



1 CONCEPTADVIES SDE++ 2022
2 CHEMISCHE EN FYSISCH
3 RECYCLING VAN KUNSTSTOFFEN
4

5
6
7 **Beleidsstudie**

8 **Mike Muller, Hans Elzenga en Sander Lensink**

9 **22 april 2021**

PBL

10 **Colofon**

11 **Conceptadvies SDE++ 2022 Chemische en fysische recycling van kunststoffen**

12 © PBL Planbureau voor de Leefomgeving

13 Den Haag, 2021

14

15 PBL-publicatienummer: 4391

16

17 **Contact**

18 sde@pbl.nl

19

20 **Auteurs**

21 Mike Muller, Hans Elzenga en Sander Lensink

22

23 **Eindredactie en productie**

24

25 Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding:

26 Mike Muller, Hans Elzenga en Sander Lensink (2021), Conceptadvies SDE++ 2022 Chemi-

27 sche en fysische recycling van kunststoffen, Den Haag: PBL.

28

29 Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische be-
30 leidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit
31 van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en eva-
32 luaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht.

33 Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk ge-
34 fundeerd

Inhoud

36	1	Introductie	4
37	2	Algemene beschrijving thema	4
38	3	Kostenbevindingen	6
39	3.1	Inleiding	6
40	3.2	PET-depolymerisatie	8
41		3.2.1 Beschrijving referentieproject	8
42		3.2.2 Technisch-economische parameters	8
43	3.3	Fysische EPS-recycling	9
44		3.3.1 Beschrijving referentieproject	9
45		3.3.2 Technisch-economische parameters	10
46	4	Advies subsidieparameters	11
47	4.1	Overzicht subsidieparameters	11
48	4.2	Toelichting berekeningswijze correctiebedrag	11
49		4.2.1 PET-depolymerisatie	11
50		4.2.2 Fysische EPS-recycling	11
51	4.3	Toelichting CO ₂ -emissiefactor	12
52		4.3.1 PET-depolymerisatie	12
53		4.3.2 Fysische EPS-recycling	13
54	5	Vragen aan de markt	14
55			

1 Introductie

56

57 Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft PBL gevraagd advies uit bren-
58 gen over de openstelling van de SDE++ in 2022. Daartoe brengt PBL advies uit over basis-
59 bedragen, correctiebedragen, basisenergieprijzen en financieel-economische parameters die
60 hiermee samenhangen. PBL heeft hiervoor ondersteuning gekregen van TNO en DNV.

61

62 Deze notitie bevat het conceptadvies met betrekking tot de chemische en fysische recycling
63 van kunststoffen. De minister van EZK heeft besloten de categorieën die horen onder dit
64 thema niet open te stellen voor de SDE++ regeling in 2021. In de nieuwe uitgangspunten
65 van EZK is echter gevraagd om deze technieken dit jaar nogmaals te bekijken en het advies
66 op basis van nieuwe informatie zo nodig te wijzigen mocht hier aanleiding toe zijn.

67

68 **Marktconsultatie**

69 Belanghebbenden kunnen schriftelijk een reactie geven op dit conceptadvies en de onderlig-
70 gende kostenbevindingen. Deze schriftelijke reactie dient uiterlijk 21 mei bij het PBL binnen
71 te zijn. Mocht een aanvullend gesprek door het PBL gewenst worden, dan zal dit tussen 7
72 juni en 2 juli worden gehouden.

73

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

78

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

80

81

2 Algemene

82

beschrijving thema

83

Primaire productieprocessen voor kunststoffen met een hoge energie- en CO₂-intensiteit kunnen vervangen worden door processen om kunststofproducten te hergebruiken of te recyclen. Dit leidt tot minder CO₂-uitstoot bij de primaire productie. Naast de meer bekende en toegepaste manier van recyclen, mechanisch recyclen, zijn er diverse chemische en fysische recyclingtechnieken in ontwikkeling die ervoor kunnen zorgen dat bepaalde kunststofstromen, die momenteel moeilijk of niet mechanisch gerecycled kunnen worden, toch kunnen worden gerecycled. De SDE++ zou, in zijn vorm met de focus op CO₂-reductie, een mogelijk instrument kunnen zijn om onrendabele chemische en fysische recyclingtechnieken en processen te stimuleren. Dit advies richt zich op (niet-mechanische) recyclingtechnieken die PET- en EPS-stromen kunnen recyclen.

93

94

In dit conceptadvies beschrijven we de technisch-economische parameters en de basisbedragen voor deze twee recyclingcategorieën. Deze zijn berekend door per categorie een referentieproject op te stellen waarbij aannames worden gedaan over kosten, inputs en outputs van een typisch project. Dit conceptadvies sluit af met verschillende vragen die aan de markt worden gesteld.

95

96

97

98

3 Kostenbevindingen

100 3.1 Inleiding

101 Aangezien deze categorie nog niet is opengesteld geweest en recentelijk (februari 2021) het
102 eindadvies is gepubliceerd, bevat dit advies geen wijzigingen ten opzichte van het PBL rap-
103 port *Eindadvies basisbedragen SDE++ 2021*.

104

105 Voor de kostenbevindingen in deze notitie wordt naar alle mogelijke kosten gekeken. Dit be-
106 tekent niet direct dat ook alle kostenposten opgenomen worden bij de bepaling van de basis-
107 bedragen, zie Tabel 3-1 voor een overzicht van de wel en niet meegenomen kostenposten
108 voor de basisbedragen.

109

110 Voor de bepaling van de kostenparameters van de referentieprojecten wordt rekening ge-
111 houden met de opbouw van de kosten zoals weergegeven in Tabel 3-1. Sommige onderdelen
112 worden niet meegenomen omdat deze buiten de scope van de categorie vallen, terwijl an-
113 dere onderdelen niet worden meegenomen omdat deze buiten de scope van de SDE++-
114 regeling vallen (zoals kosten voor vergunningen en contracten). Ook de engineeringkosten
115 die worden gemaakt vóór de subsidieaanvraag worden niet meegenomen bij de berekening
116 van de basisbedragen en worden geacht betaald te worden uit het rendement op het inge-
117 brachte eigen vermogen.

118

119 De kosten zijn gebaseerd op verschillende literatuurbronnen, bestaande of in ontwikkeling
120 zijnde projecten, gebruikte data in rekenmodellen van het PBL, informatie uit de marktcon-
121 sultaties van de SDE++ 2021, en gesprekken met andere experts van het PBL, TNO en het
122 bedrijfsleven.

123

124 In de volgende paragrafen wordt per categorie het referentieproject beschreven en de bijbe-
125 horende technisch-economische parameters.

126

127
128

Tabel 3-1 Wel en niet meegenomen kosten conceptadvies *Chemische en fysieke recycling van kunststoffen*

Kostenpost	Groep	Details
Wel meegenomen	Investeringskosten	Kosten voor bouwen gebouw(en)/fabriek
		Aanschaf en inpassingskosten verschillende benodigde installaties in de fabriek
		Aanschaf en inpassingskosten meet- en regelapparatuur en elektrische installaties
		Kosten aanschaf oplosmiddelen en katalysatoren
		Onvoorzien
	Vaste operationele kosten	Kosten operationele arbeid
		Kosten managers en supervisors
		Overheadkosten personeel
		Vaste jaarlijkse onderhoudskosten
		Eigendomsbelasting en verzekeringen
		Opstalvergoeding/pacht
		Algemene overheadkosten
		Laboratoriumkosten
		Onderzoek & ontwikkeling (R&D)
		Milieubelastingen
		Vaste kosten voor warmte en/of elektriciteitsverbruik (netbeheerkosten)
	Overig	
	Variabele operationele kosten	Inkoop feedstock (kunststofafval)
		Variabele kosten energieverbruik
Energiebelastingen en ODE		
Aanvulling oplosmiddel en katalysator		
Overige materiaalinput		
Afvoerkosten (voor bijvoorbeeld restafval)		
Kosten voor verpakken, opslag en transport		
Niet meegenomen	Investeringskosten	Installaties die het ruwe afval voorbehandelen
		Kosten voorbereidingstraject, inclusief financieringskosten en kosten ten gevolge van juridische procedures
		Kosten voor geologisch onderzoek fabrieksterrein
		Kosten voor vergunningen en contracten
		Abandonneringskosten
		Restwaarde
	Operationele kosten	Uitval materiaal

129
130

131 3.2 PET-depolymerisatie

132 3.2.1 Beschrijving referentieproject

133 In het referentieproject, dat wordt gebruikt om de berekeningen te doen voor het basisbe-
134 drag, wordt PET-afval (input) via een glycolyseproces in een oplossing gebracht (op circa 200
135 °C), zodat de polymeren afbreken tot monomeren die vervolgens weer gepolymeriseerd kun-
136 nen worden tot PET-pellets of -flakes (output). De input zal voornamelijk bestaan uit afval
137 van PET-trays, aangezien deze trays niet of nauwelijks mechanisch gerecycled kunnen wor-
138 den, maar ook 'rejects' van mechanische recycling zoals non-foodverpakkingen (bijvoorbeeld
139 shampooflessen) en gekleurde PET-flessen. Gezien de schaal van het beschikbare PET-afval
140 in Noordwest-Europa nu en de verwachtingen voor de toekomst wordt aangenomen dat al
141 het afval uit dit deel van Europa komt¹. Tevens wordt aangenomen dat het aangeleverde
142 PET-afval al is voorbehandeld, gesorteerd, gewassen en geshredderd voordat het bij de ver-
143 werkende partij wordt aangeleverd. De aanneme is daarom dat de depolymerisatiefabriek
144 het PET-afval niet gratis aangeleverd krijgt maar moet inkopen. Daarnaast wordt aangeno-
145 men dat het PET-afval uiteindelijk kan worden verwerkt tot gerecycled fleskwaliteit (*bottle*
146 *grade*) PET in de vorm van pellets of flakes en klaar is om vervoerd te worden met trucks.
147 Ten slotte wordt aangenomen dat al het geproduceerde PET kan worden afgezet op de
148 Noordwest-Europese markt.

149
150 Voor het referentieproject wordt uitgegaan van een fabriek op een bestaand industrieterrein,
151 waarbij de elektriciteits- en gasinfrastructuur al grotendeels gereed is om op aan te sluiten
152 en waarbij elektriciteit en warmte worden ingekocht van en geleverd door een energiebedrijf.
153 Het referentieproject betreft een fabriek waarin installaties worden neergezet om van aange-
154 leverd voorbehandeld PET-afval uiteindelijk gerecycled PET te kunnen maken.

155
156 Voor de bedrijfstijd wordt uitgegaan van 8.000 vollasturen per jaar. Er wordt namelijk van
157 uitgegaan dat de productie in totaal ongeveer een maand per jaar stilligt voor jaarlijks on-
158 derhoud.

159
160 De hiervoor genoemde aannames zijn gemaakt op basis van informatie uit de literatuur en
161 op basis van informatie uit de marktconsultatie voor de SDE++ 2021-regeling.

162 3.2.2 Technisch-economische parameters

163 In Tabel 3-2 zijn de verschillende technisch-economische parameters weergegeven die ge-
164 bruikt zijn voor de berekeningen van het basisbedrag van deze categorie. De waarden van
165 deze parameters zijn gebaseerd op informatie uit verschillende literatuurbronnen en op basis
166 van input uit de markt.

167
168
169
170
171
172

¹ In Nederland alleen al is er in 2017 zeker 476 kiloton aan plastic verpakkingen op de markt gebracht (Snijder & Nusselder, 2019). In 2015 bestonden plastic verpakkingen voor 26% uit PET, waarvan de helft PET-flessen en de helft PET-trays. Aangenomen dat dezelfde verdeling in 2017 van kracht was, betekent dit dat er in 2017 circa 63 kiloton aan plastic PET-trays op de markt is gebracht, en dus uiteindelijk zal moeten worden verwerkt. Vergelijkbare cijfers zullen naar alle waarschijnlijkheid minimaal ook geldig zijn in omliggende landen als Duitsland en België. Gezien de trends van de afgelopen jaren, een toename van het aantal volledig plastic verpakkingen met 10% tussen 2013 en 2017, is de verwachting daarom ook niet dat de hoeveelheid plastic (PET-)afval in het komende decennium zal afnemen.

173 **Tabel 3-2. Technisch-economische parameters categorie PET-depolymerisatie***

Parameter	Eenheid	Conceptadvies SDE++ 2022
Productiecapaciteit	[kg PET output/jaar]	18.000.000
Vollasturen	[uur/jaar]	8.000
Investeringskosten fabriek	[€]	18.000.000
Investeringskosten fabriek	[€/kg PET output per uur]	8.000
Vaste operationele kosten	[€/kg PET output per uur/jaar]	1.249
Variabele operationele kosten	[€/kg PET output]	0,2628
Relatief elektriciteitsgebruik	[kWh/kg PET output]	0,3900
Relatief warmtegebruik (stoom)	[kWh/kg PET output]	2,4375

174 * De gepresenteerde parameterwaarden zijn identiek aan die uit het Eindadvies basisbedragen SDE++
 175 2021.
 176

177 3.3 Fysische EPS-recycling

178 3.3.1 Beschrijving referentieproject

179 Het referentieproject dat wordt gebruikt om de berekeningen te doen voor het basisbedrag,
 180 betreft een project waar EPS-afval wordt omgezet in helder polystyreen (PS) en broom. Dit
 181 zal voornamelijk EPS-afval uit de bouw zijn, aangezien dit EPS-afval veelal nog een te hoge
 182 concentratie van toxisch HBCDD (vlamvertrager) bevat en daarom niet mechanisch gerecy-
 183 cled mag worden². Uit een studie van Conversio (2020) blijkt dat er in Europa circa 26 kilo-
 184 ton aan beschikbaar EPS-afval met HBCDD was in 2018, en dat projecties laten zien dat dit
 185 kan stijgen naar minimaal 58 kton per jaar in 2030. We gaan er daarom van uit dat er ge-
 186 noeg EPS-afval beschikbaar is uit Noordwest-Europa voor het referentieproject en toekom-
 187 stige projecten. Aangenomen wordt dat de referentiefabriek al het EPS-afval voor 0 euro/kg
 188 kan inkopen. Het resterende broom (afkomstig uit het in het EPS-afval aanwezige HBCDD)
 189 wordt gezien als restproduct en heeft tevens een waarde van 0 euro/kg. Ten slotte wordt
 190 aangenomen dat al het geproduceerde PS kan worden afgezet op de Noordwest-Europese
 191 markt.

192
 193 Voor het referentieproject wordt uitgegaan van een fabriek op een bestaand industrieterrein,
 194 waarbij de elektriciteitsinfrastructuur al grotendeels gereed is om op aan te sluiten. Het gaat
 195 om een fabriek die installaties neerzet om EPS-recycling te kunnen toepassen. Dit betekent
 196 dat deze fabriek met de installaties van aangeleverd EPS-afval uiteindelijk PS kan produce-
 197 ren.

198
 199 Daarnaast is uit bronnen in de markt vernomen dat er enkel elektrische energie wordt ge-
 200 bruikt voor de processen. Dit is ook aangenomen voor het referentieproject.

201
 202 Voor de bedrijfstijd wordt uitgegaan van 8.000 vollasturen per jaar. Er wordt namelijk van
 203 uitgegaan dat de productie in totaal ongeveer een maand per jaar stilligt voor jaarlijks on-
 204 derhoud.

205
 206 De hiervoor genoemde aannames zijn gemaakt op basis van informatie uit de literatuur en
 207 op basis van informatie uit de marktconsultatie voor de SDE++ 2021-regeling.

² HBCDD is sinds 2015 verboden als brandvertrager; zie: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/HTML/?uri=CELEX:02019R1021-20200907#tocId25>.

208

209 3.3.2 Technisch-economische parameters

210 In Tabel 3-3 zijn de verschillende technisch-economische parameters weergegeven die ge-
211 bruikt zijn voor de berekeningen van het basisbedrag van deze categorie. De waarden van
212 deze parameters zijn gebaseerd op informatie uit verschillende literatuurbronnen en op basis
213 van input uit de markt.

214

215 **Tabel 3-3. Technisch-economische parameters categorie Fysische EPS-recycling***

Parameter	Eenheid	Conceptadvies SDE++ 2022
Productiecapaciteit	[kg PS output/jaar]	10.000.000
Vollasturen	[uur/jaar]	8.000
Investeringskosten fabriek	[€]	16.000.000
Investeringskosten fabriek	[€/kg PS output per uur]	12.800
Vaste operationele kosten	[€/kg PS output per uur/jaar]	2.218
Variabele operationele kosten	[€/kg PS output]	0,2648
Relatief elektriciteitsgebruik	[kWh/kg PS output]	4,6154
Relatief warmtegebruik	[kWh/kg PS output]	n.v.t.

216 * De gepresenteerde parameterwaarden zijn identiek aan die uit het Eindadvies basisbedragen SDE++
217 2021.

218

4 Advies subsidieparameters

4.1 Overzicht subsidieparameters

In tabel 4-1 en tabel 4-2 zijn de geadviseerde subsidieparameters weergegeven voor de categorieën horende bij het thema *Chemische en fysische recycling kunststoffen*. Zoals aangegeven veranderen de adviezen voor de verschillende subsidieparameters en berekeningswijze correctiebedrag en CO₂-emissiefactor ten opzichte van het *Eindadvies SDE++ 2021 Basisbedragen* niet.

Tabel 4-1 Overzicht geadviseerde subsidieparameters voor het conceptadvies SDE++ 2022 voor de categorieën horende bij het thema *Chemische en fysische recycling kunststoffen*

Categorie	Eindadvies Basisbedrag SDE++ 2021 (€/kg output product)	Conceptadvies Basisbedrag SDE++ 2022 (€/kg output product)	Vollasturen (uur/jaar)	Looptijd subsidie (jaar)
PET-depolymerisatie	0,5664	0,5664	8.000	15
Fysische EPS-recycling	0,7689	0,7689	8.000	15

Tabel 4-2 Berekeningswijze jaarlijkse correcties

Categorie	Berekeningswijze correctiebedrag (€/ kg output product)	Netto CO ₂ -emissiefactor (kgCO ₂ vermeden/kg output)
PET-depolymerisatie	Marktprijs virgin-PET	1,710
Fysische EPS-recycling	Marktprijs virgin-PS	1,184

4.2 Toelichting berekeningswijze correctiebedrag

4.2.1 PET-depolymerisatie

Op basis van de marktconsultatie voor de SDE++ 2021-regeling wordt aangenomen dat het geproduceerde chemisch gerecyclede PET van een dusdanig hoge kwaliteit is dat de verkoopprijs vergelijkbaar is met de verkoopprijs van virgin-PET en niet of in mindere mate concurreert met mechanisch gerecyclede R-PET, aangezien chemische recycling voornamelijk een *aanvulling* is op mechanische recycling. Voor het correctiebedrag wordt daarom geadviseerd de virgin-PET marktprijs te nemen.

4.2.2 Fysische EPS-recycling

Op basis van de marktconsultatie voor de SDE++ 2021-regeling wordt aangenomen dat het geproduceerde polystyreen (PS) van vergelijkbare kwaliteit is als helder virgin-PS. Het gerecyclede PS is echter waarschijnlijk niet geschikt voor voedselverpakkingen omdat er altijd

246 nog een (zeer) kleine restconcentratie HBCDD (<100 ppm) in zit, maar is wel volledig ge-
247 schikt voor bouwmaterialen, waar ook een grotere markt voor is. Gezien deze grote afzetmo-
248 gelijkheid en dus de concurrentie met virgin-PS wordt daarom voor het correctiebedrag de
249 virgin-PS-prijs geadviseerd.
250

251 4.3 Toelichting CO₂-emissiefactor

252 De bepaling van de hoeveelheid vermeden CO₂ is nodig om de subsidie-intensiteit te bereke-
253 nen die hoort bij de twee categorieën. Door de recyclingtechnieken hoeven er geen nieuwe
254 virgin-kunststoffen te worden gemaakt, wat betekent dat er per kg output procesemissies
255 worden vermeden die zouden zijn opgetreden bij de productie van dezelfde output via de
256 conventionele fossiele productiemethode. Echter er dient wel rekening mee te worden ge-
257 houden dat het chemisch recyclen van PET en het fysisch recyclen van EPS niet geheel CO₂-
258 vrij is, aangezien er meestal niet-hernieuwbare warmte en/of elektriciteit wordt gebruikt
259 voor de recyclingprocessen. Aangezien het niet zeker is dat een eenheid virgin-kunststof op
260 de Nederlandse markt ook daadwerkelijk in een Nederlandse fabriek is geproduceerd wordt
261 er aangenomen dat deze vermeden emissies zijn opgetreden in een fabriek in Noordwest-Eu-
262 ropa (conform de uitgangspunten van het ministerie van EZK). Gezien het feit dat de export-
263 volumes van PET en (E)PS in Noordwest-Europa het hoogst zijn is deze aanname goed te
264 verdedigen³.

265
266 Er wordt in het onderhavige conceptadvies de aanname gedaan dat er geen emissies worden
267 vermeden die vrijkomen bij het verbranden van de kunststoffen in een AVI. We nemen na-
268 melijk aan dat de recyclers worden gezien als een producent van PET of EPS en deze manier
269 van productie wordt vergeleken met de productie van virgin-PET of -EPS via de conventio-
270 nele manier. Echter wanneer er meer informatie bekend is bij ons, zoals het aantal recycle
271 loops per technologie en de juiste informatie over verbrandingsemisies per outputproduct,
272 overwegen we om in het eindadvies de emissies die vrijkomen in de afdankfase ook mee te
273 nemen in de subsidie-intensiteitsberekening.

274
275 Bij de huidige berekening worden ook enkele scope-3-emissies meegenomen die in de ge-
276 bruikte LCA⁴-studies ook zijn meegenomen. Dit is niet conform de uitgangspunten van EZK
277 maar wederom, door gebrek aan de juiste informatie, worden de in de volgende paragrafen
278 genoemde berekeningen gezien als de op dit moment beste benadering van de subsidie-in-
279 tensiteit.

280
281 In de volgende paragrafen wordt met behulp van bestaande literatuurbronnen beschreven
282 hoeveel kg CO₂-eq er per kg outputproduct mogelijk vermeden kan worden wanneer chemi-
283 sche recycling van PET en fysische recycling van EPS wordt toegepast, rekening houdend
284 met de hiervoor genoemde aannames. We gebruiken hier dezelfde cijfers en methode zoals
285 gepubliceerd in het *Eindadvies basisbedragen SDE++ 2021*.

286 4.3.1 PET-depolymerisatie

287 In 2017 heeft de Commissie voor PET-producenten in Europa (CPME) een studie uitgebracht
288 over de *Environmental Product Declaration (EPD)* van virgin-PET (CPME, 2017). Deze EPD
289 vertegenwoordigt de gemiddelde industriële productie van virgin-PET in Europa van *cradle to*

³ Volgens historische cijfers uit de Eurostat Prodcom database (laatste update 04-08-2020): *Sold production, exports and imports by PRODCOM list (NACE Rev. 2) - annual data van Polystyrene, in primary forms (excluding expansible polystyrene), Expansible polystyrene, in primary forms en Polyethylene terephthalate in primary forms having a viscosity number of >= 78 ml/g.*

⁴ Life-cycle assessment

290 *gate*. Er wordt een emissiefactor gerapporteerd van 2,19 kgCO₂/kg virgin-PET. In een andere
291 studie, van CE Delft, wordt middels de zogeheten *product vergelijking methode* een emissie-
292 factor (cradle-to-gate) gerapporteerd van 2,5 kgCO₂/kg virgin-PET (CE Delft, 2018). Op basis
293 van deze waarden nemen wij een emissiefactor aan van 2,35 kgCO₂/kg virgin-PET.

294

295 Zoals gezegd, wordt er bij de chemische recycling van PET ook CO₂ uitgestoten wanneer er
296 niet-hernieuwbare warmte en elektriciteit gebruikt wordt voor de processen. Voor elektriciteit
297 is een emissiefactor van 0,216 kgCO₂/kWh_e gebruikt⁵. Voor warmte is een emissiefactor van
298 56,4 kgCO₂/GJ aardgas (LHV) gebruikt⁶ en een aanname van 90% boiler efficiëntie.

299

300 Rekening houdend met bovenstaande, is een netto CO₂-emissiefactor berekend van 1,710 kg
301 CO₂ besparing per kg gerecycled PET-output.

302

303 4.3.2 Fysische EPS-recycling

304 In 2005 heeft het Gesellschaft für umfassende Analysen (GUA) in opdracht van Plas-
305 ticsEurope een studie uitgebracht over verschillende LCA-waarden die horen bij de productie
306 van verschillende soorten plastics in West-Europa (Pilz, Schweighofer, & Kletzer, 2005). Voor
307 de conventionele productie van PS en EPS rapporteren zij een emissiefactor van respectieve-
308 lijk van 2,95 kgCO₂/kg virgin-PS en 3,21 kgCO₂/kg virgin-EPS. PlasticsEurope heeft in 2015
309 een studie uitgebracht over de *Environmental Product Declaration* (EPD) van virgin-EPS (of-
310 wel *Expanded Polystyreen*) (PlasticsEurope, 2015). Er wordt een emissiefactor gerapporteerd
311 van 2,37 kgCO₂/kg virgin-EPS, wat aanzienlijk lager is dan emissiefactoren van 10 tot 15
312 jaar geleden zoals gepresenteerd door GUA in 2005. PlasticsEurope geeft als reden dat er te-
313 genwoordig in grotere nieuwe fabrieken een hogere efficiëntie worden behaald, de productie-
314 keten beter is, er strenger wordt gehandhaafd op vervuiling en emissies en dat er een
315 verandering is in de elektriciteitsmix.

316

317 Op basis van het procentuele verschil tussen de emissiefactoren van PS en EPS (aangezien
318 PS nog moet worden geëxpandeerd naar EPS) zoals gerapporteerd in 2005 en op basis van
319 de meest recente cijfers uit 2015 wordt er voor het eindadvies een waarde voor de emissie-
320 factor aangenomen van 2,18 kgCO₂/kg virgin-PS.

321

322 Zoals gezegd, wordt er bij de fysische recycling van EPS echter ook CO₂ uitgestoten wanneer
323 er niet-hernieuwbare elektriciteit gebruikt wordt voor de processen. Voor elektriciteit is een
324 emissiefactor van 0,216 kgCO₂/kWh_e gebruikt.

325

326 Rekening houdend met bovenstaande, is een netto CO₂-emissiefactor berekend van 1,184
327 CO₂-besparing per kg gerecycled PS-output.

328

329 Er wordt geen rekening gehouden met de emissiereducties die gepaard gaan met het rest-
330 product broom. Het aandeel van de recycling van broom en de gereduceerde klimaatimpact
331 hiervan bij fysische recycling van EPS is volgens CE Delft beperkt (Warringa, Schep, Broeren,
332 Bergsma, & Rozema, 2019).

⁵ De specifieke CO₂-emissiefactor van elektriciteit is berekend op basis van KEV 2020-data, waarbij voor elk uur de marginale productie-eenheid is bepaald. Het ongewogen gemiddelde van de specifieke CO₂-emissiefactor van al deze marginale productie-eenheden voor het gekozen aantal uren in 2030 (8760 voor baseload) vormt de specifieke CO₂-emissiefactor.

⁶ Conform de Nederlandse lijst van energiedragers en standaard CO₂-emissiefactoren, versie januari 2020 van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).

5 Vragen aan marktpartijen

- 334 • Graag vernemen wij de grootste praktische problemen (bijvoorbeeld contractueel,
335 eigenaarschap, aanvoer afval, ketenproblemen) waar projecten tegen aanlopen.
- 336 • Graag vernemen wij of de hoeveelheid plastic die als input moet dienen voor nieuwe
337 chemische of fysische recyclinginstallaties aannemelijk beschikbaar is in Neder-
338 land/Noordwest-Europa.
- 339 • Graag vernemen wij goede betrouwbare bronnen voor de marktprijzen van virgin,
340 maalgoed of regranulaat kunststoffen. Tevens is er tot op heden ook geen informatie
341 gevonden over toekomstige productprijzen oftewel langetermijnprijzen.
- 342 • Graag vernemen wij suggesties voor andere technieken om kunststoffen chemisch of
343 fysisch te recyclen.
- 344 • Graag vernemen wij suggesties om op een inzichtelijke praktische wijze de output
345 van recyclingfabrieken te meten.
- 346 • Graag vernemen wij per recyclingtechniek hoe vaak een eenheid plastic kan worden
347 gerecycled, met andere woorden; hoeveel cycli kan een eenheid plastic maximaal
348 ondergaan voordat deze alleen nog maar verbrand kan worden in een AVI?
- 349 • Graag ontvangen wij gedetailleerde informatie over de verbrandingsemissies van de
350 outputproducten.
351

Literatuur

352

- 353 CE Delft. (2018). *Samenvatting LCA Ioniqa: Screening carbon footprintanalyse*. Delft.
- 354 Conversio. (2020). *Waste generation, waste streams and recycling potentials of HBCD-*
355 *containing EPS/XPS waste in Europe and forecast model up to 2050*. Conversio.
- 356 CPME. (2017). *EPD Polyethylene Terephthalate (PET) (Bottle Grade)*.
- 357 Pilz, H., Schweighofer, J., & Kletzer, E. (2005). *The Contribution of Plastic Products to Resource*
358 *Efficiency*. Vienna: GUA Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH.
- 359 PlasticsEurope. (2015). *EPD Expandable Polystyrene (EPS)*. PlasticsEurope.
- 360 Snijder, L., & Nusselder, S. (2019). *Plasticgebruik en verwerking van plastic afval in Nederland*.
361 Delft: CE Delft.
- 362 Warringa, G., Schep, E., Broeren, M., Bergsma, G., & Rozema, J. (2019). *Circulaire en biobased*
363 *opties in de SDE++*. *Bepaling onrendabele top en CO₂-reductie*. Delft: CE Delft.
- 364