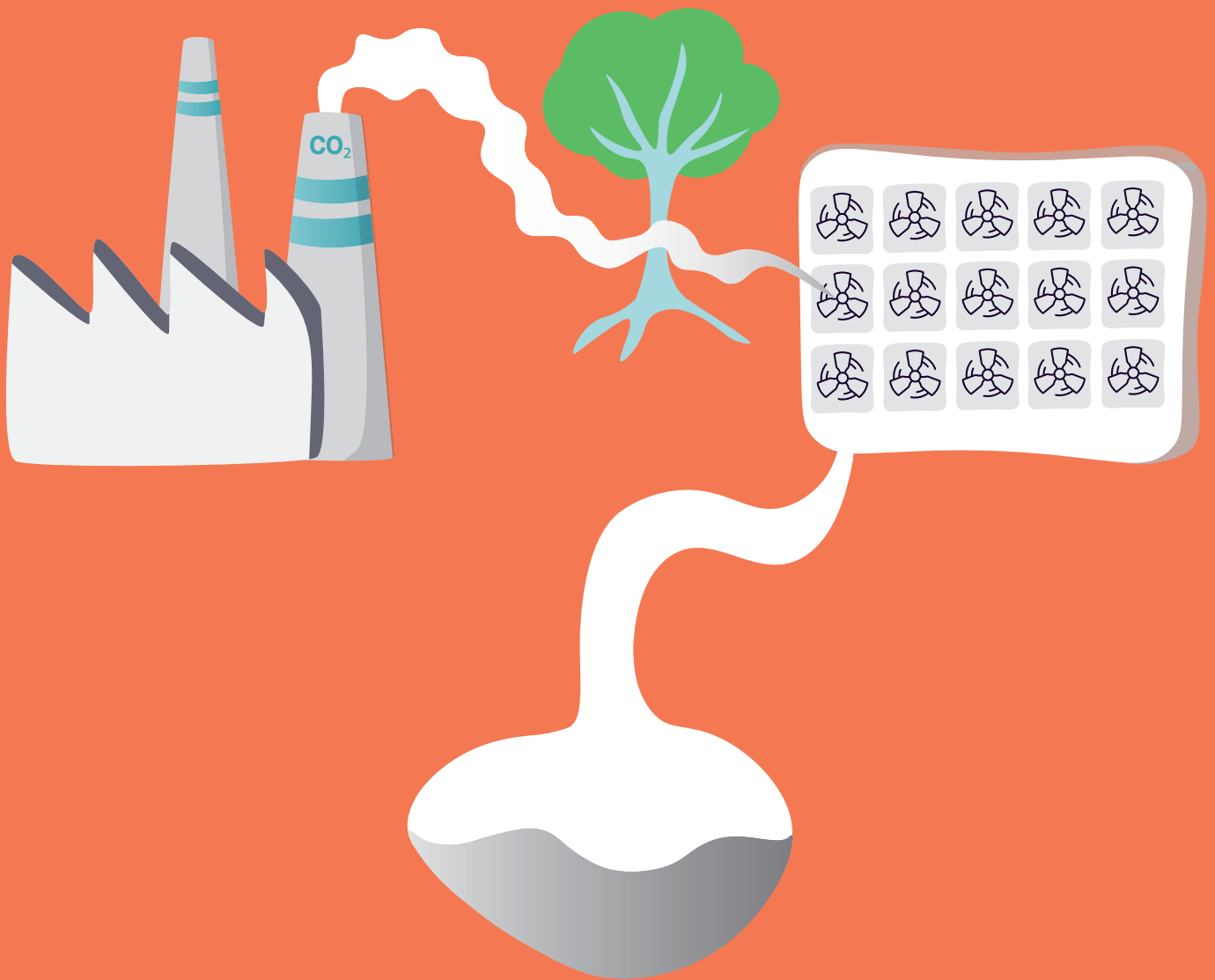


# CO<sub>2</sub>-fjerning - Løsningen som tar oss til null



**Publisert av Zero Emission Resource Organisation (ZERO)**

September 2022

**Layout og illustrasjoner:** Nora Presttun Hindenes/ZERO

**Skrevet av:**

Martine Mørk/ZERO

Anne Marit Post-Melbye/ZERO

**Prosjektet og rapporten er utarbeidet med finansiell støtte fra:**

*Aker Carbon Capture, Avfall Norge, Biogass Norge, Carbon Removal, CCUS Norge, CMS Kluge, Endrava, Equinor, Greencap Solutions, Hafslund Oslo Celsio, Horisont*

*Energi, Inherit Carbon Solutions, Norcem, Norges*

*Skogeierforbund, Norsk Biokullnettverk, Norske Skog, Northern Lights, Off-shore Norge, Skift, Statkraft Varme, Statskog, St1 og Veidekke.*

**Om ZERO**

ZERO er en uavhengig, ideell organisasjon som jobber for å møte klimakrisen med utslippsfrie teknologier og handlekraft. Vi mener politisk lederskap og et fremoverlent næringsliv er avgjørende for å løse klimakrisen.

**Kontakt**

Zero Emission Resource Organisation

Youngstorget 1

0181 Oslo

Telefon: 922 96 200

E-post: zero@zero.no

Org.nr.: 984 143 028

[www.zero.no](http://www.zero.no)





# Sammendrag

**FNs klimapanel viser at for å nå de internasjonale klimamålene holder det ikke lenger å bare kutte utslipp. Vi må også fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Norge har i dag ingen mål eller virkemidler for å skalere opp CO<sub>2</sub>-fjerning nasjonalt, i motsetning til våre naboland Finland og Sverige. I denne rapporten utforsker ZERO hva behovet for CO<sub>2</sub>-fjerning betyr nasjonalt i Norge, med to mål: 1) definere rollen til CO<sub>2</sub>-fjerning i norsk klimapolitikk og 2) analysere virkemidler for å realisere prosjekter i Norge.**

Det finnes en rekke ulike løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Fra naturbaserte løsninger som utnytter naturens evne til å binde CO<sub>2</sub> gjennom fotosyntesen, til teknologiske løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub> direkte fra lufta, til hybrider som kombinerer de to. For å navigere i landskapet av ulike løsninger med ulike kostnader, nytteverdier og ressursbehov har ZERO utviklet fem prinsipper for klimaeffektiv fjerning av CO<sub>2</sub>:

1. CO<sub>2</sub>-fjerning skal ikke utsette utslippskutt. Å kutte utslipp er det viktigste tiltaket for å komme i mål. ZERO mener det bør etableres et separat mål for CO<sub>2</sub>-fjerning som setter et tak på hvor mye fjerning som kan bli brukt mot klimamål i 2030 og mål om netto nullutslipp.
2. Permanent lagring er et mål. Ved bruk av teknologiske løsninger lagres CO<sub>2</sub> opptil millioner av år. ZERO anbefaler at permanent lagring er et av målene ved utforming av politikk for CO<sub>2</sub>-fjerning. Dette vil bidra til at den største nytten med teknologiske løsninger; permanent sluttlagring av CO<sub>2</sub> utløses, og at teknologiene kan skaleres og kommersialiseres.
3. Positive nytteverdier for naturbaserte løsninger er et mål. Ved vurdering av naturbaserte løsninger bør både CO<sub>2</sub>-lagring og positive nytteverdier på biodiversitet og klimatilpasning vektlegges. ZERO mener derfor politikken for CO<sub>2</sub>-fjerning bør ha to delmål: 1) bidra til permanent CO<sub>2</sub>-fjerning, og 2) utløse positive nytteverdier fra naturbaserte tiltak.
4. Det korte og det lange kretsløpet bør holdes adskilt. ZERO anbefaler at det prinsipielle skillet mellom det kortvarige og langvarige karbonkretsløpet et et grunnlag for utforming av politikk for CO<sub>2</sub>-fjerning. Dette skal bidra til å sikre 1) mest mulig utslippskutt og 2) mest mulig opptak av CO<sub>2</sub> i natur. For å nå begge disse målene, bør det begrenses at disse løsningene avregnes mot hverandre.
5. CO<sub>2</sub>-fjerning skal dokumenteres og sertifiseres. Det er nødvendig å sikre sporbarhet og sertifisering i verdikjedene, også for å sikre bærekraft og verdikjeder med lav klima- og miljøpåvirkning.

# Sammendrag

Det er store muligheter for å skalere opp løsninger i Norge. Norge har lang erfaring innen utvikling av karbonfangstteknologi og geologisk CO<sub>2</sub>-lagring. CO<sub>2</sub>-fjerning kan skape nye forretningsmodeller i eksisterende biobasert industri. Direkte luftfangst-aktører som ønsker å etablere seg i Norge kan skape nye norske industrimuligheter. Med store land- og havområder har Norge også gode forutsetninger for å øke opptaket av CO<sub>2</sub> i naturen og utvikle nye grønne næringer.

Det frivillige markedet og EUs arbeid med blant annet sertifisering av CO<sub>2</sub>-fjerning er viktige drivere, men ikke tilstrekkelige for å sikre forutsigbarhet og oppskalering av løsninger. For å realisere prosjekter i Norge er det behov for nasjonal politikk. ZEROs anbefalinger er at det innføres mål om netto nullutslipp i Norge, senest i 2050,

hvor 90-95 prosent skal være i form av utslippskutt. De resterende 5-10 prosent kan komme fra permanent CO<sub>2</sub>-fjerning (som tilsvarer 1 million tonn CO<sub>2</sub> i 2030). Det bør også innføres et eget naturmål som sikrer økt opptak av CO<sub>2</sub> i naturen (1 million tonn CO<sub>2</sub> i 2030), sikrer vern av viktig natur og klimatilpasning. Det må utredes hvordan et slikt naturmål kan utformes.

På bakgrunn av rapportens virkemiddelanalyse anbefaler ZERO at det utredes hvordan omvendte auksjoner eller differansekontrakter for karbon kan implementeres for teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning. For naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning foreslår ZERO at Bionova får ansvaret, utover eksisterende reguleringer i LULUCF. Det viktigste tiltaket for å øke opptaket av CO<sub>2</sub> i natur, er likevel å stanse utslippene fra sektoren ved å stanse avskoging og nedbygging av myr.



# Innholdsfortegnelse

## 7. Begreper og forkortelser

## 8. CO<sub>2</sub>-fjerning og veien til netto nullutslipp

10. Hvor mye CO<sub>2</sub>-fjerning?
11. Den glemte kostnaden med CO<sub>2</sub>-fjerning i norsk politikk
12. Tre formål med CO<sub>2</sub>-fjerning

## 14. Prinsipper for klimaeffektiv fjerning av CO<sub>2</sub>

15. CO<sub>2</sub>-fjerning skal ikke utsette utslippskutt
16. Permanent CO<sub>2</sub>-fjerning er et mål
18. Positive nytteverdier for naturbaserte løsninger er et mål
19. Det korte og lange CO<sub>2</sub>-kretsløpet bør holdes adskilt
19. CO<sub>2</sub>-fjerning skal dokumenteres og sertifiseres

## 20. Løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub> i Norge

22. Naturbaserte løsninger
  23. Påskoging og forbedret skogforvaltning
  24. Agroskogbruk
  24. Fangvekster
  24. Restaurering og av myr
  25. Havbasert CO<sub>2</sub>-fjerning
  26. CO<sub>2</sub>-lagring i bygg og materialer
  26. Biokull
27. Teknologiske løsninger
  27. BECCS - CCS på eksisterende bioindustri
  29. DACCS - direktefangst av CO<sub>2</sub> fra luft

## 30. Finansiering av CO<sub>2</sub>-fjerning

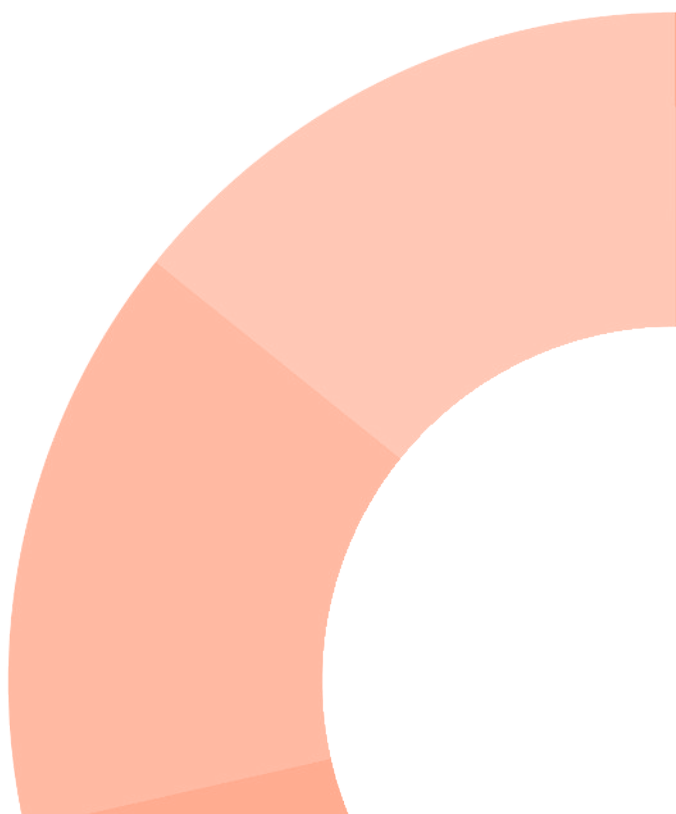
31. Det frivillige markedet for klimakreditter
34. Hva skjer i EU?
36. Hvorfor nasjonal politikk?
37. Bokføring av CO<sub>2</sub>-fjerning - hvem eier rettighetene?

## 38. Norsk politikk for CO<sub>2</sub>-fjerning

39. Nasjonale mål for CO<sub>2</sub>-fjerning
40. Virkemidler for å realisere CO<sub>2</sub>-fjerning i Norge

## 55. ZEROs anbefalinger for å realisere CO<sub>2</sub>-fjerning i Norge

## 56. Referanseliste



# Begreper og forkortelser

<b>AFOLU</b>	Landbruk, skogbruk og annen arealbruk
<b>BECCS</b>	Karbonfangst og -lagring på biogene utslipp (også kalt bio-CCS)
<b>Biogene utslipp</b>	Utslipp med opprinnelse i biomasse
<b>CCS</b>	Karbonfangst og -lagring
<b>CCU</b>	Karbonfangst og -bruk
<b>DACCS</b>	Direktefangst av CO <sub>2</sub> fra luft ("Direct air capture with carbon storage")
<b>EU ETS</b>	EUs kvotesystem for CO <sub>2</sub> ("EU Emission Trading System")
<b>Frivillig marked</b>	Frivillig kjøp og salg av klimakvoter
<b>Hard-to-abate</b>	Utslipp som er teknologisk eller finansielt svært krevende å kutte
<b>Indirekte sjøfangst</b>	Fangst av CO <sub>2</sub> fra sjøvann
<b>IPCC</b>	FNs klimapanel ("Intergovernmental Panel on Climate Change")
<b>Klimakreditter</b>	En klimakreditt representerer et tonn unngått, redusert eller fjernet utslipp
<b>Klimakvoter</b>	Klimakvoter er utslippstillatelser i et kvotesystem som f.eks. EU ETS
<b>Kortvarig lagring</b>	Kortere enn 100 år
<b>Langvarig lagring</b>	Over 100 år og ment å være permanent (over 1000 år)
<b>LULUCF</b>	Arealbruk, arealbruksendringer og skogbruk
<b>Netto negative utslipp</b>	En større mengde CO <sub>2</sub> fjernes enn det som slippes ut
<b>Netto nullutslipp</b>	Balanse mellom utslipp og opptak/fjerning av CO <sub>2</sub>
<b>Permanens</b>	I hvilken grad CO <sub>2</sub> blir lagret bestandig
<b>Pyrolyse</b>	Forbrenning av biomasse uten tilgang på oksygen
<b>Unngåtte utslipp</b>	Utslipp forhindres som følge av å fortrenge et annet utslipp
<b>Reduserte utslipp</b>	Utslipp reduseres som følge av tiltak

## CO<sub>2</sub>-fjerning kalles også...

Negative utslipp, klimapositive løsninger, CDR (Carbon Dioxide Removal), GGR (Greenhouse Gas Removal) og karbonfjerning. Denne rapporten vil bruke terminologien CO<sub>2</sub>-fjerning fordi det presist beskriver hva klimaløsningen skal realisere. CO<sub>2</sub>-fjerning viser til en bredde av ulike løsninger, og det finnes mange ulike definisjoner. ZERO definerer CO<sub>2</sub>-fjerning som *"løsninger for å redusere den atmosfæriske CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen ved å fange og langvarig lagre CO<sub>2</sub> fra luft og biologiske kilder"*.

# CO<sub>2</sub>-fjerning og veien til netto nullutslipp

**FNs klimapanel har vist at CO<sub>2</sub>-fjerning er helt nødvendig for å nå klimamålene (IPCC, 2022; IPCC, 2018). For å ha en 50 prosent sjanse til å nå 1,5-gradersmålet, må verden halvere utslippene i 2030 og oppnå netto nullutslipp i 2050. Netto null betyr en balanse mellom utslipp og fjerning av klimagasser. I 2050 må derfor eventuelle restutslipp nøytraliseres ved å fange og langvarig lagre et like stort volum CO<sub>2</sub> fra luft eller biogene kilder. Dette kalles CO<sub>2</sub>-fjerning.**

Løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren har blitt et nødvendig verktøy for å nå Parisavtalens mål, fordi vi ikke har klart å kutte utslipp tidligere. Derfor må vi fjerne historiske utslipp. Jo lenger verden utsetter raske kutt i utslipp, jo mer CO<sub>2</sub> må fjernes for å nå klimamålene. CO<sub>2</sub>-fjerning er et "nøkkelelement" i alle FNs klimapanelers klimascenarioer som holder temperaturøkningen til godt under 2 grader. Middelerdien for CO<sub>2</sub>-fjerning i scenarioene som holder oss innenfor 1,5 graders oppvarming, er 584 milliarder tonn CO<sub>2</sub> i løpet av dette århundret (IPCC, tabell 3.5, 2022). Dette betyr å fjerne CO<sub>2</sub> tilsvarende mer enn 16 år med dagens utslipp. Dette understreker hvor mye det haster å kutte utslipp raskt, og skalere opp løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren.

Hvilke løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub> som bør bli tatt i bruk, avhenger av nasjonale og regionale forhold (IPCC 2022). Én CO<sub>2</sub>-fjerningsløsning kan ikke alene fjerne hele volumet nødvendig for å begrense temperaturstigningen til 1,5 eller 2 grader. Å fjerne tilstrekkelig CO<sub>2</sub> fra atmosfæren på en bærekraftig måte vil kreve en portefølje av ulike løsninger, skalert opp til et moderat nivå med hensyn til lokale forhold (Minx et al., 2018).

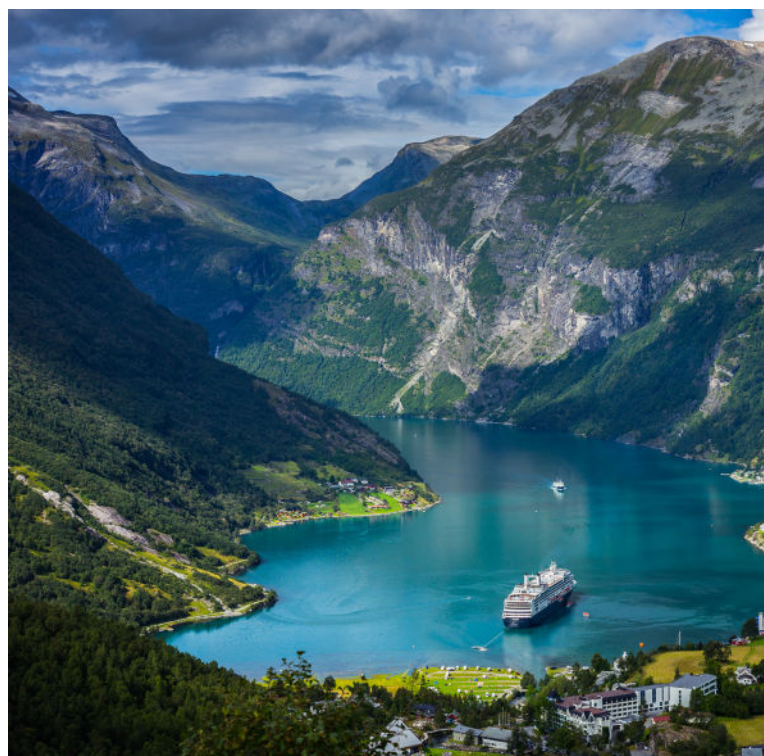
Konseptuelt er CO<sub>2</sub>-fjerning godt etablert i den internasjonale klimadebatten og det er bred konsensus internasjonalt om behovet for CO<sub>2</sub>-fjerning. Men i dag finnes det kun et par storskala teknologiske CO<sub>2</sub>-fjerningsprosjekter på verdensbasis og naturens evne til å lagre CO<sub>2</sub> svekkes stadig ved nedbygging av

naturarealer. I tillegg er det fortsatt kun en håndfull land som har implementert målrettede insentiver på nasjonalt nivå.

I denne rapporten utforsker ZERO hva behovet for CO<sub>2</sub>-fjerning betyr nasjonalt i Norge, med to mål:

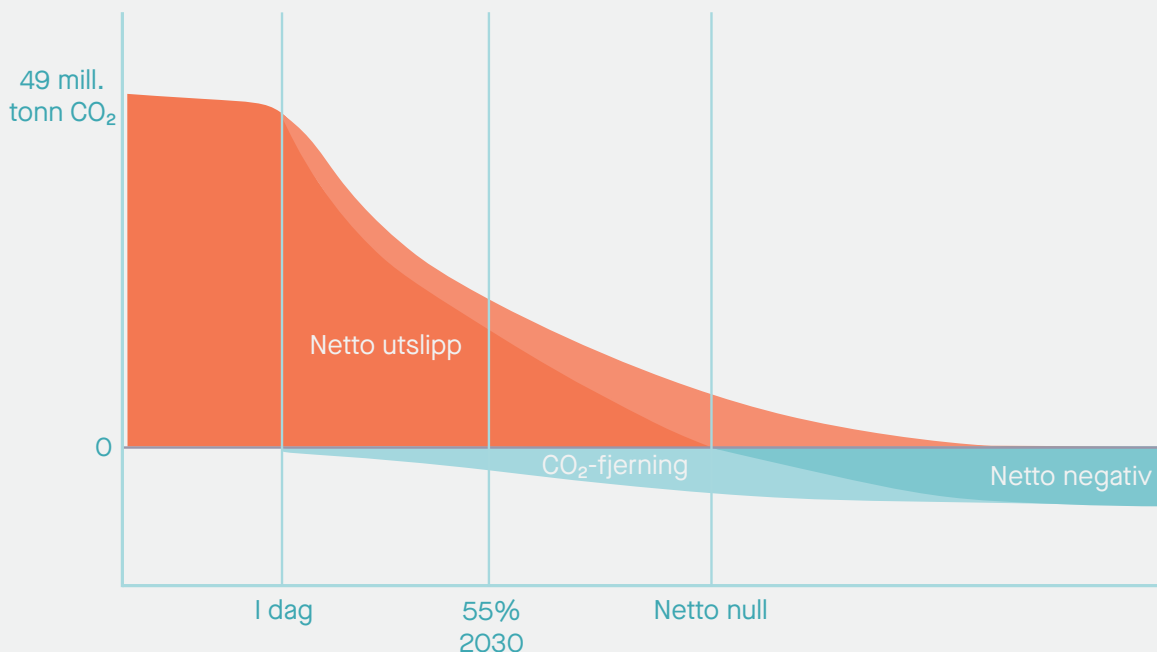
1. Definere rollen til CO<sub>2</sub>-fjerning i norsk klimapolitikk
2. Analysere virkemidler for å realisere prosjekter i Norge.

Norge har i dag ingen politikk eller implementerte insentiver for å skalere opp CO<sub>2</sub>-fjerning nasjonalt, men har med sine store land- og havområder, stort potensial for å øke produksjonen av fornybar energi og CO<sub>2</sub>-lager på norsk kontinentalsokkel, svært gode forutsetninger og muligheter for å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Denne rapporten gjennomgår de mest modne løsningene for å fjerne CO<sub>2</sub> nasjonalt. Det vil si løsninger som er klare for implementering. Avslutningsvis analyseres rammebetingelser og mulige virkemidler for å ta i bruk løsningene.





# CO<sub>2</sub>-fjerning og veien til netto nullutslipp



**Illustrasjon:** CO<sub>2</sub>-fjerning sin rolle i veien mot netto null og netto negative utslipp.

Flere av scenarioene som begrenser temperaturøkningen til 2 grader "overstiger" dette temperaturmålet (IPCC 2022). Overstigning i denne sammenheng betyr at temperaturmålene overstiges i en periode før CO<sub>2</sub>-fjerning bidrar til å senke temperaturen igjen. Det er viktig å merke seg at også en kortvarig temperaturøkning vil ha irreversible konsekvenser

for økosystemer og natur. Isen kommer ikke tilbake når den smelter og økosystemer som utrykkes på grunn av temperaturøkning, gjenoppstår ikke selv om temperaturen synker igjen. Derfor er det viktig å forhindre mest mulig temperaturøkning ved å kutte utslipp, og bruke CO<sub>2</sub>-fjerning som et ytterligere verktøy for å forhindre overstigning.

# Hvor mye CO<sub>2</sub>-fjerning?

**Vi vet at CO<sub>2</sub> må fjernes fra atmosfæren for å nå Parismålene, men hvor stort volum avhenger av hvor fort utslipp kuttes i andre sektorer. Dette kapittelet vil gå nærmere inn på hva klimascenarier kan fortelle oss om behovet for CO<sub>2</sub>-fjerning.**

Klimascenarier er modelleringer hvor antagelser om fremtidig utvikling blir lagt til grunn. Det er derfor stor variasjon i hvor stor grad CO<sub>2</sub>-fjerning blir tatt i bruk i ulike scenarier og fra ulike kilder. I den siste hovedrapporten til FNs klimapanel (2022) er det laget en rekke ulike scenarier som viser potensiell utvikling av fremtidige klimagassutslipp. Hvilke CO<sub>2</sub>-fjerningsløsninger som blir tatt i bruk og til hvilket nivå, varierer på bakgrunn av antagelser om fremtidig utslipp, kostnadsutvikling og tilgjengelighet av ressurser. Det er viktig å påpeke at klimapanelets rapporter ikke er normative, da de ikke sier noe om hvordan utviklingen burde gå, eller hvilket nivå en burde legge seg på. Det er simpelthen deskriptive modelleringer av ulike utviklingsbaner, gitt en rekke antagelser om fremtiden.

I scenarioene som når 1,5 grad med lite eller ingen overstigning, fjernes det kumulativt 30-780 milliarder CO<sub>2</sub> fra BECCS (karbonfangst og -lagring fra biogene utslipp). Det fjernes også 0-310 milliarder tonn CO<sub>2</sub> fra direkte luftfangst (DACCS), og 20-400 milliarder tonn CO<sub>2</sub> fra sektoren landbruk, skogbruk og annen arealbruk (AFOLU) i løpet av dette århundret (IPCC, 2022). I sum viset dette et kumulativt behov for å fjerne 50 til nesten 1500 milliarder tonn CO<sub>2</sub> i løpet av dette århundret. Klimapanelet påpeker selv at det er stor usikkerhet knyttet til bærekraft ved høye volum CO<sub>2</sub>-fjerning. Årlig middelerdi i klimapanelets scenarier som holder oppvarming til godt under 2 grader med lite eller ingen

overstigning, fjerner totalt 5,8 milliarder tonn CO<sub>2</sub> i 2050. Det internasjonale energibyrået (IEA) la frem et scenario i rapporten Netto null i 2050 (2021a), som fjerner mindre CO<sub>2</sub> enn middelerdien i klimapanelets scenarier; 1,8 milliarder tonn CO<sub>2</sub> i 2050. Dette inkluderer både BECCS og DACCS, og nesten halvparten av CO<sub>2</sub> fanget fra bioenergi (BECCS) kommer fra biodrivstoffproduksjon. Dette scenarioet inkluderer kun de energirelaterte utslippene, og utslippskuttene realiseres raskere enn i scenarier med større volum CO<sub>2</sub>-fjerning. Sammenlignet med FNs klimapanelers spesialrapport om 1,5 grader oppvarming (2018) var det i den siste hovedrapporten flere scenarier som utforsket hvordan klimamålene kan nås med raskere utslippskutt og mindre volum CO<sub>2</sub>-fjerning - slik IEA viste i sitt netto null-scenario.

Scenariene som bruker mest CO<sub>2</sub>-fjerning er basert på situasjoner der verden fortsetter å slippe ut store mengder CO<sub>2</sub> de neste årene og bruker CO<sub>2</sub>-fjerning som kompensasjon.

Pågående høyt utslippsnivå øker derfor behovet for CO<sub>2</sub>-fjerning, og det vil kreve enorme ressurser for å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren, spesielt knyttet til biomasse, energi og land. Det har blitt anslått at et årlig behov for BECCS på 3,3 milliarder tonn CO<sub>2</sub>-fjerning vil kreve et landområde til biomasseproduksjon i størrelsesordenen én til to ganger India (Anderson & Peters, 2016).

Et ønskelig utfall i et klimaperspektiv er derfor å nå 1,5 gradersmålet ved å bruke minst mulig CO<sub>2</sub>-fjerning, for det betyr at utslipp er redusert raskt og minst mulig ressurser er benyttet for å fjerne CO<sub>2</sub>. De aller fleste utslippskutt i dag er mye billigere enn å slippe ut CO<sub>2</sub> for så igjen å fange og lagre fra atmosfærisk opprinnelse.

## Den glemte kostnaden med CO<sub>2</sub>-fjerning i norsk politikk

I **Perspektivmeldingen** anslår regjeringen at norsk olje- og gassproduksjon vil falle med 65 prosent frem mot 2050, som følge av at ressursene på norsk sokkel brukes opp. De skriver at det er i tråd med 1,5 gradersmålet i Parisavtalen, siden medianen i klimapanelets klimascenarier reduserer bruk av fossile råstoff i omtrent samme hastighet (IPCC, 2018).

Det som ikke blir omtalt i Perspektivmeldingen er kostnadene ved de store mengdene CO<sub>2</sub> som fjernes i disse scenarioene for å kompensere for de pågående utslippene. Scenarier som beskriver en verden som fortsetter å bruke fossil energi, må også fjerne større mengder CO<sub>2</sub> enn det som er tilfelle for scenarier som beskriver en verden med raske utslippskutt.

**ZERO mener** derfor at hvis Norge skal fortsette å utvinne olje og gass, må Norge også fjerne store mengder CO<sub>2</sub> fra atmosfæren for å være i tråd med Parisavtalen. Politikk som ikke stimulerer raske globale utslippskutt, kan ikke overse kostnadene for å fjerne CO<sub>2</sub>.

# Tre formål med CO<sub>2</sub>-fjerning

CO<sub>2</sub>-fjerning bidrar til å stabilisere CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i atmosfæren på tre måter. FNs klimapanel har skissert tre formål med CO<sub>2</sub>-fjerning, som presenteres kort under (IPCC, 2022). Disse formålene bør fungere som et utgangspunkt for implementering av målrettede nasjonale rammebetingelser.

## 1

### For å nå klimamålene raskere

CO<sub>2</sub>-fjerning kan akselerere farten på veien til nullutslipp. Med dagens politikk ser det vanskelig ut å redusere utslipp raskt nok. CO<sub>2</sub>-fjerning kan bidra til raskere netto utslippsreduksjon, og med dette bidra til å nå nasjonale forpliktelser under Parisavtalen.

## 2

### For å nå netto nullutslipp: kompensere for restutslipp

I de fleste klimascenarioene som begrenser global oppvarming til 1,5 eller 2 grader, vil det fortsatt være noen gjenstående klimagassutslipp (CO<sub>2</sub> og andre klimagasser), fra sektorer der det er vanskelig å kutte alle utslipp. Jordbrukssektoren vil, til tross for utslippsreduksjoner og effektivisering, fortsatt ha metangassutslipp som vi med dagens teknologi ikke ser ut til å bli fullstendig kvitt. Andre såkalte hard to abate-sektorer, som aluminium, har også høye klimagassutslipp det er utfordrende å kutte helt. Derfor kan CO<sub>2</sub>-fjerning også brukes til å kompensere for eventuelt gjenværende utslipp.

## 3

### For å realisere netto negative utslipp

Utover å bidra til raskere netto utslippskutt og kompensere for restutslipp, må også CO<sub>2</sub>-fjerning brukes til å redusere konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Siden verden ikke har klart å kutte utslipp fram til i dag, vil det også bli nødvendig å fjerne noe av CO<sub>2</sub>-en som er, og fortsetter å bli sluppet ut, i atmosfæren. Dette for å klare å begrense global oppvarming til 1,5 eller 2 grader. Det vil si at samtidig som utslipp må reduseres, må mer CO<sub>2</sub> fjernes enn vi slipper ut. I de aller fleste scenarioene som når 1,5 og 2 grader med liten eller ingen overstigning, fjernes mer CO<sub>2</sub> enn det som slippes ut - altså netto negative utslipp. Det vil si at for å holde temperaturøkningen til godt under 2 grader, må vi lenger enn null for å kompensere for historiske utslipp.

# Hvem skal betale for å fjerne utslippene ingen eier?

Førende for klimapolitikken har vært prinsippet om at forurenser betaler. Spørsmålet er hvem som skal betale for å fjerne CO<sub>2</sub> som allerede er sluppet ut i atmosfæren. Utfordringen med CO<sub>2</sub>-fjerning er at dette er utslipp uten eier. I motsetning til faktiske utslipp, hvor det alltid finnes et land og en virksomhet som har ansvaret, er det ingen som har ansvar for å fjerne CO<sub>2</sub>. Det vil være fellesskapets ansvar å finansiere CO<sub>2</sub>-fjerning.

Den brede tilslutningen til Parisavtalen skyldes utformingen nedenfra og opp, der land rapporterer egne nasjonale mål for reduksjon av klimagassutslipp. Avtalen er basert på prinsippet om “common but differentiated response and respective capabilities”, som slår fast at rike land, med høyere historiske utslipp og større økonomiske ressurser, har et større ansvar for å redusere utslipp raskere enn fattige land som historisk sett har bidratt mindre til global oppvarming.

IEA slår fast at målene som verdens land har rapportert inn til FN, til sammen ikke er nok til å nå netto nullutslipp i 2050 (IEA, 2021c). Derfor er det nødvendig at land med ressurser og høye historiske utslipp starter utvikling av løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren.

Mange land har netto nullmål etter 2050. For eksempel har Kina en ambisjon om nå netto nullutslipp i 2060 og India i 2070. Verden kommer mest sannsynlig ikke til å ha eliminert alle utslipp innen 2050. Det betyr at noen land må ta et større ansvar enn andre ved å nå nullutslipp raskere og i tillegg fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren for å kompensere for CO<sub>2</sub> som allerede er sluppet ut. Både Sverige og Finland har slike ambisiøse mål, om netto nullutslipp i henholdsvis 2045 og 2035.

Finland ble det første landet som etablerte et netto

negativt mål i sin klimalovgivning våren 2022. En kommisjon av økonomer fikk i oppdrag av regjeringen å regne ut når landet burde bli klimanøytralt for å være i tråd med Parisavtalens prinsipper.

Kommisjonen la tre prinsipper til grunn i sin anbefaling: likhet (alle verdens borgere har rett på like mange utslipp framover), betalingsevne (BNP) og volum av CO<sub>2</sub> allerede sluppet ut (historisk ansvar). Ved å operasjonalisere disse prinsippene, regnet kommisjonen seg frem til at Finland burde bli klimanøytralt i 2035 og ha negative utslipp i 2040 (The Finnish Climate Change Panel, 2019).



# Prinsipper for klimaeffektiv fjerning av CO<sub>2</sub>

ZERO foreslår **fem prinsipper** for å sikre klimaeffektiv fjerning av CO<sub>2</sub>. Målet er å tydeliggjøre hva internasjonale konsepter for CO<sub>2</sub>-fjerning betyr for nasjonal politikk. Disse prinsippene viser at det er behov for ulike virkemiddelbruk for ulike løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub>. Potensialet for disse løsningene gjennomgås i neste kapittel, før mulige finansieringsløsninger og rammebetingelser presenteres.



# 1. CO<sub>2</sub>-fjerning skal ikke utsette utslippskutt

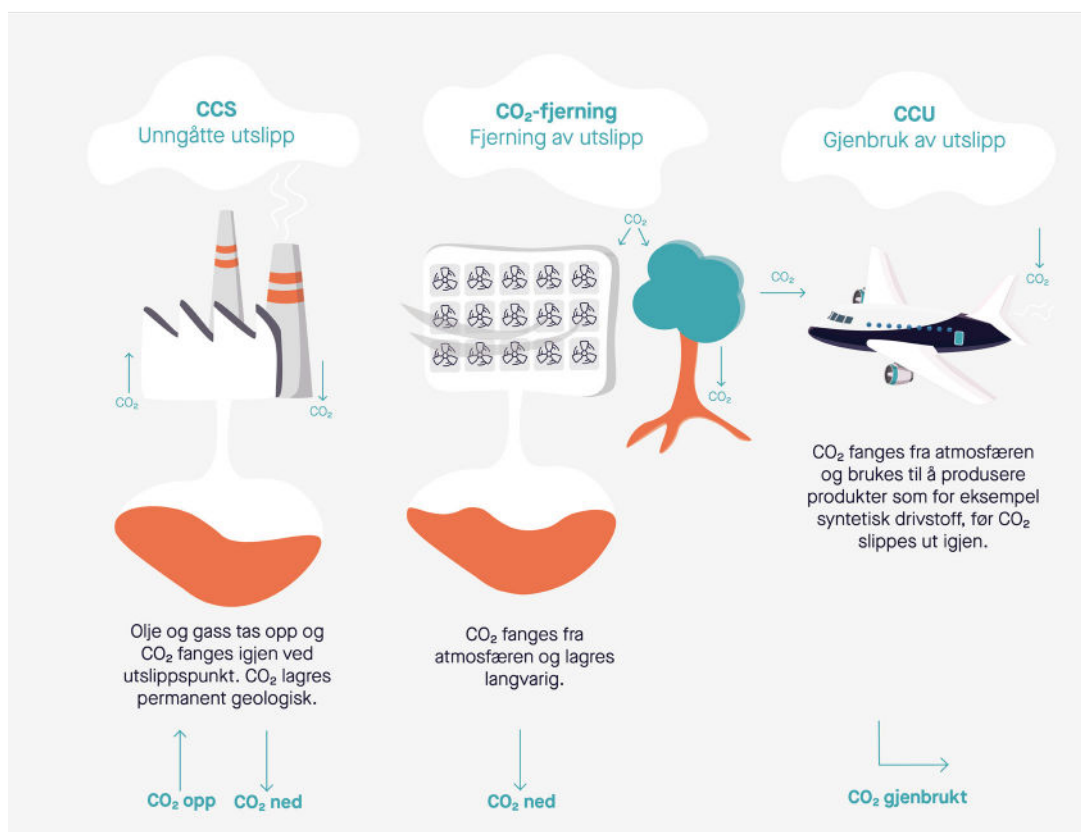
Trege utslippskutt vil få konsekvenser for behovet for CO<sub>2</sub>-fjerning, som beskrevet tidligere. Samtidig fører diskontering og antagelser om fremtidig teknologi- og kostnadsutvikling i økonomiske klimamodeller til at CO<sub>2</sub>-fjerning i fremtiden kan framstå billigere enn utslippskutt i dag. For politikere kan fremtidig kostnadsoptimal CO<sub>2</sub>-fjerning være mer appellerende enn å realisere harde kutt på kort sikt (Anderson & Peters, 2016).

I realiteten er det svært stor usikkerhet om det vil være tilgang på nok ressurser til å fjerne CO<sub>2</sub> tilsvarende de scenarioene med høyest volum CO<sub>2</sub>-fjerning, og til hvilken pris. Mange av løsningene for å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren, er ikke testet i stor skala. Dermed tar scenarioene for gitt at storskala CO<sub>2</sub>-fjerning er teknisk, økonomisk og sosialt gjennomførbart.

For å redusere risikoen for at CO<sub>2</sub>-fjerning utsetter utslippskutt anbefaler ZERO at det etableres et separat

mål for CO<sub>2</sub>-fjerning som setter et tak på hvor mye fjerning som kan bli brukt mot klimamål i 2030 og mål om netto nullutslipp. Dette omtales videre under behovet for nasjonal politikk senere i rapporten.

Det er også avgjørende at det er et tydelig skille mellom utslippskutt og CO<sub>2</sub>-fjerning. Løsninger innen CO<sub>2</sub>-fjerning, CCS og CCU henger tett sammen, og aktørbildet er også ofte overlappende. ZERO mener alle løsningene har en plass i et nullutslippssamfunn (hvor eventuelt gjenbruk av karbon kommer fra biogene kilder eller fanget fra luft). En satsing på alle disse løsningene vil bidra til raskere utslippskutt og økt industriell karbonfangst. Figuren under viser hvordan CCS bidrar til unngåtte utslipp, hvordan CCU fører til substitusjon av fossile alternativer i for eksempel luftfart og materialer, mens CO<sub>2</sub>-fjerning reduserer den atmosfæriske CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen (se blant annet ZERO, 2020).



Illustrasjon: Løsninger for å unngå, fjerne eller gjenbruke CO<sub>2</sub>.

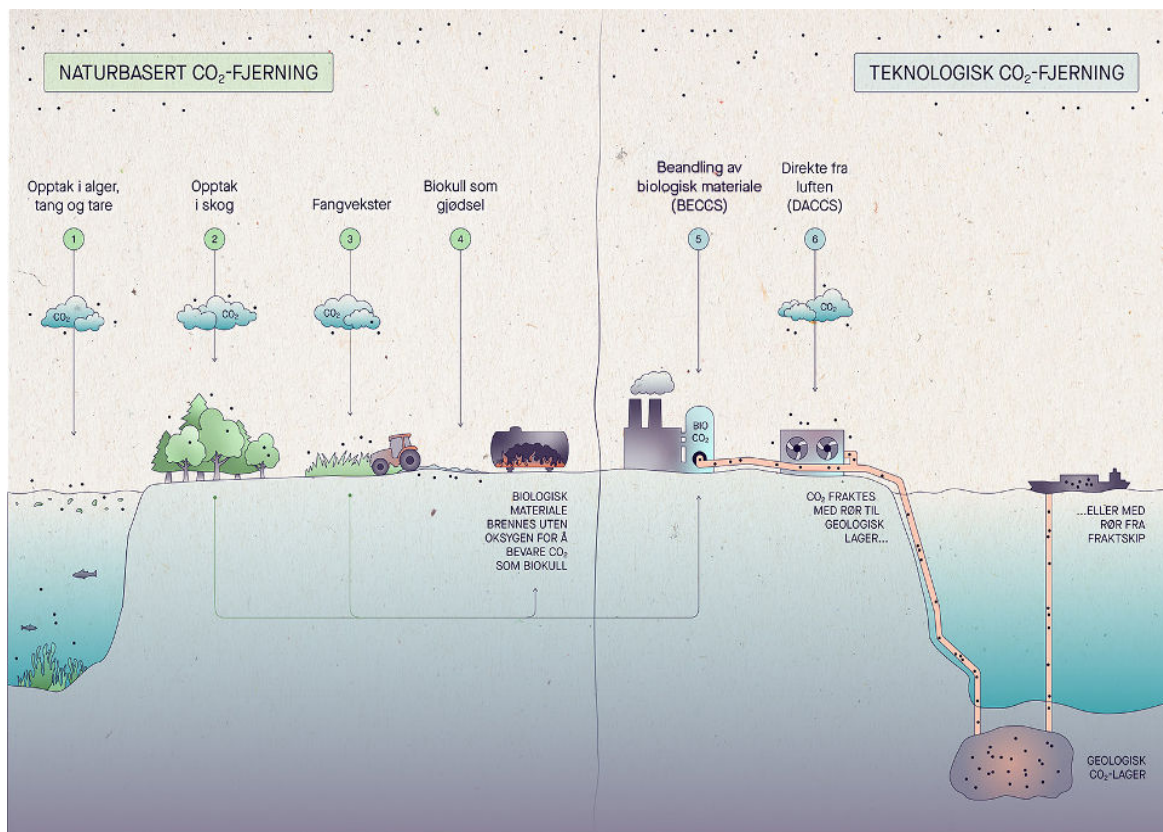
## 2. Permanent CO<sub>2</sub>-fjerning er et mål

CO<sub>2</sub>-fjerning deles ofte inn i to grupper av løsninger: naturbaserte og teknologiske. Et viktig skille mellom disse to gruppene er permanens: varigheten på CO<sub>2</sub>-lagring. Teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning viser til industriell fangst av CO<sub>2</sub> og geologisk sluttlagring. CO<sub>2</sub> blir komprimert til flytende form for så å bli transportert med rør, skip eller annen transport til en lagerlokasjon. Når CO<sub>2</sub> lagres geologisk eller blir mineralisert, blir det ansett som permanent fjerning. Naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning viser til naturens evne til å binde og lagre CO<sub>2</sub> i land og hav, med varierende og generelt lavere varighet i lagring av CO<sub>2</sub>.

Godkjente geologiske lager for CO<sub>2</sub> er vurdert basert på kapasitet, evne til å holde på CO<sub>2</sub> og mulighet for injiseringsbrønn. Ved lagring føres CO<sub>2</sub> ned i underjordiske dyp på over 800 meter. En egnet formasjon består av porøs bergart som er dekket av mange ugjennomtrengelige lag, vannførende reservoarer

og en såkalt takbergart. CO<sub>2</sub> binder seg så til vann, salt og mineraler over tid, og ligger inne i små porer i svært porøs stein. For velvalgte, utformede og administrerte geologiske lagringssteder, er det estimert at CO<sub>2</sub> forblir lagret i millioner av år, og derfor defineres geologisk lagring som permanent (IPCC, 2022).

Sikre lagringssteder for CO<sub>2</sub> finnes blant annet i stabile soner på kontinentalsokkelen, for eksempel i Nordsjøen. Som følge av olje- og gassproduksjonen på norsk sokkel, finnes det tomme reservoarer som egner seg til å lagre CO<sub>2</sub>, og det er også store forekomster av naturlige reservoarer. CO<sub>2</sub>-lagring har blitt praktisert i Nordsjøen siden det ble vedtatt å lagre CO<sub>2</sub> fra gassproduksjon på Sleipnerfeltet i 1996, rundt 1 millioner tonn CO<sub>2</sub> årlig. I Norge er det beregnet at det finnes teoretisk lagerkapasitet på 80 milliarder tonn CO<sub>2</sub> (Olje- og energidepartementet, 2022).



Illustrasjon: Løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Laget av Kikut for ZERO.



FNs klimapanel anslår at det globalt finnes geologisk lagerkapasitet til 1000 milliarder tonn CO<sub>2</sub> fram til 2100, som er mer enn nok til å lagre nødvendig mengder CO<sub>2</sub> for å holde global oppvarming under 2 grader i dette århundret (IPCC, 2022).

Northern Lights settes i drift i 2024, med kapasitet på 1,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år i første fase. I andre fase er det planlagt å utvide kapasiteten til 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år (Olje- og energidepartementet, 2022b). Northern Lights har fått henvendelser fra aktører som fanger eller planlegger å fange CO<sub>2</sub> langt utover kapasiteten i fase 1 og 2, og det er behov for finansiering som øker tilgangen på CO<sub>2</sub>-lager.

Permanent lagring av CO<sub>2</sub> i natur er mer komplisert av to grunner: usikkerhet rundt lagringens varighet og risiko for at CO<sub>2</sub> tilbakeføres til atmosfæren (reversjon). Det er store ulikheter mellom hvor lenge CO<sub>2</sub> blir lagret mellom de ulike naturbaserte løsningene. Lagringstid avhenger av mange faktorer, som for eksempel jordkvalitet på lokasjon eller type art ved bruk av biomasse til fangst. I tillegg lagres ikke CO<sub>2</sub> varig. Ved treplanting lagres CO<sub>2</sub> til treet brennes eller råtner, og hvis det ikke vokser til et nytt tre ved uttak, er lagringen kun midlertidig. Midlertidig lagring kan bidra til å begrense midlertidig temperaturoverstigning, men bidrar ikke til å senke konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i atmosfæren i tråd med langsiktige klimamål (Matthews mfl., 2022).

Naturbasert CO<sub>2</sub>-lagring er også sårbar mot ytre påvirkninger som kan føre til at CO<sub>2</sub> blir tilbakeført til atmosfæren. Endret forvaltningspraksis kan føre til at et område som tidligere ble dedikert til CO<sub>2</sub>-lagring, kan bli gjenstand for avskoging eller annen næringsvirksomhet som tilbakefører CO<sub>2</sub> til atmosfæren. Videre kan også naturlige forekomster som storm, tørke, flom eller

skadedyr, føre til ødeleggelse av viktige områder for CO<sub>2</sub>-lagring i natur. Disse risikofaktorene blir forsterket av klimaendringer.

**ZERO anbefaler** at permanent lagring er et av målene ved utforming av politikk for CO<sub>2</sub>-fjerning. Dette vil bidra til at den største nytten med teknologiske løsninger; permanent sluttlagring av CO<sub>2</sub> utløses, og at teknologiene kan skaleres og kommersialiseres.



### 3. Positive nytteverdier for naturbaserte løsninger er et mål

De ulike løsningene for å fjerne CO<sub>2</sub> har positive og negative synergieffekter. De naturbaserte løsningene har som regel lavere permanens, men har til gjengjeld ofte positiv nytte utover å fjerne CO<sub>2</sub>. Dette omtales som co-benefits (positive nytteverdier), og viser til positive sosiale, miljømessige og økonomiske effekter for løsninger som øker opptaket og lagring av CO<sub>2</sub> i natur.

Positive nytteverdier er en samlebetegnelse for økosystemtjenestene naturen tilbyr. Dette viser til de mange funksjonene naturen gir mennesker, som at planter bidrar til ren luft og forbedrer vannkvalitet, bier pollinerer blomster som gir oss mat, naturen gir oss grønne produkter som medisiner og treverk, og er habitat for arter vi er avhengige av. Et annet eksempel er at restaurering av myr har positive effekter på biodiversitet og beskytter mot flom. En sunn og intakt natur vil være mer motstandsdyktig for klimaendringer som for eksempel flom, skred og havforsuring. Dette kalles klimatilpasning.

Det finnes også naturbaserte løsninger som kan ha negative effekter på natur og biodiversitet, for eksempel gjødsling og kontroversielle løsninger som havgjødsling. Det er ikke gitt at naturbaserte tiltak er bra kun fordi de innebærer bruk av natur (Bellamy & Osaka, 2019). Klima- og miljøeffekten av et tiltak vil være avhengig av type tiltak og stedsbestemte karakteristikk. Derfor er det viktig at tiltak blir vurdert på prosjektbasis, slik at spesielle hensyn blir ivaretatt og at et godt kunnskapsgrunnlag blir lagt til grunn.

For de teknologiske løsningene er det typisk negative avveininger knyttet til energibruk, ressursbehov (biomasse) og arealbehov. Dette gjelder for BECCS, som innebærer et behov for bærekraftig biomasse, og det gjelder for DACCS (og karbonfangst generelt), som er energikrevende. De teknologiske løsningene er også ofte mer økonomisk kostbare enn de naturbaserte. Det er eksempler på positiv nytte også for teknologiske



## 4. Det korte og lange CO<sub>2</sub>-kretsløpet bør holdes adskilt

Fossile utslipp er en del av det lange og trege karbonkretsløpet, med omløpstid på millioner av år. Karbon hentes fra lukkede, fossile lagre under bakken, og føres inn i det raske kretsløpet. Denne økningen i karbon kan ikke oppveies i fotosyntesen, og fører dermed til økte CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner i atmosfæren og til global oppvarming.

På grunn av dette prinsipielle skillet mellom det lange og korte karbonkretsløpet, bør disse holdes adskilt ved kompensasjon med CO<sub>2</sub>-fjerning. Permanent CO<sub>2</sub>-fjerning kan brukes til å kompensere for fossile utslipp i oppfyllelse. Kortvarig CO<sub>2</sub>-fjerning kan ikke kompensere for pågående fossile utslipp.

Naturbaserte løsninger med lavere permanens er likevel avgjørende for å nå globale temperaturmål, slik

klimapanelet viser. De naturbaserte løsningene kan derfor bidra til å fjerne historiske utslipp og oppnå netto negative utslipp. Naturbaserte løsninger kan også bidra til netto utslippsreduksjoner i arealbrukssektoren, slik det gjøres i LULUCF-regelverket i dag. På samme måte som at ikke natur kan veie opp for å fortsette med fossile utslipp, kan heller ikke permanent (teknologisk) CO<sub>2</sub>-fjerning veie opp for å fjerne natur.

ZERO anbefaler at det prinsipielle skillet mellom det kortvarige og langvarige karbonkretsløpet et et grunnlag for utforming av politikk for CO<sub>2</sub>-fjerning. Dette skal bidra til å sikre:

1. Mest mulig utslippskutt og
2. mest mulig opptak av CO<sub>2</sub> i natur. For å nå begge disse målene, bør det begrenses at disse løsningene avregnes mot hverandre.

## 5. CO<sub>2</sub>-fjerning skal dokumenteres og sertifiseres

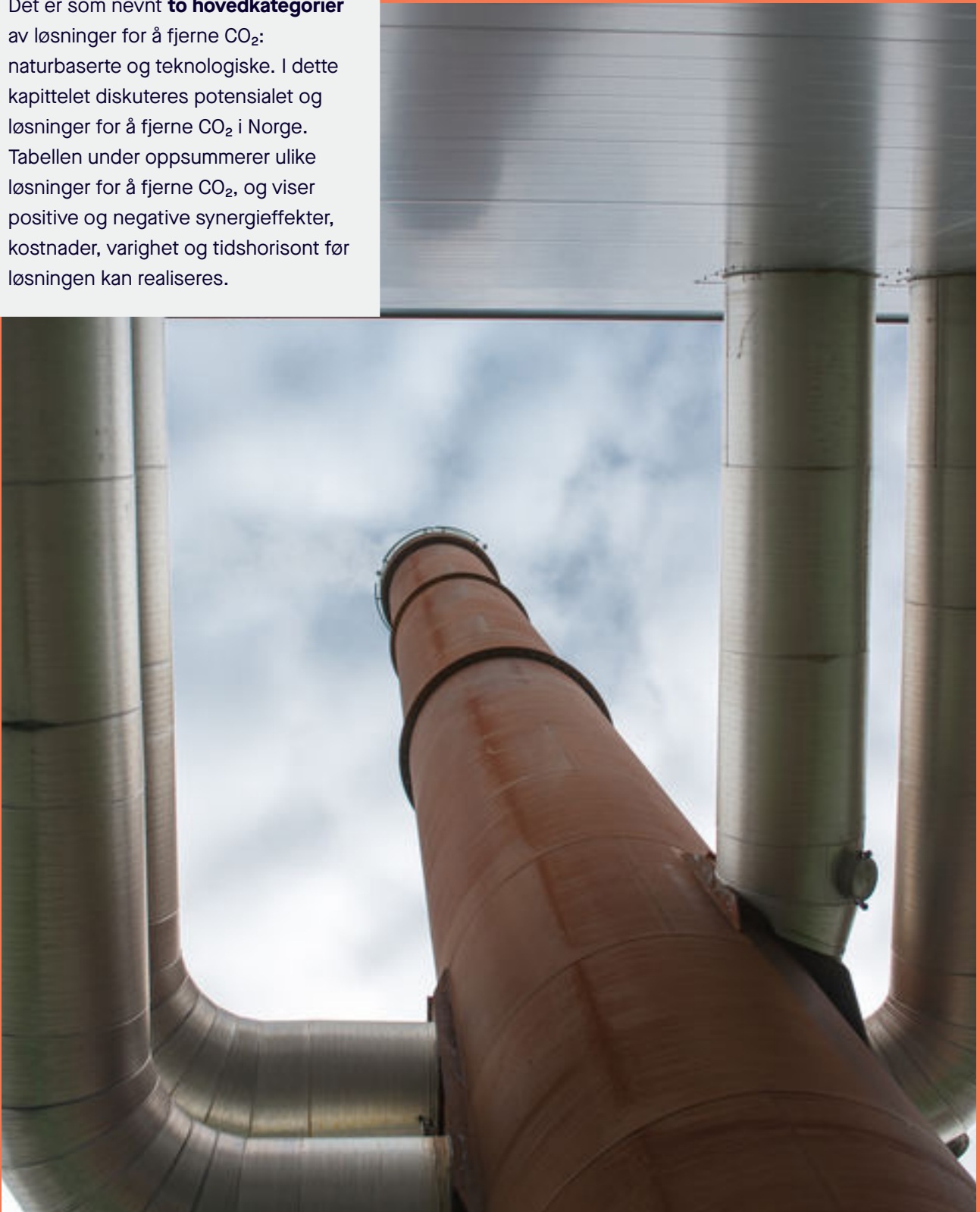
Det er nødvendig å sikre sporbarhet og sertifisering i verdikjedene for CO<sub>2</sub>-fjerning. Dette skal sikre bærekraft og verdikjeder med lav klima- og miljøpåvirkning, samt varighet i lagring av CO<sub>2</sub>. En sertifisering bør vise både positive nytteverdier (for naturbaserte løsninger) og potensielt negative avveininger knyttet til energi-, ressurs- og arealbruk. Det er som regel minst to aktører i verdikjeden for CO<sub>2</sub>-fjerning; en fangstoperatør og en transport- og lageroperatør.

EU har startet arbeidet med å sertifisere CO<sub>2</sub>-fjerning. Dette omtales i kapittelet om finansiering i denne rapporten, og ZERO har foreslått at følgende inkluderes i en kommende sertifisering av CO<sub>2</sub>-fjerning:

- Volum CO<sub>2</sub>-fjerning i prosjektet (kvantifisert tonn CO<sub>2</sub>)
- Kategorisert type CO<sub>2</sub>-fjerning
- Permanens og varighet i fjerning (kvantifisert)
- Potensielle positive nytteverdier fra prosjektet
- Energi- og arealbehov (kvantifisert)
- Minimumskriterier for areal og råstoff, for å beskytte areal med høyt karboninnhold eller naturverdier, og for å unngå at det brukes råstoff med avskogingsrisiko
- Netto klimanytte i et LCA-perspektiv (kvantifisert)
- Tredjepartsverifisert dokumentasjonen, inkludert myndighetsrapportering

# Løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub> i Norge

Det er som nevnt **to hovedkategorier** av løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub>: naturbaserte og teknologiske. I dette kapitlet diskuteres potensialet og løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub> i Norge. Tabellen under oppsummerer ulike løsninger for å fjerne CO<sub>2</sub>, og viser positive og negative synergieffekter, kostnader, varighet og tidshorisont før løsningen kan realiseres.



## Oversikt over positive og negative synergieffekter, kostnader, varighet og tidshorisonnt før løsningen kan realiseres:

	Energibruk	Arealbruk	Naturpåvirkning	Kostnad	Varighet på lagring	Tidshorisonnt for realisering
<b>BECCS i eksisterende industri</b>	Medium: 1,3 MWh/t CO <sub>2</sub> ( <sup>1</sup> / <sub>3</sub> elektrisitet og <sup>2</sup> / <sub>3</sub> varme) (Miljødirektoratet, 2022a)	Legger ikke ytterligere press på areal	Øker ikke behov for biomasse, men øker klimanytten i dagens bruk	Høy, 1300-3100 NOK/t CO <sub>2</sub> (Vista Analyse & Sintef, 2019)	Permanent	Prosjekter kan realiseres før 2030
<b>DACCS</b>	Høy: 2,2 MWh/t CO <sub>2</sub> (Miljødirektoratet, 2022a)	Medium/lav 1,5 km <sup>2</sup> /mill. t CO <sub>2</sub> (Möllersten & Naqvi (2022)	Begrenset	Høy, 1000-10.000 kr/t CO <sub>2</sub> (IPCC, 2022)	Permanent	Prosjekter kan realiseres før 2030
<b>Biokull</b>	Lav. Energikrevende, men ved energigjenvinning produseres mer energi enn det som forbrukes (Tisserant mfl., 2022)	Medium, avhengig av innsatsfaktor. Lav ved bruk av rester og avfall	Økt behov for biomasse. Positive fordeler i bruk for jordkvalitet i bruk (IPCC, 2022)	Medium: < 500 kr/t CO <sub>2</sub> (Miljødirektoratet mfl., 2020)	Langvarig/medium, avhengig av jordkvalitet, klima, produksjonsprosess og råstoff	Rask, kan realiseres før 2030
<b>Restaurering av våtmark</b>	Lav	Lav/medium. Kan legge press på areal brukt til jordbruksformål (IPCC, 2022)	Positive effekter på flere økosystemtjenester (IPCC, 2022)	Lav/medium	Usikkert, ved endret forvaltningspraksis kan CO <sub>2</sub> tilbakeføres til atmosfæren	Rask, pågående
<b>Agroskogbruk</b>	Lav	Medium. Planting av trær i jordbruk krever noe plass, men fordelene oppveier for arealbehovet	Flere nytteverdier utover CO <sub>2</sub> -lagring (IPCC, 2022)	Lav	Usikkert, risiko for reversjon	Rask, kan igangsettes før 2030
<b>Påskoging</b>	Lav	Høy	Positiv gitt strenge kriterier til biodiversitet og naturhensyn	Lav	Usikkert, risiko for reversjon	Rask, pilotprosjekt gjennomført
<b>Tang og tare</b>	Lav	Høy	Kan ha positive effekter på biodiversitet og vannkvalitet	Medium	Langvarig	Medium, testprosjekter pågår
<b>Fangvekster</b>	Lav	Lav på allerede dyrka mark	Forbedret jordkvalitet, øker jordas evne til å holde på vann og næringsstoffer	Lav, <500 NOK/t CO <sub>2</sub> for fangvekster i landbruket (Miljødirektoratet mfl., 2020)	Usikkert	Rask
<b>Karbonlagring i bygg</b>	Lav	Medium, krever biomasse	Økt behov for biomasse	Lav	Kortvarig, gjennom byggets levetid	Rask

# Naturbaserte løsninger

**Naturbaserte løsninger er en samlebetegnelse for en rekke ulike tiltak som forhindrer utslipp fra bruk av natur og øker det totale opptaket av CO<sub>2</sub> i naturen. For at et naturbasert tiltak skal regnes som CO<sub>2</sub>-fjerning, må det bidra til å øke det totale opptaket. En generell barriere for de naturbaserte løsningene, er at tiltak ikke er økonomisk lønnsomme.**

Klimapanelets siste hovedrapport fastslår at å bevare og øke karbonlagring i verdens økosystemer, er en av de viktigste tiltakene for å nå målene i Parisavtalen (IPCC, 2022). Av den grunn har vi en dobbel utfordring: Vi skal stoppe utslippene som pågår i denne sektoren på grunn av nybygging, nydyrking og fjerning av natur, og samtidig skal vi øke opptaket. Skog- og arealbrukssektoren skiller seg fra andre sektorer, fordi den både er en kilde til opptak og utslipp av CO<sub>2</sub>. Naturen lagrer omtrent halvparten av de globale menneskeskapte utslippene, men nedbygging av naturen fører til at dette opptaket stadig minker. I 2019 stod sektoren skogbruk, landbruk og annen arealbruk for 22 prosent av de globale utslippene (IPCC, 2022, s.8).

I 2020 stod skogen i Norge for et opptak på 24,5 millioner tonn CO<sub>2</sub>, mens utslippene fra alle arealbrukskategoriene var 4,2 millioner tonn CO<sub>2</sub> (Miljødirektoratet, 2022b). Det betyr et netto opptak i skog- og arealbrukssektoren på 20,3 millioner tonn CO<sub>2</sub> i Norge. Arealbruksendringer fører til at netto opptak reduseres. Det er avskoging som er den største årsaken til dette, etterfulgt av omlegging av areal som drenering av myr til jordbruksvirksomhet (Miljødirektoratet, 2022b).

Ifølge EUs LULUCF-lovgivning er Norge forpliktet til netto nullutslipp fra skog og annen arealbruk i perioden 2021-2030. Hvert år sammenlignes netto opptak mot en referansebane for å se om opptaket består. Klimakur viser en fremskrivning av netto opptak i Norge med en

nedadgående trend mot 2050. Netto opptak forventes å være på rundt 20,3 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2030 og 19,9 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2050. Hvis utslippene utvikler seg i tråd med fremskrivningen, blir Norge nødt til å rapportere et årlig gjennomsnitt på 1,2 millioner tonn CO<sub>2</sub>-utslipp årlig fra sektoren frem mot 2030 (12 millioner tonn akkumulert 2021-2030) (Miljødirektoratet mfl., 2020).

## Bokføringsregler i LULUCF

- Eksisterende opptak i naturen bokføres ikke
- CO<sub>2</sub>-opptak fra nye tiltak kan bokføres
- CO<sub>2</sub>-utslipp fra arealbruksendringer skal bokføres

Klimakur 2030 omtaler tiltak som kan øke opptaket av CO<sub>2</sub> i økosystemer (Miljødirektoratet mfl., 2020). Dette omfatter utbredt treplanting, effektivisering av skogbruk og bruk av nitrogen gjødsling i skogbruk for å intensivere vekst. Tiltakene i Klimakur dekker kun karbonlagring over bakkenivå med særlig fokus på trær, og utelater karbonlagring i jord og i hav. I tillegg omtaler Klimakur ingen tiltak for å begrense avskoging, restaurere viktige karbonlagre eller positive effekter utover et klimaperspektiv (Hessen & Vandvik, 2022). Det er derfor nødvendig å vurdere flere tiltak for å bevare og øke opptaket, samt sikre en sunn natur. Dette krever styrket virkemiddelbruk.

Sett i lys av forventet utvikling i skog- og arealbrukssektoren, og behovet for å stoppe utslipp først, er **det viktigste tiltaket i Norge å stanse avskoging og nedbygging av myr**. Nedenfor presenteres naturbaserte løsninger som kan bidra til å bevare og øke opptaket i norsk natur.

# 1. Påskoging og forbedret skogforvaltning

Når trær vokser, absorberes og lagres CO<sub>2</sub> i både stammen, røttene og jorda trærne står i. Påskoging og forbedret skogforvaltning bidrar til å fjerne CO<sub>2</sub>, mens stans i avskoging forhindrer utslipp og er dermed viktig for å redusere utslippene i sektoren.

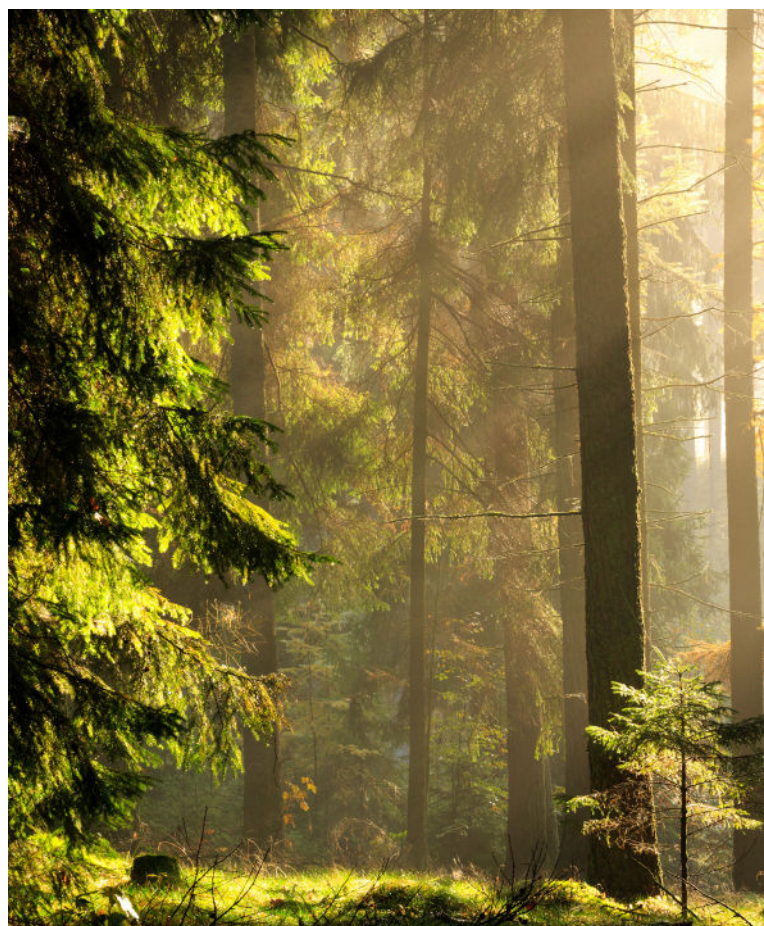
Avskoging skjer der skogsområder fjernes og legges om til annen arealbruk. I dag er utbygging av infrastruktur, veier, boliger og hytter den største kilden til avskoging. Under Kyotoprotokollen (siste forpliktelsesperiode 2013-2020) har Norge vært forpliktet til å bokføre utslipp fra avskoging og har de siste årene rapportert årlige utslipp på rundt 2-3 millioner tonn CO<sub>2</sub> (Miljødirektoratet, 2018). Hvis Norge ikke stopper avskogingsraten, vil vi også måtte rapportere utslipp under LULUCF-regelverket som gjelder for perioden 2021-2030.

Påskoging og bedre forvaltning kan øke det totale opptaket av CO<sub>2</sub> og ha positive tilleggseffekter (gitt god praksis). Imidlertid vil det ta tid før klimaeffekten av tiltak realiseres, og enkelte tiltak knyttet til styrket forvaltning har omdiskutert miljønytte (for eksempel gjødsling av skog og planting av nye treslag). I det nordlige klimaet i Norge (boreal skog) tar det mellom 60 og 120 år før et tre er hogstmodent og har absorbert sitt fulle potensial for CO<sub>2</sub>-lagring (Miljødirektoratet, 2022b). Uavhengig av hva biomassen går til, vil hogst rapporteres som et umiddelbart utslipp, og opptak rapporteres i ny voksende skog. Det vil ta flere tiår før påskoging fanger og lagrer en tilsvarende mengde CO<sub>2</sub>.

Det er særlig et betydelig potensial knyttet til skogplanting på gjengroingsarealer. Dette er områder tidligere brukt til jordbruk eller beite og som er ute av drift. I perioden 2015-2018 ble det plantet gran på i overkant av 6000 dekar i et pilotprosjekt som er estimert å binde 700.000 tonn CO<sub>2</sub> over de neste 85 årene (Miljødirektoratet mfl., 2020). Potensialet for påskoging

på gjengroingsarealer med "akseptable effekter på naturmangfold og andre miljøverdier" er beregnet til å være på 190.000 dekar, med årlig potensial på 9000 dekar over en 20 års periode (Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet, 2019).

En hovedbarriere for restaurering og påskoging er at dette ikke er kommersielt lønnsomt for landeiere. Det samme økonomiske bildet gjelder avskoging, som er drevet av store bygg- og anleggsprosjekter. Den nasjonale arealforvaltningen er begrenset utover forpliktelser i LULUCF, og det føres ikke statistikk over arealbruk i Norge. Vi har heller ikke avgifter eller krav som forhindrer nedbygging.



## 2. Agroskogbruk

Agroskogbruk er en forvaltningspraksis der jordbruk kombineres med treplanting. Metoden blir brukt for å øke CO<sub>2</sub>-opptaket og for å optimalisere kvaliteten på jorda slik at den blir sunnere og mer motstandsdyktig. Trær holder godt på fuktighet. Ved tørke slipper trær ut fuktighet og ved flom absorberer de overflødig vann, og beskytter slik mot tørke og flom. Planting av trær rundt og i jordbruk kan altså føre til binding av CO<sub>2</sub> og samtidig ha flere positive nytteverdier for bønder og økosystemer. Potensialet for CO<sub>2</sub>-fjerning i agroskogbruk i Norge er ikke kvantifisert.

## 3. Fangvekster

Fangvekster, eller dekkvekster, er en type plante som dyrkes sammen med avlinger slik at arealet er dekket av vekst i en lenger periode. Korn, for eksempel, absorberer kun CO<sub>2</sub> i halve vekstsesongen, og dermed er fangvekster en effektiv metode for å utnytte potensialet for CO<sub>2</sub>-opptak uten å kreve mer areal. Norsk institutt for bioøkonomi (Nibio) har vist at bruk av fangvekster på dyrket mark har et potensial til å fjerne 0,21 millioner tonn CO<sub>2</sub> årlig hvis samdyrket på 60 prosent av kornarealet i Norge (Nibio, 2019). I tillegg til å absorbere CO<sub>2</sub>, forbedrer fangvekster jordkvaliteten, noe som beskytter mot erosjon og overskudd av næringsstoffer. Landbrukets klimaplan viser hvordan økt karbonbinding i landbruket kan øke med 1,4-1,6 millioner tonn CO<sub>2</sub> i perioden 2021-2030, med størst potensial fra fangvekster og biokull.

## 4. Restaurering av myr

Våtmark er det økosystemet som binder mest CO<sub>2</sub> per arealenhet. Selv om våtmarker kun dekker 3 prosent av verdens areal, lagrer de 2-3 ganger mer CO<sub>2</sub> enn alle verdens regnskoger til sammen (Miljødirektoratet, 2022c). Norge har mye våtmark, rundt 10 prosent av landarealet er definert som ulike typer våtmark. Ifølge Nibio (2016) inneholder verdens myrer like mye CO<sub>2</sub> som atmosfæren, og norsk myr lagrer rundt 1 milliard tonn CO<sub>2</sub>. I tillegg er våtmarker også svært viktige habitat for en rekke arter, og inneholder mye biologisk- og artsmessig diversitet. Våtmarker beskytter også mot flom, fordi de absorberer mye fuktighet.

Nydyrking av myr innebærer å drenere jorda slik at området kan brukes til andre formål som jordbruk og skogbruk. Dreneringen fører til at store mengder CO<sub>2</sub> slippes ut i atmosfæren. I Norge har omlegging av myr i perioden 1990-2020 ført til et totalt utslipp på over 10 millioner tonn CO<sub>2</sub> (Miljødirektoratet, 2022c). Nibio (2016) har estimert at et forbud mot nydyrking av all myr kan føre til en reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp på mellom 200.000 og 600.000 tonn i 2050. Stans i nydyrking av myr regnes ikke som CO<sub>2</sub>-fjerning, men unngåtte utslipp. Det nevnes likevel fordi det er et viktig tiltak for å kutte utslipp og bevare viktige økosystemer.

For å fjerne CO<sub>2</sub>, må myr restaureres ved å tilbakeføre vann til området som er drenert. Restaurering er en kjent metode internasjonalt og i Norge. I perioden 2016 til 2020 ble 80 våtmarker restaurert i Norge (hovedsakelig myr), og dette restaureringsarbeidet videreføres i perioden 2021 til 2025 (Miljødirektoratet, 2022c). Restaureringen er finansiert over statsbudsjettet.



## 5. Havbasert CO<sub>2</sub>-fjerning

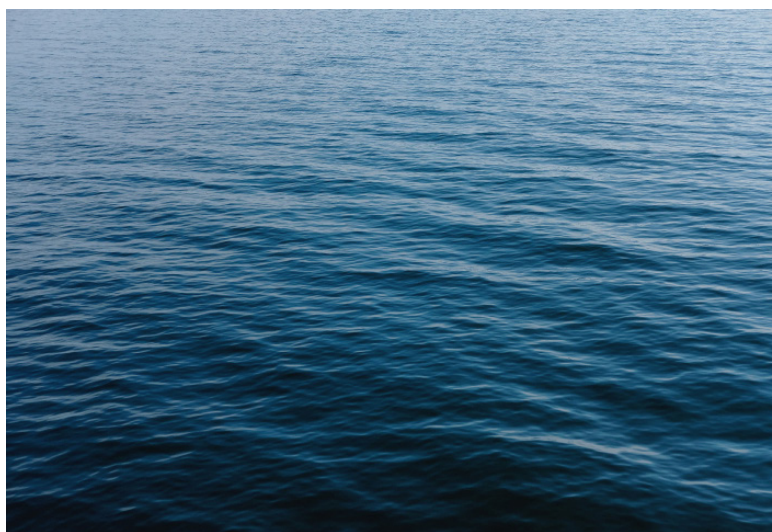
I likhet med landbaserte økosystemer, lagrer de havbaserte økosystemene store mengder CO<sub>2</sub> i marine organismer, vegetasjon og i sediment. Blå skog er i nordisk sammenheng kystnær vegetasjon som for eksempel tang, tare og ålegras. Norsk institutt for havforskning anslår at om lag 3,9 millioner tonn CO<sub>2</sub> absorberes og langvarig lagres fra nordisk blå skog hvert år (Frigstad mfl., 2021). I tillegg til å lagre CO<sub>2</sub>, tilbyr blå skog en rekke økosystemtjenester: habitat og mat for organismer, bidrar til biologisk mangfold, reduserer havforsuring og verner mot erosjon av kysten (IPCC, 2022).

Menneskelig påvirkning som overfiske, forurensing og klimaendringer har ført til at verdens blå skoger er under press. Derfor vil tiltak som beskyttelse av eksisterende blå skog, restaurering og oppdrett av tang og tare, bidra til både å bevare og øke CO<sub>2</sub>-lagring og ha positive nytteeffekter på biologisk mangfold og økosystemtjenester (Frigstad mfl., 2021).

Norge, med sin lange kystlinje, har et godt utgangspunkt for å fange og lagre CO<sub>2</sub> gjennom havbaserte løsninger som dyrking av tang- og tareskoger. For at CO<sub>2</sub> fra tang- og tare dyrking skal lagres varig, må biomassen graves ned eller dumpes på dypt vann slik at CO<sub>2</sub> bindes i sedimentet. Ved naturlig vekst lagres mesteparten av

biomassens CO<sub>2</sub> i sedimentet. Havforskningsinstituttet estimerer at i løpet av en dyrkingsesong (september til juni) vil en kystnær lokalitet kunne produsere 7500 tonn tare og fange 1500 tonn CO<sub>2</sub> per kilometer. Et høyproduktivt område lenger ut vil kunne produsere 20.000 tonn tare og ta opp 3000 tonn CO<sub>2</sub> per kilometer (Havforskningsinstituttet, 2020 s.17).

Havbasert biomasse kan også bli brukt til produksjon av biokull eller til BECCS, og da bidra til å redusere behovet for landareal som er den største barrieren til CO<sub>2</sub>-fjerning ved bruk av biomasse, som beskrevet i neste kapittel. CO<sub>2</sub> kan også teknologisk fjernes fra sjøvann (som beskrives under teknologiske løsninger). Andre mindre modne havbaserte løsninger er havgjødning, hvor næringsstoffer spres ut over havoverflaten for å intensivere algevekst. Teststudier indikerer at havgjødning har negative konsekvenser på marine økosystemer (Scott-Buechler & Greene, 2019). Det blir også forsket på å forsterke havets alkalinitet ved å spre for eksempel knust kalkstein eller basalt i havet for å øke binding av CO<sub>2</sub> som følge av kjemiske prosesser. Løsningen kalles havkalking (ocean alkalisation) og det er forventet et betydelig potensialet til metoden, men forskningen er i tidlig utprøving så det er behov for mer forskning på blant annet miljøkonsekvenser.



## 6. CO<sub>2</sub>-lagring i bygg og materialer

Bygg og materialer står for store klimagassutslipp i global sammenheng og i Norge. Globalt står bygg- og anleggsbransjen for 40 prosent av klimagassutslippene, i Norge stod næringen for rundt 14 millioner tonn CO<sub>2</sub>-utslipp i 2019 (Asplan Viak, 2022). Næringene som produserer konvensjonelle materialer brukt i bygg- og anleggsbransjen som stål og betong, er såkalte hard-to-abate industrier. Økt bruk av biomasse kan ha to viktige effekter: substituere produkter med høye fossile utslipp og kortvarig lagre CO<sub>2</sub> i materialet.

For at biomasse i bygg og materialer skal ha en CO<sub>2</sub>-lagringseffekt, er det viktig at produktene er langlevde. Hvis materialene blir resirkulert og gjenbrukt, vil de ha høyere klimanytte, og bidra til økt varighet i lagring av CO<sub>2</sub>. Det er imidlertid vanskelig å estimere varighet på lagring av CO<sub>2</sub> i bygg og materialer. Et bygg har en gjennomsnittlig levetid på 60 år, og vil i utgangspunktet ikke bidra til varig CO<sub>2</sub>-fjerning. ZERO mener derfor det viktigste formålet med bruk av biomasse i bygg og materialer er substitusjon av fossil alternativer.

## 7. Biokull

Biokull produseres ved å brenne biomasse med restriktiv tilgang på oksygen (pyrolyse). Etter pyrolysen omdannes biomassen til kull som hovedsakelig består av CO<sub>2</sub> i fast form. Biokullet kan graves ned i jord for å langvarig lagre CO<sub>2</sub>. Biokull som graves ned i landbruksjord, vil også bidra til jordforbedring. Utover å lagre CO<sub>2</sub>, inneholder biokull næringsstoffer som kan øke produktiviteten på avlinger og jordas evne til å holde på vann. Lagringstiden til biokull kan være fra tiår til flere tusen år, avhengig jordkvalitet, klima, produksjonsprosess og råstoff. Nibio (2019) anslår at 70% av karboninnholdet i biokull består i jorden etter 100 år. Det er estimert at biokull kan fjerne mellom 2,1 til 4,8 tonn CO<sub>2</sub> per tonn biokull (The Royal Society, 2018).

I landbrukets klimaplan omtales biokull som et viktig satsningsområde for klimatilpasning av landbruket, og tiltaket tilskrives et stort potensial for CO<sub>2</sub>-lagring. Bruk av biokull i landbruket er estimert av Nibio til å kunne fjerne 0,9 millioner tonn CO<sub>2</sub> årlig (Nibio, 2019) og ha potensial til å kunne lagre mellom 13 og 40 prosent av landbrukets totale CO<sub>2</sub>-utslipp (Tisserant mfl., 2022).

Biokull defineres her som en naturbasert løsning, men kan anses som en hybrid løsning fordi prosessen krever teknologi. Andre metoder for å øke opptak av CO<sub>2</sub> i jord er bedre forvaltning av utmarksbeite og økt bruk av større rotsystemer, men her mangler det kunnskap og data for norske forhold (Nibio, 2019).

# Teknologiske løsninger

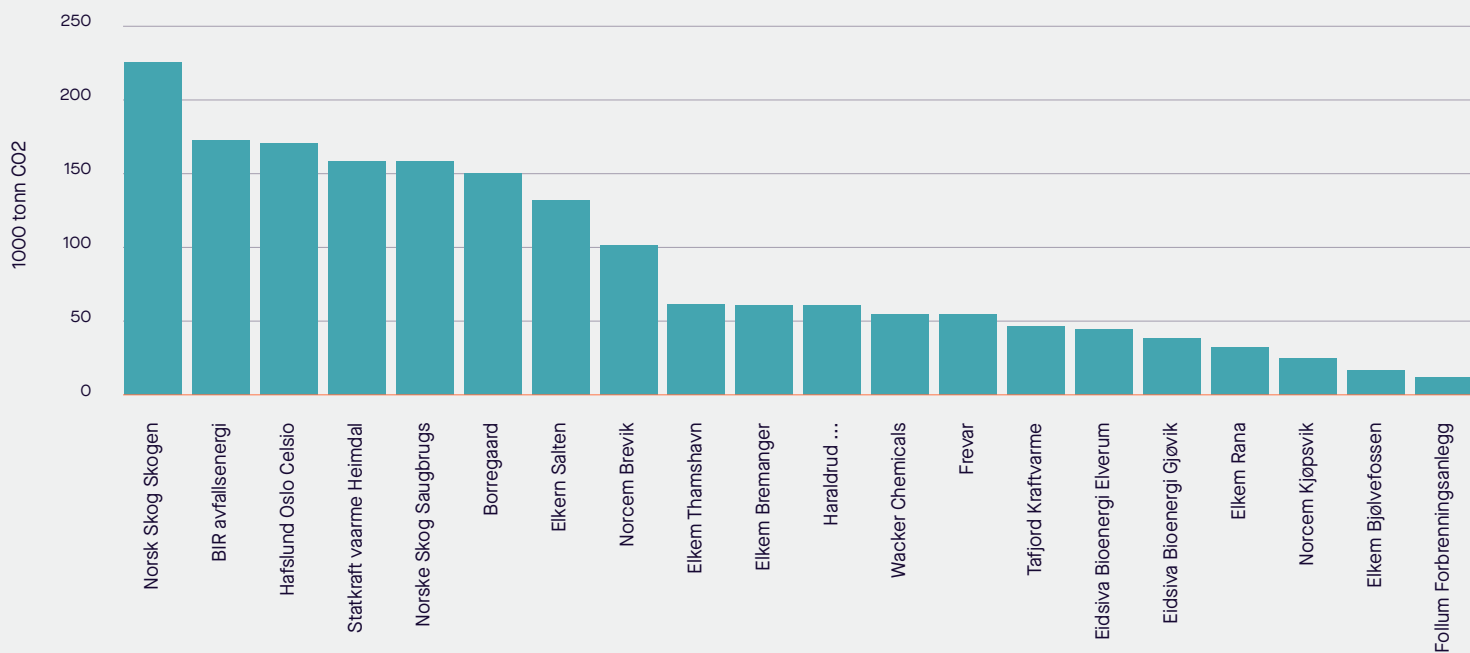
Felles for de teknologiske løsningene er at CO<sub>2</sub> av atmosfærisk opprinnelse permanent sluttlagres geologisk. De to mest sentrale teknologiske løsningene er BECCS og DACCS. Begge løsningene står overfor flere barrierer, knyttet til kostnader og tilgang til energi, ressurser og areal. I motsetning til naturbaserte tiltak, som kan ha positive effekter utover klimanytten, krever de teknologiske løsningene betydelige ressurser.

## 1. BECCS - CCS på eksisterende bioindustri

BECCS er karbonfangst og -lagring av biogene utslipp. BECCS kalles også bio-CCS, og blir ofte forstått som en løsning for industriell karbonfangst og -lagring fra varmekraftverk som forbrenner biomasse. Det britiske kraftverket Drax er et eksempel på dette. Hovedbarrieren

for å skalere opp BECCS globalt er knyttet til begrenset tilgang til bærekraftig biomasse. Imidlertid finnes det eksisterende og nye industrier med biogene utslipp som kan ta i bruk CCS for å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren, uten å legge ytterligere press på bioressurser.

Med begrenset tilgang til bærekraftig biomasse, bør bruken av denne ressursen derfor prioriteres til formål som ikke har andre fornybare alternativer. Dette kan være i produksjon av biomaterialer, biodrivstoff og biogass, og i energigjenvinning av avfall. Norskeutslipp (2022) viser at det er åtte industrielle punktutslipp med biogene utslipp over 100.000 tonn CO<sub>2</sub>, vist i figuren under. Miljødirektoratet (2022) anslår at landbasert industri og energiforsyning har årlige utslipp på 4 millioner tonn biogene CO<sub>2</sub>. Potensialet for industriell BECCS før 2030 anslås til 1,4 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2030. Dette inkluderer CCS hos Norcem Brevik og Hafslund Oslo Celsio, og tiltak utover dette krever styrket virkemiddelbruk.



Illustrasjon: Industrielle punktutslipp av biogen CO<sub>2</sub> i Norge. Kilde: Norskeutslipp, 2022.

Treforedling, biodrivstoffproduksjon og biogassproduksjon foredler biomasse i produksjonen og har derfor biogene CO<sub>2</sub>-utslipp. Industriene er derfor gode kandidater for å realisere BECCS. Det største biogene punktutslippet i Norge er hos Norske Skog Skogn, med godt over 200.000 tonn CO<sub>2</sub>. Også hos Norske Skog Saugbrugs (cirka 160.000 tonn biogene CO<sub>2</sub>-utslipp i 2021) og Borregaard (cirka 150.000 tonn biogen CO<sub>2</sub> i 2021) er det et stort potensial. Punktutslippene fra biogassproduksjon er små, men CO<sub>2</sub> er fanget og tilgjengelig i oppgraderingsprosessene. Det er ikke produksjon av (avansert) biodrivstoff i Norge i dag, men det planlegges flere produksjonsanlegg.

Det planlegges CCS på en rekke norske avfallsforbrenningsanlegg, og dette er også utredet i Klimakur. Avfallsforbrenning står for cirka 2 prosent av de norske utslippene og er blant de største punktutslippene som ikke er dekket av EUs kvotesystem (SSB, 2022). Rundt halvparten av utslippene til avfallsforbrenningsanlegg kommer fra forbrenning av biologisk materiale og den andre halvparten fra fossil forbrenning. De biogene utslippene vil dermed realisere CO<sub>2</sub>-fjerning (BECCS). CCS-teknologi for avfallshåndtering er moden og kan tas i bruk på alle landets anlegg, men krever nye virkemidler.

I metallurgisk industri brukes det fossilt kull som reduksjonsmiddel. Fossilt kull kan erstattes med bærekraftig biokarbon, og norske smelteverk bruker i dag 17 prosent biobasert råstoff (Miljødirektoratet, 2022). Også i produksjon av sement brukes det biobaserte råstoff i dag (cirka 10 prosent). Det er derfor biogene CO<sub>2</sub>-utslipp både hos Norcem i Brevik og Kjøpsvik, hos Elkem og hos Wacker Chemicals, som figuren over viser. Ved realisering av CCS i disse eksisterende industriene vil det i tillegg til store utslippskutt av fossil CO<sub>2</sub>, også realiseres CO<sub>2</sub>-fjerning (BECCS).

Norske myndigheter har bidratt til å finansiere og realisere CCS på Norcems sementproduksjon i Brevik og på Hafslund Oslo Celsios avfallsforbrenningsanlegg på Klemetsrud. Avfallsanlegget på Klemetsrud blir Norges første store BECCS-prosjekt med rundt 200.000 tonn CO<sub>2</sub> fjernet i året, men også på Norcem i Brevik vil det realiseres cirka 50.000 tonn CO<sub>2</sub> fjernet.

Implementering av BECCS krever store investeringer og har høye driftskostnader. Siden biogene utslipp ikke er omfattet av fossile CO<sub>2</sub>-avgifter, er det ingen insentiver for å ta i bruk teknologien for aktører med biogene utslipp. For at BECCS skal implementeres på biogene utslipp i Norge, er det derfor nødvendig med styrket virkemiddelbruk.



## 2. DACCS - direktefangst av CO<sub>2</sub> fra luft

Ved direkte luftfangst brukes kjemikalier til å binde CO<sub>2</sub> direkte fra lufta. Etter fangst, lagres CO<sub>2</sub> midlertidig før den transporteres og lagres enten geologisk eller ved mineralisering. De største barrierene er at det kreves ferskvann, høye temperaturer og mye kraft. Siden CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i lufta er mye lavere enn ved et industrielt punktutslipp, bruker teknologien mye elektrisitet for å trekke nok luft gjennom anlegget til å fange nødvendige mengder CO<sub>2</sub>. Energiintensiteten er hovedårsaken til høye investerings- og driftskostnader. De fleste klimatiltak for å redusere utslipp er i dag billigere enn å bruke DACCS for å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren.

På grunn av høyt energiforbruk og begrenset tilgang til fornybar energi til konkurransedyktig priser, har naturgass med CCS blitt brukt til å fjerne CO<sub>2</sub> fra lufta med DACCS. Men det er mulig å bruke elektrisitet til å drive prosessene, noe som vil redusere kostnadene og ressursbruken betraktelig (IEA, 2021b). Fordelene med DACCS, i forhold til biobaserte løsninger, er at teknologien krever betydelig mindre landområder per tonn CO<sub>2</sub> fanget. I tillegg kan DACCS-anlegg bli plassert i nærheten av fornybare energikilder og ved CO<sub>2</sub>-lager.

I IEAs netto null-scenario (IEA 2021a), hvor betydelig mindre CO<sub>2</sub> blir fjernet enn medianen i klimapanelets

scenarier, skaleres DACCS opp til å fange mer enn 85 millioner tonn CO<sub>2</sub> hvert år innen 2030, og nesten 1 milliard tonn CO<sub>2</sub> årlig innen 2050. Dette nivået vil kreve at mange storskala anlegg etableres i løpet av dette tiåret (IEA, 2021b). Det Canada-baserte selskapet Carbon Engineering bygger i dag verdens første kommersielle storskala DACCS-anlegg, som skal fange og geologisk lagre 1 million tonn CO<sub>2</sub> årlig.

Norge har flere komparative fortrinn for DACCS, fordi det både finnes tilgang på vann og stort potensial for å øke produksjonen av fornybar energi, samt tilgang på CO<sub>2</sub>-lager på norsk kontinentalsokkel. Norge har også relevante teknologimiljøer, kompetanse og kapital til å ta i bruk teknologien. Det er flere prosjekter og selskaper som jobber med å realisere DACCS-prosjekter i Norge. Miljødirektoratet (2022a) har vist at 1 millioner tonn CO<sub>2</sub> kan realiseres med DACCS innen 2030, men barrierene er i dag høye.

CO<sub>2</sub> kan også fanges direkte fra havet, som har høyere konsentrasjon av CO<sub>2</sub> enn atmosfæren (Eisaman mfl., 2018). Dette omtales som indirekte sjøfangst og er en metode for å filtrere CO<sub>2</sub> fra sjøvann for å permanent sluttlagre CO<sub>2</sub>. Metoden er mindre moden enn å fange CO<sub>2</sub> fra luft, og vil trenge midler til forskning, utvikling og pilotprosjekter.

# Finansiering av CO<sub>2</sub>-fjerning

Det er flere alternative finansieringsløsninger for CO<sub>2</sub>-fjerning. Det betyr at det også finnes forretningsmodeller for CO<sub>2</sub>-fjerning. I dag er det spesielt to utfordringer som hindrer realisering av prosjekter som fjerner CO<sub>2</sub>: stor risiko og manglende forutsigbarhet. Dette er sammenlignbart med andre industrielle klimaløsninger, men forskjellen er at løsninger som fjerner CO<sub>2</sub> ikke er en del av klimapolitikken i Norge i dag.



# Finansiering av CO<sub>2</sub>-fjerning

Det er tre hovedalternativer for å finansiere CO<sub>2</sub>-fjerning: 1) det frivillige markedet for klimakreditter, 2) rammebetingelser fra EU og 3) nasjonal politikk. Det bør være et mål at disse tre områdene skal fungere sammen og i sum bidra til raskere realisering og kommersialisering av CO<sub>2</sub>-fjerning som klimaløsning.

I dette kapitlet diskuteres hvordan CO<sub>2</sub>-fjerning bør finansieres, og mulighetene som ligger i det frivillige markedet og i rammebetingelser fra EU. Den nasjonale politikken for CO<sub>2</sub>-fjerning, og en virkemiddelanalyse av egnede virkemidler i Norge, analyseres i neste kapittel.

## Frivillig karbonmarkedet

Finansiering gjennom klimakreditter for å:  
Nå klimamålene raskere.  
Nå nettonullutslipp.

## Nasjonal politikk

Mål og virkemidler for å:  
Nå klimamålene raskere.  
Nå nettonullutslipp.  
Nå netto negative utslipp.

## EU

Mål, sertifisering, og regulering for å:  
Nå klimamålene raskere.  
Nå nettonullutslipp.  
Nå netto negative utslipp.

**Illustrasjon:** Alternative finansieringsløsninger for CO<sub>2</sub>-fjerning.

## Det frivillige markedet for klimakreditter

Mange selskaper har satt seg mål om klimanøytralitet, og dette har ført til økt etterspørsel og et voksende marked for frivillige klimakreditter. Markedet er segmentert mellom ulike typer prosjekter, og spesielt er prisene knyttet til teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning svært høye. I dette kapitlet beskrives dagens frivillige marked, og utfordringer og løsninger for at det frivillige markedet kan bli en driver for CO<sub>2</sub>-fjerning.

Dagens frivillige marked er dominert av rimelige kreditter for prosjekter knyttet til unngåtte eller reduserte utslipp, med lav addisjonalitet. Prosjekter som bidrar til unngåtte og reduserte utslipp forhindrer utslipp av CO<sub>2</sub> til atmosfæren, for eksempel knyttet til utbygging av fornybar energi og unngått avskoging. Problemet er at det i mange tilfeller er vanskelig å bevise at det unngåtte utslippet er en direkte effekt av kredittfinansieringen og ikke ville blitt gjennomført uten. Et viktig prinsipp for klimakreditter er derfor addisjonalitet. Det vil si at prosjektet ikke ville blitt gjennomført i fraværet av kredittfinansieringen. Mange av kvotene i FNs kvotesystem, Clean Development Mechanism (CDM), som er basert på unngåtte utslipp, har blitt kritisert for å ha lav addisjonalitet.

Bruk av kreditter basert på naturbaserte løsninger har to hovedutfordringer: permanens grunnet risikoen for reversjon og negative konsekvenser på for eksempel økosystemer eller matproduksjon (som beskrevet tidligere i rapporten under positive nytteverdier for naturbaserte løsninger). Det utvikles ulike metoder for å minske risikoen for tilbakeføring av CO<sub>2</sub> til atmosfæren, for eksempel ved å opprette buffere slik at noe av pengene fra klimakredittene går til en bufferkonto til restaurering i tilfelle reversjon oppstår. En annen er at kvotene går ut på dato og må fornyes (ZERO & PwC, 2022). I tillegg kan naturbaserte løsninger ha positive

eller negative sosiale og miljømessige konsekvenser avhengig av type tiltak og praksis. Ved kjøp av kreditter basert på naturbaserte løsninger, er det derfor viktig å velge kreditter med høy kvalitet, det vil si prosjekter som kan verifiseres og bokføres, som verdsetter positive nytteverdier utover klimaeffekt og som bruker metoder for å redusere risikoen for reversjon (Allen mfl. 2020).

Oxford-prinsippene er en anerkjent veileder for handel med klimakreditter i det frivillige markedet (Allen mfl., 2020). Kort oppsummert gis følgende råd for bruk av kreditter:

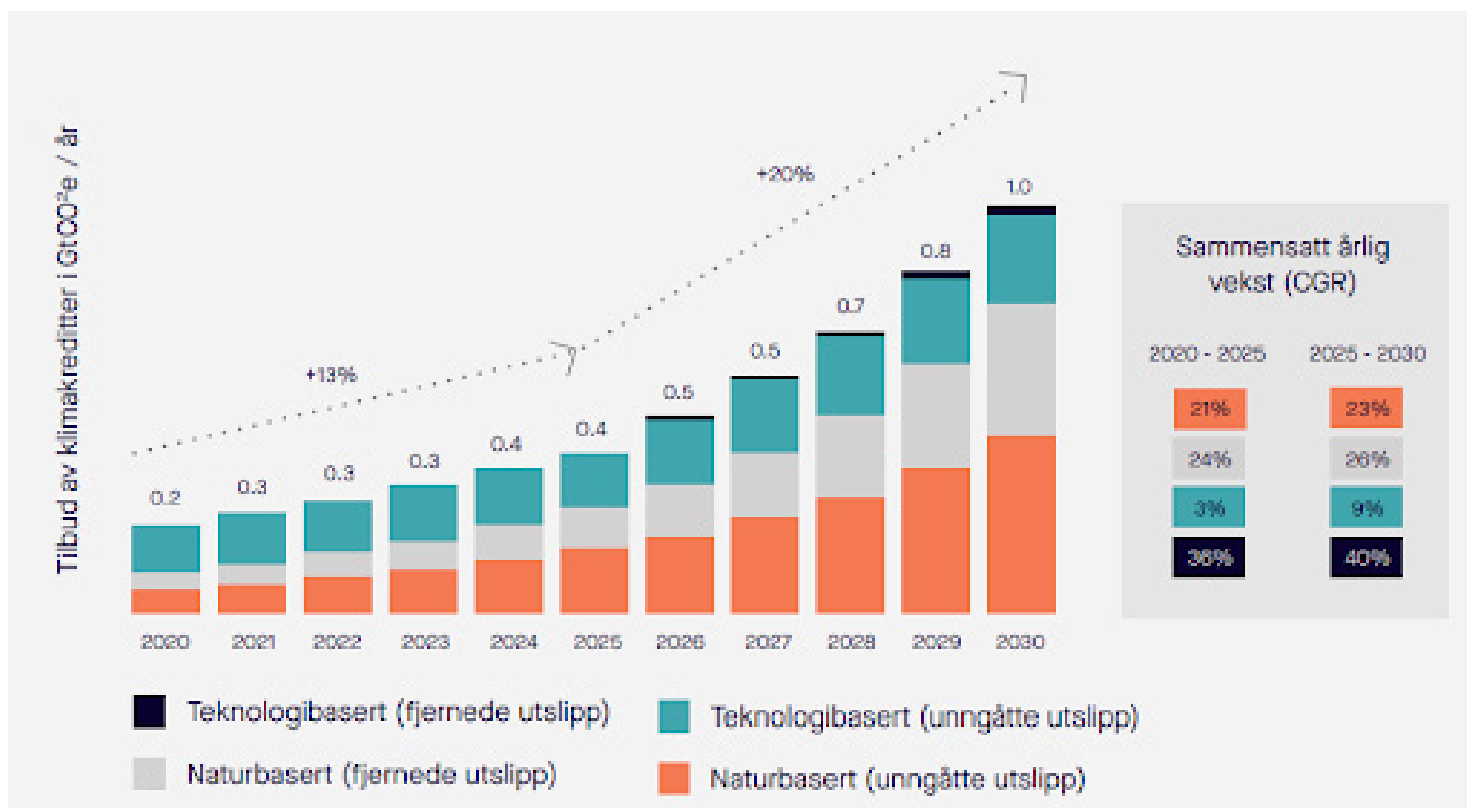
1. Reduser egne utslipp i tråd med Parisavtalen og bruk kun kreditter av høy kvalitet. Prinsippene for innkjøp av kreditter bør regelmessig revideres, i tråd med beste praksis.
2. Gå gradvis over til kun kjøp av kreditter knyttet til CO<sub>2</sub>-fjerning. Dette utelukker altså prosjekter knyttet til unngåtte eller reduserte utslipp.
3. Gå gradvis over til kjøp av kreditter knyttet til CO<sub>2</sub>-fjerning med langvarig lagring og lav risiko for reversjon.
4. Etabler en tydelig klimastrategi for å oppnå mål om netto null utslipp.



ZERO og PwC publiserte i 2022 rapporten "Jakten på klimanøytralitet og ansvarlig bruk av klimakreditter". Rapporten konkluderer, i tråd med Oxford-prinsippene, at kompensasjon for pågående scope 1- og 2-utslipp må skje ved langvarig CO<sub>2</sub>-fjerning for å kunne oppnå klimanøytralitet. Rapporten åpner for at scope 3-utslipp på kort sikt kan kompenseres ved kjøp av kreditter basert på naturbaserte prosjekter med høy kvalitet, gitt en rekke kriterier. Det legges også vekt på at finansiering av unngåtte utslipp og naturbaserte prosjekter er viktig og nødvendig, men at disse ikke skal brukes til å kompensere for pågående utslipp. Derfor bør sistnevnte promoveres som klimafinansiering og ikke kompensasjon.

I dagens frivillige marked er kun 2,3 prosent av kredittene knyttet til CO<sub>2</sub>-fjerning. Det er forventet sterk vekst i etterspørselen etter kreditter basert på CO<sub>2</sub>-fjerning i de kommende årene (ZERO & PwC, 2022). Selskaper som Microsoft, Amazon, Google og Facebook

har de siste årene satt ambisiøse mål om å finansiere CO<sub>2</sub>-fjerning. Microsoft annonserte i fjor et mål om at selskapet skal ha netto negative utslipp innen 2030, ved å redusere alle utslipp i verdikjedene og kompensere for historiske utslipp innen 2050 ved å kjøpe klimakreditter basert på CO<sub>2</sub>-fjerning. Microsoft har uttalt at de ønsker å finansiere prosjekter med høy kvalitet og lagringstid og har utviklet krav til bokføring, addisjonalitet, lagringstid, potensiell karbonlekkasje og andre miljømessige og sosiale hensyn. Etter første anskaffelsesrunde var 99 prosent av kredittene fra naturbaserte prosjekter med mindre enn 100 års lagringstid. Microsoft mener dette gjenspeiler tilgjengeligheten i dagens marked som samsvarer med deres kvalitetskrav, og ønsker fremover å øke andelen av kreditter med høyere permanens (Microsoft, 2021). Figuren under viser forventet utvikling i det frivillige markedet for klimakreditter. Andelen av kreditter fra naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning øker betydelig. Teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning øker men med mye lavere vekstrate.



**Figur:** Forventet utvikling i det frivillige markedet for klimakreditter. Kilde: Shell, BCG. "An Outlook on the Voluntary Carbon Market." 2021 som vist i ZERO & PwC, 2022.

En siste utfordring er at det i dag ikke finnes felles eller offisielle standarder eller prinsipper for bruk av klimakreditter og oppnåelse av klimanøytralitet. Det er også behov for strenge krav til overvåkning, rapportering og verifisering.

**ZERO mener** det er viktig at privat kapital blir en driver for utvikling av CO<sub>2</sub>-fjerning. For at det frivillige markedet for

klimakreditter skal være en driver, og ikke en distraksjon, på veien til klimanøytralitet, er det en forutsetning at kun langvarig CO<sub>2</sub>-fjerning brukes for å kompensere for pågående utslipp. Dette krever at det stilles strengere krav til bruk av klimakreditter enn det gjøres i dag, og at det utvikles felles standarder og krav til bokføring for å unngå dobbelttelling.

## Hva skjer i EU?

I desember 2021 publiserte EU-kommisjonen handlingsplanen Sustainable carbon cycles. Kommisjonen anerkjenner at CO<sub>2</sub>-fjerning er uunnværlig for at unionen skal nå målet om netto nullutslipp i 2050 og netto negative utslipp etter dette. Handlingsplanen fokuserer på kortsiktige tiltak for å etablere et marked for naturbaserte løsninger (carbon farming) og for å fremme nye teknologiske verdikjeder for fangst, bruk, transport og lagring av bærekraftig CO<sub>2</sub> (industrielle løsninger). Begrepet carbon farming defineres som grønne forretningsmodeller der landeiere belønnes for å forhindre utslipp og bevare og øke opptak av CO<sub>2</sub> i økosystemer gjennom forbedret forvaltningspraksis.

### Handlingsplanen har tre overordnede mål:

1. Først og fremst må alle sektorer dekarboniseres så mye som mulig.
2. Behovet for CO<sub>2</sub> som innsatsfaktor i produksjon av varer skal ikke komme fra fossile kilder, men fra biomasse eller direkte fra lufta.
3. Løsninger som fjerner og langvarig lagrer CO<sub>2</sub> må skaleres opp. Både fra naturbaserte og teknologiske løsninger. Her poengteres det at løsninger ikke skal ha negativ påvirkning på biodiversitet eller økosystemer og at do no significant harm-prinsippet overholdes.

Det er også definert egne mål for teknologiske og naturbaserte løsninger. For de teknologiske løsningene innen CCS, CCU og CO<sub>2</sub>-fjerning, skiller EU-kommisjonen mellom CO<sub>2</sub> fra ulike kilder: fra atmosfæren, biogent eller fossilt, og foreslår at opprinnelsen til hvert tonn CO<sub>2</sub> som fanges, brukes, transporteres og/eller lagres, rapporteres henholdsvis. Innen 2030 foreslår Kommisjonen at minst 20 prosent av CO<sub>2</sub> brukt i produkter skal komme fra bærekraftige, ikke-fossile kilder, og at innen 2030 skal 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> fanges og lagres permanent fra teknologiske løsninger. I dag er EUs innovasjonsfond den viktigste finansieringsmekanismen for de teknologiske løsningene, og Kommisjonen har foreslått å øke bidraget til fondet. Det har blitt diskutert å inkludere teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning i EU ETS, men det er foreløpig ikke lansert et konkret forslag om dette.

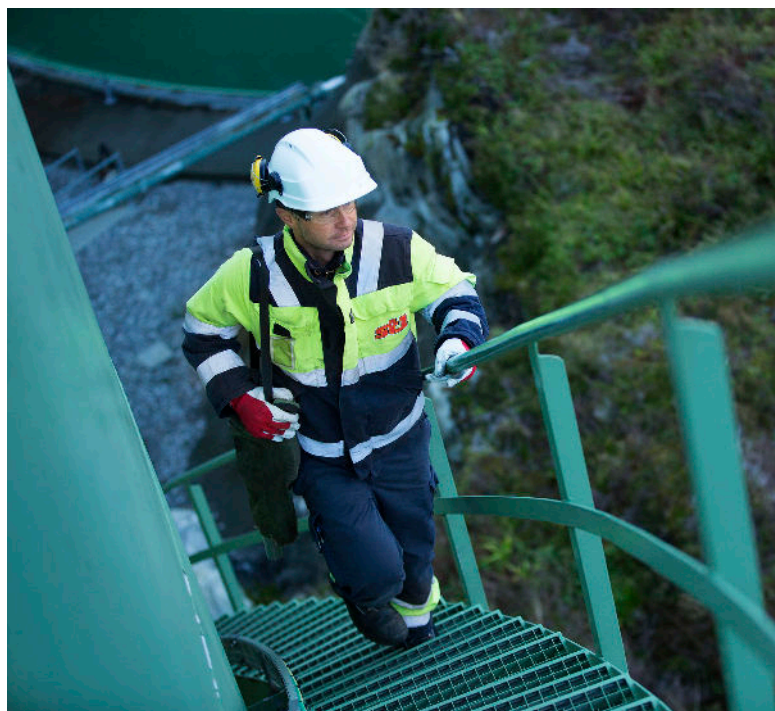


Det er også definert egne mål for teknologiske og naturbaserte løsninger. For de teknologiske løsningene innen CCS, CCU og CO<sub>2</sub>-fjerning, skiller EU-kommisjonen mellom CO<sub>2</sub> fra ulike kilder: fra atmosfæren, biogent eller fossilt, og foreslår at opprinnelsen til hvert tonn CO<sub>2</sub> som fanges, brukes, transporteres og/ eller lagres, rapporteres henholdsvis. Innen 2030 foreslår Kommisjonen at minst 20 prosent av CO<sub>2</sub> brukt i produkter skal komme fra bærekraftige, ikke-fossile kilder, og at innen 2030 skal 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> fanges og lagres permanent fra teknologiske løsninger. I dag er EUs innovasjonsfond den viktigste finansieringsmekanismen for de teknologiske løsningene, og Kommisjonen har foreslått å øke bidraget til fondet. Det har blitt diskutert å inkludere teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning i EU ETS, men det er foreløpig ikke lansert et konkret forslag om dette.

Det er også definert egne mål for carbon farming. I EUs European Green Deal er det satt et mål om at arealbrukssektoren skal fjerne 310 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år innen 2030. Derfor etablerer EU-kommisjonen en ekspertgruppe for å utvikle standardiserte metoder for overvåkning, rapportering og verifikasjon av aktiviteter knyttet til carbon farming. Handlingsplanen foreslår å opprette nye private og offentlige finansieringsløsninger

for at naturbaserte tiltak blir tatt i bruk. Det foreslås å bruke eksisterende EU-programmer som Common Agricultural Policy (CAP), LIFE (EUs finansielle instrument for å realisere klima- og miljøtiltak), the Cohesion Fund og Horizon Europe til å finansiere tiltakene.

For å utvikle et marked for CO<sub>2</sub>-fjerning, er det kritisk at det etableres et regelverk for sertifisering, med standardiserte metoder for overvåkning, rapportering og verifisering av ulike løsningene. Derfor skal Kommisjonen i løpet av siste kvartal i 2022, ferdigstille og publisere et regelverk for sertifisering av CO<sub>2</sub>-fjerning. I et høringsinnspill til Kommisjonen i forbindelse med sertifiseringsordningen, la ZERO vekt på at forskjellene i permanens for ulike løsninger må vektlegges i utformingen og at positive nytteverdier må fremmes. ZERO mener at EU er en viktig drivkraft for utvikling av rammebetingelser for CO<sub>2</sub>-fjerning, og på en treffsikker måte kompletterer nødvendige nasjonale rammebetingelser. EU har allerede på plass en tydelig målstruktur som skiller mellom behovet for raske utslippskutt og CO<sub>2</sub>-fjerning, samt regelverk for å sikre økt opptak av CO<sub>2</sub> i arealbrukssektoren (LULUCF). EU er dessuten svært viktig for å utvikle felles sertifiseringsordninger, med krav til bærekraft i verdikjeden.



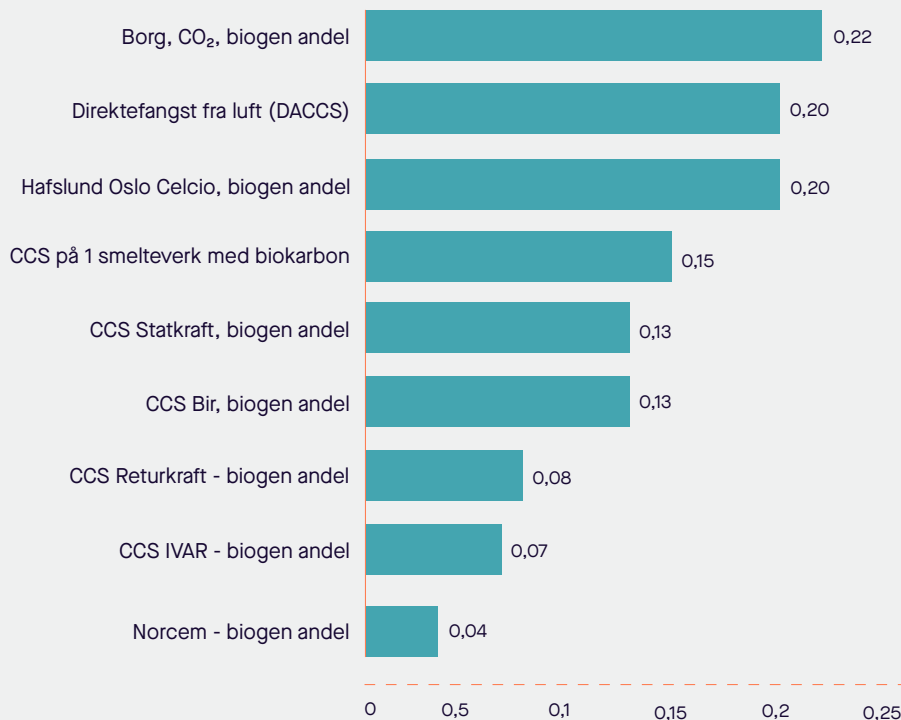
## Hvorfor nasjonal politikk?

Nasjonal politikk for CO<sub>2</sub>-fjerning er viktig for å nå nasjonale klimamål, sikre bevaring av natur, og bidra til grønn næringsutvikling. I tillegg er det behov for nasjonal politikk for å sikre forutsigbarhet utover finansiering i det frivillige markedet og rammebetingelser fra EU innen blant annet sertifisering.

For norske klimamål kan CO<sub>2</sub>-fjerning på kort sikt bidra til raskere utslippsreduksjoner, som er ett av tre formål med CO<sub>2</sub>-fjerning beskrevet tidligere i rapporten. På denne måten kan CO<sub>2</sub>-fjerning bidra til en kostnadseffektiv oppnåelse av norske klimamål og internasjonale utslippsforpliktelser. Når myndighetene finansierer CO<sub>2</sub>-fjerning, sikres samtidig Norge rettighetene til å rapportere CO<sub>2</sub>-fjerning i våre forpliktelser med både EU og under Parisavtalen.

I rapporten *“ZERO 2030: Slik når vi klimamålene”* (2022), analyserte ZERO hvilke tiltak og virkemidler

som må til i hver sektor for å nå regjeringens mål om å redusere utslippene med 55 prosent innen 2030, sammenlignet med 1990. Analysen viser at et virkemiddel for CO<sub>2</sub>-fjerning kan utløse CCS på åtte biogene utslippskilder innen 2030. På kort sikt er spesielt avfallsforbrenning et viktig område, men også DACCS og BECCS i eksisterende industri. I denne analysen fjernes CO<sub>2</sub> tilsvarende 1,2 millioner tonn for å nå målet om å redusere utslippene med 55 prosent, som vist i figuren under. I Miljødirektoratets tiltaksanalyser i rapporten om grønn omstilling (2022), er potensialet utover prosjektene i Langskip nesten 1 millioner tonn CO<sub>2</sub> før 2030, og kan utløses med styrket virkemiddelbruk. Rapporten viser også at det er et ytterligere usikkert potensial, med høye barrierer, på 1,2 millioner tonn CO<sub>2</sub> (1 millioner tonn CO<sub>2</sub> fra DACCS). Det betyr et samlet potensial på 2,4 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2030, men at barrierene i dag er høye og at dette avhenger av virkemiddelbruk.



**Figur:** Utslippsreduksjonspotensial i 2030 for CCS på biogene utslippspunkter.

Et viktig mål med nasjonal politikk for CO<sub>2</sub>-fjerning er å tilby forutsigbarheten som mangler i det frivillige markedet. En fremskrivning av utviklingen i det frivillige markedet for klimakreditter vurderer etterspørselen etter å nå mellom 270-950 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2030 og 520-2.340 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2050 (Trove Research & University College London, 2021). Behovet for CO<sub>2</sub>-fjerning for å begrense temperaturstigningen til godt under 2 grader med lite eller ingen overstigning, vil være 5,8 milliarder tonn CO<sub>2</sub> i 2050 (årlig middelverdi), ifølge FNs klimapanel. Det betyr at det er stor usikkerhet om det frivillige markedet er tilstrekkelig til å finansiere nok CO<sub>2</sub>-fjerning i tide (se kapittelet CO<sub>2</sub>-fjerning i klimascenarier).

Forutsigbarheten i det frivillige markedet er dessuten svært kort, og et nasjonalt virkemiddel må bidra med

lenger tidshorisont (10-15 år). Dette er avgjørende for utvikling av teknologitunge prosjekter. Uten nasjonal politikk vil det ta betydelig lenger tid å finansiere disse løsningene, og som forklart i kapittelet "Hvem skal betale for utslippene ingen eier" er det fellesskapets ansvar å sørge for at CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i atmosfæren blir redusert tilstrekkelig og raskt nok. Norge bærer et historisk ansvar for å fjerne CO<sub>2</sub>, noe som særlig forsterkes med en aktiv petroleumspolitik, som diskutert innledningsvis i denne rapporten.

**ZERO mener**, basert på kunnskapen i internasjonale klimascenarier for å nå 1,5- og 2-gradersmålet, at Norge må utvikle nasjonal politikk for å bidra til å finansiere og skalere CO<sub>2</sub>-fjerning. Dette vil bidra til å nå nasjonale klimamål på kort og lang sikt, og vil dessuten bidra til grønn næringsutvikling og nye arbeidsplasser.

## Bokføring av CO<sub>2</sub>-fjerning - hvem eier rettighetene?

Det er en forutsetning at CO<sub>2</sub>-fjerning bokføres slik at det unngås dobbelttelling, på samme måte som utslippsreduksjoner ellers. Ved kjøp og salg av frivillige klimakreditter mellom selskaper, øker denne risikoen for dobbelttelling. Den øker også ved et lands finansiering av prosjekter i et annet land. Disse to problemstillingene diskuteres under.

Det vil være dobbelttelling om to selskaper bokfører samme tonn CO<sub>2</sub> fjernet i sine mål. Hvis selskapet som realiserer CO<sub>2</sub>-fjerning selger frivillige klimakreditter, selges også rettighetene til å rapportere CO<sub>2</sub>-fjerning i egne utslippsmål. Hvis selskapet som realiserer CO<sub>2</sub>-fjerning ikke utsteder og selger klimakreditter i det frivillige markedet, eier selskapet selv rettighetene. Da vil eventuelt også selskapet miste en finansieringskilde. Rettigheten til CO<sub>2</sub>-fjerning må derfor følge klimakreditten (tonn CO<sub>2</sub>) som eventuelt selges i det frivillige markedet.

Det vil på samme måte være dobbelttelling om to land bokfører det samme tonn CO<sub>2</sub> fjerna i sine mål. På

klimatoppmøtet i Glasgow i 2021 ble det etablert et regelverk for bokføring av utslipp ved handel mellom land (kvoter) og klimafinansiering. Når et land finansierer klimatiltak i et annet land, vil dette i oppfyllelsen av Parisavtalen reguleres i Artikkel 6.2 og det må utstedes en corresponding adjustment. Dette skal regulere at kun ett av landene kan telle tiltaket mot målene i Parisavtalen. Et viktig argument for å ha nasjonal politikk og finansiering av CO<sub>2</sub>-fjerning, er nettopp eierskapet til rapporteringen. Dette diskuteres nærmere i neste kapittel.

Det er på denne måten ikke dobbelttelling om ett land og ett selskap bokfører det samme tonn CO<sub>2</sub> fjernet. Dette er slik det gjøres i dag for utslippskutt i nasjonale utslippsregnskap og i en bedrifts utslippsrapportering. En kommende sertifisering av CO<sub>2</sub>-fjerning bør bidra til å sikre at prosjekter bokføres for å unngå dobbelttelling, og brukes som underlag for å etablere hvilket land og hvilket selskap som eier rettighetene til å rapportere fjerning av CO<sub>2</sub>.

# Norsk politikk for CO<sub>2</sub>-fjerning

Det finnes i dag ikke rammebetingelser for å realisere CO<sub>2</sub>-fjerning i Norge. Staten har vært avgjørende for å finansiere verdikjeden i Langskip, som både bidrar til utslippskutt og CO<sub>2</sub>-fjerning hos Norcem (10 prosent biogene utslipp) og Hafslund Oslo Celsio (50 prosent biogene utslipp). Prosjektene i Langskip har vært politisk styrt og med stor usikkerhet, og det er viktig at rammebetingelser for CO<sub>2</sub>-fjerning (og CCS) har større forutsigbarhet framover. Finansieringsløsningene som er utarbeidet i disse prosjektene kan likevel være til inspirasjon for utarbeidelse av et virkemiddel for å realisere CO<sub>2</sub>-fjerning i andre prosjekter.



## Nasjonale mål for CO<sub>2</sub>-fjerning

I norsk klimalov er det fastsatt at Norge skal være et "lavutslippssamfunn" i 2050, og at klimagassutslippene skal reduseres med 90-95 prosent sammenlignet med 1990. I 2030 skal klimagassutslippene reduseres med "minst 50 prosent og opp mot 55 prosent". Vi har verken et mål om netto nullutslipp, netto negative utslipp eller en presisering hvorvidt målene kan oppnås med CO<sub>2</sub>-fjerning.

Sverige har etablert separate mål for utslippskutt og CO<sub>2</sub>-fjerning, og disse er innført i klimaloven. Det samme gjelder for EUs klimamål. Det overgripende og langsiktige målet i Sverige er netto nullutslipp i 2045, og etter dette negative utslipp. I 2045 skal minimum 85 prosent av måloppnåelsen være utslippskutt (sammenlignet med 1990), og de resterende 15 prosent "komplementerende tiltak"; teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning, opptak av CO<sub>2</sub> i skog og annen arealbruk (tiltak i LULUCF-sektoren) eller tiltak i andre land. Det er også lovpålagte etappemål for utslippskutt i ikke-kvotepiktig sektor. I 2030 skal utslippene være redusert med 63 prosent, og 8 prosent av dette kan være ved bruk av komplementerende tiltak som CO<sub>2</sub>-fjerning. I 2040 skal utslippene være redusert med 75 prosent, og 2 prosent av dette ved komplementerende tiltak.

Separate og tallfestede mål for CO<sub>2</sub>-fjerning, som i EU og Sverige, gir klare føringer for at utslippskutt skal gjennomføres først og vil målstyre virkemiddelbruk. Det samme må på plass i norsk klimapolitikk.

### **ZERO har følgende forslag:**

1. Innfør et mål om netto nullutslipp i Norge senest i 2050 i klimaloven. 90-95 prosent skal være i form av utslippskutt. De resterende 5-10 prosent kan være permanent CO<sub>2</sub>-fjerning. Sammenlignet med 1990 betyr dette at CO<sub>2</sub>-fjerning kan stå for 2,5-5 millioner tonn CO<sub>2</sub>. Målet om netto nullutslipp bør være førende og overgripende for klimapolitikken.
2. Innfør Hurdalplattformens mål om 55 prosent utslippskutt i norsk økonomi i 2030 i klimaloven, og målfest at 2 prosent av målet kan oppnås ved langvarig CO<sub>2</sub>-fjerning. Dette tilsvarer 1 million tonn CO<sub>2</sub>-fjerning i 2030.
3. Innfør et eget naturmål i klimaloven. Målet skal sikre vern av viktig natur, bærekraftig arealforvaltning og øke opptaket av CO<sub>2</sub> i skog, land og hav. Det må utredes hvordan et slikt naturmål kan utformes, og potensialet for økt opptak av CO<sub>2</sub> i natur. Målet for naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning bør være på samme nivå som teknologisk i 2030 og 2050.

# Virkemidler for å realisere CO<sub>2</sub>-fjerning i Norge

Virkemidler for CO<sub>2</sub>-fjerning skal bidra til å realisere nasjonale mål for CO<sub>2</sub>-fjerning på kort og lang sikt (netto nullutslipp). Det er en lang rekke alternative virkemidler, basert på forslag og etablerte virkemidler i andre land. For å vurdere og analysere de mest aktuelle virkemidlene for både naturbasert og teknologibasert CO<sub>2</sub>-fjerning, evalueres virkemidlene i en trafikklysmoell basert på følgende kriterier:

1. Styringseffektivitet refererer til om virkemiddelet kan målstyres, er administrativt gjennomførbart og krever minst mulig ressurser.
2. Kostnadseffektivitet refererer til om virkemiddelet fører til at målet nås kostnadsoptimalt og at det fordrer konkurranse og utvikling.

3. Kommersialisering refererer til om virkemiddelet bidrar til å skape marked, forutsigbarhet, betalingsvilje og støtter økende volum CO<sub>2</sub>-fjerning.
4. Gjennomførbarhet refererer til om det er politisk realistisk å implementere virkemiddelet, om virkemiddelet kan integreres med EU- og nasjonale regelverk, og om det kan implementeres raskt.

Det finnes forslag til virkemidler for CO<sub>2</sub>-fjerning i flere land, og den politiske utviklingen på området skjer fort. Figuren under viser virkemidlene som er vurdert i analysen for å realisere teknologisk og naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning i Norge. Virkemidlene som er vurdert er basert på forslag i andre land, og virkemidler ellers i klimapolitikken.

Vurderte virkemidler for teknologisk CO <sub>2</sub> -fjerning
Omvendte auksjoner
Differansekontrakter for karbon
Omvendt CO <sub>2</sub> -avgift
EUs kvotesystem
Krav om karbonretur
Investeringsstøtte
Næringslivsfond for CO <sub>2</sub> -fjerning

Vurderte virkemidler for naturbasert CO <sub>2</sub> -fjerning
Bionova
Regulering av LULUCF
Krav om arealnøytralitet
Arealavgift



# 1. Omvendte auksjoner for BECCS og DACCS

## Omvendte auksjoner for CO<sub>2</sub>-fjerning i Sverige og Australia

Den svenske energimyndigheten har foreslått å holde tre runder med omvendte auksjoner for å realisere totalt 1,8 millioner tonn CO<sub>2</sub>-fjerning fra BECCS innen 2030 (tilsvarende 4-5 CCS-prosjekter). I perioden 2030-2045 er foreløpig målet å finansiere fjerning tilsvarende 3-10 millioner tonn CO<sub>2</sub>. Sverige har valgt å kun inkludere BECCS fordi de har en stor nok biobasert industri til å oppnå målet og samtidig skape konkurranse. Vinnerne av auksjonsrundene får støtte gjennom en 15 års kontrakt og ordningen skal finansieres over statsbudsjettet.

I Australia brukes omvendte auksjoner av myndighetene for å kjøpe CO<sub>2</sub>-fjerning fra naturbaserte løsninger. Landeiere i det private markedet legger inn bud på tiltak som fører til karbonlagring, som for eksempel treplanting eller unngått avskoging.

### Utforming

Omvendte auksjoner utlyses av myndighetene for å finansiere og kjøpe CO<sub>2</sub>-fjerning. Det kan i utgangspunktet være et aktuelt virkemiddel for både teknologiske og naturbaserte løsninger. ZERO anser virkemiddelet som aktuelt for teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning. Naturbaserte løsninger har typisk lavere kostnader, og det er heller ikke nødvendigvis det kostnadseffektive tiltaket som er mest effektivt for verken økt lagring av CO<sub>2</sub> eller for positive nytteverdier som biodiversitet.

For at ordningen skal bidra til konkurranse mellom teknologiske løsninger, foreslår ZERO at den holdes teknologinøytral og åpen for både BECCS og DACCS. Aktører legger inn bud på å selge permanent CO<sub>2</sub>-fjerning, og de som kan tilby prosjekter til lavest kostnad

blir tildelt finansiering basert på prosjektets volum (tonn CO<sub>2</sub>). Antall finansierte prosjekter bør målstyres basert på et politisk bestemt mål (volum) for CO<sub>2</sub>-fjerning, som er førende for å fastslå et budsjett.

### Vurdering

#### Styringseffektivitet:

Kan målstyres og er administrativt gjennomførbart, men kan være ressurskrevende å iverksette en ny ordning.

#### Kostnadseffektivitet:

Bidrar til konkurranse mellom prosjekter og teknologier. Setter et tak for statlig finansiering, og kan være en kostnadsoptimal vei til et mål.

#### Kommersialisering:

Bidrar til å skape marked, forutsigbarhet over kontraktperioden og til å skape betalingsvilje. Støtter kun prosjekter opp til et bestemt volum, og kan favorisere store industrielle prosjekter. Risiko for at ikke mindre CCS-prosjekter (typisk i eksisterende bioindustri) utløses.

#### Gjennomførbarhet:

Politisk realistisk, kan integreres med annet regelverk, og kan implementeres raskt.

ZERO anbefaler at det vurderes hvordan omvendte auksjoner for BECCS og DACCS kan innføres. Omvendte auksjoner setter et tak for statlig støtte, og CO<sub>2</sub>-fjerning utover dette målet kan finansieres i det frivillige markedet.

## 2. Differansekontrakter for karbon for BECCS og DACCS

### Differansekontrakter for CCS i Nederland

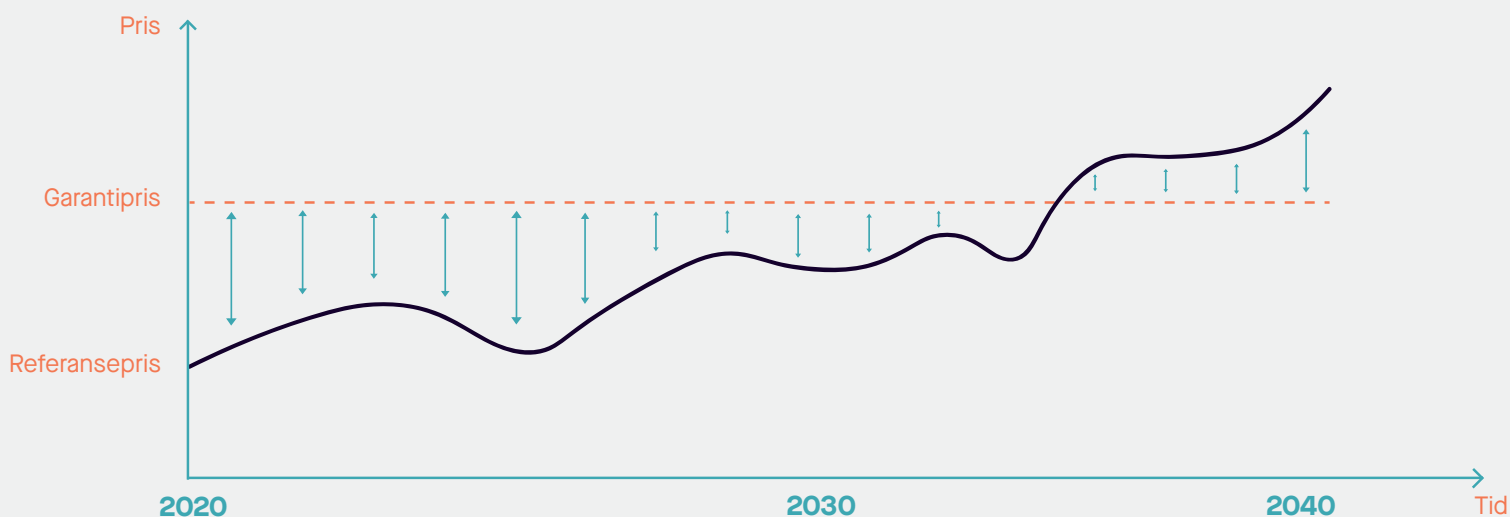
Differansekontrakter blir brukt for å støtte CCS på fossile utslipp gjennom ordningen SDE++. I ordningen er kvoteprisen i EU ETS referansen til garantiprisen. Kontrakter blir tildelt gjennom å holde reverserte auksjoner hvor prosjekter med lavest kostnad blir tildelt en differansekontrakt.

#### Utforming

Differansekontrakter er et virkemiddel for å støtte en kostnadsdifferanse mot en avtalt referansepris. Den mest aktuelle referanseprisen er EUs kvotepris, som også er omtalt i EUs handlingsplan for bærekraftige karbonsykluser. En differansekontrakt med referanse i en CO<sub>2</sub>-pris, omtales som differansekontrakter for karbon. Det er viktig å påpeke at dette ikke er en naturlig referanse, da biogene utslipp ikke er en del av EUs kvotesystem. Et slikt virkemiddel er i hovedsak

relevant for teknologisk modne løsninger, med høy risiko og kommersiell usikkerhet (kommersielt umodne). Derfor løser et slikt virkemiddel en kommersiell usikkerhet i utviklingen til kvoteprisen framover. Virkemiddelet er derfor spesielt egnet for løsninger i en oppskaleringsfase, med utbetalt driftsstøtte over en periode på typisk 10-15 år. Med høye kostnader for BECCS og DACCS bør ordningen dekke både investerings- og driftsstøtte.

Det er to viktige hovedforskjeller mellom differansekontrakter og omvendte auksjoner: 1) Differansekontrakter har en referansepris, mens omvendte auksjoner har et volumtak, og 2) Differansekontrakter kan innrettes med og uten konkurranse, mens en omvendt auksjon alltid har konkurranse. **ZERO anbefaler** at differansekontrakter innrettes med konkurranse, og utformingen er dermed sammenlignbar med en omvendt auksjon.



Figur: Illustrasjon av mekanismene i en differansekontrakt.

## 2. Differansekontrakter for karbon for BECCS og DACCS

### Vurdering

<b>Styringseffektivitet:</b> Usikker målstyring og kvoteprisen er en usikker referansepris. Er administrativt gjennomførbart, men kan være ressurskrevende å innføre en ny ordning.	
<b>Kostnadseffektivitet:</b> Kan bidra til konkurranse mellom prosjekter og teknologier, samt en kostnadsoptimal vei til et mål.	
<b>Kommersialisering:</b> Bidrar til å skape marked, forutsigbarhet over kontraktperioden, og til å skape betalingsvilje for prosjekter.	
<b>Gjennomførbarhet:</b> Politisk realistisk, og kan integreres med annet regelverk.	

Hovedforklaringen til at differansekontrakter (med konkurranse) vurderes å være noe mindre styringseffektive enn en omvendt auksjon, er at det i utgangspunktet ikke er et volumtak for differansekontrakter. Hovedforklaringen til at differansekontrakter i større grad vurderes å bidra til kommersialisering, er større sannsynlighet for å utløse mindre CCS-prosjekter i eksisterende industri.

ZERO anbefaler at det utredes hvordan differansekontrakter for karbon kan bidra til å realisere CO<sub>2</sub>-fjerning. Det er viktig å påpeke at auksjoner og differansekontrakter er virkemidler som etter definisjon er overlappende, og kan innrettes med elementer fra begge virkemidler. Derfor anbefaler ZERO å utrede disse alternativene parallelt

### 3. Omvendt CO<sub>2</sub>-avgift for BECCS og DACCS

#### Virkemidler i andre land: Innmatingstariff (Feed-in-tariff)

I **Luxemburg** er ordningen Luxembourg *Negative Emissions Tariff* foreslått for å incentivere CO<sub>2</sub>-fjerning. Hvis lovforslaget blir vedtatt får prosjekter utbetalt en sum per tonn CO<sub>2</sub> fjernet gjennom femårskontrakter. Lovforslaget forventes å bli lagt frem for parlamentet i løpet av 2022.

Virkemidler i andre land: nasjonalt skattefradrag for CCS og CO<sub>2</sub>-fjerning

I **USA** kan prosjekter få skattefradrag for CCS og CO<sub>2</sub>-fjerning gjennom ordningen 45Q. I 2022, gjennom *The US Inflation Reduction Act*, økte myndighetene fradraget for CCS fra 50 til 85 amerikanske dollar per tonn CO<sub>2</sub> fanget og lagret, og inkluderte et nytt fradrag på 180 dollar per tonn CO<sub>2</sub> fjernet direkte fra atmosfæren (DACCS).

#### Utforming

I motsetning til en CO<sub>2</sub>-avgift der aktører må betale for utslipp, vil en omvendt CO<sub>2</sub>-avgift betale aktører for å fjerne CO<sub>2</sub>. Dette vil bidra til å finansiere fjerning av CO<sub>2</sub> og stimulere til realisering og oppskalering av BECCS og DACCS. CO<sub>2</sub>-fjerning er ikke en del av kvotesystemet i dag, og det er derfor naturlig at nivået på en omvendt CO<sub>2</sub>-avgift er på samme nivå som CO<sub>2</sub>-avgiften i ikke-kvotepiktig sektor i dag. Denne er i 2022 på 668 kr/tonn CO<sub>2</sub>, og skal øke til 2000 kr/tonn CO<sub>2</sub> i 2030 (statsbudsjettet 2022). En omvendt CO<sub>2</sub>-avgift kan også innføres fram til CO<sub>2</sub>-fjerning inkluderes i EUs kvotesystem.

#### Vurdering:

##### Styringseffektivitet:

Administrativt gjennomførbart og relativt enkel ordning, men vil ikke sikre målstyring og et tak for finansiering av CO<sub>2</sub>-fjerning.

##### Kostnadseffektivitet:

Fører ikke til konkurranse mellom prosjekter og teknologier, og kan bli en kostbar ordning.

##### Kommersialisering:

Sikrer en rettighetsbasert støtte, i form av en flat feed-in og vil bidra til oppskalering og er forutsigbar

##### Gjennomførbarhet:

Relativt enkelt og intuitivt system, og Stortinget har allerede vedtatt et verbalforslag i tillegg til energimeldingen i 2022.

**ZERO anbefaler** en ordning for å finansiere BECCS og DACCS som i større grad er kostnads- og styringseffektiv, enn hva som er tilfelle for en omvendt CO<sub>2</sub>-avgift. Omvendte auksjoner og differansekontrakter for karbon anses i større grad å bidra til dette.

## 4. EUs kvotesystem inkluderer biogen CO<sub>2</sub> fra BECCS og DACCS

### Virkemidler i andre land: nasjonalt kvotesystem

I Storbritannias Net Zero Strategy: Build Back Greener settes det en ambisjon om å fjerne 5 millioner tonn CO<sub>2</sub> fra teknologiske løsninger innen 2030. Det foreslås å innlemme disse løsningene i Storbritannias nasjonale kvotesystem for å stimulere oppskaleringen. Forslaget skal på konsultasjon våren 2022 og en beslutning er forventet i løpet av året.

I New Zealand er naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning en del av det nasjonale kvotesystemet som betyr at utslippere kan kjøpe kvoter fra prosjekter som for eksempel skogplanting.

### Utforming

I dag omfatter EUs kvotesystem kun fossil CO<sub>2</sub>, og utvides til å inkludere CO<sub>2</sub> av biogen opprinnelse. Med dette vil permanent CO<sub>2</sub>-fjerning inkluderes i kvotesystemet, og BECCS og DACCS vil utløse kvoter som kan selges i EU ETS-markedet. En slik utvidelse av kvotesystemet vil også støtte EU-unionens mål om netto negative utslipp. Det er viktig at en slik utvidelse av kvotesystemet ikke forsinker utslippskutt.

CO<sub>2</sub>-fjerning kan også innlemmes i nasjonale eller regionale kvotehandelssystemer, men dette anses ikke som realistisk.

### Vurdering:

#### Styringseffektivitet:

Administrativt gjennomførbart i samarbeid med EU, men usikker målstyring av CO<sub>2</sub>-fjerning. Kan føre til at CO<sub>2</sub>-fjerning skjer på bekostning av utslippskutt.

#### Kostnadseffektivitet:

Vil bidra til konkurranse (men også mellom utslippskutt og fjerning). Vil bidra til kostnadseffektiv oppnåelse av klimamål.

#### Kommersialisering:

Vil bidra til å skape et forutsigbart marked og betalingsvilje for CO<sub>2</sub>-fjerning, samt støtte realisering og oppskalering. Det vil være usikkert hvor mye CO<sub>2</sub>-fjerning som realiseres i Norge med et slikt felleseuropeisk system.

#### Gjennomførbarhet:

Foreslått i EUs handlingsplan for bærekraftige karbonsykluser, men usikkert hvor raskt dette kan gjennomføres.

**ZERO anbefaler** at norske myndigheter utforsker muligheten for å inkludere biogene CO<sub>2</sub>-utslipp i EUs kvotesystem, parallelt med at det innføres et dedikert nasjonalt virkemiddel for å sikre at det realiseres CO<sub>2</sub>-fjerning i Norge.

## 5. Krav om karbonretur for CCS

### Utforming

Krav om karbonretur er et oppstrøms virkemiddel for å finansiere lagring av CO<sub>2</sub>. Internasjonalt omtales dette som Carbon Takeback Obligation, og innebærer et produsentansvar for karbonutslipp. Kravet regulerer at produsenter og importører av olje og gass må lagre en progressivt økende andel av CO<sub>2</sub> som genereres i bruk (scope 3-utslipp). Virkemiddelet skiller ikke mellom lagring av fossile utslipp (CCS) og utslipp av atmosfærisk opprinnelse (BECCS og DACCS). Krav om karbonretur vil mest sannsynlig først finansiere CCS på industrielle punktutslipp, og sekundært DACCS.

Norske olje- og gassprodukter fører til utslipp på over 400 millioner tonn CO<sub>2</sub> i utlandet. Et krav om karbonretur kan starte på et moderat nivå, for eksempel 10 millioner tonn CO<sub>2</sub> (2,5 prosent). Kravet bør trappes opp til 10 prosent senest innen 2030, og gradvis øke til 100 prosent i 2050. På denne måten støtter virkemiddelet mål om nullutslipp.

### Vurdering:

#### Styringseffektivitet:

Administrativt gjennomførbart i samarbeid med EU, men usikker målstyring av CO<sub>2</sub>-fjerning. Kan føre til at CO<sub>2</sub>-fjerning skjer på bekostning av utslippskutt.

#### Kostnadseffektivitet:

Vil bidra til konkurranse (men også mellom utslippskutt og fjerning). Vil bidra til kostnadseffektiv oppnåelse av klimamål.

#### Kommersialisering:

Vil bidra til å skape et forutsigbart marked og betalingsvilje for CO<sub>2</sub>-fjerning, samt støtte realisering og oppskalering. Det vil være usikkert hvor mye CO<sub>2</sub>-fjerning som realiseres i Norge med et slikt felleseuropeisk system.

#### Gjennomførbarhet:

Foreslått i EUs handlingsplan for bærekraftige karbonsykluser, men usikkert hvor raskt dette kan gjennomføres.

ZERO anser ikke et krav om karbonretur for å være et egnet virkemiddel for å sikre realisering av CO<sub>2</sub>-fjerning. ZERO mener likevel at krav om karbonretur er et effektivt virkemiddel for CCS.

## 6. Investeringsstøtte til karbonfangst

### Utforming

Investeringsstøtte gis til industriell karbonfangst av Enova, for både fossile punktutslipp, BECCS og DACCS. Dette krever et tilleggsoppdrag til Enova for å sikre utrulling av flere prosjekter, samt økte overføringer over statsbudsjettet.

### Vurdering:

ZERO anser ikke investeringsstøtte gjennom Enova som et tilstrekkelig virkemiddel for å realisere CO<sub>2</sub>-fjerning i Norge.

<b>Styringseffektivitet:</b> Et tilleggsoppdrag til Enova kan målstyres og er administrativt gjennomførbart.	Green
<b>Kostnadseffektivitet:</b> Usikker kostnadseffektivitet når støtten begrenses til investering.	Yellow
<b>Kommersialisering:</b> Investeringsstøtte alene vil mest sannsynlig ikke realisere BECCS og DACCS. Bidrar ikke til å skape et marked eller betalingsvilje.	Red
<b>Gjennomførbarhet:</b> Enova støtter i dag ikke utrulling (eller utslippskutt) i industrien, og det krever en endring av Enovas mandat (eller et større tilleggsoppdrag) for å sikre at det gis støtte utover teknologiinnovasjon.	Yellow

## 7. Næringslivsfond for CO<sub>2</sub>-fjerning for BECCS og DACCS

### Utforming

Et næringslivsfond opprettes for å finansiere BECCS og DACCS, etter modell av NOx-fondet. NOx-fondet finansieres ved en innbetaling til fondet fra virksomheter som er tilsluttet (som med dette fritas for NOx-avgift). Til forskjell fra dette er det ingen avgifter for BECCS og DACCS i dag. For at et fond skal være et realistisk forslag, foreslår vi at fondet finansieres ved en ny omstillingsavgift på olje og gass. Alternativt kan fondet også finansieres ved en marginal avgift på klimagassutslipp (ny avgift).

### Vurdering:

ZERO anbefaler ikke at det innføres et fond for å finansiere CO<sub>2</sub>-fjerning i Norge.

#### Styringseffektivitet:

Et fond kan målstyres, men vil kreve administrative ressurser og det må opprettes et nytt fond (ressurskrevende).

#### Kostnadseffektivitet:

Et fond kan bidra til konkurranse mellom prosjekter, men kostnadseffektiviteten anses som begrenset fordi det mangler en sammenheng mellom innbetaling til fondet og utbetalinger (ikke innenfor samme næring).

#### Kommersialisering:

Kan bidra til å skape betalingsvilje, men et nytt fond anses ikke som forutsigbart og skaper ikke et marked.

#### Gjennomførbarhet:

Det har vært en rekke forslag til nye klimafond, som har vært utfordrende å implementere politisk.



## 8. CO<sub>2</sub>-fjerning inkluderes i omsetningskrav for biodrivstoff

### Virkemidler i andre land: innblandingskrav

I **Californias Low Carbon Fuel Standard** er det satt et tak på karbonintensiteten i drivstoff som betyr at importører og distributører må ta i bruk en viss andel fornybare drivstoff.

I 2019 ble DACCS-prosjekter, lokalisert hvor som helst i verden, inkludert til å kunne søke om å få kreditter for videre salg på markedet i California. Ordningen vil trolig ikke utløse CO<sub>2</sub>-fjerning alene men sammen med den landsdekkende ordningen 45Q, som beskrevet tidligere, kan disse være dekkende for å utløse prosjekter.

### Utforming

Dagens omsetningskrav for bærekraftig biodrivstoff til veitransport utvides til å inkludere muligheten for å kompensere med CO<sub>2</sub>-fjerning. Fossile drivstoff kan omsettes ved kjøp av CO<sub>2</sub>-fjerningskreditter innenfor omsetningskravet.

### Vurdering:

#### Styringseffektivitet:

Administrativt gjennomførbart under dagens omsetningskrav, men kan ikke målstyres for CO<sub>2</sub>-fjerning og fører til at utslippskutt (utfasing av fossile drivstoff) utsettes.

#### Kostnadseffektivitet:

Kan bidra til konkurranse mellom prosjekter, men begrenser CO<sub>2</sub>-fjerning til drivstoffmarkedet, og med dette usikker utvikling og oppskalering.

#### Kommersialisering:

Bidrar til å skape et marked med betalingsvilje, men usikkert hvorvidt det vil bidra til å realisere og oppskalere CO<sub>2</sub>-fjerning.

#### Gjennomførbarhet:

Det vil mest sannsynlig være utfordrende og tidkrevende å få til en slik endring under et EU-styrt regelverk (biodrivstoff).

**ZERO anbefaler** ikke å inkludere kompensasjon med CO<sub>2</sub>-fjerning i omsetningskrav for bærekraftig biodrivstoff.

## 9. Bionova: tilskudd til naturbaserte løsninger

### Virkemidler i andre land: frivillig marked

Woodland Carbon Code er Storbritannias frivillige marked for kjøp og salg av kreditter fra skogplantingsprosjekter. Gjennom tredjepartssertifisering kan landeiere registrere prosjekter for å få kreditter som selges videre på det frivillige markedet. Ordningen gir insentiver for landeiere til å bruke landområdet til CO<sub>2</sub>-lagring fremfor andre aktiviteter som jordbruk eller beite.

### Utforming

Bionova skal opprettes i 2023 for å bidra til næringsutvikling i bioøkonomien i landbruk, skogbruk og havbruk, samt utslippskutt og "særlig til binding av karbon" (budsjettenigheten 2022). Ordningen utredes av Landbruks- og matdepartementet i samarbeid med Nærings- og fiskeridepartementet, Klima- og miljødepartementet, Kommunal- og distriktsdepartementet og Finansdepartementet.

ZERO har foreslått at Bionova skal bidra til 1) å bygge opp en bærekraftig bioøkonomi i Norge på tvers av alle sektorer, 2) å realisere utslippskutt i jordbruket i tråd med målet om at norske utslipp skal reduseres med minst 55 prosent innen 2030, 3) å øke opptaket av CO<sub>2</sub> i natur, og 4) bærekraftig forvaltning og omstilling av landarealer. Bionova bør bidra til å realisere naturbaserte løsninger og vektlegge positive nytteverdier utover CO<sub>2</sub>-fjerning. Bionova bør få i oppdrag å realisere minimum 1 million tonn naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning årlig innen 2030, med forutsigbare overføringer over statsbudsjettet.

### Vurdering:

#### Styringseffektivitet:

CO<sub>2</sub>-fjerning kan målstyres i mandat, og anses administrativt gjennomførbart i en organisasjon som "særlig" skal fokusere på binding av karbon.

#### Kostnadseffektivitet:

Kan bidra til kostnadseffektivitet, konkurranse og utvikling, avhengig av organisering.

#### Kommersialisering:

Vil bidra til forutsigbar finansiering av CO<sub>2</sub>-fjerning og støtter økende volum, men bidrar ikke til å skape et marked.

#### Gjennomførbarhet:

Politisk enighet og planlagt implementering i 2023.

ZERO anbefaler at Bionova får hovedoppgaven med å finansiere CO<sub>2</sub>-fjerning i skog, land og hav. Det må sikres tilstrekkelig finansiell oppskalering av Bionova over statsbudsjettet de nærmeste årene.

Det har over statsbudsjettet vært gitt støtte til restaurering av myr, som har bidratt til å realisere prosjekter. Slike eksisterende ordninger er ikke vurdert nærmere i denne analysen. Det er varslet at eksisterende ordninger skal vurderes innlemmet i Bionova, og restaurering av myr er en slik ordning som har vært viktig for å realisere naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning de siste årene.

## 10. Regulering av naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning i LULUCF

### Utforming

LULUCF er et EU-regelverk om bokføring av utslipp og opptak av klimagasser i skog og annen arealbruk, som omfatter Norge. Norge er forpliktet til netto nullutslipp fra arealsektorene i perioden 2020-2030, som beskrevet tidligere i rapporten. Regelverket setter et rapporteringssystem og minstekrav for opptak og utslipp av CO<sub>2</sub> fra sektoren for å sikre netto nullutslipp mot en referansebane.

### Vurdering:

LULUCF er en viktig regulering for å sikre netto nullutslipp fra skog og annen arealbruk, men det er behov for ytterligere insentiver for å sikre og finansiere CO<sub>2</sub>-fjerning utover dette.

#### Styringseffektivitet:

Målstyres mot en referansebane for å sikre netto nullutslipp. Målet er å bidra til økt opptak av CO<sub>2</sub>, men dette er ikke styringsmekanismen. Regelverket er implementert og er derfor administrativt gjennomførbart.

#### Kostnadseffektivitet:

Bidrar til konkurranse mellom tiltak i arealbrukssektorene, men det er åpent for bruk av fleksible mekanismer og sikrer ikke utvikling og oppskalering av økt CO<sub>2</sub>-fjerning i natur.

#### Kommersialisering:

Bidrar til forutsigbarhet, men skaper ikke et marked eller sikrer betalingsvilje.

#### Gjennomførbarhet:

Implementert i EU og Norge som én av tre pilarer i klimapolitikken.

## 11. Krav om arealnøytralitet

### Utforming

Krav om arealnøytralitet innføres for å forhindre ytterligere tap av natur. Det settes krav til utbyggere eller andre brukere av natur til å kompensere for eventuelle tap av natur. Kompensasjon skjer ved å erstatte, verne eller restaurere natur andre steder for å insentivere bruk av areal som allerede er utsatt for menneskelig påvirkning og for å forhindre nedbygging av biologisk viktige og karbonrike arealer.

### Vurdering:

**ZERO anbefaler** at det utredes hvordan krav om arealnøytralitet, eller andre krav til areal, kan bidra til å stanse tap av natur. Det fremstår likevel usikkert hvordan et krav om arealnøytralitet kan bidra til økt opptak CO<sub>2</sub>.

#### Styringseffektivitet:

Kan målstyres, men sikrer først og fremst erstatning og ikke økt opptak av CO<sub>2</sub> i natur. Kan være administrativt ressurskrevende fordi det krever verdisetning av natur som kan være vanskelig.

#### Kostnadseffektivitet:

Tiltaket er kostnadseffektivt fordi det utformes som krav eller forbud.

#### Kommersialisering:

Bidrar til forutsigbarhet for å sikre natur, men skaper ikke et marked for økt CO<sub>2</sub>-fjerning.

#### Gjennomførbarhet:

Implementert i EU og Norge som én av tre pilarer i klimapolitikken. Vurderes som noe mindre politisk gjennomførbart fordi det vil bli en barriere mot spesielt vei- og hyttebygging.

## 12. Arealavgift

### Utforming

Det innføres en avgift på bruk av arealer, og en omvendt arealavgift for restaurering av areal. Avgiften får en progressiv CO<sub>2</sub>-komponent for å stimulere til bevaring av karbonrike områder og restaurering som øker CO<sub>2</sub>-bindingen.

### Vurdering:

**ZERO anbefaler** at det utredes hvordan arealavgifter kan bidra til stans av tap av natur og økt opptak av CO<sub>2</sub> (omvendt avgift), men det fremstår usikkert hvorvidt et slikt virkemiddel vil sikre forutsigbar og økt fjerning av CO<sub>2</sub> i natur.

#### Styringseffektivitet:

Setter en pris på natur og CO<sub>2</sub>-binding, men kan ikke målstyres for å sikre CO<sub>2</sub>-fjerning. Kan bli ressurskrevende å verdisetze tap og restaurering av natur.

#### Kostnadseffektivitet:

Bidrar til konkurranse mellom ulike tiltak, men usikkert om det er en kostnadsoptimal vei fordi det ikke kan målstyres for CO<sub>2</sub>-fjerning.

#### Kommersialisering:

Kan bidra til å skape et marked og betalingsvilje for CO<sub>2</sub>-fjerning i natur, men usikkert hvorvidt det støtter økende volum CO<sub>2</sub>-fjerning.

#### Gjennomførbarhet:

Krever ny politikk og vil møte motstand fra utbyggere.

## Resultat av virkemiddelanalyse

**Analysen viser** at omvendte auksjoner og differansekontrakter for karbon kan bli de mest effektive virkemidlene for å sikre kostnads- og styringseffektiv realisering og oppskalering av teknologibasert CO<sub>2</sub>-fjerning. Slike ordninger kan tillegges Enova, ved tilleggsoppdrag. Det bør sikres en forutsigbar finansiering av virkemidlene som ikke er gjenstand for årlige prioriteringer.

En omvendt CO<sub>2</sub>-avgift kan også bidra til å realisere og finansiere teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning, men vurderes å være mer kostnadskrevende og mindre styringseffektivt. Vi vurderer det som effektivt å inkludere CO<sub>2</sub>-fjerning i EUs kvotesystem, men det er behov for nasjonale virkemidler for å sikre prosjekter og næringsutvikling i Norge i påvente av dette.

	Styrings-effektiv	Kostnads-effektiv	Kommer-sialisering	Gjennom-førbarhet	Konklusjon
Omvendte auksjoner	Grønn	Grønn	Gul	Grønn	Grønn
Differansekontrakter for karbon	Gul	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn
Omvendt CO <sub>2</sub> -avgift	Gul	Rød	Grønn	Grønn	Gul
CO <sub>2</sub> -fjerning i EUs kvotesystem	Gul	Grønn	Gul	Gul	Gul
Krav om karbonretur	Gul	Grønn	Rød	Rød	Rød
Investeringsstøtte	Grønn	Gul	Rød	Gul	Rød
Næringslivsfond	Gul	Gul	Gul	Rød	Rød
CO <sub>2</sub> -fjerning i omsetningskrav	Rød	Gul	Rød	Gul	Rød
Bionova	Grønn	Grønn	Gul	Grønn	Grønn
LULUCF	Gul	Gul	Gul	Grønn	Grønn
Krav om arealnøytralitet	Gul	Grønn	Rød	Gul	Gul
Arealavgift	Rød	Gul	Gul	Gul	Gul

Analysen viser at regulering i LULUCF og støtte gjennom Bionova peker seg ut som de mest effektive virkemidlene for å realisere økt CO<sub>2</sub>-fjerning i norsk natur. Både krav om arealnøytralitet og arealavgifter kan bidra

til å stanse tap av natur og verdisette natur, men den målrettede effekten på naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning vurderes som usikker.

# ZEROs anbefalinger for å realisere CO<sub>2</sub>-fjerning i Norge

## Det er et stort potensial for å realisere CO<sub>2</sub>-fjerning i Norge før 2030, både fra naturbaserte og industrielle løsninger:

- Kvantifisert potensialet for naturbaserte tiltak er usikkert. Ved noen tiltak vil CO<sub>2</sub>-opptaket realiseres på lang sikt (Miljødirektoratet mfl., 2020). Prosjekters potensialet må utredes med hensyn til spesifikke lokale forhold. Det er særlig potensialet knyttet til påskoging og restaurering av myr, som er kjente og modne løsninger. Det er også betydelig potensialet for opptak i havet, men det er nødvendig med forskning, teknologiutvikling og at myndighetene tilrettelegger rammeverk og arealer (Havforskningsinstituttet, 2020).
- Potensialet for biokull er 0,9 millioner tonn CO<sub>2</sub>-fjerning (Nibio, 2019).
- Potensialet for BECCS er 1,4 millioner tonn CO<sub>2</sub>-fjerning (Miljødirektoratet, 2022).
- Potensialet for DACCS er 1 millioner tonn CO<sub>2</sub>-fjerning (Miljødirektoratet, 2022).

Alle disse tiltakene krever forsterket virkemiddelbruk.

Naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning er i dag regulert i LULUCF, som skal sikre netto nullutslipp fra skog og annen arealbruk fram til 2030. Det forventes at Norge må rapportere gjennomsnittlige årlige utslipp fra landsektoren på 1,2 millioner tonn CO<sub>2</sub> fram til 2030. Det viktigste tiltaket for å øke opptaket av CO<sub>2</sub> i natur er derfor å stanse utslippene fra sektoren ved å hindre avskoging og nedbygging av myr.

Det er ikke på plass rammebetingelser for industriell CO<sub>2</sub>-fjerning i dag. Finansiering og forretningsmodeller for CO<sub>2</sub>-fjerning bør skje i en kombinasjon av nasjonal

politikk, finansiering i det frivillige markedet for klimakreditter, og regulering fra EU. Det er betydelig betalingsvilje for CO<sub>2</sub>-fjerning i det frivillige markedet, og det bør være et mål å bruke de finansielle mulighetene i det private næringslivet for å finansiere CO<sub>2</sub>-fjerning. Det er likevel svært begrenset tidshorisont i det frivillige markedet (typisk 1-2 år), og det er behov for nasjonal politikk for å sikre forutsigbarhet og risikoavlastning.

1. Implementer nasjonale mål for CO<sub>2</sub>-fjerning, både for teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning og for naturbasert CO<sub>2</sub>-fjerning. Dette skal sikre at utslippskutt gjennomføres først. ZERO mener kun teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning bør bidra til å nå norske klimamål i 2030 og 2050.
2. Norske myndigheter bør jobbe for at det raskt kommer på plass felleseuropeiske sertifiseringsordninger for CO<sub>2</sub>-fjerning, som sikrer sporbarhet, bærekraft og verifisering i verdikjeden. Sertifisering av CO<sub>2</sub>-fjerning bør være et krav for statlig støtte til CO<sub>2</sub>-fjerning og fungere som retningslinjer for næringslivet som jobber for å nå egne mål om klimanøytralitet.
3. Utred hvordan det kan innføres omvendte auksjoner eller differansekontrakter for karbon for å finansiere teknologisk CO<sub>2</sub>-fjerning. ZERO anser disse virkemidlene som de mest effektive for å realisere et politisk bestemt mål om CO<sub>2</sub>-fjerning i 2030. En omvendt CO<sub>2</sub>-avgift kan også bidra til å realisere og skalere opp CO<sub>2</sub>-fjerning, men kan bli et mer kostnadskrevenende alternativ. Det vil også være attraktivt å inkludere CO<sub>2</sub>-fjerning i EUs kvotesystem, men dette vil ta tid og ikke nødvendigvis sikre realisering av prosjekter i Norge.
4. Gi Bionova i mandat å bidra til å finansiere økt opptak av CO<sub>2</sub> i natur og landbruk, med et mål om minimum 1 million tonn CO<sub>2</sub> fjernet i 2030.

# Referanseliste

- Allen, M., Axelsson, K., Caldecott, B., Hale, T., Hepburn, C., Hickey, C., Mitchell-Larson, E., Malhi, Y., Otto, F., Seddon, N., & Smith, S. (2020). The Oxford Principles for Net Zero Aligned Carbon Offsetting. In University of Oxford. <https://www.smithschool.ox.ac.uk/publications/reports/Oxford-Offsetting-Principles-2020.pdf>
- Anderson, K., & Peters, G. (2016). The trouble with negative emissions. *Science*, 354(6309), 182–183. <https://doi.org/10.1126/science.aah4567>
- Asplan Viak. (2022). Klimabidrag bygg & anlegg. <https://www.eba.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-publikasjoner/rapport-bygg-og-anlegg-endelig.pdf>
- Bellamy, R., & Osaka, S. (2019). Unnatural climate solutions? *Nature Climate Change* 2019, 10(2), 98–99. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0661-z>
- Eisaman, M. D., Rivest, J. L. B., Karnitz, S. D., de Lannoy, C. F., Jose, A., DeVaul, R. W., & Hannun, K. (2018). Indirect ocean capture of atmospheric CO<sub>2</sub>: Part II. Understanding the cost of negative emissions. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 70, 254–261. <https://doi.org/10.1016/J.IJGGC.2018.02.020>
- Frigstad, H., Gundersen, H., Andersen, G. S., Borgersen, G., Kvile, K. Ø., Krause-Jensen, D., Boström, C., Bekkby, T., Anglès d'Auriac, M., Ruus, A., Thormar, J., Asdal, K., & Hancke, K. (2021). Blue Carbon – climate adaptation, CO<sub>2</sub> uptake and sequestration of carbon in Nordic blue forests – Results from the Nordic Blue Carbon Project. <https://doi.org/10.6027/TEMANORD2020-541>
- Havforskningsinstituttet. (2020). Mot en ny havnæring for tare? Muligheter og utfordringer for dyrking av alger i Norge. 5. <https://www.hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=37885&78917654>
- Hessen, D. O., & Vandvik, V. (2022). Buffering Climate Change with Nature. *Weather, Climate, and Society*, 14(2), 439–450. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-21-0059.1>
- IEA. (2021a). Direct Air Capture – Analysis. <https://www.iea.org/reports/direct-air-capture>
- IEA. (2021b). Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. International Energy Agency, 224. [https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector\\_CORR.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf)
- IEA. (2021c). World Energy Model. <https://www.iea.org/reports/world-energy-model/understanding-weo-scenarios#abstract>



# Referanseliste

- IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 616 pp. [https://doi.org/ 10.1017/9781009157940](https://doi.org/10.1017/9781009157940).
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FullReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf)
- Matthews, H. D., Zickfeld, K., Dickau, M., MacIsaac, A. J., Mathesius, S., Nzotungicimpaye, C.-M., & Luers, A. (2022). Temporary nature-based carbon removal can lower peak warming in a well-below 2 °C scenario. *Communications Earth & Environment*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00391-z>
- Microsoft. (2021). Microsoft carbon removal Lessons from an early corporate purchase. <https://query.prod.cms.rt.microsoft.com/cms/api/am/binary/RE4MDIc>
- Miljødirektoratet. (2018). Tiltak og virkemidler for redusert klimagassutslipp fra avskoging i Norge. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/utslipp-og-opptak-fra-skog-og-arealbruk/>
- Miljødirektoratet. (2022a). Grønn omstilling: Klimatiltaksanalyse for petroleum, industri og energiforsyning. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2022/september/gronn-omstilling-klimatiltaksanalyse>
- Miljødirektoratet. (2022b). Opptak og utslipp fra skog og arealbruk. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/utslipp-og-opptak-fra-skog-og-arealbruk/>
- Miljødirektoratet. (2022c). Vurdering av virkemidler for å hindre nedbygging av myr - Miljødirektoratet. <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/fagmeldinger/2022/juni-2022/vurdering-av-virkemidler-for-a-hindre-nedbygging-av-myr/>
- Miljødirektoratet, Enova, Statens Vegvesen, Kystverket, Landbruksdirektoratet, & NVE. (2020). Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler mot 2030 (Climate cure 2030: Measures and instruments towards 2030). <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf>

# Referanseliste

- Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet. (2019). Pilotfasen for "Planting av skog på nye areal som klimatiltak." <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1161/m1161.pdf>
- Minx, J. C., Lamb, W. F., Callaghan, M. W., Fuss, S., Hilaire, J., Creutzig, F., Amann, T., Beringer, T., De Oliveira Garcia, W., Hartmann, J., Khanna, T., Lenzi, D., Luderer, G., Nemet, G. F., Rogelj, J., Smith, P., Vicente Vicente, J. L., Wilcox, J., & Del Mar Zamora Dominguez, M. (2018). Negative emissions - Part 1: Research landscape and synthesis. In *Environmental Research Letters* (Vol. 13, Issue 6). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf9b>
- Nibio. (2016). Kunnskapsgrunnlag om nydyrking av myr. Sammenstilling av eksisterende kunnskapsgrunnlag om nydyrking av myr og synliggjøring av konsekvenser ved ulike reguleringstiltak. 59. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2415674>
- Nibio. (2019). Muligheter og utfordringer for økt karbonbinding i jordbruksjord. <https://oplandske.no/files/nibio-2019-binding-av-jordkarbon-9316.pdf>
- Norskeutslipp. (2022). Norske utslipp - Utslipp til luft og vann og generert avfall. Miljødirektoratet. <https://www.norskeutslipp.no/no/Artikler/Om-Norske-Utslipp/>
- Möllersten, K., & Naqvi, R. (2022). Technology Readiness Assessment, Costs, and Limitations of five shortlisted NETs • Accelerated mineralisation, Biochar as soil additive, BECCS, DACCS, Wetland restoration. [https://www.researchgate.net/publication/347309043\\_Qualitative\\_comparative\\_assessment\\_of\\_Negative\\_Emission\\_Technologies](https://www.researchgate.net/publication/347309043_Qualitative_comparative_assessment_of_Negative_Emission_Technologies)
- Olje- og energidepartementet. (2022a). CO2 atlas for the Norwegian Continental Shelf - The Norwegian Petroleum Directorate. <https://www.npd.no/en/facts/publications/co2-atlases/co2-atlas-for-the-norwegian-continental-shelf/#>
- Olje- og energidepartementet. (2022b). Northern Lights – Langskip. <https://langskip.regjeringen.no/langskip/northern-lights/>
- Ollikainen, M., Weaver, S., & Seppälä, J. (2019). An Approach to Nationally Determined Contributions Consistent with the Paris Climate Agreement and Climate Science: Application to Finland and the EU. [https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/10/Finlands-globally-responsible-contribution\\_final.pdf](https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/10/Finlands-globally-responsible-contribution_final.pdf)
- Scott-Buechler, C., & Greene, C. (2019). Role of the ocean in climate stabilization Microalgae-derived biofuels View project Remote Arctic Climate Forcing View project. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816229-3.00006-5>

# Referanseliste

- SSB. (2022). Utslipp til luft. Statistikkbanken. <https://www.ssb.no/statbank/list/klimagassn>
- The Royal Society. (2018). Greenhouse Gas Removal. In The Royal Society (Issue 549). [www.royalsociety.org/greenhouse-gas-removal](http://www.royalsociety.org/greenhouse-gas-removal)
- Tisserant, A., Morales, M., Cavalett, O., O'Toole, A., Weldon, S., Rasse, D. P., & Cherubini, F. (2022). Life-cycle assessment to unravel co-benefits and trade-offs of large-scale biochar deployment in Norwegian agriculture. *Resources, Conservation and Recycling*, 179, 106030. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2021.106030>
- Trove Research, & University College London. (2021). Future Demand, Supply and Prices for Voluntary Carbon Credits- Keeping the Balance (Issue June). <https://trove-research.com/wp-content/uploads/2021/06/Trove-Research-Carbon-Credit-Demand-Supply-and-Prices-1-June-2021.pdf>
- Vista Analyse, & Sintef. (2019). Kostnader ved karbonfangst og-lagring i Norge. [https://www.vista-analyse.no/site/assets/files/6672/va-rapport\\_2019-32\\_kostnader\\_ved\\_karbonfangst\\_og\\_lagring.pdf](https://www.vista-analyse.no/site/assets/files/6672/va-rapport_2019-32_kostnader_ved_karbonfangst_og_lagring.pdf)
- ZERO. (2020). Sirkulær karbonøkonomi – gjenbruk av CO<sub>2</sub>-utslipp som klimaløsning? [https://zero.no/wp-content/uploads/2020/05/20200527\\_zeronotat\\_sirkulærkarbonøkonomi\\_endelig.pdf](https://zero.no/wp-content/uploads/2020/05/20200527_zeronotat_sirkulærkarbonøkonomi_endelig.pdf)
- ZERO & PwC. (2022). Jakten på klimanøytralitet og ansvarlig bruk av klimakreditter. [https://zero.no/wp-content/uploads/2022/05/Zero\\_rapport\\_final\\_28.04.22-1.pdf](https://zero.no/wp-content/uploads/2022/05/Zero_rapport_final_28.04.22-1.pdf)
- ZERO. (2022). ZERO 2030: Slik når vi klimamålene. [https://zero.no/wp-content/uploads/2022/04/Rapport\\_ZERO2030\\_3.pdf](https://zero.no/wp-content/uploads/2022/04/Rapport_ZERO2030_3.pdf)