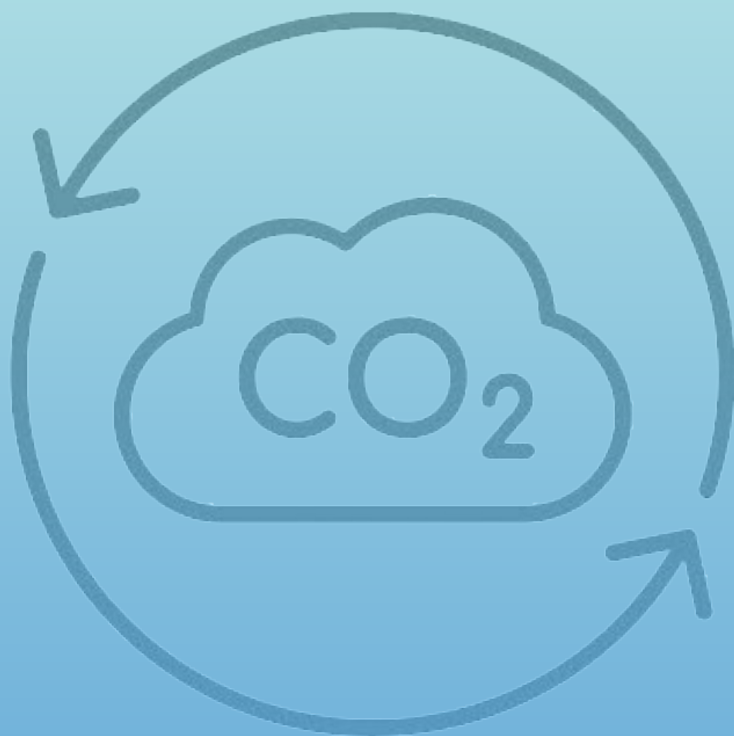


TASKFORCE

VOOR NEGATIEVE EMISSIES



NEGATIEVE EMISSIES:

ontbrekend stukje in de klimaatpuzzel

**Resultaten van een survey naar negatieve emissies
door de Taskforce voor Negatieve Emissies (TNE)**

Voorwoord

Nederland staat, net als de hele wereld, voor de gigantische opgave om de CO₂-uitstoot te reduceren tot netto nul om klimaatverandering tegen te gaan. Experts bij wetenschappelijke instellingen, overheden en bedrijven wereldwijd constateren dat emissieverwijdering als aanvulling op emissiereductie essentieel is om de klimaatdoelen te halen en binnen een temperatuurstijging van 1,5 graad Celsius te blijven. Het kabinet onderkent dat, maar lijkt vooralsnog weinig urgentie te voelen om ermee aan de slag te gaan. En dat terwijl een groeiende groep bedrijven en organisaties in Nederland technologie ontwikkelt om emissieverwijdering op korte termijn mogelijk te maken. Deze hebben zich verenigd in de Taskforce voor Negatieve Emissies (TNE). Daar is de vraag opgekomen: hoe kijkt men in Nederland aan tegen de verschillende mogelijkheden om negatieve emissies te realiseren? We gingen hierover in gesprek met verschillende thought- en actionleaders. Wat blijkt? De meningen hierover zijn verdeeld. Niet zozeer over nut en noodzaak van negatieve emissies, maar wel over het tempo van realisatie en de randvoorwaarden. Over één ding lijkt iedereen overigens eens: we kunnen het ons niet permitteren om achterover te leunen. Ongeacht wanneer we willen beginnen met emissieverwijdering, het is alle hens aan dek en we kunnen geen enkele methode, technologie of opties onbenut laten.

Die boodschap kan ik natuurlijk alleen maar omarmen. Ik dank iedereen die bereid was om aan dit onderzoek mee te werken. En ik hoop dat industrie, organisaties, wetenschap en overheid hun voordeel doen met de verzamelde inzichten.

Berte Simons

Voorzitter Taskforce voor Negatieve Emissies (TNE)

Samenvatting

De Taskforce Negatieve Emissies (TNE) heeft het initiatief genomen om inzicht te verschaffen in hoe betrokkenen bij de energietransitie kijken naar negatieve emissies en de verschillende methoden om deze te realiseren.

Aanleiding en doel

In 2050 moet de uitstoot van broeikasgassen wereldwijd met 95% zijn afgenomen om te voorkomen dat de aarde meer dan 1,5 graad Celsius opwarmt. In april 2022 schreef het International Panel on Climate Change (IPCC) dat "om deze temperatuurverlaging te bereiken, de hoeveelheid CO₂ die uit de atmosfeer wordt gehaald groter zou moeten zijn dan de hoeveelheid die de atmosfeer binnenkomt, wat resulteert in 'netto negatieve emissies'."

In dit kader heeft de TNE een survey uitgevoerd onder deskundigen die zicht hebben op mogelijkheden en beperkingen van negatieve emissies. Op basis van hun inzichten willen de bij de Taskforce aangesloten bedrijven scherpe keuzes maken voor de ontwikkeling van technologie en beleid.

Bevindingen

Emissieverwijdering als aanvulling op emissiereductie cruciaal
60% van de respondenten ziet negatieve emissies als 'belangrijk' tot 'heel belangrijk' voor het behalen van de klimaatdoelen. Wel is er discussie over het tijdpad. Sommige respondenten vinden het belangrijk om eerst een inspanning te leveren gericht op

emissiereductie alvorens te starten met negatieve emissies. Anderen wijzen erop dat de technologie nog niet zover is dat alle productieprocessen kunnen worden gedecarboniseerd, hetgeen een oplossing voor de restemissies vereist. Urgentie komt voort uit de zienswijze dat we met negatieve emissies het 'tipping point' – het moment waarop klimaatverandering onomkeerbaar is – kunnen voorblijven.

Belangrijke rol voor Nederland

Vanuit de aanname dat het afvangen en opruimen van emissies veel energie kost, geven sommige respondenten aan meer kansen te zien voor CO₂-verwijderingsinstallaties op plekken waar duurzame energie in overvloed goedkoop voorhanden is. Het merendeel van de respondenten meent echter dat Nederland een belangrijke rol kan spelen in het realiseren van negatieve emissies, omdat Nederland veel (toekomstige) lege gasvelden heeft voor het opslaan van CO₂. Ook de sterke industriebasis en uitstekende logistiek en infrastructuur worden genoemd als kansrijk.

Niets uitsluiten

De respondenten zijn gevraagd naar een aantal specifieke technieken voor het realiseren van negatieve emissies, te weten:

1. BECC(U)S bij energiecentrales

Naar biomassa- omgebouwde kolencentrales waarbij flexibel vermogen wordt gecombineerd met het permanent verwijderen van biogene CO₂ kunnen negatieve emissie opleveren. Sommige respondenten menen dat we hier direct mee moeten beginnen vanwege de urgentie van klimaatverandering; anderen wijzen op het risico van een 'scramble for biomass'.

2. CC(U)S bij Afvalverbrandingsinstallaties (AVI's)

Het afvangen van CO₂ bij AVI's om het in te zetten in de glastuinbouw wordt door de meeste respondenten sympathiek

gevonden, omdat het tuinders de mogelijkheid biedt een gas-gestookte installatie uit te zetten. Respondenten wijzen echter ook op het langzaam uitfaseren van afvalverbranding.

Respondenten zien CC(U)S bij AVI's als een belangrijke bron voor negatieve emissies, omdat er altijd een reststroom uit afval blijft bestaan. Sommigen wijzen echter ook op het langzaam uitfaseren van afvalverbranding.

3. CC(U)S in de industrie

Respondenten zien het inzetten van CCU of CCS in combinatie met biomassa in de industrie als onontkoombaar. Wel is ook hier discussie over de inzet van biomassa.

4. DAC (Direct Air Capture)

Respondenten erkennen het potentieel van DAC voor het realiseren van negatieve emissies. Wel moet bij deze installaties nauwlettend worden toegezien op het energieverbruik ten opzichte van de opbrengst van atmosferische CO₂.

Aanbevelingen

Samengevat doet men de volgende aanbevelingen aan de overheid en industrie:

Overheid: ontwikkel een duidelijke visie en routekaart voor negatieve emissies en creëer beleidskaders die de ontwikkeling en implementatie van negatieve emissiemethoden bevorderen. Voor de meeste respondenten zou de overheid dit gisteren al hebben moeten doen, anderen menen dat dit nog even vooruit kan worden geschoven.

Industrie: zet in op een echte en effectieve klimaatbijdrage, waarbij emissiereductie en negatieve emissies in balans zijn. Vermijd daarbij perverse prikkels en mogelijke negatieve milieueffecten.

Inhoud

Voorwoord	5
Samenvatting	7
Hoofdstuk 1: Inleiding	13
Doel onderzoek	13
Achtergrond	13
Scope van het onderzoek	14
Opzet van het onderzoek	15
Hoofdstuk 2: Negatieve emissies	17
Definitie negatieve emissies	18
De toekomst of juist niet?	19
Nu starten	21
CCS – CCU - CCR?	23
Negatieve emissies in Nederland	24
Hoofdstuk 3: Technieken	26
3.1 BECC(U)S bij energiecentrales	28
3.2 CC(U)S bij AVI's	31
3.3 CC(U)S in industrie	33
3.4 Direct Air Capture (DAC)	35
3.5 Aanbevelingen	36
Aan de industrie	36
Aan de overheid	37
Hoofdstuk 4: Conclusies & aanbevelingen	38
Colofon	41
Bijlagen	42
Bijlage 1: Respondenten	42
Bijlage 2: Vragenlijst survey over negatieve emissies	43

Hoofdstuk 1

Inleiding

In 2050 moet de uitstoot van broeikasgassen wereldwijd met 95% zijn afgenomen om te voorkomen dat de wereld meer dan 1,5 graad Celsius opwarmt. In Nederland zijn daarom ambitieuze CO₂-reductiedoelstellingen geformuleerd. Eén van de mogelijkheden om de reductie te bewerkstelligen is via negatieve emissies.

Doel onderzoek

De Taskforce Negatieve Emissies heeft het initiatief genomen om inzicht te verschaffen in hoe betrokkenen bij de energietransitie naar deze vorm van koolstofverwijdering kijken. Opgericht door de NVDE en de CCU-Allianties zet de Taskforce zich in om rugwind te geven aan prille en bestaande technologie om biogene en atmosferische CO₂ af te vangen en permanent te verwijderen uit de atmosfeer. Doel van het onderzoek is om op basis van professionele en wetenschappelijke inzichten scherpe keuzes te maken voor verdere ontwikkeling van technologie en beleid. De uitkomsten zullen breed worden gedeeld.

Achtergrond

Recentelijk concludeerde het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) dat het nog steeds mogelijk is om de opwarming van de aarde tot 1,5 graden te beperken. De uitdaging is echter gegroeid, en de optelsom van alle voorgenen maatregelen schiet mogelijk tekort. Om echter de benodigde CO₂-reductie te realiseren, zijn scherpe beleidsdoelen en keuzes nodig. In april 2022 schreef het IPCC:

“If global temperature temporarily overshoots 1.5°C, CDR would be required to reduce the atmospheric concentration of CO₂ to bring global temperature back down. To achieve this temperature reduction, the amount of CO₂ drawn out of the atmosphere would need to be greater than the amount entering the atmosphere, resulting in ‘net negative emissions’.”

Het Planbureau voor de Leefomgeving benadrukte dat het realiseren van negatieve emissies vrijwel onvermijdelijk is. Ook TNO beschreef hoe negatieve emissies kunnen bijdragen aan de gestelde doelstellingen. Het Nederlandse kabinet heeft al aangegeven dat negatieve emissies onderdeel vormen van het klimaatdoel van 55% in 2030, en ook het IBO Klimaat noemt het realiseren van negatieve emissies als maatregel.

Scope van het onderzoek

In Nederland zijn verschillende mogelijkheden om negatieve emissies te realiseren, zoals Direct Air Capture (DAC) en het gebruik van biomassa in combinatie met CCS en CCU. In het verlengde van de hierboven geciteerde IPCC definitie, hanteert de Taskforce Negatieve Emissie de volgende definitie:

“Negatieve emissies ontstaan wanneer er netto meer CO₂ uit de atmosfeer wordt verwijderd dan wordt toegevoegd. Deze vorm van Carbon Dioxide Removal (CDR) is te realiseren via langjarige verwijdering van biogene of atmosferische CO₂.”

In Nederland zien we initiatieven hiertoe bij o.a. Afvalverbrandingsinstallaties, de glastuinbouw, Groen Gas-projecten, biomassa-centrales en DAC-bedrijven. De kennis en ervaring, ook bij wetenschappers en kennisinstellingen is groeiende. Voor dit onderzoek is gesproken deskundigen, die inmiddels zicht hebben op de mogelijkheden en beperkingen van negatieve emissies als instrument om de CO₂-doelstellingen in Nederland te realiseren (zie bijlage 1 voor een overzicht van de respondenten).

Binnen het onderzoek is alleen gekeken naar technische vormen van negatieve emissies. Nature based solutions zijn buiten beschouwing gelaten vanwege de praktische toepasbaarheid: technische oplossingen zijn op dit moment direct implementeer- en meetbaar, terwijl nature-based solutions vaak meer complex en contextafhankelijk zijn. Door de focus op technische oplossingen kan het rapport zich richten op concrete maatregelen en implementatieaspecten, wat praktisch relevant kan zijn voor beleidsmakers, industrieën en andere belanghebbenden die op zoek zijn naar directe actiepunten.

Opzet van het onderzoek

Het onderzoek is gedaan in de vorm van een survey waarbij deskundigen een gestructureerde vragenlijst voorgelegd hebben gekregen (zie bijlage 2) . De vragenlijst omvat zowel algemene vragen over negatieve emissies als specifieke vragen over technieken die negatieve emissies kunnen helpen realiseren. De algemene vragen richten zich op het begrip van negatieve emissies, de relevantie ervan voor het behalen van klimaatdoelen en de mening over verschillende benaderingen en technieken, zoals Carbon Capture and Utilisation (CCU) en Carbon Capture and Replacement (CCR). Daarnaast zijn de respondenten gevraagd naar de rol van Nederland in negatieve emissies, de perceptie van Nederlandse technologieën op dit gebied en de aanbevelingen voor zowel de industrie als de overheid.

Het onderzoek doet geen poging om de inzichten van de wetenschap ten aanzien van negatieve emissies aan te vullen, de eigenschappen en mogelijkheden van het CO₂ molecuul te verdiepen of de best mogelijke technologie te identificeren. De via interviews verzamelde gegevens zijn gegroepeerd en geanalyseerd om inzichten, perspectieven en aanbevelingen te identificeren met betrekking tot negatieve emissies.

De survey is afgenomen door bureau Publyon.

Hoofdstuk 2

Negatieve emissies

De term ‘negatieve emissies’ valt steeds vaker als het gaat over het terugdringen van CO₂ in de atmosfeer. Iedereen die betrokken is bij de energietransitie kent de term inmiddels en heeft er een bepaald beeld bij. Een eenduidige definitie is er echter niet. Daarom hebben we de respondenten gevraagd welke definitie zij hanteren. Ook waren we benieuwd in hoeverre de respondenten negatieve emissies relevant achten voor het halen van de klimaatdoelen. De antwoorden staan in dit hoofdstuk.

Definitie negatieve emissies

Welke definitie hanteren de respondenten voor negatieve emissies? Grootste gemene deler in de omschrijvingen van negatieve emissies is dat het gaat om het onttrekken en vastleggen van CO₂ uit de atmosfeer. Daarna waaieren de definities wat uiteen: sommige respondenten noemen nadrukkelijk atmosferische CO₂, anderen noemen biogene CO₂ als bron van negatieve emissies (een aantal juist nadrukkelijk niet vanwege de twijfels aan de CO₂-balans bij de inzet van biomassa) en weer anderen betrekken de term negatieve emissies ook op het verwijderen van fossiele emissies.

De meerderheid van de respondenten maakt onderscheid tussen enerzijds natuurlijke negatieve emissies (bijvoorbeeld agroforestry en landbouwmethodes alsook de natuurlijke opslag in mariene ecosystemen of gesteente als olivijn) en anderzijds de door technische middelen onttrokken en vastgelegde CO₂ zoals BECCUS, DACCS etc. Een klein aantal respondenten stelt dat vooral het mondiale eindresultaat van alle inspanningen telt.

“Mondiaal gezien is er geen scenario waarin de klimaatdoelen worden gehaald zonder de inzet van negatieve emissies”

Alle respondenten zijn scherp op het begrip ‘permanent’. Dit betekent dat om ‘negatief’ te worden genoemd vastlegging van afgevangen of onttrokken CO₂ op lange termijn moet plaatsvinden, bij voorkeur gedurende 100 jaar of langer. Dat kan in de geosfeer, maar bijvoorbeeld ook in beton.

De toekomst of juist niet?

Negatieve emissies hebben volgens de respondenten een doorslaggevende rol bij de mondiale klimaatopgave. 60% van de respondenten ziet negatieve emissies als ‘belangrijk’ tot ‘heel belangrijk’ voor het behalen van de klimaatdoelen. In lijn met de IPCC-rapporten stellen zij dat als we onder de 1,5 graden Celsius opwarming willen blijven, het cruciaal is om in te zetten op negatieve emissies. Onder de ondervraagde wetenschappers bestaat hier vrijwel consensus over. Volgens het gros van de respondenten zijn er verschillende redenen om nú in te zetten op negatieve emissies op mondiaal niveau én specifiek in de Nederlandse context. Zo is op dit moment de technologie nog niet zover dat alle productieprocessen op tijd kunnen worden gedecarboniseerd, waardoor we een oplossing moeten vinden voor de restemissies. Daarnaast is het inzetten op

emissiereductie niet genoeg omdat het energiegebruik enorm toeneemt. Om de klimaatdoelstellingen te halen moeten we alles op alles zetten en geen technieken uitsluiten, zo zegt een flink aantal respondenten.



“We hebben de planetaire grenzen al overschreden qua CO₂, methaan en andere broeikasgassen, dus er moet wat gebeuren om die uit de lucht te halen.”

Er zijn ook respondenten die kanttekeningen plaatsen bij de inzet op negatieve emissies. Meest gehoord is de timing. De zorg leeft dat dit soort “spannende technologieën” in de weg gaan staan van de wijzigingen die het échte grote verschil gaan maken. De noodzakelijke verandering naar een fossielvrij energiesysteem kan volgens deze respondenten worden vertraagd door het simpelweg wegsluizen van overtollige CO₂. Het is volgens hen belangrijk om eerst een inspanning te leveren gericht op emissiereductie en het sluiten van de koolstofketen alvorens gestart wordt aan negatieve emissies.

Andere genoemde punten van zorg:

- De benodigde energie voor afvang en opslag (met name bij DAC) ten opzichte van de CO₂-verwijdering maakt het mogelijk een inefficiënte technologie;
- Het realiseren van negatieve emissies heeft mogelijk een stimulerende werking op de inzet van biomassa als bron voor biogene CO₂ (een aantal respondenten is nadrukkelijk tegen de inzet van biomassa voor energie);
- De ‘papieren werkelijkheid’ die mogelijk ontstaat als de industrie onderling middels certificaten geclaimde negatieve emissies gaat verhandelen.

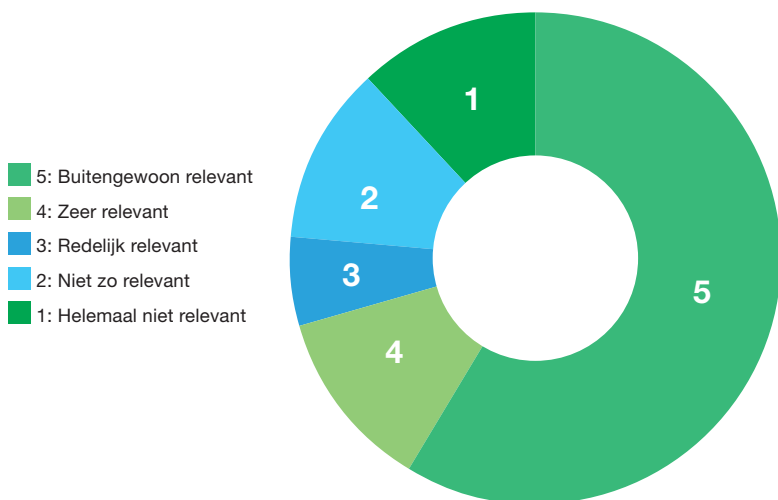
“Negatieve emissies realiseren ‘slechts de laatste 10% emissiereductie’. Maak het geen leidende techniek maar secundair aan korte termijn emissiereductie.”

Nu starten

Over een ding zijn alle respondenten het eens: we moeten te allen tijde volledig inzetten op het reduceren van emissies. Het doel is om in 2050 met elkaar een CO₂-neutrale samenleving te hebben opgebouwd. Dit vereist een totale omslag in ons systeemdenken over hoe we omgaan met volledige ketens voor voedselproductie, ruimtegebruik en de energie- en grondstof-fentransitie. Feit is dat we altijd restemissies blijven houden. Als we vanaf 2030 willen starten met het opruimen van deze restemissies, zo meent een meerderheid van de respondenten, dan moeten we nú doorpakken met de ontwikkeling voor de daarvoor benodigde technieken, infrastructuur en beleid. Hoe meer in de buurt van 2050, hoe dichter uitgesproken voorstanders en critici van negatieve emissies elkaar naderen. Iedereen is het erover eens dat er een moment komt waarop we negatieve emissies nodig hebben. De één wil echter dat we gisteren al waren begonnen en een ander ziet negatieve emissies vanaf 2035-2040 als een cruciaal puzzelstukje in de klimaatopgave.

Van de respondenten die zeggen dat we beter eerst kunnen inzetten op een verandering van ons energiesysteem en het verminderen van ons energieverbruik, benadrukt een aantal dat de noodzaak voor negatieve emissies juist nú groot is. Zij wijzen op het ‘Tipping Point’: het kantelpunt in de klimaatverandering waarbij de aarde dusdanig is opgewarmd dat het klimaatsysteem onherstelbaar is veranderd. Het is voor Nederland en de wereld niet raadzaam om te wachten met het stimuleren en toepassen van negatieve emissies totdat ons energiesysteem volledig is

Hoe relevant acht u negatieve emissies voor het halen van de klimaatdoelen?



verduurzaamd. Zoals een respondent zei: ‘Het perfecte moet het goede niet in de weg staan’.

De respondenten doen uiteenlopende aanbevelingen ten aanzien van negatieve emissies voor overheid en industrie. Een advies is om de handen ineen te slaan en gezamenlijk een ‘Routekaart Negatieve Emissies’ te maken waarin de meest kansrijke en verstandige wegen in kaart zijn gebracht. Een andere aanbeveling over het beter stimuleren van negatieve emissies is het beter incorporeren van negatieve emissies in het emissiehandels-systeem (ETS). Vaak voorkomend is het advies om een Carbon Takeback Obligation in te stellen. Meer kritische respondenten vragen de overheid primair in te zetten op emissiereductie door energiebesparing en duurzame energie. Een enkeling onder de respondenten is kritisch op NGO's die te fundamentalistisch naar de energietransitie kijken en daardoor technieken uitsluiten.

CCS – CCU – CCR?

Atmosferische of afgevangen biogene CO₂ of via Direct Air Capture, kan permanent worden opgeslagen onder de grond of middels nature based solutions zoals opname door bodem, oceanen en bossen. Dit zijn vormen van **CCS**: CO₂ Capture & Storage.

Atmosferische of afgevangen CO₂ kan ook worden toegepast in producten: van bubbels in frisdrank tot een component in brandstoffen, plastics, bodemverbeteraars en bouwmaterialen. Dit zijn vormen van **CCU**: CO₂ Capture & Utilisation.

Bij CCU doet zich in de meeste gevallen ook **CCR** voor: CO₂ Capture en Replacement. Dit gebeurt als de afgevangen CO₂ bij toepassing een primaire fossiele grondstof vervangt, zoals onder andere in synthetische kerosine en beton. CCR wordt ook wel aangeduid met de term ‘vermeden emissies’.

“Maak negatieve emissies onderdeel van het ETS systeem zodat bedrijven het gaan overwegen. Er moet een systeem worden gecreëerd door de overheid waar negatieve emissies onderdeel van zijn”

CCS – CCU – CCR?

De meeste respondenten zien in eerste instantie weinig tot geen verschil tussen deze termen in relatie tot negatieve emissies. Bij CCU komt echter al snel de periode van opslag ter sprake: opslag van CO₂ in planten, in brandstof of in producten die na korte tijd afval worden kunnen geen negatieve emissie leveren, omdat na enige tijd de CO₂ weer vrijkomt. Aan de andere kant: veel respondenten hebben meer sympathie voor CCU dan voor opslag van CO₂ onder de grond. Voor de meeste respondenten is het nieuw om in dit kader na te denken over CCR:

de vervanging van een fossiele grondstof door afgevangen of onttrokken CO₂. Sommigen geven aan dat je bij CCU en CCR goed moet letten op de definitie.

“Negatieve emissies kunnen worden bewerkstelligd via CCU, mits is gegarandeerd dat het niet wordt verbrand”

Negatieve emissies in Nederland

Het merendeel van de respondenten geeft aan dat Nederland een belangrijke rol kan spelen in het realiseren van negatieve emissies. Er zijn veel (toekomstige) lege gasvelden en dus is er potentie voor het opslaan van CO₂ in combinatie met een van de technieken. Daarnaast kan Nederland als grote uitstoter, zeker vanuit de geschiedenis gezien, een morele plicht vervullen. Enkele respondenten benadrukken dat Nederland een sterke wetenschappelijke- en industriebasis heeft. De technieken die hier ontwikkeld worden, kunnen ook weer geëxploiteerd worden.

‘Ik zie een grote rol voor Nederland bij negatieve emissies vanwege de CO₂-opslag in de lege gasvelden en het industrieel hergebruik.’

Nederland moet vooral op biogeen en CCS/CCU inzetten, aldus het merendeel van de respondenten. Waarbij CCU interessant is als de CO₂ voor een langere periode vanaf 100 jaar kan worden opgeslagen. Over permanente opslag zeggen de respondenten: hier liggen de meeste kansen, is het meest concreet en je kan hier grote volumes realiseren.

De respondenten geven aan dat CO₂-reductie een belangrijk, zo niet nog belangrijker, onderdeel is en niet vergeten mag worden. We moeten naar een CO₂-neutraal systeem en daar zijn negatieve emissies een onderdeel van, maar niet de enige techniek om daar te komen.

Hoofdstuk 3



Technieken

Er bestaan verschillende technologieën om negatieve emissies te realiseren. De respondenten noemen vooral technieken als Bio-Energie met CCS en/of CCU (BECCUS), het benutten van de biogene CO₂ uit de AVI's, DAC en CCS en/of CCU, Pyrolyse waarbij biogene CO₂ wordt vastgelegd in biochar en bouwen met hout, waarin CO₂ ligt opgeslagen. Met interesse kijkt men naar een proces van 'versnelde verwerking' (weathering), waarbij middels hechting aan olivijn of ander gesteente de CO₂ wordt gemineraliseerd.

Alle technieken kennen nu nog een aantal haken en ogen, zoals hoge kosten, benodigde energie, schaalbaarheid en mogelijke perverse prikkels. Tegelijkertijd zeggen veel respondenten dat we het ons niet kunnen permitteren om technieken uit te sluiten. Ieder land heeft waarschijnlijk een andere combinatie nodig. In dit hoofdstuk geven we inzicht in de meest kansrijke en relevante technieken die nu worden ontwikkeld in Nederland.



BECC(U)S bij energiecentrales. Bron: RWE

3.1 BECC(U)S bij energiecentrales

Wanneer voormalige kolencentrales volledig overschakelen op het creëren van energie uit biomassa, kunnen de vrijgekomen biogene koolstoffen worden afgevangen en verwijderd uit de atmosfeer. Met dit proces creëer je gelijktijdig energie in de vorm van warmte en elektriciteit, alsook negatieve emissies.

“Bouw geen nieuwe centrales, bouw bestaande centrales om!”

Een veelgenoemd voordeel van de inzet van biomassacentrales is de mogelijkheid om tekorten bij zon- en windenergie op te vangen; regelbaar vermogen. Nederland leent zich goed voor de inzet van deze technologie door het grote onshore en offshore

opslag potentieel, aldus de respondenten. De strategisch-voordelige ligging bij de Noordzee biedt mogelijkheden voor o.a. koelwater. Door groene koolstof af te vangen en op te slaan, kunnen restemissies in grote getalen worden verwijderd uit de atmosfeer. Biomassa residuen die vrijkomen uit de biobased economy zijn het meest geschikt voor CC(U)S, aldus de respondenten.

BECC(U)S als verwijderingstechniek kent ook een aantal risico's. Verschillende respondenten wijzen op de herkomst van de biomassaastroom. "Als biomassacentrales volledig op restmaterialen draaien, dan is het een win-win. Maar als bomen of mais gemaakt wordt voor energie, dan draait het verhaal om." Voornamelijk NGO's onderstrepen het belang van strenge regels om perverse prikkels rondom het creëren of importeren van biomassa tegen te gaan. Een 'scramble for biomass' mag niet gebeuren, dat is een belangrijk aandachtspunt.

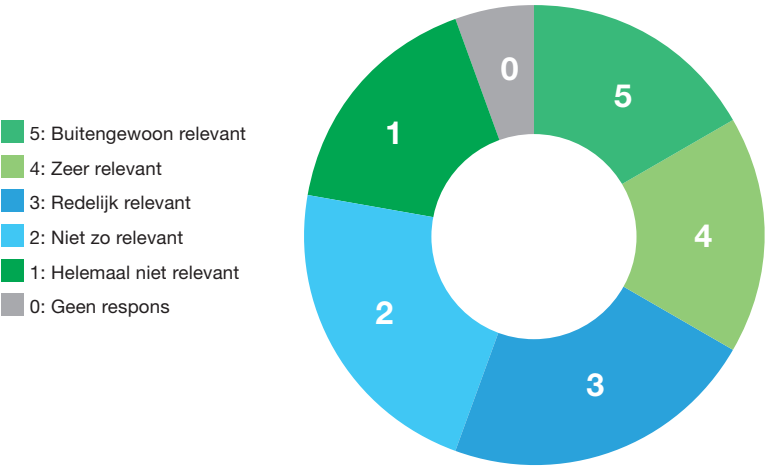
"Kolencentrales ombouwen naar raffinaderijen met afvang en opslag is een slimme strategie om zowel elektriciteit als warmte te produceren."

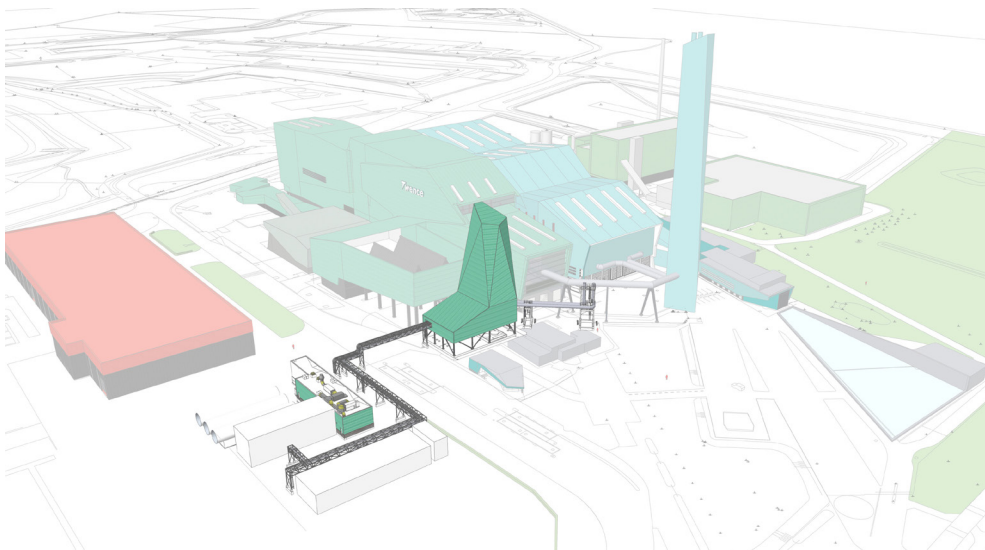
Om deze redenen ziet een groot aantal van de respondenten BECC(U)S als een 'transitie techniek'. Deze techniek wordt gezien als een noodzakelijk kwaad voor het behalen van de klimaatdoelen. Een aantal respondenten wijst erop dat we enkel de al bestaande centrales mogen gebruiken en onder geen beding nieuwe opbouwen. "Ruimte is een schaars goed in Nederland. Technieken om negatieve emissies te realiseren kunnen daarom het beste worden aangesloten op de huidige praktijk". Het ontmantelen van bestaande kolencentrales zonder een plan voor negatieve emissies zou volgens hen onwenselijk zijn. "Voorop staat dat we moeten letten op de leefomgeving en

de gezondheidsrisico's bij het ombouwen van kolencentrales en het gebruik van biomassacentrales”.

“Biomassa zou een belangrijke rol kunnen spelen voor het realiseren van regelbaar vermogen”

Hoe waardeert u de ombouw van kolencentrales naar biomassacentrales in het algemeen?





CO₂-afvanginstallatie. Bron: Twence

3.2 CC(U)S bij AVI's

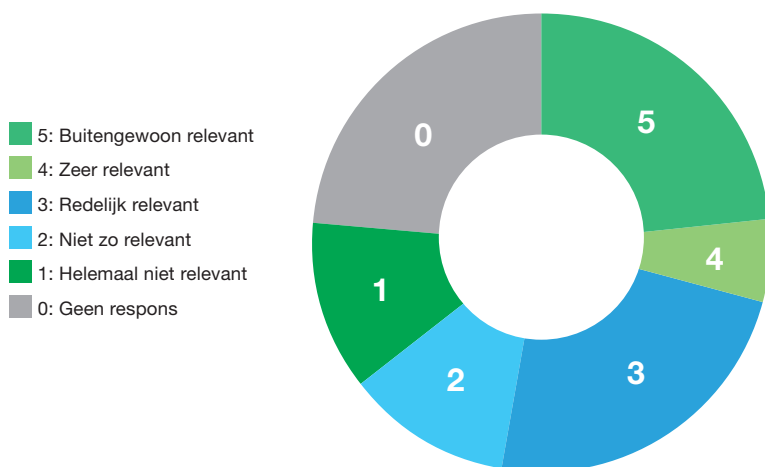
Thermische verwerking van huisvuil in Afvalverbrandingsinstallaties ofwel AVI's levert CO₂ van biogene (gft) en fossiele oorsprong (overig). Afvang en opslag van het biogene deel levert een negatieve emissie.

De respondenten kun je grofweg in twee groepen indelen. De eerste groep ziet het als een belangrijke oplossing, omdat er altijd een reststroom uit afval blijft bestaan. Via CCU en CCS kan de CO₂-uitstoot worden verminderd of zelfs tot negatieve emissies worden gerekend. Onder de respondenten is deze groep het grootst. Zij adviseren de industrie om heldere afspraken te maken met een doelstelling voor bijvoorbeeld 2030-2035 samen met de overheid. Belangrijk is dat het door beide partijen worden gedragen en het kan ook een financiële prikkel bevatten.

“Afval verbranden willen we niet meer, want we willen naar een circulaire economie. Echter blijven er altijd niet-recyclebare stromen, waar we iets mee moeten. Verbranding met CCS is in dat geval de beste optie”

De tweede groep ziet AVI's langzaam uitfasen of minder afval verbranden door meer nadruk op hergebruik van grondstoffen te leggen. Deze groep is ook sterk tegen een financiële prikkel zoals subsidie.

Hoe waardeert u de inzet van CC(U)S bij AVI's in relatie tot negatieve emissies?





3.3 CC(U)S in industrie

Ook in de industrie kan de combinatie van biomassa en CC(U)S leiden tot (deels) negatieve emissies. Denk aan grootschalige stoomketels waarbij CO₂ uit het rookgas wordt afgevangen en opgeslagen of hergebruikt. Of raffinaderijen waarbij biomassa een deel van de fossiele grondstof vervangt en waarbij de procesemissies worden afgevangen en opgeslagen of hergebruikt.

De industrie is procentueel gezien de grootste uitstoter van CO₂ met 47 MT. Dat is 33% van de totale uitstoot van alle sectoren in Nederland¹. Dit is dus een enorme cluster waar veel winst valt te behalen. Dat wordt onderstreept door de respondenten. Het merendeel zegt dat het inzetten van bijvoorbeeld CCU of CCS in combinatie met biomassa in de industrie onontkomelijk is.

Toch ontstaat veel discussie over de combinatie met biomassa. Veel respondent zijn bang dat dit een incentive geeft om meer biomassa te gebruiken wat een negatieve connotatie geeft. Ze begrijpen het verhaal voor negatieve emissies, maar zien dat vooral pas op lange termijn. Op korte termijn zal het nog teveel met CCS of CCU met fossiel zijn.

¹ <https://www.energieinnederland.nl/cijfers/2021/broeikasgassen>



“De grootste kans voor negatieve emissies voor Nederland ligt bij de inzet van biomassa met CC(U)S met de industrie.”

Deze discussie zet zich door wanneer wordt doorgevraagd welke specifieke biomassa dan het meest kansrijk wordt geacht in combinatie met CCS of CCU. Hier wordt namelijk geen eenduidig antwoord op gegeven. Voorstanders zien vooral biomassa residuen (die vrijkomen uit de biobased economy) worden gebruikt. De tegenstanders zien vooral andere energiebronnen gebruikt worden of meer inzet voor emissiereductie.



Gedecentraliseerde DAC. Bron: Skytree

3.4 Direct Air Capture (DAC)

Direct Air Capture is de techniek waarbij middels chemische of fysische processen CO₂ direct uit de omgevingslucht wordt onttrokken.

Het merendeel van de respondenten erkent het potentieel van DAC voor het realiseren van negatieve emissies. Critici stellen echter dat DAC op de korte termijn geen rol speelt en pas na 2050 relevant wordt. Het bezwaar tegen DAC vanuit deze groep respondenten is dat de techniek een grote hoeveelheid energie behoeft en dat duurzame energie op korte termijn voor andere zaken moet worden ingezet, zoals de verduurzaming van de industrie en de gebouwde omgeving. Volgens hen is Nederland geen geschikte plek om DAC te implementeren vanwege de hoge energieprijzen. Zij zien meer kansen op plekken waar duurzame energie in overvloed goedkoop voorhanden is.

“Duurzame energie blijft ook in de toekomst schaars. Daarom heb ik mijn twijfels of DAC breed zal worden ingezet in de toekomst”

De voorstanders van DAC zijn juist van mening dat Nederland wel op korte termijn op DAC moet inzetten. Zij stellen dat DAC cruciaal is in 2050 om CO₂-neutraal te zijn. Bovendien heeft Nederland een aantal universiteiten die voorlopen in de ontwikkeling van DAC installaties. Zoals bijvoorbeeld de TU Delft en TU Eindhoven. Een paar respondenten wijst erop dat Nederland nu al momenten heeft waarop een overvloed aan zonne- en windenergie wordt geproduceerd. Ook voor toepassingen in de glastuinbouw zijn er in Nederland tal van mogelijkheden voor DAC.

“We moeten in ieder geval geen technieken uitsluiten. DAC heeft met name in NL een mooie kans om hier te ontwikkelen (voor bijvoorbeeld tuinders).”

3.5 Aanbevelingen

In de survey is gevraagd naar aanbevelingen voor zowel de industrie als de overheid.

Aan de industrie

Gezien de zorg van een aantal respondenten over de mogelijke vertraging die de échte systeemverandering oploopt als negatieve emissies in de plaats komen van emissiereductie, wordt de industrie geadviseerd om een stap verder te gaan dan wat de overheid vraagt. Maak duidelijk dat negatieve emissies geen “vlucht in de techniek” is, maar een daadwerkelijke bijdrage levert

aan de klimaatdoelen. De industrie moet al dan niet met de overheid een integraal plan maken waarmee negatieve emissies onderdeel zijn van hoe de industrie de toekomst ziet.

Aan de overheid

Het kabinet zet in op een CO₂-neutraal elektriciteitssysteem in 2035. Aanbevelingen aan de overheid lopen uiteen. Enerzijds zeggen respondenten dat er incentives nodig zijn in de vorm van subsidies om de ontwikkeling van technologieën te stimuleren. Daarvoor is helderheid en zekerheid nodig: er is behoefte aan een routekaart voor negatieve emissies, gebaseerd op een visie. Anderzijds, aldus een deel van de respondenten, moet de overheid de kaders stellen waarbinnen met name emissiereductie wordt gestimuleerd en on top of negatieve emissies.

Veelgehoorde aanbevelingen zijn, zoals al eerder genoemd:

- Sluit geen opties uit om de klimaatdoelen te halen;
- Zelfs al wil de overheid pas in tweede instantie met negatieve emissiesaan de gang, dan moet je alsnog vandaag beginnen met de ontwikkeling.

*“Het toekomstbeeld van een voortdurende koolstof/
CO₂ kringloop is aantrekkelijk en inspirerend”*

Hoofdstuk 4



Conclusies & aanbevelingen

Dit rapport laat zien dat er consensus bestaat over het feit dat negatieve emissies het ontbrekende stukje vormen in de klimaatpuzzel. Zonder de mogelijkheid om CO₂ uit de atmosfeer te halen, zal het waarschijnlijk niet mogelijk zijn om de doelstelling van een maximale opwarming van 1,5 graden Celsius te behalen. Het implementeren van technologieën en strategieën om CO₂-uitstoot te verminderen zal dus niet voldoende zijn.

Wel bestaan er zorgen dat het gebruik van technische oplossingen voor negatieve emissies de overgang naar een economie zonder fossiele brandstoffen vertragen. Het is dus belangrijk om ervoor te zorgen dat negatieve emissietechnologieën niet als excuus worden gebruikt om de noodzakelijke systeemveranderingen uit te stellen. Dit betekent dat er scenario's moeten worden ontwikkeld waarbij emissiereductie en emissieverwijdering hand in hand gaan.

Er zijn verschillende opvattingen over de beste benadering en technieken voor het realiseren van negatieve emissies. Alle technieken kennen nu nog een aantal haken en ogen, zoals hoge kosten, benodigde energie, schaalbaarheid en mogelijke perverse prikkels. Tegelijkertijd zeggen veel respondenten dat we het ons niet kunnen permitteren om technieken uit te sluiten.

Dit leidt tot de volgende aanbevelingen:

Aan de overheid

- Stel een duidelijke Visie en Routekaart op en creëer beleidskaders die de ontwikkeling en implementatie van negatieve emissiemethoden bevorderen. Dit omvat het integreren van negatieve emissies in het bredere klimaatbeleid, zodat ze een integraal onderdeel worden van de strategieën om de klimaatdoelstellingen te behalen.

- Ontwikkel stimuleringsmaatregelen zoals een Carbon Take-back Obligation.
- Creëer een marktsysteem waarin negatieve emissies worden meegenomen, zoals het ETS-systeem, zodat bedrijven worden gestimuleerd om negatieve emissiemethoden serieus te overwegen en toe te passen.
- Ontwikkel een eenduidige definitie van negatieve emissies. Het is belangrijk om een gemeenschappelijk begrip te hebben van wat negatieve emissies inhouden en welke technologieën en benaderingen onder deze noemer vallen. Zo wordt nu nog onvoldoende aandacht besteed aan de potentie van Carbon Capture and Utilisation (CCU) en Carbon Dioxide Removal (CDR).

Aan bedrijven

- Lever meer dan alleen een symbolische bijdrage aan het klimaat. Het voorkomen van een situatie waarin negatieve emissies alleen op papier bestaan is cruciaal belang. Bedrijven moeten zich dus richten op het ontwikkelen van echte en effectieve klimaatbijdragen die een goede balans hebben tussen energieverbruik en CO₂-uitstoot.
- Vermijd perverse prikkels en mogelijke negatieve milieueffecten te vermijden.

Het behalen van negatieve emissies is geen gemakkelijke taak en vereist integrale plannen, samenwerking tussen de overheid en industrie, en een langetermijnvisie. Het is ook belangrijk om de mondiale context niet uit het oog te verliezen en ervoor te zorgen dat andere landen zich ook inzetten voor het verminderen van broeikasgassen.

Colofon

Over de Taskforce voor Negatieve Emissies

De Taskforce voor Negatieve Emissies (TNE) is een initiatief van de Nederlandse Vereniging Duurzame Energie (NVDE) en de CCU-Alliantie. Binnen de Taskforce werken bedrijven en wetenschappelijke instellingen samen aan het afvangen en vastleggen van CO₂ in producten en processen, wat leidt tot het vermijden van en negatieve emissies. Dit draagt bij aan de vermindering van CO₂ in de atmosfeer, of in het geval van directe luchtafvang (DAC) of CO₂ afkomstig van biogene bronnen, tot netto negatieve emissies. De energietransitie gaat hierbij hand in hand met de circulaire economie, waarbij CO₂ als grondstof fungeert ter vervanging van fossiele grondstoffen. Het doel van de Taskforce is om negatieve emissies hoger op de agenda te krijgen, kennis en ervaring uit te wisselen en beleidsmaatregelen te versnellen.

Copyright: Deze publicatie is een initiatief van de Taskforce voor Negatieve Emissies. Alle rechten voorbehouden

Interviews: Publyon

Analyse en samenstelling: Aaron Otte, Amber Leguit, Eva Berkman, Jelle Dijkstra, Kirsten Verdel, Marieke van der Werf, Stijn van Suntenmaartensdijk

Vormgeving: def. grafische vormgeving

Juni 2023

Taskforce voor Negatieve Emissies
Contact n.a.v. het onderzoek is mogelijk
via m.vander.werf@publyon.com

Bijlagen

Bijlage 1: Respondenten

Arendo Schreurs	Element NL
Brigitte Jacobs	TNO
Edward Pfeiffer	Royal HaskoningDHV
Erik Verbrugge	VNCI
Heleen de Coninck	Technische Universiteit Eindhoven en Radboud Universiteit Nijmegen
Jan Paul van Soest	De Gemeeynt, Energie Dialoog Nederland
Jos CozijnsenClimate	Neutral Group
Jos Keurentjes	Universiteit Twente, Bioeconomy Platform
Klaas van Egmond	Universiteit Utrecht
Margriet Kuijper	MKC Tynaarlo
Martien Visser	Hanzehogeschool Groningen
Martin Junginger	Universiteit Utrecht
Sanne van Keulen	Natuur & Milieu
Quirin Smeele	Natuurmonumenten
Thijs ten Brinck	We-Boost
Tjeerd Jongsma	ISPT
Willem Wiskerke	Greenpeace
Wouter Peters	Universiteit Wageningen en Rijksuniversiteit Groningen

Bijlage 2:

Vragenlijst survey over negatieve emissies

Negatieve emissies in het algemeen

1. Bent u bekend met het begrip negatieve emissies?
Hoe zou u omschrijven wat het zijn?
2. Op een schaal van 1 tot 5: hoe relevant acht u negatieve emissies voor het halen van de klimaatdoelen (waarbij 1 staat voor totaal niet relevant en 5 voor heel relevant) en waarom?
3. Wat is volgens u de beste manier om negatieve emissies te realiseren? Kunt een paar technieken noemen?
4. Denkt u dat Carbon Capture and Utilisation (CCU), dus de toepassing van CO₂ als grondstof een rol kan spelen bij het realiseren van negatieve emissies? Zo ja, hoe?
Zo nee, waarom niet?
5. Denkt u dat Carbon Capture and Reuse (CCR), het vervangen van fossiele grondstof door CO₂ een rol kan spelen bij het realiseren van negatieve emissies?
Zo ja, hoe? Zo nee, waarom niet?
6. Ziet u een rol voor Nederland als het gaat om negatieve emissies? Zo ja, waarom? En op welke termijn?
Zo nee, waarom niet?
7. Hoe kijkt u aan tegen de Nederlandse technologie op dit punt? Kunt u een aantal bedrijven noemen die hier mee bezig zijn?

8. Waar moeten we in Nederland volgens u vooral op inzetten?
- a. Afvang:
 - Atmosferisch via Direct Air Capture (DAC), dus CO₂ rechtstreeks uit de lucht filteren door het in contact te brengen met een chemische stof waar het zich aan bindt
 - Biogeen, dus CO₂ afvangen die afkomstig is uit groene ipv fossiele bronnen
 - b. Verwijdering en opslag:
 - Carbon Capture and Storage (CCS)
 - CCU tijdelijk gekoppeld aan vermeden/vervangen emissies
 - CCU permanente verwijdering. Indien u hier positief over bent; wat is uw definitie van permanent?
 - c. Anders, namelijk...
9. Wat zijn met betrekking tot negatieve emissies uw aanbevelingen voor
- industrie
 - overheid

Biomassacentrales

1. Op een schaal van 1 tot 5
- Hoe waardeert u de ombouw van kolencentrales naar biomassacentrales in het algemeen?
+ Toelichting antwoord
 - Hoe waardeert u biomassacentrales in relatie tot flexibel vermogen?
+ Toelichting antwoord
 - Hoe waardeert u biomassacentrales in relatie tot negatieve emissies?
+ Toelichting antwoord
 - Hoe waardeert u biomassacentrales in relaties tot CCU?
2. Welke aanbevelingen heeft u op dit punt voor
- industrie?
 - overheid?

Inzet van CC(U)S bij AVI's

1. Op een schaal van 1 tot 5
 - Hoe waardeert u de inzet van CC(U)S bij AVI's in het algemeen?
+ Toelichting antwoord
 - Hoe waardeert u de inzet van CC(U)S bij AVI's in relatie tot negatieve emissies?
+ Toelichting antwoord
2. Welke aanbevelingen heeft u op dit punt voor
 - industrie?
 - overheid?

Inzet bij CC(U)S in combinatie met biomassa in de industrie (bv. bij raffinaderijen en bij warmteproductie)

1. Op een schaal van 1 tot 5
 - Hoe waardeert u de inzet van CC(U)S in combinatie met biomassa in de industrie in het algemeen?
+ Toelichting antwoord
 - Hoe waardeert u de inzet van CC(U)S in combinatie met biomassa in de industrie in relatie tot negatieve emissies?
+ Toelichting antwoord
 - Welke specifieke soorten biomassa inzet in de industrie acht u het meest kansrijk om te combineren met CC(U)S?
+ Toelichting antwoord
2. Welke aanbevelingen heeft u op dit punt voor
 - industrie?
 - overheid?

DAC

Het algemene beeld is dat Direct Air Capture (DAC) vooral kans maakt op plaatsen waar schone energie overvloedig tegen lage kosten aanwezig is. Dat maakt dat Nederland mogelijk niet de meest geschikte plek is, althans niet op korte termijn,

1. In hoeverre herkent u dat beeld?
2. In hoeverre ziet u in Nederland kansen voor specifieke niches waarin DAC een rol kan spelen, zoals in de glastuinbouw?

Wat wilt u verder nog kwijt over dit onderwerp?