



1 CONCEPTADVIES SDE+ 2019

2 Verbranding en vergassing van biomassa

3 **Notitie**

4 **Marcel Cremers (DNV GL), Jeroen Daey Ouwens (ECN part of**
5 **TNO), Bart Strengers (PBL)**

6 **15 mei 2018**

7
8
9
10

PBL

11 **Colofon**

12 **Conceptadvies verbranding en vergassing van biomassa**

13 © PBL Planbureau voor de Leefomgeving

14 Den Haag, 2018

15 PBL-publicatienummer: 3274

16 **Contact**

17 sde@pbl.nl

18 **Auteurs**

19 Marcel Cremers (DNV GL), Jeroen Daey Ouwens (ECN part of TNO), Bart Strengers (PBL)

20

21 **Redactie figuren**

22 Beeldredactie PBL

23 **Eindredactie en productie**

24 Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding:
25 Marcel Cremers, Jeroen Daey Ouwens, Bart Strengers (2018), Conceptadvies verbranding en
26 vergassing van biomassa, Den Haag: PBL.

27 Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische be-
28 leidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit
29 van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en eva-
30 lueraties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht.
31 Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk ge-
32 fundeerd.

33

34

Inhoud

36	1	Beschrijving adviesvraag	4
37	1.1	Algemene introductie	4
38	1.2	Basisbedragen	4
39	1.3	Marktconsultatie	4
40	2	Werkwijze	5
41	3	Kostenbevindingen	6
42	3.1	Gehanteerde prijzen voor verbranding en vergassing van biomassa Snoei- en	
43		dunningshout	6
44	3.1.1	Houtpellets	6
45	3.1.2	B-hout	6
46	3.1.3	Vloeibare biomassa	7
47	3.2	Biomassavergassing	7
48	3.3	Ketel op vaste of vloeibare biomassa 0,5-5,0 MW _{th}	7
49	3.4	Ketel op vaste of vloeibare biomassa, ≥5 MW _{th}	8
50	3.5	Ketel op vloeibare biomassa	9
51	3.6	Ketel industriële stoom uit houtpellets > 5 MW _{th}	9
52	3.7	Directe inzet van houtpellets voor industriële toepassingen	10
53	4	Beschrijving referentie-installaties	11
54	4.1	Gehanteerde prijzen voor verbranding en vergassing van biomassa	11
55	4.1.1	Vloeibare biomassa	12
56	4.1.2	Biomassavergassing (≥95% biogeen)	13
57	4.2	Ketel op vaste of vloeibare biomassa 0,5 - 5 MW _{th}	13
58	4.3	Ketel op vaste of vloeibare biomassa ≥ 5 MW _{th}	14
59	4.4	Ketel op vloeibare biomassa	16
60	4.5	Ketel industriële stoom uit houtpellets > 5 MW _{th}	17
61	4.6	Ketel warmte uit houtpellets > 5 MW _{th}	18
62	4.7	Directe inzet van houtpellets voor industriële toepassingen	19
63		Referenties	20
64			
65			

1 Beschrijving adviesvraag

1.1 Algemene introductie

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) adviseert, met ondersteuning van ECN part of TNO en DNV GL, het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat over de Subsidieregeling voor Duurzame Energie (SDE+). Dit rapport behandelt de basisbedragen voor hernieuwbare energie in de SDE+ 2019 voor categorieën voor verbranding en vergassing van biomassa:

- Biomassavergassing ($\geq 95\%$ biogeen)
- Ketel op vaste of vloeibare biomassa 0,5 - 5 MW_{th}
- Ketel op vaste of vloeibare biomassa ≥ 5 MW_{th}
- Ketel op vloeibare biomassa
- Ketel industriële stoom uit houtpellets > 5 MW_{th}
- Ketel warmte uit houtpellets > 5 MW_{th}
- Directe inzet van houtpellets voor industriële toepassingen

Achtereenvolgens komen de toegepaste werkwijze, de kostenbevindingen en de referentiesystemen aan de orde, gevolgd door de voorgestelde basisbedragen en tenslotte nog een overzicht van openstaande vragen.

1.2 Basisbedragen

Het zwaartepunt van de werkzaamheden ligt bij de advisering over de basisbedragen. Deze werkzaamheden worden jaarlijks uitgevoerd. Deze notitie bevat het conceptadvies voor verbranding en vergassing van biomassa SDE+ 2019 inclusief kostenbevindingen.

Op basis van schriftelijke reacties uit de markt en marktconsultatiegesprekken stelt PBL, ondersteund door ECN part of TNO en DNV GL, vervolgens het uiteindelijke eindadvies op voor het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. De Minister van EZK besluit uiteindelijk aan het eind van het jaar over de openstelling van de nieuwe SDE+-regeling, de open te stellen categorieën en de bijbehorende basisbedragen.

1.3 Marktconsultatie

Belanghebbenden worden uitgenodigd om in een open consultatieronde een reactie te geven op het conceptadvies en de onderliggende kostenbevindingen per thema. De marktconsultatie zal plaatsvinden in mei en juni 2018.

Nadere informatie is te vinden via de website: www.pbl.nl/sde

2 Werkwijze

100 De SDE+-aanvragen uit 2017 zijn geanalyseerd met betrekking tot type brandstof, kosten
101 van de brandstof, schaalgrootte, investeringskosten, operationele en onderhoudskosten.
102 Waar vorig jaar de totale projectkosten als grondslag dienden voor bepalen van de investe-
103 ringskosten en O&M-kosten, beperken we ons dit jaar tot de bouwkundige (mechanisch en
104 civiel) kosten die direct van toepassing zijn op de installatie voor de productie van warmte of
105 elektriciteit.

3 Kostenbevindingen

106

3.1 Gehanteerde prijzen voor verbranding en vergassing van biomassa Snoei- en dunningshout

107

108

109

110

111

112

Evenals vorig jaar zien we een grote variëteit in brandstoftype en brandstofprijzen in de aanvragen. We zien gemiddeld genomen lagere prijzen dan vorig jaar.

113

114

115

116

117

118

119

Voor Nederlandse biomassa moet voor grootschalige partijen snoei- en dunningshout, met kortlopende contracten of op afroep, rekening gehouden worden met een prijs van 35-50 €/t afhankelijk van kwaliteit. Het blijkt dit jaar dat voor deze prijs biomassa gekocht kan worden met een jaargemiddeld vochtgehalte van typisch 25% - 55% vocht. Deze biomassa is met name bestemd voor middelgrote of grote ketels. Gemiddeld kan daarmee voor een prijs van rond de 4 €/GJ aan houtsnippers gecontracteerd worden met een bandbreedte van ongeveer 1 €/GJ.

120

121

122

123

124

125

126

127

Voor kleinschalige ketels lopen de opgegeven brandstofkosten met een spreiding van tussen de 0 en 270 €/ton sterk uiteen. Opvallend is dat het merendeels schone, hoogwaardige en relatief droge biomassa betreft als zaagsel, krullen, pallets, pellets en dergelijke en dat er op deze schaal klaarblijkelijk maar beperkt verse snippers worden ingezet. De gemiddelde prijs op basis van de aanvragen bedraagt 4,4 €/GJ met een vrij ruime bandbreedte (standaarddeviatie) van ongeveer 2 €/GJ.

128

129

130

131

132

De houtsnippermarkt in Duitsland laat sinds drie jaar een continu dalende tendens zien. Waar vorig jaar nog all-in-prijzen van rond de 90 €/t (vochtgehalte 35%) voor kwalitatief hoogwaardige houtsnippers gerapporteerd werden, zijn in 2017 de prijzen tot onder de 80 €/t gedaald. Grootschalige inkoop reduceert de prijs naar verwachting verder tot beneden 60 €/t (vochtgehalte 35%), oftewel beneden de 5,5 €/GJ.

133

134

3.1.1 Houtpellets

135

136

137

Er is in het afgelopen jaar één aanvraag in de SDE+ gedaan voor grootschalige stoomproductie met pellets.

138

139

140

141

142

143

144

Voor de prijsbepaling van houtpellets wordt uitgegaan van industriële houtpellets. Industriële houtpellets kunnen in grote hoeveelheden komen uit bijvoorbeeld de Verenigde Staten, Canada of Baltische Staten. Deze pellets zijn contracteerbaar op de spotmarkt, via *forward hedging* of via langetermijncontracten. Contracten van meer dan 10 jaar kunnen naar verwachting bilateraal met internationale leveranciers worden afgesloten. Het kunnen voldoen aan de duurzaamheidscriteria is tevens van invloed. Echter, op dit moment zijn er nog geen ketels voor industriële stoom uit houtpellets gerealiseerd.

145

146

3.1.2 B-hout

Er zijn geen aanvragen op B-hout.

147 3.1.3 Vloeibare biomassa

148 De SDE+-aanvragen van 2017 die vloeibare biomassa gebruiken tellen op tot 35 MW_{th} waar-
149 bij jaarlijks 18,3 Mton vloeibare biomassa zal worden verstoekt. Hiervan is één derde op ba-
150 sis van dierlijke vetten en het restant grotendeels op plantaardige oliën, gecertificeerd
151 volgens het ISCC EU (International Sustainability and Carbon Certification) schema voor Re-
152 fined Oil (Palm), PFAD en Olein (Shea). Het totale nominale vermogen van alle projecten die
153 eind 2017 een SDE+-beschikking hebben is 536 MW_{th} met een maximale subsidiabele pro-
154 ductie van 828 GWh per jaar.

155
156 In de aanvragen van 2017 is een prijs gehanteerd voor dierlijke vetten van €500 per ton en
157 voor de plantaardige oliën (overwegend residuen) van €540 tot €660 per ton met een gewo-
158 gen gemiddelde van €585 per ton. Bij de dierlijke vetten gaat het om een interne prijs aan-
159 gezien ze binnen het zelfde bedrijf worden aangewend. De werkelijke marktprijzen voor
160 dierlijke vetten liggen ruim 10% hoger op €560 per ton (Reuters, april 2018).

161
162 Alle genoemde bedragen zijn *zonder* accijns, maar per 1 juli 2017 is de accijnsvrijstelling op
163 vloeibare biomassa voor verwarmingsdoeleinden opgeheven. In het advies van vorig jaar is
164 gesteld dat de betrokken bedrijven waarschijnlijk het lage accijnstarief van zware stookolie
165 gaan betalen (€36,40 per ton) op basis waarvan een aanpassing van het basisbedrag in de
166 SDE+ is doorgevoerd. Echter, diverse partijen hebben aangegeven dat het hoge tarief van
167 €489,81 per 1000 liter (of €583 per ton bij 0,84 kg/liter) voor halfzware olie en gasolie wordt
168 toegepast (Belastingdienst, 2018). Hierbij zijn de classificaties gebaseerd op een onderzoek
169 van het douanelaboratorium uit 2007. Gezien de ontwikkelingen sinds 2017 zou het volgens
170 een aantal bedrijven logisch zijn de classificatie te herzien, maar de douane heeft naar ver-
171 luidt aangegeven dit niet te willen doen.

172
173 Vorig jaar werd gerekend met €610 voor vloeibare biomassa inclusief het lage accijnstarief.
174 Indien het hoge accijnstarief toegepast moet worden dan ontstaat een aanzienlijk hogere
175 prijs. Deze verhoging zal de concurrentiepositie voor nieuwe projecten binnen de SDE+ in de
176 categorie vloeibare biomassa dramatisch verslechteren. Daarnaast worden de meeste lo-
177 pende projecten geconfronteerd met veel hogere kosten waardoor ze niet meer rendabel zijn
178 en ophouden te bestaan. De vloeibare biomassa wordt dan, zoals inmiddels ook bevestigd
179 door verschillende bedrijven, verkocht aan de ons omringende landen waar de accijnsvrijstel-
180 ling nog wel van kracht is.

181 3.2 Biomassavergassing

182 Momenteel zijn er geen nieuwe aanvragen voor vergassers zoals bedoeld in de categorie.

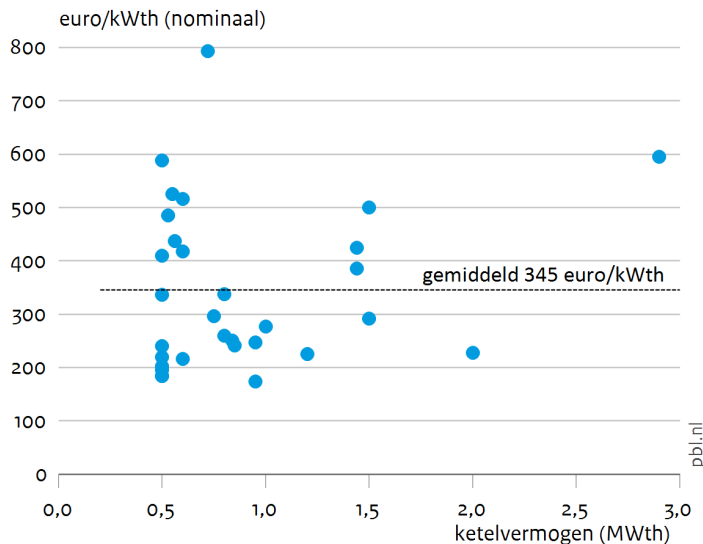
183 3.3 Ketel op vaste of vloeibare biomassa 0,5-5,0 MW_{th}

184 Binnen de categorie 0,5-5,0 MW_{th} zijn er ongeveer 30 aanvragen in 2017. Van de geanaly-
185 seerde aanvragen zijn de meeste bedoeld voor toepassing van warmte in de veeteelt (stal-
186 verwarming of drogen van mest of digestaat). Slechts enkele betreffen verwarming van
187 gebouwen of woonwijken.

188 Vrijwel alle ketels draaien op houtachtige biomassa, maar één aanvraag betreft vloeibare bi-
189 omassa. In vrijwel alle gevallen wordt alleen warmte of stoom opgewekt – evenzo zijn er
190 maar vier projecten waar sprake is van gekoppelde opwekking (veelal met een ORC).

191 Het gemiddelde nominale vermogen van de houtketels bedraagt ongeveer 890 kW (afgerond
 192 op 1,000 kW). Dit is dus aanzienlijk lager dan de bovengrens in de SDE+ van 5 MW_{th}. De in-
 193 vesteringskosten bedragen gemiddeld circa 345 €/kW_{th} output. De bandbreedte is echter
 194 groot. De gemiddelde operationele kosten bedragen circa 34 €/kW_{th} output.
 195

Investeringskosten houtketels (n=31)



196 Bron: PBL/ECN-TNO/DNV GL

197 *Figuur 1 investeringskosten van houtketels in euro per kW nominaal vermogen tegen het op-*
 198 *gestelde nominale te leveren vermogen.*

199
 200 Het aantal vollasturen lijkt wat lager te liggen dan de aangenomen waarde van 3000 uur
 201 maar kent een grote spreiding.

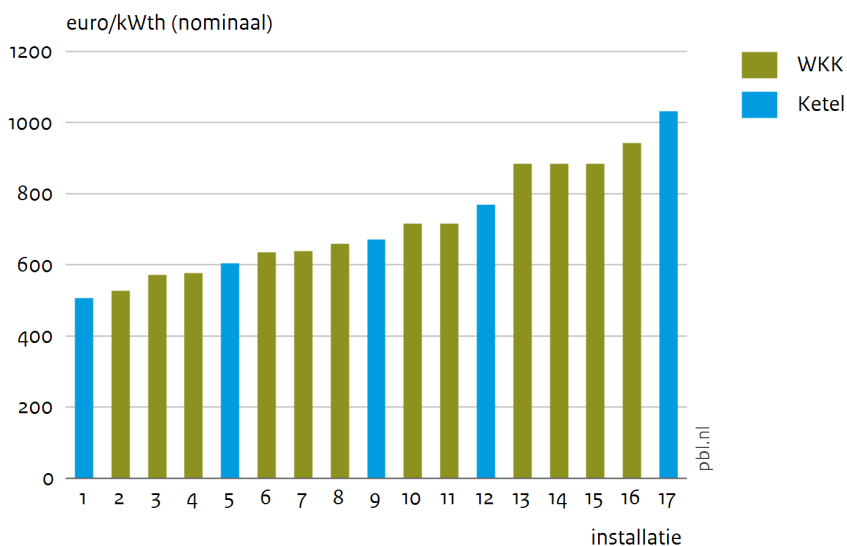
202 3.4 Ketel op vaste of vloeibare biomassa, ≥5 MW_{th}

203 Grote biomassagestookte warmwaterketels worden momenteel primair toegepast voor stads-
 204 verwarmingsnetten en in enkele gevallen voor de productie van stoom voor de industrie. In
 205 2017 zijn er drie projecten voor ketels op vaste biomassa aangevraagd, in vermogen vari-
 206 erend van ongeveer 5 MW_{th} tot ongeveer 40 MW_{th}. De opgegeven specifieke investeringskos-
 207 ten van deze projecten hebben een grote spreiding en liggen tussen 550 en 1200 €/kW_{th}
 208 output.

209
 210 Uit nader onderzoek, en in aanvulling op het kostenonderzoek van verleden jaar, blijkt dat
 211 de investeringskosten voor een grote ketel met houtinvoerlijn in de range van 300-450
 212 €/kW_{th} output liggen. Hierbij is er sprake van beperkte rookgasreiniging. Een stoomketel zit
 213 aan de bovenkant van de range. Uitgaande van uitgebreide rookgasreiniging en bouwkun-
 214 dige voorzieningen geeft dit een typische range van 450-700 €/kW_{th}. Analyse van recente
 215 aanvragen laat verder zien dat kosten voor leidingwerk, buffervaten, onvoorziene kosten en
 216 projectontwikkelingskosten in een enkel geval kunnen zorgen voor (gebudgetteerde) investe-
 217 ringskosten van boven de 1000 €/kW_{th} output. Deze laatste kosten zijn niet subsidiabel (con-
 218 form uitgangspunten).
 219

220 Als we de genoemde leverings- en bouwkosten voor mechanische en civiele werken (EPC-
221 kosten) uit een groot aantal aanvragen (waarvan een aantal gerealiseerde projecten) isole-
222 ren, dan ontstaat er een beeld zoals weergegeven in Figuur 2.
223

EPC kosten voor mechanische en bouwkundige leveringen



Bron: PBL/ECN-TNO/DNV GL

224
225 *Figuur 2 Specifieke kosten voor de mechanische en civiele leveringsdelen uit een groot aan-*
226 *tal aanvragen in de periode 2013-2017*

227 Vorig jaar is aangegeven dat de O&M-kosten variëren tussen 35 en 80 €/kW_{th} output. De
228 aanvragen van dit jaar laten een spreiding zien tussen 35 en 90 €/kW_{th} output. Vier van zes
229 projecten hebben O&M-kosten tussen de 38 en 45 kW_{th} output. Een groot deel hiervan, ty-
230 pisch 50% of meer, zijn kosten voor garantie en onderhoud van de installatie, personeels-
231 kosten en kosten voor verzekeringen. Kosten voor asafzet, eigen verbruik van de installatie
232 en andere bijkomende kosten nemen het overige deel in.

233 3.5 Ketel op vloeibare biomassa

234 In 2017 zijn er vier aanvragen gekomen voor vloeibare olie waarvan één op basis van dier-
235 lijke vetten. De capaciteiten van de installaties zijn van net onder de 1 MW_{th} output tot net
236 beneden de 15 MW_{th} output. De afgegeven investeringskosten liggen in de range van 44 tot
237 71 €/kW_{th} output. De afgegeven O&M-kosten zijn 1 tot ongeveer 15 €/kW_{th} output.
238

239 3.6 Ketel industriële stoom uit houtpellets > 5 MW_{th}

240 In 2017 is er één aanvraag geweest voor een ketel industriële stoom uit houtpellets. Dit be-
241 helst een installatie met een referentievermogen tussen 5 en 10 MW_{th} output. De waarden
242 van de technisch-economische parameters in deze aanvraag lagen iets beneden waarden van
243 het advies van vorig jaar. De referentiecasi in het advies van vorig jaar heeft een capaciteit
244 die een factor 2-3 hoger is dan die van de bestudeerde aanvraag.

245 **3.7 Directe inzet van houtpellets voor industriële toepas-**
246 **singen**

247 Deze categorie is per 2018 opengesteld. Derhalve zijn er over 2017 geen aanvragen beschik-
248 baar.

4 Beschrijving referentie-installaties

4.1 Gehanteerde prijzen voor verbranding en vergassing van biomassa

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

Tabel 1 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 weer gegeven.

Tabel 1 Gehanteerde biomassaprijzen voor installaties die SDE+ in 2019 aanvragen

Biomassa voor verbranding en vergassing	Energie-inhoud	Prijs	Referentieprij
	[GJ/t]	[€/t]	[€/GJ]
Vaste biomassa			
Snoei- en dunningshout	10	45	4,5
Houtpellets, ketels	17	170	10,0
B-hout	13	0	0,0
Vloeibare biomassa			
Dierlijk vet (accijns vrijgesteld)	39	554	14,2
Dierlijk vet (accijns laag tarief)	39	590	15,1
Dierlijk vet (accijns hoog tarief)	39	1099	28,2

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 die geleverd wordt kan jaargemiddeld een vochtpercentage hebben van rond de 35%-45%. Dit levert een energie-inhoud in de orde van 10 GJ/t. Als referentieprij is 45 €/ton aangenomen ofwel 4,5 €/GJ. Dit is een prijs die voldoende is voor huidige grootschalige lokale inkoop. Dit is tevens een specifieke kostprijs die op of net boven de gemiddelde kostprijs voor inzet in kleinere ketels zit.

Houtpellets

Voor de categorieën 'Ketel industriële stoom uit houtpellets', 'Ketel warmte uit houtpellets', en 'Directe inzet van houtpellets voor industriële toepassingen' wordt voor de biomassa-brandstof uitgegaan van schone, witte houtpellets met een stookwaarde van 17 MJ/kg conform de handelsdefinitie. Net als vorig jaar zijn de kosten bepaald op 155 €/t voor levering

281 bij de industriële gebruiker. Deze prijs is gebaseerd op input verkregen vanuit de markt (zo-
282 wel van pelletproducenten als van energiebedrijven) en openbare bronnen zoals de Argus-
283 index (actuele spotprijzen en *forwards*). De prijs bestaat uit 135 €/t voor de prijs CIF ARA en
284 20 €/t voor de logistieke kosten voor het vervoer van haven naar centrale. Deze kosten be-
285 vatten aanvullende opslagkosten (silos), een extra overslagstap en vervoer per vrachtauto
286 (maximaal 150 km). Daar bovenop komt 15 €/t brandstofprijsoverlag (voor langetermijncon-
287 tractering en valutarisico's). Dit resulteert in prijs van 170 €/t.

288
289 Hierbij is rekening gehouden met een risicopremie, omdat deze prijs gedurende de subsidie-
290 periode van 12 jaar wordt vastgelegd.

291

292 **B-hout**

293 B-hout is afvalhout met een geringe mate van vervuiling, bijvoorbeeld doordat het geverfd,
294 gelakt of verlijmd is. Vooralsnog lijkt het realistisch om aan te nemen dat er in ieder geval
295 een tijdelijk overschot van B-hout is op de Nederlandse markt.

296

297 De toename in beschikbaarheid is met name het gevolg van verhoogde bouwactiviteit door
298 de economische groei en van een krimpende spaanplaatindustrie. Aan de andere kant neemt
299 de vraag naar B-hout zeer waarschijnlijk toe. In het Verenigd Koninkrijk (en mogelijk ook
300 België) zal de komende jaren extra capaciteit online komen voor het omzetten van afvalhout
301 in energie. Het is niet te voorspellen hoe structureel het overschot in afvalhout is.

302

303 Om te vermijden dat de SDE+ regeling een prijsopdrijvend effect creëert op de B-houtmarkt
304 en omdat storten of verbranden in een AVI het alternatief is, wordt een prijs van 0 €/t voor
305 B-hout toegepast. Tevens is er vanuit de markt interesse getoond om B-hout te vergassen
306 voor de productie van SNG. Daarom wordt B-hout opgenomen in de categorie Biomassaver-
307 gassing ($\geq 95\%$ biogeen).

308 **4.1.1 Vloeibare biomassa**

309

310 Uit de bevindingen van verleden jaar blijkt dat de prijs van vloeibare oliën sterk kan variëren
311 afhankelijk van herkomst, type en gebruik. Uit een beperkte steekproef die vorig jaar en dit
312 jaar is uitgevoerd blijkt dat voor gerealiseerde projecten dierlijke vetzuren gecontracteerd
313 kunnen worden voor een minimale prijs tussen 420 en 520 €/t. Wanneer we rekening hou-
314 den met een prijs van 500 €/t nu, maar tevens net als vorig jaar de afgelopen vijf jaar be-
315 schouwen via een vijfjarig gemiddelde, levert dit een prijs van 554 €/t. Dit ligt op een
316 vergelijkbare prijs die via overige bronnen verkregen is (Reuters, april 2018). Hierbij wordt
317 gerekend met een stookwaarde van 39 GJ/t. Voor plantaardige oliën is er een goed ontwik-
318 kelde internationale markt. De prijzen voor deze oliën liggen echter hoger dan de prijs voor
319 dierlijke vetten.

320

321 Indien het eerder genoemde vervallen van de vrijstelling dient te worden gecompenseerd via
322 de kostprijs van de vloeibare olie zorgt dit voor een verhoging tot 590 €/t indien de olie valt
323 in de accijnstarief voor zware stookolie of 1099 €/t indien de olie onder het tarief voor lichte
324 stookolie valt.

4.1.2 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 opge- waardeerd tot aardgaskwaliteit (bio-SNG) waarna het als hernieuwbaar gas in het aardgasnet gevoed kan worden.

De referentie-installatie heeft een vermogen van 21 MW_{th} output aan hernieuwbaar gas. Dit is gelijkgesteld aan de schaal van vorig jaar. Er wordt hierbij uitgegaan van een grootschalig commercieel project. Het energetisch rendement van vergassing naar bio-SNG is gesteld op 65%. Dit rendement is eveneens gelijkgesteld aan het advies van vorig jaar. Hogere rendementen lijken op langere termijn wel haalbaar. De installatie kan in haar eigen warmtebe- hoefte voorzien; wel is de inkoop van elektriciteit voor eigen verbruik meegenomen in de berekening van het basisbedrag. Er wordt uitgegaan van een relatief laag aantal van 7500 vollasturen per jaar omdat de combinatie van een houtvergasser en een gasopwaarderings-in- stallatie zorgt voor een complexe productie-installatie. De investeringskosten worden gelijk- gesteld aan het advies van vorig jaar en bepaald op 3250 €/kW output. Dit bedrag omvat vergassing, reiniging, opwaarderings- en invoeding in het gasnet. De O&M-kosten worden net als vorig jaar bepaald op 285 €/kW output. Zie Tabel 2 voor de technisch-economische para- meters. In Tabel 3 is het basisbedrag weergegeven. Daarnaast staan in deze tabel ook de basisprijs, de contractkosten, het correctiebedrag.

Tabel 2 Technisch-economische parameters vergassing van biomassa ($\geq 95\%$ biogeen) en B- hout

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019	Advies SDE+ 2019 B-hout
Referentiegruote	[Nm ³ /h output]	2387	2387
Vollasturen	[uur/jaar]	7500	7500
Investeringskosten	[€/kW output]	3250	3250
Vaste O&M-kosten	[€/kW output]	285	285
Energie-inhoud substraat	[GJ/t]	10	13
Grondstofkosten	[€/t]	45	0

Tabel 3 Overzicht subsidieparameters Biomassavergassing ($\geq 95\%$ biogeen) en B-hout ($\geq 95\%$ biogeen)

	Eenheid	Advies SDE+ 2019 ($\geq 95\%$ biogeen)	Advies SDE+ 2019 B-hout
Basisbedrag SDE+ 2019	[€/kWh]	0,119	0,095
Looptijd subsidie	[jaar]	12	12
Berekeningswijze correctie- bedrag	TTF (HHV)		

4.2 Ketel op vaste of vloeibare biomassa 0,5 - 5 MW_{th}

De referentie-installatie voor de vermogensklasse 0,5 - 5 MW_{th} output is een heetwaterketel met een verbrandingsrooster waar snoei- en dunningshout (houtsnippen) ingezet worden als referentie-brandstof. Er is rekening gehouden met investeringen die nodig zijn voor rookgas- reiniging in het kader van het Activiteitenbesluit. Zo is er voor installaties >1 MW_{th} een stof- filter meegenomen. Uitgaande van de verruiming van de NO_x-emissie-eis van installaties met

361 een vermogen tussen 1 en 5 MW_{th} in het Activiteitenbesluit is er geen DeNO_x-installatie be-
362 nodig voor deze categorie.

363

364 Om de categorie zo goed mogelijk aan te laten sluiten bij het merendeel van de projecten is
365 het aantal veronderstelde vollasturen gezet op 3000 uur. Uit het kostenbevindingsonderzoek
366 blijkt dat deze vollasturen niet altijd gehaald worden, al zijn er ook projecten die meer vol-
367 lasturen halen. Als gemiddeld aantal vollasturen is 3000 uur genomen.

368

369 Het referentievermogen voor de ketel 0,5-5 MW wordt gezet op 950 kW_{th} output. Voor de
370 ketels in de vermogensklasse 0,5 - 5 MW_{th} output komt uit de kostenbevindingen naar voren
371 dat de investeringskosten van de aanvragen uit 2017 gemiddeld lager liggen dan het bedrag
372 van het eindadvies van verleden jaar (dit was 480 €/kW_{th} output). De bevindingen laten zien
373 dat voor het gros van de projecten een investeringsbedrag opgenomen is van op of beneden
374 415 €/kW_{th} output. Daarom wordt het investeringsbedrag dit jaar hierop bepaald. De vaste
375 O&M kosten worden evenals vorig jaar bepaald op 28 €/kW_{th} output.

376

377 De brandstofkosten voor snippers worden gezet op 45 €/t bij 10 GJ/t.

378

379 Tabel 4 geeft de technisch-economische parameters voor ketels op vaste biomassa. In
380 Tabel 5 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven. Voor de
381 kleinere ketels wordt geadviseerd een hoger correctiebedrag te hanteren, vanwege een gro-
382 ter mogelijk voordeel uit vermeden energiebelasting.

383

384 *Tabel 4 Ketels op vaste biomassa 0,5-5 MW_{th}*

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019 0,5-5 MW _{th}
Thermisch outputvermogen	[MW _{th} output]	0,95
Vollasturen warmteafzet	[uur/jaar]	3000
Investeringskosten	[€/kW _{th} output]	415
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th} output]	28
Energie-inhoud brandstof	[GJ/t]	10
Brandstofprijs	[€/t]	45

385

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

	Eenheid	Advies SDE+ 2019 0,5-5 MW _{th}
Basisbedrag SDE+ 2019	[€/kWh]	0,048
Looptijd subsidie	[jaar]	12
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

387 4.3 Ketel op vaste of vloeibare biomassa ≥ 5 MW_{th}

388 Net als in het vorige advies wordt uitgegaan van een referentie-installatie die bestaat uit een
389 snoeihout-gestookte stoomketel of warmtekrachtinstallatie. De referentie-installatie is inge-
390 schaald als basislastvoorziening en niet als pieklastketel en er wordt daarom verondersteld
391 dat de installatie relatief veel vollasturen maakt.

392

393 De installatie heeft een referentie-grootte van 10 MW_{th} output. Het snoeihout wordt ontvan-
394 gen en opgeslagen in bunkers (voorraad voor enkele dagen tot een week). Het hout wordt
395 vervolgens getransporteerd naar een verbrandingsrooster waar het verbrand wordt voor het
396 opwekken van stoom. De warmte wordt geleverd aan nabijgelegen industrie of middels een
397 warmtewisselaar overgedragen aan een warmtenet.

398 In aanvulling op deze referentie-installatie is rekening gehouden met investeringen in het ka-
 399 der van het Activiteitenbesluit. De rookgasreiniging voor deze categorie vraagt hogere inves-
 400 teringen dan voor de categorie 0,5 - 5 MW_{th}. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat door
 401 toepassing van een SNCR-installatie de NO_x voldoende gereduceerd kan worden. Daarnaast
 402 is rekening gehouden met hogere investeringen ten opzichte van de referentie-installatie
 403 voor de categorie 0,5-5 MW_{th} betreffende aanvullende biomassaopslag en stofilters.

404
 405 Tenslotte ziet men in de praktijk dat volledige civiele werken nodig zijn, inclusief funderingen
 406 en gebouw. Bovendien is de aansluiting van de installatie op een warmtenet meegenomen.
 407 De mechanische en civiele werken zoals hierboven genoemd vertegenwoordigen voor de
 408 meeste projecten maximaal 640 €/kW_{th} output.

409
 410 Vaste O&M-kosten bevatten onder meer kosten voor asafzet, vaste kosten voor (uitbesteed)
 411 onderhoud en tevens 0,5 fte aan loonkosten voor bedrijfsvoering. Op basis van de bevindingen
 412 van dit jaar worden de vaste O&M-kosten verlaagd naar 40 €/kW_{th} output. De variabele
 413 O&M kosten worden gelijkgesteld aan die van vorig jaar, te weten 0,0043 €/kWh_{th} output.

414
 415 In deze categorie is het mogelijk om warmtelevering of stoomlevering te realiseren met een
 416 ketel op vaste biomassa ter vervanging van een gasgestookte WKK. Dit is grotendeels een
 417 basislastvoorziening. Daarom is voor deze categorie het aantal vollasturen op 7000 uur per
 418 jaar gesteld. Een overzicht van de technisch-economische parameters voor ketels op vaste
 419 biomassa (≥5 MW) is weergegeven in Tabel 6. In Tabel 7 zijn het basisbedrag en enkele an-
 420 dere subsidieparameters weergegeven.

421
 422 *Tabel 6 Technisch-economische parameters Ketel op vaste of vloeibare biomassa, ≥5 MW_{th}*

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019
Thermisch outputvermogen	[MW _{th} output]	10
Vollasturen warmteafzet	[uur/jaar]	7000
Investeringskosten	[€/kW _{th} output]	640
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th} output]	40
Variabele O&M-kosten	[€/kWh _{th} output]	0,0043
Energie-inhoud brandstof	[GJ/t]	10,0
Brandstofprijs	[€/t]	45

423

424 *Tabel 7 Overzicht subsidieparameters Ketel op vaste of vloeibare biomassa, ≥5 MW_{th}*

	Eenheid	Advies SDE+ 2019
Basisbedrag SDE+ 2019 (referentie)	[€/kWh]	0,041
Basisbedrag bij 3000 vollasturen	[€/kWh]	0,064
Basisbedrag bij 3500 vollasturen	[€/kWh]	0,058
Basisbedrag bij 4000 vollasturen	[€/kWh]	0,054
Basisbedrag bij 4500 vollasturen	[€/kWh]	0,051
Basisbedrag bij 5000 vollasturen	[€/kWh]	0,048
Basisbedrag bij 5500 vollasturen	[€/kWh]	0,046
Basisbedrag bij 6000 vollasturen	[€/kWh]	0,044
Basisbedrag bij 6500 vollasturen	[€/kWh]	0,042
Basisbedrag bij 7000 vollasturen	[€/kWh]	0,041
Basisbedrag bij 7500 vollasturen	[€/kWh]	0,040
Basisbedrag bij 8000 vollasturen	[€/kWh]	0,039
Basisbedrag bij 8500 vollasturen	[€/kWh]	0,038
Looptijd subsidie	[jaar]	12
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

426

4.4 Ketel op vloeibare biomassa

427

428 In sommige gevallen zijn gasgestookte ketels relatief snel en eenvoudig te vervangen door
 429 ketels op vloeibare biomassa, zoals bijvoorbeeld dierlijk of plantaardig vet. Als referentie-
 430 brandstof is gekozen voor dierlijk vet. Voor de investeringskosten wordt uitgegaan van het
 431 gebruik van een bestaande ketel, waarbij de branders in de ketel vervangen worden. Tevens
 432 wordt rekening gehouden met bijbehorend leidingwerk. Om aan het Activiteitenbesluit te
 433 kunnen voldoen wordt tevens rekening gehouden met een SNCR en doekenfilter. Hiermee is
 434 de berekening representatief voor zowel inzet van vloeibare biomassa in nieuwe op vloeibare
 435 biomassa ontworpen ketels als inzet van vloeibare biomassa in aangepaste bestaande gaske-
 436 tels. De vaste O&M-kosten omvatten de kosten voor de bedrijfsvoering en onderhoud van de
 437 (omgebouwde) ketel.

438

439 Zoals eerder vermeld is de accijnsvrijstelling op bio-olie komen te vervallen. In Tabel 8 staan
 440 de parameters met betrekking op een ketel op vloeibare biomassa. Hier is onderscheid ge-
 441 maakt tussen bio-olie met accijnsvrijstelling, bio-olie met het lage accijnstarief en bio-olie
 442 met het hoge accijnstarief. In Tabel 9 zijn bij deze cases de betreffende basisbedragen en
 443 enkele andere subsidieparameters weergegeven.

444

445

Tabel 8 Technisch-economische parameters voor Ketel op vloeibare biomassa

Parameter	Eenheid	Advies SDE +2019 (vrijgesteld)	Advies SDE+ 2019 (laag tarief)	Advies SDE+ 2019 (hoog tarief)
Thermisch outputvermogen	[MW _{th} output]	10	10	10
Vollasturen warmteafzet	[uur/jaar]	7000	7000	7000
Investeringskosten	[€/kW _{th} output]	65	65	65
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th} output]	21	21	21
Energie-inhoud brandstof	[GJ/t]	39,0	39,0	39,0
Brandstofprijs	[€/t]	554	590	1099

446

447

Tabel 9 Overzicht subsidieparameters Ketel op vloeibare biomassa

	Eenheid	Berekening SDE +2019 (vrijgesteld)	Berekening SDE+ 2019 (laag tarief)	Advies SDE+ 2019 (hoog tarief)
Basisbedrag SDE+ 2019	[€/kWh]	0,067	0,071	0,127
Looptijd subsidie	[jaar]	12	12	12
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement			

448

449 4.5 Ketel industriële stoom uit houtpellets > 5 MW_{th}

450

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

455

456 De referentieketel is een 30bar-stoomketel met een leveringsvermogen van 20 MW_{th}. Daar-
 457 mee is de schaalgrootte van de ketel net zo groot als die van het afgelopen jaar, en vormt
 458 deze een gemiddelde van een aantal geplande projecten. De ketel wordt verondersteld een
 459 rendement van 90% te hebben. Net als vorig jaar is het aantal vollasturen warmteafzet op
 460 8500 uur per jaar gesteld. Een investeringsbedrag van 590 €/kW_{th} output is voldoende om
 461 de EPC-kosten voor een 20 MW_{th} output pellet-gestookte installatie te kunnen bekostigen.

462

463 In het ontwerp wordt rekening gehouden met een pelletopslag van ongeveer 4 dagen. De
 464 vaste O&M-kosten bij deze categorie bedragen evenals vorig jaar 48 €/kW_{th} output en om-
 465 vatten onder meer kosten voor onderhoud en bedrijfsvoering (centrale wacht, waarvoor 2 fte
 466 voor rekening komt van de ketel).

467

468 De houtpelletmarkt ontwikkelt zich snel en een aantal grote leveranciers is in staat om lang-
 469 jarige leveringscontracten af te sluiten. Daarom wordt geadviseerd om de subsidieduur van 8
 470 jaar naar 12 jaar te verzetten. Van de technische levensduur van een dergelijke installatie
 471 mag verwacht worden dat deze tenminste 12 jaar zal zijn, en is daarmee niet beperkend
 472 voor het verlengen van de subsidieduur.

473

474 De technisch-economische parameters zijn weergegeven in Tabel 10. In Tabel 11 zijn het ba-
 475 sisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

476

477 *Tabel 10 Technisch-economische parameters Ketel industriële stoom uit houtpellets ≥ 5 MW_{th}*

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019
Thermisch outputvermogen	[MW _{th} output]	20
Vollasturen warmteafzet	[uur/jaar]	8500
Investeringskosten	[€/kW _{th} output]	590
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th} output]	48
Energie-inhoud brandstof	[GJ/t]	17,0
Brandstofprijs	[€/t]	155
Brandstofprijso slag	[€/t]	15

478

479 *Tabel 11 Overzicht subsidieparameters Ketel industriële stoom uit houtpellets ≥ 5 MW_{th}*

	Eenheid	Advies SDE+ 2019
Basisbedrag SDE+ 2019	[€/kWh]	0,060
Looptijd subsidie	[jaar]	12
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

480

481 4.6 Ketel warmte uit houtpellets > 5 MW_{th}

482 Voor deze categorie is de referentie-installatie een heetwaterketel met houtstofbranders die
 483 warmte levert aan een stadsverwarmingsnet. Houtpellets worden ingezet als referentie-
 484 brandstof. De opslag vindt plaats in silo's. Net als bij de industriële stoomketels wordt gead-
 485 viseerd de ondergrens op 5 MW_{th} te zetten. De referentieketel is een warmwaterketel met
 486 een leveringsvermogen van 15 MW_{th}. Dit is een typisch vermogen voor een (hulp)warmteke-
 487 tel in een (stads)verwarmingsnet. De ketel wordt verondersteld een rendement van 90% te
 488 hebben. Het aantal vollasturen van een dergelijke ketel kan sterk variëren. Er wordt vanuit
 489 gegaan dat de ketel een deel van de basislast afdekt en tevens als seizoensketel gebruikt
 490 wordt. Daarom wordt er gerekend met 6000 vollasturen. Dit is lager dan de verleden jaar
 491 geadviseerde 7000 uur, omdat hiermee een groter deel van de jaarbelastingsduurkromme
 492 kan worden afgedekt.

493
 494 De pellets worden per vrachtwagen ontvangen en in een silo geblazen. Er wordt uitgegaan
 495 van een silo-opslag met een capaciteit voldoende voor een week vollastbedrijf. De pellets
 496 worden in een hamermolen tot stof vermalen. Het stof wordt vervolgens in een heetwaterke-
 497 tel (vlampijpketel) verstoekt waarbij het vermalen hout als stof ingeblazen wordt. Naast alle
 498 mechanische componenten worden volledige bouwkundige kosten meegenomen. De investe-
 499 ringskosten worden daarbij gesteld op 500 €/kW_{th} output.

500
 501 Deze installatie wordt automatisch gestuurd. De vaste O&M-kosten bij deze categorie zijn
 502 geschat op 6% van de investering, te weten 30 €/kW_{th} output. Deze specifieke kosten om-
 503 vatten onder meer kosten voor onderhoud en bedrijfsvoering (op afstand bestuurde ketel
 504 waarvoor 1 fte nodig is).

505
 506 Overeenkomstig de categorieën Ketel op vaste of vloeibare biomassa ≥5 MW_{th} wordt gere-
 507 kend met een subsidieduur van 12 jaar. Beide categorieën hebben als uitgangspunt dat ze
 508 een stadsverwarmingsnet of een lokale warmteafnemer van warmte voorzien.

509
 510 De technisch-economische parameters zijn weergegeven in Tabel 12. In
 511 Tabel 13 zijn het basisbedrag en enkele andere subsidieparameters weergegeven.

512
 513 *Tabel 12 Technisch-economische parameters voor Ketel warmte uit houtpellets*

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019
Thermisch outputvermogen	[MW _{th} output]	15
Vollasturen warmteafzet	[uur/jaar]	6000
Investeringskosten	[€/kW _{th} output]	500
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th} output]	30
Energie-inhoud brandstof	[GJ/t]	17,0
Brandstofprijs	[€/t]	155
Brandstofprijsofslag	[€/t]	15

514

515 *Tabel 13 Overzicht subsidieparameters Ketel warmte uit houtpellets*

	Eenheid	Advies SDE+ 2019
Basisbedrag SDE+ 2019	[€/kWh]	0,061
Looptijd subsidie	[jaar]	12
Berekeningswijze correctiebedrag	(TTF + energiebelasting) / gasketelrendement	

516

517

518 4.7 Directe inzet van houtpellets voor industriële toepas- 519 singen

520

521 De categorie voor directe inzet van houtpellets heeft betrekking op installaties waarbij poe-
522 derhout (houtstof) direct wordt ingezet voor warmtevoorziening, zonder tussenkomst van
523 een warmwater- of stoomsysteem (directe verwarming). Om te vermijden dat deze categorie
524 als meestook wordt ingezet, geldt als bijkomende voorwaarde dat er op jaarbasis maximaal
525 5% fossiele brandstof mag gestookt worden in de betreffende installatie.

526

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

534

535 De investeringskosten zijn begroot op 60 €/kW_{th} voor de branders. Voor de opslag en de
536 aanvoer van het houtstof naar de branders worden respectievelijk 11 en 14 €/kW meegenomen.
537 Voor een hamermolen wordt 10,5 €/kW_{th} output gerekend. Dit brengt de totale investeringskosten
538 op 96 €/kW_{th} output. Kosten voor een aanpassing of uitbreiding van de
539 rookgasreiniging hoeven niet inbegrepen te worden omdat rookgasreiniging al vereist wordt
540 voor het bestaande industriële proces. De O&M-kosten bedragen 4 €/kW_{th} output. Voor de
541 brandstofkosten voor poederhout wordt uitgegaan van houtpellets die ter plekke vermalen
542 worden (een hamermolen is opgenomen in de investeringskosten).

543

544 Tabel 14 geeft de technisch-economische parameters weer voor de referentiecasi van deze
545 categorie. In Tabel 15 zijn het basisbedrag en andere subsidieparameters weergegeven.

546

547 *Tabel 14 Technisch-economische parameters voor Biomassaverbranding met directe inzet*
548 *van houtpellets voor industriële toepassingen*

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019
Thermisch outputvermogen	[MW]	10
Vollasturen warmteafzet	[uur/jaar]	3000
Investeringskosten	[€/kW _{th} output]	96
Vaste O&M-kosten	[€/kW _{th} output]	4
Brandstofprijs	[€/t]	155
Brandstofprijsofslag	[€/t]	15

549

550 *Tabel 15 Overzicht subsidieparameters Biomassaverbranding met directe inzet van houtpel-*
551 *lets voor industriële toepassingen*

Parameter	Eenheid	Advies SDE+ 2019
Basisbedrag SDE+ 2019	[€/kWh]	0,050
Looptijd subsidie	[jaar]	12
Berekeningswijze correctiebedrag	TTF + EB	

552

553 Referenties

- 554 Belastingdienst, 2018. Tarievenlijst Accijns en verbruiksbelastingen. https://download.belastingdienst.nl/douane/docs/tarievenlijst_accijns_acc0552z76fd.pdf
- 555