

Snelle opschaling CO₂-afvang noodzakelijk om Nederlandse klimaatdoelen 2030 te halen

Highlights van dit position paper

- De energietransitie doet al pijn en gaat nog meer pijn doen. We zien dat al veelvuldig bij wind op land, bij aardgasloos verbouwen en bij verduurzaming van de (grootschalige) industrie.
- We lopen achter op het pad naar onze doelen voor 2030. Bij het huidige tempo en de huidige plannen is het onwaarschijnlijk dat we voldoende kunnen versnellen om die doelen wel te halen.
- Hoewel er veelbelovende technologieën aan komen, is daarop wachten geen goed idee. We moeten nu aanpakken met de middelen die we nu hebben.
- Kerncentrales bouwen kost tijd. Er draait zeker geen nieuwe vóór 2030 en misschien een paar in 2040. En ook al wil de VVD graag, het is niet zeker dat er voldoende politieke wil is bij de andere partijen en in Europa.
- In het huidige plan voor de energietransitie van Nederland heeft CO₂-opslag (het afvangen en ondergronds opslaan van broeikasgassen) een hele beperkte rol van minder dan 5%. (CO₂-opslag wordt ook vaak CCS = Carbon Capture and Storage genoemd).
- De technologie voor CO₂-afvang is nu beschikbaar en is relatief goedkoop. De doorlooptijd om een CCS-installatie die echt bijdraagt, operationeel te hebben is ca. 2 - 5 jaar.
- Door nu grootschalig te investeren in CO₂-afvang kunnen we:
 1. onze 2030-doelen wel halen;
 2. een reëel transitiepad maken om onze industrie te vergroenen;
 3. iets meer tijd creëren voor de benodigde innovatie en opschaling van complexe verduurzamingsmaatregelen in vooral de gebouwde omgeving en de mobiliteit.
- We beginnen niet vanaf nul. Er staat al een eerste fase CO₂-afvang installatie in de Rotterdamse haven. De CO₂ wordt gebruikt als grondstof in de glastuinbouw. Deze toepassing wordt CCU (= Carbon Capture and Usage) genoemd.
- Door de grootste 15 grote fabrieken (“processen en fornuizen”) en elektriciteitscentrales met CO₂-afvang uit te rusten kunnen we jaarlijks ca.70 Mton CO₂ afvangen en opslaan.
 - Dat is ca. 80% van de Nederlandse CO₂-reductiedoelstelling voor 2030 en meer dan het dubbele van de CO₂-uitstoot van alle 8 miljoen Nederlandse huishoudens en automobilisten samen, voor verwarming & koken, automobilititeit en elektriciteitsverbruik;
 - is equivalent aan de CO₂-uitstoot reductie van
 - 5 x alle in 2030 geplande windmolens op zee
 - of 2.500 km² zonnevelden (@ 1GWh/ha)
 - of 23 kerncentrales (Borsele)
- Financiering vanuit de overheid die nodig is om CO₂-afvang van de grond te krijgen, is tijdelijk omdat de Europese ETS-prijs voor CO₂ stijgt. Die prijs ging op 30 augustus 2021 voor het eerst door de € 60 per ton CO₂. De huidige prijs van CO₂-afvang ligt tussen € 40 - 80 per ton CO₂. Het is dus aannemelijk dat CO₂-afvang een normale markt kan worden, zonder overheidssteun.
- De overheid moet een leidende rol nemen om de voor CO₂-opslag benodigde infrastructuur aan te leggen zodat individuele bedrijven daarop kunnen aankoppelen.
- De Europese Unie moet de taxonomie regels zo aanpassen dat er geen belemmeringen zijn voor gebruik van CO₂-opslag. Hierbij moeten het ook negatieve CO₂-emissies via bio-CCS en gebruik van zogenaamde blauwe waterstof (waterstof gemaakt uit aardgas met toepassing van CCS) worden gestimuleerd.
- CO₂-opslag maakt gebruik van unieke Nederlandse voordelen. Het kan de verdienkracht van Nederland bevorderen en als banenmotor functioneren. Nederland kan hier ook een belangrijke rol spelen voor de industrie in omliggende landen.

0. Samenvatting

De klimaatcrisis wordt steeds heftiger en urgenter. De EU-doelen voor 2030 worden verhoogd naar 55% CO₂-reductie t.o.v. 1990. Hoog tijd om stil te staan bij de CO₂-emissie doelendie Nederland zich heeft gesteld en welke additionele maatregelen nodig zijn om die doelen te halen.

Nederland steunt de EU-doelstelling om als EU in 2030 55% minder CO₂ uit te stoten dan in 1990. Toen was onze uitstoot in Nederland 223 Mton; nu is die 193 Mton. We moeten naar 100 Mton in 2030¹. Hierbij moet worden opgemerkt dat Nederland de verplichting uit het Urgenda vonnis, "25% reductie naar 166 Mton in 2020", niet structureel heeft gehaald. In de meest recente KEV (Klimaat- en Energieverkenning) van PBL uit 2020 staat dat in 2030 slechts 34% reductie in zicht is.² Extra inzet en maatregelen zijn dus nodig.

Miljoenen huizenbezitters, huurders en automobilisten sneller verleiden? Of samenwerken met een beperkt aantal grote uitstoters in de industrie en de elektriciteitssector?

Het doel voor 2030 is niet in zicht. Hoewel in Nederland het draagvlak voor maatregelen om de CO₂-emissies terug te dringen groeit, blijft het aanpakken van de sectoren mobiliteit en gebouwde omgeving (verwarming van huizen en gebouwen) een enorme uitdaging. Miljoenen automobilisten, huizenbezitters en huurders moeten worden meegenomen in het proces. En ze moeten worden verleid of gedwongen om de benodigde stappen te zetten. Bovendien zijn de kosten voor deze transitie hoog.

Bij grootschalige toepassing van CO₂-afvang en opslag kan met een klein aantal belanghebbenden in de industrie en de elektriciteitsproductie een enorme voortgang worden bereikt bij reductie van CO₂-emissies: grote én relatief kosteneffectieve stappen.

De VVD is ervan overtuigd dat een veel steviger inzet op CO₂-opslag (relatief snel op te schalen en relatief kosteneffectief) de doelen voor 2030 wel in beeld brengt, meer tijd biedt voor doorontwikkeling van andere technologieën en zo kan bijdragen aan meer draagvlak voor de energietransitie.

Want de sectoren Industrie en Elektriciteit zijn de sectoren die de grootste CO₂-uitstoot realiseren; samen zijn deze sectoren nu verantwoordelijk voor 54% (102 Mton) van de CO₂-emissies in Nederland. In deze sectoren is de uitstoot geconcentreerd bij een gering aantal grote fabrieken en elektriciteitscentrales. Deze CO₂-uitstoot kan met de technologie van CO₂-afvang en opslag doeltreffend en kosteneffectief worden aangepakt. Deze technologie wordt in Nederland sinds 2005 op kleinere schaal toegepast. Met de beprijzing van CO₂ in Europees verband is deze technologie nu ook economisch aantrekkelijk aan het worden voor toepassing op grote schaal. Bovendien wordt in Nederland ook CO₂-afvang en hergebruik in de glastuinbouw toegepast; deze toepassing kan nog verder worden uitgebreid.

Voor de grootschalige toepassing van CO₂-afvang en opslag is het nodig dat de overheid zorgt voor de aanleg van een CO₂-transport- en opslaginfrastructuur tussen de 5 grote industrieclusters in Nederland en lege gasvelden onder de Noordzee. In Noorwegen wordt een dergelijke infrastructuur, met ondersteuning van de overheid, nu gerealiseerd. In deze gasvelden kan CO₂ – tegen lage kosten – veilig en voor altijd worden opgeslagen. In het Nederlandse deel van de Noordzee is genoeg opslag capaciteit voor grootschalige toepassing gedurende tenminste 30 jaar. In de gehele Noordzee is genoeg capaciteit voor opslag voor minimaal 100 jaar.

Door de CO₂-transport en opslaginfrastructuur nu te realiseren worden individuele bedrijven ook gestimuleerd om CO₂-afvang projecten te starten en de afgevangen CO₂ via deze infra-

¹ Er is hiervoor gerekend met ook 55% reductie voor Nederland. Mogelijk dat de uiteindelijke doelstelling hier enkele procenten van afwijkt.

² <https://www.pbl.nl/nieuws/2020/klimaat-en-energieverkenning-2020-behalen-urgenda-reductiedoel-2020-onzeker-kabinetsdoel-2030-nog-niet-in-zicht>

structuur te vervoeren en veilig op te slaan. De afgevangen CO₂ kan, waar mogelijk, natuurlijk eerst nuttig gebruikt worden zoals bij voorbeeld nu gebeurt in de glastuinbouw in Zuid-Holland.

Het Porthos-project in Rotterdam, dat de overheid ondersteunt, is onder andere bedoeld om een CO₂-transport- en opslaginfrastructuur in de Rotterdamse haven te realiseren. Uitbreiding naar andere industriële clusters in Moerdijk, Zeeland en Limburg ligt in een volgende fase voor de hand. Echter, op dit moment is het Nederlandse beleid erop gericht om CO₂-afvang en opslag technologie slechts in beperkte mate (tot 7.2 Mton/jaar) te ondersteunen. Hierdoor zal de volle potentie van deze technologie niet worden bereikt en laat Nederland de belangrijkste kans lopen om via bewezen technologie en tegen lage kosten zijn CO₂-uitstoot op tijd, voor de zelf gestelde doelstellingen, te halen. Het is nagenoeg onmogelijk om andere technologieën – zoals zon, wind, groene waterstof, etc. – even snel en even kosteneffectief op te schalen als CO₂-afvang. Het past bij de VVD om snelheid en kosteneffectiviteit van maatregelen zwaar te laten meewegen.

Gezien de urgentie van de klimaatproblematiek is het daarom nu zaak door te pakken. De overheid moet bestaande belemmeringen opzij zetten en inzetten op het realiseren van een CO₂-transport- en opslaginfrastructuur voor alle grote industriële centra in Nederland. Deze infrastructuur kan daarna in Europees verband verder worden uitgebreid om ook Duitse en Belgische industriële centra aan te sluiten.

De toepassing van CO₂-afvang en -opslag is ook bij uitstek geschikt om kolencentrales koolstof-neutraal te maken. Als er biomassa wordt bijgestookt, dan kan er zelfs effectief CO₂ uit de atmosfeer gehaald worden (negatieve emissies). Technologieën voor negatieve emissies zullen de komende decennia nodig blijven om de doelstellingen van het Klimaatakkoord van Parijs te halen. De verplichte sluiting van kolencentrales in 2030 zou bij toepassing van CO₂-afvang en opslag heroverwogen kunnen worden en geeft een extra kans om de leveringsbetrouwbaarheid van de elektriciteitsproductie in Nederland te handhaven.

Kortom:

- CO₂-afvang en opslag of hergebruik zijn bewezen technologieën die in Nederland al op beperkte schaal worden toegepast.
- Het PBL heeft in 2018 laten zien dat CO₂-afvang en opslag tot de meest kosteneffectieve mogelijkheden behoort om CO₂-emissies te reduceren³.
- Alleen door middel van grootschalige inzet van CO₂-afvang en opslag zal Nederland zijn CO₂-emissie doelstellingen voor 2030 kunnen halen; dit wordt door de huidige ETS-prijs van (rond € 60/ton CO₂) ondersteund.
- Bedrijven zijn eerder bereid om CO₂-emissies af te vangen als de overheid het creëren van een CO₂-transport- en opslaginfrastructuur tot eerste prioriteit verheft zodat individuele bedrijven 'simpel' kunnen aankoppelen.
- Een leidende rol van de overheid om een CO₂-transport- en opslaginfrastructuur te creëren is nodig en consistent met de doelstellingen in het Klimaatplan 2021 – 2030.
- CO₂-afvang en opslag is veruit de goedkoopste en praktisch best uitvoerbare technologie om de CO₂-emissie doelstellingen voor 2030 en daarna te bereiken.
- Ook na 2030 blijft gebruik van CO₂-afvang en opslag een noodzakelijke voorwaarde om de doelstellingen voor 2050 te kunnen realiseren onder meer door het creëren van negatieve CO₂-emissies.
- De opslagcapaciteit in het Nederlandse deel van de Noordzee is ca. 1.700 Mton CO₂. In de hele Noordzee is een opslagcapaciteit in oude gas- en olievelden van ca. 60.000 Mton CO₂.

³ "Kosten energie- en klimaattransitie in 2030 – update 2018" dd 28 maart 2018

1. Inleiding

In juli 2021 is het nieuwe IPCC-rapport gepubliceerd en het is duidelijk dat de urgentie om de wereldwijde opwarming van de aarde en de verandering van het klimaat te beperken alleen maar is toegenomen. De Carbon Clock van het Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change laat zien hoeveel CO₂ er wereldwijd nog kan worden uitgestoten voordat een temperatuurstijging van 1.5°C of 2°C onvermijdelijk is: deze grenzen worden in 2030 respectievelijk 2045 al overschreden

In Nederland zijn de klimaatdoelstellingen vastgelegd in de Klimaatwet, het Klimaatplan 2021-2030, en het Klimaatakkoord van 2019. Deze doelstellingen zijn gericht op reductie van CO₂-emissies en het koolstof-neutraal maken van de elektriciteitsproductie.

De belangrijkste beïnvloedbare variabele om klimaatverandering tegen te gaan is CO₂-emissie. De Europese commissie is recent gekomen met een pakket aan voorstellen “Fit for 55” om CO₂-emissies verder te reduceren tot een niveau dat in 2030 55% lager ligt dan in 1990.

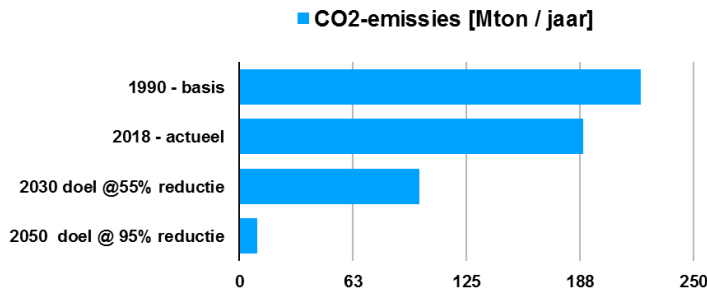
Nederland heeft al ingestemd met deze verhoogde EU-ambitie. Daarom is het nodig om nu vol in te zetten op de meest doelmatige en kosteneffectieve methoden om CO₂-emissies sterk terug te dringen. De sleutel om de doelstelling te halen zijn de sectoren Industrie en Elektriciteit die absoluut gezien de grootste emissies realiseren. Bovendien vinden in deze twee sectoren de emissies in een gering aantal puntbronnen van hoge CO₂-concentratie plaats.

In deze notitie staat een overzicht van de voornaamste CO₂-emissie bronnen. Ook wordt een kort ingegaan op de mogelijkheden om CO₂-emissies terug te dringen. De conclusie is dat, om in de periode tot 2030 de CO₂-emissies drastisch en kosteneffectief terug te brengen en de reductiedoelen wel binnen bereik te brengen, grootschalige inzet van het afvangen en opslaan van CO₂ nodig zal zijn. Dit genereert bovendien tijd en ruimte om andere opties voor reductie van CO₂-emissies verder te ontwikkelen.

2. Nederland

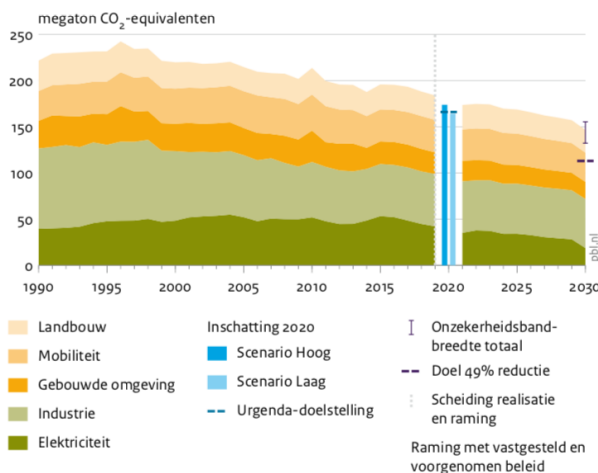
2.0 Overzicht doelstellingen

De Nederlandse doelstelling is om de CO₂-emissies te reduceren van 223 Mton in 1990 tot 100 Mton in 2030. De huidige uitstoot is ca.193 Mton, zodat de doelstelling van het Urgenda vonnis, 25% reductie tot 166 Mton in 2020, niet is gehaald en er nog een lange weg (90 Mton) te gaan is. De periode tot 2030 is, gezien de doorlooptijd van grote infra-structurele projecten en de daarvoor benodigde vergunningen, zeer kort.



De Nederlandse inzet in Europa is krachtens het Klimaatplan ook “... het gezamenlijk ontwikkelen van CO₂-opvang en opslag op zee”. Toch wordt in het Nederlandse overheidsbeleid de inzet van CO₂-opslag beperkt tot maximaal 7,2 Mton CO₂ per jaar; dit “om te voorkomen dat CCS ten koste

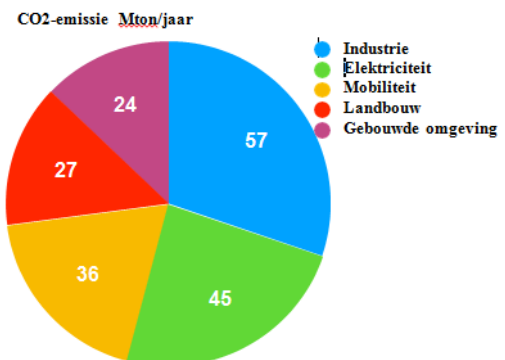
zal gaan van technieken die voor de lange termijn transitie nodig zijn”. Gezien de urgente opgave waarvoor Nederland zich nu geplaatst ziet dient deze beperking te worden opgeheven en moet Nederland, waar kosteneffectief, maximaal inzetten op CO₂-afvang en opslag.



Ook het PBL in zijn Klimaat- en Energieverkenning 2020 laat zien dat Nederland zijn doelstellingen voor 2030 waarschijnlijk niet gaat halen.

2.1 Uitstoot per sector (basis 2018)

De twee sectoren met de grootste CO₂-emissies zijn Industrie en Elektriciteit. Samen stoten ze 102 Mton uit, meer dan de helft van de totale Nederlandse uitstoot. In deze sectoren zijn de emissies bovendien sterk geconcentreerd bij een klein aantal fabrieken en centrales. Dit maakt deze sectoren bij uitstek geschikt voor de toepassing van CO₂-afvang en opslag en onderwerp van deze notitie.



De Nederlandse top-15 op het gebied van CO₂-emissies telt 8 industriële producenten en 7 elektriciteitscentrales. Deze producenten zijn bovendien geconcentreerd in een aantal regio's: Rotterdam, Terneuzen, Limburg, Amsterdam en Eemshaven.

2.2 Industrie sector

Van de totale CO₂-uitstoot in de industrie wordt ongeveer de helft geproduceerd door slechts 8 bedrijven (bijlage 1). Binnen deze industrieën wordt de CO₂ uitgestoten door een beperkt aantal processen en/of fornuizen. Dit betekent dat er bij iedere fabriek een beperkt aantal puntbronnen met hoge CO₂-concentratie is, waar de CO₂ relatief eenvoudig afgevangen kan worden.

Op dit moment wordt, o.a. bij Shell Pernis, een deel van de CO₂-emissie afgevangen en via de OCAP-pijpleiding naar tuinbouwgebieden in Zuid-Holland gebracht om daar de groei van gewassen te stimuleren. Deze toepassing kan verder worden uitgebreid.

NB: Nederland kent een grote industriële bedrijvigheid en heeft olie-raffinaderijen, hoogovens, chemische-, kunstmest- en cementindustrie. Ongeveer de helft van de Nederlandse CO₂-emissies is voor industriële producten die worden geëxporteerd. Toch is het geen oplossing om deze industriële activiteiten in Nederland te sluiten. Het beëindigen van deze industriële activiteiten in Nederland zou betekenen dat we de verduurzaming ervan overlaten aan andere landen, waar deze industrieën zich naartoe zouden verplaatsen. In plaats daarvan kunnen we de industrie beter behouden om te garanderen dat deze veelgevraagde industriële producten duurzaam geproduceerd worden.

2.3 Elektriciteitssector

Nederland kent een beperkt aantal grote gas- en kolen/biomassa-centrales (bijlage 2). De kolencentrales in Nederland behoren tot de modernste en meest efficiënte in Europa maar stoten vergeleken met gascentrales, de grootste hoeveelheden CO₂ uit.

Nederland stuurt aan op elektrificatie van zo veel mogelijk sectoren. Hierdoor zal de vraag naar elektriciteit de komende jaren verdubbelen of zelfs verdrievoudigen. De leveringsbetrouwbaarheid van elektriciteit blijft zeer belangrijk voor het slagen van de energietransitie. Elektriciteit kan niet op schaal worden opgeslagen en moet op het moment van opwekken direct worden verbruikt. Daarom zullen kolencentrales ook in de periode na 2030 nodig blijven. De verplichte sluiting per 2030 is niet alleen een vorm van kapitaalvernietiging, maar ook onverstandig omdat CO₂-afvang en opslag hier goed mogelijk is.

Door de toename van zonne- en windenergie is er op zonnige en winderige dagen een overschot aan elektriciteit, terwijl op windstille winterdagen nauwelijks hernieuwbare elektriciteit wordt opgewekt. Er is voorlopig nog geen zicht op praktische en betaalbare oplossingen voor elektriciteitsopslag. Bovendien is er een limiet aan de hoeveelheid zonne- en windenergie die het huidige Nederlandse elektriciteitsnetwerk kan transporteren; op diverse plaatsen zijn de grenzen bereikt.

Door de bestaande Nederlandse kolencentrales te voorzien van CO₂-afvang en opslag kan de CO₂-emissie door de elektriciteitsopwekking in Nederland op korte termijn, in ieder geval voor 2030, sterk worden teruggebracht. Bovendien kunnen deze centrales, wanneer ze zijn voorzien van CO₂-afvang en op biomassa worden gestookt, effectief CO₂ uit de atmosfeer halen en zo een negatieve CO₂-emissie bereiken. Ook de aardgas gestookte centrales kunnen eenvoudig worden voorzien van CO₂-afvang zodat we sneller de doelstelling van het koolstof-neutraal maken van de elektriciteitsproductie kunnen bereiken.

CO₂-opslag kan ook een belangrijke bijdrage leveren aan het stimuleren van de overgang van fossiele brandstoffen naar waterstof als brandstof. Door op korte termijn de industriële waterstofproductie 'schoon' te maken door CO₂-afvang en opslag, de z.g. "blauwe" waterstof, kan een eerste stap worden gezet. In de Rotterdamse haven zijn ook al initiatieven in ontwikkeling om raffinaderijgas en aardgas, die worden gebruikt om de fornuizen te stoken, CO₂-vrij te maken middels "blauwe" wa-

terstof. De komende 10 - 20 jaar zal “groene” waterstof slechts beperkt geproduceerd kunnen worden. De reden is dat de hiervoor benodigde elektriciteit (met zon en wind opgewekt) voorlopig nog niet in voldoende mate beschikbaar is. Door nu in te zetten op “blauwe” waterstof kan de energietransitie in de industrie eerste stappen zetten.

Wanneer “blauwe” waterstof in voldoende mate beschikbaar is kan het ook wordt ingezet om de CO₂-uitstoot in de Gebouwde Omgeving versneld terug te dringen. Het PBL-rapport “Waterstof voor de Gebouwde Omgeving; operationalisering in de startanalyse 2020” geeft hiervoor een handreiking.

Conclusie:

- De sectoren Industrie en Elektriciteit produceren samen meer dan de helft van de Nederlandse CO₂-uitstoot
- Grote industriële producenten van CO₂-emissies kunnen door toepassing van CO₂-afvang een grote bijdrage leveren om de Nederlandse CO₂-emissiedoelstellingen te bereiken
- Door de elektrificatie van Nederland zal de behoefte aan een betrouwbare elektriciteitsvoorziening alleen maar toenemen
- Nederland zal, om de elektriciteitsproductie betrouwbaar te houden, de komende decennia nog behoefte hebben aan vrij regelbare capaciteit; dwz met fossiele brandstof gestookte elektriciteitscentrales, kerncentrales, biomassa-centrales, biogas-centrales en op termijn mogelijk ook centrales met nieuwe technologieën zoals metal fuels
- Fossiele elektriciteitscentrales kunnen ook worden voorzien van CO₂-afvang om ze koolstof-neutraal te maken
- Conventionele elektriciteitscentrales die met biomassa worden gestookt en zijn voorzien van CO₂-afvang en opslag leveren door negatieve emissies een extra bijdrage aan de Nederlandse CO₂-emissie doelstellingen
- Door gebruik te maken van CO₂-opslag kan ook de transitie van fossiele brandstoffen naar waterstof in de industrie worden gestimuleerd door in te zetten op “blauwe” waterstof
- Wanneer voldoende “blauwe” waterstof beschikbaar is kan dit mogelijk ook een bijdrage leveren om de Gebouwde Omgeving aardgas-vrij te maken.

3. Noodzakelijke stappen voor CO₂-afvang en opslag

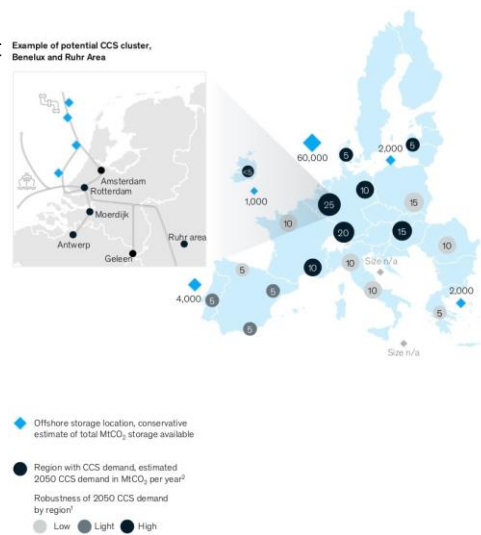
CO₂verwijderen met behulp van afvang en opslag gaat in drie processtappen:

1. Afvangen van CO₂ bij de producent

- de technologie is hiervoor ontwikkeld en wordt al toegepast in zowel de proces-industrie als bij elektriciteitscentrales. Bij grootschalige toepassing van CO₂-afvang en opslag zal de technologie verder worden doorontwikkeld en robuuster en goedkoper worden
- producenten van CO₂ zullen eerder geneigd zijn CO₂-emissies in hun fabrieken en centrales af te vangen als de overheid een CO₂-transport- en opslaginfrastructuur ondersteunt
- de huidige kosten van afvang zijn, afhankelijk van de toepassing, geschat op 40 - 80 €/tonCO₂. De ontwikkeling van de ETS-prijzen (in 2021 gestaag gestegen van € 34/ton CO₂ naar meer dan € 60/ton CO₂ per eind augustus) maakt rendabele CO₂-opslag projecten snel reëler.

2. Transport van CO₂ naar de opslag locatie:

- de technologie hiervoor is al ontwikkeld en wordt o.a. toegepast bij “Enhanced Oil Recovery” van olievelden; de toepassing is tot nu toe beperkt gebleven door de economie van oliewinning
- het Porthos project in Rotterdam heeft tot doel om, met SDE++-subsidie, een CO₂ -transport infrastructuur aan te leggen met een capaciteit van 7,5 Mton CO₂ /jaar
- de overheid dient het voortouw te nemen om een CO₂ -transport en opslag infrastructuur te garanderen waarop individuele bedrijven kunnen aansluiten
- de verwachte kosten van transport en opslag worden bij grootschalige toepassing geschat op ca. € 10 /ton CO₂ (bijlage 4).

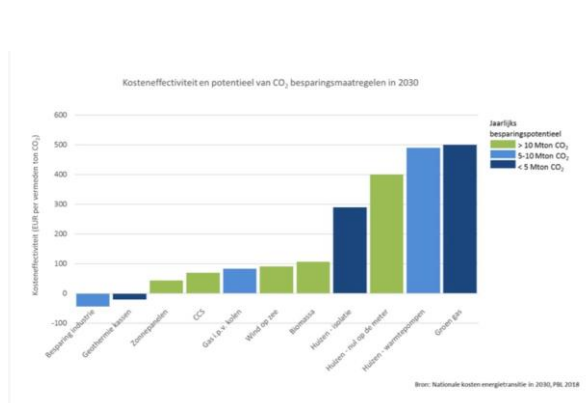


3. Opslag (bij voorkeur in een leeg gasveld op zee)

- opslag wordt sinds 2005 op beperkte schaal toegepast voor uit aardgas verwijderde CO₂
- de opslagcapaciteit in het Nederlandse deel van de Noordzee bedraagt ca. 1.700 Mton CO₂
- in de hele Noordzee is, door McKinsey geschat, een opslagcapaciteit in oude gas- en olievelden van ca. 60.000 Mton CO₂ (zie figuur).
- de kosten voor opslag zijn meegenomen onder Transport (punt 2).

4. Infrastructuur voor transport en opslag

Individuele bedrijven kunnen CO₂ wel afvangen maar als er geen transport en opslaginfrastructuur is waar deze CO₂ kan worden aangeboden heeft dat geen zin. Daarom moet de overheid het voortouw nemen om zeker te stellen dat een CO₂-transport en -opslag infrastructuur, waar alle industriële clusters in Nederland op zijn aangesloten, wordt gerealiseerd.



PBL heeft in een rapport van 2018, laten zien dat CO₂ - afvang en opslag tot de meest

kosteneffectieve mogelijkheden behoort om CO₂-emissies te reduceren. Een vergelijking van de kosteneffectiviteit van de meest belangrijke opties is gegeven in de bijgaande figuur en in bijlage 5 en 6.

In Nederland wordt CO₂-afvang en hergebruik op beperkte schaal al toegepast; ongeveer 500 kton CO₂ (dus 0,5 Mton) per jaar wordt afgevangen bij Shell Pernis en Alco en door OCAP (bijlage 3) per pijpleiding vervoerd naar glastuinbouwbedrijven in Zuid-Holland. Doortrekken van de pijpleiding naar Noord-Holland wordt overwogen. Hiervoor is wel nodig dat er meer CO₂ wordt afgevangen en beschikbaar komt.

Een verkennende studie uit 2017 naar “Transport en opslag van CO₂ in Nederland” laat zien dat transport en opslag van CO₂ in de Noordzee technisch goed mogelijk is (bijlage 4).

Conclusie:

- CO₂-afvang en opslag is bewezen technologie die nu rijp en nodig is om op grote schaal toegepast te worden om de klimaatdoelstellingen voor 2030 te halen
- Het Planbureau voor de Leefomgeving heeft in zijn rapport van 2018 laten zien dat CO₂-afvang en opslag tot de meest kosteneffectieve mogelijkheden behoort om CO₂-emissies te reduceren
- In het Nederlandse deel van de Noordzee is voor zeker 30 jaar genoeg opslagcapaciteit voorgrootschalige toepassing van CO₂-afvang en opslag. In de gehele Noordzee is de opslag capaciteit zeker genoeg tot het eind van de eeuw
- Voor de toepassing van CO₂-afvang en hergebruik of opslag is het noodzakelijk dat er een CO₂-transport infrastructuur wordt aangelegd dan wel uitgebreid tussen de regio's waar de fabrieken en centrales gevestigd zijn en de gasvelden in de Noordzee
- De Nederlandse overheid moet het voortouw nemen om de benodigde CO₂-transport en opslaginfrastructuur te realiseren
- In Europees verband kan Nederland een CO₂-opslag hub worden als de industriële gebieden in Duitsland en België kunnen worden aangesloten op de CO₂-transport backbone; dit is in lijn met de Nederlandse inzet in Europa.

4. Belanghebbenden management en kosten

Bij grootschalige toepassing van CO₂-afvang en opslag kan met een klein aantal belanghebbenden in industrie en elektriciteitsproductie een enorme voortgang worden bereikt op het gebied van CO₂-emissie reductie. Dit in sterke tegenstelling tot andere sectoren waar miljoenen automobilisten, huizenbezitters en huurders moeten worden meegenomen in het proces en worden verleid of gedwongen om de benodigde stappen te zetten. Hoewel in Nederland het draagvlak voor maatregelen om de CO₂-emissies terug te dringen groeiende is, blijft het aanpakken van de sectoren mobiliteit en de gebouwde omgeving (verwarming van huizen en gebouwen) een enorme uitdaging omdat dit vraagt om belanghebbenden management van miljoenen mensen.

Voor de sector mobiliteit dient de reductie van CO₂uitstoot grotendeels te geschieden door overgang op elektrische voertuigen. Nederland heeft momenteel 8,7 miljoen auto's. Volgens het Klimaatplan zal in 2030, vooral door toename van het aantal elektrische auto's tot 1 miljoen, een vermindering van CO₂-emissies van ca. 5 Mton per jaar gerealiseerd moeten worden. Om deze transitie mogelijk te maken zal het elektriciteitsnet moeten worden uitgebreid en het aantal laadpalen moeten verveelvoudigen; de geschatte infra-structuurkosten hiervoor zijn miljarden Euros. Bovendien zijn elektrische auto's nog ongeveer €5.000 duurder dan traditionele auto's. Als de extra kosten worden afgeschreven over 10 jaar, dan zijn de jaarlijkse kosten ca. € 0,5 miljard.

Voor de sector gebouwde omgeving is een transitie periode voorzien die loopt tot 2050. Nederland kent ongeveer 8 miljoen woningen. Volgens het Klimaatplan zal in 2030, vooral door isoleren en aardgas-vrij maken van 1,5 miljoen woningen en andere gebouwen, een vermindering van CO₂-emissies van ca. 8 Mton per jaar gerealiseerd moeten worden. Bij geschatte kosten per huishouden van € 15.000, zullen de investeringskosten tot 2030 ongeveer € 22,5 miljard bedragen. Indien de extra kosten worden afgeschreven over 20 jaar zijn de jaarlijkse kosten € 1,1 miljard.

De sector Landbouw wordt in deze notitie verder niet besproken. In het Klimaatplan wordt voor deze sector in 2030 een reductie van CO₂-emissies gepland van 5,5 Mton.

Bovenstaande getallen voor mobiliteit en gebouwde omgeving gaan er vanuit dat in 2030 alle elektriciteit in Nederland koolstof-vrij wordt opgewekt; een aanname die alleen met CO₂-afvangen opslag bereikt kan worden. Indien dit niet het geval is zal de reductie van CO₂-emissies door omschakeling naar elektriciteit lager uitvallen.

Indien de CO₂-emissie reductiedoelstellingen voor mobiliteit, gebouwde omgeving en landbouw gehaald kunnen worden, levert dat een emissiereductie van $5 + 8 + 5,5 = 18,5$ Mton CO₂ op. Deze transitie zal veel inspanning en geld kosten omdat miljoenen Nederlandse kiezers actief betrokken moeten worden en tot actie zullen moeten overgaan.

De resterende uitstoot reductie van $90 - 18,5 = 71,5$ Mton CO₂ moet bereikt worden in de sectoren industrie en elektriciteit en betekent een CO₂-emissie reductie in deze sectoren van ongeveer 70%. We gaan er vanuit dat zowel industrie als de elektriciteitssector deze 70% reductie kan bereiken door middel van CO₂-afvang en opslag.

5. Conclusies en aanbevelingen

1. De Nederlandse inzet om de Europese doelstellingen voor CO₂-emissies aan te scherpen zijn succesvol geweest en naar verwachting zal de verplichting om in 2030 55% reductie, van 189 tot 99 Mton CO₂ per jaar, te realiseren binnenkort worden vastgelegd
2. Nederland moet de komende 8 jaren een grotere reductie van CO₂-emissies realiseren dan de afgelopen 30 jaren is bereikt; daarom moeten alle beschikbare technieken worden ingezet
3. Alleen door middel van grootschalige inzet van CO₂-afvang en opslag zal Nederland zijn CO₂-emissie doelstellingen voor 2030 kunnen halen; dit wordt door de huidige ETS prijs van CO₂ (boven de € 50/ton CO₂) ondersteund
4. De overheid moet een leidende rol spelen om een CO₂-transport- en opslaginfrastructuur te creëren en dit is consistent met de doelstellingen in het Klimaatplan 2021 - 2030
5. Bedrijven zijn eerder bereid om CO₂-emissies af te vangen als de overheid het creëren van een CO₂-transport- en opslaginfrastructuur tot eerste prioriteit verheft zodat individuele bedrijven 'simpel' kunnen aankoppelen
6. CO₂-afvang en opslag is veruit de goedkoopste en best uitvoerbare technologie om de CO₂-emissie doelstelling voor 2030 en daarna te bereiken
7. Ook na 2030 en 2050 blijft gebruik van CO₂-afvang en opslag een noodzakelijke technologie om de Nederlandse en wereldwijde klimaatdoelstellingen te kunnen realiseren onder meer door het creëren van negatieve CO₂-emissies
8. Toepassing van CO₂-afvang en opslag bij conventionele kolen- en gascentrales maakt het mogelijk om voor 2030 het koolstof-neutraal maken van de elektriciteitsproductie voor een belangrijk deel te realiseren
9. In Europees verband moeten belemmeringen voor CCS in de taxonomie en ETS-regels worden geëlimineerd zodat
 - het uitrusten van bestaande installaties met CCS wordt gestimuleerd
 - ETS credits voor 'negatieve' CO₂-emissies, via b.v. bio-CCS mogelijk zijn
 - geen belemmering worden opgeworpen voor "blauwe waterstof"
 - geen CO₂-transport methoden op voorhand worden uitgesloten
 - geen belemmeringen voor cross-border transport van CO₂ bestaan

Opmerkingen over definities en scope in dit document:

1. Deze notitie gaat over afvang en opslag van kooldioxide (CO₂). De Nederlandse doelstellingen betreffen naast zuivere CO₂ ook andere, CO₂-equivalente, broeikasgassen
2. Vaak wordt voor CO₂-afvang en opslag de Engelstalige afkorting CCS (Carbon Capture and Storage) of CCUS (Carbon Capture and Usage or Storage) gebruikt
3. Groene Waterstof is waterstof welke met behulp van hernieuwbare energie (zon & wind) is geproduceerd. Blauwe Waterstof is geproduceerd met fossiele brandstoffen maar de in het proces vrijkomende CO₂ is afgevangen en opgeslagen
4. Mton CO₂ = miljoen ton CO₂. En: kton CO₂ = duizend ton CO₂
5. In deze notitie wordt de sector Landbouw buiten beschouwing gelaten
6. Omdat verschillende bronnen niet volledig consistent zijn kunnen er kleine verschillen in de gegevens zijn; dit verandert de conclusies van het document niet

Bijlage 1: Sector Industrie

Grootste industriële CO2	Emissie	Locatieproducenten
Tata steel	5,7	IJmuiden
Chemelot site permit	4,6	Limburg
Shell Nederland Raffinaderij	4,1	Rotterdam
Dow Benelux	4,1	Terneuzen
Yara Sluiskil	3,2	Terneuzen
Esso Nederland	2,6	Rotterdam
Shell Nederland Chemie	2,6	Rotterdam, Moerdijk
BP raffinaderij	2,0	Rotterdam
Totaal Top-8	28,9	

Bijlage 2: Sector elektriciteit

Grootste elektriciteits-centrales in Nederland	Emissie [Mton CO2]	Brandstof	Locatie
Vattenfall	9,5	Gas	Amsterdam, Eemshaven
Uniper Benelux	4,0	Kolen, biomassa	Rotterdam
RWE Generation NL	3,6	Kolen, biomassa, gas	Biesbosch, Limburg
Onyx Power (voorheen ENGIE Energie NL)	3,5	Kolen, gas	Eemshaven Rotterdam, Lelystad
RWE Eemshaven	2,5	Kolen, biomassa	Eemshaven
Enecogen	1,9	Gas	Rotterdam
Sloe centrale	1,7	Gas	Zeeland
Totaal Top-7	26,7		

Bijlage 3: CO₂-afvang en hergebruik in de glastuinbouw door OCAP

In bijgaande factsheet en youtube video wordt uitgelegd hoe het hergebruik van CO₂ werkt https://www.ocap.nl/nl/images/OCAP_Factsheet_Nederlands_tcm978-561157.pdf
<https://www.youtube.com/watch?v=sMZ13K4pldk>

Bijlage 4: Studie "Transport en opslag van CO₂ in Nederland"

<https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2018/07/Studie-Transport-en-opslag-van-CO2-in-Nederland-EBN-en-Gasunie.pdf>

Bijlage 5: Potentieel en kosteneffectiviteit individuele CO₂-uitstoot reductie opties

Tabel S1 Potentieel (inclusief emissie-effect bij de elektriciteitsopwekking in binnen- en buitenland) en kosteneffectiviteit van individuele opties¹

	Emissiereductie [Mton]			Kosteneffectiviteit [€/ton]
	Totaal effect	w.v. direct	w.v. indirect	
Elektriciteitsopwekking				
8 GW extra grootschalig zon-PV	3,2	0	3,2	-20
5,4 GW extra wind op land	5,7	0	5,7	-20
Extra kernenergie (1,6 GW)	4,5	0	4,5	20
5,3 GW extra wind op zee	8,3	0	8,3	20
CCS kolencentrales	13	13	0	35
Van 5,3 GW naar 7,4 GW extra wind op zee	3,3	0	3,3	45
CCS gascentrales	4,1	4,1	0	60
Sluiting kolencentrales	10,5	19,4	-8,9	70
Van 7,4 GW naar 8,8 GW extra wind op zee	1,7	0	1,7	90
Van 8,8 GW naar 19,3 GW extra wind op zee	10,7	0	10,7	160
Industrie				
Elektrificatie industrie	-2,4*	5,4	-7,8*	n.v.t.
Recycling	2,2	1,9	0,3	-140
Procesefficiency kosten laag	3,3	3,1	0,2	-120
Procesefficiency kosten middel	1,0	0,7	0,3	-30
Procesefficiency kosten hoog	3,2	2,3	0,9	30
CCS industriële procesemissies (NH ₃ en H ₂ productie)	1,5	1,5	0	40
CCS industriële emissies staalindustrie	5,5	5,5	0	50
CCS raffinaderijen (excl. waterstof)	6,0	6,0	0	90
Biomassaketels industrie	7,9	7,9	0	100
CCS industriële emissies algemeen	10,5	10,5	0	100
CCS afvalverbrandingsinstallaties	3,0	3,0	0	110
CCS biomassaketels	1,1	1,1	0	135
Gebouwde omgeving (woningen en dienstensectoren)				
A+++ apparaten woningen	0,5	0,1	0,4	-20
Zon-PV woningen	4,9	0	4,9	110
Isolatie bestaande woningen	3,3	3,3	0	290
Warmtenetten	2,0	2,0	0	290
Nul-op-de-meterrenovatie woningen	12,0	11,0	1,0	400
Warmtepomp/zonneboiler bestaande woningen	5,5	9,0	-3,5	490
Groen gas via vergassing	1,7	1,8	-0,1	500

¹ Integraal emissie-effect, inclusief effecten bij de elektriciteitsopwekking in binnen- en buitenland, ten opzichte van de NEV 2017 met vastgesteld en voorgenomen beleid, maar zonder openstelling van de SDE+-regeling na 2019. Alleen afzonderlijke opties van meer dan 0,4 Mton zijn opgenomen. De opties zijn veelal niet optelbaar. In ETS-sectoren zijn nationale kosten inclusief kosten voor of besparingen op de aankoop van ETS-rechten. De emissies als gevolg van biomassa-inzet zijn op nul gesteld (conform internationale richtlijnen).

Bijlage 6: Overzicht projecten SDE++

Uit de Kamerbrief van de staatssecretaris van Economische Zaken en klimaat van 8 juni 2021 (bron: kst-31239-332 ISSN 0921 - 7371 's-Gravenhage 2021) bleek dat CO₂-afvang en -opslag, met 0.2% van de toegekende projecten en 45.5% van het budget, meer dan 70% van de CO₂-reductie wist te realiseren.

Ook hierdoor blijkt dat CO₂-afvang en -opslag de meest doelmatige en kosteneffectieve oplossing is om de doelstellingen voor CO₂-reductie te bewerkstelligen.

Tabel 1. Overzicht beschikte projecten per 1 juni 2021

Categorie	aantal beschikte projecten	totaal beschikt budget (€ mln)	totaal beschikt vermogen (MW) ¹	beschikte CO ₂ -reductie per jaar (Mton CO ₂ /jr)
CO ₂ -afvang en -opslag	6	2.123	325	2,34
Zon-PV op dak	3.317	1.120	1.803	0,32
Zon-PV op veld of water	109	853	1.732	0,31
Elektrische boiler	9	249	310	0,13
Warmtepomp	25	124	75	0,08
Windenergie	13	99	107	0,06
Biomassa warmte en WKK	2	64	33	0,05
Restwarmte	2	20	15	0,02
Biomassa gas	1	16	6	0,01
Zonthermie	2	0	0	0,00
Totaal	3.486	4.669		3,32

¹ Let op: het aangevraagd vermogen voor de categorie CO₂-afvang en -opslag verwijst naar CO₂-reducerend vermogen en is uitgedrukt in tCO₂/uur