



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

CONCEPTADVIES BASISBEDRAGEN SDE++ 2022 – CATEGORIE CCU

Sam Lamboo, Koen Smekens (TNO), Mike Muller (PBL)

22 april 2021



17 **Colofon**

18

19 **Conceptadvies basisbedragen SDE++ 2022 - CCU**

20 © PBL Planbureau voor de Leefomgeving

21 Den Haag, 2021

22

23 PBL-publicatienummer: 4395

24

25 **Contact**

26 sde@pbl.nl

27

28 **Auteurs**

29 Sam Lamboo, Koen Smekens (TNO), Mike Muller (PBL)

30

31 **Redactie figuren**

32 Beeldredactie PBL

33

34 **Eindredactie en productie**

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

36 Mike Muller, Dick van Dam en Sander Lensink (2021), Conceptadvies SDE++ 2022 Elektrifi-

37 catie van industriële processen, Den Haag: PBL.

38

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

43 Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk ge-
44 fundeerd.

Inhoud

46	1	Inleiding	4
47	2	CO ₂ -afvang en -gebruik in de glastuinbouw	5
48	2.1	Beschrijving technologie	5
49	2.1.1	Inleiding	5
50	2.1.2	Veranderingen ten opzichte van het SDE++ Eindadvies 2021	5
51	2.1.3	Beschrijving technologie en systeemgrenzen	5
52	2.1.4	Afvang	7
53	2.1.5	Transport	9
54	2.1.6	Gebruik	9
55	2.2	Aannames kosten	10
56	2.2.1	Investeringskosten	10
57	2.2.2	Operationele kosten	11
58	2.2.3	Transportkosten	12
59	2.2.4	Aanname restwaarde	13
60	2.2.5	Aangeboden en vermeden CO ₂	13
61	2.2.6	Correctiebedrag	14
62	2.3	Basisbedragen	15
63	2.3.1	Kengetallen voor de referentie-installaties	15
64	2.4	Uitvragen ten behoeve van de marktconsultatie 2021	20
65			
66			

1 Inleiding

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

74

75 Dit rapport bevat het conceptadvies met betrekking tot CO₂ afvang en -gebruik in de glas-
76 tuinbouw.

77

78 **Marktconsultatie**

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

83

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

88

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

90

91

2 CO₂-afvang en -gebruik in de glastuinbouw

2.1 Beschrijving technologie

2.1.1 Inleiding

Voor het SDE++-advies voor 2022 heeft het ministerie van EZK gevraagd om voor de categorie CO₂-afvang ten behoeve van gebruik in de glastuinbouw een geactualiseerd conceptadvies te schrijven.

Voor de afvang van CO₂ met het oog op (permanente) opslag in een ondergrondse berging (CCS : *CO₂ Capture and Storage*) is een afzonderlijk advies opgesteld. Dit voorliggende advies behandelt enkel de afvang van CO₂ voor gebruik in de glastuinbouw, dus zonder langdurige opslag.

2.1.2 Veranderingen ten opzichte van het SDE++ Eindadvies 2021

Ten opzichte van het SDE++ eindadvies 2021 zijn de volgende veranderingen doorgevoerd:

- De omschrijving van de subcategorie bijkomende CO₂-afvang bij bestaande industriële installaties (categorieën 2A-B-C uit het Eindadvies SDE++ 2021) wijzigt omdat er geen bestaande CCS-installaties zijn waarbij nog een overschot van 4000 uur voorhanden is om CCU toe te passen. De categorieën nieuwe CO₂-afvang bij CCS betreffen toepassingen van 8000 uur; daarom wordt de categorie gewijzigd in bijkomende CO₂-afvang bij bestaande industriële CCU-installaties.
- De investeringskosten voor nieuwe pre-combustion CO₂-afvang bij nieuwe industriële installaties (categorieën 3A-B-C uit het Eindadvies SDE++2021) is aangepast na een aanpassing hiervan in het conceptadvies SDE++ 2022 voor CCS;
- Voor de categorieën CCU uit kleinschalige biomassa-installaties is een (kleine) correctie op de vaste O&M-kosten doorgevoerd.

2.1.3 Beschrijving technologie en systeemgrenzen

Het gebruik van CO₂ (in relatie hiertoe wordt ook wel de term CCU gebruikt: CO₂ Capture and Utilisation) in de glastuinbouw voor extra plantbemesting is een reeds toegepaste techniek. Die CO₂ kan zelf geproduceerd worden met (gas)gestookte installaties (ketel of WKK), of ingekocht worden bij derden. De ingekochte CO₂ is dan afkomstig van een industriële installatie waar CO₂-afvang plaatsvindt. In dit laatste geval is er sprake van CCU. Jaarlijks wordt er op dit moment ongeveer 600 tot 700 kton CO₂ geleverd aan de glastuinbouw

CO₂ wordt in de glastuinbouw toegepast om de CO₂-concentratie in de kas te verhogen en zo de groei en opbrengst van planten, groenten en vruchten te stimuleren. Afhankelijk van de teelt bedraagt de gewenste CO₂-concentratie 500 tot meer dan 1000 ppm in de kas, gemiddeld zo'n 800 ppm (ter vergelijking, in de atmosfeer bedraagt de CO₂-concentratie on-

130 geveer 400 ppm). CO₂ wordt het meest opgenomen bij veel licht, dus overdag. Sinds de in-
131 troductie van 'Het Nieuwe Telen', een nieuw teelconcept dat de afgelopen jaren is geïmple-
132 menteerd in de glastuinbouw, wordt met behulp van slimmer gebruik van schermen en
133 kasluchtbevochtiging zowel het kasklimaat als de CO₂-concentratie optimaal benut. Doordat
134 daarbij heel beperkt gelucht wordt (ook in de zomer), gaat er weinig CO₂ verloren. Op die
135 momenten dat er wel veel gelucht moet worden (voorheen was het in de zomer gebruikelijk
136 om de ramen te openen), wordt de CO₂-dosering teruggeschakeld. Bovendien heeft de tuin-
137 der door de prijs van externe CO₂ een prikkel om daar zo zuinig mogelijk mee om te gaan.
138

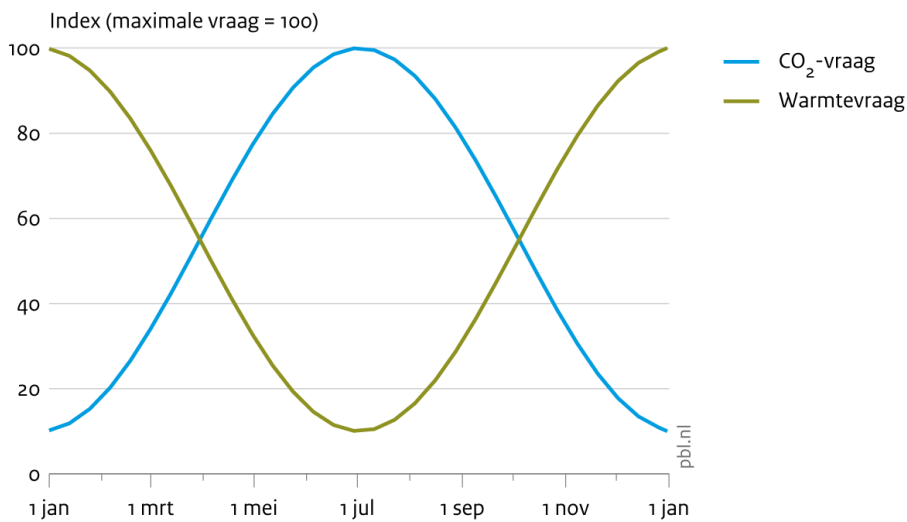
139 Gasvormige CO₂ wordt momenteel door OCAP via een omgebouwde oliepijpleiding naar tuin-
140 ders in het Westland en omgeving geleverd. De CO₂ is afkomstig van de Shell-raffinaderij in
141 Pernis en van Alco (bio-ethanolfabriek) in Rotterdam. De afnemers (tuinders) zijn recht-
142 streeks aangesloten op de OCAP-leiding. Bij seizoensgebonden vraag zoals bij levering aan
143 tuinders, wordt een deel van het jaar de afgevangen CO₂ afgeblazen. Deze CO₂ kan ook wor-
144 den opgeslagen. Vloeibaar gemaakte CO₂ wordt dan weer door gasbedrijven, zoals Linde en
145 Air Liquide, geleverd. De vloeibare CO₂ wordt lokaal bij tuinders in een tank opgeslagen en
146 via een ontspan- en verdelingssysteem gasvormig terug in de kas gebracht.
147

148 Yara in Sluiskil levert niet enkel CO₂ aan het nabij gelegen tuinbouwgebied Zeeuws-Vlaande-
149 ren, maar ook restwarmte uit zijn productieproces. Dit is een combinatie die in de toekomst
150 zeer gewenst is door de glastuinbouwsector, omdat dit bijdraagt aan een verdere reductie
151 van de CO₂-uitstoot in de sector.
152

153 Er bestaan uitbreidingsplannen, zowel om bijkomende CO₂-bronnen aan te sluiten als om de
154 afzetmarkt bij tuinders te vergroten. Op langere termijn wil bijvoorbeeld OCAP ook CO₂-
155 opslag aanbieden aan industriële bedrijven. Die opslag zou ook als reservevoorraad kunnen
156 worden gebruikt op momenten dat de reguliere CO₂-levering aan tuinders onderbroken
157 wordt. Via deze reserve kan dan een verhoogde leveringszekerheid aan de tuinders geboden
158 worden en hoeven deze niet over te schakelen naar eigen (gas)gestookte installaties om aan
159 de CO₂-vraag in de kas te voldoen. Een dergelijke integrale aanpak maakt geen deel uit van
160 dit advies, maar wordt wel als overweging meegegeven aan het ministerie van EZK.
161

162 Bij verduurzaming van de invulling van de warmtevraag in de kassen valt de bron om CO₂ in
163 de kas te doseren weg. De verduurzaming van de warmtevraag in de glastuinbouw wordt
164 momenteel gerealiseerd met behulp van geothermie (circa 4 PJ, CBS 2018) en met de leve-
165 ring van (rest)warmte (circa 3PJ, CBS 2019). Het is nu gebruikelijk om ook dan voor de be-
166 nodigde CO₂ de gasketel of gasmotor-WKK in te zetten, waarbij de CO₂ uit de gereinigde
167 rookgassen (de-NO_x, methaan- en etheenverwijdering) gebruikt wordt. Als dit in de zomer
168 gebeurt – omdat er in de zomer een lagere warmtevraag is (voornamelijk voor vochtregule-
169 ring in de kas) en omdat de CO₂-vraag in de zomer het hoogst is – wordt dit 'zomerstook'
170 genoemd. Ook in andere periodes gedurende het jaar is er een vraag naar CO₂. Schematisch
171 ziet de CO₂- en warmtevraag in een kas er jaarrond als volgt uit (zie figuur 1).
172
173

174 **Figuur 2-1 CO₂-vraag en warmtevraag in glastuinbouw**



175 Bron: PBL

176

177 Waar de piek van de warmtevraag in de winter valt, valt die voor CO₂ in de zomer. Dit laat-
178 ste kan problemen met levering van CO₂ veroorzaken als de leveranciers van de CO₂ bijvoor-
179 beeld in zomeronderhoud gaan.

180

181 De afgevangen CO₂ telt bij de installaties waar de CO₂ afgevangen wordt, niet als emissiere-
182 ductie. De CO₂ wordt enkel verplaatst naar een andere locatie waar deze in de kaslucht te-
183 rechtkomt en een deel opgenomen wordt door planten of vruchten. Die opname telt als
184 kortcyclische CO₂ en wordt internationaal (EU-ETS, UNFCCC-IPCC) niet gezien als langdurige
185 vastlegging van koolstof in organisch materiaal en telt dus volledig mee als emissie. Er treedt
186 wel een emissiereductie-effect op bij de glastuinbouw door het vermeden gasverbruik in de
187 kas. Volgens een recente studie van WEcR (zie Van der Velden & Smit 2020) wordt er per
188 geleverde ton CO₂ aan de glastuinbouw 0,91 tot 0,95 ton CO₂ uitgespaard door het glastuin-
189 bedrijf zelf.

190

191 Voor de berekening van de onrendabele top van CO₂-levering aan de glastuinbouw is uitge-
192 gaan van het perspectief van de investeerder in de CO₂-afvanginstallatie om CO₂ uiteindelijk
193 in de kas bij de tuinder af te leveren.

194 **2.1.4 Afvang**

195 Zowel in de industrie als bij de elektriciteitsproductie kan CO₂ worden afgevangen en gecom-
196 primeerd. Binnen dit SDE++-advies wordt voor CCU alleen een doorrekening gedaan van
197 CO₂-afvang uit hoge-concentratiestromen in de industrie (bijvoorbeeld ammoniakproductie,
198 (bio-)ethanolproductie, waterstofproductie in raffinaderijen), vergelijkbaar met pre-combus-
199 tion CO₂-afvang, en van post-combustion CO₂-afvang uit de lage-concentratierookgassen van
200 AVI's en van kleinschalige biomassaverbrandingsinstallaties in de tuinbouw. Andere CCU-
201 toepassingen worden niet behandeld in dit advies.

202

203 Bij industriële processen kan CO₂ zowel met pre-combustion- als post-combustion-tech-
204 niken worden afgevangen¹. Bij pre-combustion-technieken wordt de CO₂ verwijderd in het
205 productieproces. Post-combustion-technieken verwijderen CO₂ uit rook- of restgassen.

206

207 De kosten voor het afvangen van CO₂ worden mede bepaald door zuiverheid van de bron, de
208 afvangtechnologie en of de CO₂-afvanginstallatie op een nieuwe of bestaande fabriek wordt
209 geïnstalleerd. De kosten kunnen mede daardoor zeer case-specifiek zijn.

210

211 Voor de industriële toepassingen wordt onderscheid gemaakt tussen nieuwe afvang bij be-
212 staande installaties en nieuwe industriële installaties met CO₂-afvang voor CCU. Er wordt
213 verder onderscheid gemaakt tussen CCU in gasvorm of in vloeibare vorm. Deze industriële
214 CCU categorieën zijn te combineren met een CCS categorie voor bijkomende afvang voor de
215 resterende 4000 uur. Hierbij wordt de kosten voor de afvanginstallatie gedekt door het ba-
216 sisbedrag CCU, het basisbedrag CCS dekt enkel de bijkomende kosten om deze afgevangen
217 CO₂ geschikt te maken voor transport en opslag.

218 **CO₂-afvang bij industriële installaties**

219 Onder deze subcategorie vallen installaties waar CO₂ wordt afgevangen uit sterk geconcen-
220 treerde tot quasizuivere CO₂-stromen, in de vorm van pre-combustion capture, en getrans-
221 porteerd voor gebruik bij tuinders. Aansluiting op het CO₂-transportnetwerk kan met behulp
222 van een aftakking op de bestaande verbinding tussen afvang/compressie en het CCU-
223 netwerk. Voor de varianten van afvang bij bestaande industriële installaties (varianten 1A-C)
224 van deze subcategorie zijn investeringen vereist in een CO₂-afvanginstallatie, compressor en
225 de aansluiting op het CO₂-transportnetwerk. In de berekening van het basisbedrag zijn hier-
226 voor zowel investeringskosten (inclusief inpassings- en aanpassingskosten) als operationele
227 kosten opgenomen. In het geval van vervloeiing van de CO₂ vervallen de compressiekosten
228 en de aansluitkosten op een CO₂-netwerk, maar worden er extra kosten voor de vervloeiing
229 meegenomen.

230

231 In varianten 2A, 2B en 2C betreft het een bijkomende CO₂-afvang bij een installatie waar af-
232 vang reeds gebeurt, bv. ten behoeve van CO₂-levering aan de industrie of aan de glastuin-
233 bouw. Hierbij wordt uitgegaan dat de bestaande afvang niet meer dan 4000 vollasturen
234 maakt en het leveringsprofiel aan de glastuinbouw nog niet volledig is ingevuld. Voor deze
235 bijkomende afvang dienen geen investeringskosten meer gemaakt te worden voor de CO₂-
236 afvang en -compressie, enkel voor de aansluiting op de CO₂-transportleiding en eventuele
237 vervloeibaring van de CO₂. Ook gelden voor een nieuwe pijpleiding en voor vloeibaar
238 transport deze zelfde transportoelagen als bij de andere CCU-categorieën. Om te vermijden
239 dat er ongesubsidieerde CO₂-afvang wordt vervangen door gesubsidieerde zonder dat er
240 sprake is van bijkomende afvang en levering aan de glastuinbouw, wordt geadviseerd hier-
241 voor de nodige eisen op te nemen.

242

243 Een andere toepassing onder deze subcategorie is CO₂-afvang bij een nieuw te bouwen indu-
244 striële installatie waarbij geconcentreerde, quasizuivere CO₂-stroom zal vrijkomen die via
245 een pre-combustion CO₂-afvang voor CCU ingezet kan worden (varianten 3A-C). De kosten
246 van afvang liggen hier lager dan bij varianten met afvang bij een bestaande installatie, naar
247 analogie van gelijkaardige categorieën in het CCS-eindadvies. Er wordt eveneens van uitge-
248 gaan dat deze nieuwe installatie in de variant met gasvormig transport door een bestaande
249 pijpleiding in de buurt van een bestaande CO₂-pijpleiding wordt gerealiseerd. Er wordt ook
250 een variant uitgewerkt waarbij wordt uitgegaan van een nog niet bestaande, nieuw aan te

¹ Hoewel bij deze processen niet per definitie sprake is van verbranding, worden pre-combustion, post-combus-
tion en oxyfuel-combustion ook in deze context vaak gebruikt. Industriële alternatieven zijn: *pre-process re-
moval* (pre-combustion), *removal from diluted streams* (post-combustion) en *removal from oxy-fired streams*
(oxyfuel-combustion) (IEA & UNIDO 2011).

251 leggen pijpleiding en een variant waarbij de CO₂ vloeibaar gemaakt wordt voor levering.
252 Voor alle varianten voor CCU worden 4000 vollasturen per jaar aangenomen.

253 **CO₂-afvang bij AVI's**

254 Onder deze subcategorie (varianten 4A-C) vallen installaties waar CO₂ wordt afgevangen uit
255 rookgassen met een lagere concentratie aan CO₂, in de vorm van post-combustion capture,
256 en getransporteerd voor gebruik bij tuinders. Aansluiting op het CO₂-transportnetwerk kan
257 met behulp van een aftakking op de bestaande verbinding tussen afvang/compressie en het
258 CCU-netwerk. Voor deze subcategorie zijn investeringen vereist in een CO₂-afvanginstallatie,
259 compressor en de aansluiting op het CO₂-transportnetwerk. In de berekening van het basis-
260 bedrag zijn hiervoor zowel investeringskosten (inclusief inpassings- en aanpassingskosten)
261 als operationele kosten opgenomen. In het geval van vervloeiing van de CO₂ vervallen de
262 aansluitkosten op een CO₂-netwerk, maar worden er extra kosten voor de vervloeiing mee-
263 genomen.

264 **CCU bij kleinschalige biomassa-installaties**

265 Naast CCU bij grootschalige installaties zoals hiervoor beschreven, is er ook berekend wat de
266 onrendabele top zou zijn als CO₂ wordt afgevangen bij biomassa-installaties bij een tuinder
267 zelf (varianten 5A, 5B).

268 De referentie-installatie is een bestaande biomassaketel ($\geq 5 \text{ MW}_{\text{th}}$) bij een tuinder of bij een
269 cluster van tuinders waarbij door middel van retrofit een CO₂-afvanginstallatie wordt bijge-
270 bouwd. Dit valt onder de noemer post-combustion capture waarbij CO₂ uit rookgassen afge-
271 vangen wordt. Naar analogie van de andere CCU-categorieën wordt ook hier uitgegaan van
272 4000 vollasturen per jaar voor de CO₂-afvang, hoewel het kan voorkomen dat de biomassa-
273 installatie meer vollasturen maakt voor warmteproductie.

274
275 Ook hier zijn de twee CO₂-toepassingen mogelijk, namelijk gasvormig of vloeibaar. In het
276 eerste geval moet de CO₂ na afvang enkel gedroogd worden, extra compressie is niet nodig.
277 Bij toepassing van vloeibare CO₂ vindt extra compressie en vervloeiing plaats. Lokale CO₂-
278 buffering maakt in beide gevallen voor het basisbedrag onderdeel uit van de referentie-in-
279 stallatie. Kosten voor verdeel-, meet- en monitoringsinstallaties in de kassen worden niet
280 meegenomen in de bepaling van het basisbedrag omdat die installaties geacht worden reeds
281 aanwezig te zijn.
282

283 **2.1.5 Transport**

284 De aanwezigheid van een transportnetwerk is een belangrijke voorwaarde voor het gebruik
285 van afgevangen CO₂ in gasvorm. De tuinders zijn direct aangesloten op de CO₂-leiding en
286 nemen daarvan naar behoefte af.

287 Een andere toegepaste manier is het transport van vloeibaar gemaakte CO₂ tot bij de afne-
288 mer. Voor de referentie van vloeibare CO₂ als CCU-levering aan de glastuinbouw gaan we uit
289 van transport per truck. Dit trucktransport gebeurt wanneer er in de buurt van de CO₂-
290 leverancier geen CO₂-transport- of -distributieleiding aanwezig is of wanneer een glastuin-
291 bouwgebied zich niet in de ruime omgeving van de CO₂-afvang bevindt. Bij de afnemers
292 staan in dit geval lokale opslagtanks en ontspaninstallaties om – naar behoefte – de vloe-
293 ibare CO₂ opnieuw gasvormig te maken en in de kas bij te doseren. De trucks doen tijdens
294 een leveringsronde meestal meerdere tuinders aan.
295

296 **2.1.6 Gebruik**

297 In de kas is steeds een verdeel-, meet- en regelsysteem nodig om de juiste concentratie CO₂
298 in de kas te realiseren. In de meeste gevallen zal er steeds een back-upinstallatie aanwezig
299 zijn om bij onderbreking van de CO₂-aanvoer zelf in te kunnen staan voor de CO₂-productie.

300 Dit zal meestal een gasketel of een gasmotor-WKK zijn. De kosten van dergelijke back-upin-
301 stallaties worden niet meegenomen in de berekening van het basisbedrag.

302

303 Voor de berekening van het basisbedrag wordt uitgegaan van een gemiddeld glastuinbouw-
304 bedrijf van 5 ha met een jaarlijkse CO₂-vraag van 1250 ton. Dit stemt overeen met andere
305 schattingen over het totale potentieel aan extern te leveren CO₂ aan de gehele glastuinbouw-
306 sector: 2,0 Mton (Glastuinbouw Nederland) tot 2,6 Mton (WEcR). Een recente aanpassing
307 van het areaal glastuinbouw door CBS kan deze waarden nog naar boven bijstellen. De refe-
308 rentiewaarde voor de CO₂-afvang voor CCU in dit advies, 55 kton per jaar, stemt overeen
309 met levering aan 44 bedrijven.

310

311 Bij levering van vloeibaar CO₂ is de huidige praktijk dat de (huur)kosten voor de lokale op-
312 slagtank bij de tuinder inbegrepen zitten in de aankoopprijs van de CO₂. Deze installaties
313 worden geleverd en onderhouden door de CO₂-leverancier.

314 2.2 Aannames kosten

315 Voor CCU in de glastuinbouw zijn investeringskosten en operationele kosten in kaart ge-
316 bracht op basis van literatuur, en in mindere mate op basis van marktdata en casestudies. In
317 deze paragraaf gaan we in op de verschillende kostenposten en lichten we eventuele aanna-
318 mes toe.

319 2.2.1 Investeringskosten

320 Voor CO₂-afvang zijn investeringen vereist in een afvanginstallatie, compressie en een aan-
321 sluiting op het CO₂-transportnetwerk of liquifactie. De investeringskosten zijn grotendeels af-
322 hankelijk van het volume van de CO₂-afvang, de concentratie van CO₂, het proces waarvan
323 wordt afgevangen en de gekozen technologie. Deze worden per subcategorie vastgesteld in
324 een referentie-installatie. Voor kostenfactoren die voor alle CCU-cases gelden zijn de vol-
325 gende aannames gemaakt over meegenomen kostenposten in het bepalen van het basisbe-
326 drag:

- 327 • Afvang: dit betreft de kosten voor de CO₂-afvang bij industriële processen, of uit
328 rookgassen van AVI's en biomassaverbrandingsinstallaties bij de tuinders.
- 329 • Zuivering: het is gebruikelijk dat er specificaties afgegeven worden over de beno-
330 digde zuiverheid van CO₂ voor gebruik in de glastuinbouw, zo wordt gesproken van
331 'OCAP-kwaliteit' voor gasvormige CO₂ en pure CO₂ bij levering van vloeibare CO₂.
332 Daarom worden deze waarden gebruikt als benadering van de zuiveringskosten.
- 333 • Compressie: bij gasvormige levering moet de CO₂ op druk gebracht worden (22 bar)
334 vooraleer die in de transportleiding terechtkomt.
- 335 • Liquifactie: bij levering van vloeibare CO₂ zijn er kosten nodig voor de vervloeiingsin-
336 stallatie bij de locatie waar CO₂ afgevangen wordt.
- 337 • Aansluitkosten: dit betreft de kosten voor het aansluiten van de gasvormige CO₂ aan
338 het CO₂-transportnetwerk. Deze investering komt voor rekening van de aanvragende
339 partij. Er is aangenomen dat de aanvragers zich zullen beperken tot het gebied waar
340 het CO₂-transportnetwerk bestaat of gerealiseerd gaat worden. Hierdoor zal de af-
341 stand voor de aansluiting relatief kort zijn, in de referentie ongeveer 3 km. De kosten
342 voor de pijpleiding van de afvanginstallatie naar het CO₂-transportnetwerk wordt ge-
343 schat op 1,5 euro/km/t CO₂ per jaar. De totale aansluitkosten bij de leverancier wor-
344 den hiermee geschat op 4,5 euro/t CO₂ afgevangen piekcapaciteit.
- 345 • Kosten voor CO₂-transport per pijpleiding of per truck (naar analogie van de aanna-
346 mes bij het SDE++-advies voor CCS).

347

- 348 Niet meegenomen kosten voor de bepaling van de basisbedragen voor CCU zijn:
349 - Kosten voor CO₂-afvang met het oog op opslag (CCS).
350 - Kosten voor een bestaande CO₂-transportleiding (vergelijkbaar met OCAP).
351 - Kosten voor transport en verwerking van CO₂ met het oog op opslag (verwerkingstoelage
352 bij CCS).
353 - Kosten voor aansluiting, opslag en verdeelsystemen bij de tuinder.
354 - Kosten voor (ver)nieuwbouw van kassen geschikt voor dosering van extern geleverde
355 CO₂.
356 - Kosten voor CO₂-productie back-upinstallaties bij de tuinders (ketel of WKK).

357

358 Voor iedere subcategorie is een referentie-installatie bepaald waarvoor de kosten zijn uitge-
359 rekend. Op basis hiervan wordt het basisbedrag geadviseerd. Als referentiesituatie is geko-
360 zen voor CO₂-afvang met seizoensafhankelijke levering gedurende het hele jaar aan tuinders
361 (zie figuur 1). Uitgangspunt is dat het huidige leveringspatroon aan tuinders gecontinueerd
362 wordt. Daarom wordt er voor de referentie-afvanginstallatie aangenomen dat deze halftijds
363 (4000 draaiuren) zal opereren. De capaciteit van de aansluiting is gedimensioneerd op de
364 maximale CO₂-afvangcapaciteit.

365

366 2.2.2 Operationele kosten

367 Er worden drie typen operationele kosten onderscheiden: vaste O&M-kosten, variabele O&M-
368 kosten en de energiekosten. Ook voor operationele kosten geldt dat deze worden beïnvloed
369 door het proces waarvan CO₂ wordt afgevangen en de gekozen technologie.

370

371 De vaste O&M-kosten bestaan uit salariskosten, administratieve en overheadkosten, jaar-
372 lijke O&M, verzekeringen en lokale belastingen (IEAGHG, 2017a). Op basis van literatuur en
373 industriedata is aangenomen dat deze kosten voor CO₂-afvang, zuivering, compressie en
374 vervloeiing 3% van de investeringskosten bedragen voor afvang bij bestaande installaties en
375 2% van de investeringskosten voor afvang bij nieuwe installaties. Voor de aansluiting zijn de
376 O&M-kosten op 2% van de investeringskosten gesteld. De variabele O&M-kosten worden be-
377 paald door het gebruik van bijvoorbeeld chemicaliën die nodig zijn bij het afvangen van CO₂.
378 Deze kosten kunnen verschillen per toepassing en kunnen ook verwaarloosbaar zijn. Daarom
379 zijn deze niet meegenomen in de berekening van het basisbedrag.

380

381 De operationele kosten bij levering van gasvormige CO₂ bestaan uit de energiekosten voor
382 compressie, en vaste en variabele O&M-kosten voor compressie en de aansluiting op het
383 CO₂-transportnetwerk. Voor de levering van vloeibare CO₂ bestaan die uit de energiekosten,
384 vaste en variabele O&M-kosten voor compressie en vervloeiing.

385

386 Energiekosten bestaan uit warmte of stoom voor CO₂-afvang en elektriciteit voor compressie
387 en vervloeiing. De benodigde hoeveelheden energie voor CO₂-afvang, compressie en liquifac-
388 tie zijn gehaald uit de beschikbare literatuur en rapporten. De volgende schatting is ge-
389 maakt:

- 390 • Warmte bij CO₂-afvang, pre-combustion: 312,5 kWh (th)/ton CO₂ afgevangen voor
391 bestaande en 286,4 kWh (th)/t CO₂ afgevangen voor nieuwe installaties.
- 392 • Warmte bij CO₂-afvang, post-combustion: 670 kWh (th)/t CO₂ afgevangen
- 393 • Elektriciteit bij CO₂-afvang, pre-combustion en post-combustion: 50 kWh (e)/t CO₂
394 afgevangen;
- 395 • Elektriciteit bij compressie: 125 kWh (e)/t CO₂ afgevangen.
- 396 • Elektriciteit bij vervloeiing : 162 kWh (e)/t CO₂ afgevangen

397

398

399 Wel is het zo dat een deel van de warmtevraag door onbenutte restwarmte zou kunnen wor-
400 den ingevuld. Voor de elektriciteitsprijs wordt de groothandelsprijs gebruikt van 0,0449
401 euro/kWh. Deze is berekend op basis van de geraamde ongewogen gemiddelde elektriciteits-
402 prijzen van 2021 tot en met 2030 op basis van de KEV 2020 (PBL 2020)². Voor de kosten
403 van warmte wordt op basis van deze KEV een prijs van 0,020 euro/kWh_{th} aangenomen, op
404 basis van een aardgasprijs van 0,0225 euro/kWh.

405 2.2.3 Transportkosten

406 CCU wijkt af van de – op het eerste zicht gelijkaardige – situatie bij CCS. Bij CCS geldt de
407 afgevangen CO₂ als emissiereductie bij de afvanger en wordt deze via een tussenpartij, die
408 instaat voor transport en opslag, permanent uit de CO₂-boekhouding van de investerende
409 partij verwijderd. Bij CCS is de investerende partij dus bereid om een andere partij te beta-
410 len voor transport en opslag om zo eigen CO₂-emissies te vermijden; dit is niet het geval
411 voor CCU.

412
413 Bij CCU is er een partij die investeert in de CO₂-afvang, maar daarna de CO₂ als product aan-
414 biedt aan de markt, met name tuinders. Het komt voor dat een derde handelspartij kan in-
415 staan voor het transport, maar die rekent de bijkomende kosten voor dat transport door aan
416 de uiteindelijke afnemer, zijnde de tuinders. Die maken de afweging of het voor hen econo-
417 misch interessant is om CO₂ in te kopen, rekening houdend met de kosten van de afvang en
418 transport, of om zelf CO₂ te produceren.

419
420 In de berekening van het basisbedrag, die uitgaat van de partij die de CO₂ afvangt en van de
421 uiteindelijke afnemer, de tuinders, wordt in de varianten A voor gasvormige CO₂ uitgegaan
422 van de huidige situatie, namelijk een bestaande pijplijn waarop nog reservetransportcapaci-
423 teit beschikbaar is. Door deze overcapaciteit wordt er verondersteld dat er voor deze variant
424 geen transportkosten worden verrekend in het basisbedrag (zie ook box 1 voor toelichting
425 piekcapaciteit).

426
427 Voor de varianten B wordt uitgegaan van een nog niet bestaande, nieuw aan te leggen pijp-
428 leiding, waarvoor, naar analogie van het SDE++ 2021 eindadvies voor CCS, kosten worden
429 meegenomen voor transporttoeslag via de pijpleiding. Deze worden voor CCU begroot op
430 49,3 euro/ton CO₂ (zie box 1 voor een toelichting).

431
432 Voor transport van vloeibaar CO₂ (varianten C) wordt uitgegaan van transport per tankauto
433 en daarvoor wordt 21 euro per ton CO₂ aangenomen, dat is inclusief personeels- en brand-
434 stofkosten.

² Het betreft de energieprijzen tot 2030. In plaats van data voor het jaar 2031 zijn de data voor het jaar 2030 gebruikt, omdat de KEV 2020-modellering het jaar 2031 niet als zichtjaar bevat.

1 Toelichting op berekening transportkosten nieuwe pijpleiding

Varianten B

De verwerkingstoelage voor de te transporteren CO₂ via een nog niet bestaande, nieuw aan te leggen pijpleiding, wordt vastgesteld aan de hand van het jaarlijkse volume en de piekcapaciteit. Dit laatste is van invloed op de kosten voor het transport:

- Het jaarlijkse volume dat wordt getransporteerd en opgeslagen is in voor de referentie-installatie 55 kt CO₂.
- De piekcapaciteit bedraagt 25 t CO₂ per uur. De zogenaamde 'load factor' is dan $25 \text{ t CO}_2 / 13,75 \text{ t CO}_2 = 1,82$.
- Transporttarief is 27,1 euro/t CO₂ getransporteerd op basis van 8760 uur (eindadvies SDE++ 2021 CCS). Het transporttarief voor de varianten C wordt dan $27,1 * 1,82 = 49,3$ euro/t CO₂.

436 2.2.4 Aannee restwaarde

437 Voor CO₂-afvang en -gebruik wordt een subsidietermijn van 15 jaar aangenomen, gelijk aan
438 de meeste andere technologieën binnen de SDE++. Er wordt aangenomen dat er geen rest-
439 waarde over is na de 15 jaar durende subsidieperiode.

440 2.2.5 Aangeboden en vermeden CO₂

441 CO₂-afvang en -gebruik vragen energie voor afvangen, zuiveren en op druk brengen van de
442 CO₂. Dit interne energiegebruik (ook wel *energy penalty* genoemd) kan leiden tot additionele
443 CO₂-uitstoot. Voor elektriciteit wordt gerekend met de verwachte CO₂-emissiefactor voor
444 elektriciteit uit het net in 2030 (215,91 kg CO₂/MWh).³ Voor warmte wordt uitgegaan van
445 verbranding van aardgas: 56,4 kg CO₂/GJ aardgas (LHV). Bij een conversie-efficiëntie van
446 90% (LHV) van een gasgestookte ketel, is de CO₂-emissie 62,7 kg CO₂/GJ_{th} (0,226 kg
447 CO₂/kWh_{th}).

448
449 De CO₂-emissies als gevolg van het opereren van het CO₂-transportnetwerk of van het ver-
450 voer per truck zijn niet meegenomen in de berekening van de vermeden CO₂.

451
452 Verder heeft WEcR berekend dat er per geleverde ton CO₂ bij een tuinder 0,91 tot 0,95 ton
453 CO₂ bespaard wordt door vermeden gasstook. Voor de berekeningen gaan we uit van gemid-
454 deld 0,93 ton bespaard (uit gasstook door de tuinder) per ton CO₂ geleverd. Omdat niet te
455 bepalen is wat de toepassing is bij de tuinder (vervanging van zelf geproduceerde CO₂ (ge-
456 durende het hele jaar of enkel zomerstook), bijkomende CO₂-dosering boven op zelf gepro-
457 duceerde CO₂ of inkoop van CO₂ gedurende het hele jaar bij verduurzaming van de
458 warmtevraag) en de seizoensafhankelijke vraag naar CO₂, kan niet eenduidig bepaald wor-
459 den hoeveel de vermeden ton CO₂ bedraagt per ton geleverde CO₂.

460
461 Uitgaande van de hier beschreven referentie-installaties voor afvang, compressie en ver-
462 vloeiing en van een seizoensafhankelijke jaarrond levering van CO₂ aan de tuinders, zou de
463 vermeden CO₂ per geleverde eenheid CO₂ gemiddeld 0,80 bedragen, met een spreiding tus-
464 sen 0,74 en 0,85, afhankelijk van de afvanginstallatie, compressie en vervloeiing.

³ Het betreft de emissiefactor van de gemiddelde marginale optie in 2030. Dat is een andere grootte dan de emissiefactor van de gemiddelde mix in 2030. In plaats van voor het jaar 2031 zijn de data voor het jaar 2030 gebruikt, omdat de KEV 2020-modellering het jaar 2031 niet als zichtjaar bevat.

465 2.2.6 Correctiebedrag

466 De onrendabele top wordt bepaald door het basisbedrag te verminderen met de inkomsten
467 die worden gegenereerd door de technologie. CCU betreft een oplossing waarbij een verhan-
468 delbaar product, al dan niet via een tussenpartij die instaat voor het transport, aan de glas-
469 tuinbouw geleverd wordt. Door die CO₂-levering bespaart de tuinder op het eigen
470 gasverbruik (om anders zelf de CO₂ te produceren). Deze besparing ligt aan de basis van de
471 bepaling van het correctiebedrag. Als referentie wordt de huidige verdeling aangehouden,
472 waarbij twee derde van de tuinders de CO₂-vraag via een WKK doet en een derde via een
473 gasketel. Verder wordt aangenomen dat er in het geval van WKK een correctie plaatsvindt op
474 basis van de stroomprijs. Ook wordt de gemiddelde reductiecoëfficiënt voor CO₂-levering aan
475 een tuinder uit de WEcR-studie (Van der velden & Smit 2020) in rekening gebracht: 0,93 ton
476 CO₂ vermeden/ton CO₂ geleverd.

477
478 Met de gehanteerde parameters betekent dit dat een tuinder in het geval van een ketel 520
479 m³ gas bespaart per ton geleverde CO₂ voor een bedrag van 103 euro/ton CO₂, en in het ge-
480 val van WKK een derving aan stroominkomsten kent van 77 euro/ton (nettokosten bij WKK
481 103-77 = 26 euro/ton). Deze bedragen zijn op basis van de langetermijnprijzen voor gas en
482 stroom zoals in het SDE++ eindadvies 2021 gehanteerd. Volgens de verdeling WKK/ketel
483 van twee derde/een derde geeft dit uiteindelijk een correctiebedrag van 52 euro/ton.

484
485 De aankoopprijs van zuivere CO₂ voor tuinders bedraagt 80 tot 140 euro per ton⁴, naarge-
486 lang de vorm en het moment waarop de CO₂ ingekocht wordt. Hier is bijvoorbeeld de huur
487 voor CO₂-opslaginstallaties bij de tuinder inbegrepen.

⁴ Zie: <https://www.wur.nl/nl/show/Kwantitatieve-Informatie-Glastuinbouw-2016-2017-KWIN-Glastuinbouw.htm>.

2.3 Basisbedragen

489 Er wordt onderscheid gemaakt tussen:

- 490 • 1A Nieuwe CO₂-afvang bij bestaande industriële installaties; gasvormig transport,
491 bestaande pijpleiding;
- 492 • 1B Nieuwe CO₂-afvang bij bestaande industriële installaties; gasvormig transport,
493 nieuw aan te leggen pijpleiding;
- 494 • 1C Nieuwe CO₂-afvang bij bestaande industriële installaties; vloeibaar transport;
- 495 • 2A Bijkomende CO₂-afvang bij bestaande industriële CCU installaties; gasvormig
496 transport, bestaande pijpleiding;
- 497 • 2B Bijkomende CO₂-afvang bij bestaande industriële CCU installaties; gasvormig
498 transport, nieuw aan te leggen pijpleiding;
- 499 • 2C Bijkomende CO₂-afvang bij bestaande industriële CCU installaties; vloeibaar
500 transport;
- 501 • 3A Nieuwe CO₂-afvang bij nieuwe industriële installaties; gasvormig transport, be-
502 staande pijpleiding;
- 503 • 3B Nieuwe CO₂-afvang bij nieuwe industriële installaties; gasvormig transport,
504 nieuw aan te leggen pijpleiding;
- 505 • 3C Nieuwe CO₂-afvang bij nieuwe industriële installaties; vloeibaar transport;
- 506 • 4A Nieuwe CO₂-afvang bij bestaande AVI; gasvormig transport, bestaande pijplei-
507 ding;
- 508 • 4B Nieuwe CO₂-afvang bij bestaande AVI; gasvormig transport, nieuw aan te leggen
509 pijpleiding;
- 510 • 4C Nieuwe CO₂-afvang bij bestaande AVI; vloeibaar transport;
- 511 • 5A Nieuwe CO₂-afvang bij (kleinschalige) biomassaverbrandingsinstallaties bij tuin-
512 ders, gasvormig;
- 513 • 5B Nieuwe CO₂-afvang bij (kleinschalige) biomassaverbrandingsinstallaties bij tuin-
514 ders, vloeibaar.

515 2.3.1 Kengetallen voor de referentie-installaties

516 Voor de referentie-installaties zijn technische en kostenparameters gebruikt bij de bereke-
517 ning van de basisbedragen. Deze staan samen met de basisbedragen weergegeven in tabel
518 2-1a t/m 2-1d.
519

520 **Tabel 2-1a. Referentie-installaties voor CO₂-afvang voor gebruik in de glastuin-**
 521 **bouw*.**

522

Parameter	Eenheid	Variant 1A	Variant 1B	Variant 1C	Variant 3A	Variant 3B	Variant 3C
Aantal draaiuren	[uren/jaar]	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Piekcapaciteit CO ₂ -afvang	[kt CO ₂ afvang]	100	100	100	100	100	100
Afgevangen CO ₂ voor CCU	[kt CO ₂ afvang/jaar]	55	55	55	55	55	55
	[ton CO ₂ afvang/uur]	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75	13,75
CO ₂ -afvang, zuivering en compressie	[miljoen €]	20,78	20,78	15,28	10,20	10,20	8,39
Liquifactie	[miljoen €]	-	-	16,50	-	-	16,50
Aansluiting transportnetwerk	[miljoen €]	0,45	0,45	-	0,45	0,45	-
Totale investeringskosten	[M€/ton CO ₂ /uur]	1,5	1,5	2,3	0,8	0,8	1,8
Vaste O&M-kosten afvang, compressie, vervloeiing	[miljoen €/jaar]	0,63	0,63	0,95	0,21	0,21	0,50
Vaste O&M-kosten afvang, compressie, vervloeiing	[€/ton CO ₂ /uur]	45988	45988	69333	15491	15491	36198
Variabele O&M-kosten en energiekosten	[€/ton CO ₂]	14,11	14,11	15,77	13,59	13,59	15,25
Transportkosten CO ₂	[€/ton CO ₂]	0,00	49,27	21,00	0,00	49,27	21,00
Energieverbruik elektriciteit	[kWh/ton afvang]	175	175	212	175	175	212
Afvang	[kWh/ton afvang]	50	50	50	50	50	50
Compressie	[kWh/ton afvang]	125	125	-	125	125	-
Vervloeiing	[kWh/ton afvang]	-	-	162	-	-	162
Energieverbruik warmte - afvang	[kWh/ton afvang]	312,5	312,5	312,5	286,4	286,4	286,4
Basisbedrag	[€/t CO ₂ afvang]	72,746 2	125,57 42	125,81 09	41,442 6	94,270 6	101,66 45

523

* Gebruikte varianten:

524

1A Nieuwe CO₂-afvang bij bestaande industriële installaties; gasvormig transport, bestaande pijpleiding.

525

1B Nieuwe CO₂-afvang bij bestaande industriële installaties; gasvormig transport, nieuw aan te leggen pijpleiding.

526

1C Nieuwe CO₂-afvang bij bestaande industriële installaties; vloeibaar transport.

527

3A Nieuwe CO₂-afvang bij nieuwe industriële installaties; gasvormig transport, bestaande pijpleiding.

528

3B Nieuwe CO₂-afvang bij nieuwe industriële installaties; gasvormig transport, nieuw aan te leggen pijpleiding.

529

3C Nieuwe CO₂-afvang bij nieuwe industriële installaties; vloeibaar transport.

530

531

532

533

534 **Tabel 2-1b. Referentie-installaties voor CO₂-afvang voor gebruik in de glastuin-**
 535 **bouw****

Parameter	Eenheid	Variant 2A	Variant 2B	Variant 2C
Aantal draaiuren	[uren/jaar]	4000	4000	4000
Piekcapaciteit CO ₂ -afvang	[kt CO ₂ afvang]	100	100	100
Afgevangen CO ₂ voor CCU	[kt CO ₂ afvang/jaar]	55	55	55
	[ton CO ₂ afvang/uur]	13,75	13,75	13,75
CO ₂ -afvang, zuivering en compressie	[miljoen €]	0	0	0
Liquifactie	[miljoen €]	0	0	16,50
Aansluiting transportnetwerk	[miljoen €]	0,45	0,45	-
Totale investeringskosten	[M€/ton CO ₂ /uur]	0,033	0,033	1,2
Vaste O&M-kosten afvang, compressie, vervloeiing	[miljoen €/jaar]	0,01	0,01	0,50
Vaste O&M-kosten afvang, compressie, vervloeiing	[€/ton CO ₂ /uur]	655	655	36000
Variabele O&M-kosten en energiekosten	[€/ton CO ₂]	8,50	8,50	15,77
Transportkosten CO ₂	[€/ton CO ₂]	0,00	49,27	21,00
Energieverbruik elektriciteit	[kWh/ton afvang]	50	50	212
Afvang	[kWh/ton afvang]	50	50	50
Compressie	[kWh/ton afvang]	0	0	-
Vervloeiing	[kWh/ton afvang]	-	-	162
Energieverbruik warmte - afvang	[kWh/ton afvang]	312,5	312,5	312,5
Basisbedrag	[€/t CO₂ afvang]	10,2436	63,0715	84,2777

536 ** Gebruikte varianten:

537 2A Bijkomende CO₂-afvang bij bestaande industriële CCU installaties; gasvormig transport, bestaande
 538 pijpleiding.

539 2B Bijkomende CO₂-afvang bij bestaande industriële CCU installaties; gasvormig transport, nieuw aan
 540 te leggen pijpleiding.

541 2C Bijkomende CO₂-afvang bij bestaande industriële CCU installaties; vloeibaar transport.

542

543 **Tabel 2-1c. Referentie-installaties voor CO₂-afvang voor gebruik in de glastuin-**
 544 **bouw*****

Parameter	Eenheid	Variant 4A	Variant 4B	Variant 4C
Aantal draaiuren	[uren/jaar]	4000	4000	4000
Piekcapaciteit CO ₂ -afvang	[kt CO ₂ afvang]	100	100	100
Afgevangen CO ₂ voor CCU	[kt CO ₂ afvang/jaar]	55	55	55
	[ton CO ₂ afvang/uur]	13,75	13,75	13,75
CO ₂ -afvang, zuivering en compressie	[miljoen €]	43,48	43,48	40,29
Liquifactie	[miljoen €]	-	-	16,50
Aansluiting transportnetwerk	[miljoen €]	0,45	0,45	-
Totale investeringskosten	[M€/ton CO ₂ /uur]	3,2	3,2	4,1
Vaste O&M-kosten afvang, compressie, vervloeiing	[miljoen €/jaar]	1,31	1,31	1,70
Vaste O&M-kosten afvang, compressie, vervloeiing	[€/ton CO ₂ /uur]	95531	95531	123916
Variabele O&M-kosten en energiekosten	[€/ton CO ₂]	21,26	21,26	22,92
Transportkosten CO ₂	[€/ton CO ₂]	0,00	49,27	21,00
Energieverbruik elektriciteit	[kWh/ton afvang]	175	175	212
Afvang	[kWh/ton afvang]	50	50	50
Compressie	[kWh/ton afvang]	125	125	
Vervloeiing	[kWh/ton afvang]			162
Energieverbruik warmte - afvang	[kWh/ton afvang]	670	670	670
Basisbedrag	[€/t CO₂ afvang]	142,1422	194,9702	201,4868

545 *** Gebruikte varianten:

546 4A Nieuwe CO₂-afvang bij een AVI; gasvormig transport, bestaande pijpleiding.

547 4B Nieuwe CO₂-afvang bij een AVI; gasvormig transport, nieuw aan te leggen pijpleiding.

548 4C Nieuwe CO₂-afvang bij AVI; vloeibaar transport.

549

550 **Tabel 2-1d Referentie-installaties voor CO₂-afvang voor gebruik in de glastuin-**
 551 **bouw******

Parameter	Eenheid	Variant 5A	Variant 5B
Aantal draaiuren	[uren/jaar]	4000	4000
Piekcapaciteit CO ₂ -afvang	[kt CO ₂ afvang]	25	25
Afgevangen CO ₂ voor CCU	[kt CO ₂ afvang/jaar]	12,8	12,8
	[ton CO ₂ afvang/uur]	3,2	3,2
Kostenparameters			
CO ₂ -afvang, zuivering en compressie	[miljoen €]	3,69	3,20
Liquifactie	[miljoen €]	-	3,23
Aansluiting transportnetwerk	[miljoen €]	-	-
Totale investeringskosten	[M€/ton CO ₂ /uur]	1,1	2,0
Vaste O&M-kosten afvang, compressie, vervloeiing	[miljoen €/jaar]	0,11	0,15
Vaste O&M-kosten afvang, compressie, vervloeiing	[€/ton CO ₂ /uur]	34197	48140
Variabele O&M-kosten en energiekosten	[€/ton CO ₂]	16,82	29,98
Transportkosten CO ₂	[€/ton CO ₂]	-	-
Energieverbruik elektriciteit	[kWh/ton afvang]	40	195
Afvang	[kWh/ton afvang]	40	28
Compressie	[kWh/ton afvang]		109
Vervloeiing	[kWh/ton afvang]		58
Energieverbruik warmte - afvang	[kWh/ton afvang]	670	670
Basisbedrag	[€/t CO ₂ afvang]	61,0521	103,9240

552 **** Gebruikte varianten:

553 5A Nieuwe CO₂-afvang bij bestaande biomassa-installaties in de tuinbouw; gasvormig.

554 5B Nieuwe CO₂-afvang bij bestaande biomassa-installaties in de tuinbouw; vloeibaar.

555

556
557

2.4 Uitvragen ten behoeve van de marktconsultatie 2021

558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579

580

Voor CCU voor gebruik in de glastuinbouw is er inbreng vanuit de markt gewenst over het volgende:

- Kunnen marktpartijen aangeven wat de specificaties zouden zijn van een categorie CCU uit bio-LNG-productie, rekening houdend met de referentie-installatie zoals beschreven bij de SDE++-categorie bio-LNG-productie?
 - o Maakt het voor CCU uit waaruit de bio-LNG wordt geproduceerd?
 - o Welke stromen CO₂ horen bij de beschreven bio-LNG-installaties?
 - o Zijn er nog bijkomende CO₂-zuiveringsstappen noodzakelijk?
 - o Is er bijkomende compressie nodig bij levering van gasvormige CO₂?
 - o Kan de markt projectmatige informatie aanleveren over techno-economische grootheden van een bio-LNG-CCU-installatie?
 - o Kan de CCU-uitbreiding als stand-alone (retrofit, apart) categorie gezien worden bij een bio-LNG-installatie of als integraal onderdeel van zo'n installatie (waarbij de referentie, basisbedrag en correctiebedrag dan navenant bijgewerkt worden)?
- Kunnen marktpartijen voorstellen leveren hoe de monitoring van een gecombineerde CCS-CCU-categorie vorm gegeven kan worden?
- Kunnen marktpartijen voorstellen leveren hoe de monitoring van de werkelijke vermeden CO₂ bij een tuinder uitgevoerd zou kunnen worden?
- Zien marktpartijen potentieel in de uitbreiding van de huidige CCU-categorieën voor AVI's , kleinschalige biomassa en voor bio-LNG met een CCS-categorie voor dezelfde installatie voor nog eens 4000 uur?