



1. Energi

EL·MUSEET

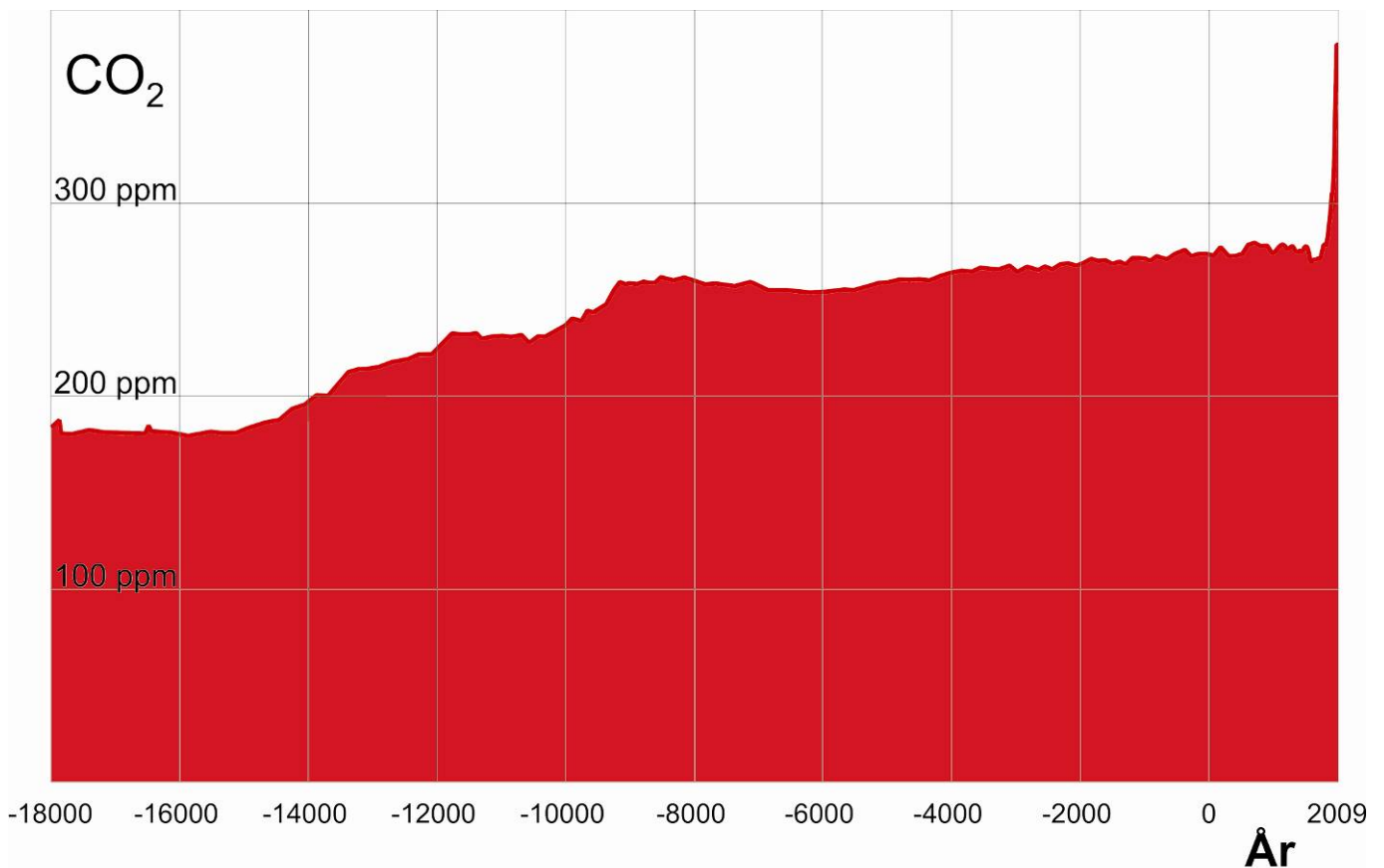
Hæfte 1 – Energi

CO ₂ -variationer gennem 20.000 år	3
CO ₂ -variationer fra 1850 til i dag.....	5
Energi til fremtiden	6
Vedvarende energi	8
Bøf, bil & badeferie	10
Bøf, bil & badeferie	11
Huse på lavt blus	13
Bæredygtig Bolig.....	15
Nød lærer nøgen kvinde.....	17
Dige eller vige	19
Nordjyllandsværket	21
Lagring af CO ₂	23
Det teknologiske fix.....	25
Det teknologiske fix.....	27

CO₂-variationer gennem 20.000 år

Kurven viser variationerne i atmosfærens CO₂-koncentration gennem de sidste 20.000 år.

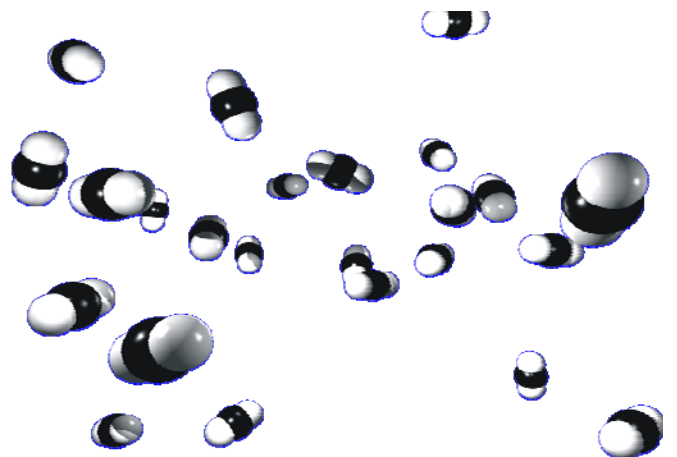
CO₂-koncentrationen før 1958 er målt i luftbobler i iskerner udboret af den Antarktiske indlandsis. Fra 1958 er atmosfærens CO₂-indhold målt direkte ved Mauna Loa Observatoriet på Hawaii.



CO₂ målingerne

CO₂ er jævnt fordelt i atmosfæren, og derfor kan man direkte forbinde målinger fra iskernerne med observationerne fra Hawaii. Dog er luften i isens bobler en sammenblanding af luft fra flere år, mens CO₂-koncentrationen ved Hawaii bliver målt fra måned til måned. Derfor har man i de seneste 50 år kunnet følge CO₂-koncentrationens svingninger i takt med årstidernes skift.

CO₂-molekylet består af grundstofferne kul (C = Karbon) og ilt (O = Oxygen).

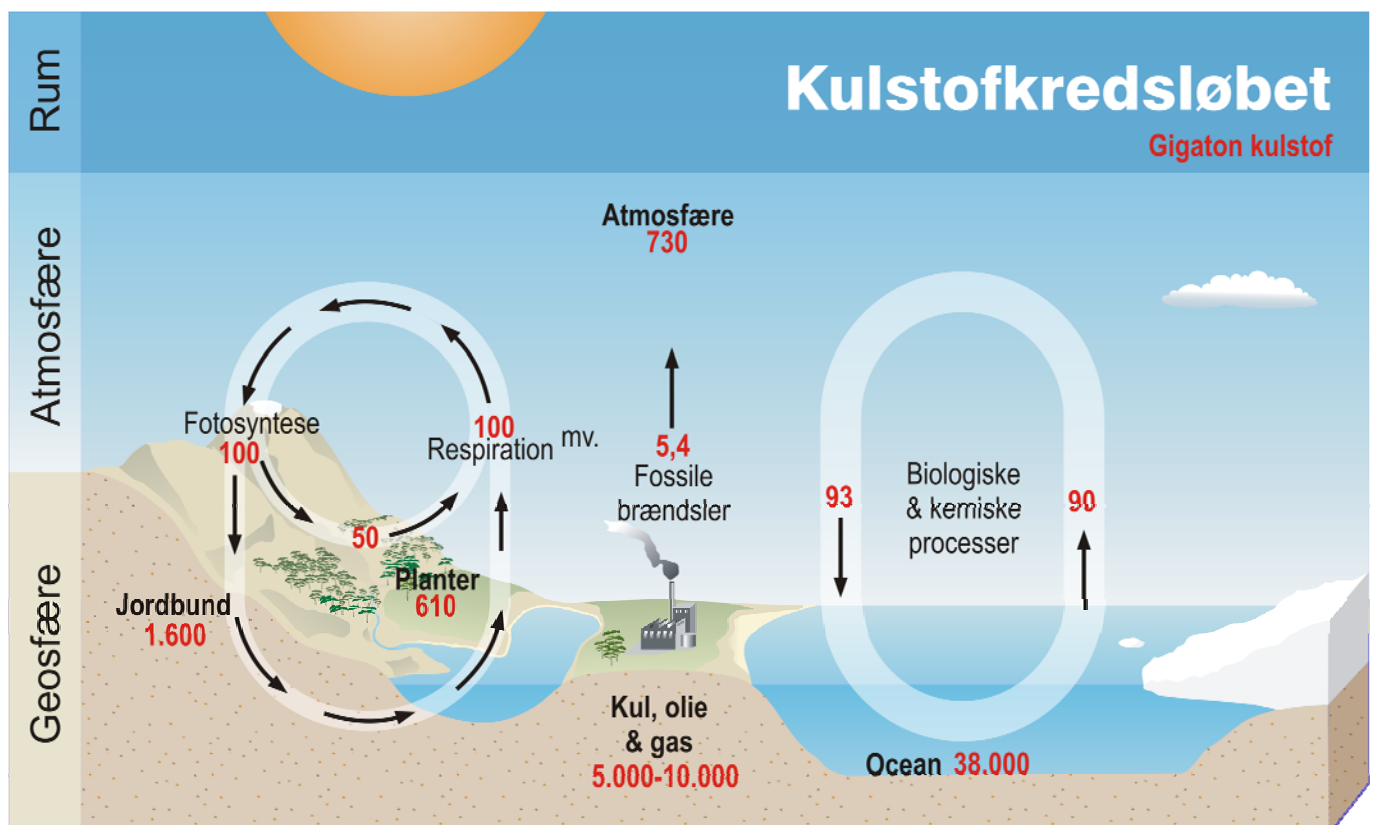


Kulstofkredsløbet

CO₂-molekylet består af atomerne kulstof og ilt, der indgår i alle levende organismer. Kulstof udveksles derfor konstant mellem dyr og planter og de naturlige reservoirer i havet, jorden og atmosfæren.

Hvert eneste år optager planter omkring 100 milliarder ton kulstof fra atmosfæren, men en tilsvarende mængde frigives også når plantemateriale nedbrydes. Til sammenligning udleder vi mennesker kun 5,4 milliarder tons kulstof gennem forbrænding af fossile brændsler som kul, olie og gas.

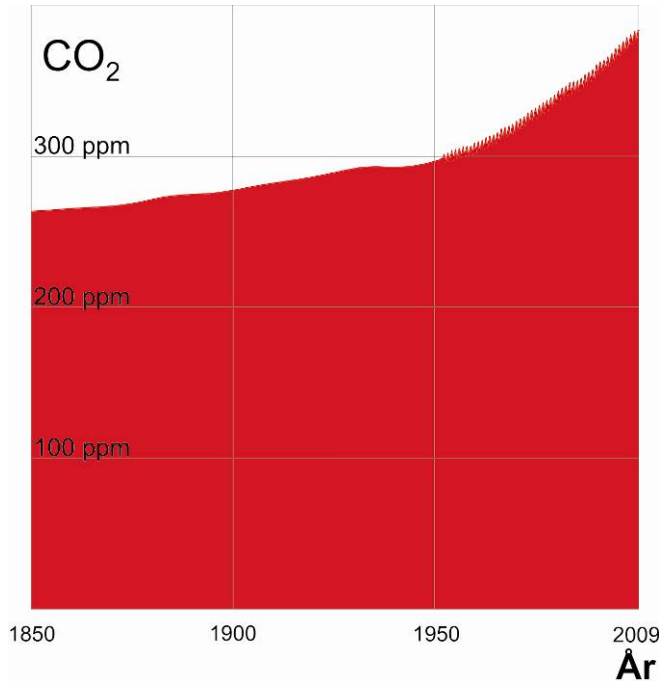
Det kan synes som forsvindende lidt, men problemet er, at der ikke er et optag til at modsvare denne udledning. Derfor ophobes den menneskeskabte CO₂ i atmosfæren og fører til en stigende CO₂-koncentration. Skovfældning er også med til at forrykke balancen, da der så er færre planter til at optage CO₂.



CO₂-variationer fra 1850 til i dag

Kurven viser variationerne i atmosfærens CO₂-koncentration i tiden, hvor mennesket har ændret atmosfæren gennem forbrug af fossile brændsler.

Keelingkurven



Den amerikanske kemiker Charles David Keeling begyndte i 1957 at måle af CO₂-koncentrationen i atmosfæren ved Mauna Loa på Hawaii. De første målinger viste en koncentration på 315 ppm. I dag (april 2009) er koncentrationen oppe over 389 ppm.

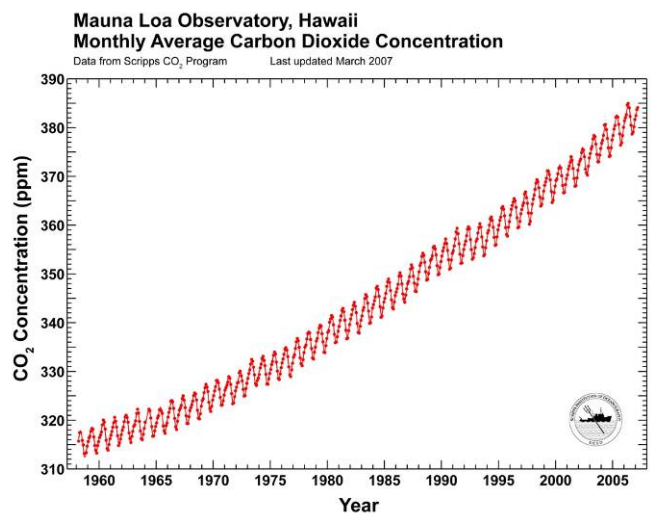
Drivhuseffekten

Når CO₂ ophobes i atmosfæren fører det til en øget drivhuseffekt. CO₂ er en af drivhusgasserne, der også omfatter vanddamp, metan, lattergas, ozon og CFC-gasser. Disse gasser er gennem-sigtige for Solens lys, men de absorberer Jordens varmestråling. Det betyder, at gasarterne virker som et tæppe i atmosfæren, der holder på den varme, som Jorden får fra Solen.

CO₂ er den vigtigste drivhusgas i klima-sammenhæng, da den - næst efter vanddamp - findes i størst mængde. Desuden bliver CO₂ i atmosfæren i lang tid. Metan er også en vigtig drivhusgas. Den er noget mere effektiv til at holde på varmen end CO₂, men den findes i betydeligt mindre mængde og har en levetid på kun ca. 10 år i atmosfæren.

Atmosfærens CO₂-indhold stiger og falder i takt med årstidernes skift, da vegetationen optager mest CO₂ i vækstsæsonen.

Denne kurve, der for første gang direkte påviste ophobningen af den menneskeligt udledte CO₂ kaldes i dag Keelingkurven.

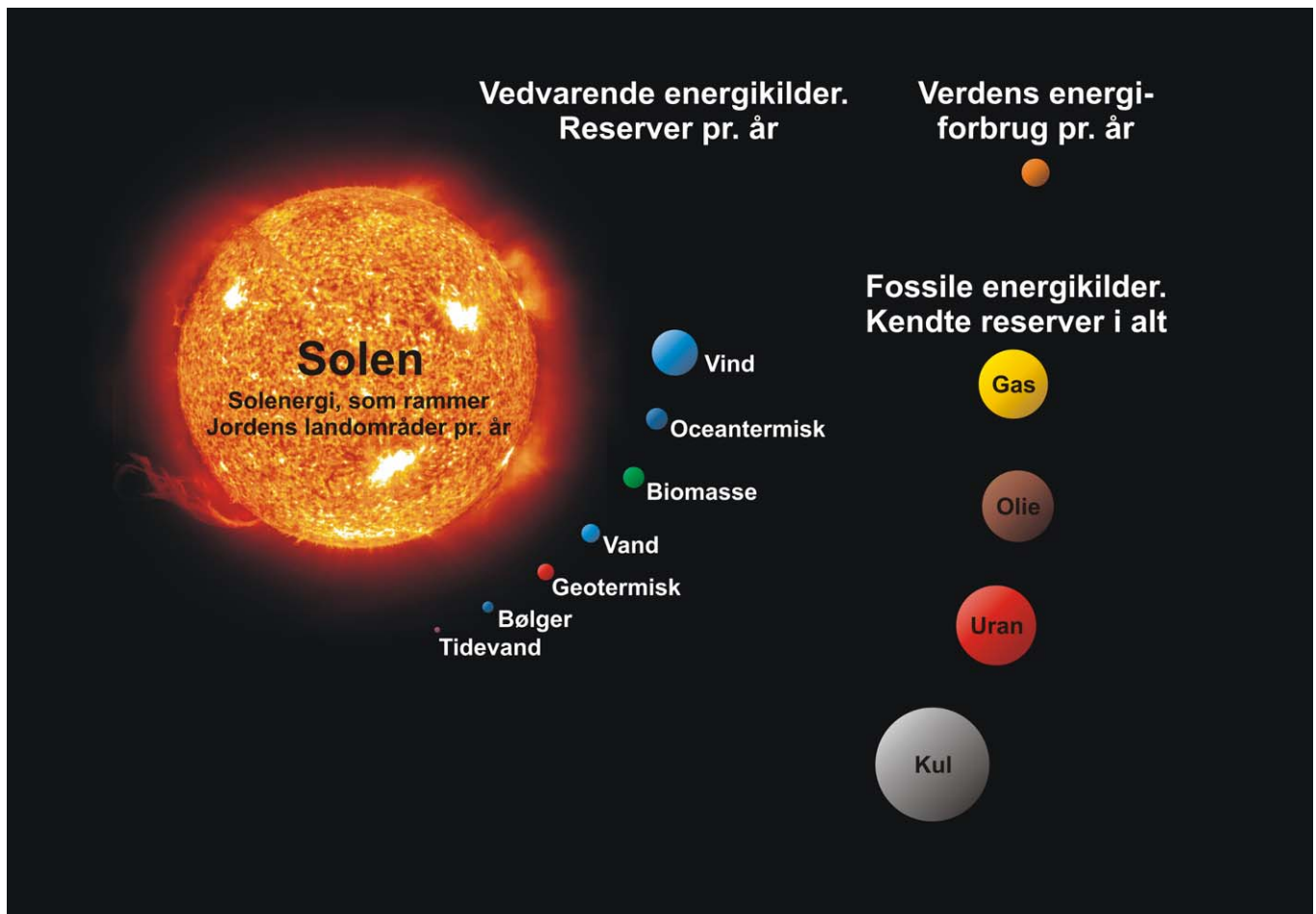


Den CO₂, som vi mennesker har udledt gennem de sidste par århundreder, var blevet lagret i kul og olie gennem millioner af år. Selv hvis vi ophører fuldstændigt med CO₂-udledningen i en nær fremtid, vil der gå århundreder, før atmosfærens CO₂-indhold er tilbage på det førindustrielle niveau på 280 ppm CO₂.



Energi til fremtiden

Fossile brændsler kan dække vores energiforbrug i nogle få generationer, men det vil resultere i store ændringer i Jordens klima og livsbetingelserne.



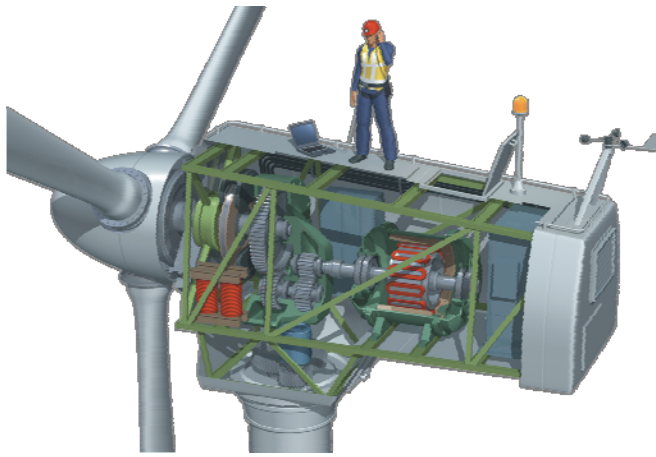
Sol

Heldigvis er der rigeligt vedvarende energi – Solen kan levere 1.500 gange vores nuværende forbrug.

Kun den energi, som rammer Jordens landområder er medtaget i dette tal og der er fratrukket 2/3 af solenergien som tab i atmosfæren.

Solenergi har mange anvendelser – solfangere kan levere varm luft eller varmt vand, mens solceller kan levere elektricitet. Der er etableret egentlige solkraftværker flere steder i verden.





Vind

1-2 % af den energi, som Solen sender til Jorden omdannes til vindenergi. Men vindressourcerne er ulige fordelt – i Danmark kommer 20 % af vores elektricitet fra vindmøller.

En vindmølle omdanner vindens kraft til et drejningsmoment, som driver vindmøllens rotorblade. Den energi, som kan overføres til rotoren, afhænger især af rotorarealet og vindhastigheden. Rotoren driver en generator, som producerer elektricitet.



Vedvarende energi

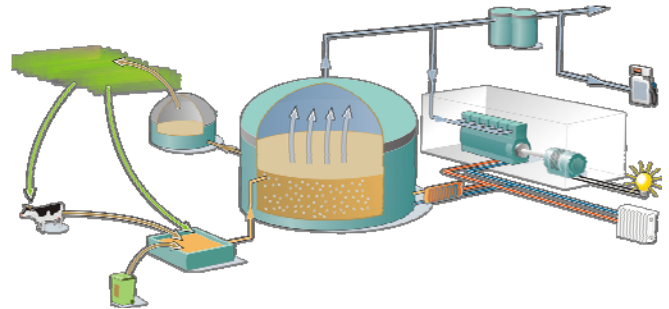
Fremtidens energi kommer fra vedvarende energikilder. Solen er den store dynamo, som driver de fleste vedvarende energikilder, men Jordens indre kan også levere energi.

Bioenergi

Biomasse kan levere energi i form af biobrændsel eller biogas til varme og elektricitet, samt biodiesel eller ethanol til transport. Mulighederne i udnyttelse af den indirekte solenergi er meget store – specielt hvis vi udnytter halm, gylle og slagteriaffald.

Derimod kan det også skabe store problemer, hvis man bruger fødevarer som korn, raps og sukker til vores energiproduktion. Kunstgødning på markerne bidrager også til drivhuseffekten via lattergas – N_2O .

Biogas system



Et biogas anlæg kan anvende energiforureninger, gylle og bioaffald til produktion af biogas og gødning.



Vandkraft

Vandkraft er en betydelig energikilde – især i lande med bjerge, hvor der er smeltevandsfloder. Det er Solens energi, som fordamper vandet, således at det falder som nedbør og bliver til floder.

Udnyttelse af vandkraft kræver, at der bygges en dæmning, således at vandet stemmes op i en sø. Vandkraftværker kan derfor tilpasse produktionen af elektricitet efter forbruget. Vandets energi omsættes til elektricitet via turbiner og generatorer.

Geotermisk energi

Geotermisk energi omfatter både jordvarmeanlæg og geotermiske værker, som henter varmt vand fra borer. Danmark har 2 geotermiske værker, og det næste er planlagt i Viborg til åbning i år 2010.

Geotermiske anlæg får deres energi fra radioaktive processer i Jordens indre, men udnyttelsen er helt fri for radioaktivitet. De geotermiske anlæg kan levere varmt vand til opvarmning eller damp til produktion af elektricitet via turbiner og generatorer.





Bølgekraft og tidevandskraft

Der er store naturkræfter i både bølger og tidevand, men det kan være svært at omsætte disse kræfter til elektricitet.

Tidevandskraftværker kræver ofte store dæmnings-anlæg, mens det er svært at konstruere bølgekraftværker, som kan modstå naturkræfterne i en orkan.

Det er dog blot et spørgsmål om tid, inden nogle af de mange prototyper leverer elektricitet.



Bøf, bil & badeferie

Vi spiser bananer fra Guatemala, kører vores børn i børnehave, tager bilen hen til fitness centret og sejler på krydstogt. Et moderne liv hænger kun sammen takket være transport.



Det frie valg

Mad og fritid byder på mange valgmuligheder i industrielle mængder. Et moderne samfunds udvikling måles på mængden af frie valg. Jo flere jo bedre.

Først i de allerseneste årtier er vi begyndt at tage konsekvenserne af den moderne tilværelse alvorligt. Fundamentet under vort forbrug er afbrænding af kul, olie og benzin med deraf følgende udledning af drivhusgasser.

Mange bække små

Et fortsat forbrug baseret på olie og kul vil få konsekvenser for Jordens klima. Den enkelte families CO₂ udledning gennem det daglige forbrug kan synes ubetydelig, men mange bække små gør en å. Dette gælder også, hvis CO₂ problemet skal løses med den enkelte families bidrag.

Hvad kan der gøres?



Hvor meget CO₂ udleder vi?

I en T- shirts levetid fra dens fremstilling i Kina til dens endeligt efter vask og tørretumbling har den udledt 50 kg CO₂. Hvor mange T-shirts er der i Danmark.

En bil udleder 1 kg CO₂ for hver gang den kører 5 kilometer. Hvor mange kilometer kører danskere om året?

Et TV udleder gennem sit strømforbrug 150 kg CO₂ om året ved 5 timers daglig kiggeri. Hvor mange fjernsyn er der i Danmark?



Bøf, bil & badeferie

Hvordan kan vi gennem vore forbrugsvalg medvirke til at mindske udledningen af CO₂? I forretningerne ser vi jo kun på prisen og ikke på varens medvirken til øget drivhuseffekt. Kan vi f.eks. indføre CO₂ moms og lægge oven i prisen?



Kornsilo i staten Iowa

CO₂ mærkning

I staten Iowa i det midtvestlige USA er der planer om, at indføre CO₂ mærkning på alle varer. Sammen med alle de andre oplysninger om varens indhold, skal der også oplyses om, hvor meget CO₂ udledning varen har kostet fra dens fremstilling og til butikken. Ideen bag planerne er den, at forbrugeren med den ny oplysning bliver tilskyndet til at vælge om.

Den ny forbruger

CO₂ mærkning i Iowa skal skabe den CO₂ bevidste forbruger. Gennem sit valg kan den enkelte være med til at løse mange af de moderne samfunds problemer:

- Folk vil købe varer fremstillet lokalt. Der vil blive mindre transport.
- Der vil blive flere lokale arbejdspladser. Folk vil ikke pendle så meget.
- De lokale samfund vil blomstre og ikke blive affolkede.

Mange bække små

Mange mennesker vil gerne medvirke til at mindske udledningen af CO₂. Hvordan skal man vælge at gøre det? Det er svært for den enkelte at afgøre. Kun ved at politikere opstiller visioner og handleplaner kan de mange bække små blive til en å.



Huse på lavt blus

Forestil dig, at du bor i et hus, der selv producerer den energi, du skal bruge, og mere til



Allerede i dag er det teknisk muligt at opføre bæredygtigt byggeri, der ikke alene er energieffektivt, men som også producerer energi.

På længere sigt bliver det muligt at udvikle 'intelligente huse', der selv styrer indeklimaet i overensstemmelse med påvirkninger fra sol og vind, og som kan levere overskydende varme til nabohusene og strøm til el-nettet.



Villaen "Bolig for livet" i Lystrup nord for Århus

Bolig for Livet

Villaen "Bolig for livet" er opført i 2009 i Lystrup nord for Århus. Huset producerer mere energi, end der bruges til opvarmning, belysning og ventilation.

Solfangere producerer varmt brugsvand, en varmepumpe producerer rumvarme og varmt brugsvand, mens solceller genererer strøm til boligen.

Huset har en 'intelligent' facade, der lukker lys og varme ind, når solen skinner, mens den lukker til og holder på varmen, når det blæser. Samtidig drives ventilationssystemet delvist ved vindens påvirkning af facaden.

Villaen er en del af projektet Model Home 2020, der er en serie af klimavenlige huse, som VKR-Holding opfører flere steder i Europa.

Danmarks første 'plushus'

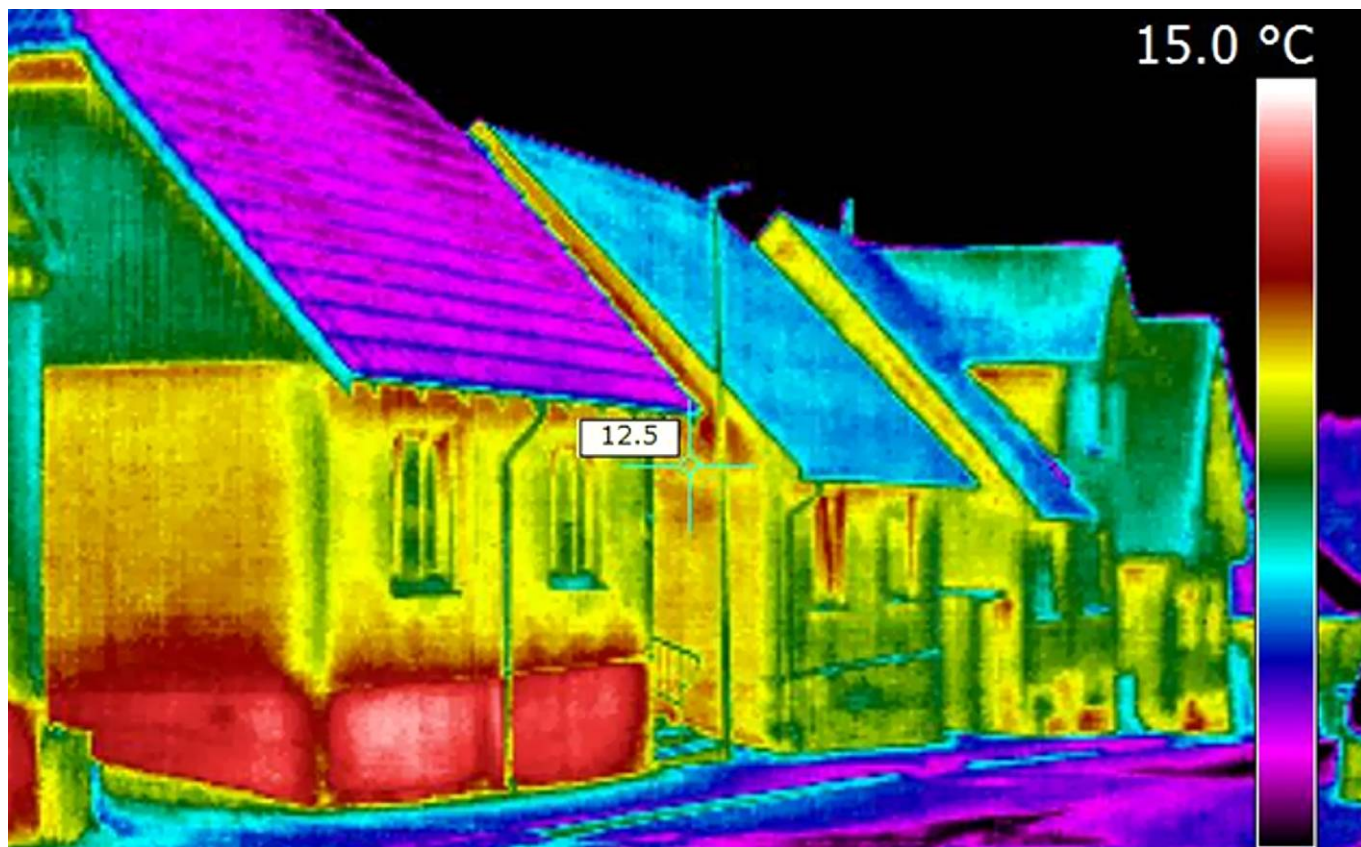
Et hus, der kan producere mere energi, end der bruges i huset, kaldes for et 'Plushus'.

Allerede i 1978 byggede ingeniør og opfinder Jean Fischer et plushus i Tommerup på Fyn. Huset havde solfanger, en vindmølle og sågar en elbil. Huset havde alle moderne bekvemmeligheder og producerede mere strøm, end Jean Fischer selv kunne bruge. Han solgte den overskydende el til det lokale elselskab.



Bæredygtig Bolig

Næsten halvdelen af Danmarks energiforbrug går til drift og opvarmning af bygninger



Termografisk billede, der viser overfladetemperaturen på huse. Termografi bruges til at afsløre utætheder og manglende isolering i bygninger.

Foto: Dansk Bygningstermografi

Bioenergi

Skal udslippet af drivhusgasser for alvor bringes ned, må energiforbruget i bygninger reduceres.

Eksisterende bygninger skal forbedres, og nye bygninger må for fremtiden konstrueres, så de bruger mindre energi og baserer sig på vedvarende energi.

To tredjedele af vores bygningers energiforbrug går til opvarmning af rum og brugsvand. Resten går til el. Derfor er der store besparelser i at nedbringe varmemeforbruget. Her er bedre isolering og mere effektiv udnyttelse af varmen afgørende.

Danskerne er det folkefærd i verden, som har det største boligareal pr. indbygger

Den samlede bygningsmasse i Danmark er på godt 600 millioner m²

Godt 200.000 huse i Danmark er ikke hulmursisolerede

Hvad kan boligejere gøre 'her og nu'?

- Reducere energiforbruget ved at isolere mere effektivt
- Investere i cirkulationsanlæg, der både tilgodeser et godt indeklima og genvinder op til 95 % af varmen fra den ventilerede udsugningsluft
- Udskifte eller supplere oliefyret med andre systemer til opvarmning, eksempelvis et jordvarmeanlæg
- Investere i energisparepærer og el-sparekopper, og skifte til mere energirigtige el-apparater og hvidevarer



Nød lærer nøgen kvinde...

Konsekvenserne af klimaforandringerne stiller store udfordringer til landbrug, byggeri, infrastruktur og sundhedsvæsen. Hvad kan vi gøre, og hvad gør vi allerede nu?



Kystsikring. Betonblokkene forhindrer at kysten bliver ædt af havet.

Landbruget må omstille sig til at dyrke andre afgrøder, holde andre husdyr og bekæmpe nye typer af skadedyr og sygdomme. I Danmark bliver der behov for at sætte ind overfor nye svampesygdomme, som truer afgrøderne. Til gengæld bliver det måske muligt at dyrke vin og at høste to gange om året.

I tørre egne bliver det nødvendigt at udvikle systemer til kunstvandig. I andre egne må man dræne jorden for at undgå alt for våde marker.



Kvæget flyttes til områder med mere vand

Andre steder bliver det nødvendigt at bortlede vand fra store mængder nedbør og smeltevand fra gletsjere.

I lavtliggende kystområder og floddale er det nødvendigt at bygge barrierer mod stigende havvandstand. Flere steder i Danmark har man derfor intensiveret arbejdet med at kystsikre og forstærke diger.

Byggeri, veje og anlæg skal sikres mod nedbør, kraftigere storme og højere vandstand.

I Danmark kan det i fremtiden blive en stor udfordring at bortlede store mængder nedbør fra husenes sokler og kældre. Kloakkerne må udvides betragteligt, hvis de skal håndtere fremtidens nedbør.

Fremvæksten af nye bakterier og sygdomme gør det nødvendigt at udvikle nye typer vacciner og medicin.



Verdensmestre i diger

Holland bygger i disse år dige, som kan modstå op til 5 meters havvandstigning.

Omkring halvdelen af Holland ligger mindre end en meter over havniveau, og 38 % ligger under havets overflade. Et omfattende system af dige beskytter disse områder mod oversvømmelse



System til kunstvanding

Dige eller vige

Klimaforandringerne vil i de kommende år ændre levevilkårene de fleste steder på jorden. Stigende havvandstand, tørke, større mængder nedbør og ekstremt vejr vil kræve stor tilpasningsevne



Ændringer i klimaet vil få store og alvorlige konsekvenser for mennesker i de berørte områder. Der findes grundlæggende to handlemuligheder. Enten må mennesker og dyr tilpasse sig, eller også må de flytte - "dige eller vige" som et sønderjysk ordsprog lyder.

Huse, veje og anlæg er konstrueret specielt til at klare lokale vind- og vejrforhold. Afgrøder og husdyr i landbruget er også valgt efter klimatiske forhold. Nedbør, temperatur, lokale sygdomme og skadedyr har alt sammen betydning for, hvad der kan betale sig at dyrke og avle.

Det lokale klima spiller også en rolle for folkesundheden. Forskelle i temperatur og luftfugtighed giver forskellige betingelser for bakterier og smittebærere som insekter og rotter. Hospitaler er hovedsaglig optimeret til de sygdomme, der findes i området. Med højere temperaturer vil f.eks. malaria rykke nordpå.



Her ses evakuerede amerikanere under orkanen Katrinas hærgen i New Orleans 2005.

Klimaflygtninge

En af de mest frygtede konsekvenser ved klimaforandringer er risikoen for, at store grupper af mennesker vil blive drevet på flugt

FN's klimapanel anslår, at op mod 200 millioner mennesker bliver nødsaget til at flygte i løbet af de kommende årtier

Hvis lokalbefolkningen i de berørte områder kan tilpasse sig de ændrede vilkår, kan store katastrofer måske undgås.

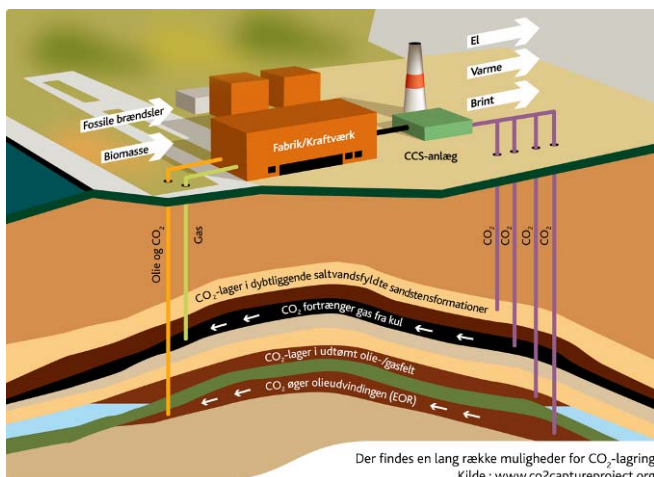


Nordjyllandsværket

“WWF er overbevist om, at CCS kan indgå som en afgørende del af løsningen til at holde den globale opvarmning på under 2 °C og reducere CO₂-udledningen med over 50 % på verdensplan.” James Leape, generaldirektør



Vattenfall præsenterer Nordjyllandsværket, som verdens mest effektive og miljøvenlige kulfyrede kraftvarmeværk. Helt op til 91 % af energiindholdet i kullene udnyttes – det er verdensrekord. Men afbrænding af kul medfører udledning af CO₂, derfor vil Vattenfall indføre CO₂ fangst og lagring (CCS = Carbon Capture and Storage) på værket.



CO₂ fangst og lagring (CCS)

CO₂ fangst og lagring (CCS) kan skabe en mindre revolution i den måde, Europa imødekommer den stigende energiefterspørgsel:

Ved at producere energi fra fossile brændsler med stort set ingen CO₂-udledning

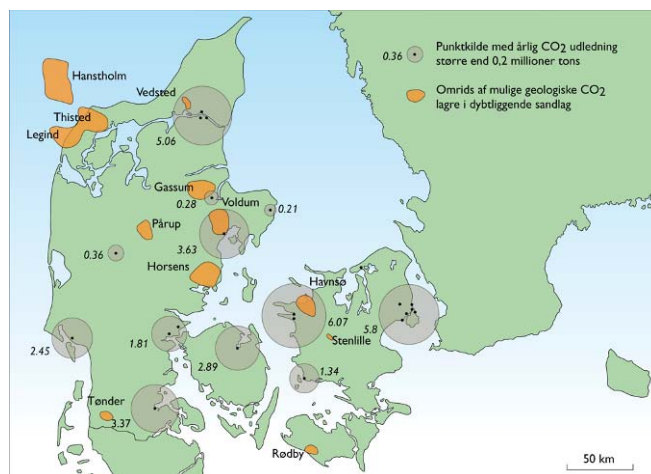
Ved at producere store mængder ren brint, som kan bruges til elproduktion eller transport – og give muligheder for at etablere en brintøkonomi

Ved at få kraftværker til at indføre samfyring med biomasse for at opnå negativ udledning, da biomasse optager CO₂ fra atmosfæren.

Store muligheder i Danmark

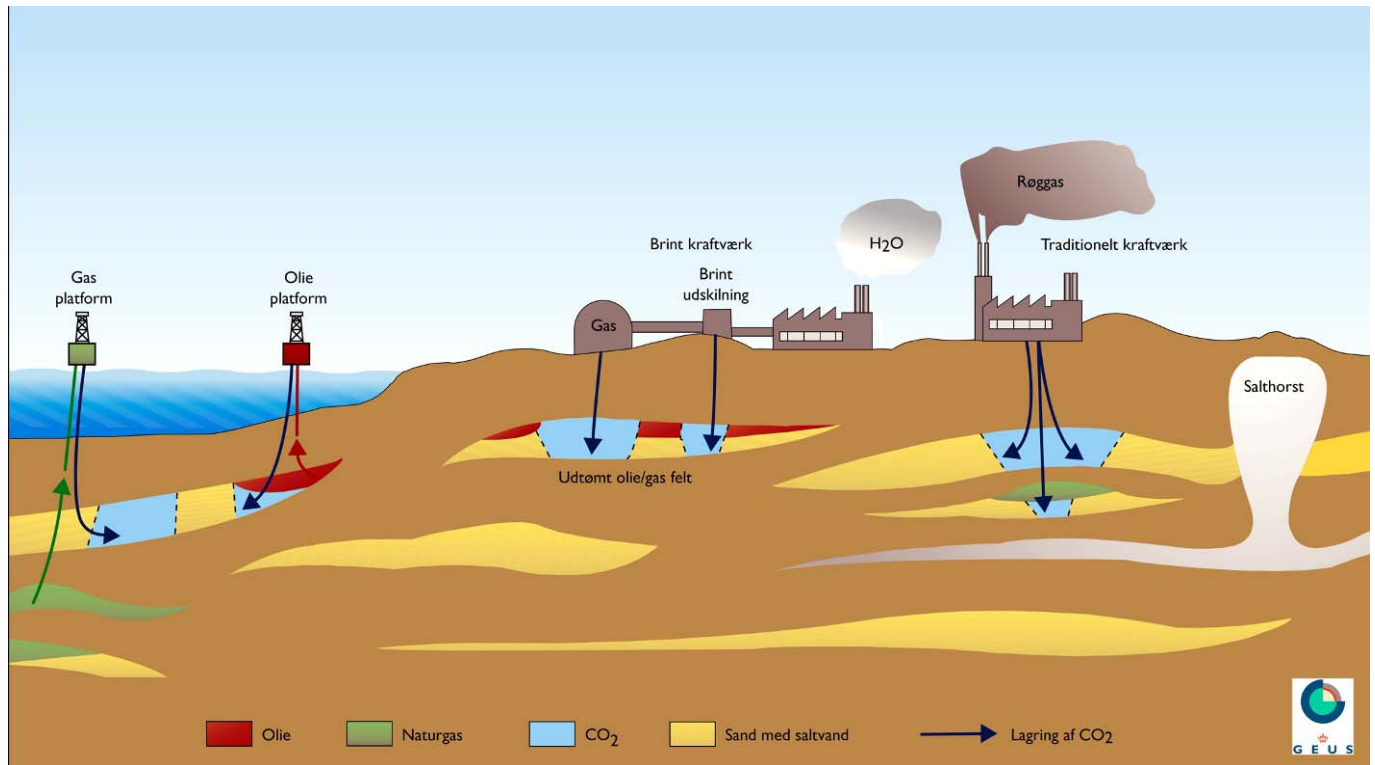
De dybe borer i Danmarks undergrund har vist, at der findes store muligheder for lagring af CO₂. Det er især lag af porøs sandsten fra Trias og Jura, dvs. lag med en alder på 150-250 millioner år. Men man kan også bruge gamle oliefelter.

I Danmark kan man lagre 17 milliarder tons CO₂, hvilket svarer til vores udledning af CO₂ i 575 år. Det er dog en væsentlig fordel, hvis deponeringen af CO₂ ligger i nærheden af de store kulfyrede værker. Det er desværre ikke altid tilfældet.



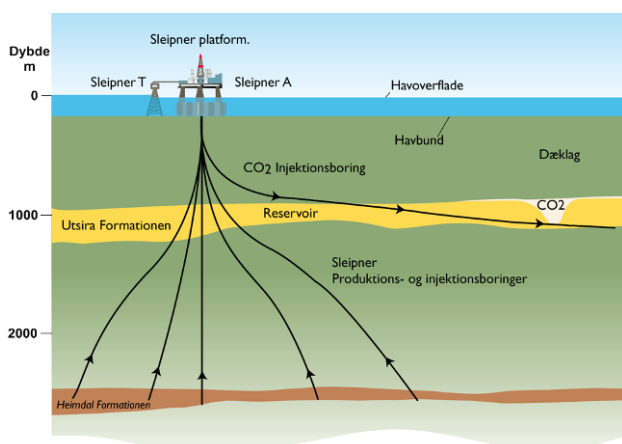
Lagring af CO₂

For at undgå klimaforandringerne må vi reducere vores udslip af drivhusgasser. En af mulighederne er deponering af CO₂ nede i undergrunden.



CO₂ kan udskilles fra røgen fra et traditionelt kulkraftværk og lagres i undergrunden, hvis det sker i over 800 meters dybde, hvor CO₂ bliver til væske. Det er også muligt at udskille CO₂ fra naturgas og dermed lave et brint kraftværk.

For at lagre CO₂ skal gassen først udskilles, tørres og komprimeres. Lagringen kan ske i porøse sandsten eller udtømte olie og gas reservoirer.



Verdens første eksempel

Statoil udvinder naturgas fra Jurassiske sandsten i Sleipner Feltet i Nordsøen. Naturgassen indeholder 5-10 % CO₂, men må højst indeholde 2,5 % CO₂ for at kunne sælges. Derfor bliver CO₂ separeret fra gassen på boreplatformen.

I 1996 begyndte Statoil at pumpe CO₂ ned sandsten, som er fyldt med saltvand. Temperaturen i disse lag er ca. 37°C og trykket er 110 bar, hvilket betyder, at CO₂ gas bliver til væske. Statoil pumper 1 million tons CO₂ ned om året.

CO₂ i naturen

CO₂ findes naturligt i vore omgivelser og atmosfære, som indeholder ca. 0,039 %. Kultveilte, kuldioxid og tørre er også CO₂. Det anvendes bl.a. til fremstilling af øl, sodavand, is og i ildslukkere.

CO₂ siver op fra undergrunden mange steder – især i forbindelse med vulkansk aktivitet, som giver det største bidrag til atmosfæren. Kildevand fra disse områder kan have et naturligt indhold af CO₂ – f.eks. det franske Perrier og det tyske Gerolsteiner.



Det teknologiske fix

Der findes flere forslag til at ændre klimaet ved hjælp af geoengineering. Nogle forslag er nemmere at gennemføre end andre. Nogle forslag kan medføre utilsigtede virkninger



Opblomstring af alger kan ses fra rummet som lyseblå eller grønne plamager i havet

Gødskning af alger i verdenshavene

Algerne i verdenshavene optager CO_2 fra atmosfæren. Når de dør, falder de til bunds og tager størsteparten af CO_2 'en med sig. Algevæksten i havene er mest begrænset af adgangen til næringsstoffer. Ved at tilføre havet f.eks. jern, som alger generelt er i underskud af, kan man stimulere algevæksten.

Alt i alt er der store problemer med at tilføre havet næringsstoffer. Eksempelvis kan store mængder alger forårsage iltsvind. Det har store konsekvenser for det øvrige plante- og dyreliv.

Spredning af svovl i atmosfæren

Fra vulkanudbrud ved vi, at når der sendes store mængder svovl op i atmosfæren, vil det virke som et tæppe, der holder en stor del af solens stråler ude. Det medfører at temperaturen ved jordoverfladen falder. Hvis man sender tusindvis af raketter med svovl op i atmosfæren over hele jorden, vil man kunne nedkøle jorden i flere år ad gangen.

Et stort problem ved for meget svovl i atmosfæren er, at det vil forårsage store mængder syreregn. Det kan skade bygninger, dyr og planter.

Solskærm i kredsløb om jorden

Hvis vi kan forhindre en del af solens stråler i at nå frem til jorden, vil det blive koldere. Et forslag går derfor ud på at konstruere en solskærm, som sættes i kredsløb omkring jorden. Solskærmen kan enten bestå af få gigantiske skærme, eller mange mindre.

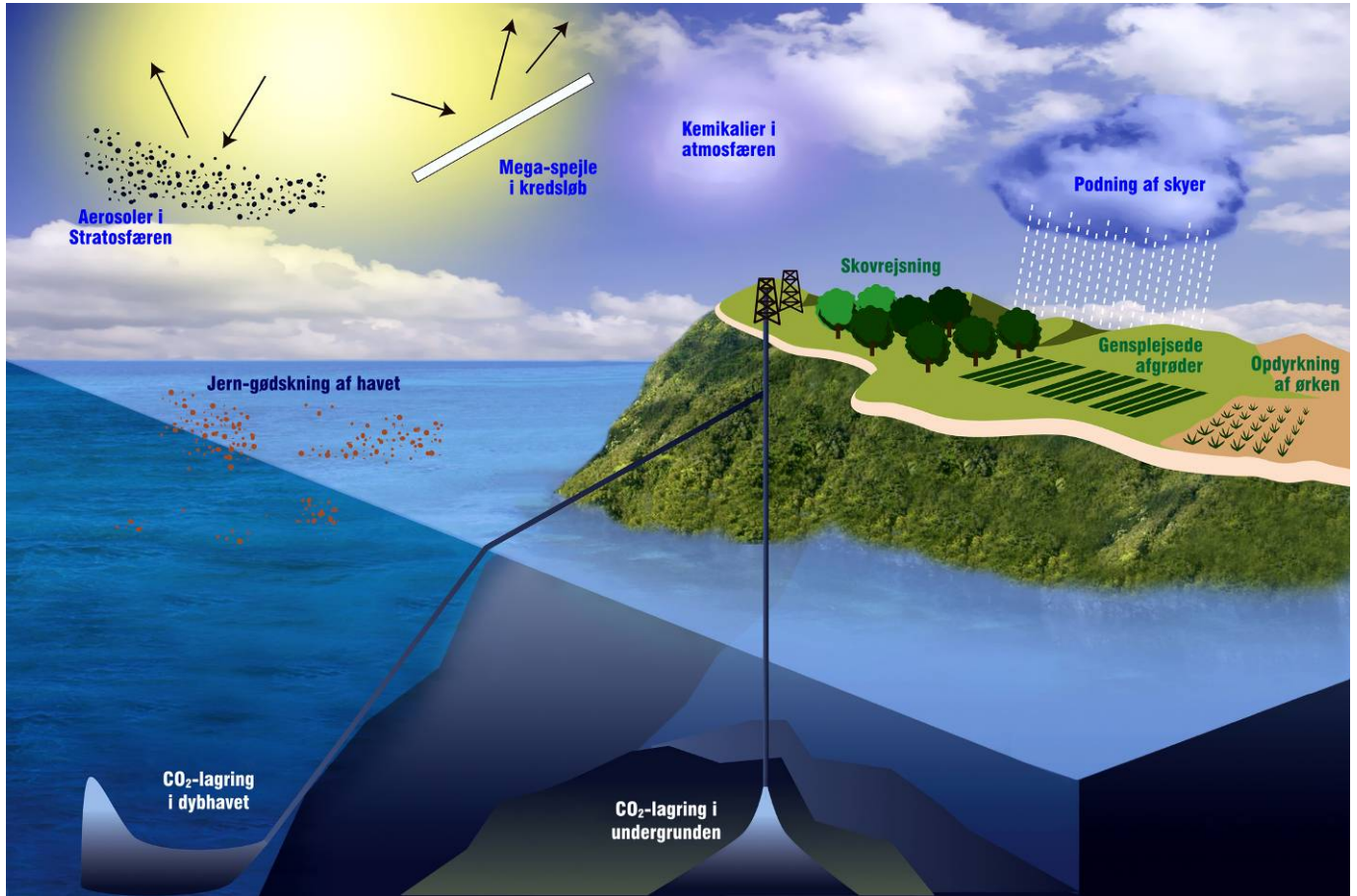
Det er en stor udfordring at bygge, opsende og vedligeholde sådan en skærm. Så stor, at det måske slet ikke kan lade sig gøre. At stoppe solens stråler får også konsekvenser for plante og dyrelivet.



Det teknologiske fix

Kan teknologi ændre klimaet?

Er det i orden at pille ved jordens økosystemer, hvis det kan standse den globale opvarmning?



Geoengineering

'Geoengineering' er en samlet betegnelse for teknologier, der skal fjerne drivhusgas fra atmosfæren, ved at ændre eller efterligne jordens geologiske, meteorologiske og biologiske systemer. Der er tale om metoder, der vil manipulere jordens systemer på globalt plan.

Hvad nu hvis det går så stærkt med den globale opvarmning, at reduktion af drivhusgasser ikke er tilstrækkeligt til at undgå store klimakatastrofer? Hvad nu hvis de politiske beslutninger trækker i langdrag, så det ikke lykkes at redde klimaet i tide? Det er spørgsmål, som har fået nogle videnskabsmænd til at overveje, om vi kunstigt kan ændre på de forhold i naturen, der regulerer klimaet?

Der findes forslag til projekter, der skal nedkøle klimaet ved at ændre på forhold i verdenshavene, på landjorden eller i atmosfæren. Forslagene tager udgangspunkt i den viden, vi har om, hvordan jordens økosystemer indvirker på klimaet. Det er derfor ikke ren science fiction, men ideer som meget vel kan vise sig at virke.

Det store spørgsmål er selvfølgelig om vi kan styre det. Har mennesket overhovedet ret til at ændre naturlige økosystemer? Kan vi risikere at skabe andre uoverskuelige miljøproblemer, end dem vi løser?

USA om geoengineering

Præsident Obamas videnskabsrådgiver John Holdren foreslog i maj 2009, at USA bør forske i 'geoengineering'. Ifølge Holdren skal geoengineering kun benyttes som sidste udvej, men "Vi kan meget vel blive desperate nok til at bruge den" siger han; "Vi har ikke den luksus at kunne feje nogen tilgang af bordet".

