

Rapport

CCU som klimatiltak – innledende drøfting

Dato: 22.08.2022
Dok.nr: 22/168-1
Utarbeidet av: Ståle Aakenes, Erik Gjernes, Tore Hatlen og Camilla Bergsli
Godkjent av: Audun Røsjorde

CCU som klimatiltak – innledende drøfting

Forord

CO₂ har vært produsert, transportert og brukt som råvare i omtrent 100 år. De to største bruksområdene er produksjon av urea til kunstgjødsel og økt oljeutvinning (CO₂-EOR). Et mer dagligdags eksempel er tilsats av CO₂ i brus og øl. Industriell bruk av CO₂ har så langt ikke vært begrunnet av klimahensyn.

Satsingen på CO₂-håndtering har skapt forventninger til bruk av CO₂ (CCU) som alternativ til geologisk lagring (CCS). Argumentet er at det må være bedre å gjennbruke den fangede CO₂ enn bare å deponere den.

Gassnova har gjennom CLIMIT-Demo programmet støttet utvikling av CCU teknologi under forutsetning at brukt CO₂ blir langtidslagret. Siden programmet startet opp i 2005 har det kommet flere søknader om støtte til CCU-prosjekter. Vurderingen av disse søknadene har vært utfordrende og tidkrevende, og et flertall av disse søknadene har fått avslag nettopp fordi de ikke møter kravet om langtidslagring.

Årsaken til at CCU-søknader har vært utfordrende å behandle har blant annet vært

- Usikkerhet om teknologiens kommersielle potensial
- Uklare systemgrenser og manglende livsløpsanalyser som sår tvil om den faktiske ytelsen og miljø-/ klimaeffekten av løsningen.
- Lav teknisk modenhet i søknaden
- Statsstøtte til utvikling av teknologi og løsninger forutsetter markedssvikt, men vurderingen av de omsøkte CCU-løsningene var at de kunne tilbys i dagens markeder og dermed virke konkurransevridende.
- Potensialet for klimagassreduksjon ved bruk av løsningen er nærmest neglisjerbar

Ekspertene bak IPCCs sjette arbeidsrapport om «Mitigation of climate change» peker også på at vurdering av CCU-løsninger kan være utfordrende: (fra sidene 11-36 og -37)

- *While the environmental assessment of CCS projects is relatively straight forward, however, this is not the case for CCU technologies. The net GHG mitigation impact of CCU depends on several factors (e.g. the capture rate, the energy requirements, the lifetime of utilization products, the production route that is substituted, and associated room for improvement along the traditional route) and has to be determined by life cycle CO₂ or GHG analysis.*
- *CCU has been envisioned as part of the “circular economy” but conflicting expectations on CCU and its association or not with CCS leads to different and contested framings. The duration of the CO₂ storage in these products varies from days to millennia according to the application, potentially but not necessarily replacing new fossil, biomass or direct air capture feedstocks, before meeting one of*

several possible fates: permanent burial, decomposition, recycling or combustion, all with differing GHG implications.

- *Partly because of the complexity of the life cycle analysis accounting, the literature on CCU is not always consistent in terms of the net GHG impacts of strategies. [...] The results [from various LCA-analysis] depend on what system is being measured, and what the objective is.*

Det er grunn til å være nøktern med hensyn til forventningene av hvilken klimaeffekt CCU faktisk kan få, mengden CO₂ som kan benyttes og lønnsomheten som kan forventes. Dette skyldes ikke minst fordi CO₂, i motsetning til hydrokarboner, ikke inneholder verdifull energi. CCU som et økonomisk lønnsomt konsept med positiv klimaeffekt er besnærende. Vår vurdering er likevel at konseptet er oversolgt som erstatning for CCS, at den negative effekten en stigende CO₂-pris vil ha på interessen for CCU er undervurdert, og at mulighetene CCU kan bidra med i det grønne skiftet er misforstått.

Ambisjonen med dette notatet er å identifisere de gode spørsmålene og gi grunnlag for relevant drøfting, ikke å gi de endelige svarene på CCU som klimatiltak.

Innhold

1 Innledning	4
2 Innramming av arbeidet	4
3 Industriell bruk av CO₂ i dag	5
4 Hva skal til for at CCU kan ansees å ha positiv klimaeffekt?	6
5 Hvilke anvendelser av CO₂ er mest relevant fremover?	9
6 Hvilke kilder til CO₂ er relevant fremover?	10
7 Når og hvor lenge er det behov for CCU?	11
8 Hva skal til for at CCU blir relevant i Norge?	12
9 Oppsummering og veien videre	12
Vedlegg; Kilder til, og bruk av karbon i EU	14

1 Innledning

Hensikten med notatet er å gi en innledende drøfting av grunnleggende forhold som bør vurderes for at bruk av CO₂ kan ansees som klimatililtak i en norsk kontekst. Det vises til Gassnovas oppdragsbrev for 2022 hvor det heter at Gassnova skal «kartlegge muligheter og tiltak for tilrettelegging for utnytting av CO₂ i industriell produksjon som klimatililtak». Konklusjonene fra notatet vil legges til grunn i Gassnovas videre arbeid med å kartlegge muligheter som kan finnes i Norge samt å identifisere hva som må til for å tilrettelegge for slik bruk av CO₂.

Bakgrunnen er at det fremmes mange ulike initiativer nasjonalt som involverer CCU og fordi det pågår regelverksutvikling i EU som vil sette rammer for bruk av CO₂ i industriell kontekst.

Spørsmålene som drøftes i notatet er

- Hva skal til for at CCU kan ansees å ha positiv klimaeffekt?
- Hvilke anvendelser av CO₂ er mest aktuelle?
- Hvilke kilder til CO₂ er aktuelle?
- Når og hvor lenge er det behov for CCU?
- Kan bruk av CO₂ fra fossile kilder være klimanøytral?
- Hva skal til for at CCU blir relevant i Norge?

Arbeidet er gjennomført av «Team Trender og Innovasjon» i Gassnova, og er basert på rapporter fra blant annet IPCC, IEA, ZEP, OECD og andre.

2 Innramming av arbeidet

I dette notatet har vi lagt til grunn IPCCs definisjon på «CCU» (Carbon Capture and Use)¹:

CCU is defined as being where carbon (as CO or CO₂) is captured from one process and reused for another, reducing emissions from the initial process, but is then potentially but not necessarily released to the atmosphere in following processes.²

Vi har likevel i vår sammenheng valgt å begrense CCU til bruk av CO₂ og ikke inkludert CO.

Vi har i vårt arbeid i tillegg vektlagt å vurdere om det er begrunnelse for offentlige støtte til CCU, siden industriell bruk av CO₂ allerede skjer i dag der det er lønnsomt, uavhengig av eventuell klimaeffekt. Statlig støtte til bruk av CO₂ bør derfor begrunnes med at markedssvikt forhindrer positiv klimaeffekt. Dette kan illustreres som vist i figuren til høyre med to akser – «løsningenes modenhet» og «tiltaks-kostnadene målt per tonn CO₂ unngått». Etter vår forståelse kan begrunnelse for statlig støtte til nye CCU-tiltak i hovedsak deles i tre:

Mulig tiltaks-kostnad	Høy	Løsninger med usikker klimaeffekt, men som likevel kan være relevant i et null-utslippssamfunn	Løsninger som er i bruk i dag, men med ingen eller marginale klimaeffekter og som vil kunne oppleve svekket lønnsomhet med stigende kvotepris
	Lav	Nye løsninger med mulighet for lave tiltaks-kostnader og betydelig markedspotensial	Løsning som er i bruk i dag, og som kan antas å få økt anvendelse i et null-utslippssamfunn med høyere kvotepriser
		Lav	Høy
		Løsningers / teknologiers modenhet	

¹ Det fins også andre definisjoner av CCU, uten at vi ser at de inneholder prinsipielle ulikheter.

² Sjette hovedrapport WG III - side 11-35 - [Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change \(ipcc.ch\)](https://www.ipcc.ch)

- Støtte til utvikling av teknologi for helt nye CCU-løsninger (venstre side av figuren) som kan bli relevante i et null-utslippssamfunn
- Bedre rammevilkår for eksisterende anvendelser dersom slik anvendelse har klimaeffekt og dersom disse kan forventes å få økt anvendelse i et null-utslippssamfunn (høyre side)
- Andre hensyn enn klima – som næringsutvikling, arbeidsplasser, distriktpolitikk etc.

Firkantene i grønt og rødt i figuren over er ytterpunktene med hensyn til relevansen av offentlig støtte. Den grønne firkanten rommer løsninger hvor teknologiutvikling kan gi stor klimaeffekt i et null-utslippssamfunn, mens den røde firkanten rommer løsninger som kan risikere å bli utkonkurrert eller erstattet av andre løsninger etter hvert som kravet til bærekraft øker og CO₂-prisen stiger.

Følgende spørsmål er relevante for å sortere og rangere tiltak innenfor nevnte kategorier:

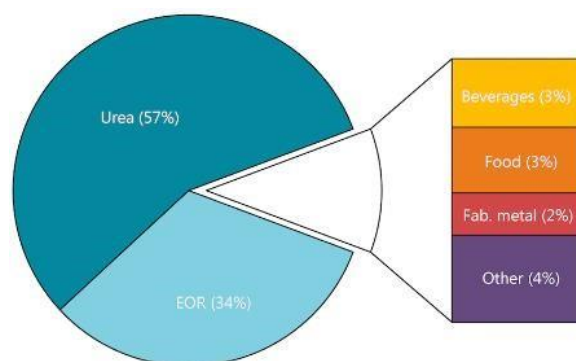
- Hva er klimaeffekten av løsningen sett under ett og i et livssyklus-perspektiv?
- Hvor stort vil et marked kunne bli for produkter som løsningen skaper? (forventet markedsvekst og -risiko og løsningens robusthet sammenlignet med alternative løsninger.)
- Når og hvor lenge kan en forvente et slikt marked? (Er dette en løsning for en overgangsfase, eller et produkt for fremtiden?)
- Hva kreves av innsats for å få løsningen markedsklar? (tid og kost)
- Hvilke behov og begrunnelse fins for at staten bør støtte en slik løsning?

Dette notatet bidrar med innledende drøftelser på temaer relevant for disse spørsmålene.

3 Industriell bruk av CO₂ i dag

CO₂ har vært produsert, transportert og forbrukt som en industriell råvare, på lik linje med andre råvarer, i over 100 år. Ifølge IEA brukes om lag 250 mill. tonn CO₂ i dag³ i ulike industrielle prosesser, hvorav ca. 40 mill. tonn i Europa. De to største anvendelsene av CO₂ på verdensbasis er til produksjon av urea (for blant annet kunstgjødsel) og til økt oljeutvinning (EOR). Øvrig bruk av CO₂ spenner over en rekke industrielle formål⁴ som til behandling av mat, tilsetning i drikkevarer, til drivhus, i kjemiske prosesser, i brannslukkingssystemer osv. Det meste av karbonet som benyttes i industrielle sammenhenger i dag slippes ut til atmosfæren ved bruk, men oppholdstiden i produktet, i hvilken form karbonet har til slutt etc, er likevel avgjørende for å vurdere klimaeffekten av CCU-løsningen. CO₂ brukt til EOR vil innebære langtidslagring av CO₂, gitt at feltene drives og stenges ned på forsvarlig måte⁵.

Hver enkelt anvendelse av CO₂ stiller spesifikke krav til den CO₂ som benyttes. Noen anvendelser krever trykksatt CO₂ med krav til renhet, mens i andre sammenhenger kan



Sources: IEA; Analysis based on ETC (2018); IHS Markit (2018); US EPA (2018).

³ <https://www.iea.org/reports/putting-co2-to-use>

⁴ Se f.eks. <https://encyclopedia.airliquide.com/carbon-dioxide#applications>

⁵ Se f.eks. [Insights Series 2015 - Storing CO2 through Enhanced Oil Recovery – Analysis - IEA](#) og studie for CO₂ brukt for EOR i Weyburn - [inside1.eps \(ieaghg.org\)](#)

en benytte CO₂-rik røykgass direkte (som i drivhus) uten separasjon og flytendegjøring. Ulike kvalitetskrav har betydning for kostnadene for produksjon og transport av CO₂.

Produksjon av CO₂ i industriell skala skjer i dag på flere måter som for eksempel:

- 1) CO₂ hentes fra geologiske formasjoner som naturlig inneholder mer eller mindre ren CO₂ og med formål om bruk til økt oljeutvinning (EOR - spesielt brukt i [USA](#)).
- 2) Utskilling av CO₂ som et biprodukt etter produksjon av naturgass fra et CO₂-holdig gassfelt (som fra [Sleipner](#)).
- 3) Fangst av fossil CO₂ som et biprodukt (fra en avgass) etter en industriell prosess (etter forbrenning eller omdanning) av fossil energi (gasskraftverk, hydrogenproduksjon etc) eller en prosessgass etter behandling av et karbonrikt geologisk materiale (som sementproduksjon), eventuelt at en brenner fossil energi med formål om å produsere CO₂ for bruk (som ved forbrenning av naturgass for å få CO₂ til drivhus).
- 4) Som 3), men hvor kilden er et biogent materiale (som ved ADMs prosjekt i [Illinois](#), USA)

CO₂ til bruk i ulike løsninger omsettes i et marked og transporteres på egnet måte. Produsenter av urea kan være mer enn selvforsynt med CO₂ til sin urea-produksjon, der naturgass benyttes som innsatsfaktor i produksjonsprosessen. Et overskudd av CO₂ fra prosessen kan derfor omsettes i et kommersielt marked for CO₂ til andre formål.

Prisingen av CO₂ i store volumer har til nå vært bestemt i forhandlinger hvor produksjonskostnader, kvalitetskrav, og behandling / transport har vært viktige elementer. Fremover vil prisingen av fysisk CO₂ i større grad påvirkes av kvotemarkedet og markedet for frivillige klimakreditter, samt at tilbudet av CO₂ kan falle etter hvert som økonomien bytter fra fossile til utslippsfrie energikilder. Dette vil gjøre CO₂ brukt til formål med ingen eller begrenset klimaeffekt dyrere. Dette kan illustreres ved å se på et CO₂-lager som en «kunde» som kjøper konsentrert CO₂, og hvor inntekten for selger ved «salg til et lager» er lik kvoteprisen. Med økende kvotepris møter andre mulige kjøpere av CO₂ derfor tøffere konkurranse, noe som over tid vil føre til at de vil se etter alternativer til CO₂. Dette gjelder spesielt i en situasjon med en global, uniform pris på CO₂ uavhengig opprinnelsen av CO₂.

4 Hva skal til for at CCU kan ansees å ha positiv klimaeffekt?

Vurdering av om ulike bruk av CO₂ har positiv klimaeffekt er ikke rett frem. I IPCCs [sjette hovedrapport](#) om CCU som klimatiltak pekes det på flere forhold som gjør det krevende å vurdere om en konkret bruk av CO₂ har klimaeffekt, som for eksempel

- Det mangler omforent systematikk, datagrunnlag og målemetoder for LCA-analyser (livsløpsanalyser)
- Omfang av energi som løsningen trenger og CO₂-utslippene fra denne energiproduksjonen
- Hvilke prosesser / innsatsfaktorer som blir erstattet, og hvilke CO₂-utslipp som blir eliminert
- Hvilket forbedringspotensial eksisterende prosesser / teknologi har
- Hvor lang oppholdstid brukt CO₂ vil ha i sluttproduktet, hvor brukt CO₂ havner til slutt, i hvilken form og hvilken klimaeffekt det da vil ha
- Andre mulige utviklingsveier for å løse samme behov i markedet som det produktet eller prosessen som CCU-løsningen skal løse

I tillegg til de mer konkrete analysene for bruk av CO₂ sammenliknet med en kjent prosess, peker også IPCC på vesentlige usikkerhetsmomenter som omhandler veivalgene frem til et null-utslippssamfunn. Dette gjelder blant annet utvikling av alternative produksjonsmåter eller løsninger for det behovet et produkt skal dekke, samt at en kan komme til å oppleve konkurranse med andre kilder til karbon eller bruksområder for karbon som har andre eller flere prioriteringer utover bare klima:

A very large and important uncertainty is the long-term demand for hydrocarbon and alcohol fuels (whether fossil, biomass or DAC based), chemical feedstocks (e.g., methanol and ethylene) and materials, and competition for biomass feedstock with other priorities, including agriculture, biodiversity and other proximate land use needs, as well as need for negative emissions through BECCS. (fra side 11-37)

Samt at IPCC påpeker at CCU kan dekke behov som kan være en overgangsløsning:

There are several potential crucial transitional roles for synthetic hydrocarbons & alcohols [...] constructed using fossil, biomass or direct carbon capture (DAC) and CCU [...]. They can allow reductions in the GHG intensity of high value legacy transport, industry and real estate that currently runs on fossil fuels but cannot be easily or readily retrofitted. They can be used by existing long lived energy and feedstock infrastructure, transport and storage, which can compensate for seasonal supply fluctuations and contribute to enhancing energy security [...]. Finally, they can reduce the GHG intensity of end-uses that are very difficult to run on electricity, hydrogen or ammonia (e.g., long haul aviation). (fra side 11-37)

Det fins flere veier til et null-utslippssamfunn, og det fins mer enn «ett» null-utslippssamfunn. IPCC har beskrevet syv 'Illustrative Mitigation Pathways' som er konsistent med Paris-avtalen. Behovet for CCUS under disse scenarier varierer fra om lag 0 til 13 Gt CO₂ per år i 2050. Dette illustrerer bredden av utfallsrommet fremover, også med hensyn til av behovet for CCU, og som bestemmes av både politiske valg, teknologitvilling, forbrukeratferd, energipriser mm.

Usikkerheten som beskrevet over relatert til utvikling av nye teknologier og effekten av disse, er stor nok i en «normal» markedssituasjon. I overgangen til et null-utslippssamfunn kan en argumentere for at denne usikkerheten er betydelig større, og gjelder alle løsninger og ikke spesielt CCU. Tydelige svar på hvilke løsninger som vil fungere i fremtiden og hvilke som ikke vil fungere skal vi derfor være forsiktige med.

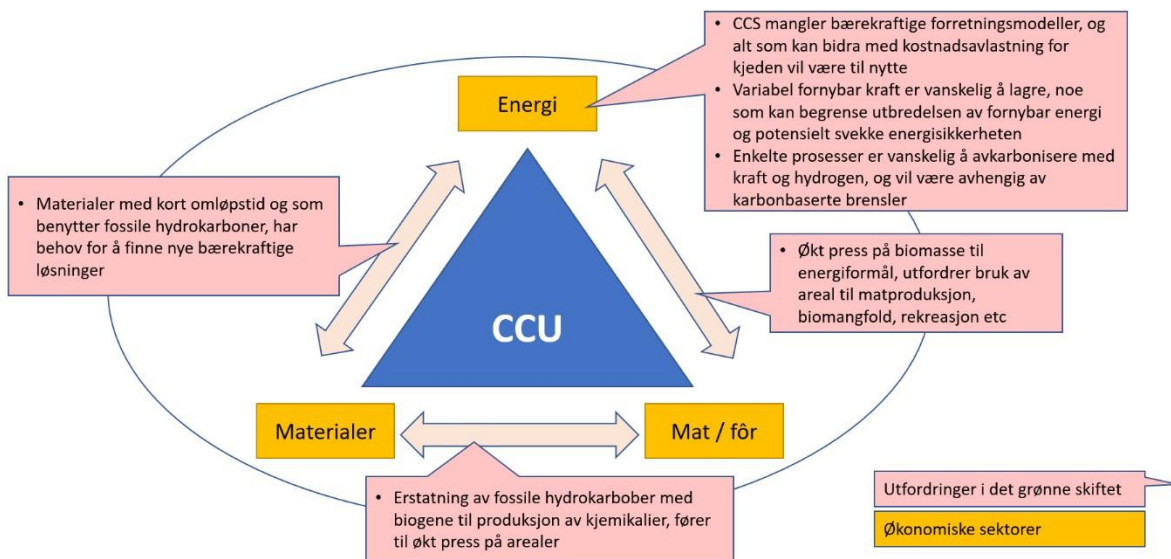
Vi kan likevel peke på tre økonomiske sektorer der CCU potensielt kan bidra:

- Energi
- Mat eller fôr
- Materialer

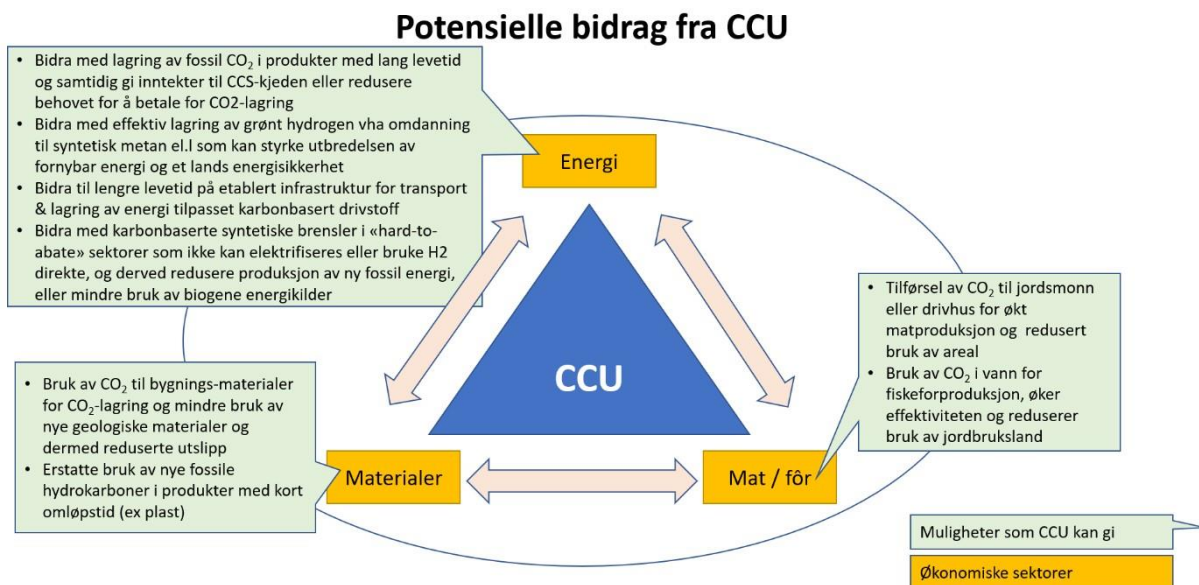
I alle disse sektorene er karbon en viktig innsatsfaktor. Bruk av karbon i EU fra det biologiske og det geologiske systemet er på om lag samme nivå 450-550 Mt karbon hver. Karbonet går til produksjon / bruk av mat, energi og materialer. Se vedlegg.

De lyserøde tekstboksene i figuren nedenfor viser noen kritiske utfordringer på vei til et nullutslippssamfunn, utfordringer som CCU kan potensielt kan bidra til å løse.

Problemstillinger innen “det grønne skiftet” hvor CCU kan ha effekt



Hvorpå CCU kan tenkes å gi bidrag som følger:



Ut fra ovenstående antyder vi at bruk av CO₂ må sees i et mer systemisk perspektiv med tre formål:

1. Bruk av CO₂ på en måte som erstatte geologisk lagring.
2. Resirkulering av CO₂ for å erstatte produksjon av nye fossile hydrokarboner Dvs at en gjenbraker hele eller deler av CO₂-molekylet til å produsere «syntetiske» hydrokarboner og dermed reduserer etterspørsel etter mer fossile hydrokarboner.
3. Resirkulere CO₂ for å avlaste det biologiske systemet. Dvs at CCU bidrar til økt produksjon av mat / fôr eller materialer som alternativt må produseres ved å beslaglegge allerede hardt belastede hav- og landområder.

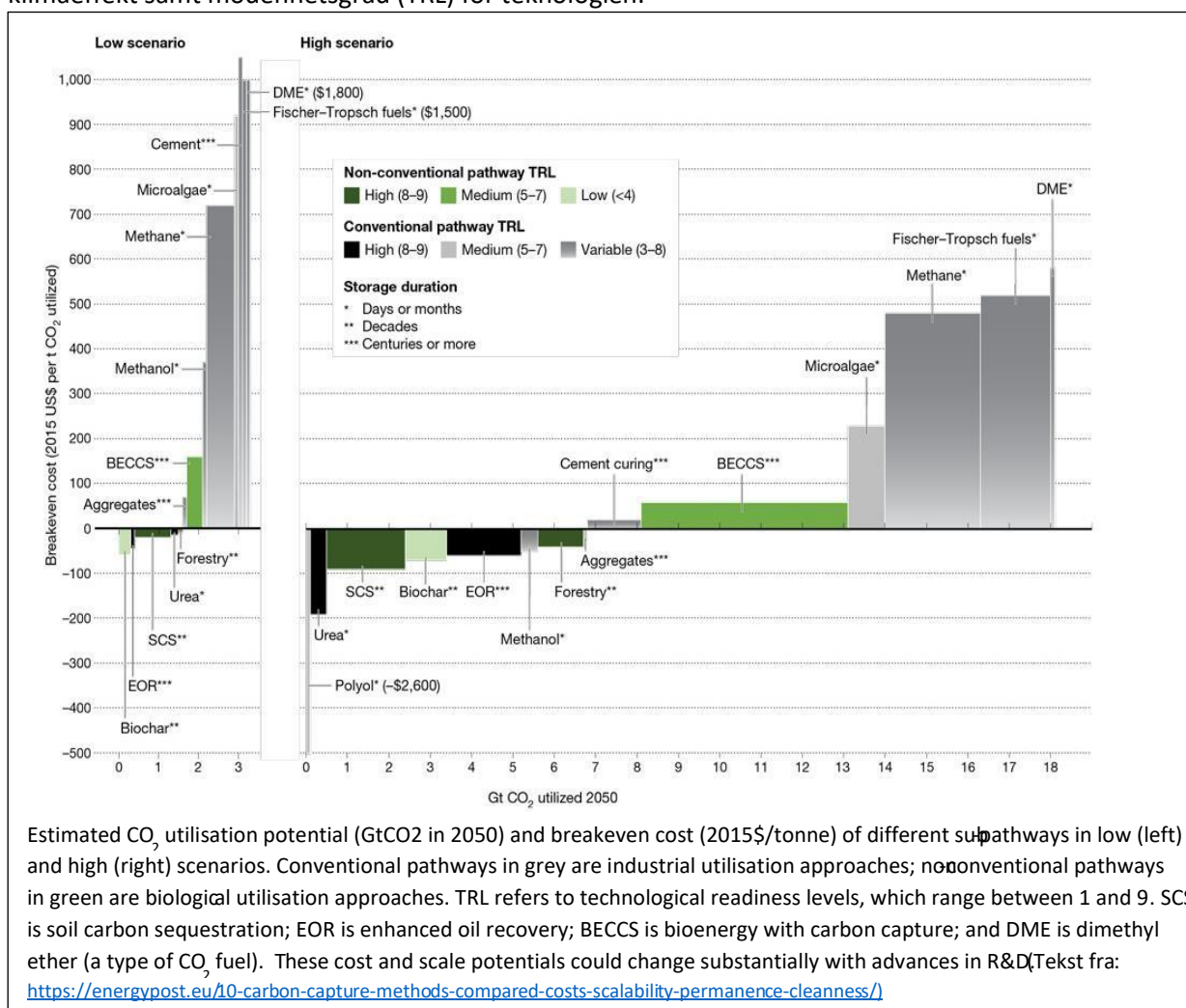
5 Hvilke anvendelser av CO₂ er mest relevant fremover?

I litteraturen grupperes bruk av CO₂ hovedsakelig følgende bransje-kategorier

- Økt oljeutvinning (EOR)
- Bygningsmaterialer (som betong)
- Kjemisk industri (som til produksjon av gjødsel, plast mm)
- Syntetiske drivstoff og brensler (som flybensin)
- Matproduksjon (som i drivhus)

Bruk av CO₂ til produksjon av syntetiske drivstoff og brensel og til dels i kjemisk industri krever store mengder energi. Slik bruk av CO₂ må derfor sees i sammenheng med lokal tilgang til energi og infrastruktur for å håndtere drivstoffet som produseres. Til sammenlikning vil bruk av CO₂ i forbindelse med betong-produksjon ikke kreve samme mengde energi, og den CO₂ som brukes vil kunne forbli bundet i sluttproduktet mye lengre enn til produksjon av et drivstoff hvor CO₂ slippes ut ved forbrenning.

Det er publisert ulike analyser av klimaeffekten av produksjonslinjer hvor en hensyntar kilder til CO₂ og energi, prosessen for å produsere produktet, ulike bruksområdet for produktet etc. Utfallsrommet i analysene er brede. I en vitenskapelig artikkel publisert i Nature oppsummerer Hepburn & al potensialet for CCU i et «lavt» og et «høyt» scenario for 2050, fordelt på volum, tiltakskostnad, klimaeffekt samt modenhetsgrad (TRL) for teknologien:



Oversikten viser blant annet

- At potensialet for bruk av CO₂ er på gigatonn-skala selv i mindre ambisiøse scenarioer, men at utfallsrommet er stort
- At bruk av CO₂ kan være lønnsomt før en kvotepris / skatt (negative tiltakskostnader)
- At de tiltakene med laveste tiltakskostnadene er knyttet til prosesser som er mindre energiintensive og med vekt på jordforbedring, matproduksjon samt EOR
- At energiintensive løsninger (til brensler og kjemisk industri) kan potensielt bruke store volumer CO₂, men at tiltakskostnadene er svært høye
- At flere teknologier på et lavt TRL-nivå (som CO₂ til kjemisk industri / brensler) kan kreve lang utviklingstid og -innsats, men kan ha et omfang som gjør det interessant for fremtiden

6 Hvilke kilder til CO₂ er relevant fremover?

CO₂ kan produseres av fossile kilder (hydrokarboner eller karbonholdige mineraler), fra biomasse, eller fra luft / atmosfæren. Det kan være ulike syn med hensyn til hvilken CO₂-kilde som bør benyttes i CCU-sammenheng. Nedenfor gir vi noen betraktninger gitt fra ulike ståsteder. Poenget med dette avsnittet er å tydeliggjøre at begrunnelsen en kan ha for å støtte CCU påvirker hvilken kilde til CO₂ som ansees relevant.

I et **naturvitenskapelig** perspektiv, vil utslipp av CO₂ ha samme effekt på klima uavhengig av om den kommer fra en fossil / geologisk kilde, fra biomasse eller om CO₂ er fanget fra atmosfæren for så å slippes ut igjen. En aktivitet som slipper ut fossil CO₂, men som kompenserer utslippet med negative utslipp (f.eks. DACCS) vil derfor kunne forstås som klimanøytral.

I et **geologisk** perspektiv med fokus på de korte og lange karbonkretsløpene, vil det være verre å slippe ut fossil CO₂ hvor kretsløpet regnes i millioner av år – vs å slippe ut CO₂ fra forbrenning av biomasse hvor kretsløpet er på måneder eller tiår. Problemet oppstår når det slippes ut fossil CO₂ i et tempo som er raskere enn det biologiske systemet klarer å fange opp, og at konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren dermed øker.

I et **regulatorisk** perspektiv kan det være stor forskjell med hensyn til hvor CO₂ kommer fra⁶. I Europa er CO₂ håndtert under ulike regimer (ETS, ikke-ETS og LULUCF) som innebærer ulikheter med hensyn til hvilke aktører i verdikjeden som blir eksponert for en CO₂-pris, og ulik pris på utslippene. For eksempel vil karbonnegative utslipp ved hjelp av DACCS være regulert og priset forskjellig fra utslippsreduksjoner hvor CO₂ fanges og lagres fra fossile kilder innenfor kvotesystemet, selv om klimaeffekten kan være lik.

I et **økonomisk** perspektiv vil det være best å begynne med de CO₂ kildene som har lavest tiltakskostnad. Avgass med høyt CO₂-innhold gir lavere fangstkostnad enn avgass med lav CO₂ konsentrasjon, under ellers like forhold og forutsetninger.. Avgass med høy CO₂-konsentrasjon kommer typisk fra prosessgass – som produksjon av bioetanol eller hydrogen fra naturgass.

Hvis fokuset er **utvikling** av teknologier eller løsninger for CCU, vil alle typer CO₂ være aktuelle. Den

⁶ Se bl.a. [Rapport fra ekspertutvalget for klimavennlige investeringer - regjeringen.no](#) - Figur 5.3 «Pris på klimagassutslipp i 2022»

CO₂ som er tilgjengelig og rimelig vil bli valgt, med mindre en vil studere spesifikke hele CCU-kjeder. Når teknologien en gang i fremtiden tas i bruk, kan en uansett anvende den CO₂ som da er aktuell.

I et **omdømmeperspektiv** kan ulike bedrifter ha svært ulike vurderinger med hensyn til hvilke CO₂kilder som ansees mest attraktivt for bruk. Når f.eks. private selskaper har annonsert at de velger å benytte seg av DACCS for å realisere egne klimamål, kan det være basert på en intern rasjonalitet som passer deres strategi, men trenger ikke å være optimalt for samfunnet totalt sett.

Valg av løsning for å dekke behovet vil ikke nødvendigvis alltid bli bestemt ut fra en økonomisk rasjonalitet. F.eks. er det sannsynlig at CCU-sporet med bruk av fornybar energi og CO₂ fra atmosfæren kan oppfattes mer bærekraftig enn fortsatt bruk av fossil energi i kombinasjon med DACCS, som kan oppfattes som «grønnvasking».

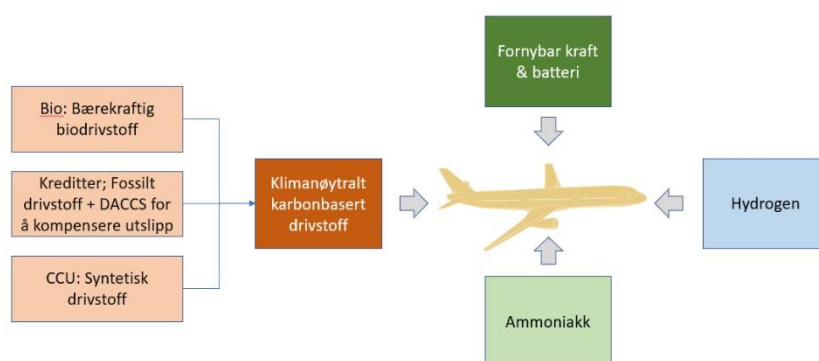
Disse ulike perspektivene er ikke alltid forenelige, og valgt kilde til CO₂ vil avhenge av hva en ønsker å oppnå, hvilket tidsperspektiv en legger til grunn, og hvilke forutsetninger en gjør om fremtiden. EU har valgt å satse på egenproduksjon av fornybar energi og bruke elektrolyse og CO₂ fra biomasse eller DAC til å produsere syntetiske brensler, blant annet for å bli mindre avhengig av importert fossil energi. Norge har andre naturgitte forutsetninger enn de fleste land i EU, og kan derfor ha behov for andre strategier for CCU enn EU, selv om Norge er bundet av de samme regelverkene.

7 Når og hvor lenge er det behov for CCU?

Som nevnt over er det betydelig usikkerhet om når behovet for CCU kan oppstå, hvilken form for CCU, og hvor lenge behovet vil vare. Dette kan lede til en beslutning om «vent og se», eller en beslutning om å «spre innsatsen» fordi det er «nødvendig å prøve alt».

I hovedsak kan CCU enten være viktig i en overgangsfase, eller det kan bli en viktig varig løsning. Dersom et produkt eller produksjonsmåte antas å gi positiv klimaeffekt, men det samtidig er tvilsomt om løsningen er bærekraftig på sikt, vil det typisk kunne være en egnet overgangsløsning, på vei til et samfunn med netto null utslipp.

Dette kan for eksempel illustreres med flytransport i 2050. Gitt at behovet for flytransport fortsatt er til stede i 2050, så kan energien flyet trenger antas å kunne dekkes på ulike måter, som for eksempel; 1) Elektrisk kraft og batteri, 2) hydrogen, 3) ammoniakk og 4) klimanøytralt karbonbasert drivstoff. Sistnevnte kan produseres på flere måter:



- Bio-sporet: Biodrivstoff produsert fra bærekraftig biomasse, avfall el.l.
- Karbonkreditt-sporet: Fortsatt bruk av fossilt drivstoff, men hvor en kompenserer utslippene ved å lagre CO₂ ved hjelp av DACCS
- CCU-sporet: Syntetisk drivstoff

Hvilke løsninger som velges fram til 2050 påvirkes av markeds- og teknologiutvikling, energiprisene, takten på utbygging av infrastruktur og fly for å nevne noe.

Alle disse løsningene kan i prinsippet ha en positiv klimaeffekt sammenliknet med dagens løsning (fossile drivstoff uten kompensierende tiltak). Alle løsningene kan i prinsippet også fungere i parallell i et null-utslippssamfunn, fordi de kan adressere ulike markedssegmenter både med hensyn til hvor drivstoffet produseres og hvilke typer fly eller flyruter som skal betjenes. Vurdering av klimaeffekten til ulike løsninger forutsetter at det utvikles god metodikk for og gjennomføres LCA-analyser.

I eksemplet over kan klimanøytralt karbonholdig drivstoff i en kort tidshorisont potensielt kunne komme bedre ut sammenliknet med de andre alternativene, fordi det kan innebære gjenbruk av infrastruktur og flymotorer. Det vil imidlertid fortsatt være usikkert om «hvor lenge» dette er den beste løsningen, og om en slik periode er tilstrekkelig for å sikre lønnsom utvikling og bruk av teknologien. Dette er ikke en ukjent problematikk innenfor innovasjonsfaget, og det fins heller ingen åpenbare metoder for å plukke ut teknologiske «vinnere» eller «tapere» før en teknologi får prøvd seg i et marked.

8 Hva skal til for at CCU blir relevant i Norge?

Det kan være flere grunner til at staten kan ønske å støtte teknologiutvikling for bruk av CO₂:

- bidra til at Norge når egne klimamål
- utvikling av teknologi for eksport
- utnytte nasjonale ressurser og eksportere klimanøytrale produkter

Relevansen av CCU for Norge vil avhenge av flere ulike forhold, ikke minst hvilket formål den enkelte CCU-løsning skal bidra med. For tiden er det betydelig fokus på produksjon av syntetiske drivstoff basert på CO₂ og fornybar kraft. Markedet for slike brenslere antas å være innenfor EU og til bruk som flydrivstoff. Det mangler heller ikke på analyser som bidrar til å sannsynliggjøre at et slikt marked vil komme, gitt ambisiøse klimamål i EU. Slike analyser er selvsagt beheftet med usikkerhet. Det fins også andre eksempler på anvendelse av CO₂ med ditto vurderinger av markeder og usikkerhet om utvikling.

Nedenfor følger noen mulige begrunnelser FOR en nasjonal satsing på CCU:

- Mye infrastruktur tilpasset karbonbaserte brenslere som kan gjenbrukes
- Mye behov for CO₂ til bruk til produksjon av mat / fôr eller karbonbaserte materialer og gitt utsikter til at tilgang til CO₂ kan bli begrenset
- Mye industri som ikke enkelt lar seg avkarbonisere (ved hjelp av elektrifisering, hydrogen etc)
- Tilgang til mye fornybar energi (og evt tilgang til landområder for mer utbygging)
- Tilgang til store mengder biogent CO₂

9 Oppsummering og veien videre

I dette notatet vurderes bruk av CO₂ i ulike applikasjoner opp mot klimahensyn og andre bærekraftsmål og i en norsk kontekst, uten å gå inn i spesifikke offentlige reguleringer utover pris på

utslipp av CO₂. Det er valgt en nøytral tilnærming til teknologier og kilde til CO₂, men lagt vekt på at løsningen skal passe inn i et bærekraftig null-utslippssamfunn. Vår vurdering er at CCU som klimatiltak alltid vil være marginalt i forhold til CCS både når det gjelder volum og strategisk viktighet for å nå klimamålene, men at resirkulering av CO₂ vil kunne få betydning for å avlaste det biologiske systemet i et samfunn med begrenset bruk av fossile hydrokarboner. Ut fra drøftingene i notatet vil vi derfor trekke frem følgende temaer som bør vektlegges når staten skal vurdere å støtte teknologiutvikling eller industriell bruk av CO₂ fremover:

- At det er tydelig hvilke effekter på klima- eller andre bærekraftsmål som kan forventes
- At anerkjente metoder og dataunderlag er anvendt for å analysere og dokumentere effekter
- At anvendelsen er i tråd med nasjonale strategier for klima eller aktuelle bærekraftsmål.

Vedlegg; Kilder til, og bruk av karbon i EU

Carbon supply from biomass and fossil resources as well as within recycled fossil or organic material are shown in the Sankey-diagram below to map the carbon flows of the EU-27 (2018)

[Carbon economy - Publications Office of the EU \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&plugin=1)

Carbon Flows EU-27 (2018)

