

# CO<sub>2</sub> i hverdagen

Vi hører ofte, at drivhuseffekten (se tegning), kuldioxid (= CO<sub>2</sub>) og andre drivhusgasser er blandt årsagerne til de menneskeskabte klimaændringer.

Det er også rigtigt; men det er vigtigt at huske, at uden drivhuseffekten og uden CO<sub>2</sub> og de andre drivhusgasser ville der ikke være noget liv på Jorden.

Drivhuseffekten har eksisteret så længe, Jorden har haft en atmosfære. Hvis ikke drivhuseffekten holdt på varmen fra Solen, ville Jordens overflade være cirka 33° C koldere, end den er nu. Det vil sige i gennemsnit minus 18° C, hvilket er for koldt for næsten enhver form for liv.

Den naturlige drivhuseffekt opstår, fordi de såkaldte drivhusgasser får atmosfæren til at virke som et drivhus – se illustration [1.7] og [1.8].



[1.7] Når Solens stråler rammer Jorden omdannes energien til varme. Udenfor drivhuset vil varmen hurtigt forsvinde (ud i rummet); men inde i drivhuset vil varmen reflekteres af glasset.

Jordens atmosfære indeholder flere forskellige drivhusgasser. De vigtigste drivhusgasser er CO<sub>2</sub>, metan (CH<sub>4</sub>) og vanddamp (H<sub>2</sub>O).

CO<sub>2</sub> er den drivhusgas, som alle taler om. For CO<sub>2</sub> dannes bl.a., når vi mennesker afbrænder olie, benzin, gas, kul og andre brændstoffer.

CO<sub>2</sub> er ikke giftigt. Du udånder selv CO<sub>2</sub>, hver gang du trækker vejret, og planter ville slet ikke kunne leve på Jorden, hvis der ikke var en lille smule CO<sub>2</sub> i luften.

CO<sub>2</sub> indgår gennem fotosyntesen i kulstoffets vigtige kredsløb på Jorden. Dette kredsløb har i mange tusinde år været i balance; men vi mennesker har i

snart 250 år har sendt mere CO<sub>2</sub> ud i luften, end planterne har kunnet bruge – derfor bliver der nu mere og mere CO<sub>2</sub> i atmosfæren.

Metan er også en drivhusgas. Metan opstår ved gæringsprocesser – fx i drøvtyggenes maver. Når kvæg bøvser eller prutter, kommer der metan ud i luften. Metan kan også opstå på sumpede rismarker, på lossepladser eller ved udslip fra gas- og olieudvinding.

I takt med at vi mennesker har fået større og større kvæghold, flere sumpede rismarker, større lossepladser og stadigt mere gas- og olieudvinding, har vi været medvirkende til, at der er blevet ledt mere og mere metan ud i atmosfæren.

Vanddamp er også en vigtig drivhusgas – jo mere vanddamp, der er i luften, jo bedre er atmosfæren til at holde på varmen. Mennesket har ikke nogen direkte indvirkning på luftens indhold af vanddamp, for normalt vil den vanddamp, vi udleder, indgå i vandets naturlige kredsløb.

Men hver gang vi fx fælder store skovområder, ændrer vi balancen ikke bare i vandets kredsløb, men også i kulstoffets kredsløb.

I det følgende vil vi derfor opfordre dig til selv at udforske sammenhængen mellem de menneskeskabte klimaforandringer, drivhuseffekten og balancen i naturens kredsløb.



[1.8] Drivhusgasserne i atmosfæren forhindrer varmen i hurtigt at forsvinde ud i rummet. Se også side 59

## CO<sub>2</sub> i hverdagen

Her er forslag til aktiviteter, som du selv kan lave

### Planter og CO<sub>2</sub>

#### – lav forsøg med fotosyntese og ånding

Planter kan ved hjælp af Solens energi omdanne CO<sub>2</sub> og vand til næringsstoffer (kulhydrat) og oxygen (O<sub>2</sub>).

Processen kaldes fotosyntese og ser således ud:

Lys + CO<sub>2</sub> + vand → kulhydrat + O<sub>2</sub>

Når Solen skinner på planterne, producerer de sukker (kulhydrat), der bruges med det samme eller gemmes til senere. "Affaldsstoffet" fra processen er oxygen (ilt), der "udåndes" til omgivelserne.

Når planter fx om natten, skal bruge energi fra næringsstofferne, "indånder" de oxygen fra omgivelserne præcis ligesom mennesker og dyr.

Processen kaldes ånding og ser således ud:

Kulhydrat + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + vand + energi

"Affaldsstofferne" fra processen er CO<sub>2</sub>, der "udåndes" til omgivelserne, samt vand, der oftest bliver i planten (eller dyret) til senere brug.

Så længe der er lys på planten vil fotosyntesen være større end plantens ånding. Derfor vil en plante, der udsættes for lys "udånde" O<sub>2</sub>, mens en plante, der er placeret i mørke vil "udånde" CO<sub>2</sub>.

Dette kan du vise med et forsøg:

#### Brug:

3 reagensglas, 1 stativ, 3 propper, 2 vandplanter (vandpest), CO<sub>2</sub>-indikator, stanniol og evt. en lampe (60W).

Placér en vandplante i to af reagensglassene. Fyld CO<sub>2</sub>-indikator i alle tre glas, så planterne er dækkede, og væsken står lige højt i de tre glas.

Fold stanniol om det ene af de to glas med vandplanter. Placer glassene i stativet, og sørg for at der er lys på forsøgsopstillingen.

Lad forsøget fortsætte flere dage, indtil du kan se et tydeligt farveskift i de to glas med planter. Hvilke farveskift tror du, der vil komme?

Hvis du sætter din lampe til at lyse på glassene hele tiden vil farveskiftet blive tydeligere og komme hurtigere.

- ? Hvorfor er det en god idé at have et tredje glas uden plante i?
- ? Hvorfor bliver farveskiftet tydeligere, hvis der er lys på forsøget hele døgnet?
- ? Hvorfor er det en fordel at bruge sollys frem for elektrisk lys?
- ? Hvad viser forsøget om planternes rolle i naturens kredsløb?

[1.9] CO<sub>2</sub>-indikatoren skifter fra rød til gul, når CO<sub>2</sub>-indholdet stiger. Hvis CO<sub>2</sub>-indholdet falder, bliver farven mørkere rød.



## CO<sub>2</sub> i hverdagen

### Dyr og menneskers CO<sub>2</sub>-udledning – lav forsøg med din egen CO<sub>2</sub>

Når du trækker vejret, er det fordi, din krop skal bruge oxygen (ilt) for at frigøre energi fra de næringsstoffer, du har spist.

Den luft du indånder indeholder 21% oxygen og kun cirka 0,03% CO<sub>2</sub>.

Fra lungerne føres oxygenet med blodet ud til det sted, hvor du skal bruge energi. Ved hjælp af ånding (se tidligere) nedbrydes næringsstofferne, så energien frigives. Affaldsproduktet er CO<sub>2</sub>, som efterfølgende føres med blodet tilbage til lungerne. Herfra udåndes CO<sub>2</sub>-en sammen med din udåndingsluft.

Den luft du udånder indeholder nu cirka 3% CO<sub>2</sub> og kun 17% oxygen.

Du kan vise forskellen mellem indåndingsluft og udåndingsluft ved et sjovt forsøg:



#### Brug:

2 koniske kolber, 2 propper med 2 huller, lidt madolie el.lign., 3 lige glasrør, 3 bøjede glasrør, 1 T-stykke (glasrør), 2 stk. gummislange og mættet kalkvand (Ca(OH)<sub>2</sub>).

Hæld kalkvand i begge kolber, så det står lige højt i begge kolber (3-4 cm).

Inden du sætter glasrørene i propperne som vist på tegningen, skal du dyppe rørene i olie, så de nemmere glider ind i proppen.

#### PAS PÅ: Glasrør kan knække.

Når åndingsapparatet er samlet, skal du trække vejret – både ud og ind – gennem T-stykket indtil du kan se et tydeligt farveskift i den ene af de to kolber.

? I hvilken kolbe tror du, at kalkvandet vil skifte farve?

Alle levende organismer på Jorden omsætter energi ved hjælp af ånding; men kun planter har fotosyntese.

? Hvorfor er det kun kalkvandet i den ene kolbe, der skifter farve?

? Hvad viser forsøget om din personlige CO<sub>2</sub>-udledning?

? Kan du ved hjælp af apparatet undersøge, om vi udleder mere CO<sub>2</sub>, når vi udfører et hårdt fysisk arbejde? – i givet fald, hvordan?

[1.10] Kalkvand er også en CO<sub>2</sub>-indikator, der skifter fra klar til mælkevid, når CO<sub>2</sub>-indholdet stiger.

CO<sub>2</sub> i hverdagen

## Drivhusgasser fra døde dyr og planter – lav forsøg med nedbrydning

Når planter, dyr og mennesker dør er der en lang række nedbrydningsprocesser, der går i gang.

Orme, bænkebidere, bakterier og svampe er blot nogle af en lang række nedbrydere, der skaffer sig stof og energi ved at æde døde dyr og planter.

Nedbryderne er vigtige for grundstoffernes evige kredsløb på Jorden. De fleste nedbrydere er dyr, der ligesom os mennesker skal have adgang til ilt, vand og varme, og ligesom os "udånder" nedbryderne drivhusgassen CO<sub>2</sub>.

Visse nedbrydningsprocesser kan endvidere medføre, at der dannes en anden drivhusgas – nemlig: Metan.

Du kan selv lave et forsøg, der viser, at nedbrydningsprocesser medfører, at der dannes drivhusgasser:

### Brug:

1 konisk kolbe, 1 langt og 1 kort cylinderrør, 3 propper med 1 hul, 1 prop med 2 huller, 5 korte glasrør, madolie, 3 stk. gummislange, 1 glaspipette, 1 klemskrue, 1 stativ, 1 termometer, 3 uvaskede kartofler, 1 tragt, CO<sub>2</sub>-indikator, vand, lidt jord og evt. lidt gær.

Findel de uvaskede kartofler (jo større overflade, jo hurtigere virker forsøget). Placer kartoffelmassen i kolben, tilsæt vand og pod med lidt jord (bakterier).

Saml nu forsøgsopstillingen som vist på tegningen. Husk at dykke glasrørene i olie, så de nemmere glider ind i proppen. **PAS PÅ: Glasrør kan knække.** Brug tragten til at hælde CO<sub>2</sub>-indikator i det lange cylinderrør.

Bemærk: Når CO<sub>2</sub>-indikatoren er hældt på hæves det lange cylinderrør, indtil det korte rør er netop fyldt. Fastgør herefter rørene i stativet.

Placer kolben på en radiator eller anden varmekilde, og sørg for at temperaturen aldrig kommer over 35° C.

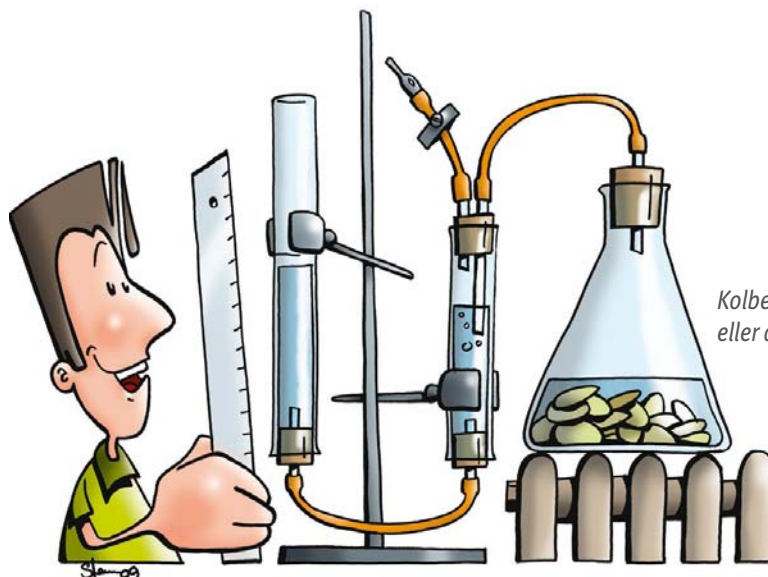
Lad forsøget fortsætte flere dage, indtil der har samlet sig en passende mængde gas i det korte rør.

Hvis der efter 4 dage ikke er kommet gang i processen, tilsættes cirka 5 gram opløst gær til kartoffelmassen.

Metan kan brænde og CO<sub>2</sub> skaber farveskift i CO<sub>2</sub>-indikatoren.

- ? Hvordan kan du med dette forsøg påvise, at der dannes drivhusgasser ved nedbrydningsprocesser?
- ? Hvilke drivhusgasser blev der dannet ved dit forsøg?
- ? Både metan og CO<sub>2</sub> indeholder kul (C), hvor kommer dette kul fra?
- ? Kan du redegøre for nedbrydernes rolle i kulstoffets kredsløb?
- ? Kender du eksempler på, at mennesker udnytter principperne i nedbrydningsprocesser? – hvilke?

[1.11] Nedbrydningsprocesserne går hurtigst ved en temperatur på mellem 30 og 35° C.



Kolbe sættes på radiator, eller andet lunt sted.

CO<sub>2</sub> i hverdagen

## CO<sub>2</sub>-udledning fra kul og olie

### – lav forsøg med afbrænding af kul og olie

Planter, dyr, mennesker og nedbryderes CO<sub>2</sub>-udledning er en naturlig del af kulstoffets evige kredsløb.

Naturen sørger selv for, at dette kredsløb er i balance. Men siden Den Industrielle Revolution for cirka 250 år siden, har vi mennesker gravet en masse kulstof op af jorden i form af olie, kul og gas.

Olie, kul og gas bliver brændt af, og på den måde sendt ud i atmosfæren i form af drivhusgassen CO<sub>2</sub>.

Denne udledning af CO<sub>2</sub> er den væsentligste årsag til, at den naturlige balance i atmosfærens indhold af CO<sub>2</sub> har ændret sig, så vi nu kan forudse store klimaændringer på Jorden.

Med følgende forsøg, kan du selv påvise, at der dannes CO<sub>2</sub> ved afbrænding af kul og olie:

#### Brug:

1 porcelænsskål, 1 trefod med keramisk net, 1 bunsenbrænder, 1 tragt, 2 gummislanger, 1 stort reagensglas, 1 prop med 2 huller, 1 lige glasrør, 1 bøjet glasrør, 1 stativ, 1 vandluftpumpe, CO<sub>2</sub>-indikator, kul og olie (evt. flere slags olie).

Fyld reagensglasset cirka halvt med CO<sub>2</sub>-indikator. Saml herefter forsøgsopstillingen som vist på tegningen. Sørg for at tragten hænger så højt over porcelænsskålen, at der ikke er fare for, at gummislangen bliver antændt.

Placer cirka 10 gram kul i porcelænsskålen, og antænd kullet med bunsenbrænderen. Placer herefter skålen på trådnettet og tænd for vandet.

Fortsæt forsøget indtil der sker et farveskift i CO<sub>2</sub>-indikatoren.

Observer om der dannes CO<sub>2</sub> ved forbrænding af kul? Gentag forsøget med olie.

- ? Dannes der CO<sub>2</sub> ved forbrænding af olie?
- ? Hvis der dannes kulstof ved forbrændingsforsøgene, hvor kommer dette kulstof da fra?"
- ? Hvordan startede Den industrielle Revolution, og hvad har den betydet – for os mennesker? – for miljøet?
- ? Kom med forslag til, hvordan den menneskeskabte udledning af CO<sub>2</sub> kan reduceres.



[1.12] Vandluftpumpen suger gasserne fra forbrændingen gennem CO<sub>2</sub>-indikatoren.

#### Andre veje

- Findes der andre drivhusgasser end CO<sub>2</sub>, metan og vanddamp?
- Hvilke drivhusgasser dannes naturligt her på Jorden?
- Er der andre planeter, der har en drivhuseffekt?
- Hvilke drivhusgasser har størst betydning for Jordens klima?
- Hvordan fungerer kulstoffets kredsløb?
- Hvor stor forskel er der i menneskers CO<sub>2</sub>-udledning forskellige steder på Jorden?
- Hvad er den største kilde til CO<sub>2</sub>-forurening?
- Hvordan og hvor dannes drivhusgassen metan?
- Hvad menes der med vandets kredsløb i naturen?
- På hvilken måde har vandets kredsløb forbindelse til drivhuseffekten?
- På hvilken måde sørger naturen selv for, at der er balance i stoffernes kredsløb?
- Hvordan påvirker forskellige naturkatastrofer Jordens klima?

Du kan tage udgangspunkt i disse spørgsmål eller selv finde på nogen. Men du kan også vælge at starte med et af de foreslåede forsøg.

#### Gode links

[www.1tonmindre.dk](http://www.1tonmindre.dk)

[www.globalemiljoe.dk](http://www.globalemiljoe.dk)

[www.viden.jp.dk/klima/](http://www.viden.jp.dk/klima/)

<http://www.videnomenergi.dk>