



1 **CONCEPTADVIES SDE++ CO₂-**
2 **REDUCERENDE OPTIES**

3 Industriële elektrische boilers

4

5 **Notitie**

6 **Marc Marsidi**

7 **Sander Lensink**

8 **26 juli 2019**

PBL

9 **Colofon**

10 **Conceptadvies SDE++ CO₂-reducerende opties: Industriële elektrische boilers**

11 © PBL Planbureau voor de Leefomgeving

12 Den Haag, 2019

13 PBL-publicatienummer: 3744

14 **Contact**

15 sde@pbl.nl

16 **Auteurs**

17 Marc Marsidi, Sander Lensink

18 **Eindredactie en productie**

19 Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding:
20 Marc Marsidi en Sander Lensink (2019), Conceptadvies SDE++ CO₂-reducerende opties: In-
21 dustriële elektrische boilers, Den Haag: PBL.

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

Inhoud

29	1	Introductie	4
30	2	Beschrijving technologie	5
31	3	Referentie-installatie	6
32	4	Parameters	7
33	4.1	Investeringskosten	7
34	4.2	Operationele kosten (exclusief elektriciteitskosten)	7
35	4.3	Elektriciteitskosten	7
36	4.4	Vollasturen	8
37	4.5	Aanname restwaarde	8
38	4.6	Correctiebedrag	8
39	4.7	Vermeden CO ₂	9
40	5	Basisbedrag	10
41		Literatuur	11

1 Introductie

43 Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft PBL gevraagd advies uit te
44 brengen over de openstelling van de SDE++ (Subsidieregeling voor Duurzame Energie) in
45 2020. Het PBL heeft voor de zogenoemde verbredingsopties ondersteuning gevraagd van
46 ECN-part-of-TNO en Navigant.

47

48 De SDE+ is sinds 2011 het belangrijkste instrument voor de stimulering van de opwekking
49 van hernieuwbare energie in Nederland. Binnen deze regeling wordt jaarlijks de kostprijs van
50 hernieuwbare energie van diverse technologieën bepaald, binnen de SDE+-regeling aange-
51 duid als het basisbedrag. Daarnaast zijn ook het correctiebedrag en de basisprijs belangrijke
52 componenten van de SDE+-regeling.

53

54 In 2020 wordt de bestaande SDE+-regeling verbreed naar de SDE++. Nieuw hierbij is dat
55 naast categorieën voor de productie van hernieuwbare energie ook CO₂-reducerende opties
56 anders dan hernieuwbare energie in aanmerking komen voor subsidie. Dit zorgt ervoor dat
57 de regelgeving en de methodiek en dus ook de uitgangspunten voor de SDE+ zodanig wor-
58 den uitgebreid dat deze ook toepasbaar zijn voor een breder palet aan CO₂-reducerende ca-
59 tegorieën.

60

61 Deze notitie bevat het conceptadvies met betrekking tot industriële elektrische boilers.

62

63 **Marktconsultatie**

64 Belanghebbenden kunnen schriftelijk een reactie geven op dit conceptadvies en de onderlig-
65 gende kostenbevindingen. Deze schriftelijke reactie dient uiterlijk 27 augustus bij het PBL
66 binnen te zijn. Mocht een aanvullend gesprek door het PBL gewenst worden, dan zal dit tus-
67 sen 2 en 13 september worden gehouden.

68

69 Op basis van schriftelijke reacties uit de markt en marktconsultatiegesprekken stelt het PBL
70 vervolgens het uiteindelijke eindadvies op voor EZK. De minister van EZK besluit uiteindelijk
71 aan het eind van het jaar over de openstelling van de nieuwe SDE++-regeling, de open te
72 stellen categorieën en de bijbehorende basisbedragen.

73

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

75 2 Beschrijving

76 technologie

77 Dit advies richt zich op de toepassing van grootschalige elektrische boilers in de industrie.
78 Elektrische boilers gebruiken elektriciteit om warm water of stoom te produceren. Deze tech-
79 nologie kan worden ingezet in industriële processen als alternatief voor ketels of warmte-
80 krachtkoppeling (WKK) die warm water of stoom produceren door verbranding van aardgas,
81 olie of restgassen.

82
83 De twee meest gebruikte type industriële elektrische boilers zijn elektrische elementboilers
84 en elektrodenboilers. Elektrische elementboilers hebben een vermogen tot ongeveer 5 MW_e.
85 Elektrodenboilers hebben een vermogen tussen de 3 tot 70 MW_e.

86
87 Elektrische boilers kunnen oververhitte¹ stoom tot 350°C en >70 bar produceren en hebben
88 een efficiëntie (kWh_{out} per kWh_{in}) van ongeveer 99% (Berenschot, 2017).

89
90 Elektrische boilers kunnen ingezet worden als basislast of als flexibele capaciteit².

¹ Met behulp van een elektrische *super heater* (Parat, 2011)

² De koude start naar vollast is ongeveer 5 minuten en draaiende reserve naar vollast is ongeveer 0,5 minuut (Berenschot, 2015).

3 Referentie-installatie

92 De gekozen referentie-installatie is een elektrodenboiler met een vermogen van 10 MW_e. De
93 boiler wordt 2000 uur per jaar ingezet als flexcapaciteit op momenten van lage elektriciteits-
94 prijzen.

95

96 De referentie-installatie bestaat uit de elektrische boiler (inclusief controlepaneel), de elektri-
97 citeitsinfrastructuur (kabels, trafo's) binnen en buiten het hek, en de aansluiting op het
98 stoom- of warmtenetwerk (pijpleidingen).

99

100 Voor de netwerkkosten en energiebelastingen is het belangrijk om ook het site-specifieke
101 elektriciteitsverbruik van het bedrijf (referentie-basislastprofiel) te definiëren. Voor het refe-
102 rentie-basislastprofiel van de gekozen referentie-installatie is gekozen voor een totaal piek-
103 vermogen van 100 MW_e en een bedrijfstijd van 8000 uur.

4 Parameters

104

4.1 Investeringskosten

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

De investeringskosten bestaan uit de aanschafprijs voor de elektrische boiler en de installatiekosten (inclusief benodigde aanpassingen binnen het hek zoals aan de elektriciteitsinfrastructuur). De totale investeringskosten zijn gebaseerd op literatuur ((CE Delft, 2015); (Berenschot, 2017)) en overleg met experts.

Het flexibel inzetten van een elektrische boiler is met name een aantrekkelijke optie als er reeds voldoende elektriciteitsinfrastructuur aanwezig is. Bijvoorbeeld vanwege de aanwezige aansluiting voor een WKK (CE Delft, 2015). Om het installeren van elektrische boilers bij gunstige inpassingsomstandigheden te stimuleren worden de investeringskosten daarom gebaseerd op de aanname dat de huidige aansluiting en infrastructuur voldoende is en dat geen netverzwaring nodig is.

Voor de gekozen referentie-installatie zijn de totale investeringskosten €71 per kW_{th} .

4.2 Operationele kosten (exclusief elektriciteitskosten)

121

122

123

124

125

Voor de operationele kosten (exclusief elektriciteitskosten) is 2% van de aanschafprijs van de elektrische boiler aangehouden, 0,81 €/kW_{th}/jaar, gebaseerd op de onderwaarde van de bandbreedte van 2-3% uit de Navigant-studie (Navigant, 2019).

4.3 Elektriciteitskosten

126

127

128

129

De integrale elektriciteitskosten bestaan uit de groothandelsprijs, de netwerkkosten, belastingen en de vaste kosten.

Referentie basislast profiel

130

131

132

133

134

135

De netwerkkosten en belastingen zijn afhankelijk van:

- Het bedienen van de elektrische boiler (vermogen, bedrijfstijd);
- Het site-specifieke elektriciteitsverbruikprofiel (referentie basislast profiel) van het bedrijf (piekvermogen en bedrijfstijd).

136

137

138

139

Het referentie basislast profiel (zie hoofdstuk 3) is van belang voor het bepalen van de transport- en belastingtarieven, volumecorrecties (tot 90% verlaging van transporttarieven) (Staatsblad, 2013) en belastingvoordelen (Belastingdienst, 2018).

Groothandelsprijs

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

Voor de berekening van de elektriciteitskosten voor flexibele inzet wordt aangenomen dat de elektrische ketel gebruikt wordt op de meeste gunstige (laagste groothandelsprijs) momenten van het jaar. De gebruikte groothandelsprijs is het gemiddelde van de 2000 uur laagste elektriciteitsprijzen: 0,033 €₂₀₂₀/kWh_e. Dit is een voorlopige groothandelsprijs die is berekend op basis van de ongewogen gemiddelde elektriciteitsprijzen van 2020 tot en met 2034 zoals volgens de NEV2017 (Schoots, Hekkenberg, & Hammingh, 2017). Deze voorlopige groothandelsprijs zal vervangen worden door een groothandelsprijs berekend op basis van de 2000 uur laagste ongewogen gemiddelde elektriciteitsprijzen van 2020 tot en met 2034 zoals volgens de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) van PBL die later dit jaar uitkomt.

151 **Netwerkkosten**

152 De netwerkkosten (kW-gecontracteerd en kW-max, inclusief volumecorrectie) voor de refe-
153 rentie-installatie zijn gebaseerd op de tarieven van Stedin (Stedin, 2019) en Tennet (Tennet,
154 2019) voor 2019 die horen bij de aansluiting van het referentie-basislastprofiel. Deze tarie-
155 ven zijn vermenigvuldigd met het piekvermogen van de elektrische boiler om de netwerkkos-
156 ten te bepalen.

157

158 **Belastingen**

159 De kosten voor belastingen (energiebelasting en ODE) op het elektriciteitsverbruik van de re-
160 ferentie-installatie zijn gebaseerd op de tarieven voor 2019 (Belastingdienst, 2019) die horen
161 bij het referentie-basislastprofiel (marginale kosten).

162

163 **Vaste kosten**

164 Er zijn geen additionele periodieke aansluitingsvergoedingskosten of additionele kosten voor
165 vastrecht tarief, omdat de bestaande aansluitingscapaciteit wordt gebruikt.

166

167 **Integrale kosten**

168 Op basis van de bovenstaande aanpak en een groothandelsprijs van 0,033 €₂₀₂₀/kWh_e, zijn
169 de integrale elektriciteitskosten voor de referentie-installatie (inclusief groothandelsprijs,
170 netwerkkosten, belastingen en vaste kosten) 0,036 €/kWh_e (onder de aanname van 99% ef-
171 ficiëntie van de elektrische boiler: €0,036 per kWh_{th}).

172 **4.4 Vollasturen**

173 Er wordt aangenomen dat de elektrische boiler als flexibele capaciteit wordt ingezet naast de
174 huidige gebruikte gasketels en WKK's. Flexibel bedrijf van elektrische boilers is te verwach-
175 ten, omdat de marginale kosten van warmteproductie met een elektrische boiler sterk afhan-
176 gen van de fluctuerende elektriciteitsprijzen. Inzet als flexibele capaciteit kan meerwaarde
177 voor het elektriciteitsnetwerk opleveren, omdat dit bijdraagt aan het balanceren van het
178 elektriciteitsnetwerk. Verder betekent het gebruik van de elektrische boiler bij lage markt-
179 prijzen dat relatief veel hernieuwbare energie wordt ingezet aangezien lagere prijzen vaak
180 optreden bij momenten van hoge elektriciteitsproductie uit wind of zon. De bedrijfstijd wordt
181 gezet op 2000 vollasturen per jaar.

182

183 **4.5 Aannee restwaarde**

184 De economische levensduur van de elektrische boiler wordt aangenomen 15 jaar te zijn, op
185 basis van de marktconsultatie uitgevoerd door Navigant (Navigant, 2019). Er is daarom geen
186 restwaarde over na de 15 jaar subsidieperiode.

187

188 **4.6 Correctiebedrag**

189 De onrendabele top wordt bepaald door het basisbedrag te verminderen met inkomsten die
190 worden gegenereerd door gebruik van de elektrische boiler. Er wordt aangenomen dat pro-
191 ductie van warmte of stoom uit een elektrische boiler het verbruik van gas voor productie
192 van warmte of stoom middels een gasgestookte ketel vermindert. Dit verminderde gasver-
193 bruik wordt gezien als inkomsten. Er wordt verder aangenomen dat de elektrische boilers
194 met name door grotere bedrijven, die ruimte over hebben op hun elektriciteitsaansluiting
195 vanwege bijvoorbeeld de aanwezigheid van een WKK, zullen worden gebruikt. Het is te ver-
196 wachten dat het merendeel van deze bedrijven onder de Europese Emissiehandelssysteem
197 (ETS) zullen vallen. Bedrijven binnen de ETS zijn verplicht jaarlijks voldoende emissierechten
198 te tonen om hun CO₂-uitstoot te vereffenen (Nederlandse Emissieautoriteit, 2019). Wanneer
199 een ETS-bedrijf minder gas gebruikt voor de levering van warmte door het gebruik van een

200 elektrische boiler, wordt er minder CO₂ door dat bedrijf uitgestoten. Hierdoor zijn er minder
201 emissierechten benodigd en wordt de waarde van de overtollige emissierechten gezien als
202 inkomsten.

203

204 **Gasverbruik**

205 Voor het bepalen van het correctiebedrag wordt de referentie-installatie vergeleken met een
206 gasgestookte ketel zonder rookgascondensatie.

207

208 Het correctiebedrag voor verminderd gasverbruik wordt berekend aan de hand van de for-
209 mule ($TTF[LHV] + \text{Energiebelasting} + ODE$) / 90% (PBL, 2019).

210

211 **CO₂-prijs**

212 De CO₂ prijs zal worden bepaald op basis van de gemiddelde CO₂-prijzen van 2020 tot en
213 met 2034 zoals volgens de KEV die later dit jaar uitkomt.

214

215

216 **4.7 Vermeden CO₂**

217 De te vervangen installatie door de elektrische boiler is een gasgestookte ketel. Verbranding
218 van aardgas heeft een emissiefactor van 56,6 kg CO₂/GJ aardgas (LHV) (RVO, 2018). Bij een
219 conversie-efficiëntie van 90% (LHV) van een gasgestookte ketel, is de vermeden CO₂
220 0,226 kg CO₂/kWh_{th}.

221

222 Er wordt geen CO₂-uitstoot toegekend aan het elektriciteitsverbruik van de elektrische boiler
223 omdat aangenomen wordt dat deze enkel wordt ingezet op momenten dat het elektriciteits-
224 aanbod voor een groot deel uit hernieuwbare elektriciteit bestaat.

5 Basisbedrag

225

226 Tabel 5-1 geeft een samenvatting van de technologie-economische parameters. Tabel 5-2
227 geeft een overzicht van de subsidie parameters.

228

229

Tabel 5-1: Technisch-economische parameters elektrische boiler

Parameter	Eenheid	Waarde
Inputvermogen	MW _e	10
Outputvermogen	MW _{th}	9,9
Vollasturen warmteafzet	Uren/jaar	2000
Investeringskosten	€/kW _{th}	71
Vaste O&M-kosten	€/kW _{th} /jaar	0,81
Elektriciteitskosten	€/kWh _{th}	0,036

230

231

232

Tabel 5-2: Overzicht subsidieparameters elektrische boiler

Parameter	Eenheid	Waarde
Basisbedrag SDE++	€/kWh _{th}	0,044
Looptijd subsidie	Jaar	15
Voorlopig correctiebedrag gasverbruik	€/kWh _{th}	(TTF[LHV] + Energiebelasting + ODE) / 90%
Voorlopig correctiebedrag CO ₂ -prijs	€/t CO ₂	De CO ₂ prijs zal bepaald worden op basis van de gemiddelde CO ₂ -prijzen van 2020 tot en met 2034 zoals volgens de KEV die later dit jaar uitkomt.

Literatuur

- 234 Belastingdienst. (2018). *Handboek milieubelastingen 2018*.
- 235 Belastingdienst. (2019, april 29). *Tabellen tarieven milieubelastingen*. Opgehaald van
- 236 Belastingdienst:
- 237 <https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakel>
- 238 [ijk/overige_belastingen/belastingen_op_milieugrondslag/tarieven_milieubelastingen/t](https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakel/ijk/overige_belastingen/belastingen_op_milieugrondslag/tarieven_milieubelastingen/tabellen_tarieven_milieubelastingen)
- 239 [abellen_tarieven_milieubelastingen](https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakel/ijk/overige_belastingen/belastingen_op_milieugrondslag/tarieven_milieubelastingen/tabellen_tarieven_milieubelastingen)
- 240 Berenschot. (2015). *Power to products*.
- 241 Berenschot. (2016). *Onderzoek naar nettarieven en flexibiliteit*.
- 242 Berenschot. (2017). *Electrification in the Dutch process industry*.
- 243 CE Delft. (2015). *Potential for P2H in Netherlands*.
- 244 Navigant. (2019). *Verkenning uitbreiding SDE+ met industriële opties*.
- 245 Nederlandse Emissieautoriteit. (2019). *Verplichtingen ETS*. Opgehaald van nea Nederlandse
- 246 Emissieautoriteit: <https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/verplichtingen-ets>
- 247 Parat. (2011). *High voltage electrode boiler*.
- 248 PBL. (2019). *Conceptadvies SDE++ 2020 warmte*.
- 249 RVO. (2018). *Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO2 emissiefactoren*.
- 250 Schoots, K., Hekkenberg, M., & Hammingh, e. P. (2017). *Nationale Energieverkenning 2017*.
- 251 ECN-O--17-018. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.
- 252 Staatsblad. (2013). *Wet van 18 december 2013 tot wijziging van de Elektriciteitswet 1998*
- 253 *(volumecorrectie nettarieven voor de energie-intensieve industrie)*.
- 254 Stedin. (2019). *Elektriciteit tarieven 2019*.
- 255 Tennet. (2019). *Tarievenbesluit TenneT 2019*.