2. Drivhusgasser og drivhuseffekt

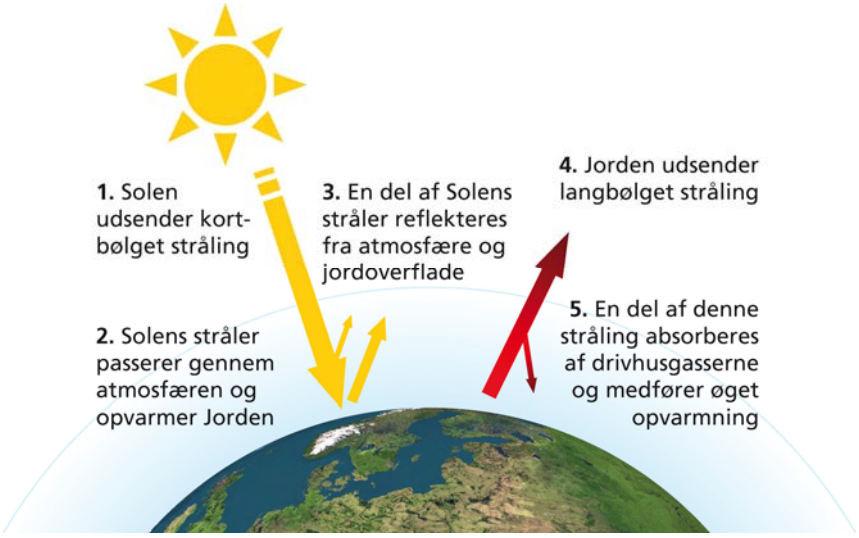
Af Peter Bondo Christensen og Lone Als Egebo

Drivhuseffekt

Når Solens kortbølgede stråler går gennem atmosfæren, rammer de Jorden og varmer dens overflade op. Så bliver Solens energi lavet om til langbølgede varmestråler, og Jorden sender på et eller andet tidspunkt varmen tilbage til atmosfæren.

Men en række gasser hindrer, at en del af varmen fra Jorden slipper ud af atmosfæren igen. Gasserne absorberer varmen, og på den måde ligger de som en dyne over Jorden og tilbageholder varmestrålingen fra Jorden. Vi kalder disse gasser for drivhusgasser.

Når atmosfæren skal af med varmen, udsender skyerne og drivhusgasserne varmestråling både opad og nedad mod jordoverfladen, som derved får varmestrålingen retur fra atmosfæren.



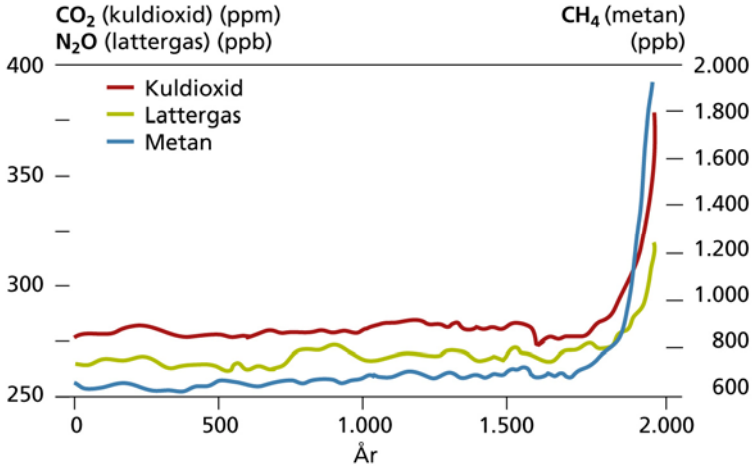
Figur 2.1 Drivhusgasser holder Jorden varm
Drivhusgasserne virker som en slags isolerende lag i atmosfæren. De lader Solens stråler komme ind, men sørger for at varmen ikke så nemt slipper ud igen – lige som glasset i et drivhus. Vi kalder derfor fænomenet for drivhuseffekten. (Fra: Naturen og klimaændringer i Nordøstgrønland).

Drivhuseffekt er et helt naturligt fænomen. Uden den ville Jordens overflade være ca. 33 grader koldere end den rent faktisk er, og drivhuseffekten er derfor en forudsætning for, vi overhovedet kan leve på Jorden.

Drivhusgasser

De vigtigste drivhusgasser er vanddamp (H_2O), kuldioxid (CO_2), metan (CH_4) og lattergas (N_2O). CFC-gasser virker både som drivhusgasser og ødelægger det livsvigtige ozonlag, der reducerer mængden af skadelige UV-stråler til Jorden. Disse gasser blev tidligere anvendt i meget stor udstrækning. CFC-gasserne er nu blevet forbudt, men nedbrydningen af den CFC der allerede er i atmosfæren, tager meget lang tid (30-50 år), og de har derfor stadig en effekt i atmosfæren.

Gennem de seneste 100 år har menneskets aktivitet skabt en ganske betydelig ændring i atmosfærens indhold af drivhusgasser. Koncentrationen af drivhusgasser er steget voldsomt siden begyndelsen af 1900-tallet, hvor industrialiseringen for alvor satte ind. Mennesket sender drivhusgasser i atmosfæren, når vi rydder skovene, når vi brænder kul og olie af i industri og ved transport (H_2O og CO_2); når drøvtyggere i landbruget (f.eks. køer) udskiller metan (CH_4) eller når kvælstofforbindelser i jorden omdannes til lattergas (N_2O).



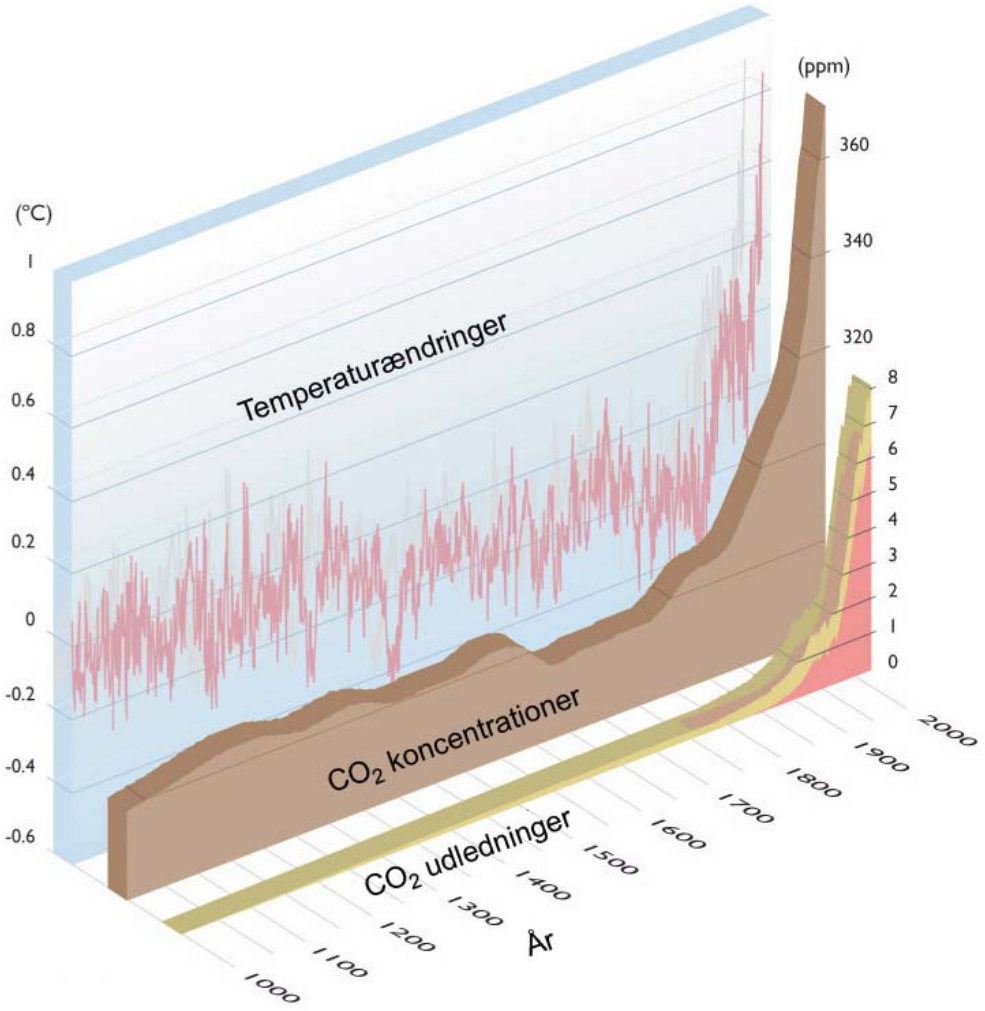
Figur 2.2 Flere og flere drivhusgasser
Mængden af menneskeskabte drivhusgasser er øget markant siden industrialiseringen satte ind i begyndelsen af 1900-tallet. Atmosfærens indhold af CO_2 er steget 35 % siden år 1900, og gennemsnitstemperaturen er steget med ca. 0,6 grader. (Bemærk at enheden er i ppb (milliarddele) for metan og lattergas og ppm (milliondele) for kuldioxid). (Fra DMU's Miljøbiblioteksbog: Drivhusgasser).

Når temperaturen stiger i atmosfæren, indeholder den også mere vanddamp, hvilket giver en øget drivhuseffekt. På den måde får en varmere atmosfære en selvforstærkende effekt på temperaturudviklingen.

I 2007 konkluderede FN's klimapanel – IPCC, at størstedelen af den globale opvarmning siden 1950 med stor sandsynlighed skyldes atmosfærens øgede indhold af kuldioxid og andre menneskeskabte drivhusgasser.

Figur 2.3 viser, at atmosfærens indhold af CO_2 (den midterste brune kurve) nøje følger forbrændingen af fossile brændstoffer. Mennesket har gennem tusinder af år påvirket atmosfærens indhold af kuldioxid ved at rydde land og skov (den grønne del af den forreste kurve). Men først da forbruget af fossile brændstoffer (olie og kul) for alvor tager fat i begyndelsen af 1900-tallet, stiger atmosfærens indhold af kuldioxid markant (den lyserøde del af den forreste kurve).

CO_2-koncentrationen har ikke været højere i flere tusinde år, end den er nu, og mennesket har på under 100 år brændt fossile brændstoffer af, der har ligget gemt væk i millioner af år. Temperaturen i atmosfæren har svinget lidt gennem de sidste 1000 år, men den er steget voldsomt i takt med at kuldioxid-indholdet i atmosfæren er steget de sidste 100 år (den bagerste røde kurve på figur 2.3).

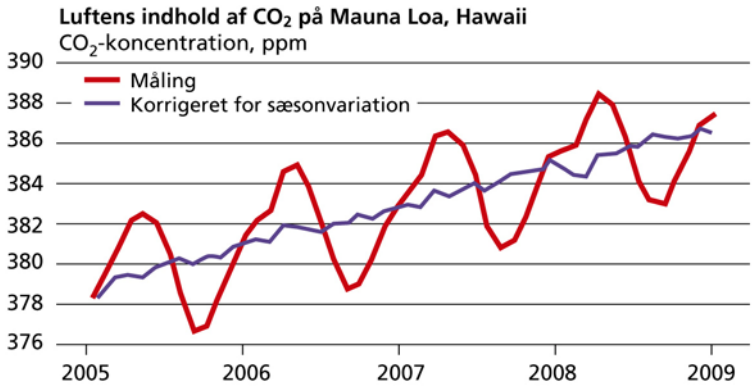


Figur 2.3 Mennesket påvirker atmosfæren
Sammenhæng mellem menneskets frigivelse af kulstof til atmosfæren (den forreste kurve), atmosfærens indhold af kuldioxid (den midterste kurve) og ændringer af temperaturen i atmosfæren (den bagerste kurve) gennem de seneste 1000 år. Man kan bl.a. bruge årringe i træ og koraller til at se, hvad temperaturen var for hundredvis af år siden, mens man måler kuldioxid i indlandsisens luftbobler for at vurdere atmosfærens indhold af kuldioxid i historisk tid. (Fra ACIA).

Målinger viser, at atmosfærens indhold af CO_2 nu i gennemsnit stiger med 2 ppm (milliondele) hvert år, og lige nu er vi oppe på ca. 387 ppm.

Men der er stor variation i atmosfærens indhold gennem året – det svinger op til 6 ppm på årsbasis. Skove og andre planter optager CO_2 gennem vækstsæsonen og reducerer dermed atmosfærens indhold af CO_2. Om efteråret stopper planternes vækst. Men frigivelsen af CO_2 til atmosfæren fortsætter, og koncentrationen stiger derfor.

Da det meste af Jordens landareal findes på den nordlige halvkugle, og da forbruget af fossilt brændsel til opvarmning er stort om vinteren på den nordlige halvkugle, falder svingningerne i atmosfærens CO_2-indhold sammen med vores sommer og vinter, så koncentrationerne topper i vinterhalvåret (Figur 2.4).



Figur 2.4 Mere CO_2 i atmosfæren
Udvikling i det globale indhold af kuldioxid i atmosfæren. Målingerne (rød linje) er foretaget på Hawaii. Den blå linje viser gennemsnitskoncentrationen, når man korrigerer for sæsonvariationen. Da det meste af Jordens landareal findes på den nordlige halvkugle, svinger atmosfærens indhold af kuldioxid i takt med planteaktiviteten på den nordlige halvkugle – også selv om man måler på Hawaii. (Fra DMU's Miljøbiblioteksbog: Drivhusgasser).

Der er forskel på drivhusgasser

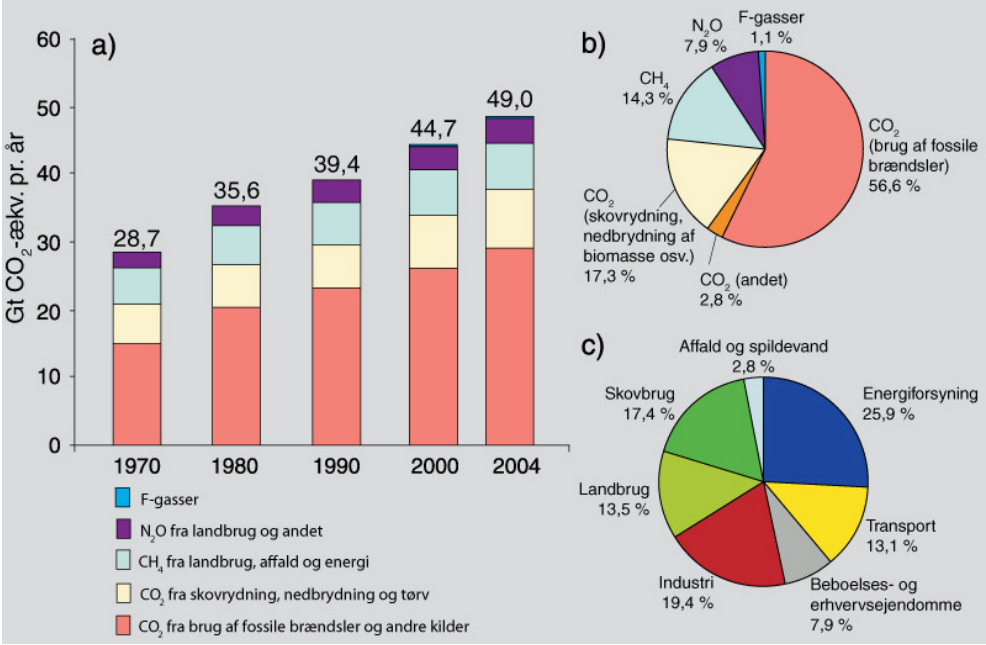
De forskellige drivhusgasser har ikke samme indvirkning på drivhuseffekten. Nogle gasmolekyler har en længere levetid i atmosfæren og er bedre til at absorbere varmen end andre. For at vurdere hvor meget de enkelte gasser bidrager med, beregner man deres GWP-værdi. Det betyder **G**lobal **W**arming **P**otential.

Pr. definition har CO_2 en GWP værdi på 1 og de andre gasser vurderes ud fra denne værdi. GWP er opgjort til 21 for metan og 310 for lattergas. Det betyder at et ton metan bidrager 21 gange mere til drivhuseffekten end et ton kuldioxid. Og et ton lattergas er 310 gange værre end et ton kuldioxid.

Man ganger udledningen af de enkelte drivhusgasser med deres GWP og omregner på den måde udledningerne til såkaldte CO_2-ækvivalenter, som er en fælles enhed for alle drivhusgasser. Dermed er det muligt at sammenligne de enkelte gassers bidrag til drivhuseffekten og at summere effekten af alle drivhusgasser.

I figur 2.5 er bidraget fra de enkelte menneskeskabte drivhusgasser omregnet til CO_2-ækvivalenter. Man kan på den måde direkte sammenligne, hvor meget de enkelte gasser bidrager med. Man kan se at kuldioxid er den vigtigste menneskeskabte drivhusgas. Fra 1970 til 2004 steg den årlige udledning af CO_2 med omkring 80 %. Stigningen i kuldioxid skyldes især brugen af fossile brændsler. En øget landbrugsaktivitet og et øget forbrug af fossile brændsler er årsagen til øgningen i metankoncentrationen, mens stigningen af lattergaskoncentrationen primært skyldes landbruget.

Koncentrationen af både kuldioxid og metan er nu langt over de naturlige værdier, der har været gennem de sidste 650.000 år.



Figur 2.5 Hvor kommer drivhusgasserne fra?
a) Den globale årlige udledning af menneskeskabte drivhusgasser fra 1970 til 2004. F-gasser dækker over alle CFC-gasser.
b) Den samlede udledning af menneskeskabte drivhusgasser i 2004 (i CO_2-ækvivalenter) splittet op på forskellige kilder.
c) Bidrag fra forskellige erhverv og aktiviteter til den samlede udledning af menneskeskabte drivhusgasser i 2004 (i CO_2-ækvivalenter). (Fra IPPC/DMI).

Figur 2.6 Kvæg udskiller metan
Når kvæg og andre drøvtyggere fordøjer deres føde udskilles store mængder metan, som derved bidrager til drivhuseffekten. Målinger viser, at ca. en 1/3 af danskernes bidrag til drivhuseffekten stammer fra landbrugsproduktion med drøvtyggere som den største bidragsyder. (Foto: Per Schriver).

2. Drivhusgasser og drivhuseffekt

Arbejdsspørgsmål:

1. Drivhuseffekten

   a. Forklar ved hjælp af figur 2.1 hvad drivhuseffekt er.
   b. Er drivhuseffekt et naturligt og/eller et menneskeskabt fænomen? Begrund svaret.

2. Drivhusgasser

   a. Hvilke er de hyppigst forekommende drivhusgasser i atmosfæren?
   b. Forklar ved hjælp af figur 2.2. hvad der er sket med indholdet af drivhusgasser i atmosfæren de sidste 100 år.

3. Mennesket påvirker atmosfæren

   a. Hvilken sammenhæng er der ifølge figur 2.3 mellem temperaturændringer og CO_2-indhold i atmosfæren?
   b. Hvordan har man fundet ud af, hvad CO_2-indholdet i atmosfæren var for f.eks. 500 år siden?
   c. Hvilke menneskeskabte aktiviteter frigiver kulstof (CO_2) til atmosfæren?
   d. Hvilken sammenhæng er der ifølge figur 2.3 mellem menneskets frigivelse af CO_2 til atmosfæren og atmosfærens indhold af CO_2?
   e. Hvad fortæller figur 2.4 om det globale indhold af CO_2 i atmosfæren?

4. Der er forskel på drivhusgasser

   a. Forklar hvad en drivhusgas' GWP-værdi fortæller.
   b. Hvad er der sket med udledningen af menneskeskabte drivhusgasser siden 1970 ifølge figur 2.5?
   c. Hvilken drivhusgas bidrager samlet set mest til drivhuseffekten?
   d. Hvor kommer de forskellige menneskeskabte drivhusgasser fra?
   e. Kom med løsningsforslag til hvordan mængden af drivhusgasser i atmosfæren kan sænkes.