



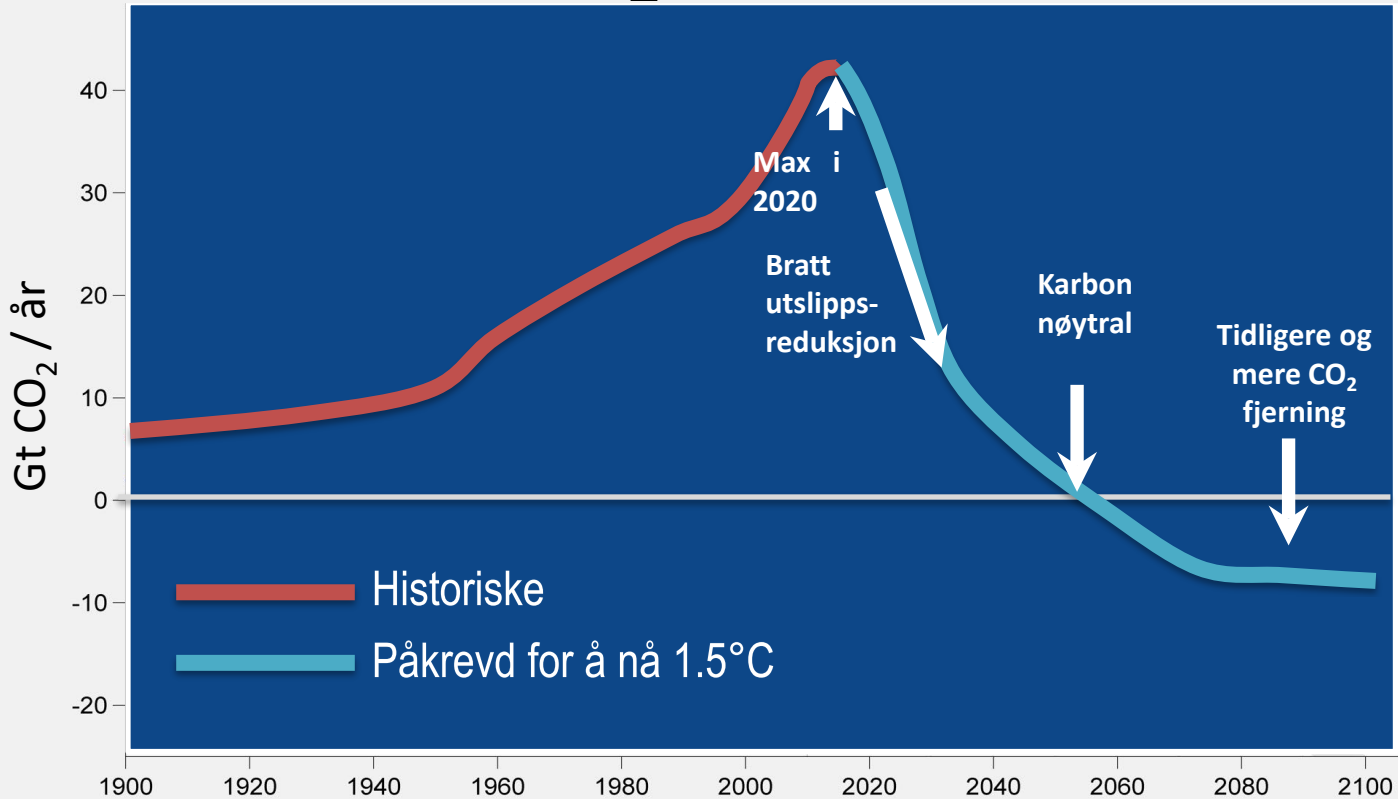
Kunnskap for en bedre verden

Negative utslipp: En nødvendighet eller luftslott?

Dr. Helene Muri

Program for Industriell Økologi
helene.muri@ntnu.no

CO₂ utslipp



(Etter IPCC SR1.5,
med data fra global carbon project)



Direktefangst



Påskoging



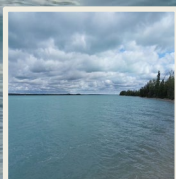
Biokull



BECCS



Økt forvitring



Økt alkalinitet i havet



Havgjødsling

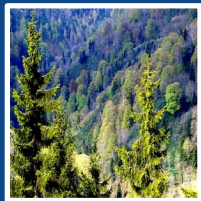


Direktefangst

Direktefangst av CO₂ fra luften:

- Kjemisk skrubbing av CO₂.
- Det finnes flere små anlegg.
- Begrensende faktorer: krever mye infrastruktur, energi, tilgjengelig lagringsplass.
- Stort potensiale.

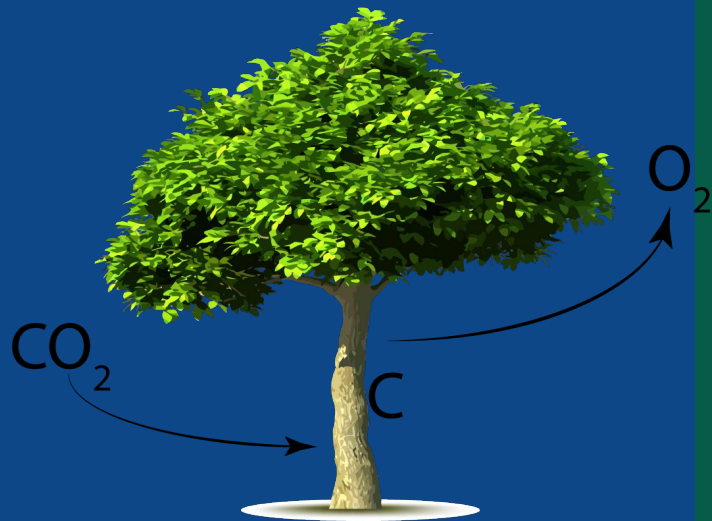




Påskoging

Planting av trær i ikke-skogkledde områder:

- Allerede utbredt.
- Begrensninger: konkurranse om landareal.
- Kompliserte regionale effekter:
Ved nordlige breddegrader: kan forårsake oppvarming med mørke trær der ellers snø.



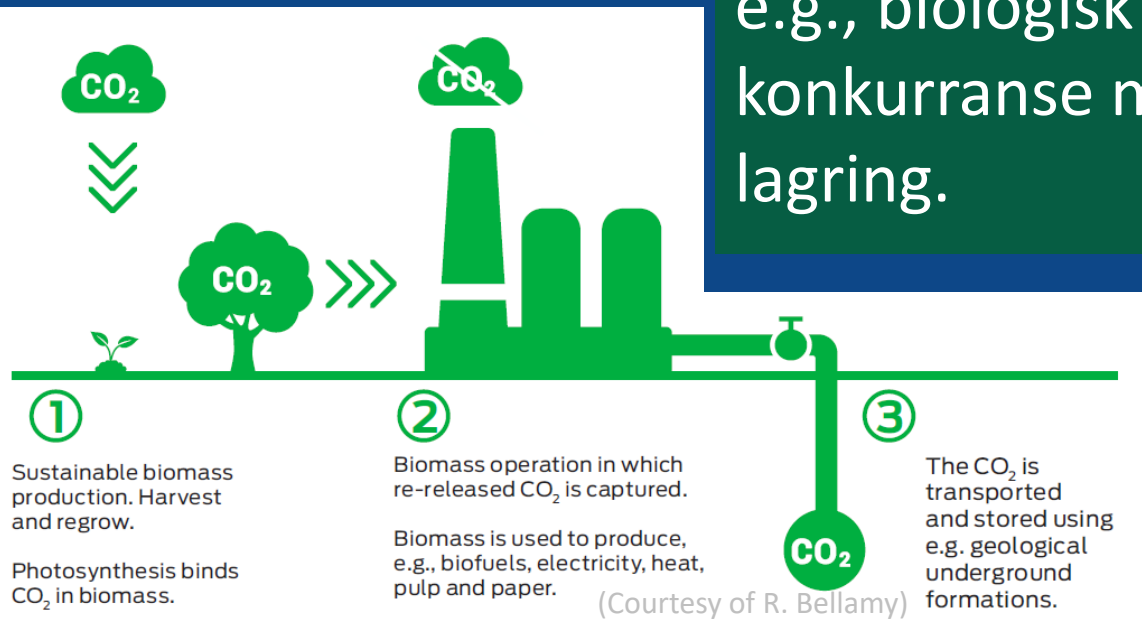


Bioenergi med karbonfangst og lagring



BECCS

- Mye brukt i scenarier.
- Liten skala - prototypenivå.
- Begrensninger: bærekraftig biomasse e.g., biologisk mangfold, mulig konkurranse med matproduksjon, lagring.





Biokull



Biomasserester dekomponeres ved pyrolyse.

Potensiell energiproduksjon (Bio-olje, Syngas).

Biokull blandet i jord => forbedret jordsmonn.
Lavterskel for landbruket.

Lagringstid: tiår – århundrer.

Begrenset pyrolysekapasitet.



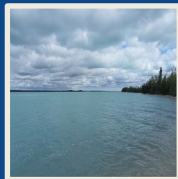
Økt forvitring

Knuste mineraler påføres jord for kjemisk CO₂-opptak.

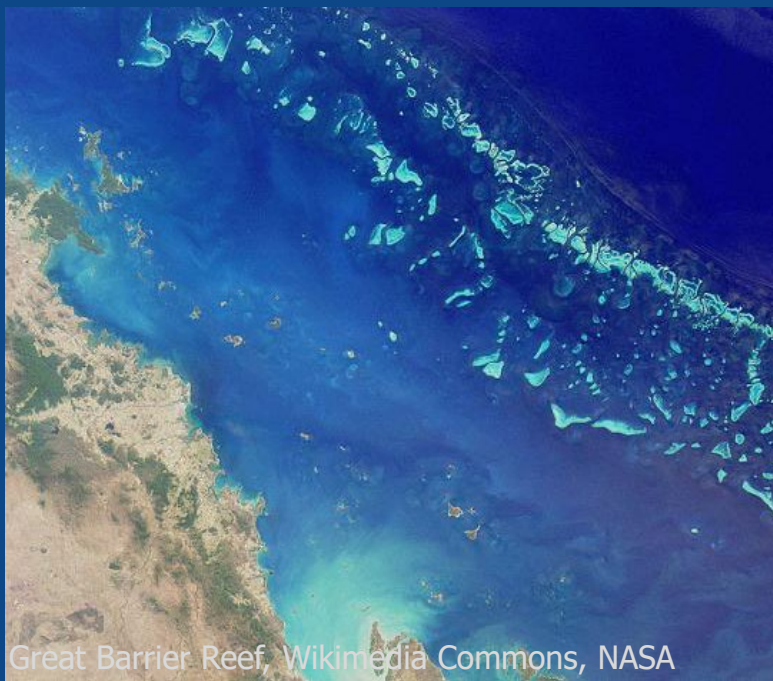
Kalkstein



- Forsterke naturlig prosess.
- Mineralutvinning og transport.
- Mulig frigjøring av tungmetaller.
- Lagringstid: måneder til geologisk tidsskala?



Økt alkalinitet i havet



Great Barrier Reef, Wikimedia Commons, NASA

Spre knust kalkstein over havet.

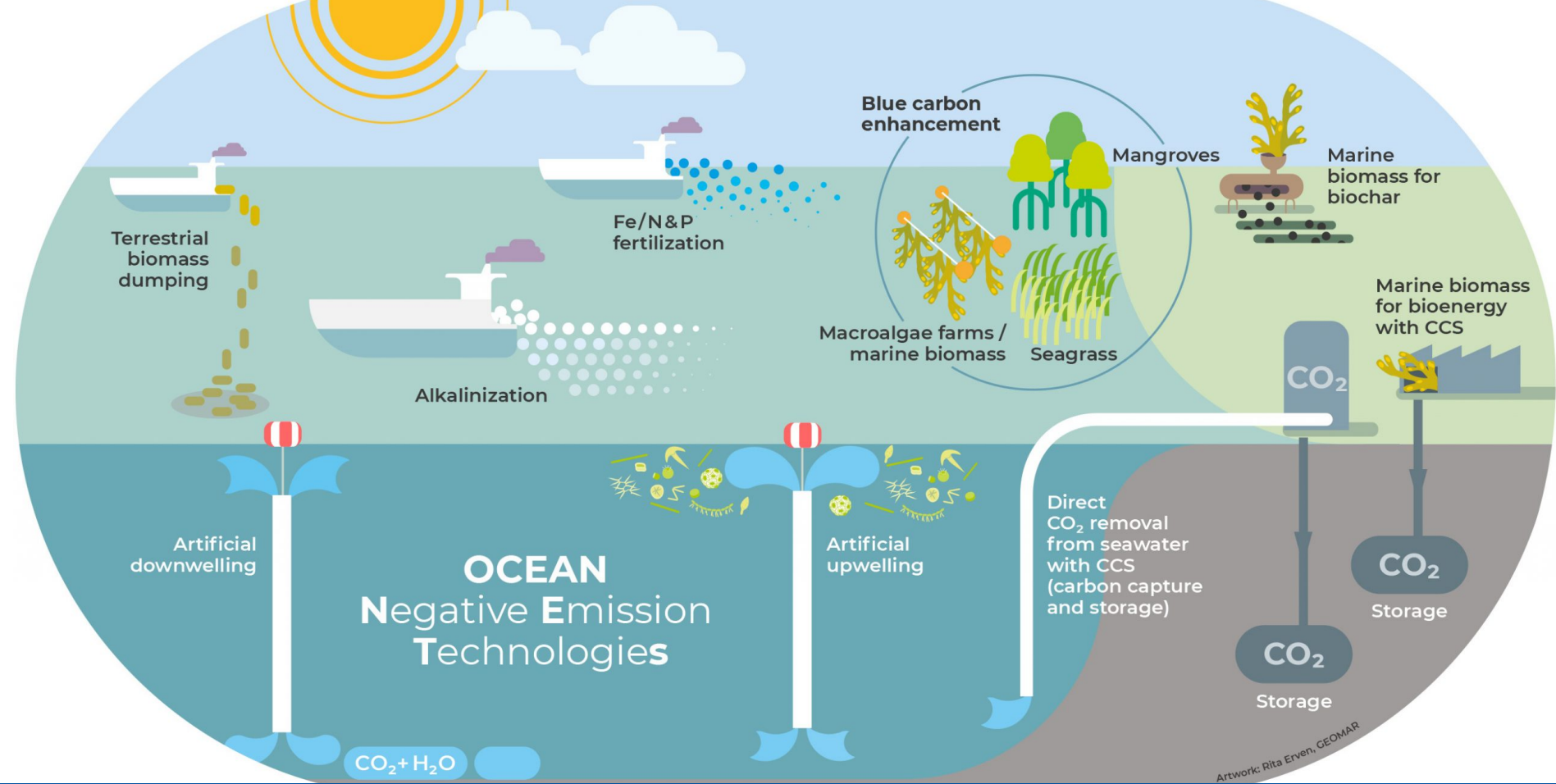
Kalkstein (CaO) oppløst i havvann danner kalsiumbikarbonat (CaCO_3).

Motvirker havforsuring.

Ukjente bivirkninger ved storskala bruk.

Muligens stort potensiale.

Eksperiment i Raunefjorden.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement number 869357.



Potensiale vs. kostnad

	Potensiale GtCO ₂ / år	Kostnad \$ USD/ tCO ₂	# studier
Påskoging	0.5 – 5	5 – 100	6
BECCS	0.5 – 10	50 – 250	40
Biokull	0.5 – 3	50 – 150	8
Direktefangst av CO ₂	0.5 – 5 ... ∞	100 – 300 – 800	16
Økt forvitring	1 – 4	50 – 500 – 1000	5
Økt havalkalinitet	0.5 – 25	30 – 260	6

Sammendrag



Flere teknologier har potensiale til å bidra vesentlig.



CCS en viktig komponent.



De fleste på tidlig utviklingsstadiet, med særegne usikkerheter, risikoer, etiske og styrings –hensyn.



Kan per i dag ikke regnes med, særlig innen de neste ti årene, å kunne gjøre betydelige bidrag til Parisavtalens mål.

Lesestoff

