

# 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 kraft-varmeværker.

På de fleste danske kraft-varmeværker 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 kraft-varmeværker 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 kraft-varmeværkerne 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.

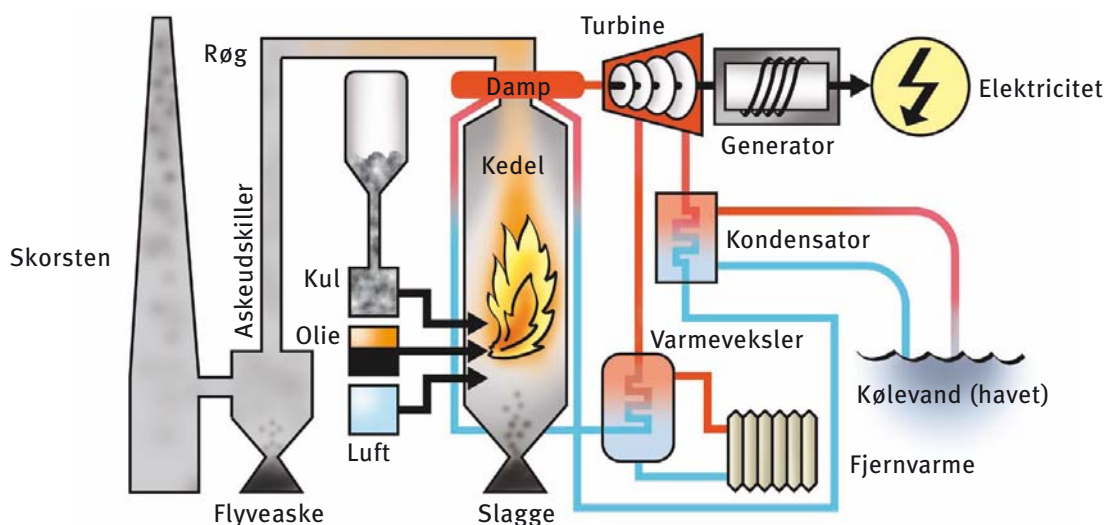
Regeringens målsætning, om at vedvarende energi skal dække 30 % af danskernes energiforbrug i 2025, vil, hvis det gennemføres, også medføre en betydelig nedbringelse af Danmarks CO<sub>2</sub>-udslip.

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 private biler 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] 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, 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 ...)

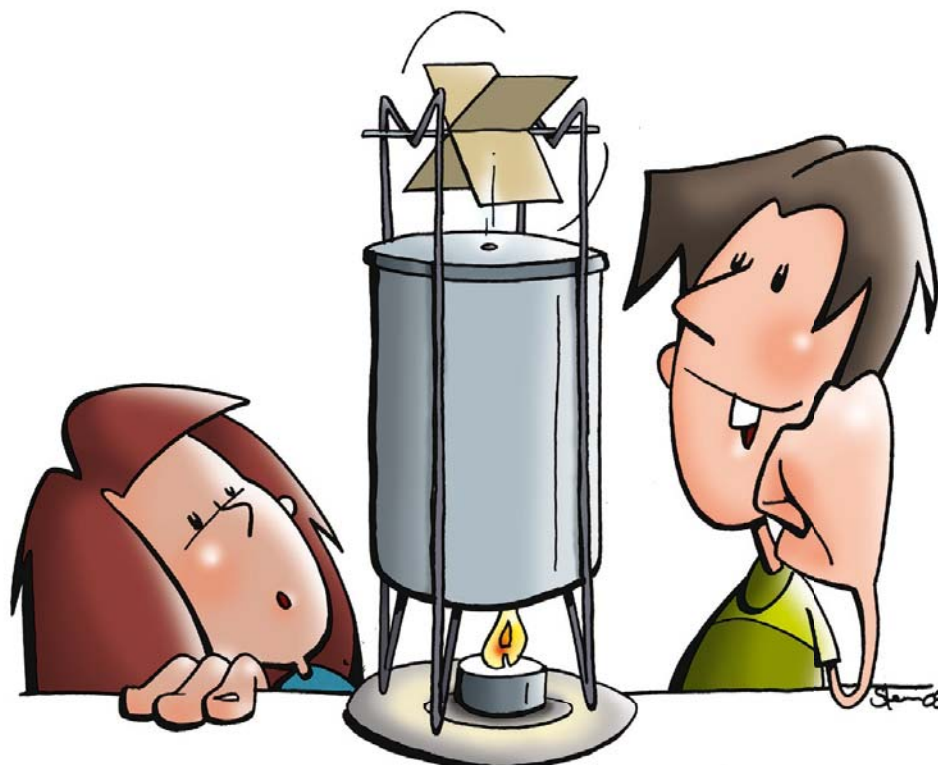
Lav et lille hul i metaldåsens låg med sømmet. Fyld derefter vand i dåsen, så det står cirka 1 cm over bunden. Sæt låget på dåsen.

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.

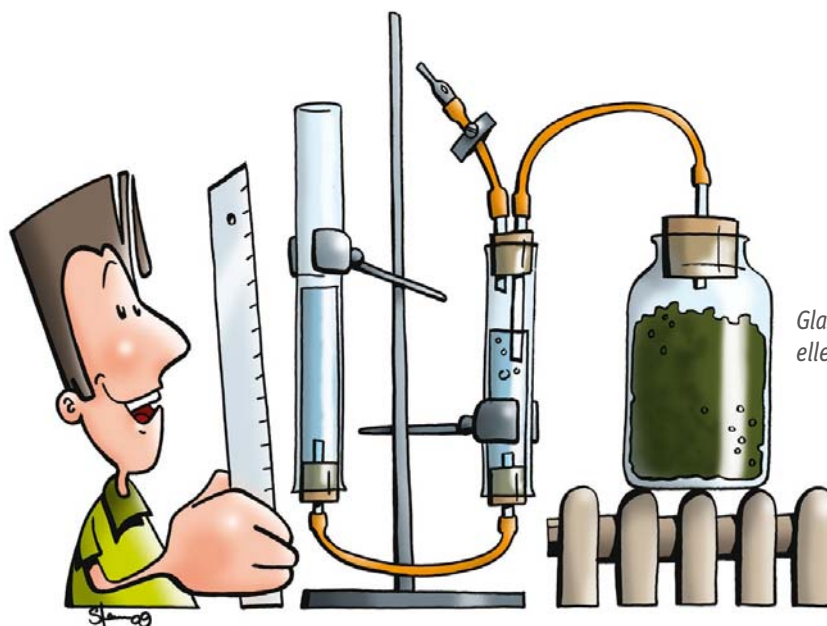
Placer nu plastbeholderen på en radiator (eller et andet lunt sted).

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 fryserne, køleskabe, ovne og komfurer, varmeapparater, airconditionanlæg 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)