

Inleiding Reactie ir. Gijs Kaper:

Wij hebben meegeschreven aan twee koolstofrapportages van de provincie Zuid-Holland:

Rapport 1: <https://kennis.zuid-holland.nl/wp-content/uploads/2023/12/Technieken-en-Kansen-Koolstofpositieve-Economie-2040-PZH-November-2023-1.pdf>

Rapport 2: https://kennis.zuid-holland.nl/wp-content/uploads/2023/12/Rapport_CarbonFikZH.pdf

Die rapportages beginnen met een inventarisatie van alle 18 CO₂-verwijderingstechnieken, waar voor de provincie Zuid-Holland zes kansrijke clusters uit kwamen om door te ontwikkelen en op te schalen.

Om voor heel Nederland de Routekaart koolstofverwijdering concreter te maken, hieronder vier vragen en antwoorden:

1 Hoe veel CO₂-verwijdering is er jaarlijks nodig voor Nederland, tussen het jaar 2040-2100?

2 Hoe veel CO₂-verwijdering is daarvan tijdelijk (100 jaar) en hoe veel permanent (>200 jaar of >1000 jaar) en hoe veel is daarvan te realiseren binnen de Nederlandse landsgrenzen?

3 Hoe lang moet CO₂-verwijdering opgeslagen blijven volgens de wetenschap en volgens het Europese Carbon Removal and Carbon Farming (CRCF)?

4 Wat is een indicatief doel voor maximale rest-emissie CO₂ en methaan, langdurige CO₂-verwijdering en permanente CO₂-verwijdering en netto reductie in 2040?

1 Hoe veel CO₂-verwijdering is er jaarlijks nodig voor Nederland, tussen het jaar 2040-2100?

Antwoord: 57,5 Mton CO₂-verwijdering per jaar, 60 jaar lang, want:

- Elke Europeaan heeft 115 ton CO₂-schuld door overshoot. Voor Nederland is daardoor 34,5 Mton CO₂-verwijdering per jaar, 60 jaar lang, nodig om 50% kans op 1,5 graden opwarming te houden. ([Hahn, T., Morfeldt, J., Höglund, R. et al. 2024](#))
- Een restuitstoot van 10% van de uitstoot in 1990 is 23 Mton CO₂. Dit is in het ontwerp-Klimaatplan aangenomen als CO₂-verwijderingsdoel voor 2040 in Nederland: tussen de 20-25 Mton CO₂-verwijdering per jaar. ([zie blz 26, Ontwerp-Klimaatplan 2025-2035, Ministerie KGG](#))

- Er is dus $23+34,5= 57,5$ Mton Nederlandse CO₂-verwijdering per jaar nodig in 2040.
- 57,5 Mton CO₂-verwijdering per jaar tussen 2040-2100 is rechtvaardig, voldoet aan Parijs-Akkoord, houdt 1,5 graden opwarming binnen bereik met 50% kans, maar past niet in Nederland in 2040. Tenzij Nederland ook CO₂-verwijdering in het buitenland mag realiseren. (meer achtergrondinfo: [Van Vuuren et al, 2024, PBL](#))
- Sinds 10 oktober 2024 kan Nederland CO₂-verwijdering buiten de EU realiseren via artikel 6.4 van het Parijsakkoord, omdat er concrete regels met voorwaarden voor opgesteld zijn. ([Artikel 6.4 Parijs-Akkoord, PACM](#)). Binnen de EU kan Nederland ook via de ESR CO₂-verwijdering in de EU, maar buiten Nederland inkopen.

2 Hoe veel CO₂-verwijdering is daarvan tijdelijk (100 jaar) en hoe veel permanent (>200 jaar of >1000 jaar) en hoe veel is daarvan te realiseren binnen de Nederlandse landsgrenzen?

Antwoord: Van de noodzakelijke 57,5 Mton CO₂-verwijdering is 11 Mton CO₂-verwijdering tijdelijk (100 jaar) en 46,5 Mton CO₂-verwijdering permanent (>500 of >1000 jaar). De tijdelijke CO₂-verwijdering is geheel in Nederland te realiseren. Van de 46,5 Mton permanente CO₂-verwijdering is in ieder geval 24,5 Mton CO₂-verwijdering in Nederland te realiseren en van 22 Mton CO₂ verwijdering hangt het af van de elektriciteitsprijs (DACs) en het Londonprotocol (DOCS, alkalisatie zeewater).

Dit hangt namelijk af van de rest-emissies en de soort van broeikasgas welke door CO₂-verwijdering vereffend wordt. Methaan heeft een korte levensduur welke met langdurige CO₂-verwijdering kan worden vereffend. CO₂ heeft een lange levensduur, welke met permanente CO₂-verwijdering kan worden vereffend.

Na 30% veereductie, verplichte bijvoer Bovaer en verplichte monovergisting in varkenshouderij en melkveehouderij heeft de landbouw een rest-emissie uit methaangas, welke +/- 5 Mton CO₂eq/jaar lager is dan nu het geval is. De rest-emissie uit landbouw is dan 7 Mton CO₂eq per jaar via methaan-uitstoot.

Van de overige huidige 6 Mton CO₂eq/jr aan methaanuitstoot in Nederland zal vanwege de Global Methane Pledge 30% afgaan, dus is een restemissie van 4 Mton CO₂eq aan methaan-uitstoot te voorzien.

De voorspelbare onvermijdelijke totale Nederlandse restemissie van methaan in 2040 is dan : $7 + 4 = 11$ Mton CO₂eq met GWP100. Dat is 70% minder dan in het jaar 1990 en 40% minder dan in het jaar 2023.

Als de opslagduur korter dan 100 jaar is, dan is er meer tijdelijke CO₂-verwijdering dan 11 Mton CO₂eq met GWP100 nodig om de methaanuitstoot te vereffenen.

Aan tijdelijke CO₂-verwijdering kan Nederlands landgebruik in 2040 11,52 Mton CO₂eq/jr leveren, wat de hele jaarlijkse Nederlandse methaan-uitstoot van 11 Mton CO₂eq kan vereffenen, onder de voorwaarde dat onderstaande technieken planmatig wordt uitgevoerd en dat de methaanreductie in 2040 70% is ten opzicht van 1990 en 40% ten opzichte van 2023:

| techniek | Oppervlak (ha) | CO₂-verwijdering Mton CO₂/jr | Opslagduur Aantal jaar |
|---|-----------------------|---|-----------------------------------|
| Veenweidestrategie | 100.000 | 1,00 | 100 |
| Bossenstrategie | 37.000 | 0,37 | 100 |
| Bouwmaterialenteelt | 300.000 | 3,60 | 100 |
| Waarvan: Agroforestry, bufferstroken en 10% biodiversiteitseilandjes Natuurherstelwet EU | 220.000 | 2,64 | 100 |
| Natuurherstel NNN | 80.000 | 0,80 | 100 |
| Biochar van gewasresten, slootmaaisel en bermmaaisel op landbouwgrond 1) | 1.250.000 | 2,50 | >100 |
| PH-verhoging en zuivering zoet oppervlaktewater, slootwater en rivierwater van nitraat en fosfaat 2) | 340000 | 50% vn 4,50 = 2,25 | 100 |
| Zeewierteelt op oesterbanken 3) | 300.000 | 1,00 | >100 |
| Totaal | | 11,52 | 100 |

1) Met <https://www.appliedcarbon.com/> of <https://airburners.com/products/boss-series/charboss/>

2) Zie: <https://www.stowa.nl/deltafacts/waterkwaliteit/diversen/broeikasgasemissies-uit-zoetwater#:~:text=Zo'n%205%20procent%20van,positieve%20bijdrage%20aan%20het%20klima%20vraagstuk> en <https://www.carbonrun.io/>

3) Zie: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724006624>

Nederland kan dus na een scherpe reductie van de methaan-uitstoot binnen haar eigen landsgrenzen met tijdelijke CO₂-opslag van 100 jaar haar eigen onvermijdelijke methaanuitstoot vereffenen. Dat zou een beleidsdoel op zich moeten worden: zowel 40% methaanreductie in 2040 tov 2023, als meer dan 11 Mton tijdelijke CO₂-verwijdering binnen eigen landsgrenzen voor het jaar 2040.

Van de tijdelijke CO₂-verwijdering kan 50% (+/- 5,5 Mton CO₂-verwijdering/jaar) na einde levensduur permanente CO₂-verwijdering worden, door via afvalbeleid de secundaire biomassa oneindig te recyclen of er biochar van te maken als beton-ingrediënt of na verbranding de biogene CO₂ op te slaan in lege gasvelden via AVI's+CCS of in cement-achtig materiaal zoals PAEBBL.

Aan permanente CO₂-opslag heeft Nederland vanaf 2040 tot en met het jaar 2100 nodig:

57,5 Mton CO₂eq – 11 Mton CO₂eq = 46,5 Mton CO₂eq permanente CO₂-verwijdering per jaar.

Binnen eigen landsgrenzen kan Nederland in 2040 tot en met 2100 jaarlijks 46,5 Mton permanente CO₂-verwijdering realiseren, op de volgende wijze:

| techniek | | CO₂-verwijdering Mton CO₂/jr | Opslagduur Aantal jaar |
|--|--------------|---|-----------------------------------|
| BECCS (alle soorten) | +15,0 TWh/jr | 16,00 | >1000 |
| AVI + CCS (biogene deel) | +2,1 TWh/jr | 4,50 | >1000 |
| Biochar uit niet-recyclebaar bio-afval | | 1,00 | >500 |
| Hydrochar uit rioolslib | | 1,00 | >500 |
| Houtoogst en -Opslag | | 1,00 | >500 |
| Versnelde verwerking van steen | | 1,00 | >1000 |
| Direct Air Capture | -12,5 TWh/jr | 10,00 | >1000 |
| Direct Ocean Capture | -6,5 TWh/jr | 10,00 | >1000 |
| Alkalisatie zeewater | | 2,00 | >1000 |
| Totaal | | 46,50 | |
| w.v. in lege gasvelden | | 35,50 | |

Hiervan is 24,50 Mton CO₂-verwijdering uit de eerste zes technieken met een TRL van 9 zeker te realiseren.

De 10 Mton CO₂-verwijdering uit DACS is technisch ook te realiseren, maar de economische kosten van elektriciteit bepalen of dit in Nederland of in buitenland plaatsvindt.

De 12 Mton CO₂-verwijdering uit Direct Ocean Capture en Alkalisatie zeewater is technisch mogelijk tegen lage kosten, maar hier hangt de inzet af van regels voortkomend uit het London Protocol die het zeeleven beschermen.

Mocht een deel van de CO₂-verwijdering uit DACS, DOCS en alkalisatie niet in Nederland gerealiseerd kunnen worden, dan zal Nederland het ontbrekende deel in het buitenland moeten realiseren tussen het jaar 2040-2100. Dit is ook het geval als Nederland meer uitstoot, dan 35 Mton CO₂eq in 2040 of 12 Mton CO₂eq in 2050 voor dat deel.

Hoe lang moet CO₂-verwijdering opgeslagen blijven volgens de wetenschap en volgens het Europese Carbon Removal and Carbon Farming (CRCF) om geologische of fossiele CO₂ te kunnen vereffenen en als 'permanent' te worden gezien?

Antwoord: Wetenschappelijk gezien is CO₂-verwijdering permanent bij een levensduur van de opslag van meer dan 1000 jaar. Zie: <https://www.nature.com/articles/s43247-024-01808-7>

Volgens het Europese Carbon Removal and Carbon Farming (CRCF) is CO₂-verwijdering permanent bij een levensduur van de opslag van meer dan 200 jaar ('several centuries'). Alleen als de opslagduur langer duurt dan die periode kun je als EU-lidstaat de CO₂-verwijdering inzetten om geologische of fossiele CO₂ te vereffenen. Zie: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-removals-and-carbon-farming_en

In het concept-Klimaatplan wordt 100 jaar als permanente opslag gezien, wat foutief is in Europees verband en in wetenschappelijk opzicht.

4 Wat is een indicatief doel voor maximale rest-emissie CO₂ en methaan, langdurige CO₂-verwijdering en permanente CO₂-verwijdering en netto reductie in 2040?

Antwoord: De maximale rest-emissie in 2040 is 35 Mton geologische of fossiele CO₂ per jaar en 11 Mton CO₂eq in de vorm van methaan per jaar bij een doel van netto 90% reductie ten opzichte van 1990.

De maximale rest-emissie in 2050 is 12 Mton geologische of fossiele CO₂ per jaar en 11 Mton CO₂eq in de vorm van methaan per jaar bij een doel van netto nul emissie.

Tegenover de vanaf het jaar 2040 gerealiseerde 34,5 Mton permanente CO₂-verwijdering staat dan geen uitstoot. Deze CO₂ verwijdering heeft enkel als doel om de historische CO₂-schuld met een eerlijke verdeling wereldwijd te niet te doen met 50% kans op 1,5 graden opwarming in het jaar 2100.

Tegenover de 11 Mton CO₂eq-methaanuitstoot staat 11,5 Mton tijdelijke CO₂-verwijdering (100 jaar)

Tegenover 12 Mton geologische of fossiele uitstoot staat 12 Mton permanente CO₂-verwijdering tussen 2040 en 2100.

De totale hoeveelheid tijdelijke en permanente CO₂-verwijdering is dan 57,5 Mton CO₂ per jaar tussen het jaar 2040 en het jaar 2100.

