

# 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 stampes 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 sluttet 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.

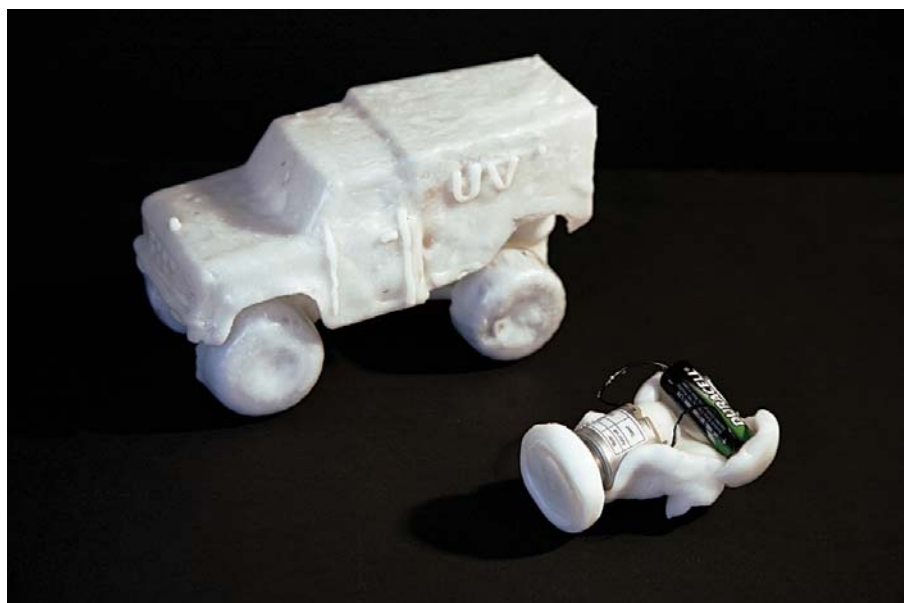
Pres herefter hjulet på el-motorens aksel. Hvis hullet er for stort kan hjulet varmes og herefter presses på akslen.

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:

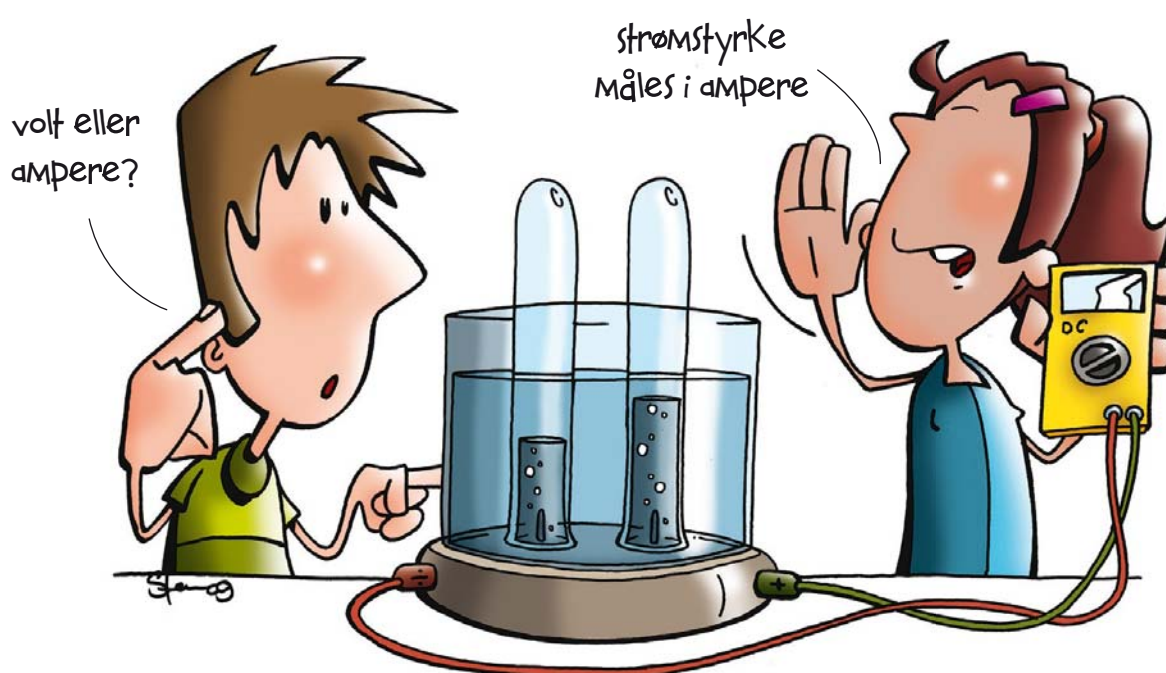
1 elektrolysekar, 1 strømforsyning (6 V=), vand, 2 ml svovlsyre og 1 multimeter.

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)