

CO₂ i verden

I de sidste 250 år er atmosfærens indhold af drivhusgasser og især CO₂ vokset stadigt hurtigere.

Atmosfærens voksende indhold af CO₂ 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

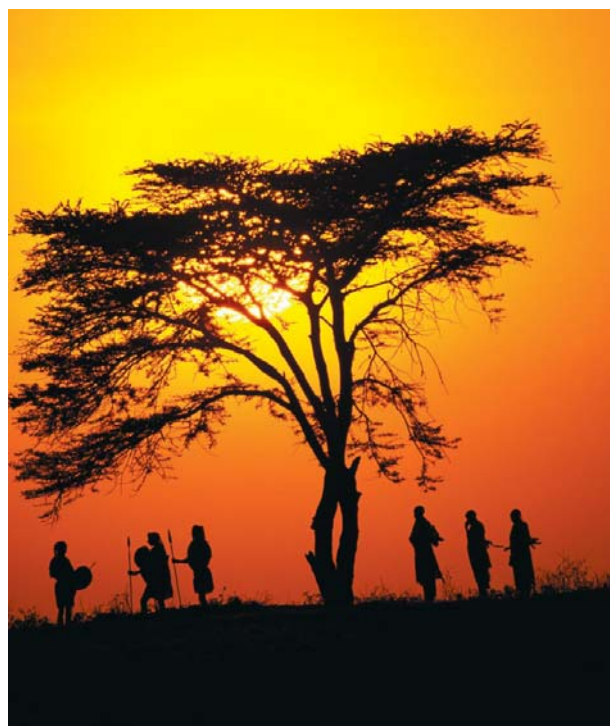
end CO₂ (se side 10), vil drivhuseffekten forstærkes voldsomt, hvis klimaændringerne medfører at permafrosten optøs.

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

CO₂ i verden

Her er forslag til aktiviteter, som du selv kan lave

Drivhuseffekten

– lav forsøg med CO₂ 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 CO₂.

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 CO₂. 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.

CO₂ er tungere end luft, derfor vil CO₂'en blive i akvariet, mens luften fortrænges. Lad

CO₂'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?



kan du ikke lave et med zebrastriber ..?

[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.

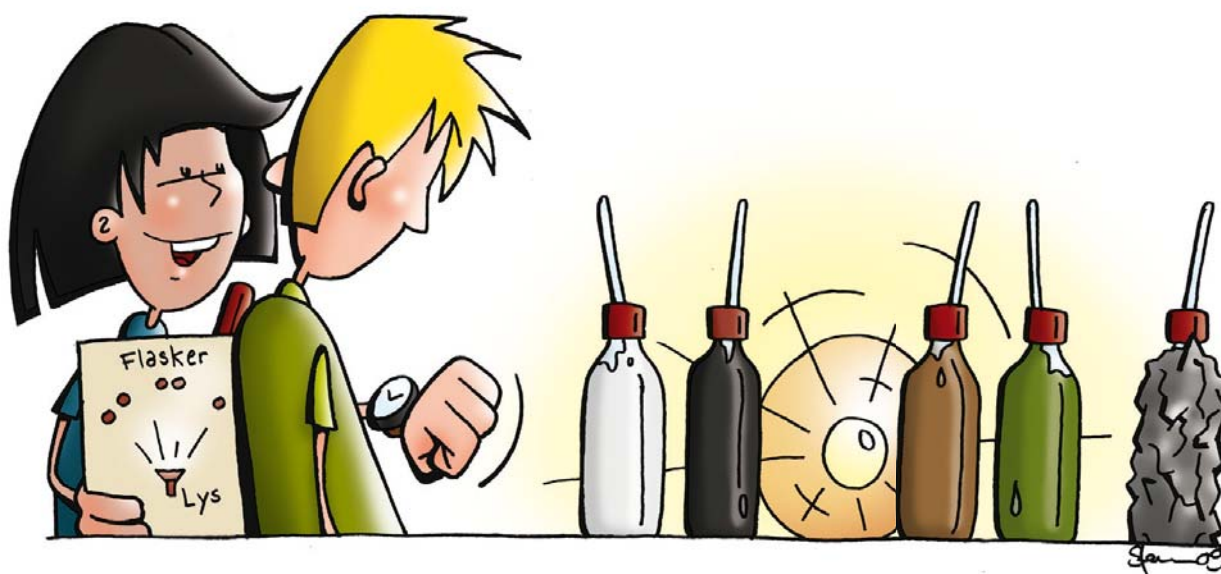
Én af flaskerne omvikles med stanniol, så hele overfladen er dækket. Mal de øvrige flasker ensfarvet med hver sin farve. Stil flaskerne til tørring.

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%.

CO₂ i verden

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.

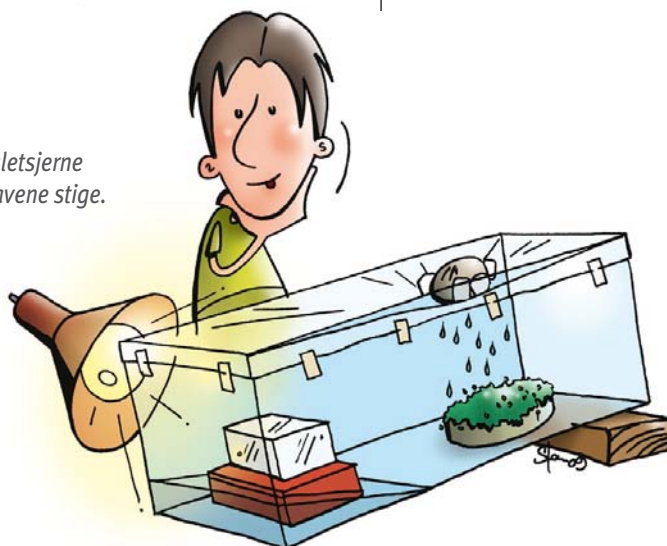
Dæk akvariets åbning med husholdningsfilm. Placér lidt småsten og nogle isterninger på filmen. Sten og is skal placeres, så filmen danner en fordybning netop over petriskålen.

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 CO₂, 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 CO₂-udledning forskellige steder på Jorden?
- Hvad er den største kilde til CO₂-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

www.globalemiljoe.dk

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

www.videnomenergi.dk