose	$>0,200$	0,130
Geothermische warmte in olie en gasputten (gesloten systeem)	0,138	0,130
Biomassavergassing ($\geq 95\%$ biogeen)	0,100	0,092

Tabel 91: Voor het maximum gecorrigeerde basisbedragen gecombineerde opwekking, in €/kWh

Categorie	Advies basisbedrag	Gecorrigeerd basisbedrag
Thermische conversie van biomassa < 100 MWe	0,055	0,054

Tabel 92: Voor het maximum gecorrigeerde basisbedragen alternatieve technieken, in €/kWh

Categorie	Berekend basisbedrag	Gecorrigeerd basisbedrag
AWZI/RWZI, thermische drukhydrolyse	0,084	0,067
AWZI/RWZI, meertrapgisting	0,088	0,078
AWZI/RWZI, warmtebehandeling	0,123	0,100

Afkortingen

APX	<i>Amsterdam Power eXchange</i> , marktindex voor elektriciteit (day ahead)
AWZI	Afvalwaterzuiveringsinstallatie
BEC	BioEnergieCentrale
CAPEX	<i>Capital Expenditures</i> , investeringskosten
CAR	<i>Construction all risk</i> , bouwverzekering
EZ	ministerie van Economische Zaken
IRS	Interest Rate Swap
LEI	Landbouw Economische Instituut
MEP	Milieukwaliteit elektriciteitsproductie
O&M	<i>Operation&Maintenance</i> , onderhoud en beheer
OPEX	<i>Operating Expenditures</i> , onderhoudskosten
ORC	Organische Rankine cyclus
RED	<i>Reversed Electrodialysis</i> , omgekeerde elektrolyse
ROI	Rookgasontzwavelingsinstallatie
RVB	Rijksvastgoedbedrijf
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
SDE	Stimuleringsregeling duurzame energieproductie
SNCR	Selectieve non-katalytische reductie-installatie
SNG	<i>Substitute Natural Gas of Synthetic Natural Gas</i>
TTF	<i>Title Transfer Facility</i> , marktindex voor gas (termijnmarkt)
WACC	Weighted Average Costs of Capital, ofwel 'Kapitaalskosten'
WKK	Warmtekrachtkoppeling

Referenties

- CBS (2013): *Hernieuwbare energie in Nederland 2013*. CBS, 2013. ISBN: 978-90-357-1857-9.
- Fraunhofer ISE (2015): Current and Future Cost of Photovoltaics. Long-term Scenarios for Market Development, System Prices and LCOE of Utility-Scale PV Systems. Study on behalf of Agora Energiewende.
- Geertsema, G.T., H.W. van den Brink (2014): *Windkaart van Nederland op 100 meter hoogte*. TR-351, De Bilt, december 2014.
- IEA (2004): Gleisdorf meeting. *Recommendation for converting solar thermal collector area into installed capacity, 2004*. https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/documents/statistics/Technical_Note-New_Solar_Thermal_Statistics_Conversion.pdf
- KNMI, CBS, RVO.nl. (2014). *Windsnelheid per gemeente in Nederland*. 27 oktober 2014. <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/brochures/2014/10/27/windsnelheid-per-gemeente-in-nederland.html>
- Kraan, C., Lensink, S.M. (2016): *Basisprijzen SDE+ 2017*. ECN, Amsterdam, ECN-N--16-018, 2016.
- Lensink, S.M. (2016): *Correctiebedragen t.b.v. bevoorschotting 2017 (SDE+)*. ECN, Amsterdam, ECN-N--16-015, 2016.
- Lensink, S.M., J.W. Cleijne (2016): *Eindadvies basisbedragen SDE+ 2017*. ECN, Petten, ECN-E--16-040, 2016.
- Lensink, S.M. (2016): *Consultatiedocument basisbedragen SDE+ 2017*. ECN, Petten, ECN-E--16-040, 2016.
- Lensink S.M. (2017). *Impact kostenonderzoek op basisbedragen 2018*. ECN, Petten, ECN-N-17-016. <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-N--17-016>
- Lensink S.M., A.J. van der Welle (2016). *Definitieve correctiebedragen 2016*. ECN, Petten, ECN-N-17-003.
- Rijksoverheid (2010): *Nationaal actieplan voor energie uit hernieuwbare bronnen. Richtlijn 2009/28/EG*. <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2010/06/23/rapport-nationaal-actieplan-voor-energie-uit-hernieuwbare-bronnen.html>

RVO.nl (2015): SDE+ 2015. *Zo vraagt u subsidie aan voor de productie van duurzame energie.*
<http://www.rvo.nl/sites/default/files/2015/02/Digitale%20Brochure%20SDE%2B%202015%20kleur.pdf>

Solar heat data (2017). Website: <http://solarheatdata.eu/> (laatst bezocht juni 2017).

STOWA (2011): *Optimalisatie WKK en biogasbenutting.* STOWA 2011-33, ISBN 978.90.5773.549.3.
Rapport opgesteld door Grontmij.

Bijlage A Overzicht van basisprijzen en correctiebedragen

De basisprijzen en definitieve correctiebedragen 2016 staan in de onderstaande tabellen. De basisprijzen worden berekend op basis van de NEV 2017 en zullen aan het eindadvies worden toegevoegd. De berekeningswijzen van de correctiebedragen is te vinden in de notitie *Definitieve correctiebedragen 2016* (Lensink en van der Welle, 2017). De categorieën in het conceptadvies komen niet altijd geheel overeen met de categorieën uit de openstelling van de SDE+ in 2017, bijvoorbeeld doordat ECN en DNV GL een splitsing van categorieën adviseren. Het definitieve correctiebedrag 2016 dient dan gelezen te worden als het correctiebedrag op basis van de marktindices (bijv. stroom- of gasprijs) voor het jaar 2016. Voor fotovoltaïsche zonnepanelen <1 MWp wordt een nieuwe berekeningswijze voorgesteld op basis van een forfaitair aandeel eigen gebruik.

Tabel 102: Basisprijs en definitief correctiebedrag SDE+ 2016: waterkracht, wind- en zonne-energie.

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Definitief correctiebedrag 2016 [€/kWh]
Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm	-	0,032
Waterkracht, valhoogte ≥ 50 cm, renovatie	-	0,032
Vrije stromingsenergie, valhoogte < 50 cm	-	0,032
Osmose	-	0,032
Fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥ 15 kWp en aansluiting >3*80A	-	0,073
Fotovoltaïsche zonnepanelen, ≥ 1 MWp	-	0,033
Zonthermie ≥ 140 kW en < 1 MW	-	0,028
Zonthermie, ≥ 1MW	-	0,028
Wind op land, ≥ 8 m/s	-	0,026
Wind op land, ≥ 7,5 en < 8 m/s	-	0,026
Wind op land, ≥ 7,0 en < 7,5 m/s	-	0,026
Wind op land, < 7,0 m/s	-	0,026
Wind in meer	-	0,026
Wind op primaire waterkeringen, ≥ 8 m/s	-	0,026
Wind op primaire waterkeringen, ≥ 7,5 en < 8 m/s	-	0,026
Wind op primaire waterkeringen, ≥ 7,0 en < 7,5 m/s	-	0,026
Wind op primaire waterkeringen, < 7,0 m/s	-	0,026
Wind in meer, water ≥ 1 km ²	-	0,026

Tabel 103: Basisprijs en definitief correctiebedrag SDE+ 2016: geothermie

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Definitief correctiebedrag 2016 [€/kWh]
Geothermische warmte, diepte \geq 500 m	-	0,016
Geothermische warmte, diepte \geq 3500 m	-	0,016
Geothermische warmte, uitbreidingsprojecten	-	0,016
Geothermische warmte in olie- of gasputten	-	0,016
Geothermische warmte in olie- of gasputten (twee putten)	-	0,016
Geothermische warmte in olie- of gasputten (gesloten systeem)	-	0,028

Tabel 104: Basisprijs en definitief correctiebedrag SDE+ 2016: waterzuiveringsinstallaties

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Definitief correctiebedrag 2016 [€/kWh]
AWZI/RWZI (hernieuwbaar gas)	-	0,020
AWZI/RWZI (gecombineerde opwekking)	-	0,026
AWZI/ RWZI (warmte)	-	0,028

Tabel 105: Basisprijs en definitief correctiebedrag SDE+ 2016: verbranding en vergassing van biomassa

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Definitief correctiebedrag 2016 [€/kWh]
Biomassavergassing (\geq 95% biogeen)	-	0,020
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,1-0,5 MW _{th}	-	0,058
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, 0,5-5 MW _{th}	-	0,028
Ketel op vaste of vloeibare biomassa, \geq 5 MW _{th}	-	0,016
Ketel op vloeibare biomassa	-	0,028
Warmte industriële stoomproductie uit houtpellets	-	0,016
Gecombineerde warmte en kracht uit industriële stoom uit houtpellets > 5 MW _{th} en < 100 MWe	-	0,017
Thermische conversie van biomassa, \leq 100 MW _e	-	0,020
Directe inzet van houtpellets voor industriële toepassingen	-	0,028

Tabel 106: Basisprijs en definitief correctiebedrag SDE+ 2016: vergisting van biomassa

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Definitief correctiebedrag 2016 [€/kWh]
Vergisting (hernieuwbaar gas)	-	0,020
Allesvergisting (hernieuwbaar gas)	-	0,020
Gecombineerde opwekking vergisting	-	0,024
Gecombineerde opwekking allesvergisting	-	0,024
Warmte vergisting	-	0,028
Warmte allesvergisting	-	0,028
Grootschalige vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (hernieuwbaar gas)	-	0,020
Gecombineerde opwekking vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	-	0,027
Warmte grootschalige vergisting van meer dan 95% dierlijke mest	-	0,028

Tabel 107: Basisprijs en definitief correctiebedrag SDE+ 2016: bestaande installaties

Categorie	Basisprijs [€/kWh]	Definitief correctiebedrag 2016 [€/kWh]
Verlengde levensduur vergisting, gecombineerde opwekking	-	0,024
Verlengde levensduur vergisting (hernieuwbaar gas)	-	0,020
Verlengde levensduur stortgas/ AWZI/RWZI (hernieuwbaar gas)	-	0,020

Bijlage B

Basisinformatie SDE+

Onderstaande tekst is nagenoeg letterlijk overgenomen van de website van RVO.nl (2015) en het document Nationaal actieplan voor energie uit hernieuwbare bronnen NREAP (Rijksoverheid, 2010).

Box 1: Basisinformatie SDE+

Algemeen

De SDE+ stimuleert de productie van duurzame energie. Duurzame energie wordt opgewekt uit schone, onuitputtelijke bronnen en heet daarom ook wel 'hernieuwbare energie'.

Wat is de SDE+?

De SDE+ is een exploitatiesubsidie. Dat wil zeggen: producenten ontvangen subsidie voor de opgewekte duurzame energie en niet voor aanschaf van de productie-installatie, zoals bij een investeringssubsidie. De SDE+ richt zich op bedrijven en instellingen die duurzame energie willen produceren. De Rijksoverheid is uitgesloten van deelname aan de SDE+. De kostprijs van duurzame energie is hoger dan die van grijze energie. De productie van duurzame energie is dan ook niet altijd rendabel.

De SDE+ vergoedt het verschil tussen de kostprijs van grijze energie en die van duurzame energie over een periode van 5, 8, 12 of 15 jaar, afhankelijk van de technologie. Hoeveel subsidie u kunt krijgen is afhankelijk van de technologie en de hoeveelheid duurzame energie die u produceert. De SDE+ heeft één budget voor alle categorieën en wordt gefaseerd opengesteld. In de eerste fase kunnen de 'goedkopere' technieken subsidie aanvragen. De subsidie loopt per fase op. Daarnaast is het in bepaalde gevallen mogelijk in een zogenoemde vrije categorie aan te vragen.

Waarvoor geldt de SDE+?

In 2016 is de SDE+ opengesteld voor de productie van:

- o Hernieuwbare elektriciteit;
- o Hernieuwbaar gas;
- o Hernieuwbare warmte of een combinatie van hernieuwbare warmte én elektriciteit (WKK).

Voor energie uit:

- o Biomassa
- o Geothermie
- o Water
- o Wind
- o Zon.

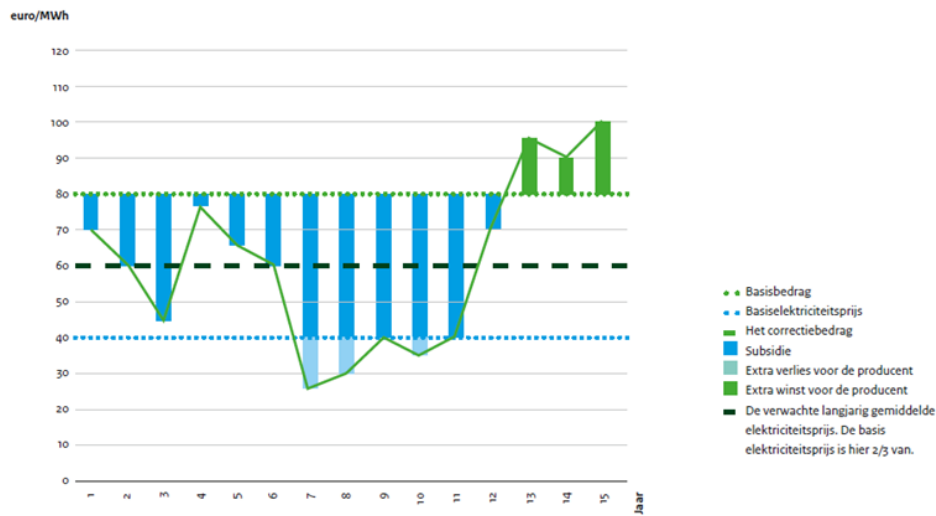
De SDE+-bijdrage

De kostprijs voor de productie van groene energie is vastgelegd in het basisbedrag voor de technologie. De opbrengst van de (grijze) energie is vastgelegd in het correctiebedrag. De SDE+ vergoedt het verschil tussen de kostprijs van groene energie en de opbrengst van de (grijze) energie: SDE+-bijdrage = basisbedrag – correctiebedrag.

De hoogte van de SDE+-bijdrage is daarmee afhankelijk van de ontwikkeling van de energieprijis. Bij een hogere energieprijis krijgt u minder SDE+, maar ontvangt u meer van uw energie-afnemer. Bij een lagere energieprijis krijgt u meer SDE+ en minder van uw energieafnemer. De subsidie die Rijksdienst voor Ondernemend Nederland u toewijst in de beschikking, is een maximumbedrag over de gehele looptijd van de subsidie (5, 8, 12 of 15 jaar). Dit maximum wordt bepaald aan de hand van het opgegeven vermogen en het maximale aantal vollasturen voor de technologie. Voor het bepalen van het beschikkingsbedrag wordt uitgegaan van de basisenergieprijis. De basisenergieprijis is de ondergrens voor het correctiebedrag. Het correctiebedrag kan hier niet onder komen. Als het correctiebedrag gelijk is aan de basisenergieprijis is de maximale subsidie bereikt. De uiteindelijke hoogte wordt per jaar berekend op basis van de hoeveelheid energie die u produceert en de hoogte van de energieprijis. De subsidie geldt tot een maximum aantal vollasturen en heeft een maximale looptijd, afhankelijk van de technologie.

Bron: RVO.nl, 2015.

Figuur 3: SDE+-bijdrage = basisbedrag – correctiebedrag



Bron: Rijksoverheid, 2010.

Pijlers van de SDE+

1 Eén integraal budgetplafond

Er is één subsidieplafond vastgesteld voor alle categorieën samen. In 2015 is 3,5 miljard euro beschikbaar om projecten te ondersteunen. Als op een dag meer aanvragen binnenkomen dan er nog budget beschikbaar is, worden de aanvragen gerangschikt op volgorde van basisbedrag. De aanvraag met het laagste basisbedrag is als eerste in de rangschikking. Als de budgetgrens valt tussen aanvragen met een gelijk basisbedrag, wordt onder deze aanvragen geloot.

2 Een gefaseerde openstelling

De SDE+ gaat gefaseerd open. In 2015 worden negen fases opengesteld in de periode 31 maart, 9:00 uur tot 17 december 2015, 17:00 uur. Iedere fase heeft een maximum basisbedrag dat oploopt van 0,070 €/kWh (0,055 €/kWh voor hernieuwbaar gas) in fase 1 tot 0,150 €/kWh (0,118 €/kWh voor hernieuwbaar gas) in fase 9. Voor iedere technologie geldt een maximum basisbedrag waarboven geen subsidie wordt uitgekeerd. In fase 1 kunnen kosteneffectieve technologieën met een basisbedrag lager of gelijk aan 0,070 €/kWh een aanvraag indienen. Ten opzichte van technologieën met een hoger maximum basisbedrag hebben aanvragers in fase 1 een grotere kans dat er voldoende budget beschikbaar is.

3 Een maximum basisbedrag

De SDE+ 2015 gaat uit van een maximum basisbedrag van 0,150 €/kWh (0,118 €/kWh voor hernieuwbaar gas). Technologieën die duurzame energie kunnen produceren voor dit bedrag of voor minder kunnen in aanmerking komen voor subsidie.

4 Een vrije categorie

In iedere fase is een vrije categorie. Zo kunnen innovatieve ondernemers, die goedkoper kunnen produceren dan het berekende basisbedrag voor de betreffende technologie, toegang krijgen tot de SDE+. Voor projecten in de vrije categorie geldt een basisbedrag dat gelijk is aan de bovengrens van de betreffende fase waarin men subsidie heeft aangevraagd. Voorwaarde is dat dit bedrag lager is dan het basisbedrag van de betreffende technologie. De vrije categorie biedt op deze manier ook ruimte voor een aantal technologieën waarvan de kosten gemiddeld hoger zijn dan 0,150 €/kWh (omgerekend 0,118 €/kWh voor hernieuwbaar gas).

Bron: RVO.nl, 2015.

Bijlage C

Uitgangspunten

1. Aanleiding

De SDE+ is het belangrijkste instrument voor de stimulering van de opwekking van hernieuwbare energie in Nederland. Binnen deze regeling wordt jaarlijks de kostprijs van hernieuwbare energie van diverse technologieën, binnen de SDE+-regeling aangeduid als het basisbedrag, bepaald. Daarnaast zijn ook het correctiebedrag en de basisenergieprijs belangrijke componenten van de SDE+-regeling. EZ gebruikt dit advies bij het vaststellen van de maximale subsidiebedragen per categorie productie-installaties en de vormgeving en uitvoering van de SDE+-regeling. Dit document geeft beknopt de uitgangspunten weer om het advies over de basisbedragen, het correctiebedrag en de basisenergieprijs voor de SDE+ 2018 goed uit te kunnen voeren. De uitgangspunten voor het subsidieadvies zijn opgesplitst in de uitgangspunten voor de basisbedragen (H2), de uitgangspunten voor de correctiebedragen (H3) en de uitgangspunten voor de basisenergieprijzen (H4).

2. Uitgangspunten berekening basisbedragen

2.1.1 Algemene uitgangspunten

- Onder de kostprijs van hernieuwbare energie wordt verstaan: "De gemiddelde som van investerings- en exploitatiekosten die kunnen worden toegerekend aan de productie van hernieuwbare energie, plus een redelijke winstmarge, gedeeld door de te verwachten hoeveelheid geproduceerde hernieuwbare energie."
- Een advies wordt gevraagd voor de basisbedragen van de categorieën zoals opgenomen in het eindadvies basisbedragen 2017 (tenzij anders aangegeven).
- Het is wenselijk om overwegingen mee te geven ten aanzien van nieuwe, te verwijderen of aangepaste categorieën.
- Bij de categoriedefinitie kan worden uitgegaan van de definitie gehanteerd in de regeling SDE+ 2017 (tenzij anders aangegeven). Als het wenselijk is om hiervan af te wijken, dan wordt dit onderbouwd.
- Bij de afbakening van categorieën wordt in beginsel het nominaal vermogen gehanteerd, tenzij het wenselijker is een ander criterium te hanteren.
- Bij de keuze van de categorieafbakeningen wordt mede rekening gehouden met het correctiebedrag.
- Voor de looptijd van de subsidie worden dezelfde periodes als in 2017 gehanteerd (8, 12 of 15 jaar) tenzij er zwaarwegende redenen zijn om hiervan af te wijken.
- De basisbedragen worden in €/kWh uitgedrukt.

- De basisbedragen die > 0,20 €/kWh zijn worden opgenomen als '>0,20 €/kWh' en op hoofdlijnen doorgerekend.
- Binnen een categorie moet het merendeel van de projecten gerealiseerd kunnen worden met het berekende basisbedrag.
- Om een basisbedrag te kunnen adviseren voor een categorie, moet het aannemelijk zijn dat er meer dan één project voor in aanmerking komt. Is dit niet het geval dan wordt contact gezocht met EZ.
- De basisbedragen worden berekend met inachtneming van de op 1 juni 2017 bekende wet- en regelgeving die op 1 januari 2018 van kracht is.
- Er wordt uitgegaan van generiek voor Nederland geldende regels.
- Innovatieve technologieën worden beschouwd als betrouwbare technologie. Er wordt dus geen rekening houden met hogere kosten voor onderhoud of lagere vollasturen door het buiten bedrijf zijn van de installatie.
- In het geval een installatie deels voor andere toepassingen wordt gebouwd dan de productie van hernieuwbare energie, bestaan de kosten van de referentie-installatie uit de meerkosten ten opzichte van de situatie zonder energieproductie.
- Kosten die gemaakt worden voorafgaand aan een SDE+ aanvraag worden niet meegenomen.
- De volgende kosten moeten niet worden meegerekend en worden geacht betaald te worden uit het rendement op het ingebrachte eigen vermogen: afsluitprovisies, participatiekosten en voorbereidingskosten (bijvoorbeeld kosten geologisch onderzoek, haalbaarheidsstudies of vergunningen).

2.1.2 Financiële uitgangspunten:

- Uitgangspunt voor alle categorieën is projectfinanciering.
- Rente, Rendement op Eigen Vermogen, WACC, Verhouding EV/VV worden per technologie bepaald en geconsulteerd.
- De voordelen van groenfinanciering worden verrekend als deze van toepassing zijn op het merendeel van de projecten binnen een categorie.
- Er wordt rekening gehouden met de Europese Staatssteunregels.
- Er wordt geen rekening houden met effecten van bevoorschotting of banking.
- Er wordt rekening gehouden met de restwaarde van een installatie na afloop van de subsidieperiode.
- Voor de verwachte inflatiecijfers wordt aangesloten bij de NEV.
- Opslagen in verband met onbalans- en profielkosten worden zowel in de basisenergieprijs als in het correctiebedrag opgenomen.
- De basisprijspremie is een vergoeding voor het risico dat de prijs onder de basisenergieprijs zakt. Deze basisprijspremie wordt bepaald op basis van een risicopremie afhankelijk van de prijsvolatiliteit en langetermijnprojectie van de relevante marktindex.

2.1.3 Biomassa Algemeen:

- Bij de bepaling van de kostprijs van vloeibare biomassa wordt rekening gehouden met de accijnzen en duurzaamheidseisen die opgenomen zijn in de Europese Richtlijn voor hernieuwbare energie, voor zover deze eisen ook verplicht van toepassing zijn.
- Bij de bepaling van de kostprijs wordt voor de categorieën waar deze voor van toepassing zijn rekening gehouden met duurzaamheidseisen zoals opgenomen in de algemene uitvoeringsregeling van de SDE+.
- Voor het bepalen van de juiste referentiebrandstof wordt in eerste instantie uitgegaan van de binnen de SDE+ 2017 toegestane grondstoffen per categorie.
- De algemeen geldende regelgeving betreffende emissies wordt gebruikt bij de kosteninschatting van de referentie-installatie in de bio-energicategorieën.

- Het is mogelijk om een opslag op de houtprijs op te nemen om risico's van kortlopende houtcontracten te compenseren.

2.1.4 Warmte algemeen:

- Kosten voor de aanleg van distributie-infrastructuur voor het transport van duurzame warmte worden niet meegenomen in de berekening van de basisbedragen. De aansluiting van een project op dit distributienet (inclusief de aanleg van de leiding ernaar toe) wordt wel meegenomen.
- Voor warmte/WKK wordt uitgegaan van een realistisch aantal vollasturen.
- Bij WKK en warmte-installaties wordt in het rapport expliciet aangegeven wat de fossiele referentie is voor het basisbedrag en in het geval van WKK, welke warmte/kracht-verhouding geldt.

2.2. Categorie-specifieke uitgangspunten

2.2.1 Waterkracht

- De categorie waterkracht betreft hernieuwbare elektriciteit geproduceerd door een productie-installatie waarmee door middel van hydro-mechanisch-elektrische omzetting hernieuwbare elektriciteit wordt geproduceerd uit potentiële dan wel kinetische energie van stromend water dat niet specifiek ten behoeve van de elektriciteitsproductie omhoog is gepompt.
- Bij gebruik van waterkracht als opslagsysteem komt de waterkrachtinstallatie niet in aanmerking voor de SDE+.
- Als visgeleidingssystemen doorgaans vereist zijn, worden de kosten hiervoor opgenomen in de kosten van de referentie-installatie.

Aandachtspunten 2018 t.o.v. 2017:

- Geen

2.2.2 Zonne-energie

- De berekening van het basisbedrag van zon-PV is gebaseerd op een productie-installatie met een totaal vermogen groter dan of gelijk aan 15 kWp, voor de productie van hernieuwbare elektriciteit uit zonlicht uitsluitend door middel van fotovoltaïsche zonnepanelen, die is aangesloten op een elektriciteitsnet via een aansluiting met een totale maximale doorlaatwaarde van meer dan 3*80 A.
- De referentie-installatie maakt gebruik van de goedkoopste, kwalitatief toereikende, PV-panelen die op de wereldmarkt verkrijgbaar zijn. Verwachte kostendaling wordt meegenomen, gebaseerd op een combinatie van historische informatie en marktprojecties.
- Eventuele kosten voor gebouwintegratie bij zon-PV zijn niet in de kosteninschatting meegenomen.
- Grondkosten zijn niet in de kosteninschatting meegenomen.

Aandachtspunten 2018 t.o.v. 2017:

- Advies over het splitsen van de categorie zon-PV in twee of meer categorieën. Bij de bepaling van deze categorieën naast kostprijverschillen voor verschillende schaalgroottes ook rekening houden met:
 - o Afwijkende type systemen (zon-volgsysteem, drijvend, oost-westsysteem).
 - o Systemen waarvoor een kortere realisatietermijn van 18-24 maanden mogelijk is.
 - o De mate van eigen gebruik van opgewekte elektriciteit.
- Advies over de overwegingen om de categorie zon-thermie op te splitsen in meerdere categorieën.

2.2.3. Windenergie

- Bij de berekening van de grondkosten wordt uitgegaan van een prijs die 10% lager ligt dan de prijs die gehanteerd is bij de advisering over de basisbedragen SDE+ 2017 (0,0035 €/kWh).
- Participatiekosten worden niet meegerekend in de basisbedragen.
- Een basisbedrag uitrekenen voor de volgende windregimes:
 - o a. $\geq 8,0$ m/s;
 - o b. $\geq 7,5$ en $< 8,0$ m/s;
 - o c. $\geq 7,0$ en $< 7,5$ m/s of;
 - o d. $< 7,0$ m/s.

Aandachtspunten 2018 t.o.v. 2017:

- Geen aandachtspunten.

2.2.4. Geothermie

- Alleen projecten met een boordiepte van tenminste 500 meter komen in aanmerking voor SDE+.
- Onderscheid aanbrengen in projecten met een diepte van minimaal 500 meter en een diepte van minimaal 3500 meter.
- Rekening houden met de garantieregeling geothermie.
- Geen differentiatie in aantal vollasturen warmtebenutting uitwerken.

Aandachtspunten 2018 t.o.v. 2017:

- Zo mogelijk en relevant wordt een apart basisbedrag bepaald voor projecten met een boordiepte >3500 meter, projecten die uitgebreid worden en projecten die gebruik maken van een bestaande olie- of gasput.

2.2.5. Waterzuivering

- In samenwerking met de waterschappen wordt een nieuwe methodiek uitgewerkt die moet leiden tot een techniekneutrale stimulering van een verhoging van de biogasproductie bij RWZI's. Afhankelijk van het tijdig beschikbaar komen van de uitkomsten wordt dit opgenomen in het eindadvies.

2.2.6 Verbranding en vergassing

- Het is mogelijk om prijsonderscheid te maken in biomassagebruik tussen grote en kleine installaties ook als de biomassa hetzelfde is.
- Nieuwe biomassastromen, zoals voorbewerkte biomassa, worden op gelijke manier behandelen als andere biomassastromen.

Aandachtspunten 2018 t.o.v. 2017:

- Geen differentiatie van verschillende type biomassa opnemen binnen één categorie.
- Geen categorie verlengde levensduur van MEP-installaties opnemen.
- Categorie verlengde levensduur van SDE-installaties opnemen. Kenmerken baseren op de projecten die daadwerkelijk in bedrijf zijn genomen, rekening houdende met de huidige uitgangspunten en die in 2018 een aanvraag voor verlengde levensduur zouden kunnen indienen, uitgaande van zo'n aanvraag drie jaar voor aflopen beschikking. Dit zal mogelijk gaan om bio-wkk installaties.
- Geen categorie bij- en meestook voor biomassa opnemen.
- N.a.v. uitkomsten marktconsultatie geen advies uitbrengen voor een aparte categorie voor pyrolyse.
- N.a.v. uitkomsten marktconsultatie de kostenopbouw van de (gedeeltelijke) verduurzaming van aardgasgestookte wkk's door middel van een voorgeschakelde techniek niet onderzoeken.

- Een categorie doorrekenen voor installaties op B-hout, inclusief afwegingen over de verwachting van de langetermijnbeschikbaarheid van deze biomassa.
- Advies uitbrengen over de kostenopbouw van installaties die rechtstreeks poederhout inzetten in hun installatie zonder gebruik te maken van een ketel.
- De uitvoeringslasten en administratieve lasten nadrukkelijk meewegen in het bepalen van een geschikte ondergrens van kleine ketels.
- Voor biomassa installaties op vaste biomassa > 5 MW wordt een differentiatie in vollasturen overwogen in de regeling. Vandaar dat het wenselijk is voor de relevante categorieën basisbedragen te bepalen voor het aantal vollasturen oplopend van 2000 tot 8000 in tredes van 500 vollasturen.

2.2.7 Vergisting

- Hernieuwbaar gas-, WKK- of warmtehub worden niet apart doorgerekend.
- Bij covergisting uitgaan van cosubstraten die toegestaan zijn op de bijlage Aa van de meststoffenwet.
- Bij de categorie monovergisting voor installaties < 400 kW uitgaan van 100% dierlijke mest zonder coproducten.

Aandachtspunten 2018 t.o.v. 2017:

- Categorie verlengde levensduur van SDE-installaties opnemen. Kenmerken baseren op de projecten die daadwerkelijk in bedrijf zijn genomen, rekening houdende met de huidige uitgangspunten en die in 2018 een aanvraag voor verlengde levensduur zouden kunnen indienen, uitgaande van zo'n aanvraag drie jaar voor aflopen beschikking. Dit zal mogelijk gaan om zowel Allesvergisting en Mestcovergisting naar zowel warmte, WKK als groen gas.
- De markt voor mest is sterk in beweging. Daarnaast is er een grote verscheidenheid aan covergisting- en monomestvergistingconcepten op de markt. De relevante overwegingen om hier in de SDE+ adequaat mee om te gaan maken onderdeel uit van de opdracht. De vraag is daarbij ook of een aparte categorie covergisting naast allesvergisting en monomestvergisting nog wenselijk is.

2.3 Aanvullende kaders

Onderstaande uitgangspunten staan op gespannen voet met het uitgangspunt dat het merendeel van de projecten moet gerealiseerd kunnen worden. Om de stijging van de biomassaprijzen niet verder aan te moedigen en om de meerkosten van elektriciteitsopwekking te beperken wordt ook een basisbedrag bepaald uitgaande van dezelfde referentie-installaties, maar met onderstaande aanvullende kaders.

- Voor binnenlandse biomassa wordt uitgegaan van de biomassaprijzen uit 2014 die voor de standaard inflatie (CPI) worden gecorrigeerd.
- Bij WKK-projecten die ook gebruik zouden kunnen maken van een ketel op vaste biomassa wordt het basisbedrag bepaald uitgaande van een maximale meerprijs van 0,13 €/ kWh per extra geleverde kWh elektriciteit bij maximale elektriciteitsproductie ten opzicht van de situatie waarin alleen een ketel wordt geplaatst.

3. Uitgangspunten Basisenergieprijs

- De hoogte van de basisenergieprijs bedraagt tweederde van de langetermijnenergieprijs.
- De langetermijnenergieprijs wordt afgeleid uit de recentste Nationale Energieverkenning.
- De langetermijnenergieprijs is daarbij het numerieke gemiddelde van de reële energieprijzen in de komende 15 jaar.

- De berekeningswijze van de basisenergieprijs volgt de berekeningswijze van het correctiebedrag voor de categorie, zij het dat de marktindex vervangen wordt door de langetermijnenergieprijs.
- Voor de profiel- en onbalanskosten van windenergie, windenergie op zee en zon-PV wordt advies gegeven over de hoogte van deze kosten. De profiel- en onbalanskosten worden generiek voor heel Nederland bepaald.

4. Uitgangspunten Correctiebedrag

- Het correctiebedrag is de relevante gemiddelde marktprijs van de geproduceerde energie.
- De marktindex voor elektriciteit is de uurgemiddelde prijs van de APX day ahead.
- De marktindex voor gas is de TTF year ahead-notering op de ICE-Endex.
- Bij het bepalen van de gemiddelde marktprijs van warmte wordt rekening gehouden met de marktindex voor gas.
- Bij nieuwe categorieën geeft ECN advies over de berekeningswijze van het correctiebedrag.
- De profiel- en onbalanskosten van windenergie, windenergie op zee en zon-PV worden apart bepaald..

Energy research Centre of the Netherlands

Postbus 1

1755 ZG PETTEN

Contact

088 515 4244

info@ecn.nl

www.ecn.nl