

# Vind Med Klimaet



2009 - 2010



# Indhold

<b>2</b>	Forord
<b>3</b>	Sådan bruger du dette idekatalog
<b>4</b>	<b>Hverdagen</b> – niveau 1 og 2
<b>16</b>	<b>Hjemmet</b> – niveau 1 og 2
<b>28</b>	<b>Trafikken</b> – niveau 1 og 2
<b>40</b>	<b>Samfundet</b> – niveau 1 og 2
<b>52</b>	<b>Verden</b> – niveau 1 og 2
<b>64</b>	Lærervejledning
<b>67</b>	Specifik lærervejledning
<b>71</b>	Supplerende litteraturliste

# Forord

## ”Lav en klimavenlig hotdog” er en konkurrence for skoleklasser i hele Danmark.

Opgaven er simpel: I skal i klassen finde ud af at lave en hotdog, så den samlet set udleder mindst muligt CO<sub>2</sub> til atmosfæren.

I Danmark har mennesker det let på mange måder. Vi har biler, tog, fly og skibe til at transportere os rundt. Vi kan let skaffe os selv mad, tøj og møbler. Vi har råd til at blive underholdt med fjernsyn, radio, computere og hjemme-biografer. Fortsæt selv listen – den bliver lang.

Alt dette kan lade sig gøre, fordi vi gennem mange år har haft let adgang til energi – kul, olie og gas – og vi har været dygtige til at omsætte denne energi, så vi kan lave mad på elkøkkener, køre i biler, flyve friske jordbær til Danmark fra fjerne lande og meget andet.

Desværre giver et højt energiforbrug på denne måde også et højt udslip af CO<sub>2</sub> til atmosfæren – og dermed en ekstra drivhuseffekt, vi godt kunne undvære.

Med ”Lav en klimavenlig hotdog” ønsker vi, at klassen får sat energiomsætning ind i et bredt perspektiv. I skal få øjnene op for de mange muligheder, som energien giver os mennesker. Samtidig skal I også blive opmærksomme på konsekvenserne af den måde,

vi vælger at bruge energien på – hvad enten vi vælger vedvarende energi eller energi fra kul, olie og gas.

Klassens opgave her bliver at lave en hotdog, der samlet set udleder mindst mulig CO<sub>2</sub>.

Her skal I tænke på mange ting. Skal I bruge oksekød eller kyllingekød? – skal det være fra danske dyr eller udenlandske dyr? – skal agurkerne være fra et drivhus eller dyrket på friland? – skal tomaterne til ketchuppen være fra Italien eller et andet sted? – skal pølsen laves på grill eller på komfur?

Der er mange muligheder for at vælge i retning af et højt eller et lavt udslip af CO<sub>2</sub>.

For at hjælpe jer lidt på vej, har vi skrevet dette ide-katalog.

Her kan I finde områder fra jeres egen hverdag, hvor I omsætter megen energi – og dermed også er med til at udlede megen CO<sub>2</sub>. Men vi prøver også at få jer til at gøre noget ved sagen: At være med til at udlede mindre CO<sub>2</sub> i fremtiden.

Det er det, I skal vise os gennem ”Lav en klimavenlig hotdog”.

God arbejdslyst!

NRGi, Grundfos og Økolariet

# Sådan bruger du dette idekatalog

Opgaven lyder:

**Lav en klimavenlig hotdog, der samlet set udleder mindst muligt CO<sub>2</sub> til atmosfæren.**

Denne opgave kan du kun løse, hvis du ved noget om CO<sub>2</sub>, og hvis du ved noget om sammenhængen mellem vores forbrug af energi, vores CO<sub>2</sub>-udledning og de menneskeskabte klimaændringer.

Derfor indeholder dette katalog fem kapitler, der belyser netop disse forhold:

**CO<sub>2</sub> i hverdagen** – Hvad er CO<sub>2</sub>, og hvilken betydning har CO<sub>2</sub> for naturen og for klimaet på Jorden?

**CO<sub>2</sub> i hjemmet** – Hvordan er du og jeg, og den måde vi lever på, medvirkende til, at der ledes CO<sub>2</sub> ud i atmosfæren?

**CO<sub>2</sub> i trafikken** – Hvorfor er den måde, vi transporterer os selv og vores varer på, den største kilde til CO<sub>2</sub>-udledning?

**CO<sub>2</sub> i samfundet** – Hvilke sammenhænge er der mellem, den måde vi fremstiller energi på og de menneskeskabte klimaændringer?

**CO<sub>2</sub> i verden** – Hvilken betydning har de menneskeskabte klimaændringer, og hvad kan vi gøre, for at ændre udviklingen?

Hvert kapitel starter med en kort gennemgang af det rejste spørgsmål – med forklaringer og med eksempler.

Derefter følger fire forslag til forsøg, der yderligere belyser et eller flere af de nævnte eksempler.

Hvert kapitel afsluttes med forslag til andre veje til at forstå netop disse sammenhænge og disse spørgsmål. Herunder er der også henvisninger til hjemmesider, hvor du kan finde yderligere viden.

## Materialet findes i to niveauer

De fem kapitler findes i to niveauer: **Niveau 1 (grøn)** og **Niveau 2 (blå)**. De to niveauer adskiller sig i sværhedsgrad. **Niveau 2** er det sværeste. Du kan selv orientere dig i materialet og vælge netop de informationer og aktiviteter, der passer til dig. Men du kan også lade din lærer vælge de sider, der er relevante for dig og din klasse.

Brug idekataloget til at finde relevant viden og gode ideer til dit arbejde.

Gennemfør helst flere af de foreslåede forsøg. Eller find selv på andre forsøg, der kan bevise, at vores forbrug af energi fører til udledning af CO<sub>2</sub>.

Prøv herefter at fremstille en hotdog, der fører til mindst mulig udledning af CO<sub>2</sub>. Tænk på alle faser i fremstillingen af din hotdog, og bliv ved til du/I har fundet den bedste metode.

For at deltage i konkurrencen skal du sammen med din klasse lave en kortfattet rapport over forløbet. Rapporten må max være på 2 A4-sider.

Tag jeres forsøg med, når I skal forklare, hvorfor netop jeres løsning af opgaven er den mest klimavenlige.



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

## Mange voksne snakker om drivhuseffekten.

I TV og radio ser og hører vi om, at klimaet bliver varmere på grund af drivhuseffekten.

Men hvad er drivhuseffekten egentlig? Og hvorfor bliver det varmere inde i et drivhus end udenfor drivhuset?

### Du oplever det faktisk tit:

Selvom Solen skinner, kan du godt komme til at fryse, hvis du sidder stille udendørs. Men hvis du sidder indendørs bag en stor rude, vil Solens stråler hurtigt få dig til at svede.

Når Solens stråler rammer din hud, jorden eller noget andet, så bliver strålerne til varme.

Ude i den frie luft, vil varmen hurtigt blive afgivet til omgivelserne; men inde bag en rude vil varmen ikke forsvinde så hurtigt.

[1.1] Solens stråler går let gennem glasset ind i drivhuset; men varmen fra drivhuset har svært ved at komme gennem glasset.



Drivhuseffekten opstår fordi, Solens stråler let går gennem luft og glas, mens varme har svært ved at gå gennem glas.

Varmen bliver i længere tid inde i drivhuset end ude i det fri, og derfor bliver det varmere inde i et drivhus end udenfor drivhuset.

Men hvad er så sammenhængen mellem varmen i et drivhus og Jordens klima?

### Du ved det sikkert godt:

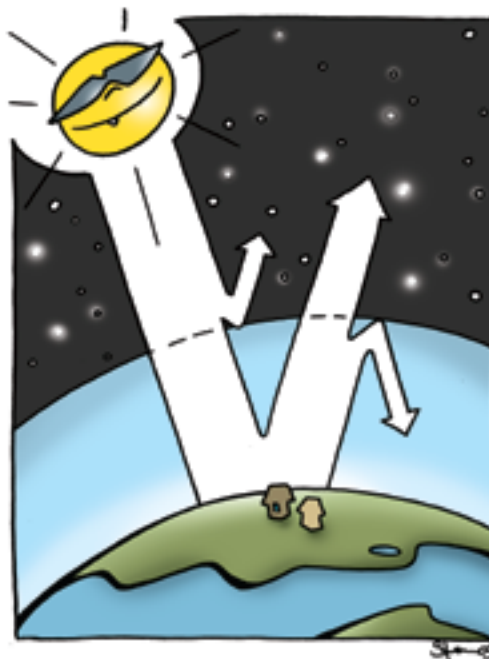
Den luft, der er i atmosfæren, består af flere forskellige luftarter. Der er blandt andet ilt, kvælstof, vanddamp og kuldioxid (= CO<sub>2</sub>).

Nogle af disse luftarter virker ligesom glasset i et drivhus: Solens stråler kan let gå gennem luftarterne, men varmen har svært ved at komme gennem nogle af luftarterne.

De luftarter, der virker som glasset i et drivhus kaldes: Drivhusgasser.

Drivhusgasserne i atmosfæren forhindrer varmen fra Jorden i hurtigt at forsvinde ud i rummet. Det er godt, at der er drivhusgasser, for ellers ville Jorden være for kold til, at vi kunne leve på den.

De vigtigste drivhusgasser er kuldioxid (CO<sub>2</sub>) og vanddamp.



[1.2] Drivhus-gasserne i atmosfæren forhindrer varmen i hurtigt at forsvinde ud i rummet.

I de følgende kapitler kan du læse om, hvorfor klimaet vil forandre sig på grund af drivhuseffekten.

I dette kapitel vil vi opfordre dig til selv at undersøge drivhuseffektens betydning for planter, dyr og mennesker.

Her er forslag til aktiviteter, som du selv kan lave

## Drivhuseffekten

### – Lav forsøg med drivhuseffekten

Du behøver ikke at have et drivhus for at undersøge drivhuseffekten.

Drivhuseffekten opstår alle steder, hvor Solens stråler går gennem glas, inden energien i solstrålerne omsættes til varme.

Hvis bare Solen skinner, kan du derfor nemt lave dette forsøg med drivhuseffekten:

#### Brug:

1 stort syltetøjsglas med låg, 2 termometre, 1 saks, 2 stykker sort karton, ur, papir og blyant.

Dit syltetøjsglas skal være så stort, at det ene termometer kan ligge inde i glasset, når låget er sat på.

Klip to stykker sort karton, der er lidt længere og lidt bredere end dine termometre. Læg det ene karton ind i syltetøjsglasset, som vist på tegningen.

Find et sted, hvor der er læ og sollys. Sørg for, at der ikke er noget, der skygger.

Læg nu det ene termometer ind i syltetøjsglasset på det sorte karton. Skru låget på glasset.

Sørg for at syltetøjsglasset ikke kan rulle. Du kan evt. støtte det med sand eller småsten.

Læg det andet karton og termometer ved siden af syltetøjsglasset som vist på tegningen.

Aflæs temperaturen på begge termometre. Skriv temperaturerne på dit papir. Fortsæt forsøget i cirka 1/2 time.

Aflæs temperaturen på begge termometre hvert 5. minut. Husk at skrive temperaturerne på dit papir.

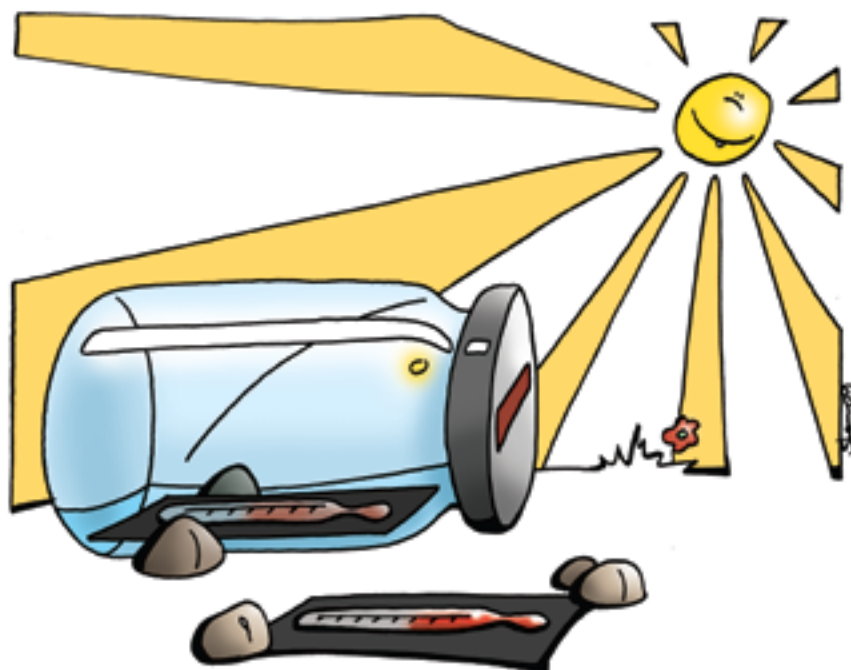
? Hvad sker der med temperaturen på de to termometre?

? På hvilket termometer stiger temperaturen mest?

? Hvor stor forskel i temperatur, kan du opnå ved dette forsøg?

? Hvad viser dit forsøg om drivhuseffekten?

? Kan du bruge andet end et syltetøjsglas som "drivhus"? – i givet fald, hvad og hvordan?



[1.3] Drivhus-effekten opstår alle steder, hvor Solens stråler går gennem glas, inden energien i solstrålerne omsættes til varme.

## Brug drivhuseffekten

### – byg din egen lille mistbænk

Gartnere og mange haveejere udnytter drivhus-effekten, når de dyrker planter i drivhuse og i mistbænke.

En mistbænk kaldes også for en drivkasse. Den består af en glasdækket ramme uden bund. Mistbænke placeres direkte på jorden.

Du kan nemt bygge din egen lille mistbænk, og dyrke dine egne blomster og grøntsager:

#### Brug:

1 vinduesrude (glasplade), 1 bræt (fx 16 × 100 mm), 1 sav, søm, hammer, målebånd, spade eller gravske samt mindst 2 blomster eller grøntsager (stiklinger).

Mål længden og bredden på din glasplade. Sav herefter brættet i fire stykker, så de kan samles til en ramme under glasset.

Saml rammen med to søm i hvert hjørne, som vist på tegningen.

Få din lærer til at anvise dig et sted, hvor du må stille din lille mistbænk. Grav jorden under og omkring mistbænken.

Plant nu dine stiklinger: Halvdelen inde i mistbænken, og halvdelen ved siden af mistbænken. Husk at vande planterne.

Læg glaspladen på mistbænken. Pas herefter omhyggeligt din lille have, og husk at vande jævnligt – især i mistbænken.

- ? Hvorfor skal du være særlig omhyggelig med at vande i mistbænken?
- ? Er der forskel på, hvor hurtigt planterne vokser i og udenfor mistbænken? – i givet fald hvilken?
- ? Forklar hvordan man udnytter drivhus-effekten med mistbænke?
- ? Hvilke fordele kan man opnå ved at dyrke planter i drivhuse og mistbænke?
- ? Er der ulemper ved at dyrke planter i drivhuse og mistbænke? – i givet fald hvilke?



[1.4] Mistbænke er velegnet til dyrkning af tidlige blomster og grøntsager.



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

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

#### – lav forsøg med din egen CO<sub>2</sub>

Kuldioxid (= CO<sub>2</sub>) er den drivhusgas, som vi oftest hører om, når der bliver talt om menneskeskabte klimaændringer.

Det er rigtigt, at der udledes for meget CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Det er også rigtigt, at dette CO<sub>2</sub>-udslip er én af årsagerne til at klimaet forandrer sig (se senere).

Men vi skal huske, at CO<sub>2</sub> er en naturlig luftart, som vi slet ikke kan undvære.

CO<sub>2</sub> er ikke giftigt. Planter ville slet ikke kunne leve på Jorden, hvis der ikke var en lille smule CO<sub>2</sub> i luften, og du udånder selv CO<sub>2</sub>, hver gang du trækker vejret. Det kan du vise ved følgende forsøg:

#### Brug:

1 konisk kolbe, 200 ml rød CO<sub>2</sub>-indikator og cirka 30 cm plastikslange

CO<sub>2</sub>-indikator er en væske, der skifter farve fra rød til gul, når der blandes CO<sub>2</sub> i væsken.

Hæld cirka 200 ml CO<sub>2</sub>-indikator i kolben. Stik den ene ende af slangen helt ned i bunden af kolben. Blæs forsigtigt i slangen som vist på tegningen.

Bliv ved med at blæse bobler igennem væsken, indtil farven skifter fra rød til gullig. Hvor lang tid går der, før farven skifter?

Husk: CO<sub>2</sub>-indikatoren kan genbruges. Den skal ikke smides ud efter forsøget.

Efter forsøget kan din lærer koge CO<sub>2</sub>'en ud af væsken igen. CO<sub>2</sub>-indikatoren vil derved igen skifte farve: Nu fra gul til rød.

- ? Hvad sker der, hvis du bliver ved med at blæse bobler igennem CO<sub>2</sub>-indikatoren?
- ? Hvad viser forsøget om din udåndingsluft?
- ? Hvorfor kan man kalde CO<sub>2</sub> for en naturlig luftart?
- ? Udånder dyr også CO<sub>2</sub>? – hvad med planter?
- ? Prøv at lave en tegning, der viser, hvem der udånder CO<sub>2</sub>, og hvem der indånder CO<sub>2</sub>.



[1.5] En CO<sub>2</sub>-indikator er en væske, der skifter farve, når CO<sub>2</sub>-indholdet i væsken ændres.

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

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

#### – lav forsøg med kuldioxid

Der er CO<sub>2</sub> i meget af det, du spiser og drikker. Fx er boblerne i en sodavand og de mange små hulrum i brød og kager – CO<sub>2</sub>.

Når du bager et brød eller en kage, skal du som regel bruge enten gær eller bagepulver, for at få brødet eller kagen til at hæve.

Uanset om du bruger gær eller bagepulver, så dannes der CO<sub>2</sub> under hævningsen. Det er CO<sub>2</sub>, der får dejen til at blive let og luftig.

Det kan du vise ved følgende forsøg:

#### Brug:

En tom ½-liters sodavandsflaske, 1 dl eddike, 1 spiseske bagepulver, 1 sugerør, 1 ballon, 1 saks, 1 reagensglas med stativ, 10 ml rød CO<sub>2</sub>-indikator (se forrige forsøg) og en tragt.

Start med at klippe et lille hul i ballonen. Placer sugerøret heri. Sørg for at ballonen slutter tæt om sugerøret.

Tjek at ballonen nemt kan sættes på sodavandsflasken som vist på tegningen.

Hæld cirka 10 ml rød CO<sub>2</sub>-indikator i reagensglasset, og stil glasset i stativet.

Fyld bagepulveret i sodavandsflasken og hæld 1 dl eddike over bagepulveret. Sæt hurtigt ballonen på flasken, og hold enden af sugerøret ned i CO<sub>2</sub>-indikatoren i reagensglasset.

- ? Hvad sker der i sodavandsflasken?
- ? Hvor hurtigt går processen?
- ? Hvad sker der med CO<sub>2</sub>-indikatoren?
- ? Hvilken luftart dannes der, når bagepulver og eddike blandes?
- ? Kan du lave andre forsøg, der viser, at vi bruger CO<sub>2</sub> i vore madvarer og drikkevarer?



[1.6] Sørg for at sugerøret når helt ned i bunden af CO<sub>2</sub>-indikatoren.

### Andre veje

- Kan man vise, at solens stråler bliver til varme, når strålerne rammer et legeme?
- Findes der andre drivhus-gasser end CO<sub>2</sub> og vanddamp?
- Hvilke drivhus-gasser dannes naturligt her på Jorden?
- Er der andre planeter, der har en drivhus-effekt?
- Hvilke drivhus-gasser har størst betydning for Jordens klima?
- Hvorfor og hvordan udledes der for meget CO<sub>2</sub> i atmosfæren i dag?
- Hvor stor forskel er der i CO<sub>2</sub>-udledningen forskellige steder på Jorden?
- Hvad er den største kilde til CO<sub>2</sub>-udledning?
- Hvorfor kan planter ikke leve på Jorden, hvis der ikke var CO<sub>2</sub> i luften?
- Hvor kommer den CO<sub>2</sub> fra, som mennesker og dyr udånder?
- Hvilke madvarer og drikkevarer indeholder CO<sub>2</sub>?

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.videnomenergi.dk](http://www.videnomenergi.dk)  
[www.klimakaravanen.dk](http://www.klimakaravanen.dk)  
[www.global-klima.org](http://www.global-klima.org)  
[www.dr.dk/skole](http://www.dr.dk/skole)

# 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 stadig 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 dyppe 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.

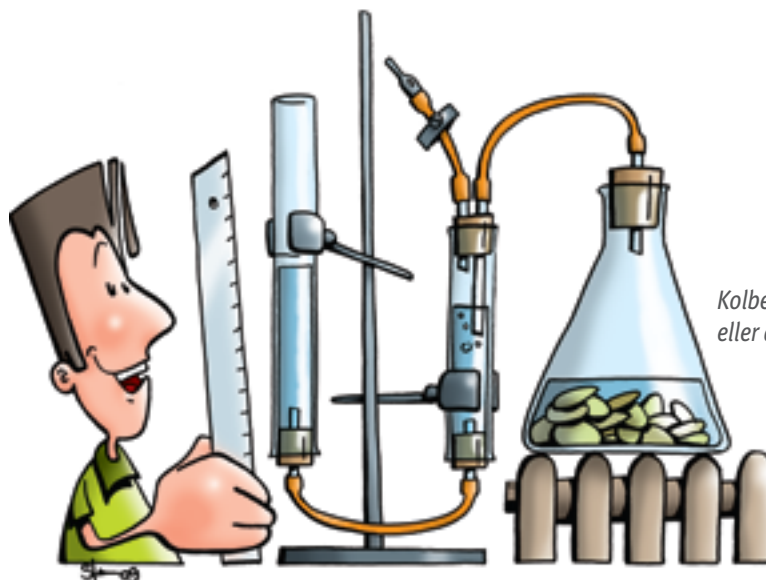
Lad forsøget fortsætte flere dage, indtil der har samlet sig en passende mængde gas i det korte rør.

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>

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

Danmark er et af de lande i verden, der leder mest CO<sub>2</sub> ud i atmosfæren pr. indbygger. I gennemsnit udleder hver eneste dansker cirka 10 ton CO<sub>2</sub> pr. år.

Der ledes for meget CO<sub>2</sub> ud i atmosfæren. Det forhindrer varme i at forsvinde væk fra Jorden og ud i rummet. Det gør, at klimaet her på Jorden kan komme til at forandrer sig meget.

## Du tænker sikker ikke over det:

Hvert eneste minut døgnet rundt, bliver der ledt CO<sub>2</sub> ud i atmosfæren, for at få dit hjem og din hverdag til at fungere. For selv når du sover, omsættes der energi.

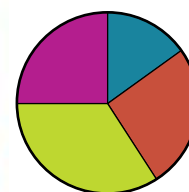
## Du ved det sikkert godt:

I dit hjem og på din skole er der radiatorer, vandvarmere, køleskabe, pumper, ”stand by-funktioner” og andre apparater, der er tændt døgnet rundt.

Der er også mange af de varer, du køber, der bliver fremstillet, pakket ind og transporteret om natten. Denne energi og dette CO<sub>2</sub>-udslip er også en del af dit private CO<sub>2</sub>-udslip.

Derfor skal vi alle sammen forsøge at spare på energien og tænke os om, når vi er ude at handle, og når vi skal køre fra et sted til et andet.

På tegningen herunder kan du se, hvor danskernes udledning af CO<sub>2</sub> stammer fra:



- El (15%)
- Varme (26%)
- Transport (34%)
- Varer (25%)

[2.2] Vi udleder CO<sub>2</sub>, når vi bruger varme og elektricitet, når vi bruger benzin eller diesel og når vores varer skal produceres, pakket ind og transporteres.

[2.1] Hvert eneste minut døgnet rundt, bliver der ledt CO<sub>2</sub> ud i atmosfæren, for at få dit hjem og din hverdag til at fungere.

Der udledes CO<sub>2</sub> hver gang, du tænder for et elektrisk apparat, har tændt for varmen, kører med et motordrevet køretøj eller bare køber en vare, der er fremstillet ved hjælp af energi.

Men bruger vi virkelig energi hvert eneste minut døgnet rundt?

Jo mere elektricitet og varme vi bruger, jo flere varer vi køber og jo mere vi kører eller flyver i motordrevne køretøjer (og flyvemaskiner) – jo mere CO<sub>2</sub> bliver der ledt ud i atmosfæren.

I det følgende vil vi derfor opfordre dig til at undersøge dit eget forbrug af energi. Måske kan du få nogle gode ideer til, hvad du selv kan gøre for at opnå et mindre CO<sub>2</sub>-udslip.



CO<sub>2</sub> i hjemmet

Her er forslag til aktiviteter, som du selv kan lave

**El i hjemmet**

**– Find dine elektriske apparater**

Prøv at lave en liste over de elektriske apparater, som du bruger i din hverdag hjemme hos dig selv. Del listen i to:

- De elektriske apparater, som du bruger.
- De apparater, der i øvrigt findes i dit hjem.
- Skriv også hvor mange apparater, der er af hver slags (fx lamper).



[2.3] Vi bruger energi døgnet rundt

Hvor mange elektriske apparater har du på dit værelse? Hvor mange elektriske apparater er der i dit hjem? Vi bruger alle sammen flere og flere elektriske apparater. Nogle apparater bruges til at lave lys, andre laver lyd og/eller billeder, bevægelse, varme eller kulde.

Der ud over har vi også flere og flere apparater, der har en indbygget ”stand by-funktion”. Du kan kende disse apparater på, at de som regel har en lille rød eller gul diode, der lyser hele tiden.

Prøv derfor at skrive dine apparater ind i et nyt skema, som vist her på siden:

Bruges til:	Type:	Antal:	I ALT
LYS	Almindelig		
	Sparepære		
	Andet		
LYD & Billeder	Radio/TV		
	Computer		
	Andet		
BEVÆGELSE	Madlavning		
	Rengøring		
	Andet		
VARME/KULDE	Madlavning		
	Hygiejne		
	Andet		
STAND BY			

- ? Hvor mange apparater har du af hver slags?
- ? Hvor mange elektriske apparater har du i alt?
- ? Hvilken type elektriske apparater har du flest af?
- ? Sammenlign dine tal med de resultater, dine klassekammerater når frem til.
- ? Hvor mange elektriske apparater har din klasse i alt? – af hver slags?

CO<sub>2</sub> i hjemmet

## Energi til mad

## – Kog kartoflerne rigtigt

Vi bruger energi, når vi tilbereder vores mad. Derfor er det vigtigt, at vi *også* tænker på energiforbruget, når vi laver mad.

Med dette forsøg kan du undersøge, om du kan spare på energien, når du koger dine kartofler.

**Brug:**

2 lige store kartofler, 1 vægt, 2 ens kasseroller med låg, 2 ens kogeplader, 1 kødnål, 1 kartoffelskræller, vand, groft salt, lineal og 1 ur.

Skræl dine to kartofler. Kartoflerne skal være lige store og veje lige meget, når de er skrællede.

Kom kartoflerne i hver sin kasserolle. Hæld vand på kartoflerne. I den ene kasserolle skal vandet stå 2 cm over bunden. I den anden kasserolle skal vandet stå 8 cm over bunden.

Tilsæt 1 knsp. salt i den første kasserolle og 1/2 tsk. salt i den anden kasserolle. Sæt låg på begge kasseroller.

Tænd for varmen og sørg for, at der hele tiden er skruet lige højt op for begge kasseroller. Noter starttidspunktet.

Stik i kartoflerne med kødnålen, når de har kogt i cirka 15 minutter.

Når en kartoffel er kogt færdig, tages kasserollen af varmen, og vandet hældes fra. Noter tidspunktet.

Fortsæt forsøget til begge kartofler er kogt færdig.

- ? Kan du smage forskel på de 2 kartofler?
- ? Hvor stor forskel er der i den tid, det tager at koge de 2 kartofler?
- ? Kan du sige noget om, hvor stor forskel der er i energiforbruget?
- ? Hvordan kan man spare på energien, når man koger kartofler?
- ? Kan du bruge dine erfaringer ved tilberedning af andre madvarer? – hvilke?



[2.4.] Jo længere tid kartoflerne koger, jo mere energi bliver der brugt.

## Vandforsyning og energiforbrug

### – løft vand med en stempelpumpe

Der bruges enorme mængder vand i Danmark hvert eneste minut. Danskernes private forbrug af vand er i gennemsnit 131 liter vand om dagen.

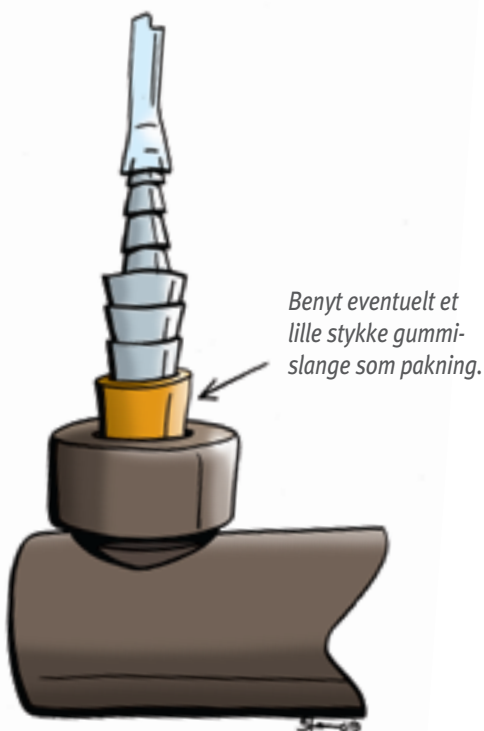
Udover de 2 liter vand, vi hver dag indtager gennem mad og drikke, så bruger vi også vand til at rense og koge mad samt til vask af tøj, opvask, rengøring, toiletbesøg og personlig hygiejne.

Med følgende forsøg, kan du selv undersøge energiforbruget, når vand skal pumpes til en højere beliggenhed.

#### Brug:

1 cykelpumpe af plastik, 1 dobbeltkonisk slangesamler, cirka 5 m klar plastslange og 1 stor balje med vand.

Fjern pumpens øverste dæksel samt pakningen ved pumpens udgang. Sæt pakningen på den dobbeltkoniske slangesamler. Saml så pumpen igen, som vist på tegningen herunder.



[2.5] Placér den dobbeltkoniske slangesamler i pumpens udgang.

Monter nu plastslangen på slangesamleren.

Forsøget skal herefter foregå udendørs – fx i skolegården langs en husmur.

Hæv plastslangen lodret – fx langs en husmur. Sæt et mærke på plastslangen for hver meter slangen hæves. Fyld baljen med vand og placér pumpen, så den kan tage vand ind fra toppen.

Ved at pumpe normalt med cykelpumpen kan du nu pumpe vand op til en vis højde i slangen.



[2.6] Husk at placere pumpen, så den kan tage vand ind fra toppen. Tæl antal slag og mål højden

- ? Hvor højt kan du pumpe vandet op i slangen?
- ? Hvorfor bliver det sværere og sværere at pumpe vandet op i slangen?
- ? Hvor mange pumpeslag (hvor meget energi) skal du bruge for at pumpe vandet 1 meter op?  
– 2, 3, ... 5 meter op?
- ? Hvilken sammenhæng har dette forsøg med vandforsyningen til dit hjem?

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

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

#### – Undersøg dit CO<sub>2</sub>-udslip

Det er svært at finde en bygning i Danmark, der ikke har indlagt elektricitet (el). Derfor har alle hjem en el-måler, der måler, hvor mange kWh (kilo-watt-timer) man bruger (se tidligere forsøg).

Det meste af vores elektricitet laves ved at afbrænde kul, gas eller olie på et kraftværk. Røgen fra disse kraftværker indeholder især CO<sub>2</sub> og vanddamp.

I gennemsnit udledes der i Danmark 1/2 kg CO<sub>2</sub> for hver kWh, som vi forbruger.

Du kan derfor nemt finde ud af, hvor meget CO<sub>2</sub> der ledes ud i atmosfæren pga. det daglige el-forbrug i dit hjem.



[2.7] Elektricitet koster penge. Derfor har alle hjem en el-måler, der måler forbruget.

#### Brug:

El-måler, lommeregner, ur, papir og blyant.

Find el-måleren i dit hjem. Aflæs, hvor mange kWh, der er brugt indtil nu. Skriv tallet på et stykke papir. Noter også tidspunktet.

Gentag aflæsningen næste dag på samme tidspunkt. Ved at trække de to tal fra hinanden, kan du finde ud af, hvor mange kWh du og din familie har brugt på ét døgn.

For at finde ud af, hvor mange kg CO<sub>2</sub> der blev ledt ud i atmosfæren pga. dette forbrug, skal du blot dividere tallet (kWh) med 2.

Hvor stor var jeres CO<sub>2</sub>-udledning (kg CO<sub>2</sub>) dette døgn?

Gentag aflæsningen og udregningen i dit hjem og på din skole over flere dage.

- ? Hvorfor skal man dividere energiforbruget (kWh) med 2 for at finde CO<sub>2</sub>-udledningen?
- ? Er energiforbruget og CO<sub>2</sub>-udledning fra el-forbruget i dit hjem lige stort hver dag? – hvorfor/hvorfor ikke?
- ? Hvor stor er CO<sub>2</sub>-udledningen fra el-forbruget i dit hjem pr. dag? – pr. uge? – pr. år?
- ? Hvor stor er CO<sub>2</sub>-udledningen fra el-forbruget på din skole pr. dag? – pr. uge? – pr. år?
- ? Hvordan kan du reducere CO<sub>2</sub>-udslippet fra dit el-forbrug i hjemmet? – på skolen?

### Andre veje

- Hvorfor er Danmark et af de lande i verden, der har den største udledning af CO<sub>2</sub> pr. indbygger?
- Hvorfor ledes der CO<sub>2</sub> ud i atmosfæren, når vi bruger elektricitet?
- Findes der mennesker i verden der ikke har elektricitet i deres hjem? – hvis ja: Hvordan er disse menneskers hverdag?
- Kan man lave elektricitet, uden at det medfører et CO<sub>2</sub>-udslip? – evt. hvordan?
- Hvorfor ledes der CO<sub>2</sub> ud i atmosfæren, når vi skal opvarme vores huse?
- Kan man opvarme vand uden, at det medfører et CO<sub>2</sub>-udslip? – evt. hvordan?
- Hvor meget energi bruger vores ”stand by-funktioner”?
- Findes der energivenlige fryserne, køleskabe og komfurer? – evt. hvilke?
- Hvorfor bliver vores CO<sub>2</sub>-udslip påvirket af vores forbrug af varer?
- Hvordan skal vi købe ind, for at undgå et stort CO<sub>2</sub>-udslip?
- Hvad er de ti bedste energispareråd?
- Hvad kan du selv gøre for at opnå et mindre CO<sub>2</sub>-udslip?

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.managenergy.net/kidscorner/da/u11/u11.html](http://www.managenergy.net/kidscorner/da/u11/u11.html)

[www.grundfos.dk/skoletjenesten](http://www.grundfos.dk/skoletjenesten)

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

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



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

Danmark er et af de lande i verden, der har den største udledning af CO<sub>2</sub> pr. indbygger. Vi udleder cirka 53 mio. ton CO<sub>2</sub> om året alene ved forbrænding af kul, olie og gas.

En del af denne udledning (cirka 21 mio. ton) sker i forbindelse med produktion, som den enkelte dansker ikke har direkte indflydelse på: varer, der sælges til udlandet, opvarmning af offentlige bygninger m.m.

Men de sidste cirka 31 mio. ton CO<sub>2</sub> udledes i forbindelse med det forbrug, vi danskere har i hverdagen.

I gennemsnit udleder hver eneste dansker således næsten 10 ton CO<sub>2</sub> pr. år.

Du bidrager selv til denne CO<sub>2</sub>-udledning hvert eneste minut døgnet rundt. For selv når du sover, omsættes der energi for at få dit hjem og din hverdag til at fungere.

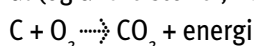
CO<sub>2</sub>-udledningen stammer fra fire væsentlige faktorer i din hverdag: elektricitet, varme, transport og forbrug af varer.

**Elektricitet:** Der bruges elektricitet i dit hjem døgnet rundt. Selv når du sover, er der køle-skabe, pumper og andre apparater, som enten er helt tændte eller på *stand by*, der omsætter energi fra elektricitet.



[2.8] I de følgende afsnit kan du undersøge, hvordan vores CO<sub>2</sub>-udslip kan reduceres. Vi kan fx ændre på el-produktionen samt på transporten af os selv, hinanden og vore varer.

Størstedelen af den elektricitet, vi producerer i Danmark, kommer fra kulfyrede kraftværker. Ved forbrænding af kul (og andre stoffer, hvori kul indgår) dannes CO<sub>2</sub>:



På trods af forskning indenfor området, har vi desværre ikke nogen metoder til at opsamle CO<sub>2</sub> på. Derfor ledes al CO<sub>2</sub> fra kraftværkerne gennem skorstene direkte ud i luften.

I gennemsnit kommer knap 15 % af danskernes CO<sub>2</sub>-udledning fra produktion af elektricitet.

**Varme:** Over 26 % af danskernes CO<sub>2</sub>-udledning kommer fra produktion af varme.

Der bruges energi både til opvarmning af boligen og til opvarmning af vand. Størstedelen af denne varme produceres i olie- eller gasfyr, og da olie og gas indeholder kulstof, dannes der også her CO<sub>2</sub> ved forbrændingen.

Derudover bruges der også energi til at pumpe varmen rundt i husene, så vi har varme rum og varmt vand døgnet rundt.

**Transport:** Hver gang du kører i en bil, flyver på ferie, kører på en knallert eller et andet motordrevet køretøj, udledes CO<sub>2</sub> til luften.

Benzin, diesel og brændstof til flyvemaskiner laves af råolie, der indeholder kulstof. Derfor dannes der også her CO<sub>2</sub> ved forbrændingen.

CO<sub>2</sub>-udledning i forbindelse med danskernes daglige transport udgør i dag over 33% af vores samlede CO<sub>2</sub>-udledning, og andelen er voksende.

**Forbrug af varer:** Der brændes meget kul, olie og gas af, for at producere, indpakke og transportere de varer, du og din familie køber og bruger i hverdagen.

CO<sub>2</sub>-udledningen fra dette forbrug er medregnet i de 6 ton CO<sub>2</sub>, som du udleder. Forbruget af varer er årsag til næsten 25% af danskernes CO<sub>2</sub>-udledning.

Jo større forbrug vi har af elektricitet, varme og varer, og jo mere vi kører eller flyver i motordrevne maskiner, jo større er vores CO<sub>2</sub>-udledning.

I det følgende vil vi derfor opfordre dig til selv at udforske sammenhængen mellem dine vaner og Danmarks samlede CO<sub>2</sub>-udledning.

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

Her er forslag til aktiviteter, som du selv kan lave

### El og CO<sub>2</sub>-udledning

#### – Undersøg dine elektriske apparater

Prøv at lave en liste over de elektriske apparater, som bruges i hverdagen hjemme hos dig selv. Del listen i to:

- De elektriske apparater, som du selv bruger,
- De elektriske apparater, der i øvrigt findes i dit hjem.
- Skriv også hvor mange apparater, der er af hver slags (fx lamper).

Hver gang et elektrisk apparat er tændt, sker der en udledning af CO<sub>2</sub> fra ét af vore kraftværker. For selvom de danske el-selskaber i dag får over 20 % af deres elektricitet fra vindmøller, så skal kraftværkerne køre i døgndrift, for at sikre en konstant el-forsyning.

Der er stor forskel på, hvor meget energi de enkelte apparater bruger. Dermed er der en lige så stor forskel på, hvor meget CO<sub>2</sub> der udledes ved brug af de forskellige apparater.

Du kan finde energiforbruget og CO<sub>2</sub>-udledningen for de apparater, du bruger, på følgende måde:

#### Brug:

1 energimåler (hvis din skole ikke har en energimåler, kan den lånes på det lokale elselskab/energikontor),  
1 ur og 1 lommeregner.

Sæt energimåleren i den stikkontakt, som det valgte apparat får energi (elektricitet) fra. Nulstil energimåleren og tilslut apparatet direkte på energimåleren. Noter starttidspunktet.

Brug herefter apparatet på samme måde og i samme omfang, som du og din familie plejer at bruge apparatet.

Lad forsøget køre i 24 timer. Aflæs herefter energiforbruget (kWh).

I gennemsnit udledes der i Danmark 0,5 kg CO<sub>2</sub> for hver kWh, som vi forbruger. Du skal derfor gange apparatets energiforbrug (kWh) med 0,5 kg, for at udregne din daglige CO<sub>2</sub>-udledning – fra bare dette apparat.

- ? Hvor stor er din CO<sub>2</sub>-udledning fra dette apparat pr måned? – pr. år?
- ? Gentag forsøget og udregningen på andre elektriske apparater, du bruger i din hverdag.
- ? Hvilket apparat medfører den største CO<sub>2</sub>-udledning?
- ? Lav en "Top 10"-liste over de apparater i dit hjem, der medfører den største CO<sub>2</sub>-udledning?
- ? Hvor stor er den samlede CO<sub>2</sub>-udledning fra dit hjem om dagen? – om året? (Brug evt. jeres el-måler).
- ? Hvordan kan du reducere CO<sub>2</sub>-udslippet fra dit el-forbrug i hjemmet?

Har vi nogen elektriske apparater i køkkenet?

[2.9] Køkkenet er det rum i huset, hvor der bruges (om-sættes) mest elektricitet.



CO<sub>2</sub> i hjemmet

## Kulde og CO<sub>2</sub>-udledning

### – Lav forsøg med nedfrysning af vand

Frysere, køleskabe og komfurer er blandt de største ”energi-slugere” i boligerne. For det kræver forholdsvis meget energi at sænke eller hæve temperaturen.

I det følgende forsøg vil vi opfordre dig til selv at undersøge, hvor meget energi, der skal til for at nedfryse *mindst* 1 liter vand.

Derefter skal du udregne, hvor stort et CO<sub>2</sub>-udslip nedfrysningen medfører.

#### Brug:

1 fryser, 1 liter vand i frysepose (helst flere poser),  
1 termometer, 1 energimåler, 1 ur og 1 lommeregner.

Hvis dette forsøg skal lykkes, skal du sikre dig, at der ikke skal nedfryses andre varer i fryseren i de to dage, forsøget løber.

Inden du skal nedfryse dit vand, skal du have en præcis måling på, hvor meget energi (kWh) din fryser bruger på et døgn med normal drift – dvs. uden at fryseren åbnes.

Sæt derfor energimåleren i den stikkontakt, som fryseren får energi fra. Nulstil energimåleren og tilslut fryseren direkte på energimåleren.

Efter 24 timer aflæses energiforbruget ( $E_1$ ).

Afmål 1 liter vand. Varm vandet, så det er præcis 20° C. Hæld vandet i en frysepose og luk posen omhyggeligt. Placer posen i fryseren og nulstil energimåleren.

Efter yderligere 24 timer aflæses energiforbruget ( $E_2$ ). Du kan nu udregne, hvor meget energi det krævede at nedfryse 1 liter vand fra 20° C ( $E_2 - E_1$ ).

Ved at gange energiforbruget (kWh) med 0,5 kg, kan du nu udregne den CO<sub>2</sub>-udledning, som nedfrysningen medførte (jf. foregående forsøg).

- ? Hvor stort var CO<sub>2</sub>-udslippet ved nedfrysning af 1 liter vand fra 20° C?
- ? Hvad ville det betyde for CO<sub>2</sub>-udledningen, hvis vandet var koldere ved starten af forsøget?
- ? – hvis det var varmere ved starten af forsøget?
- ? Ville CO<sub>2</sub>-udslippet være anderledes, hvis det fx var kød, du skulle nedfryse? – hvorfor/ hvorfor ikke?
- ? Hvordan kan du/I nedbringe CO<sub>2</sub>-udslippet fra familiens frysere og køleskabe?

Nej, ikke nu far. du må vente til i overmorgen!



[2.10] Hvis du nedfryser flere poser, får du et mere præcist tal!

CO<sub>2</sub> i hjemmetVarme og CO<sub>2</sub>-udledning

## – Lav forsøg med opvarmning af vand

Alle familier i Danmark bruger energi til opvarmning af deres bolig. I de fleste tilfælde føres varmen rundt i boligen ved hjælp af vand, der er blevet opvarmet.

Der ud over bruger vi også energi til opvarmning af vand til madlavning, rengøring og personlig hygiejne.

Næsten al opvarmning af vand i Danmark sker ved afbrænding af kul, olie eller gas. Derfor er netop opvarmning af vand, årsag til en stor del af vores CO<sub>2</sub>-udslip.

Med følgende forsøg, kan du måle forbruget og udregne, hvor meget CO<sub>2</sub> der dannes, når 1 liter vand bringes i kog ved hjælp af gas:

**Brug:**

1 campingblus, 1 liter vand, 1 gryde med låg, evt. 1 trefod, 1 termometer og 1 vægt (nøjagtighed min. 0,1 g).

Vej flasken med gas inden forsøget sættes i gang. Noter vægten ( $M_1$ ).

Hæld præcis 1 liter vand i gryden og mål vandets temperatur. Noter temperaturen.

Placer gryden på campingbluset (trefoden).

**Sørg for at gryden står sikkert, så den ikke kan vælte.**

Tænd campingbluset og fortsæt opvarmningen indtil vandet koger (100° C).

Sluk for gassen og vej igen flasken med gas. Noter vægten ( $M_2$ ). Find ud af, hvor mange gram gas, der er brugt til opvarmningen af vandet ( $M_1 - M_2 = M_3$ ).

For hvert gram gas, du har brændt af, er der sendt 2,76 g CO<sub>2</sub> ud i luften. Du kan derfor udregne CO<sub>2</sub>-udslippet ved at gange den brugte mængde gas med 2,76 g ( $C_1 \times 2,76$ ).

- ? Hvor mange gram CO<sub>2</sub> er der udledt for at opvarme vandet til 100° C med gas?
- ? Hvad ville det betyde for CO<sub>2</sub>-udledningen, hvis vandet var koldere ved starten af forsøget?
- ? – hvis det var varmere ved starten af forsøget?
- ? – hvis der ikke var låg på gryden?
- ? Hvor mange gram CO<sub>2</sub> udledes for hver ° C, vandets temperatur er steget.
- ? Opvarmning med andre energikilder vil medføre et andet og ofte større CO<sub>2</sub>-udslip end opvarmning med gas.
- ? Brug metoden fra det første forsøg i dette kapitel til at finde CO<sub>2</sub>-udslippet ved opvarmning af vand med elektricitet.
- ? Hvor er CO<sub>2</sub>-udslippet størst?
- ? Hvordan kan du reducere CO<sub>2</sub>-udslippet fra opvarmningen i din bolig?

[2.11] Vej flasken med gas før og efter forsøget, og find ud af, hvor meget gas du har brugt.





CO<sub>2</sub> i hjemmet

## Vandforsyning og CO<sub>2</sub>-udledning

### – Undersøg energiforbruget

I Danmark betragter vi det som en selvfølge, at der kommer rent vand ud af vandhanen, så snart vi drejer på håndtaget.

Vi betragter det også som en selvfølge, at vandet automatisk bliver ført bort til rensningsanlægget, og derfra tilbage til naturens kredsløb.

Sådan har det ikke altid været, og hvert sjette menneske på Jorden, har stadig ikke direkte adgang til rent drikkevand.

En dansker bruger i gennemsnit 131 liter vand om dagen. Disse enorme mængder vand pumpes fra grundvandet ud til alle boliger og videre derfra til de lokale rensningsanlæg.

Dansk industri, håndværk og handel bruger yderligere cirka 100 liter vand om dagen pr. indbygger til produktion og hygiejne i forbindelse med fremstilling og salg af de varer, vi bruger i hverdagen.

Derudover er store mængder vand bundet i de (oftest) lukkede rørsystemer, der fører varme frem til vores radiatorer i huse og bygninger.

Uanset hvad vandet skal bruges til, bliver det oftest pumpet rundt med elektriske pumper. Disse pumper er derfor årsag til et stort energiforbrug og der bruges også meget energi (elektricitet) på at rense vandet.

Derfor medfører vores vandforbrug også en stor CO<sub>2</sub>-udledning.

Prøv at undersøge vandforsyningen i dit lokalområde:

- ? Hvor meget energi (kWh) bruger jeres vandværk om året? – pr. husstand?
- ? Findes der vandtårne eller pumpestationer på vandets vej frem til boligerne?
- ? – hvor meget energi bruges på disse installationer om året? – pr. husstand?
- ? Hvor meget energi (kWh) bruger jeres rensningsanlæg om året? – pr. husstand?
- ? Findes der pumpestationer, der pumper spildevandet frem til rensningsanlægget?
- ? – hvor meget energi bruges på disse installationer om året? – pr. husstand?
- ? Ved henvendelse på vandværket, rensningsanlægget og/eller hos kommunen vil du kunne få disse tal oplyst.
- ? Hvis du efterfølgende ganger dette energiforbrug (kWh) med 0,5 kg, kan du udregne den CO<sub>2</sub>-udledning, som din vandforsyning koster om året i alt – og pr. husstand.
- ? Hvor meget CO<sub>2</sub> udleder du, når du tager et brusebad på 20 minutter? Husk, du skal have vandet varmet op, og du skal have det pumpet frem til dit hus og ud af din hane – samt væk fra huset igen og gennem rensningsanlægget. (Se evt. afsnit 2 vedr. opvarmning af vand.)

[2.12] Du kan finde yderligere viden og sjove forsøg vedr. vandforsyningens historie og teknik på [www.grundfos.dk/skoletjenesten](http://www.grundfos.dk/skoletjenesten).





## Andre veje

- Hvorfor er Danmark et af de lande i verden, der har den største udledning af CO<sub>2</sub> pr. indbygger?
- Hvilke lande i verden har den største udledning af CO<sub>2</sub> pr. indbygger? – den mindste udledning?
- Hvorfor er nogle apparater mere energikrævende end andre?
- Hvilke energimærkeordninger findes der?
- Hvad er de ti bedste energispareråd?
- Hvor meget energi bruger vores standby-funktioner?
- Findes der energivenlige fryserne, køleskabe og komfurer? – evt. hvilke?
- Kan man opvarme vand uden, at det medfører et CO<sub>2</sub>-udslip? – evt. hvordan?
- Hvorfor kræver det forholdsvis meget energi at sænke eller hæve temperaturen?
- Hvorfor dannes der 2,76 gram CO<sub>2</sub> for hvert gram gas, vi brænder af?
- Hvor meget CO<sub>2</sub> dannes der, ved afbrænding af 1 gram kul? – andre brændstoffer?
- Hvordan kan mennesker overleve uden adgang til rent drikkevand?

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.redbarnet.dk/Default.aspx?ID=6884](http://www.redbarnet.dk/Default.aspx?ID=6884)

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

[www.toft.dk/greenhome](http://www.toft.dk/greenhome)

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

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

Hver gang du kører med en bil, en bus, et tog, sejler med motordrevet skib eller flyver med en flyvemaskine bliver der blandt andet udledt CO<sub>2</sub> til atmosfæren.

Der er stor forskel på, hvor meget CO<sub>2</sub>, de forskellige transportmidler leder ud i luften pr. person. Derfor er det vigtigt, at vi tænker os om, når vi skal vælge vore transportmidler.

## Du tænker sikkert ikke over det:

Hver eneste dansker udleder i gennemsnit cirka 3,4 ton CO<sub>2</sub> om året – alene fra de motorer, der bruges ved transport fra et sted til et andet. Og tallet er stigende!

Vi har motorer, der kører på benzin, diesel, gas, elektricitet, biobrændstoffer og brint. Men uanset hvilket brændstof, din motor kører på, vil der blive udledt CO<sub>2</sub> til atmosfæren.

## Udledningen af CO<sub>2</sub> afhænger af flere ting:

- Hvilket brændstof motoren kører på
- Hvor effektiv motoren er
- Hvordan man kører motoren

Men ledes der virkelig CO<sub>2</sub> ud i luften, uanset hvilket køretøj du vælger?

## Du ved det måske allerede:

Når benzin, diesel eller gas ”brændes af” i en motor, dannes der blandt andet CO<sub>2</sub>. Derfor kommer der (bl.a.) CO<sub>2</sub> ud gennem udstødningsrøret.

Når biler og tog kører på elektricitet eller brint, kommer der CO<sub>2</sub> ud ad skorstenen det sted, hvor elektriciteten eller brinten laves.

CO<sub>2</sub>, der stammer fra benzin, diesel, gas eller kul-fyrede kraftværker, belaster miljøet og klimaet – fordi denne CO<sub>2</sub> ellers aldrig ville komme ud i atmosfæren.

CO<sub>2</sub>, der stammer fra biobrændstoffer, belaster ikke miljøet og klimaet. Denne CO<sub>2</sub> ville nemlig komme ud i luften, hvis de planter, som brændstoffet er lavet af blev spist eller rådne.

Derfor siger man at biobrændstoffer er CO<sub>2</sub>-neutrale brændstoffer.

Men hvis der bruges elektricitet til fremstilling af biobrændstoffet, vil CO<sub>2</sub>-en herfra belaste miljøet.

I det følgende vil vi derfor opfordre dig til selv at udforske sammenhængen mellem vores valg af transportformer og Danmarks store CO<sub>2</sub>-udledning pr. indbygger.

jeg vil gerne have en,  
der er CO<sub>2</sub>-neutral!



[3.1] Uanset hvilken bil du vælger, vil der ske udslip af CO<sub>2</sub>, hver gang du kører en tur.

CO<sub>2</sub> i trafikken

Her er forslag til aktiviteter, som du selv kan lave

## Gå i skole

### – Beregn din CO<sub>2</sub>-besparelse

Hvor meget CO<sub>2</sub> ville der slippe ud i luften, hvis du blev kørt til og fra skole hver dag?

Tallet afhænger af flere ting, blandt andet: Hvor langt der er fra dit hjem til skolen, hvor mange passagerer der er i bilen, og hvor meget CO<sub>2</sub> jeres bil udleder pr. kørt km.

Udstødningen fra danske biler indeholder i gennemsnit 164 g CO<sub>2</sub> for hver km, hvis bilen kører på benzin. For biler, der kører på diesel, er tallet 184 g CO<sub>2</sub> for hver km.

Derfor kan du nu regne ud, hvor meget CO<sub>2</sub> du kan spare ved at gå eller cykle i skole alle årets 200 skoledage:

#### Brug:

Længden af din skolevej i km, antal passagerer i bilen, lommeregner, papir og blyant.

For at regne ud, hvor meget CO<sub>2</sub> der udledes, hvis du bliver kørt til og fra skole én dag, skal du gøre følgende (brug lommeregneren):

#### Hvis benzin:

$$\frac{\text{Antal km} \times 2 \times 164}{\text{antal passagerer}} = \text{g CO}_2$$

#### Hvis diesel:

$$\frac{\text{Antal km} \times 2 \times 184}{\text{antal passagerer}} = \text{g CO}_2$$

Da et skoleår består af 200 skoledage, skal du blot gange det tal, du nåede frem til, med 200. Så mange gram CO<sub>2</sub> ville der slippe ud i luften, hvis du blev kørt i skole hver dag i et år.

- ? Hvor mange kg CO<sub>2</sub> kan du spare ved at gå eller cykle i skole hver dag i et år?
- ? Hvor mange kg CO<sub>2</sub> kunne din klasse spare, hvis I alle gik eller cyklede i skole?
- ? Hvilken betydning har det, hvis der er flere passagerer med i bilen?
- ? Nogle elever bor så langt fra skolen, at de skal køres i skole enten med privat bil eller skolebus.
- ? Hvad er fordelene ved at have skolebusser?
- ? Hvad er fordelene ved kollektiv trafik? – er der ulemper? – evt. hvilke?



[3.2] Hvis du går eller cykler i skole, forurener du ikke luften.

## Elbiler

### – Lav din egen elbil

En elmotor er en motor, der virker ved hjælp af elektrisk energi. Når strømmen sluttes vil motorens aksel dreje rundt.

En elbil er en bil, der kan køre ved hjælp af et batteri og en elmotor. Der er ingen direkte forurening fra elbiler.

Når elbilens batterierne skal lades op, vil der dog ske en forurening fra det kraftværk, der leverer elektriciteten.

Du kan selv lave en model af en elbil, der kan køre på gulvet:

#### Brug:

Cirka 30 g FORMPLAST, 1 gryde med vand, 1 kogeplade, 1 grydeske, 1 el-motor, 1 batteri, 2 korte ledninger og 1 bor (2 mm).

Sæt gryden med vand på kogepladen og tænd for varmen. Hæld FORMPLAST i vandet. Når vandet er ca. 65° C tages plasten op af vandet (brug grydeskeen).

Nu er plasten så blød, at du kan forme den med fingrene og klippe i den med en saks. Når plasten afkøles hærder den, så du kan bore og save i den.

Del plastikken i  $\frac{1}{3}$  og  $\frac{2}{3}$ . Den lille del formes til et hjul. Efter hærkning bores et hul (2 mm) til akslen.

Pres herefter hjulet på el-motorens aksel. Hvis hullet er for stort kan hjulet varmes og herefter presses på akslen.

Den store del formes til bilens karosseri. Sørg for at der er plads til el-motoren og batteriet i karosseriet. Form evt. to små skinner (fødder) i kørselsretningen, som karosseriet kan hvile på.

Brug ledningerne til at forbinde batteriets poler til el-motoren. Du har nu lavet en elbil med ét hjul.

Lad herefter bilen køre på gulvet.

- ? Sammenlign din elbil med dem, dine kammerater har lavet. – Hvilke modeller er bedst?
- ? Hvis du arbejder sammen med andre, kan I måske lave en elbil med flere hjul? – Hvordan?
- ? Hvorfor er der ikke ret mange elbiler i trafikken i dag?
- ? Hvad er en hybridbil, og hvad er forskellen mellem elbiler og hybridbiler?



[3.3] FORMPLAST kan til enhver tid opvarmes og omformes – brug varmt vand, en hårtørrer eller lign.

CO<sub>2</sub> i trafikken

## Flyvende ferie

### – Beregn feriens CO<sub>2</sub>-udslip

Rejser med fly er den transportform, der fører til den største udledning af CO<sub>2</sub>. For et fly bruger i gennemsnit 2,5 ton brændstof i timen.

Ligesom andre transportformer er der dog stor forskel på, hvor meget CO<sub>2</sub> der ledes ud i luften pr. person.

Det afhænger blandt andet af, hvilken type fly vi rejser med, hvor mange passagerer der er i flyet og hvor langt vi rejser.

Hvis du bruger de tal, der står herunder, kan du dog nogenlunde præcist regne ud, hvor meget CO<sub>2</sub> der vil blive ledt ud i luften i løbet af en ferierejse.

#### Brug:

1 ferieplan, 1 atlas, evt. internettet ([www.krak.dk](http://www.krak.dk)), lommeregner, papir og blyant.

Skriv skemaet af på et stykke papir.

Lav herefter en ferieplan. Du kan vælge at bruge en af de ferier, du har holdt med din familie, eller du kan vælge at planlægge din egen "drømmeferie".

Brug dit atlas til at måle, hvor langt du skal flyve. Husk: Fly flyver i lige linjer fra lufthavn til lufthavn.

Da du sikkert ikke skal bo i lufthavnen, skal du også medregne de km (cirka), du skal rejse i bil, bus eller tog på landjorden.

Husk: Transport på landjorden er altid længere end "fugle-flugts-linjen". – Brug evt. internettet.

Du kan nu regne ud, hvor meget CO<sub>2</sub> der vil blive ledt ud i luften for hver rejseform. Gang antal km med det tal, der står ud for hver rejseform.

- ? Hvor meget CO<sub>2</sub> bliver der ledt ud i luften for hver rejseform? – Hvor meget CO<sub>2</sub> i alt?
- ? Kan rejsen gennemføres på en anden måde, så der ikke udledes så meget CO<sub>2</sub>?
- ? Hvorfor skal man dividere med antal passagerer ved kørsel i bil og ikke ved andre rejseformer?
- ? Hvorfor er rejser med fly den transportform, der fører til den største udledning af CO<sub>2</sub>?

Rejseform	Antal km.	Kg CO <sub>2</sub> pr. person	
Fly	Indenrigs	× 0,24 =	
	Europa	× 0,21 =	
	Oversøisk	× 0,14 =	
Tog	S-tog/Lyntog	× 0,06 =	
	Intercity	× 0,03 =	
	Regionaltog	× 0,04 =	
Bus	Bybus	× 0,01 =	
	Regionalbus	× 0,05 =	
Færge	Almindelig	× 0,70 =	
	Gammel	× 1,20 =	
	Sundbus	× 0,17 =	
Bil	Diesel	$\frac{\times 0,18}{\text{antal passagerer}} =$	
	Benzin	$\frac{\times 0,17}{\text{antal passagerer}} =$	

Husk: Alle tal er gennemsnitstal Kilde: NOAH Trafik



## Fremtidens trafik

### – Design fremtidens trafiknet

Den største del af Danmarks CO<sub>2</sub>-udslip kommer fra biler, flyvemaskiner og skibe, der bruger benzin eller diesel.

Vi er derfor nødt til at indrette vores samfund, så vi i fremtiden i højere grad kan transportere personer og varer uden brug af benzin og diesel.

Allerede i dag har vi biler og tog, der kan køre på elektricitet, biobrændstof og brint. Vore benzinstationer kan måske levere biobrændstof, men de er ikke indrettet til at levere elektricitet og brint.

Hvordan tror du, at fremtidens "benzinstationer", vejnet, jernbaner, havne og lufthavne vil se ud? Prøv sammen med din klasse at bygge en model af fremtidens samfund:

#### Brug:

Træplade, karton, pap, lim, maling, ler, sten til huse m.v. samt andre relevante materialer og legetøj i passende størrelse.

Start med at blive enige om, hvad der skal med i jeres model. Det er en god idé at dele klassen i grupper, der tager sig af hver sin del – fx veje, "benzinstationer", jernbaner o.s.v.

Byg herefter modellen af fremtidens samfund på en stor træplade eller lignende.

- ? Hvilket brændstof tror du, at fremtidens biler vil køre på?
- ? Hvordan tror du, at fremtidens jernbanenet vil se ud?
- ? Hvordan tror du, at fremtidens skibsfart vil foregå? – fremtidens flytrafik?
- ? Har du nogle ideer til opfindelser, der kunne spare på vores CO<sub>2</sub>-udslip?



[3.4] Byg en model af fremtidens samfund med benzinstationer, vejnet, jernbaner, havne og lufthavne.

## Andre veje

- Hvorfor kommer størstedelen af danskernes CO<sub>2</sub>-udledning fra trafikken?
- Hvad kan du selv gøre for at få et mindre CO<sub>2</sub>-udslip fra trafikken?
- Hvilke biler er de mest miljøvenlige?
- Hvad er de vigtigste energispareråd til trafikanterne?
- Hvor stor forskel i CO<sub>2</sub>-udslip er der ved de forskellige rejseformer?
- Kan man sejle uden at der sker et udslip af CO<sub>2</sub>?
- Kan man flyve uden at der sker et udslip af CO<sub>2</sub>?
- Hvor kommer benzin og diesel fra, og hvordan laves det?
- Hvordan kan man se forskel på de forskellige slags motorer?
- Hvordan virker de forskellige slags motorer?
- Hvad er den nyeste opfindelse indenfor transport?
- Hvordan vil fremtidens trafik komme til at foregå?

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

[honoloko.eea.europa.eu/Honoloko.html](http://honoloko.eea.europa.eu/Honoloko.html)

[www.trafikken.dk/vejafstande](http://www.trafikken.dk/vejafstande)

[www.minihydrogen.dk/catalog/learn-fossil.php](http://www.minihydrogen.dk/catalog/learn-fossil.php)

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

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

Hver gang du kører med et motordrevet køretøj, sker der en forurening med blandt andet drivhusgassen CO<sub>2</sub>.

Uanset hvilket brændstof, din motor kører på, vil der ske en forurening med CO<sub>2</sub>. For både benzin, diesel og gas indeholder kulstof, og når det brændes af i motoren, dannes der CO<sub>2</sub>.

El-biler, hybridbiler og S-tog kører eller kan køre ved hjælp af elektricitet; men da vi i Danmark producerer det meste af vores elektricitet på kul- eller gasfyrede kraftværker, vil der også ved disse transportformer udledes CO<sub>2</sub>.

Biler, der kører på biobrændsler, er sammen med brintbiler de mest CO<sub>2</sub>-neutrale køretøjer, der findes i dag, men som regel er der brugt elektricitet i fremstillingen af biobrændslet og brinten. Derfor medfører en køretur med disse biler også et CO<sub>2</sub>-udslip.

Der er stor forskel på, hvor stor forureningen er, og hvor stor en del af denne forurening, der hører med i din personlige CO<sub>2</sub>-udledning.

Forureningen med CO<sub>2</sub> i forbindelse med transport afhænger af 6 ting:

– **Hvor effektiv motoren er** til at omsætte energien fra brændstoffet til bevægelsesenergi. Her spiller flere faktorer ind; men som hovedregel kan man sige, at nye og velholdte køretøjer er mere "energi-effektive" end gamle og udslidte køretøjer.

– **Hvor meget transportmidlet vejer**, og hvor tungt lastet det er. Jo tungere et køretøj er inklusiv last, jo mere energi (brændstof) skal der tilføres for at skabe bevægelse, og jo mere CO<sub>2</sub> vil der blive udledt.

– **Hvor langt du kører**. En kold motor bruger mere energi (brændstof) pr. km end en varm motor, derfor udledes der forholdsvis meget CO<sub>2</sub> på korte ture.

– **Hvor hurtigt du kører**. Jo hurtigere en motor kører, jo mere energi (brændstof) skal der tilføres pr. km, og jo mere CO<sub>2</sub> vil der blive udledt.

– **Hvilket brændstof din motor kører på**.

Her spiller igen flere faktorer ind: Hvordan brændstoffet er produceret, km på literen m.m., men som hovedregel kan man sige, at benzin- og dieselmotorer har en større CO<sub>2</sub>-udledning end biler, der kan køre på andre energikilder.

– **Hvor mange personer, der er i køretøjet**. CO<sub>2</sub>-udledningen fra en køretur bliver ikke dobbelt så stor, hvis der sidder to personer i køretøjet frem for én person. Derfor ville vi formindske CO<sub>2</sub>-udledningen, hvis flere valgte at deles om transporten (køre i samme bil), bruge kollektiv transport – eller endnu bedre, hvis flere valgte at gå eller cykle.

Det voksende antal privatbiler betyder, at størstedelen af vores CO<sub>2</sub>-udledning fra transport kommer fra vejtransport. Men også fra luftfarten er CO<sub>2</sub>-udledningen voldsomt stigende. Siden 1990 er CO<sub>2</sub>-udledningen fra luftfart steget med over 40 %.

I det følgende vil vi derfor opfordre dig til selv at udforske sammenhængen mellem vores valg af transportformer og Danmarks store CO<sub>2</sub>-udledning pr. indbygger.

jeg vil gerne have en, der er CO<sub>2</sub>-neutral!

[3.5] Uanset hvilken bil du vælger, vil der ske udslip af CO<sub>2</sub>, hver gang du kører en tur.



CO<sub>2</sub> i trafikken

Her er forslag til aktiviteter, som du selv kan lave:

## CO<sub>2</sub> i udstødningssgas

### – Indsaml og undersøg udstødningssgas

En benzinmotor er en forbrændingsmotor, hvor en gnist fra et tændrør "antænder" en blanding af benzindampe og luft (bl.a. ilt).

Ved forbrændingen af benzin i motoren omsættes energien fra benzinen til bevægelse i motoren (køretøjet); men samtidig dannes en række affaldsstoffer, der sendes ud gennem udstødningsrøret.

Udstødningen fra vores benzinmotorer forurener med mange forskellige giftige og skadelige stoffer.

**Man bør derfor undgå at indånde udstødningssgas.**

Udstødningssgasen indeholder også de tre væsentligste drivhusgasser: CO<sub>2</sub>, metan og vanddamp.

Med følgende forsøg, kan du selv påvise, at udstødningen fra en motor indeholder CO<sub>2</sub>.

#### Brug:

1 par handsker, 1 maske, 1 stor prop med ét hul, 1 urinpose, 1 bægerglas, CO<sub>2</sub>-indikator eller kalkvand og 1 benzinmotor – fx knallert eller bil.

undgå at indånde  
udstødningssgas!



[3.6] Husk at fjerne proppen inden udstødningsrøret bliver varmt.

Din lærer skal være tilstede, når du indsamler udstødningssgasen til dette forsøg.

Sæt slangen fra urinposen i hullet på proppen. Tag handsker og maske på. Start herefter motoren.

Når motoren har kørt cirka ½ minut sættes proppen i udstødningsrøret, indtil urinposen er fyldt med udstødningssgas.

Du kan nu slukke motoren, fjerne proppen og tage handsker og maske af.

Gå tilbage til laboratoriet, og fyld et bægerglas cirka halvt med CO<sub>2</sub>-indikator eller kalkvand. Placér slangen fra urinpose, så du forsigtigt kan presse udstødningssgasen ud af posen, så den bobler op gennem væsken.



[3.7] CO<sub>2</sub>-indikatoren skifter fra rød til gul, når CO<sub>2</sub>-indholdet stiger. Kalkvand er også en CO<sub>2</sub>-indikator, der skifter fra klar til mælkehvid, når CO<sub>2</sub>-indholdet stiger.

Fortsæt forsøget til der sker et farveskift, eller til al udstødningssgasen er brugt.

- ? Var der CO<sub>2</sub> i din udstødningssgas?
- ? Hvorfor dannes der CO<sub>2</sub>, når en benzinmotor kører?
- ? Hvorfor skal man vente cirka ½ minut, før man indsamler udstødningssgasen?
- ? Kan du med dette forsøg påvise CO<sub>2</sub> i andre udstødningssgasser?
- ? Hvis din skole har udstyr til måling af luftforurening (Dräger-rør), kan du påvise flere af de forurenende stoffer i udstødningen.
- ? Hvilke andre skadelige stoffer findes i udstødningen fra benzinmotorer?



## Dieselmotoren

### – lav forsøg med stempler og cylindre

En dieselmotor er en forbrændingsmotor, hvor en blanding af dieseldampe og luft antændes, fordi temperaturen i cylinderen stiger. En dieselmotor har ingen tændrør.

Når luftarter presses sammen stiger temperaturen. I en dieselmotor presses blandingen af dieseldampe og luft sammen, indtil temperaturen er så høj, at dieseldampene antændes.

Ligesom i en benzinmotor omsættes energien til bevægelse i motoren (køretøjet), og der dannes også CO<sub>2</sub> og en række andre skadelige affaldsstoffer, der sendes ud gennem udstødningsrøret.

Med følgende forsøg kan du vise principperne til grund for forbrændingen i en dieselmotor:

#### Brug:

1 cykelpumpe, 1 ventil til en cykelslange og evt. lidt vat, cirka 10 tændstikker og en rundstok.

Fjern pakningen ved pumpens udgang. Sæt pakningen på ventilen. Saml herefter pumpen igen, som vist på nedenstående foto.

Tjek, at du stadig kan suge luft ind med pumpen, og at der ikke kan pustes luft ud af pumpen. Stram evt. kraven omkring pakningen.

Du kan allerede nu påvise, at luftens temperatur stiger, når luften presses sammen:

Lav 10 kraftige pumpe­slag på pumpen og mærk, at temperaturen i cylinderen stiger.

Med lidt øvelse vil du også kunne lave en forbrænding i cylinderen:

Fjern stemplet fra pumpen. Med rundstokken stemples lidt vat sammen i bunden af cylinderen (pumpen skal stadig kunne tage luft ind). Klip hovedet af tændstikkerne og placér svovlet oven på vattet. Smid evt. en lille tot vat ovenpå svovlet. Monter herefter stemplet igen.

Lav igen nogle kraftige og hurtige pumpe­slag på pumpen. Med lidt øvelse vil du kunne skabe en temperatur, der er høj nok til at antænde svovlet og den lille tot vat.

- ? Hvad viser forsøget om dieselmotorens virkemåde?
- ? Lykkedes det dig at skabe en forbrænding?
- ? Kan du finde andre ting end svovl og vat, der hurtigt bryder i brand?
- ? Hvordan reagerer stemplet, når forbrændingen opstår? – hvorfor?



[3.8] Husk at ventilen skal vende så pumpen stadig kan suge luft ind



## Elbiler

### – lav din egen elbil

En elmotor er en motor, der omsætter elektrisk energi til bevægelse. Når strømmen sluttes vil motorens aksel rotere.

I en elbil udnyttes rotationen i elmotoren til at skabe bevægelse i bilen. Der er ingen direkte forurening fra elbiler, da elektriciteten er lagret på batterier. Men når batterierne skal lades op, medfører det en forurening fra det kraftværk, der leverer elektriciteten.

Du kan selv lave en model af en elbil, der kan køre på gulvet:

#### Brug:

Cirka 30 g formplast, 1 gryde med vand, 1 kogeplade, 1 grydeske, 1 el-motor, 1 batteri, 2 stykker sølvpapir (eller 2 korte ledninger) og 1 bor (2 mm).

Sæt gryden med vand på kogepladen og tænd for varmen. Hæld formplast i vandet. Når vandet er ca. 65° C tages plasten op af vandet (brug grydeskeen).

Nu er plasten så blød, at du kan forme den med fingrene og klippe i den med en saks. Når plasten afkøles hærder den, så du kan bore og save i den.

Del plastikken i 1/3 og 2/3. Den lille del formes til et hjul. Efter hærkning bores et hul (2 mm) til akslen.

Pres herefter hjulet på el-motorens aksel. Hvis hullet er for stort kan hjulet varmes og herefter presses på akslen.

Den store del formes til bilens karosseri. Lav et leje til el-motoren og tilsvarende til batteriet. Form to (eller flere) små skinner (fødder) i kørselsretningen, som karosseriet kan hvile på.

Brug sølvpapiret (eller ledningerne) til at forbinde batteriets poler til el-motoren. Du har nu lavet en elbil med ét hjul.

Lad herefter bilen køre på gulvet.

- ? Hvis du arbejder sammen med andre, kan I måske lave en elbil med flere hjul? – hvordan?
- ? Hvorfor er der ikke ret mange elbiler i trafikken i dag?
- ? Hvad er forskellen mellem elbiler og hybridbiler?
- ? Hvordan virker en el-motor?



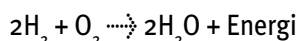
[3,9] Formplast kan til enhver tid opvarmes og omformes – brug varmt vand, en hårtørrer eller lign.

## Brændselsceller og brintbiler

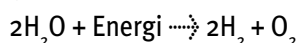
### – undersøg brændselscellers virkemåde

En brændselscelle er en slags batteri, der kan lave elektricitet ved en kemisk reaktion mellem fx brint (hydrogen) og ilt (oxygen).

Der udledes ikke CO<sub>2</sub> eller andre skadelige stoffer fra brændselsceller. Affaldsstoffet fra processen er rent vand:



Processen er således lige det modsatte af, hvad der sker, når man laver brint ved elektrolyse:



Princippet bag brændselscellen blev opdaget af englænderen William Grove i 1839. Grove lavede elektrolyse af vand, og da han slukkede for sin strømkilde, opdagede han, at processen også kunne løbe den anden vej.

Den smule brint og ilt, der sad på elektroderne, kunne producere en svag elektrisk strøm.

Prøv selv at gentage William Groves forsøg:

### Brug:

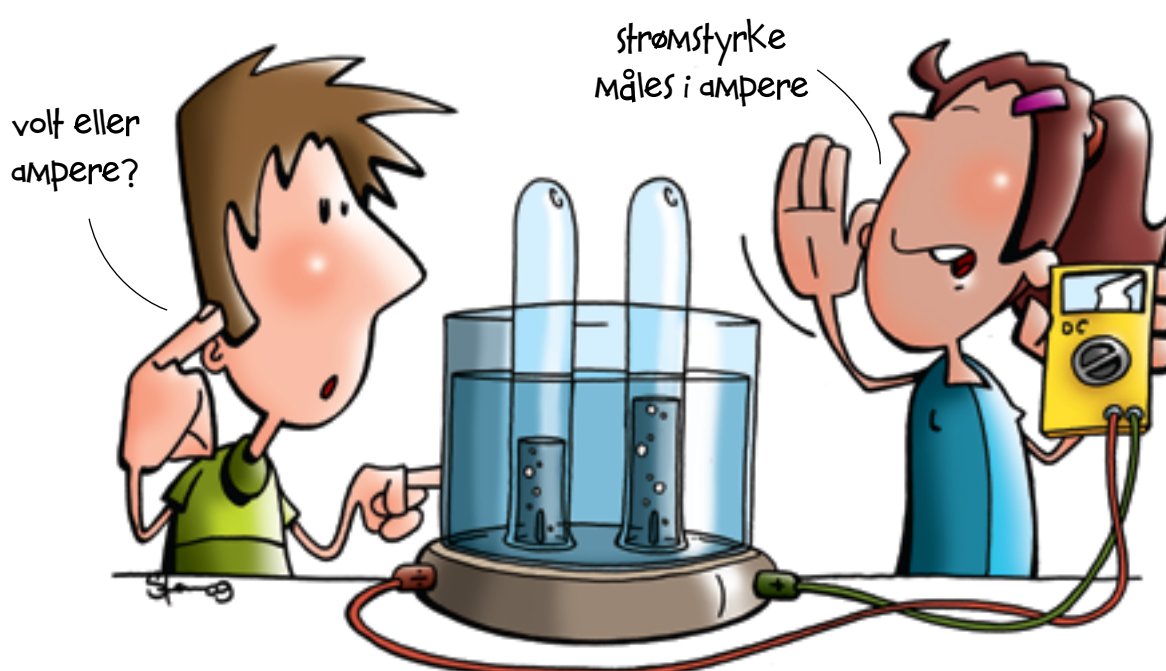
1 elektrolysekar, 1 strømforsyning (6 V=), vand, 2 ml svovlsyre og 1 multimeter.

Hæld vand og svovlsyre i elektrolysekarret. Fyld de to små reagensglas med vand, og sæt dem med mundingen nedad over elektrolysekarrets to elektroder.

Tilslut strømforsyningen, mens du iagttager, hvad der sker i reagensglassene. Lad forsøget fortsætte til begge glas er tømt for vand.

Fjern ledningerne fra strømforsyningen og undersøg, om du med multimetret kan måle en svag elektrisk strøm.

- ? Hvor stærk en strømstyrke kunne du måle?
- ? I hvilket reagensglas, blev der dannet brint? – hvorfor netop i dette glas?
- ? I dag er brændselscellen blevet væsentligt forbedret; men der er stadig mange ting, der skal udvikles, før brintbiler bliver almindelige i trafikken.
- ? Hvordan er en moderne brændselscelle opbygget?
- ? Kan du beskrive brændselscellens virkemåde?
- ? Hvilke fordele og ulemper er der ved brintbiler?
- ? Hvorfor er brintbiler ikke almindelige i trafikken i dag?



[3.10] Mål strømstyrken i milliampere.

### Andre veje

- Hvorfor kommer størstedelen af danskernes CO<sub>2</sub>-udledning fra trafikken?
- Hvor meget CO<sub>2</sub>-udslip kan man spare ved kollektiv trafik?
- Hvordan kan du selv medvirke til at nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningen fra trafikken?
- Hvad er de vigtigste energispareråd til trafikanterne?
- Hvilke biler er de mest miljøvenlige?
- Hvad menes med udtrykket ”energi-effektiv”?
- Hvordan virker en benzinmotor?
- Hvor kommer benzin og diesel fra, og hvordan laves det?
- Hvordan virker en dieselmotor?
- Hvor mange forskellige slags motorer findes der?
- Hvordan virker en hybridbil? – en brintbil?
- Hvor stort er CO<sub>2</sub>-udslippet fra søfart? – fra luftfart?
- Hvordan vil fremtidens trafik komme til at foregå?

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.managenergy.net/kidscorner/da/011/011\\_tr.html](http://www.managenergy.net/kidscorner/da/011/011_tr.html)

[www.dsb.dk/co2](http://www.dsb.dk/co2)

[www.minihydrogen.dk/catalog/learn-hydrogen.php](http://www.minihydrogen.dk/catalog/learn-hydrogen.php)

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

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

Der bruges energi alle vegne, hvor du færdes. Ikke bare i dit hjem, men også på din skole, i idrætshallen og i andre offentlige bygninger og anlæg, bruges der energi til lys og varme – og det udleder næsten altid CO<sub>2</sub>.

Men hvorfor ledes der CO<sub>2</sub> ud i luften det sted, hvor energien produceres?

## Du tænker sikker ikke over det:

I Danmark producerer vi cirka 80 % af vores elektricitet og varme ved hjælp af kul, olie og gas, og størstedelen af vores CO<sub>2</sub>-udslip sker derfor netop fra vore kraft-varmeværker.

Kraft-varmeværker er store fabrikker, der varmer vand op til damp. Dampen bruges til at lave elektricitet og fjernvarme med – se tegning herunder:

Fælles for kul, olie og gas er blandt andet, at alle tre stoffer indeholder kul, og at alle tre stoffer danner CO<sub>2</sub>, når de brændes af. Derfor vil der altid komme CO<sub>2</sub> ud af skorstenen på vore kraft-varmeværker.

Men hvorfor laver vi ikke al vores elektricitet og fjernvarme ved hjælp af vindmøller, sol-energi og andre CO<sub>2</sub>-neutrale brændstoffer?

## Du ved det sikkert allerede:

Vi kan godt lave elektricitet med vindmøller og solceller, uden at der dannes CO<sub>2</sub>. Vi kan også lave varme med fx solfangere og ved afbrænding af halm, uden at CO<sub>2</sub>-indholdet i luften stiger.

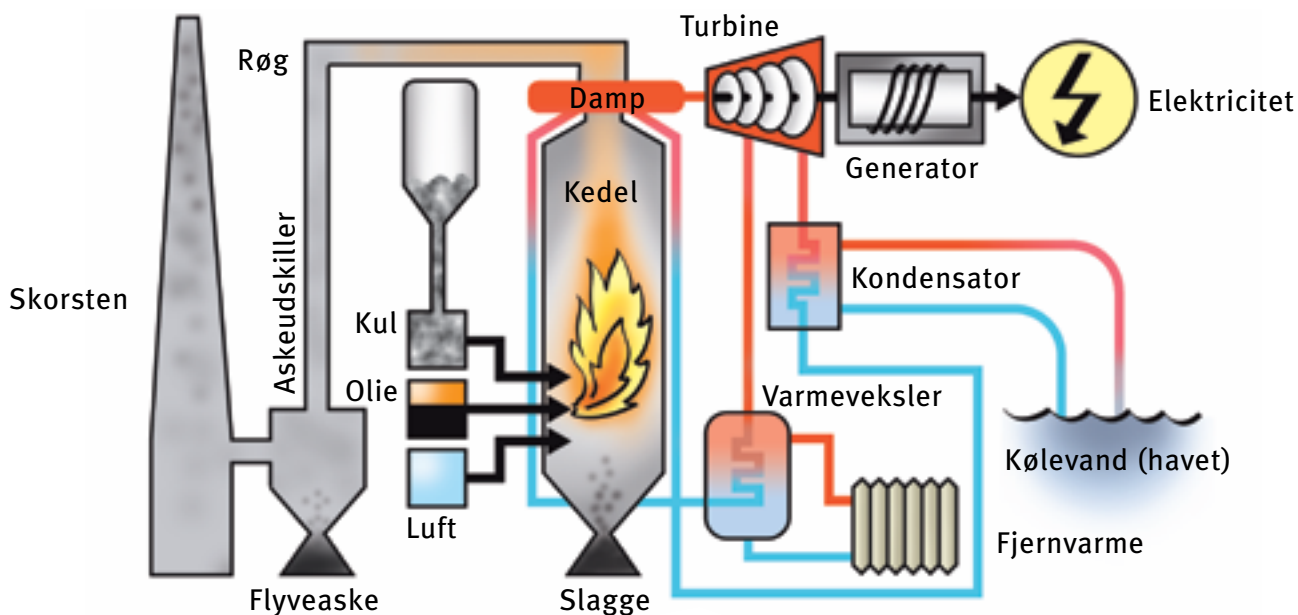
I dag kan disse energiformer ikke dække al den energi, der produceres på vore kul-, olie- og gasfyrede kraft-varmeværker. Det er der flere grunde til.

Solceller er dyre at fremstille, og de laver ikke vekselstrøm som den, der kommer ud af vores stik-kontakter – og så virker de ikke om natten!

Vindmøller laver kun elektricitet, når vinden blæser, og vi kan ikke gemme elektriciteten, når den først er produceret. Hvis vi kun fik elektricitet fra vindmøller, kunne vi risikere, at der ikke var elektricitet hele tiden.

Derfor er vi i dag nødt til at dække en stor del af Danmarks energiforbrug ved hjælp af kul, olie og gas fra vore kraft-varmeværker.

I det følgende vil vi derfor opfordre dig til at undersøge de forskellige energiformer. Måske kan du få nogle ideer til, hvordan Danmark kan opnå et mindre CO<sub>2</sub>-udslip.



[4.1] Kraft-varmeværker er store fabrikker, der både laver elektricitet og fjernvarme ved hjælp af energien fra især kul, olie eller gas.

CO<sub>2</sub> i samfundet

Her er forslag til aktiviteter, som du selv kan lave

## Brændstof – damp – turbine

### – byg din egen dampturbine

Alle kraftværker producerer elektricitet ved at varme vand op til damp.

Brændstoffet varmer vandet op til damp. Dampen får en turbine (et skovlhjul) til at dreje rundt. Turbinen får nogle magneter i generatoren til at dreje rundt, og derved skabes elektricitet.

Prøv selv at undersøge, hvordan du ved hjælp af varme kan skabe damp og få et skovlhjul til at dreje rundt.

#### Brug:

1 metaldåse med låg, 1 søm, 1 skovlhjul (hjemmelavet eller fra noget legetøj), 1 aksel, tyk ståltråd, lidt vand og en varmekilde (stearin, gas eller ...)

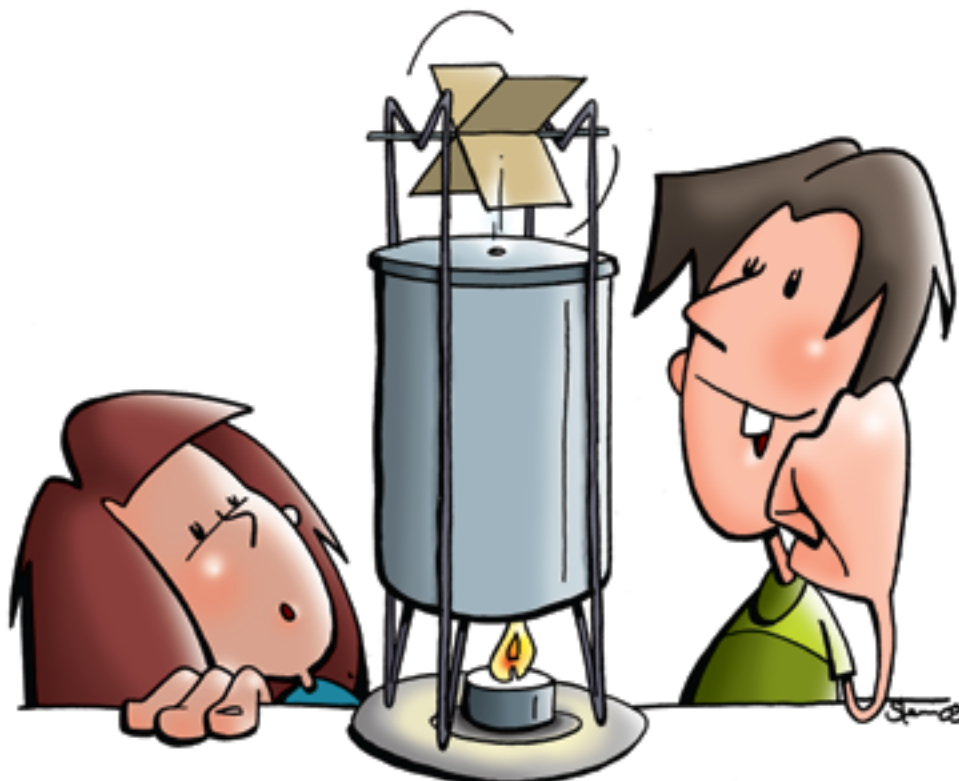
Lav et lille hul i metaldåsens låg med sømmet. Fyld derefter vand i dåsen, så det står cirka 1 cm over bunden. Sæt låget på dåsen.

Ståltråden formes, så den kan danne et leje for skovlhjulets aksel (se foto). Lejet skal kunne stå over dåsens låg, så dampen fra hullet kan ramme skovlhjulet.

Placer nu dit skovlhjul i lejet. Hvis du selv laver skovlhjulet, kan akslen som her laves af to knappe-nåle, der placeres præcis i midten.

Herefter skal du blot udnytte din varmekilde til at fyre op under metaldåsen, så vandet kommer i kog og bliver til damp.

- ? Hvor lang tid går der, inden skovlhjulet begynder at dreje rundt?
- ? Hvor hurtigt drejer dit skovlhjul?
- ? Hvilken betydning har hullets størrelse og placering?
- ? Kan du anvende andre varmekilder til forsøget? – hvilke?



[4.2] Dampturbine med hjemmelavet skovlhjul



## Vindmøller

### – byg din egen vindmølle

En vindmølle består af: Tårn, hat og vinger. Inde i hatten er der blandt andet en generator.

Vinden får vingerne til at dreje rundt. Vingernes aksel får nogle magneter i generatoren til at dreje rundt, og derved skabes elektricitet.

Vingerne på en moderne vindmølle har form næsten som vingen på en flyvemaskine: Krum på bagsiden og flad – men skråt stillet (45°) – på forsiden.

Derved opnår man, at vingen – dels ”suges” rundt af et undertryk bagpå vingen – dels presses rundt, når vinden rammer forsiden.

Prøv selv om du kan lave nogle effektive vinger til en vindmølle.

#### Brug:

Cirka 20 g Formplast, 1 gryde med vand, 1 kogeplade, 1 grydeske, 1 el-motor, 1 bor (2 mm), 1 blæser (fx hårtørrer) og evt. 1 multimeter.

Formplast smeltes på samme måde som anvist ved tidligere forsøg (se side 30).

Tag plasten op af det varme vand med grydeskeen.

Lad vandet dryppe af, og ælt herefter plasten til en ensartet masse.

Mens plasten er blød, kan du forme den med fingrene til en to-, tre- eller flerbladet vindmøllevinge.

Sørg for, at der er ligevægt i vingen. Det kan du afgøre ved at lade vingen balancere på en finger eller en blyant.

På samme måde findes vingens midtpunkt.

Efter hærkning bores et hul (2 mm) til akslen i vingens midtpunkt. Pres herefter vingen på el-motorens aksel.

Placer vindmøllen foran blæseren. Kontroller, at vingen af sig selv begynder at dreje rundt.

Hvis du ikke er tilfreds med resultatet, kan du varme plasten i vandet på ny, og derefter omforme vingen.

El-motoren virker som en generator. Derfor kan du med et multimeter måle, hvor stor ydeevne din vindmølle har.

- ? Sammenlign din vindmølle med dine kammeraters.
- ? Hvilken vindmølle har størst ydeevne?
- ? Hvorfor har netop denne vindmølle størst ydeevne?
- ? Sammenlign din vindmølle med de vindmøller du kender fra landskabet.



[4.3] Forsiden af vingerne skal hælde hver sin vej, så den ene vinge presses opad, mens den anden presses nedad.

## Solfanger

### – byg din egen solfanger

Mange kender ikke forskel på solfangere og solceller, så husk: Solfangere laver varme. Solceller laver elektricitet.

Du kan kende forskel på en solfanger og et solcelleanlæg ved, at der går vandslager til og fra en solfanger, og ledninger til og fra et solcelleanlæg.

Solfangere placeres oftest på husets tag. Det varme vand fra solfangeren føres gennem slangerne ned i en varmeveksler.

I varmeveksleren varmes noget andet vand op, der så kan bruges i husets radiatorer eller til varmt vand i hanerne.

Du kan selv lave en billig solfanger, der kan varme vand op med ren solenergi.

#### Brug:

1 flamingokasse, 1 sort affaldssæk, 1 haveslange, 1 bor, 1 rulle plastfolie, tape, ståltråd, 1 tragt, snor og vand.

Først fores flamingokassen med affaldssækken. Læg derefter haveslangen oven på den sorte sæk.

Brug ståltråden til at fastgøre slangen. Slangen skal helst sno sig over det meste af kassens bund. Stik slangens ender ud af et hul i hver sin ende af kassen (se tegning).

Fastgør plastfolien over kassens åbning.

Tragten sættes i den ene ende af slangen. Fyld vand på, til det løber ud i den anden ende af slangen. Knæk slangen og bind snor om.

Solfangeren vendes nu vinkelret mod sollyset. Efter nogen tid vil du kunne tappe det varme vand af slangen i bunden.

- ? Hvor hurtigt stiger temperaturen i din solfanger?
- ? Hvor varmt bliver vandet i din solfanger?
- ? Hvad kan du bruge det varme vand i solfangeren til?
- ? Hvordan vil du eventuelt kunne forbedre din solfanger?



[4.4] En solfanger producerer varme uden CO<sub>2</sub>-udslip.

CO<sub>2</sub> i samfundet

## El uden CO<sub>2</sub>-udslip

### – byg dit eget solcelleanlæg

Solceller laver jævnstrøm med en lav spænding (volt) ligesom den elektricitet, vi får fra batterier.

Den elektricitet, vi bruger i vore huse, er vekselstrøm med en høj spænding. Derfor kan man ikke uden videre koble et solcelleanlæg til husets strømforsyning.

Til gengæld kan energien fra jævnstrøm gemmes på genopladelige batterier. Derfor kan vi fx have lamper, der lader op om dagen og lyser om natten.

I det følgende vil vi opfordre dig til selv at bygge et solcelleanlæg.

#### Brug:

Mindst 5 solceller, ledninger, 1 voltmeter, lysdioder, 1½, 3 og 6 volt pærer og fatning.

Strømmen fra en solcelle kan tappes fra en + pol og en – pol bag på solcellen.

Hold den røde ledning fra voltmeteret på en solcelles + pol og den sorte ledning på – polen. Hvor mange volt yder din solcelle?

Prøv at holde solcellen i forskellige vinkler i forhold til en lampe/Solen. Find det sted og den vinkel, hvor solcellen yder mest. Hvor mange volt yder din solcelle nu?

En solcelle yder en lav spænding, men ved at forbinde to solceller i serie, kan man opnå den dobbelte spænding.

Når solceller skal forbindes i serie, skal + polen på den ene celle forbindes med – polen på den næste celle.

Forbind to af dine solceller i serie. Mål igen med dit voltmeter, idet du måler fra den frie + pol på den ene solcelle til – polen på den anden. Hvor mange volt yder dine solceller tilsammen?

Prøv nu at forbinde flere solceller i serie, indtil solcelleanlægget kan få en lysdiode eller en pære til at lyse.

- ? Hvor mange solceller skal du bruge, for at få de forskellige lysdioder og pærer til at lyse?
- ? Hvor stor betydning har solcellernes placering i forhold til lyskilden?
- ? Hvor mange volt kan du få dit solcelleanlæg til at yde?
- ? Hvorfor anvendes solcelleanlæg ikke i større udstrækning i dag?



[4.5] Kan du udnytte dit solcellepanel til andet end lys?

## Andre veje

- Hvor stammer kul, olie og gas fra?
- Hvorfor dannes der CO<sub>2</sub>, når kul olie og gas brændes af?
- Hvor i Danmark er der kraft-varmeværker, der fyrer med kul? – olie? – gas? – andet?
- Hvordan fungerer dit lokale kraft-varmeværk?
- Hvilke brændstoffer bruger kraft-varmeværkerne i din region?
- Hvad er forskellen på jævnstrøm og vekselstrøm?
- Hvor kan man finde anlæg, der udnytter solenergi og vindenergi - i din kommune?
- Hvordan virker de forskellige vedvarende energianlæg?
- Hvordan kan Danmark opnå et mindre CO<sub>2</sub>-udslip?
- Hvilke råd ville du give klimaministeren inden klimatopmødet i København i december 2009?

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.videnomenergi.dk](http://www.videnomenergi.dk)

[www.windpower.org/da/kids/index.htm](http://www.windpower.org/da/kids/index.htm)

[www.dongenergy.dk/skole/skole/spil/Pages/hvordanbliverstrommentil.aspx](http://www.dongenergy.dk/skole/skole/spil/Pages/hvordanbliverstrommentil.aspx)

[www.energitjenesten.dk/index.php?id=206](http://www.energitjenesten.dk/index.php?id=206)

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

Ved at ændre dine vaner, kan du gøre meget for at nedbringe den luftforurening og det CO<sub>2</sub>-udslip, der sker på grund af, den måde du lever på i hjemmet, og den måde du færdes på i trafikken.

Men hvis vi skal nå de mål, som politikerne besluttede med Kyoto-aftalen i 1997, så skal der også ske ændringer i den måde vi

producerer energien, og i den måde vi styrer energiforbruget.

I Danmark **producerer** vi cirka 80 % af vores elektricitet og varme ved hjælp af kul, olie og gas, og størstedelen af vores CO<sub>2</sub>-udslip sker derfor netop fra vores kraftvarmeværker.

På de fleste danske kraftvarmeværker bruger man kul, olie eller gas til at varme noget vand op, så det bliver til damp.

Denne damp skubber til nogle turbineblade i en turbine, så turbinebladene kommer til at dreje rundt.

Turbinens aksel fortsætter ind i en generator. Generatoren består af nogle magneter og nogle store spoler. Magneterne sidder på den roterende aksel.

Når magneterne bevæger sig forbi de store spoler, dannes (induceres) en elektrisk spænding i spolerne.

Man kan derfor sige, at elektriciteten fra kraftværker er lavet ved hjælp af:

Brændstof – damp – turbine – generator

De danske kraftvarmeværker opnår en meget høj energi-effektivitet (se side 40) ved at udnytte spildvarmen fra produktionen til fjernvarme (se tegning).

Derudover forsøger el-selskaberne, der driver kraftvarmeværkerne i stor udstrækning at nedbringe CO<sub>2</sub>-udslippet ved at anvende halm, affald og andre CO<sub>2</sub>-neutrale brændstoffer i stedet for kul, olie og gas.

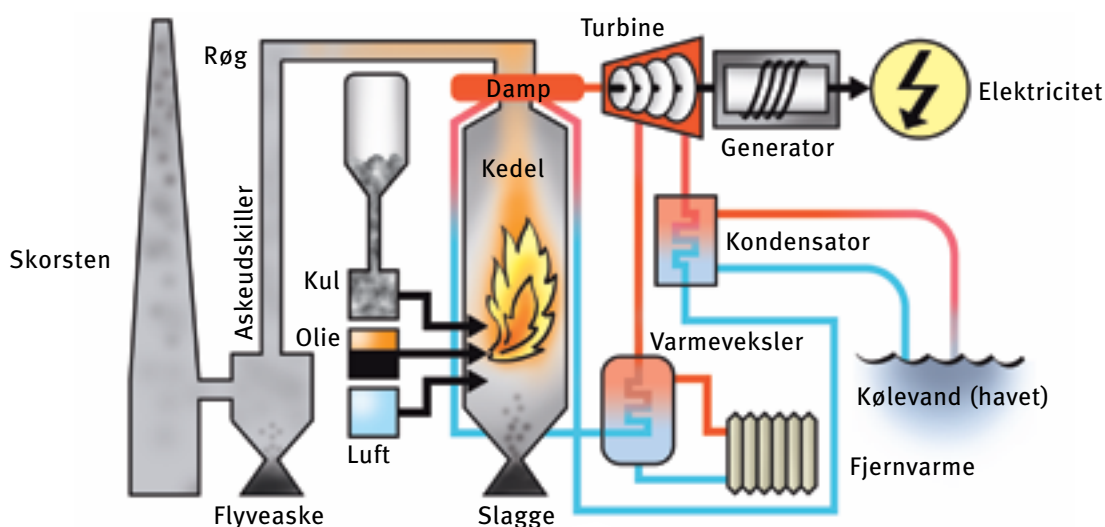
Regeringens målsætning, om at vedvarende energi skal dække 30 % af danskernes energiforbrug i 2025, vil, hvis det gennemføres, også medføre en betydelig nedbringelse af Danmarks CO<sub>2</sub>-udslip.

Med nye love og afgifter **styrer** regeringen og folketinget udviklingen i danskernes energiforbrug og dermed også danskernes CO<sub>2</sub>-udledning.

I de senere år er det især CO<sub>2</sub>-udledningen fra trafiksektoren, der har været stigende. Antallet af privatbiler og flyafgange er steget, og også skibsfarten bidrager til CO<sub>2</sub>-udledningen.

Derfor ønsker mange politikere at vedtage nye love, der kan medvirke til at nedbringe CO<sub>2</sub>-udledningen fra trafiksektoren.

I det følgende vil vi derfor opfordre dig til, selv at udforske konsekvenserne af den måde vi producerer energien, og den måde vi styrer energiforbruget i Danmark.



[4.1] Kraftvarmeværker er store fabrikker, der både laver elektricitet og fjernvarme ved hjælp af energien fra især kul, olie eller gas.



CO<sub>2</sub> i samfundet

Her er forslag til aktiviteter, som du selv kan lave

## Brændstof – damp – turbine

### – byg din egen dampturbine

Alle kraftværker, kraft-varmeværker og atomkraftværker producerer elektricitet ved hjælp af kemisk bunden energi.

Uanset, hvilket brændstof et kraftværk anvender, er teknologien i princippet den samme: Alle kraftværker varmer vand op til damp, der herefter driver en dampturbine og dermed generatoren.

Prøv selv at undersøge, hvordan du ved hjælp af kemisk bunden energi kan skabe damp og få nogle turbineblade til at bevæge sig (rottere).

#### Brug:

1 metaldåse med låg, 1 søm, 1 skovlhjul (hjemmelavet eller fra noget legetøj), 1 aksel, tyk ståltråd, lidt vand og kemisk bundet energi (stearin, gas eller ...)

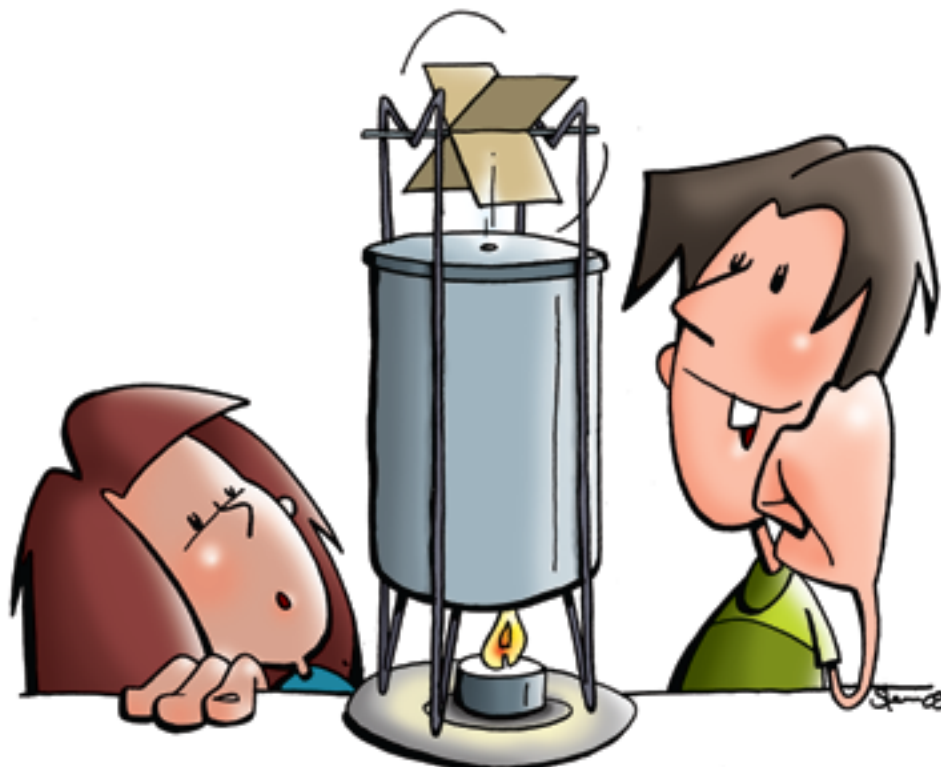
Lav et lille hul i metaldåsens låg med sømmet. Fyld derefter vand i dåsen, så det står cirka 1 cm over bunden. Sæt låget på dåsen.

Ståltråden formes, så den kan danne et leje for skovlhjulets aksel (se foto). Lejet skal kunne stå over dåsens låg, så dampen fra hullet kan ramme skovlhjulet.

Placer nu dit skovlhjul i lejet. Hvis du selv laver skovlhjulet, kan akslen som her laves af to knappe-nåle, der placeres præcis i midten.

Herefter skal du blot udnytte din kemisk bundne energi til at fyre op under metaldåsen, så vandet kommer i kog og fordamper.

- ? Hvor hurtigt drejer dit skovlhjul?
- ? Hvilken betydning har hullets størrelse og placering?
- ? Kan du anvende andre former for kemisk bundet energi til forsøget? – hvilke?
- ? Hvor meget stearin (energi) skal der bruges for at få turbinen til at rotere?
- ? Kan du gennemføre forsøget, uden at der sker et CO<sub>2</sub>-udslip?



[4.2] Dampturbine med hjemmelavet skovlhjul

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

### CO<sub>2</sub>-neutrale brændstoffer – fremstil biogas af gødning

CO<sub>2</sub>, der stammer fra afbrænding af fossile brændstoffer som fx kul, olie, gas, benzin og diesel, belaster miljøet og klimaet – fordi denne CO<sub>2</sub> ellers aldrig ville komme ud i atmosfæren.

CO<sub>2</sub>, der stammer fra biogas, bioethanol og andre biobrændstoffer, belaster ikke miljøet og klimaet. Denne CO<sub>2</sub> vil nemlig komme ud i luften, når de planter, som brændstoffet er lavet af, bliver spist eller rådner.

Du kan med lidt tålmodighed fremstille din egen CO<sub>2</sub>-neutrale biogas ved at gennemføre følgende forsøg:

#### Brug:

1 plastbeholder, 1 stor og 2 mindre propper med 1 hul, 1 prop med 2 huller, 4 glasrør, 1 glaspipette, olie, 2 cylinderrør, 1 stativ, 3 gummislanger, gødning, metanbakterier, 1 klemhane og vand.

Fyld plastbeholderen med gødning (fx kort, klippet halm, hestegødning eller anden dyregødning).

Tilsæt lidt metanbakterier. Disse kan du få ved at skrabe bundslam op fra en mose eller ved henvendelse til dit lokale rensningsanlæg.

Fyld vand i beholderen, til gødningen netop er dækket. Rør rundt så alle luftbobler drives ud. Sæt herefter proppen på beholderen.

Saml den øvrige del af forsøgsopstillingen som beskrevet i forsøget: ”Drivhusgas fra døde dyr og planter” side 13 (se tegning her på siden).

I dette forsøg fyldes cylinderrørene dog med vand i stedet for CO<sub>2</sub>-indikator.

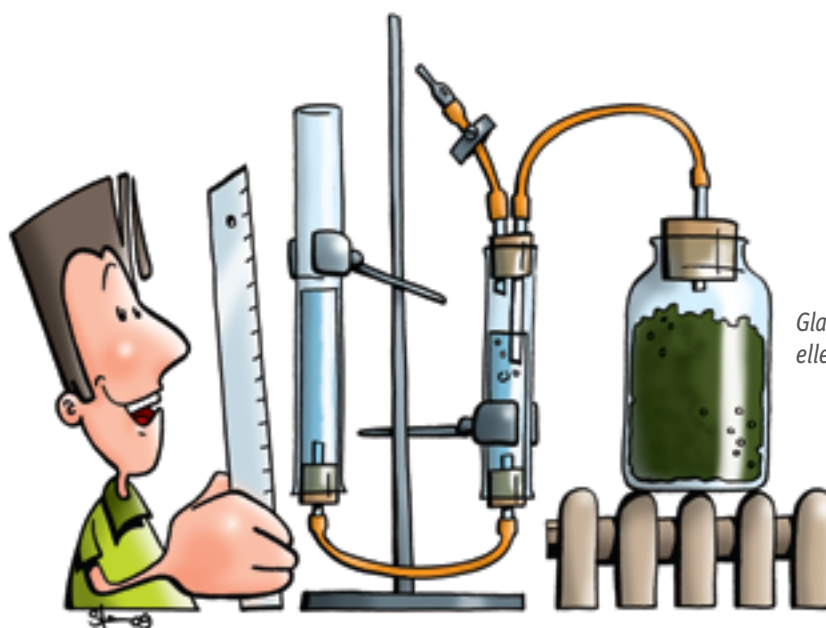
Placer nu plastbeholderen på en radiator (eller et andet lunt sted).

Lad forsøgsopstillingen stå i mindst to uger. Kig jævnligt til forsøget, og hold øje med gasudviklingen.

Når der er dannet cirka 5 cm<sup>3</sup> biogas, kan du åbne klemhane og antænde biogassen.

- ? Hvor længe brænder din biogas? – Hvilken farve har flammen?
- ? Hvorfor skal man røre rundt i gødningen, så alle luftbobler drives ud?
- ? Hvor meget biogas (cirka) kan du producere på to uger? – i længere tid?
- ? Kan du gøre noget for at opnå et bedre resultat?
- ? Hvor i det danske samfund produceres biogas? – Hvad anvendes denne gas til?
- ? Hvorfor kalder man biogas, bioethanol og andre biobrændstoffer for CO<sub>2</sub>-neutrale brændstoffer?

[4,8] Metan dannes ved forrådnelsesprocesser, hvor der ikke er oxygen (O<sub>2</sub>) tilstede.



Glas sættes på radiator, eller andet lunt sted.

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

### Varme og energiforbrug – undersøg energiforbrug og CO<sub>2</sub>-udslip

Samfundets energiforsyning bruges typisk til at skabe lys, bevægelse, varme eller kulde.

Det kræver mere energi at skabe kulde og varme, end der omsættes for at skabe lys og bevægelse. Derfor er fryser, køleskabe, ovne og komfurer, varmeapparater, airconditionlæg og lignende blandt de mest energikrævende elektriske apparater i hjemmet, og derfor udgør opvarmningen af vore bygninger mere end 26 % af vores energiforbrug. Det har du måske fundet ud af ved at lave forsøgene i afsnit 2 (CO<sub>2</sub> i hjemmet: El og CO<sub>2</sub>-udledning – undersøg dine elektriske apparater.), men her i afsnittet går vi lidt mere i dybden.

Det store energiforbrug til opvarmning og nedkøling medfører også et stort CO<sub>2</sub>-udslip.

Med følgende forsøg kan du undersøge energiforbruget og udregne CO<sub>2</sub>-udslippet ved opvarmning af 1 liter vand i forskellige elektriske apparater.

#### Brug:

1 energimåler (se side 23), 1 liter vand, 1 termometer, forskellige elektriske apparater til opvarmning af vand og 1 lommeregner.

Afmål præcis 1 liter vand. Mål temperaturen. Start altid ved samme temperatur – fx 20° C.

Sæt energimåleren i den stikkontakt, som det valgte apparat får energi (elektricitet) fra. Tilslut apparatet via energimåleren, og varm herefter vandet op til 100° C.

Aflæs nu hvor meget energi (kWh), du skulle bruge for at bringe vandet i kog med denne varmekilde.

I gennemsnit udledes der i Danmark 0,5 kg CO<sub>2</sub> for hver kWh, som vi forbruger. Du skal derfor gange apparatets energiforbrug (kWh) med 0,5 kg, for at udregne CO<sub>2</sub>-udledningen ved opvarmning af 1 liter vand med netop dette apparat.

- ? Hvor stor er din CO<sub>2</sub>-udledning fra dette forsøg i alt? – pr 1° C?
- ? Gentag forsøget med andre apparater, kedler og gryder – med og uden låg.
- ? Hvilket apparat medfører det største energiforbrug og CO<sub>2</sub>-udledning? – den mindste?
- ? Hvilken betydning har det at bruge låg på gryderne?
- ? Hvad vil det betyde, hvis starttemperaturen var 10° C koldere? – varmere?
- ? Hvordan kan vi nedbringe samfundets CO<sub>2</sub>-udledning i forbindelse med opvarmning og afkøling af boliger, kontorer, skoler osv.?

[4.9] Over 26% af vores CO<sub>2</sub>-udledning kommer fra boligopvarmning, dertil kommer opvarmning af vand og mad i hverdagen.



CO<sub>2</sub> i samfundet

## Energi uden CO<sub>2</sub>-udslip

### – byg dit eget solenergianlæg

Jorden rammes døgnet rundt af flere tusinde gange mere energi fra Solen, end den energi vi får ved at afbrænde fossile brændstoffer (kul, olie og gas).

Der er mange årsager til, at vi ikke i højere grad udnytter solenergien og andre CO<sub>2</sub>-neutrale, vedvarende energikilder, bl.a.:

- teknologien er ikke særligt udviklet,
- teknologien er dyr at fremstille,
- vi har ikke udviklet teknologi til at lagre energien.

De fleste politikere er dog enige om, at hvis vi skal nå de mål, der blev besluttet med Kyoto-aftalen i 1997, så skal vi fremover dække en endnu større del af vores energiforbrug med energi fra vedvarende energikilder, bl.a. solenergi.

I det følgende vil vi derfor opfordre dig til selv at bygge et solcellepanel.

#### Brug:

Mindst 5 solceller, ledninger, 1 voltmeter, lysdioder, 1½, 3 og 6 volt pærer og fatning.

Hvis din skole ikke har en samling af solceller, kan disse lånes fra skoletjenesten på Centret for Undervisningsmidler (CFU). Din lærer vil kunne hjælpe dig med dette lån.

Bemærk: Solceller producerer jævnstrøm. Derfor er der (oftest) angivet (+) og (-) ved de 2 poler bag på solcellen. Nogle apparater (fx lysdioder) virker kun, når (+) og (-) monteres korrekt.

Når solceller skal samles i et panel, skal + på den ene celle forbindes med – på den næste celle osv.

Brug dit voltmeter til at afprøve dine solceller ved forskellig belysning. Find det sted og den vinkel i forhold til lyskilden, hvor solcellerne yder mest.

Forbind nu dine solceller, så de samles i et solcellepanel som anvist ovenfor.

- ? Hvor stor betydning har panelets placering i forhold til lyskilden?
- ? Hvilken lyskilde indeholder mest energi?
- ? Hvor mange volt kan du få dit solcellepanel til at yde?
- ? Hvor mange solceller skal du bruge, for at få de forskellige lysdioder og pærer til at lyse?
- ? Hvorfor anvendes solcellepaneler ikke i større udstrækning i dag?



[4.10] Kan du udnytte dit solcellepanel til andet end lys?

### Andre veje

- Hvilke beslutninger blev der truffet med Kyoto-aftalen i 1997?
- Hvilke lande har ikke underskrevet Kyoto-aftalen?
- Hvad har den danske regering og Folketinget besluttet for at nå målene fra Kyoto-aftalen?
- Hvor i Danmark er der kraft-varmeværker, der fyrer med kul? – gas? – andet?
- Hvordan fungerer dit lokale kraft-varmeværk?
- Hvilke brændstoffer bruger fjernvarmeværkerne i din region?
- Hvad menes der med "CO<sub>2</sub>-neutrale brændstoffer"?
- Hvor er de mest CO<sub>2</sub>-neutrale energianlæg i din kommune?
- Hvordan virker de forskellige vedvarende energianlæg?
- Hvilke råd ville du give klimaministeren inden klimatopmødet i København i december 2009?
- Hvordan vil det danske samfund (energiforsyning) og CO<sub>2</sub>-udslip se ud i år 2030?

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.videnomenergi.dk](http://www.videnomenergi.dk)

[www.sciencemuseum.org.uk/energy/site/EIzinfo.asp](http://www.sciencemuseum.org.uk/energy/site/EIzinfo.asp)

[www.inforse.org/europe/schools/energy\\_experiments.htm](http://www.inforse.org/europe/schools/energy_experiments.htm)

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



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

For cirka 250 år siden begyndte vi mennesker at bygge store fabrikker og udnytte energien i kul, olie og gas.

De mange fabrikker, jernbaner og senere biler og flyvemaskiner førte til en voldsom stigning i udledning af drivhusgasser (se side 4).

Denne menneskeskabte udledning af drivhusgasser påvirker Jordens klima.

## Du oplever det allerede:

Jordens gennemsnits-temperatur stiger. Isen i de arktiske områder smelter, og vi hører oftere om hede-bølger, orkaner, tørkeperioder, voldsomme regnskyl og oversvømmelser.

I Danmark forventer man, at klimaændringerne blandt andet vil føre til varmere somre, mildere vintre og flere kraftige storme.

Klimaændringer sker gradvist og der er mange faktorer, der påvirker vejret. Derfor vil der være forskel fra år til år og fra område til område.

Men hvad skal vi gøre? Kan vi ændre udviklingen, så vi undgår disse store menneskeskabte klimaforandringer?

## Du bør tænke over det:

Mængden af drivhusgasser i atmosfæren – og især mængden af CO<sub>2</sub> – stiger på grund af den måde, vi har valgt at fremstille og at bruge energi på i hverdagen.

Det er muligt at fremstille elektricitet og varme uden at CO<sub>2</sub>-indholdet i luften stiger.

Det er muligt at transportere personer og varer på en mere CO<sub>2</sub>-neutral måde.

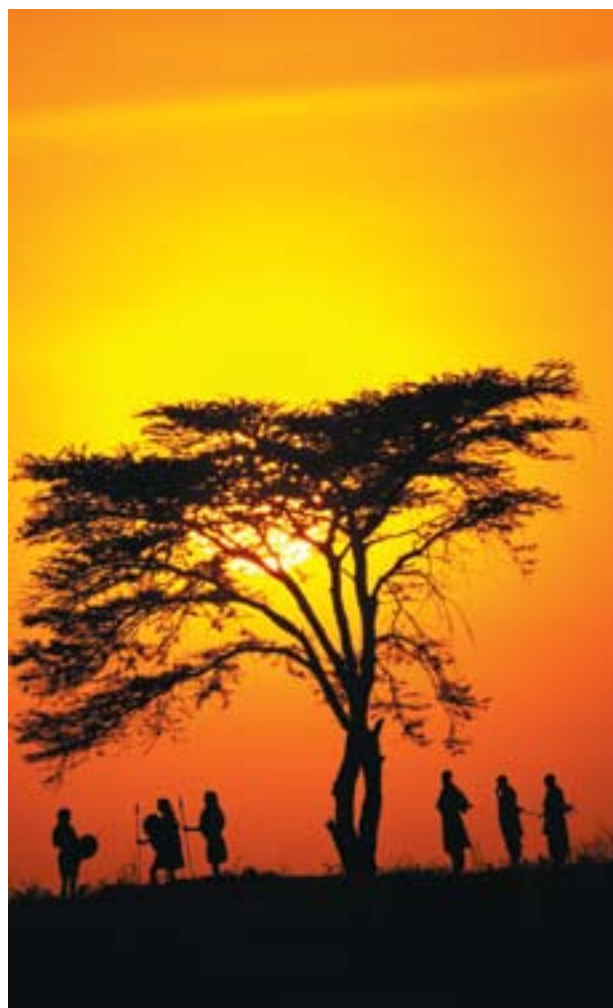
Og det er muligt at spare på vores forbrug af elektricitet og varme i hverdagen.

Hvis vi alle sammen gør en ekstra indsats og tænker os om i hverdagen, så kan vi bremse udledningen af CO<sub>2</sub> i atmosfæren – og dermed også de menneskeskabte klimaforandringer.

Politikere og videnskabsfolk fra hele verden er enige om, at der skal handles.

Mange af beslutningerne skal tages af politikerne, men du kan også selv gøre meget for at bremse udledningen af CO<sub>2</sub> i atmosfæren.

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



[5.1] Hvad sker der når temperaturen stiger?  
– se [www.videnomenergi.dk/page862.aspx](http://www.videnomenergi.dk/page862.aspx)

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

Her er forslag til aktiviteter, som du selv kan lave

### Drivhuseffekten

– lav forsøg med CO<sub>2</sub> og varme

CO<sub>2</sub> er ikke giftigt, og der skal være lidt CO<sub>2</sub> i luften. Hvis der ikke var CO<sub>2</sub> i luften, kunne planter ikke leve på Jorden.

De menneskeskabte klimaændringer skyldes, at vi i dag leder for meget CO<sub>2</sub> ud i atmosfæren. Det forhindrer varmen fra Jorden i hurtigt at forsvinde ud i rummet.

Med følgende forsøg kan du vise, at CO<sub>2</sub> er en drivhusgas, der holder på varmen:

#### Brug:

2 små akvarier, sort karton, 2 termometre, 2 glødelamper, 1 dl eddike, 1/2 dåse bagepulver, 1 sugerør, 1 ballon, en tom 1/2-liters sodavandsflaske og evt. en tragt.

Fold to stykker sort karton, så de danner én væg og gulv i hvert akvarium. Lav en ekstra fold for enden af gulvet. Placer termometrene så de ligger i skygge bag disse folder (se tegning).

Du skal nu fylde det ene akvarium med CO<sub>2</sub>.

Brug samme metode som anvist i forsøget side 8. Blot skal du i dette forsøg holde enden af sugerøret ned i det ene akvarium.

CO<sub>2</sub> er tungere end luft, derfor vil CO<sub>2</sub>-en blive i akvariet. Den luft, der var i akvariet, vil blive presset op og ud af akvariet. Lad CO<sub>2</sub>'en strømme i cirka 5 minutter.

Placer nu de to glødelamper i lige stor afstand fra de to akvarier. Aflæs termometrene ved forsøgets start og herefter hvert 10. minut.

- ? I hvilket akvarium stiger temperaturen mest?  
– hvorfor netop i dette akvarium?
- ? Hvor stor temperaturforskel kan du komme op på?
- ? Hvorfor skal der være sort karton i akvarierne?
- ? Hvilken sammenhæng er der mellem forsøget og drivhuseffekten i det virkelige liv.



5.2] Drivhusgasser i atmosfæren forhindrer varmen fra Jorden i hurtigt at forsvinde ud i rummet.

CO<sub>2</sub> i verden

## Når isen smelter

### – lav forsøg med isklumper

Jordens middel-temperatur stiger, og isen i de arktiske områder smelter. Dette kan få vandstanden i havene til at stige.

Vandstanden vil dog kun stige, hvis og når gletsjere og anden indlandsis smelter.

Det passer således ikke, at vandstanden vil stige, hvis og når isen på Nordpolen og anden havis smelter.

Dette kan du vise ved følgende forsøg.

#### Brug:

2 tomme og rene mælkekartoner (1 liter), vand, fryser, 2 ens akvarier (fx 6 liter), 1 mursten, 1 lineal og evt. 2 ens lamper.

Fyld de to rengjorte mælkekartoner med vand, og stil dem i fryseren til næste dag eller til, at al vandet er frosset til is.

Stil de to akvarier ved siden af hinanden på et bord eller i vindueskarmen.

Placer murstenen i det ene akvarium. Fyld vand i akvariet, så vandoverfladen netop når den øverste kant på murstenen. Læg isen fra den ene mælkekarton på murstenen.

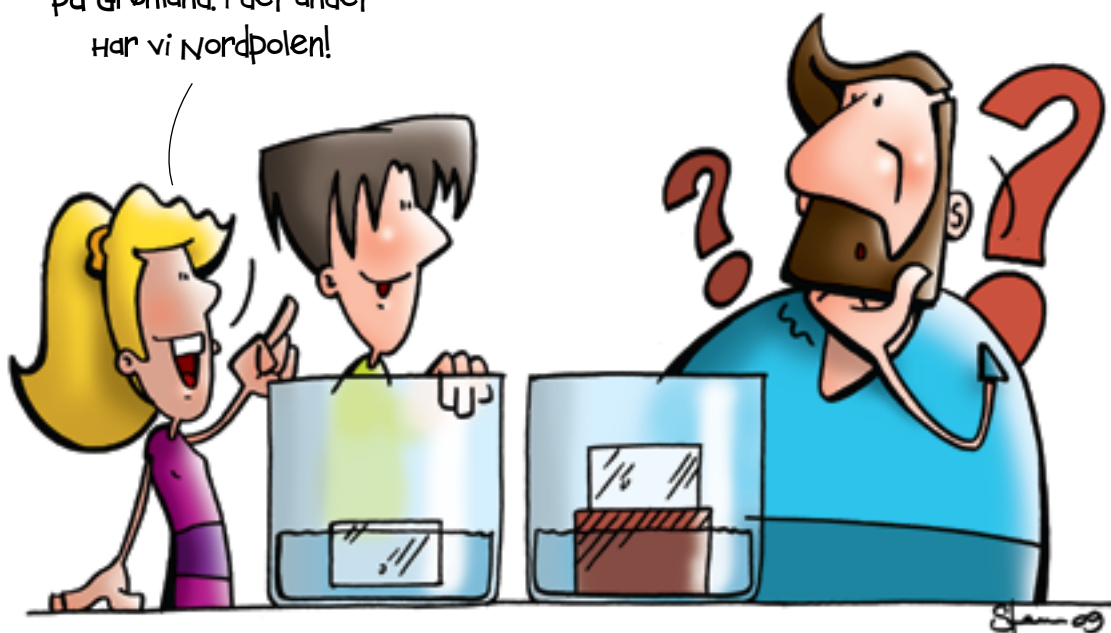
Læg den anden isklump i det andet akvarium. Fyld derefter dette akvarium med vand, så vandstanden står præcis lige så højt som i det første akvarium.

Hvis du vil have forsøget til at gå hurtigere, kan du sætte en lampe over hvert akvarium. Husk lamperne skal være i samme afstand fra isen.

Mål vandstanden i begge akvarier før og efter, at isen i begge akvarier er smeltet.

- ❓ Stiger vandstanden i begge akvarier, når isen smelter? – hvorfor/hvorfor ikke?
- ❓ Hvor meget stiger vandstanden i det ene/begge akvarier, når isen smelter?
- ❓ Hvad viser dette forsøg om vandstanden i havene, når isen smelter?
- ❓ Passer det, at vandstanden i havene vil stige, når isen på Grønland smelter? – på Nordpolen?

Her har vi så indlandsisen  
på Grønland. i det andet  
har vi Nordpolen!



[5.3] Vandstanden i havene vil stige, hvis gletsjere og anden indlandsis smelter.

## De store havstrømme

### – lav forsøg med kolde vandlag

En af årsagerne til, at vi i dag har et mildt og stabilt klima i Danmark, er, at Golfstrømmen hele tiden fører varmt overfladevand mod nord og koldt bundvand mod syd.

Golfstrømmen holdes blandt andet i gang af en ”naturlig pumpe” ved Østgrønlands kyst. I dette område bliver det varme overfladevand kølet ned af havisen.

Koldt vand er tungere end varmt vand.

Derfor synker det afkølede vand mod bunden – og nyt (og varmt) overfladevand ”suges til” sydfra.

Hvis al havis smelter på grund af drivhuseffekten, kan det føre til, at Golfstrømmen og andre havstrømme svækkes.

Med følgende forsøg kan du vise, hvordan den ”naturlige pumpe” ved Grønlands kyst virker.

#### Brug:

1 akvarium (mindst 6 liter), koldt og varmt vand, frugt- farve (fx grøn), 20 isterninger, 1 konisk kolbe, 1 lille glasplade (fx 5 × 5 cm) og 1 tang.

Fyld koldt vand i akvariet, så vanddybden er minimum 20 cm. Tilsæt isterningerne, så de flyder i overfalden.

Fyld kolben med varmt vand. Tilsæt frugtfarve så vandet i kolben er tydeligt farvet.

Placér den lille glasplade over kolbens åbning. Med en tang flyttes kolben med låg over i akvariet – se tegning.

Når vandet i akvariet er faldet til ro, skubbes glaspladen væk fra kolbens åbning.

- ❓ Betragt det farvede vand og strømningerne i akvariet. Hvad sker der med det farvede vand i kolben? – hvorfor?
- ❓ Fortsæt forsøget til al is er smeltet. Hold øje med alle strømninger i akvariet.
- ❓ Kan du få øje på strømme, der går ned mod bunden i akvariet?
- ❓ Sammenlign forsøget med det der sker ved Østgrønlands kyst.
- ❓ Hvad ville der ske, hvis der ikke var isklumper i akvariet?
- ❓ Hvad ville der ske, hvis der ikke var havis i de arktiske områder?



[5.4] Hvorfor opstår der strømninger i akvariet?

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

### Naturens kredsløb

#### – lav forsøg med vandets kredsløb

Jo mere CO<sub>2</sub> og andre drivhusgasser der er i atmosfæren, jo varmere bliver klimaet på Jorden og jo mere nedbør vil der komme.

Jorden kaldes ”Den blå Planet”, for cirka 70% af Jordens overflade er dækket af hav.

I takt med at middel-temperaturen på Jorden stiger, vil der fordampe mere vand fra havene. Vandet vil igen falde ned på jorden som regn og anden nedbør.

Dette kan du vise med følgende forsøg.

#### Brug:

1 akvarium/rødbedeglas, 1 træklods, vand, 1 petriskål, vat, karsefrø, 1 glødelampe (min. 60 watt), husholdningsfilm, isterninger og småsten.

Fyld petriskålens bund med vat. Hæld karsefrø ud over vattet. Placér den åbne petriskål i den ene ende af akvariet.

Hæv denne ende af akvariet med en træklods.

Hæld vand i den modsatte ende, så det danner et ”hav” i denne halvdel af akvariet.

Dæk akvariets åbning med husholdningsfilm. Tape filmen fast, så den slutter tæt.

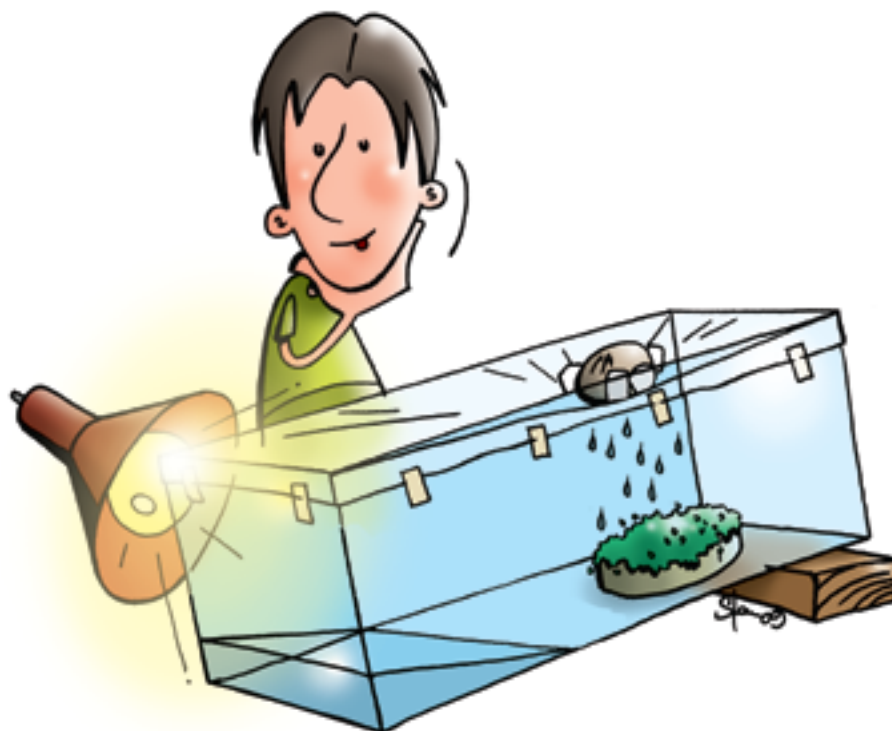
Placér lidt småsten og nogle isterninger på filmen. Sten og is skal placeres, så filmen danner en fordybning netop over petriskålen.

Placér nu en tændt glødelampe tæt på akvariet, så den lyser (og varmer) ned på ”havet”.

Lad forsøgsopstillingen stå i mindst en uge. Læg nye isterninger ved stenene så ofte som muligt.

Læg mærke til, hvordan vandet efterhånden fordampes og fortættes på filmen, så det drypper ned på karsefrøene.

- ❓ Kan du få kredsløbet til at køre så længe, at karsefrøene begynder at spire?
- ❓ Beskriv vandets kredsløb i dette forsøg! – i naturen!
- ❓ Hvor lang tid varer vandet kredsløb?
- ❓ Hvilke faktorer har betydning for vandets kredsløb i denne opstilling? – i naturen?



[5.5] Vandets kredsløb har afgørende betydning for alt liv på Jorden.



### Andre veje

- Hvorfor begyndte atmosfærens CO<sub>2</sub>-indhold at stige for 250 år siden?
- Hvilke opfindelser har især ført til, at der nu bliver ledt mere CO<sub>2</sub> ud i luften?
- Hvordan kan mere CO<sub>2</sub> i atmosfæren føre til at Jordens klima bliver varmere?
- Hvad menes der med de menneskeskabte klimaændringer?
- Hvilke klimaændringer kan vi vente i fremtiden?
- Hvorfor mener man, at vandstanden i havene vil stige?
- Hvilken betydning har de store havstrømme for Jordens klima?
- Hvorfor har vandets kredsløb en afgørende betydning for alt liv på Jorden?
- Hvad kan politikerne gøre for at bremse udledningen af CO<sub>2</sub> i atmosfæren - og dermed også de menneskeskabte klimaforandringer?
- Hvad kan du selv gøre, for at bremse den globale opvarmning?

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.videnomenergi.dk](http://www.videnomenergi.dk)

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

[www.youtube.com/watch?v=B36W6ee-tbA](https://www.youtube.com/watch?v=B36W6ee-tbA)

[www.miljoerejsen.dk/wm142719](http://www.miljoerejsen.dk/wm142719)

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

I de sidste 250 år er atmosfærens indhold af drivhusgasser og især CO<sub>2</sub> vokset stadigt hurtigere.

Atmosfærens voksende indhold af CO<sub>2</sub> skyldes først og fremmest menneskets afbrænding af fossile brændstoffer som kul, olie og gas samt den omfattende rydning af store skovområder.

Jo højere koncentration af drivhusgasser i atmosfæren, jo varmere bliver klimaet på Jorden. FN's Klimapanel vurderer, at den globale gennemsnitstemperatur i det 21. århundrede vil stige mellem 2 og 4 °C alt efter, hvor mange drivhusgasser vi lukker ud i atmosfæren.

Konsekvenserne af disse menneskeskabte klimaændringer er svære at forudse, for mange faktorer spiller ind, og flere af naturens mekanismer kan forrykkes og derved medføre yderligere klimaændringer.

I det følgende vil vi nævne tre af de mekanismer, der *måske kan* medføre, at drivhuseffekten løber løbsk, hvis den naturlige balance forrykkes.

**De store havstrømme** har stor betydning for Jordens klimaregulering. I vores del af verden er Golfstrømmen medvirkende til, at vi har et stabilt og mildt klima.

Golfstrømmen fører varmt overfladevand mod nord og koldt bundvand mod syd. Mekanismen holdes i gang af en gigantisk naturlig pumpe ved Østgrønlands kyst.

Her får isdannelser det salte overfladevand til at synke til bunds – hvorved nyt (og varmt) overfladevand "suges til" sydfra.

Hvis der sker en reduktion i isdannelserne langs Østgrønlands kyst, kan det derfor få den konsekvens, at Golfstrømmen svækkes.

**Permafrost** er jord, der forbliver frosset i en periode på mere end 2 år. I dag er cirka 20 % af Jordens landmasse dækket af permafrost, og nogle af disse områder har været frosset lige siden begyndelsen af sidste istid.

Heriblandt er store tørvemoser i Sibirien. Disse moser indeholder ca. 1/2 af den metan, der er bundet i Jorden. Hvis permafrosten ophører, vil al denne metan frigives til atmosfæren.

Da metan er en drivhusgas, der er meget kraftigere

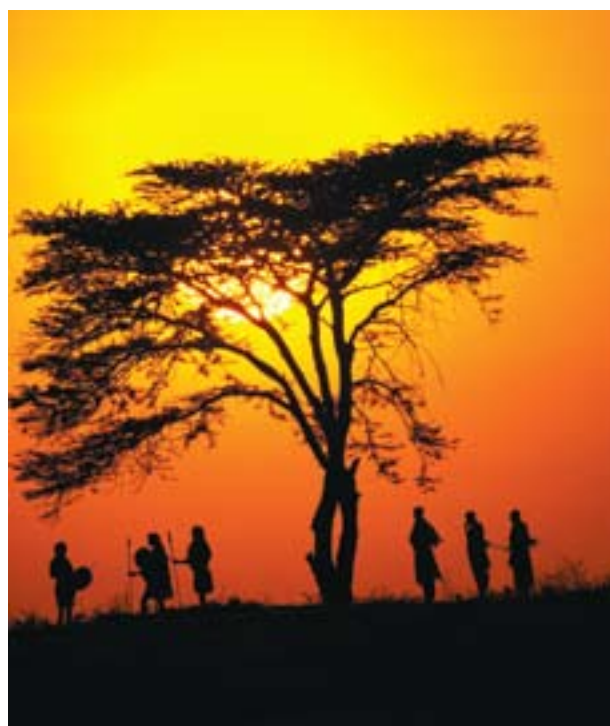
end CO<sub>2</sub> (se side 10), vil drivhuseffekten forstærkes voldsomt, hvis klimaændringerne medfører at permafrosten optøs.

**Albedo** er et udtryk for, hvor meget lys og dermed varme der kastes tilbage fra et legeme. Forskellige overflader har vidt forskellig albedo:

- Lava kaster 4 % tilbage - albedo = 4 %
- Havoverflader - albedo = 3,5 %
- Græsområder - albedo = 20 %
- Isdækket overflade (Antarktis, den grønlandske indlandsis, havis m.m.) - albedo = 81 %

Hvis isen på fx overfladen af Antarktis smelter p.g.a. drivhuseffekten, vil en langt mindre del af lyset fra Solen kastes tilbage i rummet – og derved vil der dannes mere varme. Varmen vil optages af Jorden og derfor medvirke til en yderligere stigning i Jordens gennemsnitstemperatur.

I det følgende vil vi opfordre dig til, selv at udforske drivhuseffekten og balancen i naturens kredsløb.



[5.6] Hvad sker der når temperaturen stiger?  
– se [www.videnomenergi.dk/page862.aspx](http://www.videnomenergi.dk/page862.aspx)

CO<sub>2</sub> i verden

Her er forslag til aktiviteter, som du selv kan lave

## Drivhuseffekten

– lav forsøg med CO<sub>2</sub> og varme

Den naturlige drivhuseffekt (se side 19) opstår, fordi Solens stråler ændrer bølgelængde, når de rammer jordoverfladen.

Når Solens stråler rammer Jorden omdannes de fra kortbølgede lysstråler til langbølgede varmestråler inden de reflekteres tilbage mod universet.

Drivhusgasserne i atmosfæren reflekterer de langbølgede stråler tilbage mod Jorden, så den opvarmes yderligere.

Dette kan du vise med følgende forsøg:

### Brug:

2 små akvarier uden låg, sort karton, 2 termometre, 2 glødelamper, 1 dl eddike, 1/2 dåse bagepulver, 1 sugerør, 1 ballon, en tom 1/2-liters sodavandsflaske og evt. en tragt.

Fold 2 stykker sort karton, så de danner én væg og gulv i hvert akvarium. Lav en ekstra fold for enden af gulvet, og placer termometrene så de ligger i skygge bag disse folder (se tegning).

Du skal nu fylde det ene akvarium med CO<sub>2</sub>.

Start med at klippe et lille hul i ballonen. Placer sugerøret heri. Sørg for at ballonen slutter tæt om sugerøret.

Når bagepulver og eddike blandes, dannes CO<sub>2</sub>. Fyld derfor bagepulveret i sodavandsflasken og hæld 1 dl eddike over bagepulveret. Sæt hurtigt ballonen på flasken, og hold enden af sugerøret ned i det ene akvarium.

CO<sub>2</sub> er tungere end luft, derfor vil CO<sub>2</sub>'en blive i akvariet, mens luften fortrænges. Lad

CO<sub>2</sub>'en strømme i cirka 5 minutter.

Placer nu de to glødelamper i lige stor afstand fra de to akvarier. Aflæs termometrene ved forsøget start og herefter hvert femte minut.

- ? I hvilket akvarium tror du, at temperaturen vil stige mest? – Passer dine forudsigelser?
- ? Hvor stor temperaturforskul kan du komme op på?
- ? Hvorfor skal der være sort karton i akvarierne?
- ? Sker drivhuseffekten kun i det ene akvarium? – hvorfor/hvorfor ikke?
- ? Sammenlign forsøget med forhold i det virkelige liv.



[5.7] Drivhusgasser i atmosfæren forhindrer den langbølgede stråling i at blive reflekteret direkte ud i rummet.

## De store havstrømme

### – lav forsøg med vandstrømme

Koldt vand har en større massefylde end varmt vand. Derfor vil kolde vandlag altid ligge under vandlag med højere temperatur.

Når store vandmasser med forskellige temperaturer mødes, bliver de ikke umiddelbart blandet, medmindre der samtidig skabes omrøring, f.eks. gennem vinden.

Hvis varme vandlag pludselig nedkøles, som det sker ved Østgrønlands kyst, vil vandets massefylde stige. Det afkølede vand vil derfor synke mod bunden.

Dette kan du vise med følgende forsøg:

#### Brug:

1 plastakvarium (fx 6 liter), varmt og koldt vand, frugtfarve, tragt, plastslange, termometer og isterninger.

Fyld akvariet knap halvt med varmt vand (cirka 25° C). Tilsæt frugtfarve og rør rundt, til farven er jævnt fordelt i vandet.

Monter en kort plastslange på tragten, så du *med forsigtighed* kan hælde koldt vand (cirka 7° C) via tragten og slangen ud i akvariet under det varme vandlag.

Fyld cirka lige så meget koldt vand i akvariet som varmt vand. Lad vandet falde til ro, og betragt lagdelingen i vandet.

Mål temperaturen i de tre (!) vandlag. Hvor stor er temperaturforskellen mellem lagene?

Placér nu 10 - 15 isterninger så de flyder i den ene ende af akvariet. Betragt vandlagene mens isen smelter.

- ? Kan du observere en nedadgående vandstrøm?
- ? Sammenlign forsøget med det, der sker ved Østgrønlands kyst.
- ? Hvilken betydning har denne mekanisme for det danske klima? – Europas klima?
- ? På hvilken måde kan drivhuseffekten og de menneskeskabte klimaændringer ændre den naturlige pumpe ved Østgrønlands kyst?
- ? Hvilke andre faktorer har indflydelse på de store havstrømme?



[5.8] Grænselaget mellem det kolde og det varme vand kaldes for springlaget.

## Albedo

### – lav forsøg med varme

En overflade opfattes som hvid, når den reflekterer mindst 80% af lyset fra en hvid lyskilde. Hvis en overflade tilbagekaster mindre end 3% af det modtagne lys, opfattes den som sort.

Jo mindre lys der reflekteres fra overfladen, jo varmere vil legemet blive. Derfor er der større risiko for solstik, hvis man om sommeren går i sort tøj, og derfor har Jordens overflade stor betydning for Jordens klima.

Med følgende forsøg kan du undersøge refleksionen fra forskellige overflader:

#### Brug:

4 - 5 tomme 1/2-liters sodavandsflasker med låg, akrylmaling (fx hvid, sort, brun og grøn), stanniol, 4 - 5 termometre, 1 bór (5 mm), 2 - 3 glødelamper og vand.

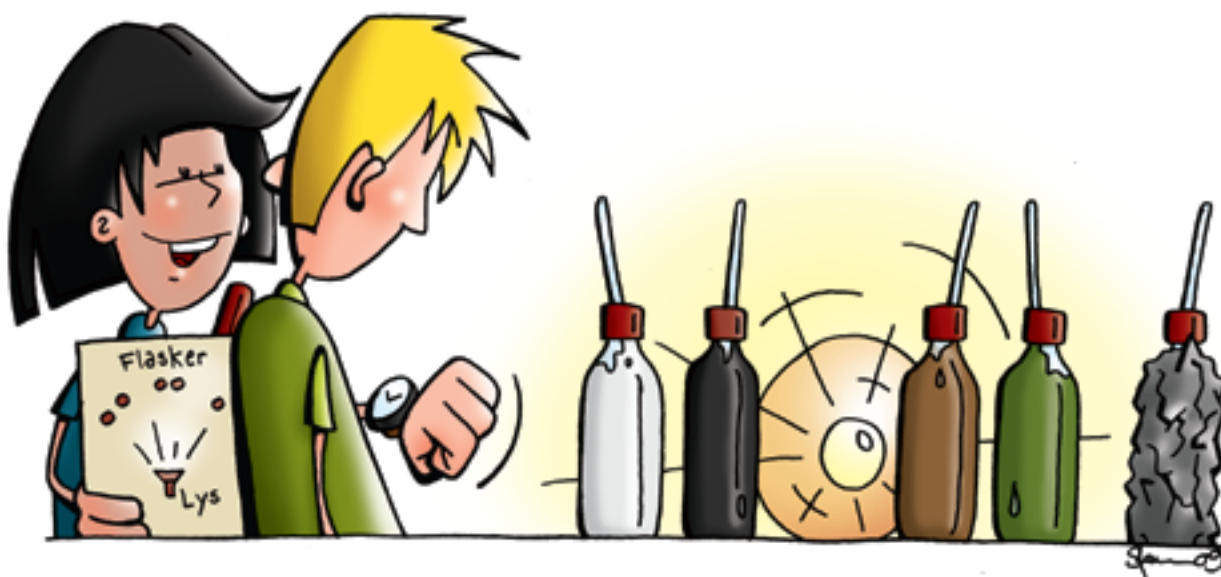
Én af flaskerne omvikles med stanniol, så hele overfladen er dækket. Mal de øvrige flasker ensfarvet med hver sin farve. Stil flaskerne til tørring.

Bor et hul i hvert låg, der passer til dine termometre. Placer et termometer i hvert låg, så du kan måle temperaturen i samme dybde.

Når flaskerne er tørre fyldes de med vand, og lågene skrues på. Placer herefter flaskerne parvis i lige stor afstand fra glødelamperne.

Tænd lamperne og mål temperaturerne ved forsøgets start og herefter hvert 10-ende minut.

- ❓ Hvor hurtigt stiger temperaturen i de forskellige sodavandsflasker?
- ❓ I hvilken flaske stiger temperaturen mest? – hvorfor?
- ❓ I hvilken flaske stiger temperaturen mindst? – hvorfor?
- ❓ Hvilken sammenhæng er der mellem albedo-effekten, drivhuseffekten og de menneskeskabte klimaændringer?



[5.9] Jordens gennemsnitlige albedo-effekt er på 30%.



## Naturens kredsløb

### – lav forsøg med vandets kredsløb

I takt med at den globale gennemsnitstemperatur stiger, vil balancen i naturens store kredsløb forrykkes.

De menneskeskabte klimaændringer kan således medføre flere tilfælde af ekstrem varme, ekstreme storme, ekstreme tørkeperioder, ekstreme oversvømmelser og ekstrem nedbør.

Vandets kredsløb har afgørende betydning for alt liv på Jorden. Vi vil derfor opfordre dig til at undersøge, hvilke konsekvenser en global opvarmning kan få for vandets kredsløb.

Start med følgende forsøg.

#### Brug:

1 akvarium (mindst 6 liter), 1 træklods, vand, 1/2 mursten, 1 tom mælkekarton (1 liter), 1 petriskål, vat, karsefrø, 1 glødelampe (min. 60 watt), husholdningsfilm, isterninger og småsten.

Fyld mælkekartonen med koldt vand. Sæt kartonen i fryseren til næste dag, eller til alt vandet er frosset.

Fyld petriskålens bund med vat. Hæld karsefrø ud over vattet. Placér den åbne petriskål i den ene ende af akvariet.

Hæv denne ende af akvariet med en træklods.

Hæld vand i den modsatte ende, så det danner et "hav" i denne halvdel af akvariet. Placer murstenen i havet, så du har en "ø".

Tag den frosne is ud af mælkekartonen, og placer den som en "indlandsis" på din ø.

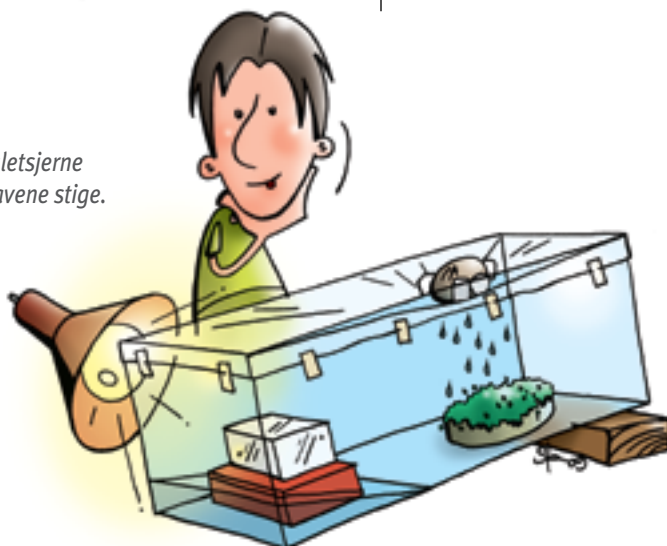
Dæk akvariets åbning med husholdningsfilm. Placér lidt småsten og nogle isterninger på filmen. Sten og is skal placeres, så filmen danner en fordybning netop over petriskålen.

Placér nu en tændt glødelampe tæt på akvariet, så den lyser (og varmer) ned på havet, øen og indlandsisen.

Lad forsøgsopstillingen stå i mindst en uge. Læg nye isterninger ved stenene så ofte som muligt.

- ? Hvor hurtigt smelter din indlandsis?
- ? Hvad sker der med vandstanden i havet?
- ? Ville vandstanden stige, hvis isen flød som et isbjerg? – kan du bevise det?
- ? Læg mærke til, hvordan vandet efterhånden fordamper og fortættes på filmen, så det drypper ned på karsefrøene.
- ? Kan du få kredsløbet til at køre så længe, at karsefrøene begynder at spire?
- ? Er der elementer af vandets kredsløb, der ikke vises i denne forsøgsopstilling? - evt. hvilke?
- ? Hvor lang tid varer vandets kredsløb?
- ? Hvilke faktorer har betydning for vandets kredsløb i denne opstilling? - i naturen?
- ? Kan du lave andre forsøg og forsøgsopstillinger, der viser noget om naturens store kredsløb?

[5.10] Når indlandsisen og gletsjerne smelter vil vandstanden i havene stige.



#### 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)

<http://viden.jp.dk/klima/>

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

# Lærervejledning

Begreber som miljø, menneske, energi, vand og ressourcer indgår på forskellig vis i de nye fælles mål for hhv. natur/teknik, fysik/kemi, matematik, geografi, biologi og dansk. Denne landsdækkende skolekonkurrence kan, som omtalt i forordet, således også bruges som udgangspunkt for et flerfagligt samarbejde eller et projektorienteret forløb i et eller flere af disse fag. Formålet for fagene (2009) siger bl.a.:

**Natur/teknik** – ... at eleverne udvikler forståelse for spillet mellem menneske og natur i deres eget og fremmede samfund samt ansvarlighed over for miljøet som baggrund for engagement og handling ...

**Fysik/kemi** – ... at elevernes ansvarlighed over for naturen og brugen af naturressourcer og teknik videreudvikles, så de får tillid til egne muligheder for stillingtagen og handlen i forhold til spørgsmål om menneskets samspil med naturen – lokalt og globalt ...

**Matematik** – ... at eleverne selvstændigt og gennem dialog og samarbejde med andre erfarer, at arbejdet med matematik fordrer og fremmer kreativ virksomhed - problemløsning, argumentation og kommunikation ...

**Geografi** – ... at eleverne skal tilegne sig grundlæggende geografisk viden som baggrund for forståelse af geografiske begreber og sammenhænge og viden om samfundenes udnyttelse af naturgrundlag og ressourcer ...

**Biologi** – ... at eleverne erkender, at naturvidenskab og teknologi er en del af vores kultur og verdensbillede. Elevernes ansvarlighed over for natur, miljø og sundhed skal videreudvikles ...

**Dansk** – ... undervisningen skal styrke elevernes beherskelse af sproget og udvikle en åben og analytisk indstilling til samtidens og andre perioders og kulturers udtryksformer ...

Der henvises i øvrigt til uddragene af fagenes slutmål herunder. Samtidig anbefaler vi at inddrage andre fag som fx hjemkundskab, billedkunst, sløjd og/eller samfundsfag i et flerfagligt samarbejde.

## Udpluk fra faghæfterne "Fælles mål 2009"

### I natur/teknik skal undervisningen lede frem mod, at eleverne bliver i stand til:

- At beskrive, sortere og anvende viden om materialer og stoffer og deres forskellige egenskaber samt det levende og det ikke levende.
- At finde ligheder og forskelle mellem levevilkår og livsbetingelser for planter, dyr og mennesker i det nære og det fjerne.
- At kende begrebet bæredygtighed og kunne redegøre for eksempler på, at menneskets forbrug af ressourcer og anvendelse af teknologi påvirker kredsløb i naturen og vurdere, hvilke konsekvenser det har for planter, dyr og mennesker.
- At kende træk af teknologiens historie og anvendelse samt følgevirkninger for planter, dyr og mennesker.
- At vurdere eksempler på miljøproblemer lokalt og globalt på baggrund af egen indsigt.
- At formulere relevante spørgsmål, opstille hypoteser og modeller som grundlag for både praktiske og teoretiske undersøgelser.
- At konkludere ud fra iagttagelser, undersøgelser, datasøgning, dataopsamling, faglig læsning og interview både på skolens område og uden for dette.
- At formidle resultater af egne og andres data på flere forskellige måder.

### I fysik/kemi skal undervisningen lede frem mod, at eleverne bliver i stand til:

- At benytte fysiske og kemiske begreber og enkle modeller til at beskrive og forklare fænomener og hændelser.
- At kende til vigtige stoffer og materialer og deres egenskaber.
- At kende til vigtige stofkredsløb i naturen.
- At gøre rede for, diskutere og tage stilling til samfundets ressource- og energiforsyning.
- At beskrive og forklare eksempler på energiomsætninger.

- At beskrive og forklare eksempler på fremstilling af produkter samt vurdere produktionsprocessers belastning af miljøet.
- At beskrive hverdagslivets teknik og dens betydning for den enkelte og samfundet.
- At formidle resultatet af arbejdet med fysiske, kemiske og tekniske problemstillinger.

### I biologi skal undervisningen lede frem mod, at eleverne bliver i stand til:

- At beskrive menneskers anvendelse af naturgrundlaget samt inddrage perspektiver for bæredygtig udvikling.
- At forholde sig til aktuelle miljøproblemer og deres betydning for menneskets sundhed og den omgivende natur.
- At undersøge og forklare almene biologiske processer i fødevarerproduktionen.
- At identificere og formulere relevante problemstillinger samt opstille hypoteser.
- At planlægge, gennemføre og vurdere undersøgelser og eksperimenter i naturen og laboratoriet.
- At læse, forstå og vurdere informationer i faglige tekster.
- At anvende informationsteknologi i forbindelse med informationssøgning, dataopsamling, bearbejdning og formidling.
- At kende eksempler på biologisk forskning, der har udvidet menneskets erkendelse.

### I geografi skal undervisningen lede frem mod, at eleverne bliver i stand til:

- At give eksempler på naturgeografiske mønstre, kredsløb og sammenhænge på regionalt og globalt plan.
- At give eksempler på regionale og globale mønstre i forbindelse med økonomi, produktion, ressourceforbrug, bæredygtighed, miljø og forurening.
- At beskrive vigtige forhold ved vejr, klima og klimaforandringer på Jorden.
- At beskrive, hvordan is, vand og vind kan forme landskaber.

## Lærervejledning

- At beskrive og forklare sammenhængen mellem landskab, klima, jordbund og vand som grundlag for levevilkår i verdens forskellige egne.
- At give eksempler på menneskets udnyttelse af naturgrundlaget set i sammenhæng med bæredygtighed.
- At vurdere de miljømæssige konsekvenser af samfundenes udnyttelse af naturgrundlaget.
- At anvende informationsteknologi i forbindelse med informationsøgning, undersøgelser, registrering, bearbejdning og fremlæggelse.

### I matematik skal undervisningen lede frem mod, at eleverne bliver i stand til:

- At anvende tal i praktiske og teoretiske sammenhænge.
- At benytte geometriske begreber og metoder til beskrivelse af objekter og fænomener fra dagligdagen.
- At læse, forstå, vurdere og anvende statistiske begreber til beskrivelse, analyse og tolkning af kvantitative data.
- At matematisere problemstillinger fra dagligdag, samfundsliv og natur og tolke matematiske modelers beskrivelse af virkeligheden.
- At anvende faglige redskaber, begreber og kompetencer til løsningen af matematiske problemstillinger i forbindelse med dagligliv, samfundsliv og natur.
- At bruge matematik som et redskab til at beskrive eller forudsige en udvikling eller en begivenhed.
- At erkende matematikkens muligheder og begrænsninger ved beskrivelse af virkeligheden.

### I dansk skal undervisningen lede frem mod, at eleverne bliver i stand til:

- At anvende et nuanceret og sikkert ord- og begrebsforråd og udtrykke sig i en sammenhængende og disponeret form.
- At forstå og beherske sprogets samspil med andre udtryksmidler.
- At læse sikkert og hurtigt med forståelse og indlevelse.

- At beherske forskellige læseteknikker og fastholde det væsentlige af det læste i mundtlig og skriftlig form.
- At forholde sig analytisk, vurderende og produktivt til sagprosa og andre udtryksformer.
- At udtrykke sig i billeder, lyd og tekst i komplekse produktioner.
- At anvende informationsteknologi og elektroniske mediers muligheder bevidst og hensigtsmæssigt.

### I hjemkundskab skal undervisningen lede frem til, at eleverne bliver i stand til:

- At give eksempler på måltidets sociale, kulturelle og historiske aspekter.
- At vurdere retter og måltider ud fra sundheds-, smags- og forbrugskriterier.
- At give eksempler på fødevarers vej fra jord til bord.
- At undersøge forskellige fødevarer og deres kvalitet i forhold til sundhed, miljø og teknologi.
- At forstå, at forbrugsvalg har miljø- og ressource-mæssige konsekvenser.
- At tage kritisk stilling som forbruger.

### I samfundsfag skal undervisningen lede frem til, at eleverne bliver i stand til:

- At reflektere over betydningen af egne og andres rettigheder og pligter i et demokratisk samfund.
- At redegøre for bæredygtig udvikling set i lyset af økonomisk vækst og miljø.
- At reflektere over den økonomiske udviklings betydning for naturgrundlaget.
- At diskutere mulige handlinger i relation til virkninger af økonomiens globalisering.
- At fremskaffe og anvende statistik og anden empiri i behandlingen af samfundsmæssige problemstillinger, blandt andet gennem egne observationer og spørgemetoder.



# Specifik lærervejledning

Som det fremgår af forord og indledning i dette idekatalog, findes de fem kapitler i to niveauer: *Niveau 1* med **blåt** sidehoved og *Niveau 2* med **grønt** sidehoved.

De to niveauer adskiller sig i sværhedsgrad og forventning til baggrundsviden og forståelsesgrad. Niveau 1 henvender sig typisk til mellemtrinnet (4. - 6. klasse); men kan helt eller delvist anvendes af elever fra 7. - 10. klasse. Niveau 2 henvender sig primært til elever i overbygningen; men udpluk fra disse afsnit kan anvendes af dygtige elever i fx 6. klasse.

Enkelte forslag til forsøg og aktiviteter er introduceret på begge niveauer med hensyntagen til den forventede forskel i forhåndsviden. Vi anbefaler derfor, at læreren orienterer sig i materialet og plukker fra begge niveauer, så sværhedsgraden passer netop til den aktuelle klasse, gruppe eller elevs behov.

Farven på sidehovederne er valgt, så eleverne på sort/hvid print ikke vil kunne se forskel på de to niveauer. Ved udvælgelsen af aktiviteter vil læreren således kunne differentiere i forhold til elevernes kompetencer, uden at den enkelte elev oplever nederlag.

I afsnittet "Sådan bruger du dette idekatalog" findes en kort gennemgang af idé, tema og struktur for de enkelte kapitler. På denne baggrund anbefaler vi den enkelte lærer at bruge idekataloget til at udvælge relevant viden og gode ideer, der enkeltvis, samlet og/eller i sammenhæng med andre forsøg kan føre eleverne frem til en løsning af konkurrencens ordlyd.

## De enkelte kapitler

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

Kapitlet starter på begge niveauer med en kort tematisering ud fra følgende spørgsmål: Hvad er CO<sub>2</sub>, og hvilken betydning har CO<sub>2</sub> for naturen og for klimaet på Jorden?

#### Forsøg – niveau 1:

- Drivhuseffekten – lav forsøg med drivhuseffekten
- Brug drivhuseffekten – byg din egen lille mistbænk
- CO<sub>2</sub> i luften - lav forsøg med din egen CO<sub>2</sub>
- CO<sub>2</sub> i hverdagen – lav forsøg med kuldioxid

#### Forsøg – niveau 2:

- Planter og CO<sub>2</sub> – lav forsøg med fotosyntese og ånding
- Dyr og menneskers CO<sub>2</sub>-udledning – lav forsøg med din egen CO<sub>2</sub>
- Drivhusgasser fra døde dyr og planter – lav forsøg med nedbrydning
- CO<sub>2</sub>-udledning fra kul og olie – lav forsøg med afbrænding af kul og olie

Ud over adgang til CO<sub>2</sub>-indikator og stiklinger/ blomsterfrø kræver de foreslåede forsøg til niveau 1 udelukkende forsøgsudstyr, der burde være tilstede i ethvert natur/teknik-lokale.

Forsøgsudstyr til de foreslåede forsøg på niveau 2 bør kunne findes i faglokalerne til fysik/kemi og biologi.

Vi vil også her gentage de særlige sikkerhedsforanstaltninger i forsøget med drivhusgasser:

Husk at dyppe glasrørene i olie, så de nemmere glider ind i proppen.

**PAS PÅ: Glasrør kan knække.**

## Specifik lærervejledning

Info-boksen ”Andre veje” indeholder links til relevante hjemmesider. Derudover kan man finde yderligere information og inspiration på flg. links:

[www.dr.dk/DR2/VidenOm](http://www.dr.dk/DR2/VidenOm)

[ec.europa.eu/consumers/empowerment/docs/agenda\\_da\\_dk.pdf](http://ec.europa.eu/consumers/empowerment/docs/agenda_da_dk.pdf)

[ec.europa.eu/consumers/empowerment/docs/tk\\_dk.pdf](http://ec.europa.eu/consumers/empowerment/docs/tk_dk.pdf)

[www.carbonfootprint.com](http://www.carbonfootprint.com)

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

Kapitlet starter på begge niveauer med en kort tematisering ud fra følgende spørgsmål: Hvordan er du og jeg, og den måde vi lever på, medvirkende til, at der ledes CO<sub>2</sub> ud i atmosfæren?

#### Forsøg – niveau 1:

- El i hjemmet – find dine elektriske apparater
- Energi til mad – kog kartoflerne rigtigt
- Vandforsyning og energiforbrug – løft vand med en stempelpumpe
- CO<sub>2</sub> i hjemmet – undersøg dit CO<sub>2</sub>-udslip

#### Forsøg – niveau 2:

- El og CO<sub>2</sub>-udledning – undersøg dine elektriske apparater
- Kulde og CO<sub>2</sub>-udledning – lav forsøg med nedfrysning af vand
- Varme og CO<sub>2</sub>-udledning – lav forsøg med opvarmning af vand
- Vandforsyning og CO<sub>2</sub>-udledning – undersøg energiforbruget

Uanset niveau fordrer de foreslåede forsøgsrækker adgang til et antal energimålere. Såfremt skolen ikke har dette i materialesamlingen, kan energimålere lånes på det lokale elselskab/energikontor.

Ved gennemførelse af forsøget ”Energi til mad” (niveau 1) vil det være en fordel at kunne anvende skolens hjemkundskabslokale. Endvidere kræver forsøget ”Vandforsyning og energiforbrug” adgang til en cykelpumpe i plast og dobbeltkonisk slangesamler (kan købes ved forhandlere til naturfagssamlinger).

Ved gennemførelse af forsøget ”Kulde og CO<sub>2</sub>-udledning” (niveau 2) skal man være opmærksom på, at jo mere vand man nedfryser, jo større nøjagtighed vil man opnå i måling af energiomsætningen.

Vi vil også her gentage de særlige sikkerhedsforanstaltninger i forsøget med varme og CO<sub>2</sub>-udledning:

**Sørg for at gryden står sikkert, så den ikke kan vælte!**

Info-boksen ”Andre veje” indeholder links til relevante hjemmesider. Derudover kan man finde yderligere information og inspiration på flg. links:

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

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

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

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

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

Kapitlet starter på begge niveauer med en kort tematisering ud fra følgende spørgsmål: Hvorfor er den måde, vi transporterer os selv og vores varer på, den største kilde til CO<sub>2</sub>-udledning?

#### Forsøg – niveau 1:

- Gå i skole – beregn din CO<sub>2</sub>-besparelse
- Elbiler – lav din egen elbil
- Flyvende ferie – beregn feriens CO<sub>2</sub>-udslip
- Fremtidens trafik – design fremtidens trafiknet

#### Forsøg – niveau 2:

- CO<sub>2</sub> i udstødningsgas – indsam og undersøg udstødningsgas

## Specifik lærervejledning

- Dieselmotoren – lav forsøg med stempler og cylindre
- Elbiler – lav din egen elbil
- Brændselsceller og brintbiler – undersøg brændselscellers virkemåde

På begge niveauer foreslår vi forsøget: ”Elbiler – lav din egen elbil”. Dette forsøg kræver adgang til Formplast, der kan købes via hjemmesiden: [www.formplast.dk](http://www.formplast.dk)

Vi vil også her indskærpe til særlig forsigtighed ved indsamling af udstødningssasser (niveau 2):

**Man bør undgå at indånde udstødningssasser.**

Ved forsøget ”Dieselmotoren” skal man have en ventil til en cykelslange og en cykelpumpe af metal til rådighed.

På grund af mulighed for fugt i cylinderen fra kondens og smøremidler, anbefaler vi, at der inden forsøgets gennemførelse stemples lidt vat sammen i bunden af cylinderen.

Hvis skolen har rådighed over brændselsceller og/eller en model af en brintbil, anbefaler vi, at dette udstyr inddrages ved gennemførelse af det sidste forsøg på niveau 2.

Info-boksen ”Andre veje” indeholder links til relevante hjemmesider. Derudover kan man finde yderligere information og inspiration på flg. links:

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

[www.co2nnect.org](http://www.co2nnect.org) [www.hvorlangtpaaliteren.dk/sw97161.asp](http://www.hvorlangtpaaliteren.dk/sw97161.asp)

[www.minihydrogen.dk/catalog/learn-hydrogen.php](http://www.minihydrogen.dk/catalog/learn-hydrogen.php)

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

Kapitlet starter på begge niveauer med en kort tematisering ud fra følgende spørgsmål: Hvilke sammenhæ-

ge er der mellem, den måde vi fremstiller energi på og de menneskeskabte klimaændringer?

### Forsøg – niveau 1:

- Brændstof – damp – turbine – byg din egen dampturbine
- Vindmøller – byg din egen vindmølle
- Solfanger – byg din egen solfanger
- El uden CO<sub>2</sub>-udslip – byg dit eget solcelleanlæg

### Forsøg – niveau 2:

- Brændstof – damp – turbine – byg din egen dampturbine
- CO<sub>2</sub>-neutrale brændstoffer – fremstil biogas af gødning
- Varme og energiforbrug – undersøg energiforbrug og CO<sub>2</sub>-udslip
- Energi uden CO<sub>2</sub>-udslip – byg dit eget solenergi-anlæg

Forsøget ”Byg din egen dampturbine” foreslås gennemført på begge niveauer.

Til forsøget ”Byg din egen vindmølle” (niveau 1) kræves adgang til Formplast, der kan købes via hjemmesiden: [www.formplast.dk](http://www.formplast.dk)

Ved forsøg med solceller (foreslået på begge niveauer) skal man være forberedt på, at de fleste solcelle har så lav effekt, at der skal flere i serie, for at få en pære til at lyse.

Husk også, at + og – på en lysdiode skal monteres korrekt, før dioden kan lyse.

Ved forsøget med biogas af gødning (niveau 2) skal man være opmærksom på, at der også vil dannes giftige og ildelugtende sovlbrinteforbindelser – sørg derfor for god udluftning.

Forsøget ”Varme og energiforbrug” kræver adgang til en eller flere energimålere. Såfremt skolen ikke har

## Specifik lærervejledning

dette i materialesamlingen, kan energimålere lånes på det lokale elselskab/energikontor.

Info-boksen "Andre veje" indeholder links til relevante hjemmesider. Derudover kan man finde yderligere information og inspiration på flg. links:

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

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

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

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

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

Kapitlet starter på begge niveauer med en kort tematisering ud fra følgende spørgsmål: Hvilken betydning har de menneskeskabte klimaændringer, og hvad kan vi gøre, for at ændre udviklingen?

### Forsøg – niveau 1:

- Drivhuseffekten – lav forsøg med CO<sub>2</sub> og varme
- Når isen smelter – lav forsøg med isklumper
- De store havstrømme – lav forsøg med kolde vandlag
- Naturens kredsløb – lav forsøg med vandets kredsløb

### Forsøg – niveau 2:

- Drivhuseffekten – lav forsøg med CO<sub>2</sub> og varme
- De store havstrømme – lav forsøg med vandstrømme
- Albedo – lav forsøg med varme

Naturens kredsløb – lav forsøg med vandets kredsløb

Forsøget med drivhuseffekten er foreslået på begge niveauer, idet vi på niveau 1 bygger videre på elevernes erfaringer fra kapitel 1 (CO<sub>2</sub> i hverdagen forsøg 4).

Forsøgene med vandets kredsløb og havstrømme er ligeledes foreslået på begge niveauer, men ikke i samme udførelse.

Vi gør endvidere opmærksom på, at ved flere af forsøgene på begge niveauer fordres adgang til isterninger og nedfrosset vand i mælkekartoner.

Ved forsøgene vedrørende principperne til grund for de store havstrømme har vi på begge niveauer undladt at omtale de særlige forhold omkring forskelle i vandlagenes saltholdighed (salinitet).

Info-boksen "Andre veje" indeholder links til relevante hjemmesider. Derudover kan man finde yderligere information og inspiration på flg. links:

[www.galatheaz.emu.dk/klima\\_miljoe/havstroemme.html](http://www.galatheaz.emu.dk/klima_miljoe/havstroemme.html)

[www.aktuelnat.au.dk/index.php?id=1080](http://www.aktuelnat.au.dk/index.php?id=1080)

[flood.firetree.net](http://flood.firetree.net)

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

## Supplerende litteraturliste

På [www.klimaundervisning.dk](http://www.klimaundervisning.dk) kan man finde en oversigt over de fleste af de mange nye undervisningsmaterialer, der sendes på markedet i år i anledning af det store internationale klimatopmøde – COP15.

Der kan dog stadig findes meget relevant viden og mange gode forsøg i de bogsamlinger, der normalt er til rådighed på skolerne.

Vi bringer derfor her en liste over umiddelbart relevante bøger i skolens bogsamling:

### Den levende verden 4. klasse

Peter Bering, Kim Conrad Petersen, Gyldendal

### Den levende verden A 5.-6. klasse

Peter Bering, Kim Conrad Petersen, Gyldendal

### Den levende verden B 5.-6. klasse

Peter Bering, Kim Conrad Petersen, Gyldendal

### Natur/teknik i 3.-6 klasse

Niels Hansen med flere, Geografforlaget

### Natur/teknik i 4.-6 klasse

Niels Hansen med flere, Geografforlaget

### Natek 4

Carl Veje, Dorthe Christensen, Malling Beck

### Natek 5

Carl Veje, Dorthe Christensen, Malling Beck

### Natek 6

Carl Veje, Dorthe Christensen, Malling Beck

### Globus A

T. Gollander-Jensen med flere, Gyldendal

### Geografi 7, 8 og 9

T. Andersen med flere, Geografforlaget

### Bios A, B og C

Thomas Bach Piekut med flere, Gyldendal

### Ind i biologien 7., 8. og 9.

Arne Bjerrum med flere, Alinea

### Kulstoffets kredsløb

Peter Norrild med flere, Gyldendal

### Olie – et dansk råstof

Gunnar Cederberg, Gyldendal

### Kosmos

Nina Troelsgaard Jensen med flere, Gyldendal

### Ny Prisma 7- 10

Ib Bergmann med flere, Malling Beck

### Hold på varmen

Lone Skafte Jespersen, Gyldendal Uddannelse

### Tabeller fortæller – Faktor matematik

Jens Andersen og Poul Larsen, Malling Beck

### Regn med vandet – Faktor matematik

Jens Andersen og Poul Larsen, Malling Beck







