

BECCS, een averechtse klimaatoplossing en valse belofte

27 september 2023

BECCS is het verbranden van biomassa voor energieopwekking in combinatie met afvang en opslag van CO₂. Het is een valse belofte, desastreus voor klimaat en biodiversiteit. Een poging van energiebedrijven om hun kolen- en energiecentrales op biomassa te blijven stoken. In deze notitie wordt nader ingegaan op de grote nadelen.

Aan politici en beleidsmakers hebben wij de volgende aanbevelingen:

1. Geen BECCS (of andere onbewezen) technologie opnemen in klimaatbeleid en -scenario's, noch de technologie stimuleren of financieel ondersteunen.
2. De uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen in alle sectoren zo snel mogelijk verminderen, zodat er zo min mogelijk negatieve emissies nodig zijn.
3. Bescherm en herstel natuurlijke ecosystemen zodat deze hun rol van koolstofput kunnen vervullen, op een manier die de mensen die afhankelijk zijn van het land, respecteert.
4. Stop onmiddellijk (beleidsmatige en financiële) overheidssteun voor het gebruik van biomassa voor energieproductie. Stop lopende (resterende) en nieuwe biomassasubsidies.

Inhoud notitie

1. Wat is BECCS?
 2. Waarom BECCS juist geen klimaatoplossing is
 3. BECCS-projecten wereldwijd/ een onbewezen techniek
 - 3.1 Mikawa biomassacentrale Japan
 - 3.2 Mislukte CCS bij Canadese kolencentrale Boundary Dam
 - 3.3 Zeer beperkte CO₂-opslag Noorwegen
 4. Hernieuwde aandacht voor BECCS
 - 4.1 Zoektocht naar negatieve emissies
 - 4.2 Zeer hoge kosten
 - 4.3 EU-voorstel certificeren koolstofkredieten voor "kooldioxideverwijdering"
 5. BECCS-voorstellen van energiebedrijven
 - 5.1 Drax (VK)
 - 5.2 EPH (Tjechië)
 - 5.3 Ørsted (Denemarken)
 - 5.4 RWE (Nederland)
 - 5.5 Stockholm Exergi (Zweden)
 6. Conclusies en aanbevelingen
- Bijlagen:
1. Rapporten over BECCS
 2. Verklaring van wetenschappers en economen over BECCS met bosbiomassa (26-2-2021; Nederlandse vertaling)

1. Wat is BECCS?

BECCS (Bio-energy Carbon Capture and Storage) staat voor biomassaverbranding met CO₂-afvang en -opslag. De term wordt gebruikt voor het afvangen en opslaan van CO₂ bij het verbranden of

vergassen van biomassa.^{1 2} De "S" van storage (opslag) verwijst naar het opslaan van CO2 in een geologische formatie waar het, zo wordt gehoopt, langdurig zal blijven.³

2. Waarom BECCS juist geen klimaatoplossing is

BECCS hebben grote nadelige effecten voor klimaat en biodiversiteit. Dat zijn de volgende:

a. Boskap en omzetting naar industriële boomplantages

Wanneer een kolencentrale volledig overstapt naar hout vergt dat jaarlijks zeer grote hoeveelheden hout⁴. De gevolgen voor het klimaat van het kappen van bossen en het omzetten van meer land naar industriële boomplantages zijn zeer groot.. De gevolgen voor bosecosystemen, in het wild levende dieren en gemeenschappen die schade ondervinden door houtkap voor biomassacentrales blijven hetzelfde, ongeacht of een biomassacentrale koolstofafvang en -opslag heeft of niet.

b. biomassa-teelt concurreert met voedselproductie

Als bio-energiecentrales gewassen of grassen verbranden in plaats van hout, zal dit leiden tot directe en indirecte veranderingen in landgebruik en dus tot hoge koolstof-emissies. Evenals meer vernietiging van habitats en gebruik van kunstmest, waardoor de uitstoot van het krachtige broeikasgas lachgas toeneemt. Het zal ook concurreren met de voedselproductie om land.⁵

c. Niet CO2-negatief/ veel energie nodig

Bij BECCS vinden in de keten diverse CO2-emissies plaats:

1. Analyses van NRDC⁶ en FERN⁷ tonen aan dat een groot deel van de CO2-uitstoot die wordt veroorzaakt door BECCS, al in het bos (bij de oogst; bodemoxydatie) en bij de productie en het transport van houtpellets plaatsvindt. Deze CO2-uitstoot kan niet worden afgevangen en wordt toegevoegd aan de atmosfeer.
2. Hergroei van nieuwe bomen duurt ca 50-100 jaar (NB in praktijk door eenzijdige boomplantages). Dan pas is alle CO2 van biomassaverbranding⁸ gecompenseerd. Tenminste als hergroei ook daadwerkelijk plaatsvindt (in de VS is geen aanplantplicht). Biomassaverbranding past niet binnen de gestelde klimaatdoelen (in 2030 55% CO2 reductie tov 1990 en in 2050 klimaatneutraal).
3. Voor het afvangen en comprimeren van CO2 (ten behoeve van CO2-opslag) is veel energie nodig. Een derde deel van de opgewekte energie in een biomassacentrale is voor afvang en comprimeren nodig. Daarom wekt een biomassacentrale met CCS (CO2-afvang en – opslag) veel

¹ Ook bij ethanolvergisting kan BECCS worden toegepast. De hoeveelheid CO2 die kan worden afgevangen bij ethanolvergisting is erg klein, veel minder dan de gemiddelde uitstoot van fossiele brandstoffen bij de exploitatie van een ethanolraffinaderij.

² Koolstofafvang via vergassing van biomassa lijkt momenteel technisch onmogelijk. Deze notitie richt zich daarom op het afvangen van CO2 uit biomassa-warmtecentrales en/of biomassa-elektriciteitscentrales.

³ Het omvat ook het pompen van CO2 in een verouderend olieveld om er meer olie uit te halen, ook al is de CO2-uitstoot door het verbranden van die olie groter dan de hoeveelheid afgevangen CO2. Dit wordt Enhanced Oil Recovery (EOR) genoemd. Wereldwijd wordt 70% van alle afgevangen CO2 gebruikt voor EOR. Het lijkt onwaarschijnlijk dat EOR economisch levensvatbaar zou kunnen zijn in Europa, waar olie grotendeels offshore wordt gewonnen.

⁴ In geval de kolencentrale RWE Eemshaven volledig op hout overschakelt, is jaarlijks 5 miljoen ton hout nodig. Anderhalf maal zoveel dan nu aan houtpellets voor bijstook in kolencentrales wordt geïmporteerd (3.5 miljoen/ jaar).

⁵ <https://cpree.princeton.edu/news/2022/europe%E2%80%99s-proposed-climate-plan-will-outsource-deforestation-and-harm-biodiversity>

⁶ <https://www.nrdc.org/resources/bad-biomass-bet-why-leading-approach-biomass-energy-carbon-capture-and-storage-isnt>

⁷ https://www.fern.org/fileadmin/uploads/fern/Documents/2022/Six_problems_with_BECCS_-_2022.pdf

⁸ DE CO2-uitstoot van houtverbranding is ca 20% hoger dan van kolenstook, per opgewekte hoeveelheid energie.

minder energie op.⁹ Dit wordt de 'energiepenalty' (energiestraf) genoemd.

Deze CO₂-emissies in de keten dienen te worden meegenomen in de CO₂-balans van BECCS. BECCS is daarmee niet CO₂-negatief en zorgt juist voor CO₂-uitstoot. Zie ook de verklaring van 87 wetenschappers.¹⁰

d. Onbewezen techniek

Alle pilots op het gebied van BECCS zijn tot nu toe mislukt. Zo is BEECS bij de Mikawa-centrale in Japan niet succesvol afgerond. Ook CCS bij een Canadese kolencentrale is niet voltooid. In paragraaf 3 wordt nader op deze mislukkingen ingegaan.

Er is geen manier om te garanderen dat "opgeslagen" CO₂ op lange termijn onder de grond blijft.

e. Duur

BECCS is een dure techniek. Zo zijn de berekende kosten voor de BECCS van biomassacentrale Drax (VK) zeer hoog. Zie paragraaf 4.2.

3. BECCS-projecten wereldwijd/ onbewezen techniek

3.1 Mikawa biomassacentrale Japan

In oktober 2020 kondigde Toshiba aan dat het 's werelds grootschalige koolstofafvanginstallatie bij een biomassacentrale in gebruik had genomen: de Mikawa-centrale^{11 12} van 50 MW, die palmpitschillen van oliepalmsplantages in Zuidoost-Azië verbrandt en 500 ton CO₂ per dag afvangt. Elf maanden later noemde Toshiba dit project een 'demonstratieproject' dat liep van november 2020 tot maart 2021 (5 maanden). Geen van de afgevangen koolstof werd opgeslagen. Er is geen ander biomassa-koolstofafvangproject geweest, afgezien van kleinschalige "productietesten" met verschillende adsorptie-oplosmiddelen (zoals aminen) waarmee CO₂ kan worden afgevangen.

Energie-intensief en niet-opschaalbaar

Er zijn technische en economische redenen waarom er tot nu toe geen ander BECCS-project is geweest. Technische en economische beperkingen zijn nauw met elkaar verbonden. Om op grote schaal CO₂ af te vangen uit de verbranding van biomassa moet een methode worden ontwikkeld die veel minder energie-intensief is dan de huidige methode en die op termijn op schaal betrouwbaar werkt.

3.2 CCS bij Canadese kolencentrale Boundary Dam mislukt

Er zijn al veel pogingen ondernomen om succes te bereiken bij het CO₂ afvangen bij steenkoolverbranding. Maar geen enkele poging is succesvol gebleken. Bedrijven over de hele wereld hebben na jaren van mislukking het afvangen van CO₂ bij steenkoolverbranding opgegeven. Zo heeft de steenkolencentrale Boundary Dam in Canada (die staatseigendom is)¹³ nooit naar behoren en zoals gepland gepresteerd en zal naar verwachting nooit financieel break-even

⁹ https://comiteschonelucht.nl/wp-content/uploads/2023/07/1-dr.-Timothy-Searchinger_230615-def-Postion-paper-Tim-Searchinger-Princeton-University-VS-RTG-Biomassa.pdf Zie pagina 3. Dr. Searchinger: "Bio-energie met CO₂-afvang en -opslag (CCS) uit geoogst hout, zogenaamde BECCS, is zowel duurder als veel minder effectief dan zelfs het toepassen van CCS op kolen of aardgas."

¹⁰ <https://sites.tufts.edu/gdae/files/2021/07/A-Statement-by-Scientists-on-BECCS-FINAL-for-Submission-with-signatures.pdf>

¹¹ https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4282099

¹² <https://www.bioenergy-news.com/news/toshiba-unveils-biomass-power-plant-in-japan/>

¹³ <https://www.theguardian.com/environment/2014/oct/01/canada-switches-on-worlds-first-carbon-capture-power-plant> Boundary Dam energiecentrale, Canada.

draaien.¹⁴ De ervaring met het afvangen van koolstof uit steenkool - waarin overheden en bedrijven zeer grote sommen geld hebben geïnvesteerd - kan verklaren waarom er geen serieuze pogingen zijn gedaan om de technologie voor het afvangen van koolstof aan te passen aan de verbranding van biomassa. Het zou jaren van proef- en demonstratieprojecten vergen om het niveau van technologische geschiktheid te bereiken dat is bereikt met CO₂-afvang en -opslag uit steenkool, en uiteindelijk ook nog is mislukt.

3.3 Zeer beperkte CO₂-opslag Noorwegen

In Europa heeft behalve Noorwegen geen enkel land ervaring met de opslag van koolstof. De twee bestaande opslaglocaties in Noorwegen kunnen samen jaarlijks minder dan 2 miljoen ton CO₂ opslaan.^{15 16} Europa stootte in 2020 3.7 miljard (3.700 miljoen) ton broeikasgassen uit, bijna 2.000 maal zoveel.

Er is geen manier om op een geloofwaardige manier te voorspellen of CO₂ dat onder de grond is gepompt, daar zal blijven. Bij de twee Noorse projecten is het een kwestie van geluk dat er tot nu toe geen CO₂ in de atmosfeer lijkt te zijn gelekt. Helaas is lekkage mogelijk geen beperkende factor als landen er niet in slagen CO₂-uitstoot te reduceren. Er gaan stemmen op om dergelijke eisen ten aanzien van lekkage te versoepelen.

4. Hernieuwde aandacht voor BECCS

4.1 Zoektocht naar negatieve emissies

"Kooldioxideverwijdering" of "negatieve emissies" komen steeds hoger op de beleidsagenda te staan nu de CO₂-uitstoot door verbranding van fossiele brandstoffen blijft stijgen¹⁷ en de klimaatcrisis escaleert. Bedrijven als Microsoft zijn op zoek naar "technische kooldioxideverwijdering", waaronder BECCS, nadat ze een aantal van hun koolstofcompensaties in boomaanplantprojecten in rook zagen opgaan.¹⁸

4.2 Zeer hoge kosten

De kosten voor het bouwen en exploiteren van BECCS zijn hoog. Dat blijkt uit financiële analyses bij biomassacentrale Drax (VK). 's Werelds grootste biomassacentrale Drax (jaarlijkse verbranding van 7 miljoen ton biomassa) heeft afnameovereenkomsten getekend voor toekomstige compensaties door BECCS.¹⁹ Maar bij gebrek aan een succesvol BECCS-programma is dit meer greenwashing en een PR-stunt. De kosten voor het exploiteren van een biomassacentrale met BECCS zouden echter astronomisch zijn. Volgens denktank Ember hebben de twee biomassa-installaties van Drax op die manier £31,7 miljard (€36,7 miljard) aan subsidies nodig.²⁰ Dan hebben we het nog niet eens over

¹⁴ <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/only-still-operating-carbon-capture-project-battled-technical-issues-in-2021-68302671> : "De langstlopende en 's werelds enige werkende commerciële CO₂-afvanginstallatie bij een kolencentrale kampte in 2021 met mechanische storingen waardoor de apparatuur van de Boundary Dam-fabriek van Saskatchewan Power Corp. wekenlang stil stond. Het CO₂-afvangpercentage van de zeven jaar oude installatie bedroeg in 2021 minder dan 37% van de officiële doelstelling van 90%."

¹⁵ <https://scientias.nl/noorwegen-pompt-europees-co2-overschot-in-oceaanbodem-en-daar-blijft-het-voor-eeuwig/> Lees ook in artikel: "Een van 's werelds grootste koolstofafvangfaciliteiten, in de kolencentrale van Petra Nova in Texas, werd in 2020 stilgelegd omdat hij te duur bleek in gebruik."

¹⁶ <https://ieefa.org/resources/norways-sleipner-and-snohvit-ccs-industry-models-or-cautionary-tales>

¹⁷ <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>

¹⁸ <https://www.negative-emissions.org/microsoft-carbon-removal>

¹⁹ https://www.drax.com/press_release/worlds-biggest-carbon-removals-deal-announced-at-new-york-climate-week/
https://www.drax.com/press_release/drax-announces-carbon-removals-deal-with-c-zero/

²⁰ <https://www.current-news.co.uk/ember-drax-beccs-plant-could-cost-31-7bn-in-public-subsidies/>

<https://www.theguardian.com/business/2023/feb/23/drax-power-station-profits-nearly-double-call-for-subsidies-cut>

de subsidies die nodig zijn om de CO2-transportleiding aan te leggen en offshore CO2-opslag te realiseren.

4.3 EU-voorstel: certificeren koolstofkredieten voor "kooldioxideverwijdering"

De Europese Commissie werkt aan een voorstel voor het certificeren van koolstofkredieten voor "kooldioxideverwijdering".²¹ Dit voorstel is door meer dan 200 organisaties afgewezen.²² In de periode oktober – december 2023 vindt verdere besluitvorming in het Europees parlement over deze certificering plaats.

5. BECCS-voorstellen van energiebedrijven

5.1 Drax (VK)

Alleen aanvraag bouwvergunning afvang

Energiebedrijf Drax ('s werelds grootste biomassaverbrander; 7 Mton/jaar en 14 Mton CO2-uitstoot/jaar) heeft een bouwvergunning aangevraagd om de apparatuur te installeren die nodig is om jaarlijks 8 miljoen ton CO2 uit twee van zijn biomassa-eenheden af te vangen. Het is echter niet mogelijk dat Drax een dergelijke grootschalige BECCS operationeel krijgt, omdat:

- Drax tot nu toe in totaal slechts 27 ton CO2 heeft weten af te vangen (en vervolgens weer heeft uitgestoten in de atmosfeer);
- Drax geen plannen voor verdere tests of een proefinstallatie heeft;
- het VK geen ervaring met koolstofopslag heeft;
- het bedrijf dat de CO2-pijpleiding naar de CO2-opslag zou aanleggen, zich in april 2023 uit het project heeft teruggetrokken.

Wanhopige behoefte aan financiering

De echte drijfveer achter de acties van Drax is niet de overtuiging dat BECCS echt kan werken, maar de wanhopige behoefte aan financiering. De huidige biomassasubsidies van Drax eindigen in 2027. Het huidige Engelse regeringsbeleid zegt dat er geen nieuwe subsidies komen voor biomassa-elektriciteit, behalve met koolstofafvang. Drax heeft de regering echter overgehaald om in principe in te stemmen met een zgn. dubbel subsidiestelsel. Dat houdt in een deel voor het afvangen van CO2, en het andere deel voor het opwekken van biomassa-elektriciteit in een BECCS-installatie. Op die manier zou Drax meer "business-as-usual" subsidies kunnen krijgen. Daarbij beroept Drax zich op "onvermijdelijke verdragen" bij het afvangen van koolstof die anders zouden plaatsvinden. Tegelijkertijd onderhandelt Drax over 'tussentijdse' business-as-usual biomassasubsidies.

5.2 EPH (Tjechië)

Het Tsjechische energiebedrijf EPH exploiteert de op één na grootste biomassacentrale in het Verenigd Koninkrijk, Lynemouth Power Station, waar jaarlijks 1,5 miljoen ton houtpellets worden verbrand die worden geïmporteerd van houtpelletproducent Enviva (VK) en van houtpelletfabrieken van Drax in Canada. Biomassasubsidies van Lynemouth Power Station lopen

²¹ https://climate.ec.europa.eu/document/fad4a049-ff98-476f-b626-b46c6afdded3_en

²² <https://www.realsolutions-not-netzero.org/real-zero-europe>

ook af in 2027. Daarom promoot Lynemouth Power ook BECCS-plannen, hoewel het nog geen pilot heeft uitgevoerd of een bouwvergunning heeft aangevraagd. Het lijkt erop dat EPH afwacht of Drax erin slaagt een nieuwe subsidiegarantie krijgt, zodat het hun strategie kan kopiëren.

5.3 Ørsted (Denemarken)

Het Deense energiebedrijf Ørsted heeft zijn kolencentrales grotendeels omgebouwd naar biomassa, meestal voor warmte in plaats van elektriciteit. Het bedrijf heeft plannen aangekondigd om vanaf 2025 jaarlijks ruim 0.4 miljoen ton CO₂ af te vangen bij de verbranding van houtpellets in de Asnæs-fabriek en uit de verbranding van stro in de Avedøre-fabriek. Ørsted heeft nog geen proeven gedaan met het afvangen van CO₂. Denemarken beschikt nog niet over de infrastructuur voor het transport en de opslag van CO₂. Aan de andere kant is de voorgestelde schaal van koolstofafvang kleiner. De specifieke technologie die men heeft gepland, wordt nu in praktijk toegepast bij een afvalverbrandingsoven in Nederland (AVR Duiven) waarbij jaarlijks 40.000 ton CO₂ wordt afgevangen (10% van de voorgenomen hoeveelheid van het Deense initiatief van Ørsted). Ørsted heeft een investeringsgarantie van €54 miljoen gekregen.²³ Daarmee zal de staat een deel van de financiële risico's dragen. In tegenstelling tot wat in het Verenigd Koninkrijk wordt voorgesteld, zijn de Deense CCS-subsidies gekoppeld aan het daadwerkelijk afvangen van CO₂.

5.4 RWE (Nederland)

RWE exploiteert twee kolencentrales in Nederland, de Amercentrale en de Eemshavencentrale. Deze kolencentrales hebben vergunningen om jaarlijks in totaal maximaal 2,5 miljoen ton geïmporteerde houtpellets te verbranden. De kleinere Amercentrale verbrandt nu maximaal 80% hout (1.7 Mt/jaar), terwijl de grotere Eemshavencentrale maximaal 15% hout (0.8 Mt/ jaar) en 85% steenkool verbrandt. Volgens de Nederlandse wet moeten beide kolencentrales in 2030 stoppen met het verbranden van kolen en kunnen ze geen nieuwe biomassasubsidies meer krijgen als de bestaande subsidies in 2027 aflopen. Tegen de geplande uitbreiding van bijstook van biomassa in beide kolencentrales lopen juridische procedures.²⁴ Een motie in de Tweede Kamer om steun voor BECCS in het aanvullend klimaatpakket af te schaffen, behaalde 42% van de stemmen.²⁵

RWE wil, net als Drax, zijn kolencentrales ombouwen naar 100% biomassa (als BECCS) en lobbyt daarvoor met het project BECCUS-project (Bio-Energy Carbon Capture Utilisation & Storage).²⁶

5.5 Stockholm Exergi (Zweden)

Stockholm Exergi stelt dat het in 2025 zal beginnen met het afvangen van jaarlijks 0.8 miljoen ton CO₂ uit zijn Värtan Bio-energiecentrale. In tegenstelling tot Drax, EPH en RWE hoeft Stockholm Exergi zich geen zorgen te maken dat de subsidies opraken. Ironisch genoeg is de door Exergi gekozen technologie voor het afvangen van koolstof eerder getest in dezelfde centrale, toen deze nog op steenkool werkte. Dat was een mislukking. Geen enkele andere exploitant van energiecentrales heeft dit geprobeerd. Het BECCS-initiatief heeft in April 2022 een innovatiesubsidie van € 180 miljoen van Europa ontvangen.²⁷

²³ <https://www.endswasteandbioenergy.com/article/1830130/eifo-cover-%E2%82%AC54m-funding-orsteds-beccs-projects>

²⁴ Zie <https://www.binnenlandsbestuur.nl/ruimte-en-milieu/provincie-beroep-tegen-uitspraak-amercentrale> en zitting bijstook biomassa RWE centrale Eemshaven Rechtbank Groningen 6 juli 2023.

²⁵ <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/moties/detail?id=2023Z11402&did=2023D27273>

Voor: PVV, PvdA, GL, PvdD, SP, Volt, Omtzigt, Gündoğan, Den Haan, BIJ1, JA21, Van Haga, DENK.

Tegen: VVD, CDA, D66, CU, SGP, FVD

²⁶ <https://benelux.rwe.com/pers/2022-12-12-rwe-lanceert-project-beccus-voor-grootschalige-afvang-en-opslag-van-co/>

²⁷ <https://beccs.se/news/stockholm-exergis-beccs-project-receives-180-million-eur-in-eu-funding/>

6. Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

De volgende conclusies worden getrokken.

- a. Als BECCS haalbaar zou zijn op schaal, dan zal het dezelfde negatieve gevolgen hebben als grootschalige biomassa-energie zoals die nu al plaatsvinden. Daarnaast dienen de centrales nog meer biomassa te verbranden om CO₂ af te vangen en op te slaan. De energiecentrales zijn daardoor nog minder efficiënt.
- b. Er is geen vooruitzicht dat BECCS economisch en technisch haalbaar wordt, zelfs niet met subsidies in de nabije toekomst.
- c. Valse beloften over BECCS (oa zgn negatieve CO₂-emissies) zorgen er voor dat meer verbranding van fossiele brandstoffen en meer business-as-usual biomassa-energie wordt gelegitimeerd.
- d. Op korte termijn is het grootste directe gevaar van BECCS dat energiebedrijven (vooral Drax, EPH en RWE) zogenaamde 'negatieve CO₂-emissies' gebruiken om nieuwe subsidies te krijgen van regeringen die ze anders waarschijnlijk niet zouden ontvangen. Als de lobby van deze energiebedrijven slaagt, zal de industriële winning van houtpellets sterk toenemen en nog meer schade toebrengen aan bossen, klimaat en leefgemeenschappen.

Aanbevelingen

Aan politici en beleidsmakers hebben wij de volgende aanbevelingen:

1. Geen BECCS (of andere onbewezen) technologie opnemen in klimaatbeleid en -scenario's, noch de technologie stimuleren of financieel ondersteunen.
2. De uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen in alle sectoren zo snel mogelijk verminderen, zodat er zo min mogelijk negatieve emissies nodig zijn.
3. Bescherm en herstel natuurlijke ecosystemen zodat deze hun rol van koolstofput kunnen vervullen, op een manier die de mensen die afhankelijk zijn van het land, respecteert.
4. Stop onmiddellijk (beleidsmatige en financiële) overheidssteun voor het gebruik van biomassa voor energieproductie. Stop lopende en (resterende) nieuwe subsidies.

Bijlagen:

1. Brieven wetenschappers en rapporten over BECCS

1. Scientist-letter 26 februari 2026. <https://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/BECCS-letter-by-scientists-and-economists-1.pdf>

Een verklaring van wetenschappers en economen over BECCS met bosbiomassa. De 87 ondertekenende wetenschappers en economen dienen deze brief in als reactie op de raadpleging van het Department of Business, Energy and Industrial Strategy en HM Treasury van het Verenigd Koninkrijk en de oproep tot bewijsmateriaal over opties voor het verwijderen van broeikasgassen. Deze brief richt zich uitsluitend op de problemen geassocieerd met een specifieke broeikasgasverwijderings-technologie bio-energie met koolstofafvang en -opslag (BECCS), toegepast op de verbranding van hout uit bossen. Zie bijlage 2 voor de Nederlandse vertaling.

2. EASAC <https://easac.eu/media-room/press-releases/details/look-before-you-leap-european-science-academies-caution-against-subsidies-for-bioenergy-with-carbon-capture-and-storage-beccs> (april 2022).

3. FERN

https://www.fern.org/fileadmin/uploads/fern/Documents/2022/Six_problems_with_BECCS_-_2022.pdf

4. Natuur en Milieu <https://natuurenmilieu.nl/nieuws-artikel/onderzoek-naar-methodes-om-co2-uit-de-lucht-te-halen-technologische-opties-beperkt/> (juni 2023)

5. Biofuelwatch <https://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/BECCS-report-web.pdf>
<https://www.biofuelwatch.org.uk/2022/biomass-and-msw-ccs-report/>

6. Greenpeace <https://www.greenpeace.org/eu-unit/issues/nature-food/45984/eu-commission-plans-carbon-offset-scheme-for-big-polluters/> (December 2021)

2. Verklaring van wetenschappers en economen over BECCS met bosbiomassa (26-2-2021; Nederlandse vertaling)

<https://sites.tufts.edu/gdae/files/2021/07/A-Statement-by-Scientists-on-BECCS-FINAL-for-Submission-with-signatures.pdf>

De wetenschappers²⁸ die deze brief (dd 26 februari 2021) ondertekenen, dienen deze brief in als antwoord op het verzoek tot consultatie van het department van Bedrijfsleven, Energie en Industriestrategie (Business, Energy and Industrial Strategy) en het Ministerie van Financiën (HM Treasury) en hun oproep voor bewijs met betrekking tot mogelijkheden voor verwijdering van broeikasgassen. raadpleging van om het parlement van de VK te informeren over bio-energie met afvang, gebruik en opslag van koolstof (BECCS). Deze brief richt zich uitsluitend op de problemen verbonden aan een specifieke technologie voor broeikasgasverwijdering: bio-energie met koolstofafvang en -opslag (BECCS), zoals toegepast bij de verbranding van hout uit bossen.

Inhoudsopgave bij Verklaring²⁹

1. Inleiding
 - 1.1 Bossen belangrijkste ecosysteem bij koolstofopslag
 - 1.2 Biomassaverbranding voegt CO₂ toe aan atmosfeer
 2. Onvolledige CO₂-boekhouding bio-energie
 - 2.1 CO₂-emissies voorafgaande aan biomassaverbranding
 - 2.2 CO₂-schuld van meer dan 40 jaar
 - 2.3 Doorgroei bossen beter dan herbebossing
 3. Bio-energie met koolstofvastlegging en -opslag (BECCS)
 - 3.1 Kloof tussen CO₂ absorberend vermogen natuur en resterende CO₂-emissies
 - 3.2 Overgesimplificeerde analyse van BECCS
 - 3.3 BECCS niet CO₂-negatief vanwege uitstoot bij houtoogst en verwerking
 4. Technologie voor afvang en opslag van koolstofdioxide (CCS)
 - 4.1 Huidige praktijkervaringen bij CCS
 - 4.2 CCS-project Petra Nova (VS)
 - 4.3 CCS bij kolencentrale Boundary Dam in Saskatchewan (VS)
 - 4.4 Overzicht resultaten CCS-projecten
 5. Veel subsidie nodig voor BECCS
 - 5.1 Subsidie nodig voor houtverbranding
 - 5.2 Zeer hoge meerkosten bij CO₂-afvanginstallatie bij Petra Nova energiecentrale
 - 5.3 Kosten CCS bij biomassacentrale Drax (VK)
 6. Gevolgen van BECCS voor klimaatbeleid van het Verenigd Koninkrijk
- Bijlage: overzicht resultaten CCS-projecten uit (1) verwerking van natuurlijk gas, (2) de industriële sector en (3) de energiesector (IEEFA-studie 2022).

1. Inleiding

1.1 Bossen belangrijkste ecosysteem bij koolstofopslag

²⁸ De brief is ondertekend door 87 wetenschappers. Zie voor de namen van de ondertekenaars onder aan de Engelse versie van de verklaring.

²⁹ Om de vertaling van de verklaring beter leesbaar te maken is een paragraaf-indeling toegevoegd. De originele Engelse tekst is hier te lezen: <https://sites.tufts.edu/gdae/files/2021/07/A-Statement-by-Scientists-on-BECCS-FINAL-for-Submission-with-signatures.pdf> Paragrafen 4.3 (CCS Boundary Dam), 4.4 (Overzicht resultaten CCS-projecten) en paragraaf 5.3 (kosten CCS bij biomassacentrale Drax) zijn vanwege de actualiteit toegevoegd.

Bossen vormen het belangrijkste ecosysteem bij het jaarlijks verwijderen van kooldioxide uit de atmosfeer. Bossen accumuleren eeuwenlang koolstof in de vorm van biomassa van levende en dode bomen en in de bodem. Zonder de groei van bomen in bossen en andere terrestrische planten zou de jaarlijkse toename van koolstofdioxide in de atmosfeer ongeveer 31% groter zijn dan nu het geval is.³⁰

1.2 Biomassaverbranding voegt CO₂ toe aan atmosfeer

Bio-energie uit bossen voegt steeds grotere hoeveelheden kooldioxide toe aan de atmosfeer. Bio-energie vermindert de capaciteit van bossen om kooldioxide in de atmosfeer te absorberen en klimaatneutraliteit te bereiken als vastgesteld doel om de wereldwijde temperatuurstijging te beperken. Het toevoegen van afvang- en opslagtechnologie (CCS-technologie; Carbon Capture and Storage) aan een bio-energiecentrale lost dit probleem niet op. Bio-energie met koolstofafvang en -opslag (BECCS) is niet op schaal gedemonstreerd. Gebaseerd op praktijkervaring met bestaande CCS voor steenkool, zal het relatief weinig van de CO₂-uitstoot uit de levenscyclus verwijderen en de kosten van elektriciteitsopwekking aanzienlijk verhogen.

2. Onjuiste CO₂-boekhouding bio-energie

2.1 CO₂-emissies voorafgaande aan biomassaverbranding

Met behulp van een onjuiste CO₂-boekhouding wordt beweerd dat het vervangen van fossiele brandstoffen door het verbranden van hout CO₂-neutraal is.³¹ Er wordt beweerd dat aanplant van bomen uiteindelijk de koolstofdioxide die wordt uitgestoten door biomassaverbranding zal opnemen en verwijderen. Bij deze beweringen wordt geen rekening gehouden met het **niet** verwijderen van koolstofdioxide uit de atmosfeer door CO₂-emissies die eerder in de keten plaatsvinden (voorafgaand aan verbranding³²):

- het oogsten van bomen (die geen CO₂ meer kunnen absorberen);
- het verlies van koolstof en voedingsstoffen uit de bodem (bodemoxydatie) bij de oogst;
- de aanzienlijke CO₂-emissies van fossiele brandstoffen die gepaard gaan met het oogsten en verwerken van hout tot vormen (zoals houtpellets) die geschikt zijn om te verbranden op commerciële schaal voor warmte en elektriciteit.

2.2 CO₂-schuld van meer dan 40 jaar

Elektriciteit uit bio-energie op commerciële schaal stoot per eenheid energie meer

³⁰ <https://essd.copernicus.org/articles/12/3269/2020/> Global Carbon Budget 2020

³¹ <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aaf354>

Sterman et al 2018, Environmental Research: Reply to comment on 'Does replacing coal with wood lower CO₂ emissions? Dynamic lifecycle analysis of wood bioenergy'

³² <https://www.nrdc.org/sites/default/files/bad-biomass-bet-beccs-ib.pdf>

koolstofdioxide uit dan steenkool en tweemaal zoveel als aardgas.³³ Zelfs als bosaanwas de eerder uitgestoten kooldioxide uit alle bronnen zou verwijderen, laat een goede koolstofboekhouding zien dat dit niet mogelijk is tijdens de korte periode van klimaatmitigatie van één tot drie decennia vanaf nu die er resteert om de klimaatdoelen te halen (55% CO₂ reductie in 2030 tov 1990; klimaatneutraal in 2050). In het geval van hele bomen en andere materialen met een grote diameter kan het 40 jaar tot meerdere eeuwen³⁴ duren voordat de hergroei van bossen en de bijbehorende koolstofaccumulatie het emissieniveau van fossiele brandstoffen bereikt.³⁵ Er is aangetoond dat het "uitdunnen" van bossen in het zuidoosten van de VS een koolstofschuld genereert die meer dan 40 jaar aanhoudt.³⁶ In een scenario waarbij energie wordt opgewekt uit bosbouwresiduen die anders zouden rotten en hun koolstof zouden afgeven, wordt pas na enkele decennia pariteit (gelijkwaardigheid)³⁷ met fossiele brandstoffen bereikt.

2.3 Doorgroei bossen beter dan herbebossing

Het is aangetoond dat door voortdurende groei van bossen (proforestation genoemd³⁸) meer koolstofdioxide uit de atmosfeer wordt vastgelegd dan door herbebossing van de gekapte gebieden die hout als brandstof hebben geproduceerd. In feite zullen nieuw aangeplante bossen nooit zoveel koolstofdioxide opslaan als een ouder bos gedurende de periode van slechts enkele decennia waarin dat nodig is. We hebben geen tijd om decennia tot eeuwen te wachten.

3. Bio-energie met koolstofvastlegging en -opslag (BECCS)

3.1 Kloof tussen CO₂ absorberend vermogen natuur en resterende CO₂-emissies

Eerder in de afgelopen 10 jaar is het argument gebruikt dat het verbranden van hout en het afvangen en opslaan van koolstofdioxide in geschikte geologische structuren, zal leiden tot negatieve emissies. Het idee won aan bekendheid toen ontwikkelaars en gebruikers van klimaatmodellen probeerden vast te stellen wat er gedaan moest worden om de verdere toename van kooldioxide in de atmosfeer te stoppen en zij voor een dilemma kwamen te staan. Elke praktische uitfasering van

³³ https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf Does replacing coal with wood lower CO₂ emissions? Dynamic lifecycle analysis of wood bioenergy

³⁴ <https://legacy.uploads.southernenvironment.org/publications/biomass-carbon-study-FINAL.pdf> Biomass Supply and Carbon Accounting for Southeastern Forests

³⁵ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117302034> Carbon debt and payback time – Lost in the forest?

³⁶ https://legacy.uploads.southernenvironment.org/publications/2019-05-27_Drax_emissions_-_SIG_report_Phase_II.PDF The Carbon Impacts of UK Electricity Produced by Burning Wood Pellets from Drax's Three U.S. Mills.

³⁷ <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aaac88> Not carbon neutral: Assessing the net emissions impact of residues burned for bioenergy

³⁸ <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2019.00027/full>

fossiele brandstoffen die kooldioxide uitstoten, liet een kloof bestaan tussen de resterende CO₂-uitstoot en het vermogen van natuurlijke systemen zoals bossen, wetlands, graslanden en bodems of de oceanen om deze uitstoot te verwijderen.

3.2 Overgesimplificeerde analyse van BECCS

In plaats van alleen maar de aandacht te vestigen op de kloof, identificeerden de ontwikkelaars van klimaatmodellen nog niet bestaande technologie: bio-energie met koolstofafvang en -opslag (BECCS). Deze denkbeeldige technologie zou hout verbranden en de uitgestoten kooldioxide afvangen en opslaan. In deze overgesimplificeerde analyse zou deze technologie koolstofnegatief zijn.

3.3 BECCS niet CO₂-negatief vanwege uitstoot bij houtoogst en verwerking

Maar omdat het verbranden van hout voor energie niet koolstofneutraal is in het relevante tijdsbestek (in 2050 klimaatneutraliteit), is het afvangen van de koolstofdioxide niet koolstofnegatief. Naast de schoorsteenemissies van een van een bio-energiecentrale zijn er verschillende categorieën extra emissies: de oogst-, transport- en verwerkingsemisies en het verlies van koolstof uit de bodem en bosresten na de oogst. Dan is er nog de verloren gegane verwijdering van koolstofdioxide als de geoogste bomen hadden mogen blijven groeien. Deze extra emissies kunnen niet worden opgevangen.³⁹

4. Technologie voor afvang en opslag van koolstofdioxide (CCS)

4.1 Huidige praktijkervaringen bij CCS

Bij elke analyse over de toekomstige implementatie van BECCS op commerciële schaal moeten de praktijkervaringen van de technologie voor het afvangen en opslaan van kooldioxide (CCS) die momenteel in gebruik is, worden onderzocht. Aannames met betrekking tot het afvangpercentage van CO₂ bij CCS voor kolen- en aardgasgestookte elektriciteitscentrales blijken in de praktijk overschat te zijn. Dit vanwege onvolledige koolstof-levenscyclusanalyse, onderschatting van de extra elektriciteit die nodig is om de CO₂ af te vangen en op te slaan, en de inefficiëntie van het afvangproces zelf.⁴⁰

CCS-ervaringen bij kolen- en gascentrales zijn opgedaan bij de volgende drie projecten:

1. Het Kemper-project (Mississippi energiecentrale VS; bruinkoolvergassing). Dit project is mislukt.⁴¹
2. Het CCS-project Petra Nova (VS). Dit project krijgt na slechte resultaten en na

³⁹ <https://ieefa.org/resources/carbon-capture-crux-lessons-learned> The carbon capture crux: Lessons learned.

⁴⁰ <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/ee/c9ee02709b#!divAbstract> The health and climate impacts of carbon capture and direct air capture.

⁴¹ <https://www.eenews.net/articles/the-kemper-project-just-collapsed-what-it-signifies-for-ccs/> The Kemper project just collapsed. What it signifies for CCS. 26 oktober 2021.

enkele jaren stilstand nu mogelijk een doorstart.

3. Het project Boundary Dam in Saskatchewan (VS).

4.2 CCS-project Petra Nova (VS)

Petra Nova is een grote CCS-installatie bij de kolencentrale in Thompsons in Texas (VS). Het CCS-project rapporteerde een koolstofafvang van 92,4% vóór de sluiting in de zomer van 2020. Maar volgens een andere analyse werd slechts 55,4% van de CO₂ uit de kolenverbranding afgevangen. Elektriciteit voor de CO₂-afvang vereist een extra 0,5 kWh per kWh elektriciteit die de centrale produceert (redactie: dat wil zeggen dat 50% extra energie nodig is voor CCS). De elektriciteit werd geleverd door een aardgasgenerator. De

CO₂-emissies zijn in de atmosfeer uitgestoten. Dit verminderde de totale uitstoot verwijdering tot slechts 33,9% van de totale CO₂-uitstoot. Over de volledige levenscyclus, inclusief emissies vooraan in de keten, verminderde de koolstofafvang van Petra Nova de CO₂-uitstoot met slechts 10,8% over een periode van 20 jaar. Petra Nova bevatte geen CO₂-opslag. De afgevangen CO₂ werd gebruikt voor verbeterde oliewinning. De emissies van CO₂-transport en opslag zouden moeten worden toegevoegd aan de bepaling van de CO₂-winst van een BECCS-installatie. Petra Nova CCS staakte haar activiteiten in de zomer van 2020 vanwege een verlies van een markt voor de teruggewonnen CO₂. Er worden nu pogingen gedaan om door te starten.⁴²

4.3 CCS bij kolencentrale Boundary Dam in Saskatchewan (VS)⁴³

Het gaat om een CCS-eenheid bij de kolencentrale Boundary Dam in Saskatchewan (VS).⁴⁴ 30% van de energieproductie van de centrale is nodig om de CO₂ af te vangen en te comprimeren voor transport naar de opslag. Het project heeft consequent de doelstellingen voor koolstofafvang niet gehaald. Inkomsten uit de verkoop van de afgevangen CO₂ voor verbeterde oliewinning (EOR) zijn essentieel geweest voor de rendabiliteit van het project.⁴⁵ Tot slot hebben de exploitanten van de Boundary Dam de aanvankelijke plannen om koolstofafvangapparatuur op de andere eenheden van de kolencentrale te installeren niet uitgevoerd en laten varen. Vermoedelijk vanwege de slechte rendabiliteit van het project.

⁴² <https://www.change.inc/energie/s-werelds-grootste-ccs-project-krijgt-tweede-kans-39555> 13 februari 2023
<https://www.reuters.com/business/energy/restart-delayed-texas-coal-unit-linked-petra-nova-ccs-project-2023-08-01/> 1 augustus 2023
<https://www.reuters.com/business/energy/carbon-capture-project-back-texas-coal-plant-after-3-year-shutdown-2023-09-14/> 14 september 2023.

⁴³ Deze paragraaf is toegevoegd omdat het een belangrijke CCS-pilot is.

⁴⁴ <https://ieefa.org/wp-content/uploads/2021/04/Boundary-Dam-3-Coal-Plant-Achieves-CO2-Capture-Goal-Two-Years-Late-April-2021.pdf>. Boundary Dam 3 Coal Plant Achieves Goal of Capturing 4 Million Metric Tons of CO₂ but Reaches the Goal Two Years Late.

⁴⁵ De extra CO₂-uitstoot door het verbranden van olie die zonder EOR niet teruggewonnen had kunnen worden, wordt officieel niet meegerekend bij de uitstoot van het Boundary Dam project, hoewel er wel een direct verband is.

4.4 Overzicht resultaten CCS-projecten⁴⁶

Het IEEFA-rapport⁴⁷ geeft een overzicht van de efficiency en rendabiliteit van CCS-projecten. Zie ook bijlage.

De realiteit van de bestaande CCS-technologie bij kolencentrales toont aan dat BECCS, in tegenstelling tot de veronderstellingen, waarschijnlijk niet veel CO₂ zal verwijderen uit de levenscyclus van een houtverbrandingsinstallatie.

waarschijnlijk niet veel CO₂ zal verwijderen uit de levenscyclus van een houtverbrandingsinstallatie. BECCS zal het doorgroeien van bossen voor koolstofaccumulatie uit de atmosfeer ('proforestation') blokkeren, juist wanneer dit het meest nodig is.

5. Veel subsidie nodig voor BECCS

5.1 Duurder dan de meeste andere technologieën

Elektriciteit uit houtverbranding is duurder dan de meeste andere technologieën behalve kernenergie. BECCS stoot broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen uit. Terwijl minder dure alternatieven zoals wind- of zonne-energie geen CO₂ en geen luchtverontreinigende stoffen uitstoten. Het afvangen van kooldioxide uit bio-energie zal gebruik maken van CCS die ontwikkeld is voor kolencentrales.

5.2 Zeer hoge meerkosten bij CO₂-afvanginstallatie Petra Nova energiecentrale

De CCS-installatie bij de kolencentrale Petra Nova (VS) verwijderde slechts 31% van de CO₂-emissies uit de schoorsteen van een ketel van 654 MW. De kosten van de extra koolstofafvangapparatuur bedroegen 1 miljard dollar. De kosten van de afvang-technologie bedroegen 74% (\$4200/kW) bovenop de kosten van de energieproductie (\$5700/kW). De kosten zouden nog hoger zijn voor een BECCS-installatie die rekening moet houden met de kosten van het CO₂-opslagproces. In het Verenigd Koninkrijk zijn (bij biomassacentrale Drax) al miljarden ponden uitgegeven om dure houtverbranding voor de productie van elektriciteit haalbaar te maken. Veel betere alternatieven voor steenkool zijn koolstofvrije bronnen zoals de zeer succesvolle off-shore windenergie in het Verenigd Koninkrijk, waaraan batterij- en mechanische opslag kan worden toegevoegd tegen veel lagere kosten dan BECCS met een veel grotere reductie in broeikasgasemissies.

5.3 Kosten CCS bij biomassacentrale Drax (VK)⁴⁸

Volgens een rapport uit 2021 van de Britse milieu-denktank Ember zou voor de aanpassing van de biomassacentrale Drax centrale (VK) met een koolstofafvang-

⁴⁶ Deze paragraaf is toegevoegd in verband met de actualiteit. Het IEEFA overzicht geeft toegevoegde waarde.

⁴⁷ <https://ieefa.org/resources/carbon-capture-crux-lessons-learned> September 01, 2022

Bruce Robertson and Milad Mousavian. De crux van carbon capture: lessons learned.

⁴⁸ Deze paragraaf is toegevoegd in verband met de actualiteit.

installatie (met exploitatie als een BECCS centrale) voor een periode van 25 jaar £31,7 miljard (€36,9 miljard) aan subsidies nodig zijn.⁴⁹ De auteurs van het rapport gebruikten cijfers uit een door consultancy Ricardo (in opdracht van de overheid) uitgevoerd onderzoek.⁵⁰

6. Gevolgen van BECCS voor klimaatbeleid van het Verenigd Koninkrijk

Het Britse Committee on Climate Change (CCC) is in haar rapport⁵¹ er duidelijk over geweest dat voordat bio-energie pas een rol kan spelen in het koolstofarm maken van de economie, het Verenigd Koninkrijk een groot aantal hervormingen moet doorvoeren in de boekhoudregels voor biomassa, regelgeving en waarborgen voor de bevoorradingsketen: "Er zijn een aantal hiaten in dit kader die moeten worden aangepakt (in het bijzonder rond het opnemen van veranderingen in koolstofvoorraden in bestaande bossen in de duurzaamheidscriteria)." (Zie pagina 17 van het rapport, met nadruk toegevoegd). De bescheiden CO₂-verwijdering, het verlies aan biomassakoolstof, de verhoogde luchtverontreiniging en de hoge kosten moeten worden erkend. Duidelijk bewijs wijst op het feit dat een groot deel van de biomassa die geïmporteerd wordt op de Britse energiemarkt afkomstig is van rondhout (hele bomen), dat de bossen en de bijbehorende biodiversiteit aantast. Beweringen over duurzame bosbouw voor deze bron van brandstof als ze waar zijn, zullen de groei van de atmosferische CO₂-voorraden niet verminderen. Dit brengt het Verenigd Koninkrijk niet in de richting van het doel om in 2050 koolstofneutraal te zijn.

Bijlage: overzicht resultaten CCS-projecten uit (1) verwerking van natuurlijk gas, (2) de industriële sector en (3) de energiesector.

Bron: <https://ieefa.org/resources/carbon-capture-crux-lessons-learned>. IEEFA, September 01, 2022, Bruce Robertson and Milad Mousavian. De crux van carbon capture: lessons learned.

⁴⁹ <https://ember-climate.org/insights/research/cost-drax-beccs-plant/> The cost of the Drax BECCS plant to UK consumers 25 mei 2021.






















Dat er veel subsidie mee gemoeid is blijkt uit het feit dat in april 2022 de geplande BECCS van Stockholm Exergie een Europese innovatiesubsidie van 180 miljoen euro heeft ontvangen: <https://beccs.se/news/stockholm-exergis-beccs-project-receives-180-million-eur-in-eu-funding/>.

⁵⁰ https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/911268/potential-of-bioenergy-with-carbon-capture.pdf Analysing the potential of bioenergy with carbon capture in the UK to 2050, 2018.

⁵¹ <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2018/11/Biomass-in-a-low-carbon-economy-CCC-2018.pdf>



Carbon Capture and Storage (CCS) projects' poor report card

	Project	Capacity (MtCO ₂ p.a.)	Performance
	Natural Gas processing		
	 1986 Shute Creek	7	Lifetime under-performance of 36% 
	 1996 Sleipner	0.9	Performing close to the capture capacity 
	 2004 In Salah	1.1	Failed after 7 years of operation 
	 2007 Snøhvit	0.7	Performing close to the capture capacity 
	 2019 Gorgon	4	Lifetime under-performance of ~50% 
	Industrial sector		
	 2000 Great Plains	3	Lifetime under-performance of 20–30% 
	 2013 Coffeyville	0.9	No public data was found on the lifetime performance. 
	 2015 Quest	1.1	Performing close to the capture capacity 
	 2016 Abu Dhabi	0.8	No public data was found on the lifetime performance. 
	 2017 Illinois Industrial (IL-CCS)	1	Lifetime under-performance of 45–50% 
	Power sector		
	 2014 Kemper	3	Failed to be started 
	 2014 Boundary Dam	1	Lifetime under-performance of ~50% 
	 2017 Petra Nova	1.4	Failed after 4 years of operation 

Source: IEEFA. *The Carbon Capture Cruc: Lessons learned*. September 2022.