

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](https://kennis.zuid-holland.nl/wp-content/uploads/2023/12/Rapport_CarbonFikZH.pdf)

Die rapportages beginnen met een inventarisatie van alle 18 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-verwijdering is er jaarlijks nodig voor Nederland, tussen het jaar 2040-2100?

2 Hoe veel CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub> en methaan, langdurige CO<sub>2</sub>-verwijdering en permanente CO<sub>2</sub>-verwijdering en netto reductie in 2040?

**1 Hoe veel CO<sub>2</sub>-verwijdering is er jaarlijks nodig voor Nederland, tussen het jaar 2040-2100?**

**Antwoord:** 57,5 Mton CO<sub>2</sub>-verwijdering per jaar, 60 jaar lang, want:

- Elke Europeaan heeft 115 ton CO<sub>2</sub>-schuld door overshoot. Voor Nederland is daardoor 34,5 Mton CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>. Dit is in het ontwerp-Klimaatplan aangenomen als CO<sub>2</sub>-verwijderingsdoel voor 2040 in Nederland: tussen de 20-25 Mton CO<sub>2</sub>-verwijdering per jaar. ([zie blz 26, Ontwerp-Klimaatplan 2025-2035, Ministerie KGG](#))

- Er is dus  $23+34,5= 57,5$  Mton Nederlandse CO<sub>2</sub>-verwijdering per jaar nodig in 2040.
- 57,5 Mton CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-verwijdering in het buitenland mag realiseren. (meer achtergrondinfo: [Van Vuuren et al, 2024, PBL](#))
- Sinds 10 oktober 2024 kan Nederland CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-verwijdering in de EU, maar buiten Nederland inkopen.

## **2 Hoe veel CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-verwijdering is 11 Mton CO<sub>2</sub>-verwijdering tijdelijk (100 jaar) en 46,5 Mton CO<sub>2</sub>-verwijdering permanent (>500 of >1000 jaar). De tijdelijke CO<sub>2</sub>-verwijdering is geheel in Nederland te realiseren. Van de 46,5 Mton permanente CO<sub>2</sub>-verwijdering is in ieder geval 24,5 Mton CO<sub>2</sub>-verwijdering in Nederland te realiseren en van 22 Mton CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>-verwijdering vereffend wordt. Methaan heeft een korte levensduur welke met langdurige CO<sub>2</sub>-verwijdering kan worden vereffend. CO<sub>2</sub> heeft een lange levensduur, welke met permanente CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>eq/jaar lager is dan nu het geval is. De rest-emissie uit landbouw is dan 7 Mton CO<sub>2</sub>eq per jaar via methaan-uitstoot.

Van de overige huidige 6 Mton CO<sub>2</sub>eq/jr aan methaanuitstoot in Nederland zal vanwege de Global Methane Pledge 30% afgaan, dus is een restemissie van 4 Mton CO<sub>2</sub>eq aan methaan-uitstoot te voorzien.

De voorspelbare onvermijdelijke totale Nederlandse restemissie van methaan in 2040 is dan :  $7 + 4 = 11$  Mton CO<sub>2</sub>eq 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 CO<sub>2</sub>-verwijdering dan 11 Mton CO<sub>2</sub>eq met GWP100 nodig om de methaanuitstoot te vereffenen.

Aan tijdelijke CO<sub>2</sub>-verwijdering kan Nederlands landgebruik in 2040 11,52 Mton CO<sub>2</sub>eq/jr leveren, wat de hele jaarlijkse Nederlandse methaan-uitstoot van 11 Mton CO<sub>2</sub>eq 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:

<b>techniek</b>	<b>Oppervlak (ha)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-verwijdering Mton CO<sub>2</sub>/jr</b>	<b>Opslagduur Aantal jaar</b>
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
<b>Totaal</b>		<b>11,52</b>	<b>100</b>

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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-verwijdering binnen eigen landsgrenzen voor het jaar 2040.

Van de tijdelijke CO<sub>2</sub>-verwijdering kan 50% (+/- 5,5 Mton CO<sub>2</sub>-verwijdering/jaar) na einde levensduur permanente CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub> op te slaan in lege gasvelden via AVI's+CCS of in cement-achtig materiaal zoals PAEBBL.

Aan permanente CO<sub>2</sub>-opslag heeft Nederland vanaf 2040 tot en met het jaar 2100 nodig:

57,5 Mton CO<sub>2</sub>eq – 11 Mton CO<sub>2</sub>eq = 46,5 Mton CO<sub>2</sub>eq permanente CO<sub>2</sub>-verwijdering per jaar.

Binnen eigen landsgrenzen kan Nederland in 2040 tot en met 2100 jaarlijks 46,5 Mton permanente CO<sub>2</sub>-verwijdering realiseren, op de volgende wijze:

<b>techniek</b>		<b>CO<sub>2</sub>-verwijdering Mton CO<sub>2</sub>/jr</b>	<b>Opslagduur Aantal jaar</b>
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
<b>Totaal</b>		<b>46,50</b>	
<b>w.v. in lege gasvelden</b>		<b>35,50</b>	

Hiervan is 24,50 Mton CO<sub>2</sub>-verwijdering uit de eerste zes technieken met een TRL van 9 zeker te realiseren.

De 10 Mton CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>eq in 2040 of 12 Mton CO<sub>2</sub>eq in 2050 voor dat deel.

**Hoe lang moet CO<sub>2</sub>-verwijdering opgeslagen blijven volgens de wetenschap en volgens het Europese Carbon Removal and Carbon Farming (CRCF) om geologische of fossiele CO<sub>2</sub> te kunnen vereffenen en als ‘permanent’ te worden gezien?**

**Antwoord:** Wetenschappelijk gezien is CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-verwijdering inzetten om geologische of fossiele CO<sub>2</sub> te vereffenen. Zie: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-removals-and-carbon-farming\\_en](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 CO<sub>2</sub> en methaan, langdurige CO<sub>2</sub>-verwijdering en permanente CO<sub>2</sub>-verwijdering en netto reductie in 2040?**

**Antwoord:** De maximale rest-emissie in 2040 is 35 Mton geologische of fossiele CO<sub>2</sub> per jaar en 11 Mton CO<sub>2</sub>eq 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 CO<sub>2</sub> per jaar en 11 Mton CO<sub>2</sub>eq 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 CO<sub>2</sub>-verwijdering staat dan geen uitstoot. Deze CO<sub>2</sub> verwijdering heeft enkel als doel om de historische CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>eq-methaanuitstoot staat 11,5 Mton tijdelijke CO<sub>2</sub>-verwijdering (100 jaar)

Tegenover 12 Mton geologische of fossiele uitstoot staat 12 Mton permanente CO<sub>2</sub>-verwijdering tussen 2040 en 2100.

De totale hoeveelheid tijdelijke en permanente CO<sub>2</sub>-verwijdering is dan 57,5 Mton CO<sub>2</sub> per jaar tussen het jaar 2040 en het jaar 2100.

