

Geologisk lagring af CO₂

DE INTERNATIONALE GEOLOGISKE UDREDSNINGER FOR DANMARK OG GRØNLAND



Viden om CO₂-lagring

CO₂ er en del af vores hverdag

CO₂ findes naturligt i vore omgivelser og er også kendt som kuldioxid eller tøris. Det anvendes til mange formål, blandt andet fremstilling af sodavand, øl, is og skumslukkere. CO₂ produceres som biprodukt ved fremstilling af ammoniak og på raffinaderier som fremstiller benzin.

Mange steder i verden siver der CO₂ op til overfladen fra dybereliggende lag. Dette er stort set altid noget, der sker i forbindelse med områder med vulkansk aktivitet, som bidrager med langt den største mængde af atmosfærens CO₂ indhold.

De fleste af de kendte mineralvande som for eksempel Perrier stammer fra kilder som indeholder vulkansk CO₂. Ved byen Gerolstein i Eifel-distriktet, er kilden ligefrem en turistattraktion foruden at give navn til den mest kendte mineralvand. Ren CO₂ er uden smag og lugt. Det er ikke i sig selv giftigt, men da CO₂ er en relativ tung gasart, kan det fortrænge den atmosfæriske luft i lavninger eller kældre og give iltmangel.

En række steder, især i Nordamerika men også enkelte steder i Europa, findes geologiske strukturer fyldt med CO₂ på samme måde som olie og naturgas. Også dette stammer sandsynligvis fra fortidig vulkansk aktivitet.

CO₂ som drivhusgas

Jorden modtager den største del af sin energi fra solen. Energien trænger let gennem jordens atmosfære som kortbølget stråling og omdannes til varme i de øverste dele af jordoverfladen, havet, planter og bygninger. Udstråling fra de opvarmede overflader sker som langbølget stråling. Denne type energibølger kan fanges og tilbageholdes af drivhusgasser og vanddamp i atmosfæren.

Der er 6 vigtige drivhusgasser i atmosfæren:

- o Kuldioxid (CO₂) 360 ppm (= 0,036%)
- o Metan (CH₄) 1,7 ppm
- o Lattergas (N₂O) 0,3 ppm
- o Hydrofluorkarboner (HFC'er) 0,4 ppb
- o Perfluorkarboner (PFC'er) 0,1 ppb
- o Svovlhexafluorid (SF₆) 0,004 ppb

ppm= parts per million eller millionte-dele, ppb= parts per billion eller milliardte-dele
begge enheder angiver her et volumenmål

De sjældne drivhusgasser har en meget stor effekt selv ved meget lave koncentrationer. Ved beregning af udslip og krav til reduktion efter de internationale aftaler for eksempel Kyoto-aftalen omregnes drivhusgasserne til CO₂ ækvivalent.

Kyoto protokollen og Danmarks CO₂ målsætning

I 1997 blev Kyoto-aftalen indgået med henblik på at reducere de industrialiserede landes udledning af drivhusgasser med 5,5% i forhold til år 1990. EU skal som sit bidrag til Kyoto-aftalen reducere udslippet af drivhusgasser med 8%, hvilket svarer til at lukke eller erstatte omtrent 80 store kulkraftværker. Reduktionerne skal være i hus i perioden 2008 til 2012. Det er tanken, at aftalen skal danne grundlaget for en langt mere omfattende reduktion i resten af det 21. århundrede, men allerede fra starten løb aftalen ind i problemer. EU-landene havde fra starten sat stor prestige ind på at få aftalen ratificeret af de nødvendige 55% af verdens industrilande. Det så i langt tid ud til ikke at ville lykkes, idet USA – som står for en fjerdedel af verdens menneskeskabte CO₂ udslip – ikke ville godkende den indgåede aftale. Med den russiske Dumas ratificering af aftalen i oktober 2004 er det lykkedes at samle den fornødne tilslutning og aftalen er

nu tradt i kraft.

Danmarks nationale mål er en reduktion i CO₂ udslip med 21 %. På trods af en række tiltag herunder planlagte opkøb af ikke udnyttede CO₂ kvoter i andre lande er Danmark imidlertid langt fra målet. Det Internationale Miljøagentur forudser således en overskridelse af vores målsætning på op til 36 % ved Kyotoaftalens udløb i 2012. Dette vil sige at Danmark i stedet for at reducere CO₂ udslippet til atmosfæren i 2012 vil have forøget udslippet med 15 %.

CO₂ fra afbrænding af fossilt brændsel

Ved forbrænding af fossilt brændsel dannes CO₂. I et gennemsnitligt industriland stammer det menneskeskabte CO₂ udslip fra tre nogenlunde lige store kilder: (1) Kraftværker og tung industri, (2) transport og (3) husholdninger og andre småkilder.

Det er ikke ligemeget hvilket brændsel kraftværkerne fyrer med. Af de fossile brændsler er brunkul værst og naturgas bedst mens vedvarende energikilder per definition er CO₂ neutrale. I Danmark er kraftværkerne primært baseret på anvendelse af kul og i de senere år også naturgas samt en mindre mængde biomasse. De danske kulkraftværker er blandt de mest effektive i verden. Skiftet til naturgas reducerer CO₂ udslippet, og vil kunne bidrage til at opfylde kortsigtede CO₂ målsætninger som for eksempel Kyoto-målene.

Der findes allerede i dag teknologier, som gør det muligt næsten helt at undgå udslip af CO₂ fra kraftværker og industri til atmosfæren. CO₂ kan således separeres fra brændslet før afbrænding i specialbyggede kraftværker eller der kan ske en rensning af den CO₂-holdige røg fra konventionelle kraftværker. Hvis man kan lagre CO₂ fra de store punktkilder, ville man for Danmarks vedkommende kunne reducere udslippet med 30-40%. Hvis man kan producere CO₂ frit brændstof til biler, vil reduktionen næsten kunne fordobles.

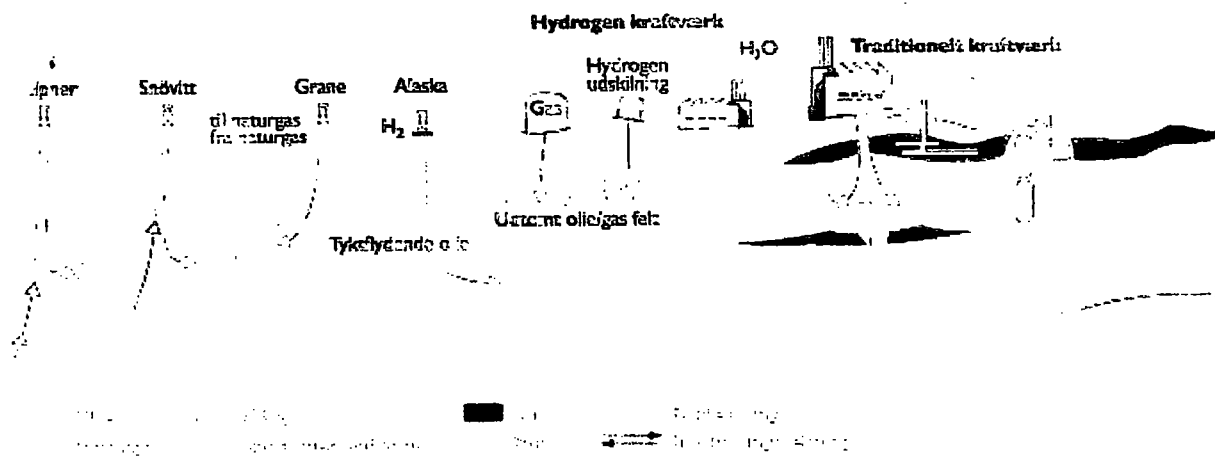
Lagring af CO₂ i undergrunden

CO₂ kan lagres i flere forskellige typer geologiske lag i undergrunden. Vi kender disse lag fra olie og gas efterforskning, søgen efter geotermiske reservoirer og fra regionale geologiske kortlægninger. Selve lagret kan bestå af geologiske enheder med stor porøsitet og permeabilitet så som sand- eller kalklag. For at sikre, at CO₂ ikke bevæger sig opad og slipper ud til atmosfæren, skal lagene over lagret være tætte og fungere som dæklag.

Tryk og temperatur stiger med stigende dybde og ved cirka 800 meters dybde sker der en forandring med CO₂ som ændrer sig fra en gas til en superkritisk væske. Ved at sætte CO₂ under tryk og lagre det i dybder på 800 meter eller mere kan man lagre meget store mængder CO₂. Desuden bevirker den store begravelsesdybde, at konflikter med drikkevandslag undgås, idet dybtliggende reservoirer for det meste indeholder saltvand.

Før et lager etableres, skal der udføres nøje geologiske forundersøgelser, som skal sikre at lagene er egnede og at kapaciteten er så stor, at det kan fungere i mindst 30 år (tidshorisonten for et kraftværk). Der må desuden lægges planer for en overvågning af lageret i en længere årrække.

Den tekniske del af CO₂ lagring i saline akviferer (reservoirer med salt porevand) minder på mange måder om lagring af naturgas som for eksempel sker ved Stenlille på Sjælland og omtrent 100 andre steder i Europa). På væsentlige punkter er lagring af CO₂ dog anderledes: 1) CO₂ opløst i vand danner en svag syre som kan påvirke bjergarten i reservoiret og dæklagene 2) CO₂ skal forblive i reservoiret i flere hundreder eller tusinder år. Især det sidste punkt har givet ophav til debat, og det diskuteres stadig hvor længe er lang tid nok.



Erfaringer og studier fra udlandet viser, at CO₂ kan lagres sikkert i undergrunden, hvis en række forudsætninger er opfyldt. For at lagre CO₂ komprimeres gassen og pumpes ned i porøse sandlag eller udtømte olie/gas reservoirer. Lagringen sker på stor dybde (mere end cirka 800 m), hvor CO₂ opfører sig som en væske. Ugennemtrængelige lerlag forhindrer, at CO₂ kan undslippe til atmosfæren. Tør CO₂ kan transporteres i almindelige rørledninger, som dem man anvender til naturgas. Hvis CO₂ bliver fugtig dannes en svag syre, kulsyre, som virker ætsende. Transport i rørledninger og skibe er en kendt teknologi, og der er mere end 3000 km CO₂ rørledninger i USA og Canada.

Forøget olieindvinding ved hjælp af CO₂

I Nordamerika anvender man CO₂ injektion i undergrunden til at forøge indvindingen fra eksisterende oliefelter. Den øgede olieindvinding er mulig fordi CO₂ er blandbar med olien og får den til at flyde lettere mod produktionsbrønde. Metoden kaldes EOR (Enhanced Oil Recovery).

Når et felt produceres ved hjælp af EOR injiceres CO₂ i pulser vekslede med vand. CO₂ er blandes med olien som kvælder op, trykket stiger og blandingen, der især er rig på de lidt lettere oliefraktioner, drives hen mod oliebrønden. Ved overfladen separeres CO₂ igen fra oliefasen og re-injiceres sammen med ny CO₂ i reservoiret. I Canada anvender man EOR-metoden i et producerende oliefelt nær byen Weyburn. Det forventes, at indvindingsgraden for feltet kan øges fra 25% til mindst 35% af den tilstedeværende oliemængde, i løbet af de 20 år EOR projektet er planlagt til at vare.

Processen til forøget olieindvinding anvendes især i USA, hvor man i mindre skala har praktiseret det siden 1970'erne. Metoden anvendes fortrinsvis i mindre oliefelter, hvor man ikke har kunnet producere mere olie med traditionelle teknikker. Erfaringer fra det største CO₂ firma der har specialiseret sig i denne type opgaver viser, at der kan udvindes mellem 8 og 16% mere af den olie, der oprindeligt fandtes i oliefelterne.

Hvor meget koster det at lagre CO₂

Hvorvidt geologisk lagring af CO₂ kan blive en realitet i fremtidens klimapolitik afhænger ikke blot af de tekniske muligheder men i særdeleshed af de økonomiske forudsætninger. Som en vigtig del af det EU finansierede forskningsprojekt GESTCO blev økonomien for 17 fremtidige CO₂ lagre gennemregnet. Lagringseksemplerne omfattede kul og naturgasfyrede kraftværke samt forskellige typer af industrivirksomheder. De samlede omkostninger for at nedbringe CO₂ udledningen til atmosfæren med et tons svingede mellem 105 Euro og 32 Euro. Den dyreste del af processen er separationen af CO₂ før eller efter forbrænding. Dette kræver energi, ligesom komprimeringen af CO₂ til en væske også kræver energi. Transport og lagring af CO₂ koster ikke så meget. Hvis CO₂ bruges til forøget olieindvinding (EOR) kan der ligefrem blive tale om en indtægt.

Risici ved CO₂ lagring

Før der kan etableres et underjordisk lager til CO₂ skal der på linie med andre store tekniske anlæg udføres en detaljeret risikoanalyse. Risikoanalysen omfatter en grundig analyse af faktorer, som kan forårsage udsivning af CO₂ fra det underjordiske lager. Overordnet set kan der skelnes mellem tekniske og geologiske risici. Tekniske risici kan for eksempel være utætte pakninger langs en borestreng, dårligt cementerede foringsrør og kemiske reaktioner mellem CO₂-holdigt vand og cementen. Af geologiske risici kan eksempelvis nævnes utætheder i dæklaget over CO₂ lageret som følge af sprækker/forkastninger i laget eller tilstedeværelse af porøse lag som leder den injicerede CO₂ væk fra

lagringsstrukturen.

Hvis CO₂ siver op til overfladen vil den påvirke det lokale miljø. CO₂ er ikke en giftig gasart, men da den er tungere end atmosfærisk luft vil den kunne samles i lavninger eller kældre. Her vil den fortrænge den almindelige luft og kan i værste fald medføre kvælning af dyr og mennesker. Det er således nødvendigt at tage de nødvendige forholdsregler og for eksempel opsætte CO₂ alarmer i udsatte bygninger i nærheden af lageret.

Hvis et geologisk lager er utæt vil den CO₂ som undslipper naturligvis også have en effekt på atmosfærens indhold af drivhusgasser. For at sikre en langsigtet reduktion af CO₂ koncentrationen i atmosfæren er det derfor nødvendigt at sikre at CO₂ lageret er tæt i meget lang tid - ja måske op til flere tusinde år. At sådanne geologiske forhold eksisterer ved vi fra efterforskning og fund af naturgas og naturligt CO₂

[Til top] Sidst ændret: 22. februar 2005 © De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland - GEUS
Øster Voldgade 10, 1350 København K - Tlf.: 38142000 - Fax: 38142050 - E-post: geus@geus.dk
Siden vedligeholdes af webredaktøren