

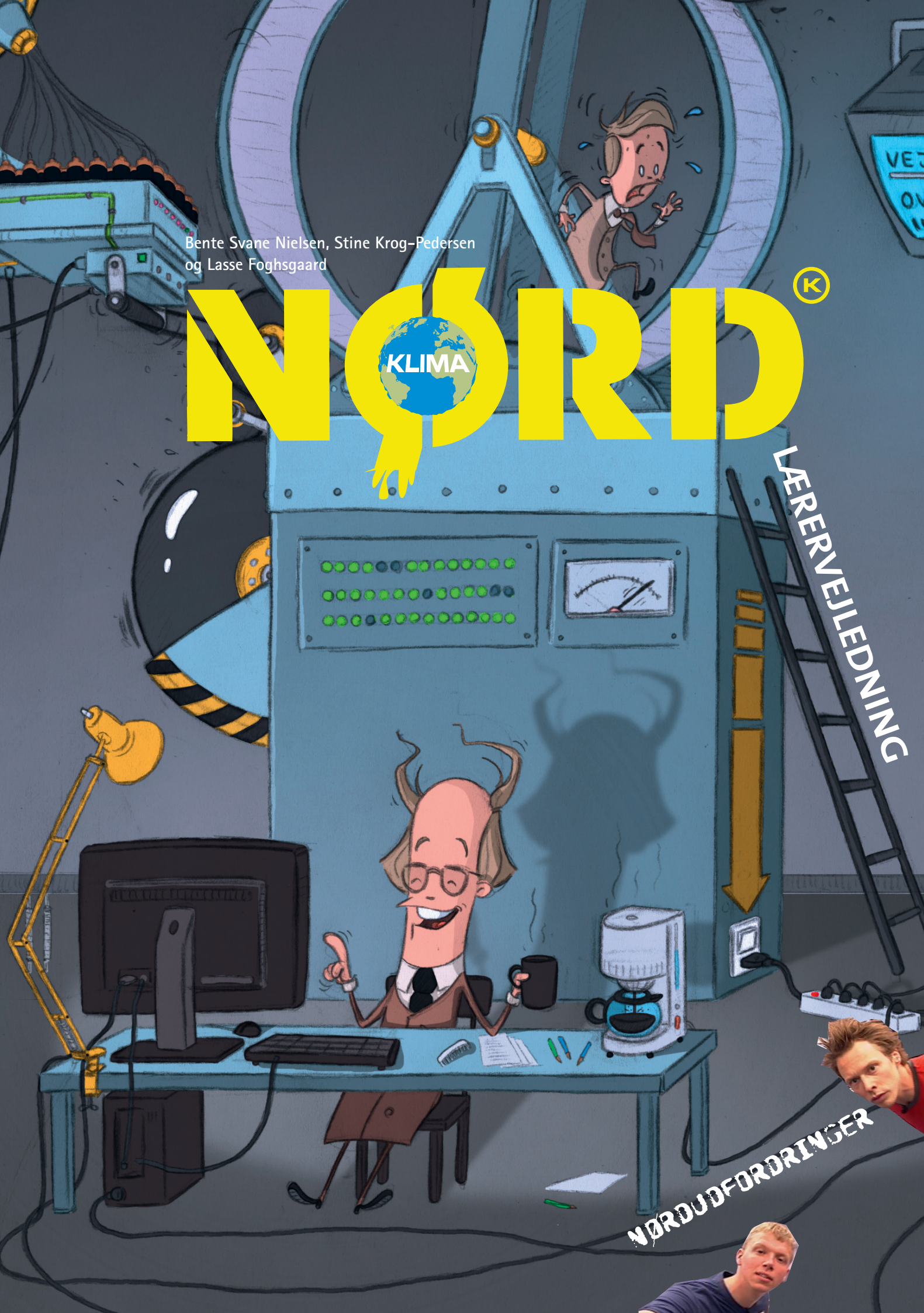
Bente Svane Nielsen, Stine Krog-Pedersen
og Lasse Foghsgaard

NØRD^{KLIMA}

®

LÆRERVEJLEDNING

NØRDUDFORDRINGER



Bente Svane Nielsen, Lasse Foghsgaard
og Stine Krog-Pedersen

NØRD[®]



Lærervejledning



KlimaNØRD lærervejledning 2. udgave

Forfattere:

Bente Svane Nielsen, Lasse Foghsgaard
og Stine Krog-Pedersen

Fagredaktører:

Bente Svane Nielsen og Ole Laursen

Tilrettelæggelse:

Mette Damgaard-Sørensen

DR redaktør:

Rikke Luna Hall Sommer Østergaard

Grafisk tilrettelæggelse:

Malene K. Holm

Illustrationer:

Malene K. Holm, Claus Darholt og Niels Falk

Trykkeri:

Johnsen Graphic Solutions

Printed in Denmark 2011

2. udgave, 1. oplag

Oplag: 10.000 eksemplarer

ISBN: 978-87-7099-020-2

Tak til:

Martin Lidegaard, Thomas Færgemann, Martin Aggerbeck
og Hanne Koefoed (Østbirk Skole)



Svanemærket tryksag



SW-COC-004972 - FSC Mixed Credit.

Bogen er udgivet af CONCITO – Danmarks grønne tænketank,

FDB Skolekontakten, DR Multimedie i samarbejde med

Experimentarium og Danmarks Naturfredningsforening.

Bogen er udgivet med støtte af  **FDB**, **TrygFonden** og



Undervisningsministeriets tips- og lottomidler.

Klassesæt og elevbog kan bestilles gratis på www.skolekontakten.dk så længe oplaget rækker. Materialet kan desuden frit downloades som pdf-filer fra: skolekontakten.dk, concito.info, klimaambassaden.dk, experimentarium.dk, dn.dk

Indhold

Introduktion	5
Fælles mål for natur/teknik	7
1. Drivhuseffekt	9
2. CO ₂	12
3. Klimaforandringer i Danmark	14
4. Klimaforandringer globalt	16
5. Energiproduktion	19
6. Solenergi	22
7. Biobrændsler	25
8. Energilagring	28
9. Transport	31
10. Fødevarer	34
Evaluering	38
Kulstofkredsløbet	39
ELEVARK – DRIVHUSEFFEKT	40
ELEVARK – CO ₂	43
ELEVARK – KLIMAFORANDRINGER I DANMARK	46
ELEVARK – KLIMAFORANDRINGER I VERDEN	49
ELEVARK – ENERGIPRODUKTION	53
ELEVARK – SOLENERGI	55
ELEVARK – BIOBRÆNDSLER	56
ELEVARK – ENERGILAGRING	57
ELEVARK – TRANSPORT	60
ELEVARK – FØDEVARER	63

Introduktion

Klimaudfordringen og den globale opvarmning er måske den vigtigste og største udfordring, menneskeheden hidtil har stået over for. Børnene hører om drivhuseffekt, CO₂-udledning, smeltende poler og voldsomt vejr. Det er en problematik, børnene ikke har noget ansvar over for. Men den afspejler en fremtid, som de vil komme til at leve i.

Vi vil gerne give børn en viden om, hvad baggrunden for den menneskeskabte opvarmning er, hvilke konsekvenser den har lige nu og kan få, og hvad vi kan gøre ved den. Vægten i materialet ligger på, at det er muligt at finde frem til bæredygtige løsninger, selvom menneskeskabt opvarmning er en stor udfordring.

En undervisningsbog og 10 tv-programmer

Sammen med undervisningsmaterialet er der produceret 10 klimaNØRD programmer i storeNØRD-serien. Programmerne er tilgængelige på klimaNØRDs hjemmeside www.dr.dk/noerd.

I klimaNØRD undervisningsbogen møder eleverne Professoren og Sønnike, og de indtager selv tv-nørdernes roller. Det er ikke en forudsætning for at bruge undervisningsbogen, at man har set klimaNØRD-programmerne.

Eleverne skal selv eksperimentere

Ligesom i tv's Nørd-univers eksperimenterer og undersøger eleverne sig frem til naturvidenskabelige forklaringer og sammenhænge i klimaproblematikken. Elevbogens tematiske kapitler stemmer stort set overens med KlimaNØRDs programmer, men bogen er ikke en gengivelse af tv-programmerne. I stedet er der i dette skolemateriale lagt vægt på forsøg, og eksperimenter kan gennemføres inden for de mulige rammer af natur/teknik-faget og opfylder formålet med natur/teknik. Tekster og spørgsmål tager udgangspunkt i elevernes faglige niveau på grundskolens mellemtrin.

Bogens opbygning

Kapitlerne er opbygget, så de fungerer hver for sig, men der er samtidig en rød tråd gennem hele bogen. I de første to kapitler skitseres problemet med drivhuseffekt og CO₂. Dernæst er der to kapitler om konsekvenserne af klimaforandringerne både i Danmark og i den øvrige verden. De øvrige seks kapitler omhandler mulige løsninger på problemet – både de ting, vi selv kan gøre, og hvad vi som samfund kan gøre. Bortset fra introduktionen af drivhuseffekt og CO₂ forudsætter de øvrige kapitler ikke hinanden og behøver ikke blive gennemgået kronologisk.

Opbygning af kapitlerne

Hvert kapitel er på to opslag og indledes af en tegning og en introduktionstekst til emnet. I indledningen sætter vi fokus på, hvorfor emnet er relevant i klimasammenhæng og illustrerer det dilemma eller den problemstilling, som knytter sig til emnet. Tekst og tegning kan bruges som afsæt for en indledende snak i klassen om kapitlets emne. Det efterfølgende opslag introducerer en række forsøg og eksperimenter med tekst og illustrationer, der skal vække elevernes nysgerrighed og give lyst til at gå i gang med at eksperimentere og blive klogere. Opslaget slutter med et åbent spørgsmål, hvor eleverne kan bruge den viden, som de har tilegnet sig, til at tænke stort, debattere og måske har de fået lyst til at fortsætte med at skaffe sig viden og eksperimentere.

Forsøgene

Forsøgene er udviklet så simpelt som muligt. Det er tilstræbt, at hovedparten af forsøgene kan gennemføres i et almindeligt klasseværelse uden brug af avanceret ekstraudstyr.

Bogen er tilrettelagt, så tidsforbruget kan varieres efter hver enkelt classes behov. Det er muligt kun at arbejde med et enkelt kapitel og bruge det som afsæt for en klasses diskussion.

Forsøgene har forskellige sværhedsgrader og varierer i krav til udstyr. Det er derfor muligt enten at arbejde med ét enkelt forsøg, lade klassen gennemgå alle forsøg eller gennemføre forskellige forsøg i grupper – alt afhængig af den tid, der er til rådighed, udstyr og klassens faglige niveau.

Lærervejledningen

Lærervejledningen er opdelt i kapitler svarende til elevbogens. Hvert kapitel indledes med et forslag til, hvordan emnet kan introduceres i klassen, ligesom der præsenteres uddybende forklaringer og informationer om emnet. Derefter følger forsøgsvejledninger, som består af en præsentation af teorien bag forsøget, en konkret opskrift på forsøget og materialelister, hvor det er påkrævet. Bagerst i lærervejledningen er der desuden elevark.

God fornøjelse!

FDB Skolekontakten

www.skolekontakten.dk

Concito – Danmarks grønne tænketank

www.concito.info

Danmarks Radio Multimedie

www.dr.dk

Danmarks Naturfredningsforening

www.dn.dk

Experimentarium

www.experimentarium.dk



Fælles mål for natur/teknik

Fælles Mål

I forhold til Fælles Mål praktiserer skolematerialet hovedparten af de arbejdsmåder og tankegange, som eleverne skal mestre efter 6. klassesettrin.

Eleverne kommer til at arbejde med følgende fremhævede emner fra Fælles Mål:

Menneskets samspil med naturen

- kende til skrevne og uskrevne regler om at færdes sikkert og hensynsfuldt i naturen.
 - ✓ redegøre for naturanvendelse og naturbevarelse lokalt og globalt og de interessemødsætninger, der knytter sig hertil.
 - ✓ redegøre for eksempler på ressourcer, der har betydning for planter, dyr og menneskers levevilkår.
 - ✓ give eksempler på, hvordan samfundets brug af teknologi på et område kan skabe problemer på andre områder som vand/spildevand og energiforsyning/forurening.
 - ✓ give eksempler på, hvordan ændringer i anvendelse af teknologi har indvirket på planter, dyr og menneskers levevilkår, herunder transport og landbrug.
 - ✓ kende til miljøproblemer lokalt og globalt samt give eksempler på, hvordan disse problemer kan løses.

Den nære omverden

- udvælge og anvende materialer og stoffer på baggrund af deres forskellige egenskaber som styrke, isolerings- eller ledningsevne.
- give eksempler på, hvordan nye egenskaber fremkommer, når forskellige materialer og stoffer bruges sammen.
- beskrive og fremdrage sammenhænge i enkle produktionsprocesser fra hverdagen.

- ✓ beskrive og fremdrage karakteristiske træk ved lokalområdet og sammenligne med områder, der har en anden struktur.
- ✓ beskrive og redegøre for, på hvilke måder lokalområdet har ændret sig.
- ✓ komme med forslag til, hvorledes lokalområdet kan udvikle sig.
- beskrive sammenhængen mellem planter, dyr og deres levesteder, herunder fødekæder og økosystemer.
- sammenligne forskellige levesteder og forskellige planter og dyrs tilpasning.
 - ✓ diskutere forskelle på det levende og det ikke-levende.
- beskrive vigtige menneskelige organsystemer, herunder kredsløb og væsentlige faktorer, der påvirker disse, som kost og motion.
 - ✓ begrunde valg om forhold, der har betydning for egen sundhed.
- sammenligne egne observationer med en vejrudsigt.
 - ✓ fortælle om fænomener, der knytter sig til de forskellige årstider.

Den fjerne omverden

- ✓ redegøre for karakteristiske træk ved regionale områder med udgangspunkt i egne forhold.
- ✓ redegøre for, hvorledes regionale områder har ændret sig.
- ✓ redegøre for, hvorledes naturkatastrofer indvirker på dyr og menneskers levevilkår.
- ✓ redegøre for årsager til naturkatastrofers opståen.
- forholde sig til mediernes fremstilling om natur-faglige forhold ud fra egen viden.
- beskrive forhold, der har betydning for dyr og planter tilpasning til forskellige levevilkår.

- ✓ sammenligne og beskrive de forskelle i levevilkår, mennesker har forskellige steder på jorden.
 - ✓ knytte sammenhænge mellem oplysninger fra tematiske kort og den virkelighed, de repræsenterer.
 - ✓ sammenholde viden om regionale og globale mønstre med viden om levevilkår for mennesker, dyr og planter.
 - ✓ kende alment geografisk navnestof fra regioner og stater i vores egen og andre verdensdele.
 - ✓ sammenligne geografiske forhold, der er karakteristiske for udvalgte regioner og stater i vores egen og andre verdensdele.
- kende hovedtræk af solsystemets opbygning og forbinde dette med dagslængde, årstider, klimaforskelle, tidevand.
 - kende hovedtræk af jordens og livets udvikling.
 - beskrive forhold, der har betydning for livets udvikling, herunder variationer og naturlig udvælgelse.

1. Drivhuseffekt

I dette kapitel får eleverne beskrevet, hvordan drivhuseffekten virker på jorden og hvilke drivhusgasser der er på spil. Eleverne får ikke den fysiske forklaring på, hvad drivhuseffekt er. Forklaringen holder sig ganske enkelt til, at drivhusgasser holder på jordens varme. Det er drivhuseffekt.

Kapitlets hovedpointer:

- Der findes en menneskeskabt og en naturlig drivhuseffekt.
- At drivhuseffekten holder på varmen.
- At der findes andre drivhusgasser end CO_2 .
- Hvor meget varmeenergi is, hav og jord optager (albedoeffekten).

Indledende snak

De fleste elever har hørt om drivhuseffekt, og man kan derfor starte undervisningen med at lade dem fortælle, hvad de ved om drivhuseffekt uden at korrigere deres opfattelser.

Derefter kan man tage fat i en nærmere forståelse af, hvad drivhuseffekt er og bruge den analogi, der ligger lige for, nemlig at drivhusgasserne fungerer som ruderne i et drivhus; de lukker varmen ind, men ikke ud, og derfor bliver der varmt inde i drivhuset.

Man kan derefter lade eleverne skelne mellem naturlig drivhuseffekt og menneskeskabt drivhuseffekt. Vanddamp er en naturlig drivhusgas, men effekten forstærkes med den globale opvarmning, fordi højere temperatur fører til mere vanddamp. Man kan med fordel bruge forsøget "sky i en flaske" til at tale om vanddamp og skyer – se den nærmere beskrivelse i afsnittet om selve forsøget.

En vigtig pointe er, at drivhusgasser er en naturlig del af atmosfæren, men at det, der giver problemer for de naturlige balancer i verden er, at vi lukker ekstra drivhusgasser ud i atmosfæren, så koncentrationen stiger. Det giver øget opvarmning.

Det er svært at forholde sig til, hvad en atmosfære er for noget, og at 1% drivhusgasser i atmosfæren kan have stor effekt. Man kan bruge teksten med planeterne Mars og Venus til at understrege atmosfærens betydning.

Drivhusgasser:

Drivhusgasser er luftarter, der holder på varmen. For eksempel CO_2 , metan (CH_4) og vanddamp.

Atmosfærens sammensætning:

78% nitrogen (N),
21% oxygen (O)
og 1% CO_2 og Argon (Ar)

Professoren om reflektorskjolde

Reflektorskjolde er endnu kun en idé. Forskere er kommet på idéen, da man har set, at gasserne fra et vulkanudbrud kan have en kølende effekt, da lyset reflekteres. Nogle forskere arbejder med idéen om at lave store reflektorskjolde som en slags satellitter, og andre tænker på at føre eksempelvis svovl ud i atmosfæren. Løsningerne har den ulempe, at de koster mange penge, og det er uvist, hvilke miljøkonsekvenser de vil have.

Forsøgene

NØRDudfordring – NØRDark nr. 1 sky i en flaske

Vanddamp og drivhuseffekt

75 % af vores drivhuseffekt skyldes den vanddamp i luften, som vi alle er omgivet af. Så en øget mængde

vanddamp i luften vil altså være med til at øge drivhuseffekten. Samtidig vil luften kunne indeholde mere vanddamp, når det bliver varmere. Det kaldes også for en positiv feedbackmekanisme. Vi kan ikke se vanddamp, men vi kan måle, hvor meget vanddamp der er i luften. Det kalder vi luftfugtighed. Luftfugtigheden måles typisk som relativ luftfugtighed i procent med et hygrometer. Det er et mål for, hvor meget vanddamp der er i luften set i forhold til, hvor meget luften kan indeholde. Hvis man har adgang til et hygrometer, kan man lade eleverne måle luftfugtigheden. I stedet for at måle luftfugtigheden kan man også fortætte vanddampen til dråber, sådan som det sker i skyer. Det handler forsøget "sky i flaske" om.

Skyer og drivhuseffekt

Skyer er interessante, da de består af vanddamp og dermed holder på den varme, der forsøger at slippe væk fra jorden. Men skyer har også en anden rolle, da de reflekterer solens stråler og dermed har en kølende effekt på klimaet. Skyernes kølende effekt er størst, mens vanddamp i luften omkring os alene har en opvarmende effekt. Så det har stor betydning for klimaet, om vand findes som vanddamp eller som dråber i skyer.

Skyer opstår oftest i højere luftlag, fordi her falder trykket og temperaturen til under dugpunktet, hvilket bevirker, at vanddampen udfældes til vanddråber. Ved jordoverfladen dannes der tåge. Dugpunktet er grænsen for, hvor meget vanddamp luft med en bestemt temperatur kan indeholde. Stiger temperaturen til over dugpunktet, så fordamper vanddråberne ofte til vanddamp.

Tipping point og vanddamp

Vanddamp har også en betydning i forhold til det, forskerne kalder for tipping point. Det vil sige det punkt, hvor den globale opvarmning bliver så selvforstærkende, at det bliver yderst vanskeligt at få den under kontrol igen. Når temperaturen stiger, øges mængden af vanddamp. Når mængden

af vanddamp i atmosfæren stiger, vil det omvendt betyde en øget temperatur, og man er inde i en selvforstærkende proces. Det fører til en øget afsmeltning af is, der vil føre til frigivelse af metan fra den optøede permafrost. Klimaforandringerne vil dermed accelerere og "tippe over".

Om eksperimentet

Formålet med øvelsen er at vise, at der altid er vanddamp i luften, også når vi ikke kan se det. En sky er også lavet af vanddamp, der bliver til dråber omkring partikler i luften. Partiklerne i dette eksperiment er røgen fra tændstikken. Når man klemmer på flasken, stiger trykket i flasken. Så kan der være mere vanddamp i luften, men vanddampen er usynlig. Når man slipper flasken igen, falder trykket brat. Trykket falder til under dugpunktet og vanddampen bliver til vanddråber. Det er det samme som en sky.

Se forsøget på Youtube ved at søge på "Making Clouds in a Bottle".

NØRDudfordring – NØRDark nr. 2 lav selv drivhuseffekt

Fakta om drivhuseffekt

Lys er meget kortbølget elektromagnetisk stråling, som har nemt ved at komme forbi partiklerne i atmosfæren. Så snart lyset rammer en overflade på jorden, bliver det til varme. Varme er infrarød stråling med længere bølgelængde og derfor mindre energi, som har svært ved at komme forbi partiklerne, når det skal ud gennem atmosfæren. Det kalder vi drivhuseffekt.

CO₂-ækvivalenter

Der er andre drivhusgasser i atmosfæren end CO₂. Blandt andet vanddamp, metan og ozon. Der er forskelligt, hvor kraftige disse drivhusgasser er. Metan er for eksempel 23 gange kraftigere end CO₂, og freon, der tidligere blev brugt i køleskabe, er

Drivhusgassernes andel af den samlede menneskeskabte globale opvarmning:

CO₂: ca. 55%

metan: ca. 20%

halocarboner (CFC-gasser, freongasser): ca. 13%

ozon: 8%

lattergas 4%

(kilde: Miljøstyrelsen)

ca. 23.000 gange kraftigere drivhusgas end CO₂. Så for at kunne sammenligne forskellige udledningers bidrag til drivhuseffekten bruger man begrebet CO₂-ækvivalenter. Man omregner altså de enkelte drivhusgassers effekt på drivhuseffekten til den tilsvarende mængde CO₂, kaldet en CO₂-ækvivalent.

Sådan laver du CO₂

Man kan lave CO₂ ved at blande eddikesyre og bagepulver. Til forsøgene kan man bruge almindelig eddike, da det indeholder ca. 5% eddikesyre. Man kan lave CO₂ ved at blande 15 g bagepulver med 60 ml eddike. Det passer fint til en skål på 1 liter.

Om eksperimentet

Eksperimentet skal sammenlignes med resultatet i NØRDark nr. 2. Resultatet af eksperimentet er, at temperaturen i glasset med CO₂ bliver højere. Lampens lysstråler kan godt komme igennem CO₂, men når lyset rammer bunden af beholderen, bliver en stor del af lysets energi til varme. Varmen kan ikke trænge ud gennem CO₂ igen, og derfor bliver beholderen varmere. Brug evt. NØRDark nr. 4 med ballonerne for at vise, at CO₂ er tungere end luft. Det er en vigtig forudsætning for at forstå, at man kan hælde CO₂ ned i bægerglasset.

Bemærk: Eddike lugter dårligt, så sørg for at have ordentlig udluftning i lokalet.

NØRDudfordring – NØRDark nr. 3 sort/hvid jord

Albedoeffekten

Dette forsøg omhandler albedoeffekten, som betyder overfladers refleksion af solindstrålingen. Hvide overflader reflekterer solens kortbølgede stråling, mens sorte overflader optager strålingen og udsender den igen som langbølget varmestråling.

Om eksperimentet

Man kan også prøve en opstilling, hvor man bruger sølvpapir i stedet for sort karton.

Sølvpapiret reflekterer stor set alt lyset, hvorimod det sorte karton omdanner det meste af lyset til varme. I stedet for sølvpapir kan du også bruge en CD. Læg en CD i et 2 liters bægerglas. CD'en skal have den skinnende side opad.

Polernes hvide is reflekterer solens stråler, mens havet og sorte marker og veje udsender varmestråling. Derfor er is med til at mindske drivhuseffekten.

? Nørdspørgsmålet

Har du idéer, til hvordan vi kan mindske drivhuseffekten, så jorden ikke varmes for meget op?

Nogle forskere har foreslået, at man kan øge albedoeffekten på jorden ved for eksempel at male veje og tage på huse hvide eller ved at plante de sorte marker til med grønne planter. Lad eventuelt eleverne reflektere over, om det er en god idé. Vil vi i Danmark skulle bruge mindre varme på at opvarme vores huse om vinteren? Kunne man bruge pengene til noget bedre – f.eks. solceller? Og bliver man nødt til at have solbriller på, når man cykler på cykelstien, ligesom når man er ved stranden?

2. CO₂

Dette kapitel handler om simple fysiske og kemiske egenskaber ved CO₂ og lidt om, hvor CO₂ kommer fra.

Kapitlets hovedpointer:

- At CO₂ dannes ved forbrænding.
- At CO₂ er i dine lunger.
- At CO₂ er tungere end luft.

Indledende snak

Eleverne har sikkert allerede hørt meget om CO₂. De har alle sammen hæftet sig ved forskellige fakta og gjort sig egne forestillinger om, hvad CO₂ er for en størrelse, og hvad CO₂ betyder for global opvarmning. Spørg for eksempel eleverne om, hvad de ved om CO₂, og hvorfor de tror, CO₂-udledning er et problem.

Så meget fylder 1 ton CO₂

Det er ofte svært at forholde sig til, hvor meget 1 ton CO₂ er. På billedet kan eleverne se, hvor meget 1 ton CO₂ fylder (kilde: www.1tonmindre.dk). Man kan bruge fakta fra elevbogen til at tage en snak med eleverne om, hvorfor de tror forskellen er så stor på danskeres og afrikaneres CO₂-udledning.

Professoren om CO₂-lagring

CO₂-lagring kaldes også for CCS (Carbon Capture Storage). Teknologien går ud på, at man fanger CO₂ i røggassen fra for eksempel kulfyrede kraftvarmeanlæg og pumper den dybt ned i undergrunden. Det største problem er, at det kræver meget energi, og det diskuteres, hvor sikkert det er at lagre CO₂.

Der er således tale om en meget ny teknologi, der tidligst kan bringes i anvendelse om 10 til 15 år.

En endnu vildere idé er, at vi suger CO₂ ud fra atmosfæren. Til det har amerikanske forskere en idé om at bruge filtre af plastikfibre, der kan optage CO₂ og vand. Når de hejses op i luften, opfanger de CO₂, og når de hejses ned igen, og man lader vand strømme igennem, slipper de CO₂ fri. CO₂en kan derefter i flydende form ledes ned i undergrunden eller ned i de store oceaner. Hvert filter har form som en madras og kan opfange et ton CO₂ per dag. Man forventer, at teknikken vil kræve meget energi.

Forsøgene

NØRDudfordring – NØRDark nr. 4 mystiske sæbebobler og en underlig ballon

Om eksperimentet

Selvom CO₂ er tungere end luft, vil det langsomt blande sig med den omkringliggende luft. Ved dette forsøg vil der være så meget CO₂ i skålen, at det danner en dyne af CO₂. Sæbeboblerne vil derfor danse oven på den usynlige CO₂-dyne i et stykke tid. Sæbeboblerne kan også lægge sig oven på eddikeblandingen og vokse, da der kommer CO₂ i sæbeboblerne. Og ballonen med CO₂ vil være tungere end den, som eleverne har pustet i. Forskellen er meget tydelig, hvis CO₂ ballonen er meget stor.

Vores omgivende luft består af
ca. 78 % kvælstof (nitrogen),
21 % ilt (oxygen),
0,04 % CO₂ (kuldioxid)
samt en lille mængde andre gasser.

NØRD mod NØRD – NØRDark nr. 5 lav det sureste vand

Rådkålssaft som indikatorvæske

Rådkålssaften skifter farve, alt efter hvor sure og basiske stoffer den bliver blandet med. Man kan lave 5 farver vha. rådkålssaften:

- 1: Rød: Meget sure stoffer, pH er lavere end 3
- 2: Pink: Sure stoffer, pH er 4-5
- 3: Blå/lilla: Neutrale stoffer, pH er 7
- 4: Grøn: Basiske stoffer, pH er 8-10
- 5: Gul: Meget basiske stoffer, pH er højere end 10

Andre indikatorvæsker

Inden eleverne puster løs i deres rådkålvand, kan man evt. vise dem en anden form for indikatorvæske, som skifter farve fra blå til gul i pH intervallet 6,0-7,5. For at lave indikatoren hælder man 1 l demineraliseret vand i et bæger og tilsætter ca. 3 ml bromthymolblåt. Når man derefter tilsætter 1,5 ml afløbsrens (NaOH), er man sikker på, at væsken er basisk. Bemærk afløbsrens er ætsende, så man skal bruge handsker, når man hælder det op. Når forsøget er slut, kan man hælde det i vasken bagefter.

Flere eksperimenter

Man kan eventuelt få eleverne til at eksperimentere med at få rådkålvandet til at skifte til andre farver. På den måde kan de finde ud af, om forskellige ting er sure eller basiske og sætte det i forhold til resultatet med CO_2 . Inden de begynder at eksperimentere, skal de fordele rådkålvandet i flere små glas. De kan for eksempel blande danskvand, eddikesyre, sæbe eller afløbsrens i rådkålvæsken. Husk afløbsrens er ætsende og kræver brug af handsker.

Når eleverne puster ned i glasset, blander CO_2 fra deres udåndingsluft sig med vandet og gør det surt. Når rådkålvandet bliver surt, skifter farven fra blå til rød. Prøv evt. at måle pH med indikatorpapirer på det blå rådkålvand i glasset og det røde rådkålvand i skålen.

NØRDudfordring – NØRDark nr. 6 hjælp det brænder!

CO_2 dannes ved afbrænding

Teorien til dette forsøg er det samme som i forsøget, hvor eleverne puster om kap. Forskellen er, at eleverne selv skal opleve, at der dannes CO_2 ved forbrænding af materiale. Ligesom der også dannes CO_2 ved forbrændingen i deres egen krop.

Om eksperimentet

Du kan lave CO_2 ved at bruge blandingsforholdet, som beskrevet under Drivhuseffekt her i lærervejledningen – "sådan laver du CO_2 ".

Hvis ikke du kan finde to rør, der passer med hultykkelsen i proppen, så opstillingen er lufttæt, kan du evt. lave en prop af ler.

Hvis bromthymolblåt farver det demineraliserede vand gult i stedet for blå, er det, fordi vandet er blevet let surt. Tilsæt da enkelte dråber base i form af afløbsrens, indtil vandet akkurat farves blå. Husk at bruge handsker og briller, da afløbsrens er ætsende. Når forsøget er slut, kan du hælde det i vasken. Du kan i stedet for demineraliseret vand også bruge almindeligt vand, som er let basisk.

Når noget brænder, dannes der CO_2 . I dette forsøg pumpes CO_2 direkte over i en indikatorvæske (bromthymolblåt), som skifter farve, når det går fra base til syre. CO_2 gør nemlig væsker sure, fordi det danner kulsyre. Ligesom en cola også er sur, fordi der er CO_2 -bobler i.

Naturligt forekommende brændsler såsom kul og træ – altså stort set alle de brændsler vi kender – indeholder kulstof og udleder dermed CO_2 ved forbrænding. Det gælder også lampeolie og stearinlys.

Det er ikke alt, der udleder CO_2 ved forbrændning. For eksempel er brint H_2 brændbart og udleder ikke CO_2 . Det bruger man for eksempel i brændselsceller i brintbiler. **Da eksperimentet er med brændbare materialer, kan det med fordel laves som lærer-eksperiment.**

? Nørdspejgsmålet

Hvordan kan vi undgå, at der kommer mere CO_2 i atmosfæren?

Brug den viden, eleverne har fået ved at arbejde med kapitlet. Inddrag eventuelt kulstofkredsløbet side 39.

3. Klimaforandringer i Danmark

Voldsomt vejr

I de forrige kapitler har eleverne gennemgået, hvad drivhuseffekt og CO₂ er.

I de næste to kapitler kan eleverne arbejde med nogle af de konsekvenser, som klimaforandringerne har på vores vejrsystemer og natur.

Kapitlets hovedpointer:

- Hvad forskellen er på vejr og klima.
- Hvorfor kraftige storme er en konsekvens af global opvarmning.
- Hvorfor vi i fremtiden bliver nødt til at tilpasse os klimaforandringerne ved for eksempel at bygge stormsikre huse.

Indledende snak

Start for eksempel med at spørge eleverne, hvilke konsekvenser af klimaforandringerne de selv kender? Måske har de allerede hørt skræmmende historier.

En anden tilgang er at spørge, om eleverne føler, at de har oplevet tydelige klimaforandringer i Danmark? Er det blevet varmere, falder der mere regn, eller føler de tit, at de møder hård modvind på cykelstien? Svaret er, at danskerne i forhold til andre dele af verden ikke mærker meget til klimaforandringerne. Man kan læse mere om klimaforandringer i Danmark på klimatilpasning.dk.

Professoren om grønne tage

I Norge og Sverige har man gode erfaringer med grønne tage, og man overvejer også at indføre det i Danmark. Tage med græs og buske vil kunne absorbere CO₂ og samtidig holde på minimum 50% af regnvandet, så der ikke løber så meget ud i kloakkerne. Mange store byer i verden har en grøn tagpolitik. I Tyskland skal alle flade tage for eksempel være grønne. Grønne tage har også den fordel, at de virker kølende i modsætning til et traditionelt tag. Ulempen med grønne tage er, at de kun laves på flade tage eller tage med en lav taghældning, og at de vejer meget.

Forsøgene

NØRDudfordring – NØRDark nr. 7 lav din egen vindmåler

Beregn vindmålerens hastighed

Man kan beregne hastigheden, som vindmåleren kører rundt med på følgende måde:

- Tæl, hvor mange rotationer vindmåleren tager på ét minut.
- Dividér med 60 for at få antal rotationer per sekund.
- Mål omkredsen af rotationen i meter.
- Gang antal rotationer per sekund med rotationsomkredsen, så har du hastigheden i meter per sekund. Gang med 3,6 for at få hastigheden i km/t.

Med en hjemmelavet vindmåler er hastigheden, som vindmåleren kører rundt med ikke helt lig med vindhastigheden. Det er, fordi der er gnidningsmodstand i vindmåleren, som nedsætter hastigheden. Hvis man skal måle, om klimaet ændrer sig, kræver det målinger i mindst 30 år.

NØRDudfordring – NØRDark nr. 8 lav dit eget vejrsystem

Fakta om højtryk og lavtryk

Luft virker som noget af det letteste i verden, men det vejer faktisk en del. Atmosfærisk luft vejer i gennemsnit 1,3 kg per m³. Vægten afhænger af luftens temperatur. En liter kold luft vejer mere end en liter varm luft.

Metrologerne kalder kold luft for højtryk og varm luft for lavtryk. Når det varme luft i et lavtryk stiger til vejrs, trænger der kold luft til for at udligne trykforskellen. Det skaber vinde og dårligt vejr ved jorden. Det er, fordi vanddampen i den varme luft fortættes, når luften stiger opad til koldere luftlag.

Højtryk skaber ofte blå himmel og solskinsdage, fordi den tunge kolde luft forhindrer, at vanddampen i luften fortættes.

Om eksperimentet

Inden eleverne giver sig i kast med forsøget, er det en god idé at have lavet en test, om lokalet er egnet. Når man puster et lys ud i lokalet, skal røgen gerne stige lodret op, fordi temperaturen og lufttrykket i rummet er konstant. Hvis ikke det er tilfældet, er man nødt til at lave forsøget i et andet lokale.

Når eleverne i selve eksperimentet stiller de to ovnfade ved siden af hinanden, flytter luften sig fra det kolde område til det varme område lige over bakkerne med sand og is (se illustrationen her på siden). Det er samme mekanisme, der skaber vind ved jorden. Kold luft er tungere end varm luft. Vinden blæser fra højtryk (kold luft) til lavtryk (varm luft) for at udligne lufttrykket. De kraftigste storme dannes over åbent hav. Hvis havtemperaturen kommer over 27 grader, dannes der meget kraftige tropiske storme og orkaner.

Nogle gange vil eksperimentet vise, at luften flytter sig fra det varme til det kolde område ca. 10 centimeter over bakkerne. Det er det samme som sker oppe i atmosfæren.

Vær opmærksom på, at fadet med sand er meget varmt, når eleverne rører ved det.

NØRD mod NØRD – byg et stormsikkert korthus

Om eksperimentet

Det er en svær opgave for elever i 5. klasse at bygge korthuse. Sæt dem evt. til at bygge to og to, så går det nemmere.

Få eleverne til at udforske forskellige måder at bygge huse af deres kort. De kan bygge trekanter eller firkanter i lag. Få dem til at finde på andre måder. Det vigtigste er, at de reflekterer over, hvad de gør.

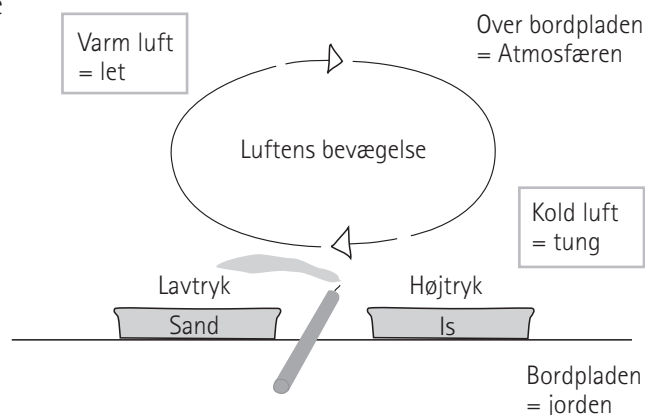
Når eleverne har bygget deres hus, skal de først prøve at ryste med deres bord for at se, hvor meget huset holder til. Hvis de har bygget et klassisk korthus af stablede trekanter, så holder huset til en del rystelser vinkelret på den store flade, mens huset hurtigt falder, hvis de ryster langs med huset. Prøv derefter at puste til husene, og få eleverne til at forklare, hvorfor de alle sammen falder sammen.

Se eventuelt Bryan Bergs korthuse på www.cardstacker.com

? Nørdspejlsmalet

Er der nogen fordele ved, at det kommer til at blive varmere og blæse og regne mere i Danmark?

I Danmark vil det danske landbrug få mulighed for at dyrke vin og majs, og mange afgrøder vil få et større udbytte. Det er dog ikke alene positive konsekvenser i Danmark. Nogle marker vil man ikke længere kunne dyrke på, da de vil blive våde, og skadedyrene vil også få det bedre. Den øgede vind vil kunne give mere vindenergi i Danmark, men vil også give mere ekstremt vejr med flere skader.



4. Klimaforandringer globalt

Dette kapitel vil særligt omhandle konsekvenser af den globale opvarmning i et globalt perspektiv. Når man taler om konsekvenserne af global opvarmning, er man mest bekymret for den fattige del af verden. Her vil der i nogle egne blive mere ørken og andre steder flere oversvømmelser, og der vil være steder i verden, hvor det bliver meget svært at bo.

Kapitlets hovedpointer:

- Konsekvenser kan være modsatrettede: Nogle lande får for lidt vand og andre for meget.
- Global opvarmning kan føre til både ørkenspredning og vandmangel.
- Global opvarmning fører til en stigning i verdenshavene.
- Konsekvenserne af den globale opvarmning vil være værst i klodens fattigste lande.

Indledende snak

Efter at have læst den indledende tekst kan eleverne få til opgave at finde nogle af de steder i verden, som der bliver nævnt i teksten. Måske har eleverne hørt om andre lande end de nævnte, hvor der vil blive problemer som følge af global opvarmning. Måske har der for nylig været en artikel i en avis om konsekvenserne af global opvarmning for et område i verden, som man kan tale med eleverne om. Er problemet tørke, oversvømmelser eller havvandsstigninger?

Professoren om flydende byer

I mange år har hollænderne kæmpet med at holde vandet væk fra landet, da omkring 50% af landet ligger under havniveau. På grund af de forventede havvandsstigninger bygger hollænderne endnu højere diger, men de bygger også huse på vandet. En slags husbåde, der ligger i klynger som landsbyer. Så behøver de ikke holde vandet væk i visse områder. Den belgiske arkitekt har bygget noget videre på hollændernes idéer og forestiller sig byer som flydende åkander, der kan drive hele jorden rundt. Idéen er dog foreløbigt blot en model på hans skrivebord.

Forsøgene

NØRDudfordring – NØRDark nr. 9 varmt vand fylder mere

Vandet udvider sig

Når temperaturen stiger i verdenshavene, udvider vandet sig og fylder mere. Samtidig sker der store afsmeltninger af isen på polerne og verdens bjerge. Så vandet i verdenshavene kommer til at fylde mere som følge af afsmeltning og vandets udvidelse. Man regner med, at 60-70% af vandstandsstigningen sker, fordi vandet udvider sig.

Om eksperimentet

Når vand er mere end 4 grader, udvider det sig, hvis temperaturen stiger. Det samme gør alkohol; det udvider sig bare mere. Derfor kommer vi også husholdningssprit i flasken. Når blandingen i flasken udvider sig, er der ikke plads til væsken længere. Derfor stiger væsken op i sugerøret. Hvis vi varmer flasken meget op, stiger væsken helt op til toppen af sugerøret. Prøv for eksempel at holde flasken hen over et stearinlys.

Et termometer fungerer på samme måde. Der er bare kviksølv i et termometer, fordi kviksølv udvider sig meget selv ved små ændringer i temperatur. Kviksølv er giftigt, derfor må vi ikke eksperimentere med det.

Svaret på spørgsmålet til eleverne vil være, at det er en god idé at få vandet gjort koldere, da koldt vand fylder mindre end varmt vand. I praksis er det selvfølgelig ikke så ligetil, når det handler om verdenshavene.

For at forstå, hvorfor der stikker 10 % over vandkanten, skal vi forstå Archimedes lov:

"Opdriften på et legeme, der er nedsænket i en væske, vil være lige så stor som vægten på den fortrængte væskemængde."

Så dvs. at opdriften på isterningen skal være 1 kg. Dvs. at isterningen skal fortrænge 1 kg vand, dvs. 1 liter vand, for at holdes oppe. Og da isterningen fylder 1,1 liter, vil ca. 0,1 liter af isterningen være over vandoverfladen.

NØRDudfordring – NØRDark nr. 10 is og vandstand

Isen smelter

Både isen på land og havisen smelter. På landjorden findes gletchere af is blandt andet i Andesbjergene og Himalaya, og særligt indlandsisen på Grønland smelter. Når gletscherne forsvinder i bjergene, fører det i første omgang til oversvømmelser, som dem vi jævnligt hører om i blandt andet Kina. På længere sigt, når isen er smeltet, kan det betyde, at mange mennesker mister deres drikkevandsforsyning med alvorlige konsekvenser til følge. Når indlandsisen på Grønland smelter, har det betydning for vandstanden i havet, da store mængder af vand bliver ført ud i havet. 8% af indlandsisen er smeltet mellem 1997 og 2007. Hvis hele indlandsisen smeltede, ville det alene give en stigning på seks meter.

Det er dog ikke al is, der smelter, som giver vandstandsstigninger. Isbjerge fortrænger allerede den mængde vand, som de selv vil blive til, når de smelter. Det handler dette eksperiment om.

Om eksperimentet

Vi forestiller os, at vi har 1 liter vand, som vejer 1 kg. Vandet køles ned, så det fryser til is. Isklumpen vejer også 1 kg, men nu fylder den ikke mere 1 liter, men derimod ca. 1,1 liter, altså ca. 10 % mere end vandet.

Hvis man kigger på isterninger, der ligger i vandet, kan man se at kun en lille smule stikker op over vandkanten – nemlig ca. 10 %.

NØRDudfordring – NØRDark nr. 11 lav dit eget vandrensningsanlæg

Om eksperimentet

Når folien strækkes ud over skålens kant, laves et glashus, hvor lyset fra solen kan komme ind, men solens stråler bliver til varme, og denne kan ikke komme ud igen, og derfor bliver tingene i skålen varmet op. Vandet bliver også varmt, og begynder lige så stille at fordampe, således at det bliver til vanddamp i luften. Plastfilmen er koldere end resten af luften i systemet, og derfor fortættes noget af vandet igen på plastfilmen. Pga. tyngdekraften vil vandet blive trukket nedad og vil derfor trækkes ned langs plastfilmen indtil det punkt, der er lavest, nemlig under stenen. Når en tilstrækkelig mængde vand har samlet sig under stenen, vil en dråbe falde ned og ende i glasset.

Det er kun vandet, der fordamper, ikke de urene elementer som for eksempel frugtfarven, salt, kalk osv. Derfor vil det vand, der samles i glasset, være helt rent, så eleverne kan godt drikke det.

Selvom dette rensningsanlæg renser langt det meste, kan det ikke garanteres, at dette rensningsanlæg kan rense hvad som helst fra, så undlad at bruge giftige eller på anden måde skadelige elementer i det beskidte vand, hvis du eller andre skal drikke væsken efterfølgende.

NØRDudfordring – NØRDark nr. 12 din egen globale karsemark

Om eksperimentet

En måde at synliggøre, hvilken betydning for lidt, for meget og forkert vand har på dyrkningen af afgrøder, er at lave et spiringsforsøg.

Til forsøget kan man anvende urtepotter med korn for at synliggøre, at det handler om dyrkningen af vores mad. I elevarket er der valgt karse, da det er let at håndtere for eleverne. Der er taget udgangspunkt i de bakker, man kan købe i supermarkedet, men man kan også så karsen selv. Så skal man blot beregne en lille uge til, at karsen vokser op.

Den beskrevne vandmængde svarer til bakker på 8x12 cm, som er placeret i et nordvendt vindue. Man starter forsøget med at vande alle bakkerne og hælde det overskydende vand fra. En bakke vandes herefter slet ikke, en anden vandes med en passende mængde vand, en tredje med en saltvandsopløsning på 4%, og den sidste bliver oversvømmet. Saltvandskoncentrationen i verdenshavene er 3,5%. Man laver en 4% saltopløsning ved at koge en liter vand og derefter veje 40 gram salt af. Saltet skal være opløst, inden det tages i brug.

Bakken, der ikke bliver vandet, og bakken med vanding af saltvand giver det samme resultat. Karsen visner. Begge bakker med karse oplever tørke. Saltkoncentrationen i havvandet er højere end salt-koncentrationen i plantens celler. Vand vil derfor i kraft af osmose bevæge sig ud af planternes rodceller. Karsen kommer til at lide af vandmangel ligesom den karse, der slet ikke bliver vandet. Karsen, der bliver oversvømmet, dør også, da karsen ikke kan danne fotosyntese uden at udveksle ilt og CO₂ med luften omkring planterne.

? Nørdspørgsmålet

Hvordan kan man skaffe rent vand i den rette mængde til hele verden?

Hvis man har valgt ikke at lave forsøget om rent drikkevand i elevbogen, kan man gøre brug af beskrivelsen i afsnittet. Måske har eleverne også hørt om andre måder at skaffe rent drikkevand, for eksempel ved at bore brønde, som giver adgang til grundvand. Det kræver selvfølgelig, at grundvandet ikke er forurenet.

5. Energiproduktion

Formålet med kapitlet er, at eleverne får viden om, at der er to former for energi: den gamle energi fra fossile brændstoffer og den nye energi fra vedvarende energi såsom vindmøller.

Eleverne skal få en forståelse af, at vi er helt afhængige af energi i vores hverdag, og vi har det problem, at vi en dag løber tør for fossile brændstoffer, og så udleder de store mængder CO₂.

Kapitlets hovedpointer:

- Vi bruger store mængder energi.
- Fossile brændstoffer er lagret energi – altså en gammel energikilde.
- Sol og vind er en vedvarende energikilde.
- De simple principper bag strømproduktion på et traditionelt kraftværk.
- En vindmølle er også et lille kraftværk.
- Vi modtager energi som el og varme.

Indledende snak

Emnet energiproduktion kan starte med, at eleverne læser den indledende tekst – gerne i fællesskab. Indledningen lægger op til, at eleverne kigger på deres eget energiforbrug. Hvad bruger de strøm og varme til i deres hverdag? Enten henne på skolen eller når de kommer hjem. Og ved de, hvor strømmen kommer fra i deres område? Er der et kraftvarmeværk lige i nærheden. eller har de deres eget varmeværk derhjemme i form af eksempelvis et gas, olie- eller pillefyr? Og hvor får de så el fra? Man kan også medbringe sin egen el-regning med angivelse af forbrug og energikilder.

Eleverne præsenteres for nogle svære begreber i teksten: energiproduktion, fossile brændstoffer, kul, olie, gas og vedvarende energi. Det kan være en god idé at starte med at snakke om den gamle energikilde – de fossile brændstoffer. Man kan eventuelt bruge ordlisten bagerst i bogen, og man kan også bruge eksempler fra det område, som eleverne bor i. Har de en havn i nærheden, hvor der ligger bjerge af kul? Hvor kommer det fra? Hvor kommer olie og gassen fra? Har de hørt om indvinding af gas og olie i Nordsøen? Kender de nogen, der arbejder på en boreplatform?

I Danmark importerer vi kul fra lande uden for Europa, og vi er selvforsynende med gas og olie. Energistyrelsen regner med, at vi er selvforsynende med gas og olie ca. 15-20 år endnu. Fordelene ved at bruge kul i kraftvarmeværkerne er, at det er en stabil energiproduktion, fordi vi kan regulere kraftværket, så vi kun producerer strøm, når vi har brug for den.

Det kan efterfølgende være en god idé at lade eleverne ridse op, hvilke vedvarende energikilder de kender. Det kan være vind, vandkraft, biogas, bølgekraft, biomasse og solenergi. Al energi har dog sin oprindelse i solens energi. I dette kapitel er vindkraft valgt som eksempel på vedvarende energi, da Danmark er et smørhul for vindkraft. Vi har masser af vind. Ca. 20% af vores energiforbrug stammer fra vindmøller. Der er dog langt igen for vindenergien på verdensplan. Kun 1% af energiforbruget i verden stammer fra vedvarende energikilder som sol og vind.

Professoren om gigantiske vindmølleparker

Tidligere byggede man primært vindmøller inde på land. Men ingen har lyst til at høre på vindmøllernes støj. Derfor bygger man vindmøller på havet, og her er der også godt med vind. Det kræver dog,

at vindmøllerne er bygget af materialer, så de kan modstå kraftig vind og bølger, og så de ikke rustner op af saltvandet. Måske er der vindmøller i nærheden af jeres skole? Hvordan passer de ind i naturen? Er de pæne eller grimme?

Forsøgene

NØRDudfordring – NØRDark nr. 13 kraftvarmeværker

Om kraftvarmeværker

I Danmark har vi i forhold til andre lande effektive kraftværker. Kun 40-45 % af energien fra kullet bliver til el, men fordi vi kan bruge spildvarmen til fjernvarme, kan vores kraftværker have en effektivitet på ca. 85%, hvilket gør os til verdens førende. Derfor kalder vi dem kraftvarmeværker.

Det kraftværk, som eleverne arbejder med, fungerer altså meget ligesom et rigtigt kraftværk, hvor bunsenbrænderen er erstatning for kul, gas, olie, biobrændsel, affald eller uranstænger. Reagensglasset er turbinen og vindmøllen er generatoren.

Om eksperimentet

Hvis man prøver at brænde forskellige ting af som træ, kul, papir m.m., vil det ikke virke lige godt alt sammen. Det er, fordi materialerne har forskellig brændværdi. Brændværdi er den energimængde, der frigøres ved forbrænding af et brændbart stof.

Når kraftværkerne laver energi ved at brænde kul af, udleder de meget CO_2 . Man arbejder derfor på løsninger, hvor man kan føre CO_2 'en ned i undergrunden eller sætte en form for filtre på skorstenene, så kraftvarmeværkerne udleder mindre CO_2 . Det er også muligt at brænde halm eller træ af i kraft-varme-værker, og det udleder også CO_2 . Fordelen er dog, at halm og træ også har brugt CO_2 , mens det voksede (op). Man kan læse mere om emnet i biomasse-kapitlet.

Sikkerhed og indkøb

Da forsøget indebærer kogende vand, er der ekstra forholdsregler, der skal tages.

Kolben skal spændes fast på en trefod, og dynamoen skal holdes fast med et forsøgsstativ, så eleverne ikke skal have hænderne nær den varme vanddamp.

En lille vindmølle kan blandt andet købes hos Frederiksen.eu, varenummer 500520.

NØRDudfordring – NØRDark nr. 14 lav en lommevindmølle

Magneter skaber strøm

I 1835 opdagede fysikeren Michael Faraday, at man kan bruge en magnet til at skabe strøm. Dette fænomen kaldes induktion. Magneterne i minigeneratoren inducerer en strøm i kobberledningen, når magneterne bevæger sig i forhold til kobberledningen.

Minigeneratorens strømproduktion kan forøges ved at bruge stærkere magneter, lave flere viklinger omkring tændstikæskan eller ved at placere magneterne, så de roterer tættere ved kobbervinklingerne, hvor magnetfeltstyrken er stærkest.

Du kan se, hvordan man laver en minigenerator på YouTube <http://www.youtube.com> og søge på "simple generator".

Om eksperimentet

Hvis vinden får sømmet til at dreje rundt, udleder opfindelsen ikke CO_2 . Hvis du derimod puster til vingerne, kan man sige, at der sker en lille CO_2 -udledning, da der er CO_2 i din udåndingsluft.

Indkøb

Magneterne skal være forholdsvis stærke, for at minigeneratoren fungerer. Det kan for eksempel være neodymium-magneter, som kan købes hos brinck.dk. Køb type C Super (NdFeB).

Kobbertråden skal være så tynd som muligt, helst af typen 0.25 kvadrat, og som er isoleret med lak i stedet for plastik. Den kan også købes hos brinck.dk.

Af-isolering af ledningsenderne kan gøres med en lille flamme.

? NØRDspørgsmålet

Hvad kan I gøre hjemme hos dig for at bringe energiforbruget ned?

Det kan være eksempler såsom at tage kortere brusebade eller tage mobilopladeren ud af stikket, når man ikke bruger den. Slukke for andet elektrisk udstyr, når man ikke bruger det. På 1tonmindre.dk-kampagnen kan man få flere idéer til, hvad man selv kan gøre, og hvad eleverne kan spare i kroner og ører.

Eksempelvis er strømforbruget fra computere verden over lige så stort som hele den samlede flyindustri's udledning. Det svarer til to procent af klodens samlede udledning af drivhusgasser.

6. Solenergi

Solenergi

Dette kapitel omhandler solen som energikilde. Altså hvordan vi kan omdanne solens stråler til strøm eller varme. Det kommer også ind på, at solen er kilden til alt liv på jorden. Kapitlet handler ikke om, at det er solen, der skaber vind- og bølgekraft.

Kapitlets hovedpointer:

- At energi på jorden stammer fra solen.
- At de solstråler, der rammer jorden dagligt, har energi nok til at dække verdens energiforbrug gange titusinde.
- Hvad forskellen er på en solcelle og en solfanger.
- Hvad et brændpunkt er.

Indledende snak

Man kan starte i fællesskab med at læse den indledende tekst. Derefter kan man tage en kort snak om fotosyntese. Alt det levende i verden, det organiske stof, indeholder omdannet solenergi. Så vi er også selv omdannet solenergi. Den proces, hvor solenergi omdannes til organisk stof, kaldes fotosyntese. Så hvis solen ikke var der, ville planterne ikke overleve, uanset hvor meget vi gødede eller vandede dem. Ingen sol = intet liv. Man kan eventuelt følge energiens vej fra solen til en hakkebøf. Det starter med græs på marken, som igennem fotosyntesen optager solenergi. Koen spiser græsset og får overført solens energi til sig, og når den så bliver slagtet, får vi overført solens energi til os, når vi spiser kødet. Man kan arbejde videre med fotosyntesen i kapitlet om biomasse.

Man kan herefter tage fat i NØRDviden-boksen. Vi udnytter ikke hele solens potentiale. Man kan bruge sammenligningen mellem solen og en ganske almindelig elpære og forklare, at solen rummer 10.000 gange mere energi, end verden har brug for. Udnytter vi det i dag? Hvor mange i klassen har et hus med solcelle og solfanger? Og er der nogen i klassen, der har nogle apparater, der er drevet af solceller alene? Lommeregner, lamper osv.?

I Danmark kunne solceller med et areal på Langeland i teorien dække hele Danmarks el-forbrug. Det svarer til et areal på 25% af det bebyggede areal i Danmark. Hvor mange elever i klassen skulle have solceller på taget?

Man kan også bede eleverne om at fortælle om deres egne erfaringer med solen. Hvornår oplever de sol (sommer/vinter og nat/dag)? Og hvor har eleverne måske oplevet særlig meget af den? Måske på en ferie sydpå? Hvordan kan man mærke, at der er meget sol? Har de prøvet at blive solskoldet eller fået det meget varmt? Det kan måske lede dem hen til tanker omkring, hvor det er bedst at udnytte solenergi i verden. Vil det være i Danmark eller i Sahara? Man kan måske tage et atlas frem og kigge på, hvor varmt der er forskellige steder på jorden.

Inden eleverne læser teksten om solenergi i Sahara og eksperimenterne, kan det være en god idé at fortælle, at der er forskel på solceller og solfangere, som også kaldes solpaneler. En solcelle udnytter solens energi og omdanner den til strøm (se en nærmere beskrivelse under "Lav din egen energi med en solcelle"). En solfanger opfanger også solenergi, men omsætter det til varme i stedet for strøm. En solfanger udnytter solens energi fire gange bedre end en solcelle, og den er også billigere at fremstille. Der er efterfølgende eksperimenter med både solfangere og solceller i NØRDudfordringerne.

Professoren om solenergi i Sahara

Nogle forskere har fået en idé om at udnytte det kraftige sollys i Sahara. Hvis vi blot udnytter under en procent af sollyset, der falder på Sahara og i Mellemøsten, vil det uden problemer kunne dække hele Europas samlede el-forbrug. Teknikken er en videreudvikling af de solfangere, vi kender på hustage herhjemme. I stedet for at have en stor plade med rør, som er fyldt med vand, og som opvarmes af solen, reflekterer man i stedet lyset ind på et tårn fyldt med vand, som så opvarmes. Det driver en turbine og en generator, som laver strøm. Strømmen vil man så lede til Europa gennem superkabler.

Der findes allerede små anlæg i Spanien, som udnytter det samme princip. Men der er også udfordringer. Man skal udvikle teknologien, så det bliver rentabelt at transportere strømmen helt til Europa. Desuden er det et problem, at flere lande i det nordlige Afrika måske slet ikke ønsker at lægge jord til og er politisk ustabile. Og ønsker politikerne i Europa i det hele taget at lægge deres el-forsyning her?

Forsøgene

NØRDudfordring – **NØRDark nr. 15** lav din egen solovn med solfangere

Om eksperimentet

Man kan lade eleverne tørre tynde skiver æbler, svampe eller krydderurter ved at åbne låget. Når man tørrer frugt, svampe eller krydderurter, må man ikke lukke æsken helt tæt, da den vandmættede luft skal kunne komme ud.

Temperaturen må heller ikke blive for høj. Man kan eventuelt lave et lille hul i æsken og montere et stegetermometer. Så kan man holde øje med temperaturen. Man kan skrue op og ned ved at dreje æsken og ændre vinklen på låget.

Hvis temperaturen skal være rigtig høj, skal du lukke alle sprækker i æsken med tape. Måske kan du også finde en måde at isolere den endnu bedre på. Ovnen skulle kunne nå op på 135 grader. Det kan

bruges til at bage kiks eller måske en lille pizza, men det er ikke let at holde den rigtige temperatur.

Andre eksperimenter

Hvis man samler lys i ét punkt med en lup, kaldes det et brændpunkt. Et brændpunkt er meget varmt, fordi meget lys rammer på et lille sted. Til at bygge en solovn kan man bruge et brændpunkt. Der er mange muligheder. Man skal sådan set bare have noget med en jævn runding. Det mest oplagte vil være en tv-parabol, hvor man allerede kender brændpunktet. Det er nemlig der, hvor selve modtageren sidder. Man kan også bruge en overskåret bold eller en stor skål, men vær opmærksom på, at det kun er de dele af skålen, der krummer, som kan bruges.

Det kan være svært at finde brændpunktet, når dette skal findes i en tredimensionel krumning, men forsøg for eksempel ved at føre et papir ned i den byggede ovn, mens du skygger så lidt som muligt. Men lidt snilde vil det nu være muligt for dig at se, hvor brændpunktet er på papiret, og hvis papiret er tilpas tyndt, vil du kunne se dette fra den modsatte side. Man kan også eksperimentere med brændpunkt ved hjælp af en stor lup. Beskrivelsen ligger som download på skolekontakten.dk

NØRDudfordring – er sort varmere end gul?

Forklaringen til dette eksperiment omhandler albedo-effekten, som er beskrevet i kapitlet om Drivhuseffekt og afsnittet "Is mindsker drivhuseffekten" i lærervejledningen.

Nørdudfordring – lav solenergi med en solcelle

Formålet med dette eksperiment er at få eleverne til at eksperimentere med solceller og få en forståelse af, hvordan de fungerer. I dette forsøg kan eleverne skille en solcelle ad, men de kan også eksperimentere med at sætte flere solceller sammen i serie og parallelt og se, hvor meget strøm og spænding de producerer. Måske kan de lave strøm nok til deres mobiltelefon? Selve beskrivelsen af, hvordan man

skiller en solcelle ad, består af mange billeder og ligger som download på Skolekontakten.dk.

Sådan fungerer en solcelle

En simpel solcelle består af to tynde lag af grundstoffet silicium. De to lag er forskellige. Laget på cellens overside er tilført fosfor for at skabe overskud af frie elektroner omkring siliciumatomet. Laget på undersiden er tilført bor for at skabe et underskud af elektroner. Herved dannes der et indbygget elektrisk felt, som gør at frie elektroner inde i solcellen gerne bevæger sig i den ene retning, men helst ikke den anden vej.

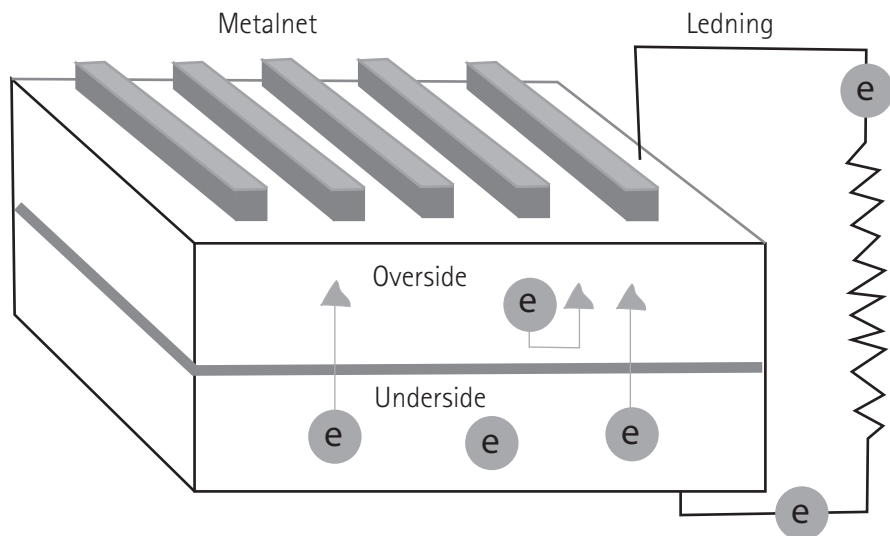
Normalt er elektronerne låst fast, men når oversiden af solcellen rammes af sollysets fotoner vil elektroner blive slået løs og bevæge sig. Elektronerne vil gerne vandre fra oversidens silicium til undersidens

silicium, og den nemmeste vej er gennem et finmasket metalnet på solcellens overside og gennem ledningen. Solcellerne producerer jævnstrøm, der kan lagres i batterier eller omformes til vekselstrøm og bruges i elnettet

? NØRDspørgsmålet

Hvordan kan man ellers udnytte solens energi forskellige steder i verden?

Eleverne kunne måske tænke videre i, hvilke ting de kunne tænke sig at lade op med en solcelle. De må gerne slippe fantasien løs. Kan solcellerne bruges, når man altid er på farten? Måske kunne en bil have solceller på taget? Kunne de lave mad i en parabol derhjemme, eller kunne det varme bad være med solvarme?



7. Biobrændsler

Dette kapitel handler om, hvad biobrændsler er, og hvordan de adskiller sig fra fossile brændsler.

Kapitlets hovedpointer:

- At biobrændsler dannes af frisk plante-materiale eller andet organisk materiale som gylle eller slagteriaffald.
- At planter optager CO₂ gennem fotosyntese.
- At biobrændsler er CO₂-neutrale.
- At man i dag bruger mad fra marker til at lave biobrændstof af (1. generation), men man arbejder på at bruge affaldsprodukter (2. generation).

Indledende snak

Organisk stof kan vi brænde af og få energi ud af. Det kan være svært helt at forstå, hvad organisk stof er – at det er noget, der er levende, eller noget, der har været levende for nylig. Man kan starte med at lade eleverne gå på jagt efter noget, som er organisk, og noget, der ikke er. Noget organisk kunne være grønne blade, døde blade, en fugleklat og måske madpakken i skoletasken. Noget uorganisk kunne være plastik, metal, sten og sand eller kridt fra tavlen.

Man kan derefter vælge at lade eleverne læse den indledende tekst i fællesskab og bagefter kigge på de indsamlede ting. Er det organisk eller ikke – kan man brænde dem af og få energi ud af dem eller ikke? Plastik er for eksempel lavet af olie, så det kan sagtens brænde ligesom et fossilt brændstof.

Måske kender eleverne allerede nogle biobrændsler? Det kan være: halm, rapsolie, palmeolie, majs, soja, sukkerrør, gylle og slagteriaffald.

Forskellige former biobrændsler, også kaldet biobrændstoffer:

Biogas:

Fremstilles ved iltfri biologisk nedbrydning af husdyrgødning og andet organisk affald. Biogas bruges til at lave varme og el.

Bioethanol:

Fremstilles ved gæring af sukker.

1. generations-bioethanol fremstilles af sukker- og stivelsesholdige afgrøder som sukkerroer, sukkerrør, majs, palmeolie, soja eller hvede. Man bruger mad fra markerne til at lave sprit af – også kaldet alkohol eller ethanol. Man er i dag i tvivl, om 1. generations-bioethanol overhovedet har en gavnlig effekt på klimaet. Man bruger rigtig meget energi på at dyrke, transportere og forarbejde mad til at lave sprit af. Der ryddes for eksempel meget regnskov til dyrkning af palmeolie og sukkerrør. Rydning af regnskov er ifølge FN den største enkeltstående kilde til udledning af drivhusgasser fra jorden.

2. generations-bioethanol fremstilles af affald enten halm, træflis eller andre celluloseholdige produkter, hvor enzymer først nedbryder cellulosen til glukose (sukker). Man bruger restprodukter fra markerne eller affald til at lave sprit af. Denne form for bioethanol bliver ikke produceret i stor skala i dag, da teknologien endnu ikke er rentabel. Bioethanol kan bruges som brændstof i stedet for benzin.

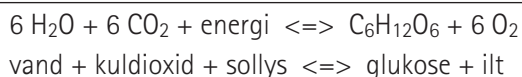
Biodiesel:

Fremstilles ved reaktion mellem alkohol og olier/ fedtstoffer fra eksempelvis raps (1. generation) eller affald fra eksempelvis slagterier (2. generation). Biodiesel kan bruges i dieselmotorer i blandt andet biler og fly.

Biomasse til kraftværker:

Biomasse, som for eksempel halm eller træflis, findeles og brændes af i kraftvarmeværkernes kedler i stedet for kul for at skabe damp til turbinerne. I Danmark brænder vi også husholdningsaffald af som biomasse i vores kraftvarmeværk. Husholdningsaffald består af organisk affald som mad, papir og pap. Det indeholder dog også metal og plastik, der ikke er organisk. Nye undersøgelser tyder på, at afbrænding af husholdningsaffald udleder mere CO₂, end man hidtil har troet. Så husholdningsaffald vil man i fremtiden måske ikke regne som 100% vedvarende energi.

For at forstå, hvor det organiske stof kommer fra, er der fokus på fotosyntesen i dette kapitel. Planter kan danne glukose også kaldet druesukker. Til det formål bruger de vand og kuldioxid, og energien henter de fra sollyset



Glukosen er altså en slags organisk stof ligesom det, eleverne har været rundt og finde. Glukosen fra fotosyntesen bliver nemlig omdannet til andre former for sukker i planten. Det er blandt andet sucrose, som vi kender som sukker, og stivelse, som vi blandt andet kender fra korn og kartofler. Vi kan spise sukker og stivelse, men vi kan også lave bioethanol ved at gære sukkeret. Bioethanolen kan vi drikke som alkohol, men vi kan også bruge det som brændstof i vores biler (1. generations-brændstof). Det er sådan, vi laver bioethanol til biler i dag. Man kan som et lærerforsøg væde et lille stykke vat i husholdningssprit og lade det brænde på en stor tallerken. Man kan lade eleverne reflektere over, om det er bedst at spise korn som brød i madpakken, eller om det er bedst at lave kornet om til sprit og brænde det af.

En del af glukose omdannes også til andre stoffer i planten såsom fedtstoffer og proteiner. Det spiser mennesker og dyr også. Det kender vi fra vores madpakke, hvor der er smør på brødet og proteiner i kød-pålægget.

Noget glukose i planten bliver bundet sammen i lange netværk og bliver til cellulose. Det bruger planterne i deres cellevægge, så planten kan stå oprejst. Halm og træ består blandt andet af cellulose. Man kan lade eleverne reflektere over, om man kan spise halm og træ, eller om det bedst at brænde det af.

Forskerne arbejder på at lave bioethanol af blandt andet halm, da vi naturligvis ikke kan spise det (2. generations-brændstof).

Snakken om organisk materiale og madpakken kan føre videre til en snak om, hvad CO₂-neutralt vil sige. Man kan bruge kulstofkredsløbet i elevarkene til at illustrere, at når vi brænder halm af som biomasse i kraftvarmeværker eller sukker af som bioethanol, siger vi, at det er CO₂-neutralt, fordi det er det samme CO₂, der kommer ud i atmosfæren, som der blev brugt til at danne planten. En vigtig forudsætning for at kunne kalde biobrændsel for vedvarende er dog, at der plantes nye afgrøder dér, hvor man bruger de gamle. Ellers går det ikke lige op, og C-atomet går ikke i kredsløb. Man kan illustrere det ved at lade eleverne prøve, om de kan følge C-atomet rundt i kulstofkredsløbet.

Professoren om fremtidens brændstof

I dag bruger mange biler og de store fly diesel. Det er et problem, da det udleder CO₂. Vi mangler dog et alternativ til den fossile diesel. Særligt for flyene, da de ikke kan bruge andet. Forskere arbejder derfor med forskellige teknologier til at udvikle bioenergi fra alger. Algerne kan nemlig ganske effektivt omdanne solens energi til oliedråber. Algerne kan produceres ude på havet, hvor produktionen af biobrændstof ikke konkurrerer med produktionen af fødevarer. I dag producerer man 1. generations-biobrændstoffer, og det konkurrerer med produktionen af fødevarer. Det påvirker fødevarepriserne og ødelægger naturen.

Så der er brug for algerne og en bedre 2. generations-teknologi. Algeteknologierne er dog stadig i deres vorden, da det endnu ikke er rentabelt at høste algerne oliedråber. Det koster mere energi at høste olien, end man får ud af det.

Forsøgene

NØRDudfordring – NØRDark nr. 16 planter trækker også vejret

Om eksperimentet

Formålet med øvelsen er at vise, at planter bruger CO_2 , når de vokser vha. energi fra lys. De danner glukose, men det kan vi ikke se, men vi ved, at det også bliver dannet, når der bliver brugt CO_2 (jvf fotosyntesen omtalt på forrige side). Hvis man ønsker at udbygge forsøget over en periode, kan man lægge vandpest i et akvarium og se, hvordan det vokser. Der bliver dannet glukose dvs. organisk stof. Efterfølgende kan man tage noget af vandpesten op og lade det tørre. Så er der blevet lavet biomasse, der er CO_2 -neutral. Det er det samme CO_2 , der er blevet brugt og frigivet. Måske kan man få vandpesten til at brænde lidt. Så har man biobrændsel.

Til selve øvelsen, hvor vandpesten danner O_2 , kan man vælge at hælde en tredjedel akvarievand i reagensglassene. Spæd op med vand fra hanen. Det smarte ved vandpest er, at når man lyser på det med en kraftig lampe, kan man se ilten boble op fra vandpesten, fordi den vokser så hurtigt (deraf navnet).

Glas BTB+	BTB-farve før	Lys el. mørke	Forventet BTB-farve
vand (kontrol)	Blå	Lys	Blå
vand + sølvpapir (kontrol)	Blå	Mørke	Gul*
vandpest + vand	Blå	Lys	Blå**
vandpest + vand + sølvpapir	Blå	Mørke	Blå
Vandpest + DKvand	Gul	Lys	Blå**
Vandpest + DKvand + sølvpapir	Gul	Mørke	Gul
* vandpesten danner CO_2 = respiration **vandpesten forbruger CO_2 = fotosyntese. Vi kan dog kun se farveskiftet i det ene glas, da BTB kun skifter farve omkring pH(6-7,5).			

Vandpesten optager CO_2 fra luften og udskiller O_2 . Dette sker dog kun om dagen, hvor planten får energi til denne proces fra solens stråler. For at en plante kan vokse, skal der altså være vand, CO_2 og lys til stede. I modsætning til stueplanter kan akvarieplanterne optage CO_2 fra vandet i stedet for luften. Danskvand er vand, der er tilsat CO_2 under tryk. Det er altså CO_2 , der bobler op af danskvanden, og det sætter ekstra fart på vandpestens fotosyntese.

Indkøb

Man kan købe vandpest i de fleste dyrehandler, som også sælger akvarieplanter. Når man henter vandpesten, er det vigtigt at få omkring en 1 liter akvarievand med. Vandpesten skal bruge næringsstofferne fra vandet til at vokse.

NØRDudfordring – fra bøtner til biogas

Madaffald, slagteriaffald og gylle indeholder masser af energi, og det kan man udnytte i et biogasanlæg. I naturen bliver der også lavet biogas. Måske har eleverne prøvet at gå i mudder i en mose eller lugtet til en landmands mødding. Det lugter fælt. Der er, fordi der dannes metangasser. Metan kender vi blandt andet fra prutter.

Biogas dannes kun under iltfrie forhold. I en mose og en mødding er der stillestående vand, som mangler ilt. Metanbakterier kan derfor lave biogas i vandet.

Hvis man ønsker at lave sin egen biogas med bøtner, er det vigtigt, at posen er helt lufttæt. Der er ikke noget elevark til denne øvelse. Man kan blot følge den korte beskrivelse i elevbogen.

? NØRDspørgsmålet

Kan verdens energiforbrug dækkes af biobrændsler? Er det en god idé?

Fremover vil der blive brændt meget mere træ og biogas af i vores kraftværker i stedet for kul. Det er en rigtig god idé og sparer os for CO_2 .

Den store udfordring er dog vores store behov for brændstof til transport. Det kræver meget plads at dyrke biobrændsler, og det konkurrerer i dag med produktionen af mad. Det vil blive bedre, i takt med at vi får udviklet mere rentable 2. generationsteknologier. Men stadigvæk er der begrænsede biobrændsler til rådighed på jorden. Det er for eksempel ikke en god idé at lave mere halm om til brændstof, end der er restprodukter fra produktionen af mad. Sammen med andre løsninger er biobrændsel dog en rigtig god idé.

8. Energilagring

Dette kapitel handler om, hvorfor vi ikke dropper vores forurenende kulkraftværker med det samme og erstatter det med ren, vedvarende energi fra solceller og vindmøller. Vi vil stå med et stort problem. For i dag kan vi ikke lagre den strøm, som solceller og vindmøller producerer, så vi er tvunget til at bruge strømmen med det samme. Så hvis vi kun baserede vores strømforsyning på solceller og vindmøller, ville vi i dag kun have strøm, når solen skinner, og vinden blæser.

Kapitlets hovedpointer:

- Vi har sol og vind nok til at dække vores strømforbrug.
- Vi kan ikke i dag lagre den vedvarende energi, så vi kan ikke styre, hvornår vi kan bruge den.
- Mulige løsninger er at lagre energi på batterier, pumpe vand op i bjergene etc.
- At ting får større energi, når man løfter dem op.

Indledende snak

Man kan starte undervisningen med at tage en indledende snak om, at vi tager det for givet, at der er strøm i stikkontakten. Vores strømforsyning er meget sikker, og produktionen bliver tilpasset efter forbruget. Man kan for eksempel spørge ud i klassen, om nogen kan huske, hvornår strømmen svigtede, hvad der skete og hvad de lavede? Til sammenligning er der flere lande i Afrika, der næsten dagligt oplever strømsvigt i visse områder eller i hele landet.

For at få eleverne til at forstå dilemmaet om energilagring kan det være en god idé at introducere

dem for, hvad energi er. Det kan være svært at forstå for andre end fysikere, men man kan bruge den definition, der tager udgangspunkt i os selv nemlig: Energi er noget, der kan få noget til at flytte sig – udføre et arbejde. Man kunne spørge eleverne om, hvad man mon gjorde i gamle dage? Hvordan kunne man dyrke korn, når man hverken havde en traktor eller energi i form af brændstof til at fylde på den? Svaret er selvfølgelig, at i gamle dage blev arbejde lavet med håndkraft, fordi kroppen er et fantastisk energilager. Naturen har allerede en løsning på at lagre energi: Vi spiser mad og deponerer energien i vores muskler, organer og fedtdepoter og får energi og varme, når vi skal bruge det – ligesom varmekraftværket forbrænder kul og giver energi og varme. Her er en tabel, som fortæller, hvornår vi bruger meget og lidt energi. Se tabel 1.

Man kan herefter tage læse kapitlets indledning i fællesskab og snakke om, hvordan vi skal lagre energi. Når vi skal lagre den strøm, vi skal bruge, kræver det et kæmpe batteri. Hvis vi for eksempel kun havde vindmøller, og det ikke blæste, skulle vi have et batteri på størrelse med Parken for blot at sikre strøm til København i et par timer. Derfor handler det om at finde mange forskellige løsninger på at lagre energi. Det er tid til at gå i gang med eksperimenterne.

Forsøgene

NØRDudfordring – batterier som fremtidens energiforsikring

Vi bruger batterier til rigtig mange ting. Det vil en undersøgelse af elevernes eget værelse derhjemme helt sikkert vise. Hvem kan tælle flest batterier derhjemme?

Fordelen ved batterier er, at de er mobile. Vi kan

Aktivitet	40 kg person	70 kg person
Ligge	3,5 kj/min	6,5 kj/min
Sidde stille	4 kj/min	7 kj/min
Gang 5 km/t	15 kj/min	26 kj/min
Gribe/kaste bold	15 kj/min	26 kj/min
Sprællemandshop	25 kj/min	44 kj/min
Løb 10 km/t	26 kj/min	46 kj/min
Almindelig tagfat	26 kj/min	46 kj/min
Hinke rundt	27 kj/min	48 kj/min
Hoppe rundt	27 kj/min	48 kj/min

Tabel 1: kj/min = kilojoule per minut. 1 kj = 0, 239 kilocalorier (kcal)

få strøm lige der, hvor vi har brug for det, om det så er til telefonen eller til bilen. Den største ulempe er, at vi først nu er begyndt at genanvende batterier i stor stil. Man genbruger mindst 50% af materialerne i batterierne i dag.

Man kan i kapitlet energiproduktion se, hvor strømmen kommer fra, når vi lader et batteri op.

NØRDudfordring – NØRDark nr. 17 lav dit eget batteri

Elektricitet i et citronbatteri

For at forstå, hvad et batteri er, og hvad der sker i citronbatteriet, skal man vide, at elektricitet er en strøm af elektroner. Flowet af elektroner kan produceres ved en kemisk reaktion som de, der opstår mellem zinkstykket og citronsyren i citronen og mellem kobberstykket og citronsyren. Det vil sige, at elektroner strømmer fra det negativt ladede zinkstykke til det positivt ladede kobberstykke. Citronbatteriet fungerer på samme måde som et normalt batteri. I et normalt batteri findes en syre og to metaller, der minder om zink og kobber.

Om eksperimentet

For at lave et batteri kræver det, at der er en elektrolyt i form af en syre eller en base tilstede. Kartofflen indeholder base, mens limefrugten indeholder syre. Det er dog en svagere syre end i citronen. Både kartofflen og citronen virker derfor i

forsøget. Forsøget virker faktisk stort set med alle madvarer, der indeholder meget vand. Et franskbrød vli for eksempel virke dårligt i forsøget.

NØRDudfordring – NØRDark nr. 18 lav en lommemotor

Batterier i elbiler er et energilager

Batterier i elbiler bliver vigtige, da de er en del af løsningen på at lagre strøm i fremtiden. Når vi i fremtiden mangler strøm i få minutter eller timer, fordi vinden ikke blæser, og det er overskyet, kan man bruge elbilernes batterier. I hver eneste elbil er der et batteri, som skal lades op. Når elbilen ikke er i brug, kan det blive tilsluttet og udlånt til el-nettet, som derved får en stor batterikapacitet.

Magneter og bevægelse

Vi har lært, hvordan et batteri kan lagre energi i citroneksperimentet. Men hvordan kan den elektriske energi, der er lagret i batterierne, blive til bevægelse? Det hele handler om magneter og magnetisme. Eleverne har sikkert leget med magneter og ved, at de kan både tiltrække og frastøde hinanden. Det er de kræfter, der får den elektriske motor til at bevæge sig. For når der løber en strøm gennem en kobbertråd, bliver den magnetisk. Magneterne for enden af batteriet er også magnetiske. Og når de to magnetfelter støder sammen, sker der ting og sager. Motoren begynder at bevæge sig.

Om eksperimentet

Eleverne behøver ikke at holde sig slavisk til forsøgsvejledningen. Lad dem eksperimentere med forskellige former af kobbertråden, og lad dem endelig samle motoren på den måde, som de har lyst til

Du kan se, hvordan man laver en lommemotor på YouTube <http://www.youtube.com>
Søg på "The simplest motor of the world" for at få en klassisk udgave.
Eller søg på "World's Simplest Motor – Homopolar Spiral" for at få en alternativ udgave.

Hvis man vil gå lidt i dybden med, at en strøm laver et magnetfelt, kan man kaste sig over et af de klassiske H.C. Ørsted-forsøg med tommelfingerreglen, højrehåndsreglen og lillefingerreglen. Eller blot udføre det legendariske forsøg, som ledte H.C. Ørsted på sporet, ved at lægge et kompas tæt på en strømførende ledning. For eksempel kobbertråden i eksperimentet. Leg løs med, hvordan opstillingen kan gøre et kompas rundforvirret. Her kan man også komme ind på jordens magnetiske syd- og nordpol, der normalt dikterer et kompasudslag. Men i forsøget går ledningen med sit magnetfelt ind og forstyrrer.

Man kan hente mere inspiration på fysikbasen.dk ved at søge på "Ørsteds kompasnål".

Indkøb

Magneterne skal være forholdsvis stærke for, at mini-generatoren fungerer. Det kan for eksempel være neodymium-magneter, som kan købes hos brinck.dk. Køb type C Super (NdFeB).

Kobbertråden skal være uisoleret og 2 mm tyk. Den kan blandt andet købes hos Frederiksen.eu, varenummer 113540.

NØRD mod NØRD – **NØRDark nr. 19** bliv klassemester i kuglebane

Om eksperimentet

At løfte ting op er en god måde at lagre energi på. Når energi er oplagret i et legeme, kaldes det beliggenhedsenergi. Det kan være en fjeder, der er spændt, eller en kugle, der er løftet op. Når man løfter en kugle op på toppen af en kuglebane, bliver kuglen fyldt med energi. Jo højere kuglen kommer op i luften, des mere energi får den. Energien bliver udløst, når man giver slip på kuglen, og den bevæger sig ned gennem kuglebanen. Det er den samme energi, der er i en opdæmmet sø i Norge. Energien bliver udløst, når man åbner for det lille hul i dæmningen, og vandet løber ned ad fjeldet og får en turbine til at køre rundt. Det giver strøm. Samarbejdet med Norge om energilagring er altså vigtigt for os danskere.

Man kan se videoer af fantasifulde kædereaktioner, hvor beliggenhedsenergi bliver udløst:

http://baynhamtyers.com/contraption_video.html
http://www.tcfilm.ch/pop_lauf1e.htm

Eller fra Experimentariums skolemateriale "Smæk på mekanikken" Modul 3. Det fulde undervisningsforløb kan downloades på www.experimentarium.dk.

? NØRDspørgsmålet

Hvordan kan man lagre strøm fra vedvarende energi i fremtiden?

En af de vigtigste måder at lagre strøm på bliver fortsat samarbejdet med andre lande om at eksportere og importere strøm. Særligt samarbejdet med Norge er vigtigt, da de kan lagre energi i opdæmmede søer.

Ud over idéen med at lagre energi i elbiler, som ligger en del år ud i fremtiden, arbejder man også på en løsning, hvor man laver el om til varme. Cirka 50% af de danske husstande er tilsluttet fjernvarmesystemet, og hvis man sætter kæmpestore varmepumper ind i fjernvarmesystemet, kan man lave el fra vindmøller om til varme og på den måde lagre noget af vindenergien.

9. Transport

Dette kapitel handler primært om to former for transport: persontransport og varetransport.

Kapitlets hovedpointer:

- Transport udleder CO₂.
- Der er forskelligt, hvor meget CO₂ de forskellige transportmidler udleder.
- Det er forskelligt, hvor langt varerne i vores dagligdag har rejst.
- Der er fordele og ulemper ved forskellige former for fremdrift.

Indledende snak

Kapitlet om transport i elevbogen lægger ligesom transportafsnittet op til, at eleverne reflekterer over deres egen hverdag. Hvordan de i kraft af deres egen adfærd kan påvirke udledningen af CO₂. Ideen er, at eleverne skal få stof til eftertanke uden løftede pegefingre. Vi kører alle sammen i bil, og rigtigt mange af os tager også på ferie med fly. Men hvis vi ønsker det, kan vi med små ændringer i vores hverdag blive lidt mere klimavenlige. Ligesom når vi slukker lyset efter os.

En god indledning til dette kapitel kan være at få eleverne til at sige, hvilke transportmidler de kender. Lad eleverne gruppere transportmidlerne efter, om de kører på fossile brændsler eller ej. Lad dem derefter gruppere dem efter, hvilke transportmidler de tror udleder mest CO₂. Lad dem komme med deres umiddelbare begrundelser. I tabel 2 er der tal for, hvordan det rent faktisk ser ud. Fly udleder klart mest CO₂. Enheden gCO₂/tonkm er en enhed for, hvor mange gram CO₂ det koster at transportere

et ton (for eksempel varer) en kilometer med det pågældende transportmiddel. Man kan nu lade eleverne vurdere, om det stemmer overens med deres viden. Flytrafik udleder CO₂ oppe i luften, og det giver en særlig negativ effekt på klimaet.

En krølle på tabellen for udledninger er, at skibstrafikken ikke er grøn, selvom den har en relativ lav CO₂-udledning. Osen fra skibene er beskidt, da brændstoffet er fyldt med svovl og partikler. Et stort containerskib udleder lige så meget svovl som 50 millioner biler. Årsagen er, at skibene sejler på affaldsolie, da det er billigt. Så man kan ikke altid nøjes med at kigge på CO₂-udledning alene.

Man kan derefter lade eleverne læse den indledende tekst i fællesskab og derefter inddrage elevernes dagligdag i emnet om transport. Hvor mange elever cykler for eksempel til skole, og er der overhovedet nogen, der kan undvære ferien sydpå med fly?

Tag for eksempel udgangspunkt i tabellen på næste side, der viser, hvor langt man kommer for 1 ton CO₂. Tallene er tilnærmelser, da det selvfølgelig afhænger af, hvilken type fly, skibe, biler m.m. man anvender. For 1 ton CO₂ kan man altså kun komme til Istanbul tur retur i bil. Hver dansker udleder i gennemsnit 10 ton CO₂ om året.

Transportmiddel	g CO ₂ /tonkm
Fly	1480
Lastbil	100
Tog	21
Containerskib	15

TABEL 2

Tabellen kan umiddelbart virke til at have misvisende informationer i forhold til den første tabel, men det er, fordi man i denne tabel tager hensyn til, hvor mange personer der kan være i transportmidlet.

Så langt kommer du for 1 ton CO₂

Transportmiddel	g CO ₂ /personkm	km per ton CO ₂	Fra KBH til
Cykel	0	Uendeligt	Hele verden
Bus	40	25.000	Singapore t/r
Tog	60	16.667	Sydney
Bybus	100	10.000	Hongkong
Motorcykel	106	9.434	Sao Paulo
Fly	110	9.091	Los Angeles
Færge	115	8.696	Texas
Bil	200	5.000	Istanbul t/r

TABEL 3

Man kan bruge tabellen til en snak med eleverne om, hvad der kan have betydning for CO₂-udledningen. Man kan for eksempel nævne, at når man kører alene i bil, udleder det fire gange så meget CO₂, som hvis der havde været fire personer i bilen. En bil, der kører 130 km/t, udleder mere CO₂, end hvis den kører 110 km/t. Korte ture i biler koster mere CO₂ end lange ture, hvor motoren er blevet varm.

Professoren om Containerskib med drage-power

Drager på containerskibene er helt nye tiltag, som endnu er i deres vorden i skibstrafikken. Blæser vinden kraftigt, kan kaptajnen sende en stor drage op i luften, som kan hjælpe med at drive containerskibet fremad. Og så kan man spare brændstof – særligt hvis man samtidig sætter hastigheden ned. Men hvad sker der, hvis der kommer lynnedslag, og kan dragen holde til sol og salt? Måske har eleverne selv fløjet med en drage og kan finde på flere udfordringer og forbedringsforslag til drageskibene.

Forsøgene

NØRDudfordring – NØRDark nr. 20 bag en klimavenlig pizza

Udgangspunktet for øvelsen er, at eleverne ved, hvor råvarerne til deres pizza kommer fra. De kan måske gå hjem i deres forældres køkken og finde ingredienserne og se, hvor de stammer fra. Måske kan de gå en tur forbi det lokale supermarked sammen med en voksen. Man kan også lade eleverne kigge på deres garderobe. Har deres tøj også haft en lang rejse?

Når eleverne har lavet den mindst og den mest berejste pizza og målt på et atlas, hvor langt hver enkelt madvare har rejst, kan de beregne, hvor meget CO₂ der er blevet udledt i forbindelse med transporten og sammenligne udledningen for forskellige transportmidler. Udledningen kan beregnes som følger:

$$\text{CO}_2\text{-udledning i gram} = [\text{g CO}_2/\text{tonkm}] * [\text{madvægt i gram}] / 1.000.000 * [\text{km}]$$

For at kunne udregne det skal eleverne vide, hvilken transportform der er blevet brugt. Her skal de bruge tabel 4. Derefter skal de bruge Tabel 2 for at udregne CO₂-udledningen. Man kan vælge at lave øvelsen endnu lettere ved blot at vælge en transportform for hver råvare. Fly er ikke taget med, da ikke ret mange fødevarer bliver transporteret med fly.

Vare	Skib	Bil
Konserves	9/10	1/10
Grønt uden for EU	8/10	2/10
Grønt inden for EU	1/10	9/10
Svinekød, oksekød, rejer, torsk		10/10
Andre fisk	9/10	1/10

Tabel 4. Fordelingen af transportmiddel på fødevarer

NØRD mod NØRD – NØRDark nr. 22 klimavenlig formel 1

Formålet med øvelsen er, at eleverne får erfaringer med at skabe fremdrift med simple konstruktioner. Måske har nogle elever behov for at tænke lidt over deres konstruktion på forhånd og tage en ting med hjemmefra? Måske har klassen behov for en fælles brainstorm?

Det er muligt at finde inspiration på www.emu.dk ved at søge på "opfinde biler".

NØRDudfordring – NØRDark nr. 21 lav et luftpudeskib

Om luftpudeskibe

En måde at bruge mindre energi ved transport er at lave et transportmiddel med mindst mulig gnidningsmodstand, for eksempel et luftpudeskib. Luftpuder bruges til mange forskellige typer af transport, bl.a. til transport i lagerbygninger, hvor én person kan være alene om at transportere tungt ting, når disse i stedet for hjul løftes af en luftpude. Der eksisterer også lynhurtige luftpudetransporte, og nogle containerskibe nedsætter også friktionen med vandet ved at svæve på en luftpude under skroget.

Om eksperimentet

Luftpudeskibe i dette forsøg er en CD, der svæver på et tyndt lag luft. For at få luftpuden til at fungere skal to ting være opfyldt: et plant underlag og luft under tryk.

Når munden på ballonen slippes, begynder en luftstrøm at bevæge sig meget langsomt ud af ballonen gennem hullet i tapestykket og ud under cd'en. Under cd'en opbygges et tryk, som til sidst bevirker, at cd'en løftes op fra underlaget. Gnidningen med underlaget er nu minimeret, og luftpude-cd'en bevæger sig, hvis du skubber til den.

Indkøb

Som mellemstykke kan for eksempel bruges gummi-propper til reagensglas hos Frederiksen.eu, varenummer 043520. Lim propperne fast med den smalle side mod cd'en, så sidder ballonen bedre fast.

Til en klasse skal der bruges en kasse med en masse forskellige dimser og skrammel og lettere værktøj.

Forslag til materialer

Elastikker, søm, hammer, garn, flasker til opvaske-middel, paprør, mindre rør, silkepapir, træstykker, runde træskiver til hjul, pinde, lim, fjedre, metalstykker, tape, bagepulver, eddike, cd'er, musefælde, olie osv.

I stedet for klimavenlig formel 1 kan man også lave forsøget med 'dåsen der kommer tilbage' eller 'musefælde-bilen'. Forsøgene kan også bruges som inspiration. De kan downloades fra skolekontakten.dk.

? NØRDspørgsmålet

Hvordan tror du, at fremtidens transportmidler ser ud?

Hvad kunne eleverne godt tænke sig, at transportmidlet skal kunne? Og hvordan skal transportmidlet spare på energien? Måske kan de få nogle idéer fra det, de har lært i kapitlerne.

10. Fødevarer

Dette kapitel handler om, hvordan vores forbrug bidrager til at sende CO₂ og andre drivhusgasser ud i atmosfæren. Alt fra sko til bøffer har haft et liv, før det ender i butikken. Og der er et energiforbrug involveret i alle produktionsled lige fra udvinding af råstoffer til emballering af det færdige produkt. Fødevarer står for en stor del af vores samlede udledning af drivhusgasser, og selve produktionen udleder langt flere drivhusgasser end den efterfølgende transport.

Kapitlets hovedpointer:

- At produktion af fødevarer og andre hverdagsprodukter udleder store mængder drivhusgasser (metan og CO₂).
- Produktionen af fødevarer har en større udledning af drivhusgasser end produktets transport.
- Hvis man spiser årstidens grøntsager, undgår man lang transport og dyrkning i drivhuse.
- At kød bidrager til en større udledning af drivhusgasser end grøntsager.

Indledende snak

Kapitlet lægger ligesom transportafsnittet op til, at eleverne reflekterer over deres egen hverdag. Hvordan de i kraft af deres egen adfærd udleder CO₂. Ideen er, at eleverne skal få stof til eftertanke uden løftede pegefingre. Vi spiser næsten alle sammen kød, vi smider mad ud, og vi spiser frugt og grønt, der ikke er i sæson. Men hvis vi ønsker det, kan vi med små ændringer i vores hverdag blive lidt mere klimavenlige. Ligesom når vi forsøger at slukke lyset efter os.

Man kan starte kapitlet med at spørge eleverne om, hvad de tror, der udleder mest CO₂. En bøf eller en gulerod? Svaret kan eleverne så selv give, når de i fællesskab har læst den indledende tekst.

Fakta om fødevarers udledning

Hvis man kigger på vores privatforbrug, er transport en stor kilde til CO₂-udledning. Kørsel i bil og opvarmning af boligen står for en tredjedel af vores CO₂-udledning. Det vil næppe overraske ret mange. En anden stor kilde til udledning i vores hjem er vask af tøj, boligindretning og rengøring. Det udgør også cirka en tredjedel. Den sidste tredjedel er nok det, vi mindst tænker over. Men madlavning og fremstilling af fødevarer udgør også en tredjedel af privatforbrugets samlede udledning af drivhusgasser. Og her har kød langt den største rolle.

Forsøgene

NØRD mod NØRD – NØRDark nr. 23
er du årstidsnørd?

Frugt og grønt i sæson

Vi har næsten glemt, hvornår noget er i sæson. Vi kan få pærer, appelsiner og tomater året rundt. Når frugt og grønt er i sæson, mener man, at det er den naturlige dyrkningsperiode. Det er dog ikke ensbetydende med, at vi kan købe det i butikken, da det afhænger af sortimentet. Udgangspunktet for elevarket er at vise, hvad der kan lade sig gøre i stor målestok, som dækker alle supermarkeder i Danmark.

De måneder, hvor en grøntsag eller en frugt har et tal, er den i sæson. Den grå farve viser, i hvilke måneder frugt og grønt skal placeres på elevarket, og tallet angiver årstidens point. Med andre ord vil det sige, at eleverne bør placere gulerod, kartoffel

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
Gulerod	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2
Kartoffel	2	2	2	2			2	2	2	2	2	2
Løg	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2
Æble	3	3	3	3				3	3	3	3	3
Porre	3	3	3	3				3	3	3	3	3
Pære	3	3	3	3				3	3	3	3	3
Hvidkål	3	3	3	3				3	3	3	3	3
Rødbede	3	3	3	3				3	3	3	3	3
Salat					1	1	1	1	3	3	3	
Blomkål					1	1	1	1	3	3	3	
Kirsebær							1	1				
Ærter							1	1				
Asparges					1	1						
Jordbær						1	1	1				
Tomat						1	1	1				

TABEL 5. De farvede felter viser forenkede bud på, hvornår fødevaren er i sæson. Gulerod har for eksempel sæson hele året, mens kirsebær har i maj til august. Tallene viser den helt rigtige sæson og hvor mange point en rigtig placering giver, da det er lettere at placere kirsebær i forhold til årstiden end hvidkålen.

og løg ud for "hele året" (2 point). Og de bør placere eksempelvis æbler i september-oktober-november-kassen (3 point). Der er ingen grøntsager, der har en placering alene i januar-februar-marts-april feltet. Her har vi vinter i Danmark.

Om konkurrencen.

Man kan dele eleverne op i grupper på 3 eller 4, så de kan diskutere deres erfaringer, inden de placerer råvaren. Man kan for eksempel afsætte 10 minutter til opgaven.

Man kan finde ud af, hvem der har vundet ved at nævne, hvilke frugter og grøntsager der kan få to point. Eleverne kan herefter fjerne de overflødige tegninger. Når alle kategorier er gennemgået, kan eleverne derefter tælle antallet af point sammen, og vinderen er den gruppe, der har fået flest point. De er blevet årstidsnørder. Man kan vælge at tage fat i de forkert placerede grøntsager og give dem den rigtige placering. Man kan også lade eleverne kigge på deres frugt og grønt derhjemme. Hvad har de i køleskabet, der passer til sæsonen lige nu?

NØRDudfordring – NØRDark nr. 24 byg din egen klima-madpyramide

Der findes flere forskellige opgørelser over, hvor stor udledningen af drivhusgasser er ved produktion af fødevarer. De rummer forskellige forudsætninger og beregningsmetoder, og derfor kan man finde forskellige resultater. Tallene i elevarket skal man derfor ikke se som en facitliste.

Det er også vigtigt at sige, at klimadataene ikke tager højde for andre miljøfaktorer såsom nærings-saltbelastning, pesticider og arealbeslag. Det overordnede billede er dog det samme.

Klima-madpyramide-øvelsen

Udgangspunktet for øvelsen er at tage fat i FDB's madpyramide.

Eleverne kan starte med at klippe fødevarerne ud og derefter dele dem op i tre kategorier, inden de bliver sat på klima-madpyramiden. De CO₂-tunge fødevarer skal være øverst og de CO₂-lette nederst.

Derefter kan de prøve at sammenligne med madpyramiden i elevbogen.

Er der forskel på, hvad det vil sige at spise sundt og klimavenligt?

Grundlæggende er svaret nej. Vi skal spise mest fra bunden i form af brød og kartofler og meget fra midten i form af grøntsager og frugt og mindst fra toppen med kød og animalske produkter.

Oksekød har en særlig høj udledning, da kvæg danner metan i deres vom, som de bøvser ud. Metan er 23 gange så stærk en drivhusgas som CO₂. Det er derfor, udledningen af fødevarer bliver opgjort i CO₂-ækvivalenter (se beskrivelse under kapitlet om drivhuseffekten). Kvæg er desuden knap så energieffektive dyr som grise og kyllinger. Kylling er det mest energieffektive dyr. Så derfor kan man spare på sine CO₂ udledning, hvis man skifter kød fra gris og okse ud med kylling.

Nogle grøntsager kan have meget forskellige udledninger. For tomater og agurk er der brugt tal for dansk produktion. Opvarmede drivhuse i Danmark forårsager meget CO₂, mens udledningen er mindre fra Sydeuropa, selvom tomaterne skal transporteres herop.

FDB har i 2011 lavet en ny madpyramide. Den viser fortsat, hvad der er sundt at spise, men den har også et klimablik. Hvis du spiser efter den nye madpyramide, kan du reducere din klimaudledning fra fødevarer med 30%. Se den på www.madpyramiden.dk

Nørd mod Nørd – lækker mad uden kød?

Fakta om kød og CO₂-udledning

Hvis eleverne har arbejdet med klimamadpyramiden, vil de have en visuel fornemmelse af, at produktionen

af kød udleder mange drivhusgasser. Kødproduktion er energikrævende, da dyrene spiser mange kilo foder. Man kan sige, at køerne spiser meget grønt, som vi lige så godt kunne spise selv. I virkeligheden får mange husdyr kraftfoder, som består af bl.a. importeret soja og det kan vi selvfølgelig ikke umiddelbart spise, men markerne kunne være brugt til at producere fødevarer. For at gøre plads til sojamarke ryddes der i øvrigt oftest regnskov, som forårsager store udledninger fordi der er bundet store mængder CO₂ i træerne som frigives ved rydning. På verdensplan udgør afskovning 20 % af alle verdens drivhusgasudledninger.

Man har beregnet, at hvis vi nøjes med at spise 325 gram kylling og æg og 70 gram kød fra kødkvæg i løbet af en uge, ville vi spare op til 50% af vores samlede CO₂-udledning (kilde: Det hollandske Miljøinstitut, 2009). Til sammenligning spiser vi omkring 1.800 gram kød på en uge (kilde: Danmarks Statistik), hvis vi også indregner skind og ben, som vi ikke spiser. Vi vil altså skulle skære vores kødforbrug ned til omkring *en femtedel* af i dag. Danskerne er faktisk det folkefærd, der spiser mest kød i verden.

Man kan spørge eleverne, om de ville komme til at savne noget, hvis de skulle forestille sig dage uden kød et par gange om ugen. Kender de nogen, der aldrig spiser kød?

Konkurrencen

Når snakken er afrundet, kan quizen introduceres. Kender eleverne retter, der ikke er kød i? Eller kan de fjerne kødet fra en ret? Kartoffelsalat behøver for eksempel ikke at være med kød eller? Hvis eleverne ikke rigtigt kan komme på nogen idéer til retter uden kød, kan man komme med forslag som: tomatsuppe, pastasalat, risengrød og falafel. På viskalspise.dk kan man også søge på vegetarretter.

Det hold, der kommer på flest retter, har vundet dysten. Det gør ikke noget, eleverne kommer med lidt skøre løsninger. Det kan jo være, at det vil smage godt!

NØRDtest – test din yndlingsret

Formålet med denne øvelse er at vise, at der er mange enkeltelementer i vores madvaner og daglige gøremål, der har betydning for udledningen af drivhusgasser. Vores transport hen til butikken har i mange tilfælde en højere udledning af CO₂ end fødevarernes transport fra producenten hen til butikken.

? Nørdspørgsmålet

Eleverne kan måske finde frem til de gode råd ved at kigge på quizen og finde frem til de 3 bedste råd. De skal særligt kigge på svarene ud for de grønne æbler i NØRDtesten.

Så mange kg CO₂ udleder en person, der kører:

Transportform	Kg CO ₂ -udledning per person
10 km på cykel	0,0
10 km på knallert	0,06
10 km i bybus	0,09
10 km i bil	0,2
10 km i s-tog	0,07

TABEL 6

Vi danskere smider også meget mad ud derhjemme. 20% af al den gode mad vi køber ender i skralde-spanden.

Økologisk mad er ikke med i testen, da økologisk produktion ikke nødvendigvis udleder færre drivhusgasser. Økologi har dog en lang række andre fordele for miljøet.

Evaluering

Bliv selv klimaNØRD

Fortællingen i elevbogen slutter med, at eleverne selv får mulighed for at blive klimaNØRDER. På en interaktiv side på www.skolekontakten.dk kan de løse en opgave og finde ud af, hvilken slags klimaNØRD de selv er. Alle vil opleve at blive klimaNØRDER, men med forskellige kendetegn.

Egen evaluering

Ud over denne evaluering har man som lærer selv mulighed for at lave evaluering på klassen. Man kan for eksempel tage udgangspunkt i ordforklaringen i elevbogen og vælge nogle centrale begreber ud. Man kan også lade eleverne vælge begreberne ud. Man kan skrive ordene på tavlen og lade eleverne forklare begrebet. Hvad tænker de på, når de ser begrebet? Hvad har været særligt spændende?

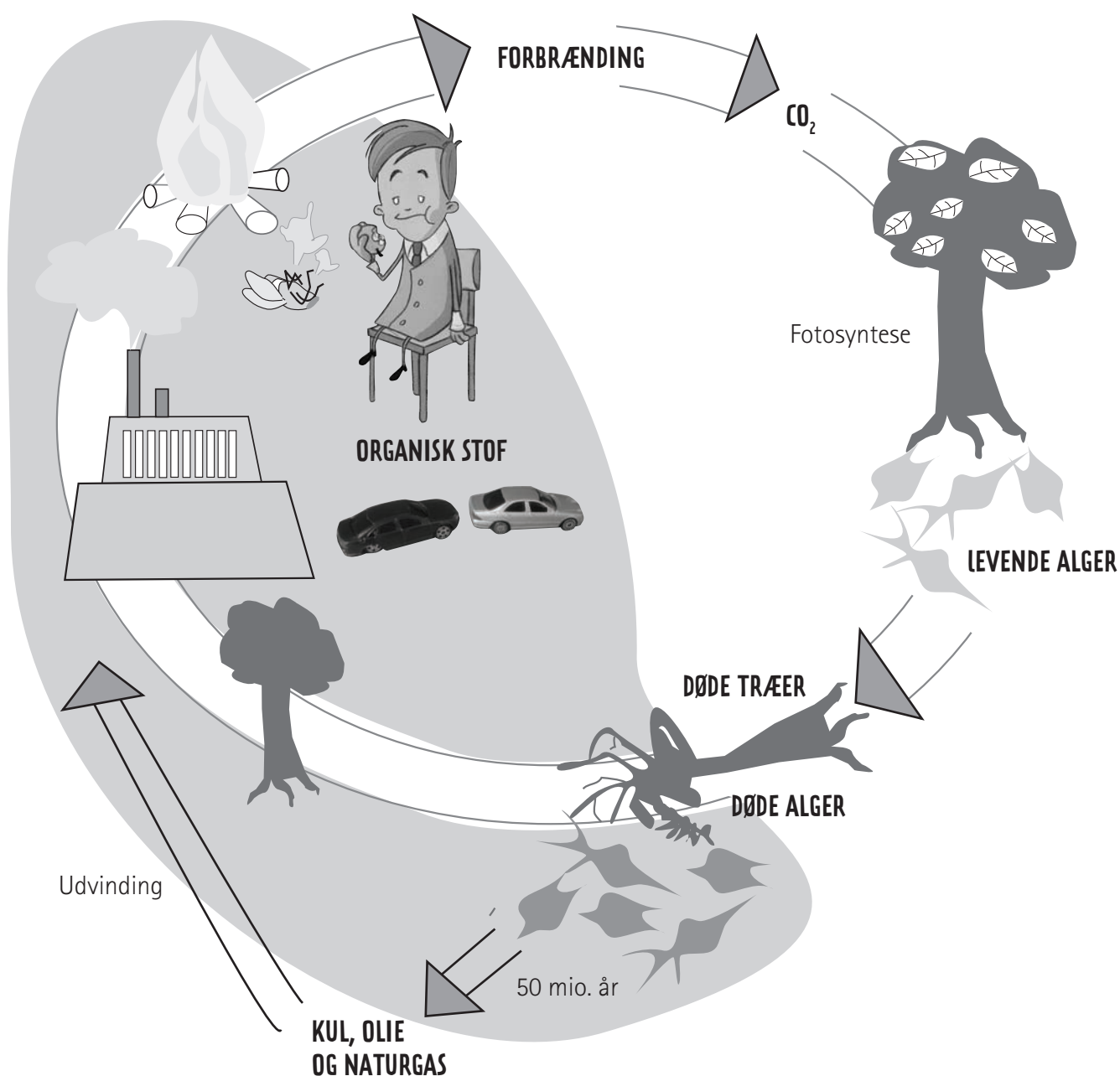
Materialeevaluering

Som lærer har man mulighed for at evaluere selve materialet på skolekontakten.dk. Har det været et spændende og lærerigt forløb, og har materialet og eksperimenterne fungeret efter hensigten? Vi håber, at mange vil benytte sig af den mulighed, da det vil give os brugbar viden. Vi hører også gerne fra jer, hvis I har forslag til forbedringer, eller der er noget, I har været særligt begejstrede for.

På forhånd tak!

Kulstofkredsløb

Kulstof er en vigtig bestanddel af alt organisk materiale. Kulstoffet optages som CO_2 og omdannes hovedsageligt til CO_2 igen, når det organiske materiale rådner eller brændes af. Mængden af kulstof i verden er stort set konstant. Men der er forskel på hvilken form den er på. Hvis vi brænder meget kul, olie eller naturgas eller brænder mange skove af, slipper vi kulstoffet, som var bundet i materialet fri som CO_2 til atmosfæren. Det øger drivhuseffekten.



NØRDark nr. 1 - DRIVHUSEFFEKT

NØRDudfordring – sky i en flaske

Du skal lave din helt egen sky i en flaske.

Du skal bruge:

- 1,5 eller 2 liters tom plastikflaske af blød plastik, så den buler, når man klemmer på den
- Tændstikker
- Evt. 1 ballon



Hvad sker der?

Kan du lave en sky inde i flasken? Hvad dannes skyen af?

Sådan gør du:

- Tag en tom plastikflaske.
- Tænd en tændstik, og lad den brænde et øjeblik.
- Pust tændstikken ud, og lad noget af røgen fra tændstikken komme ind i flasken.
- Sæt låg på flasken, og klem flasken så flad som muligt.
- Hvis du slipper flasken, så den hurtigt bliver rund igen, kommer der en sky til syne inde i flasken.
- Du kan også sætte en ballon på flaskens munding. Når du hiver opad i ballonen, dannes der også en sky i flasken.



NØRDudfordring – lav selv drivhuseffekt

Nu skal du selv lave drivhuseffekt og måle temperaturstigningen.

Mens du venter: Skriv ned, hvordan du kan se drivhuseffekten med dette forsøg.

Du skal bruge:

- 1 bægerglas på 1 liter
- 1 bægerglas på 1 liter eller en tom sodavandsflaske
- 1 termometer
- 1 stativ til at fastspænde termometeret i
- Lampe med 100 Watt glødepære
- Bagepulver (15 gram)
- Lagereddike (60 mL)
- Tændstikker

Sådan gør du:

Temperaturmåling i luft:

- Sæt opstillingen op som vist på tegningen. Vær opmærksom på, at termometeret skal være midt i bægerglasset. Det må ikke røre ved bægerglassets bund eller kant. Placer lampen henover bægerglasset.
- Temperaturen vil stige i bægerglasset. Vent på den ikke stiger mere. Det tager cirka 10 minutter.
- Skriv temperaturen ned.

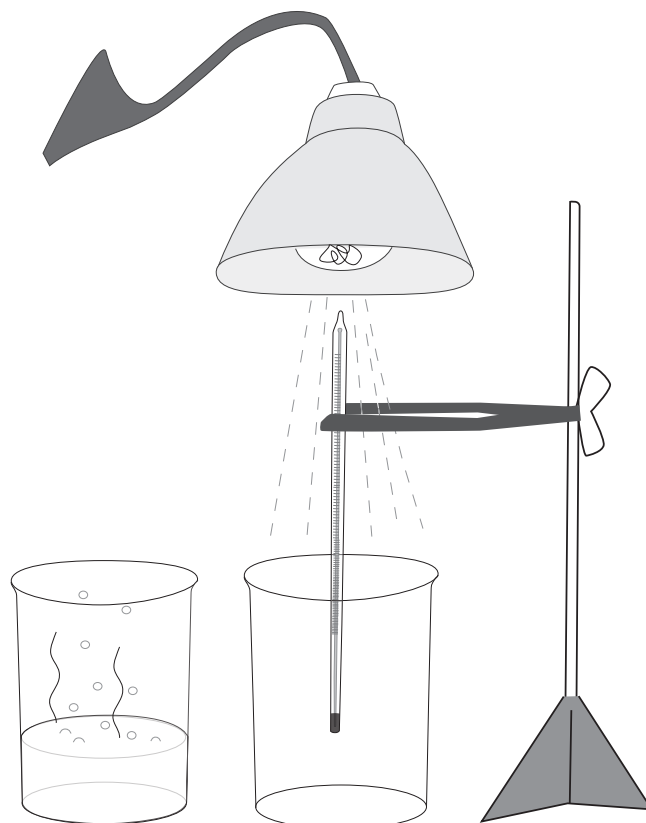
Temperaturmåling i CO₂:

- Tag et nyt bægerglas eller en ren sodavandsflaske. Bland ca. 15 g bagepulver og 60 ml eddike sammen i bægerglasset. Ryst blandingen sammen. Det begynder nu at boble og syde. Det er fordi, der bliver dannet CO₂.
- Tag straks blandingen hen til bægerglasset under lampen. Hæld forsigtigt den usynlige CO₂ ned i bægeret under lampen. Den hvide blanding må ikke komme med.

- Efter 1 minut bør der være usynlig CO₂ i bægerglasset under lampen. Du kan ikke se det, men du kan vise det. Tænd en tændstik og stik den ned i bægerglasset. Hvis tændstikken går ud, er al luften i glasset erstattet af CO₂. Hvorfor det?
- Bliv ved med at hælde CO₂ på glasset hvert tredje minut indtil temperaturen ikke stiger mere. Det tager ca. 10 minutter.
- Skriv temperaturen ned. Sammenlign temperaturen for den varme luft med temperaturen for den varme CO₂ luft.

Hvad sker der?

Var der den samme temperatur i glasset? Forklar hvad der er sket.



NØRDudfordring – Sort/hvid jord

Hvid is reflekterer solens stråler, så Jorden ikke varmes så meget op. Det kaldes albedo-effekten.

Men hvad gør den sorte jord? Find ud af det med dette forsøg.

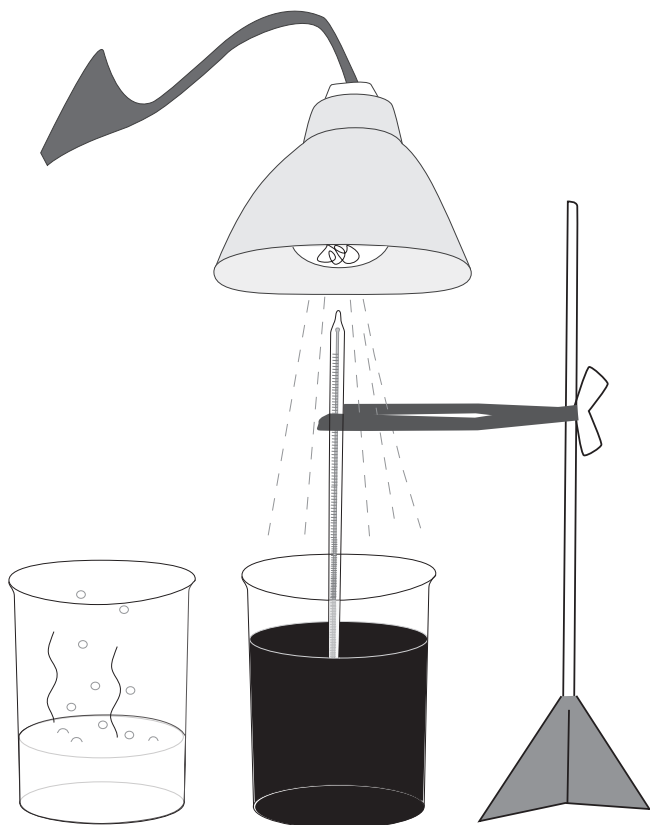
Du skal bruge:

- 1 bægerglas på 1 liter
- 1 bægerglas på 1 liter eller en ren sodavandsflaske
- 1 termometer
- 1 stativ til at fastspænde termometeret i
- Lampe med 100 Watt glødepære
- Bagepulver (15 gram)
- Lagereddike (60 mL)
- Tændstikker
- Sort karton
- 1 saks

Sådan gør du:

Du kan lave dette forsøg, når du har gennemført NØRDark nr. 2.

- Klip det sorte karton ud, så det passer til glassets sider. Sæt det ned i glasset.
- Klip et sort stykke karton ud, så det passer til bunden af glasset. Læg det ned i glasset.
- Sæt lampen hen over bægerglasset og tænd for lyset. Der skal være den samme afstand mellem lampen og bægerglasset som i NØRDark nr. 2.
- Fyld bægerglasset op med CO_2 som i NØRDark nr. 2. Kom ny CO_2 i bægerglasset ca. hvert 3. minut.
- Vent til temperaturen ikke ændrer sig mere. Det tager ca. 10 min. Skriv derefter temperaturen ned.



Hvad sker der?

Er temperaturen højere eller lavere end i NØRDForsøg 2. Hvorfor?

Hvordan tror du, det virker på jordens temperatur, hvis isen på Grønland smelter og jorden bliver synlig?



NØRDudfordring – gør det usynlige synligt

Mystiske sæbebobler

Du skal bruge:

- Bagepulver (25 gram)
- Eddike (100 mL)
- Skål på 1 liter
- Sæbeboblevand (køb den færdig eller lav den selv – se opskrift)

Sådan gør du:

- Bland 5 gram bagepulver med 20 ml eddike i skålen.
- Lad det stå lidt.
- Pust sæbebobler ned i beholderen.

Opskrift Sæbeboblevand

Du skal bruge:

- 1 liter demineraliseret vand
- 1/2 dl opvaskemiddel
- 1/2 dl glycerin
- Dunk på ca. 3 liter med låg

Sådan gør du:

- Skyl dunken grundigt med demineraliseret vand.
- Bland alle ingredienserne i dunken og vend den forsigtigt på hovedet et par gange. Undgå skum.
- Luk dunken og lad sæbevandet trække i 24 timer.
- Glycerin kan du købe i Matas. Demineraliseret vand kan du købe i de fleste supermarkeder.



Hvad sker der?

Hvad sker der, når du blæser sæbebobler ned i skålen?

En underlig ballon

Du skal bruge:

- Bagepulver (25 gram)
- Eddike (100 mL)
- Beholder med lille munding, f.eks. 1 flaske eller 1 reagensglas
- En lille tragt
- 2 balloner

Sådan gør du:

- Pust den ene ballon op et par gange og tag luften ud igen. Så bliver ballonen lettere at puste op i forsøget.
- Vej bagepulveret af og hæld det op i ballonen ved hjælp af en lille tragt.
- Mål eddiken af og hæld den op i flasken.
- Sæt ballonen fast på flasken. Løft ballonen op, så bagepulveret falder ned i eddiken.
- Hold ballonen fast på flasken, mens du ryster flasken lidt.
- Når ballonen ikke udvider sig mere, tager du den af flasken og binder en knude.
- Pust en anden ballon op til den samme størrelse og bind en knude på den.

Hvad sker der?

Hvordan tror du, at din CO₂-ballon vil opføre sig i forhold til din almindelige ballon?
Hvordan opførte den sig så?
Hvad er forskellen?





NØRD mod NØRD – lav det sureste vand

I skal konkurrere om, hvem der først får rødkålvand til at skifte farve ved at puste i det.

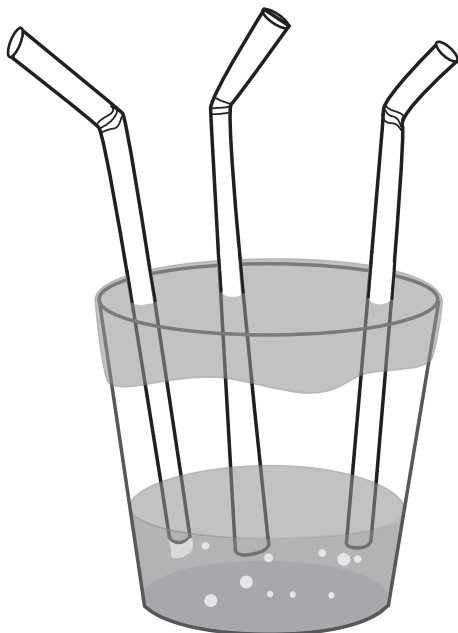
Du skal bruge:

- Omkring 1/4 af et rødkålshoved
- Kniv
- Vand
- 1 skål af glas
- 1 glas
- Sugerør til alle
- Køkkenfilm (Vita Wrap)
- Dansk vand



Hvad sker der?

Hvorfor skifter vandet farve fra blå til rød?
Hvad sker der, når du hælder dansk vand i glasset bagefter? Hvorfor?



Sådan gør du:

Først skal I lave noget rødkålvand.

- Skær rødkålen i mindre stykker, og kom dem i en skål af glas, så I kan se igennem.
- Tilsæt kogende vand fra en elkoger, til rødkålen er dækket. Få hjælp af en voksen.
- Lad vand og rødkål stå i 1 minut.
- Si rødkålsstykkerne fra. Nu har I noget vand, der er helt blå eller lilla.

Konkurrencen

- Hæld lidt af vandet over i et glas. Der skal være cirka 2 centimeter i glasset.
- Dæk glasset til med køkkenfilm, og stik 3-4 sugerør ned i rødkålvandet.
- Nu er I klar til at puste.
- Tæl ned, så alle begynder at puste på samme tid og pust i 1 minut. Hvilket hold fik rødkålvandet mest rødt/lilla?

NØRDark nr. 6 - CO₂

NØRDudfordring – hjælp, det brænder

Udleder du CO₂, når du brænder noget af?

Du skal bruge:

- 1 stativ
- 1 metaltragt
- Demineraliseret vand
- Prop til glasset med 2 huller i
- 1 lige glasrør
- 1 bøjet glasrør
- 2 gummislanger
- 1 konisk kolbe eller 1 reagensglas
- Bromthymolblåt (BTB)
- 1 håndpumpe
- Noget brandbart (f.eks. stearinlys, lampeolie, gasbrænder – det skal kunne brænde i noget tid)



Hvad sker der?

Hvorfor tror du, man kan bevise, at der er CO₂ i røgen ved at puste den gennem væske? Prøv at brænde forskellige ting af. Udleder de alle CO₂?

Sådan gør du

- Sæt metaltragten fast på stativet.
- Fyld kolben halvt med demineraliseret vand, og kom en eller to dråber bromthymolblåt i væsken, så den lige akkurat farves blå.
- Forbind tragten til en slange, som du stikker gennem proppen og ned i væsken.
- Forbind pumpen til en slange, som du stikker gennem det andet hul i proppen, men så det ikke stikker ned i vandet.
- Sæt proppen fast i glasset.
- Placer det, du gerne vil brænde af, forsvarligt under tragten, så du ikke brænder tragten af eller andre ting omkring dig.
- Tænd ild og begynd at pumpe.



NØRDark nr. 7 - KLIMAFØRÆNDERINGER I DANMARK



NØRDudfordring – lav din egen vindmåler

Med et par papkrus og sugerør kan du selv måle, hvor hurtigt vinden blæser.

Du skal bruge:

- 5 små papkrus
- 2 sugerør
- 1 tegnestift
- Klipsemaskine
- Hullemaskine
- Saks
- Blyant med viskelæder i enden



Hvad sker der?

Prøv, om du kan måle, hvor hurtigt din vindmåler drejer rundt i vinden. Har du forslag til, hvordan du kan forbedre din vindmåler?

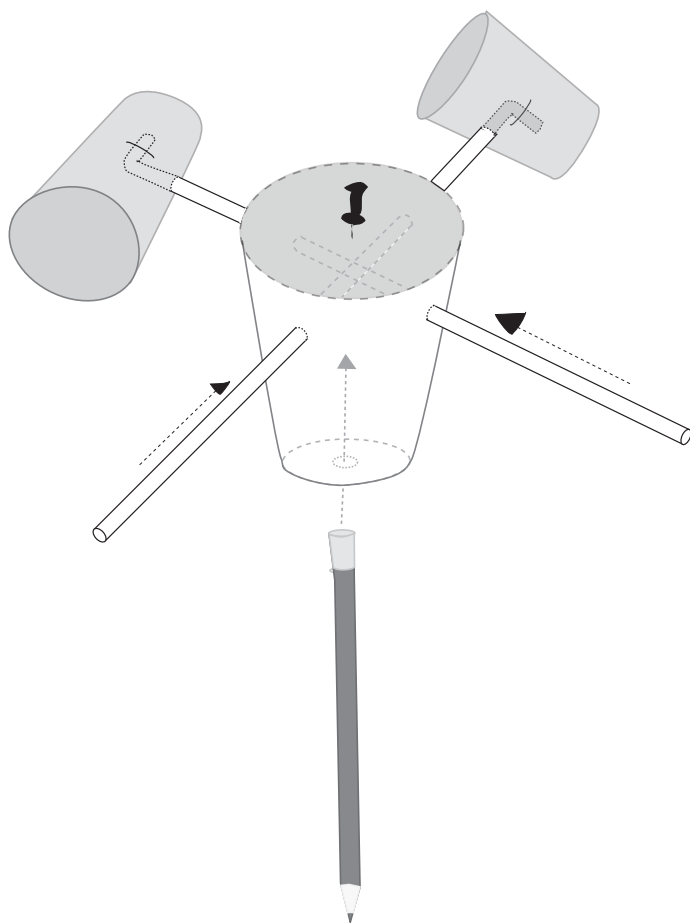
Kan du også bruge din vindmåler til at måle, om klimaet ændrer sig?

Sådan gør du

- Klip et hul i fire af kopperne omkring 1 cm fra kanten. Hullet skal være lidt mindre end sugerøret.
- I den sidste kop klipper du 4 huller med lige store mellemrum 1 cm fra kanten og ét hul i midten af bunden.
- Tag 2 af de 4 kopper, og pres et sugerør gennem hullet.
- Bøj enden af sugerøret, som er inde i koppen, og klips den fast på koppers modsatte side. Gør dette for begge kopper.
- Stik 1 af sugerørene gennem 2 af hullerne i koppen med de 4 huller, så sugerøret går gennem koppen.
- Klips en kop fast i den anden ende af sugerøret, så kopperne vender samme vej.
- Stik det andet sugerør gennem de andre to huller, så de danner et kryds, og så kopperne vender samme vej.
- Klips den sidste kop fast.
- Sørg for, at alle kopperne vender samme vej som vist på tegningen.
- Pres tegnestiften gennem de 2 sugerør, hvor de krydser hinanden.
- Kom blyanten gennem hullet i bunden af koppen, og sæt sugerørene fast med tegnestiften i viskelæderet i blyantens ende.
- Nu har du en vindmåler, som drejer rundt, hvis du sætter den ud i vinden.

NØRDark nr. 7 - KLIMAFØRANDRINGER I DANMARK

NØRDudfordring – lav din egen vindmåler



NØRDark nr. 8 - KLIMAFØRÆNDERINGER I DANMARK

NØRDudfordring – lav dit eget vejrsystem

Du kan selv lave dit eget lille vejrsystem.

Du skal bruge:

- 2 ovnfade
- Is
- Sand
- 1 stearinlys
- 1 bordskåner
- 2 grydelapper
- 1 stykke pap
- Tændstikker

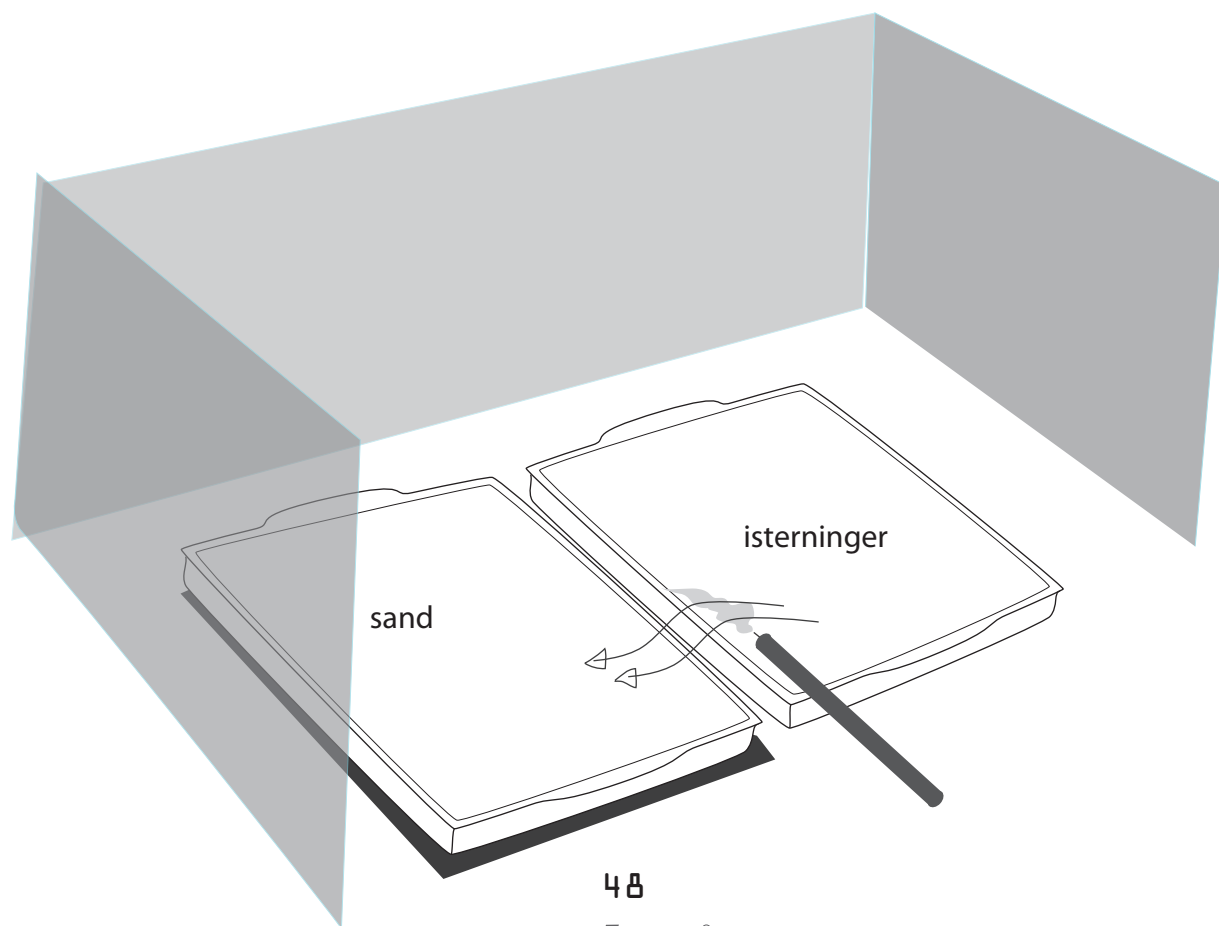


Hvad sker der?

Hvilken vej bevæger røgen sig? Hvor tror du, at de største storme dannes i virkeligheden?

Sådan gør du:

- Stil eksperimentet op et sted, hvor det ikke trækker. Stil evt. noget pap op omkring eksperimentet, som afskærmer for vinde og træk.
- Tjek, at der ikke er trækvinde ved at puste et lys ud og se, hvilken retning røgen bevæger sig i. Røgen skulle gerne stige lige op i luften.
- Fyld det ene ovnfad op med sand, og stil det i ovnen ved 300 grader i 10 minutter.
- Fyld det andet ovnfad op med isterninger.
- Stil de to ovnfade ved siden af hinanden. Husk at sætte det varme ovnfad på en bordskåner. Pas på at du ikke brænder dig.
- Tænd lyset og pust det ud igen. Hold lyset hen midt imellem fadene.



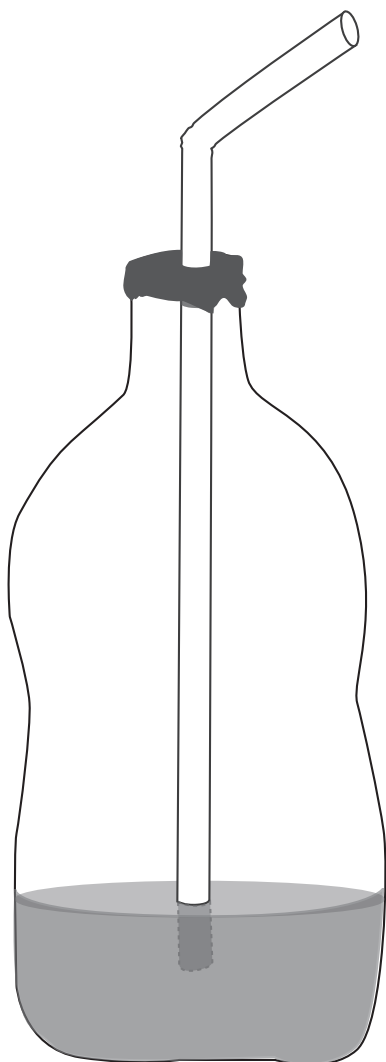
NØRDark nr. 9 - KLIMAFØRÆNDERINGER I VERDEN

NØRDudfordring – Varmt vand fylder mere

Du kan med dette forsøg se, hvad der sker med vandstanden, når temperaturen i vandet stiger.

Du skal bruge:

- 1 gennemsigtig halvliters flaske
- Vand (60 mL)
- Husholdningssprit (60 mL)
- 1 gennemsigtigt sugerør
- Modellervoks
- Madfarve



Sådan gør du:

- Fyld 60 ml lunkent vand i flasken og 60 ml husholdningssprit.
- Kom et par dråber frugtfarve i.
- Kom sugerøret ned i flasken. Det må ikke røre bunden.
- Brug modellervoksen til at lukke hullet i flasken omkring sugerøret helt tæt, så ingen luft slipper ind.
- Varm væsken i bunden af flasken op med dine hænder ved at holde om den.



Hvad sker der?

Beskriv med egne ord, hvad der sker i sugerøret. Og hvad har resultatet med verdenshavene at gøre?

Har du en idé til at få vandstanden til at falde hurtigt igen?

NØRDark nr. 10 - KLIMAFØRÆNDERINGER I VERDEN

NØRDudfordring – Is og vandstand

Smeltning af is er med til, at vandstanden i havene stiger, men er der forskel på, om den smeltede is kommer fra flydende isbjerge eller indlandsisen?

Du skal bruge:

- 2 store bægerglas
- 1 trådnet, der kan hvile oven på det ene bægerglas
- 6 isterninger af nogenlunde samme størrelse
- Whiteboardtusch



Hvad sker der?

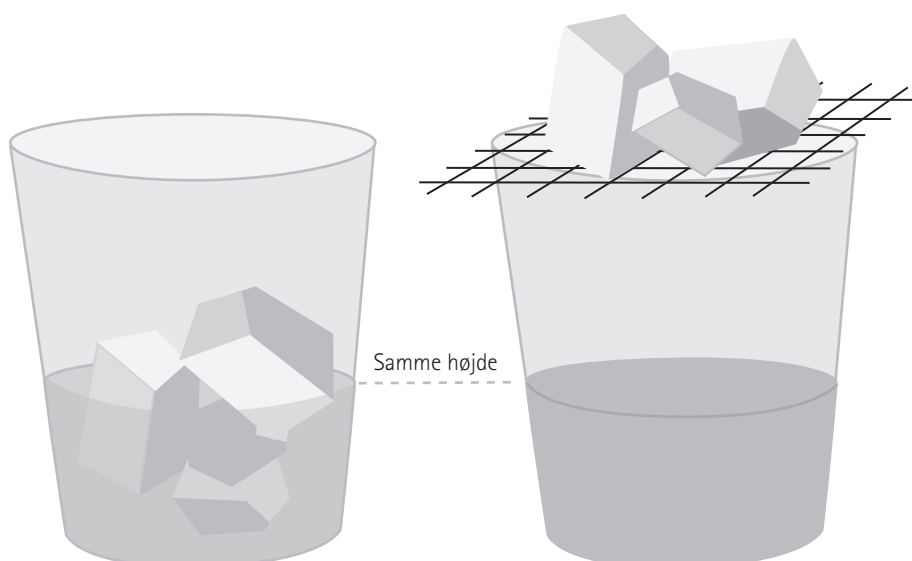
Lad isterningerne smelte.

Hvad tror du vil ske med vandstanden i de to glas? Vil den stige lige meget?

Hvad skete der så? Kan du med dine egne ord forklare, hvad forsøget viser om, hvad smeltende isbjerge og smeltende indlandsis betyder for, hvor meget havet vil stige?

Sådan gør du:

- Hæld lige meget vand i de to bægerglas.
- Placer 1 trådnet oven på det ene bægerglas.
- Put 3 isterninger i glasset uden trådnet. Det er vigtigt, at disse isterninger ikke rører bunden af glasset, men flyder rundt som rigtige isbjerge.
- Fyld herefter op med vand i glasset med trådnet, så vandstanden igen bliver ens i de to glas. Markér vandstanden i begge glassene med tuschen.
- De andre tre isterninger placeres på trådnettet, så vandet fra isterningerne vil dryppe ned i vandet. Disse isterninger symboliserer is, der ligger på landjorden som for eksempel indlandsisen på Grønland.



NØRDark nr. 11 - KLIMAFØRÆNDERINGER I VERDEN

NØRDudfordring – Lav dit eget vandrensningsanlæg

Prøv at lave et simpelt funktionelt rensningsanlæg. Lad opstillingen stå til næste dag.

Du skal bruge:

- 1 skål med flad bund
- 1 rent glas, der kan stå i bunden af skålen
- Vand med urenheder i, for eksempel frugtfarve, salt og krydderier
- Plastfolie
- 1 sten
- Lampe med 60 watt pære

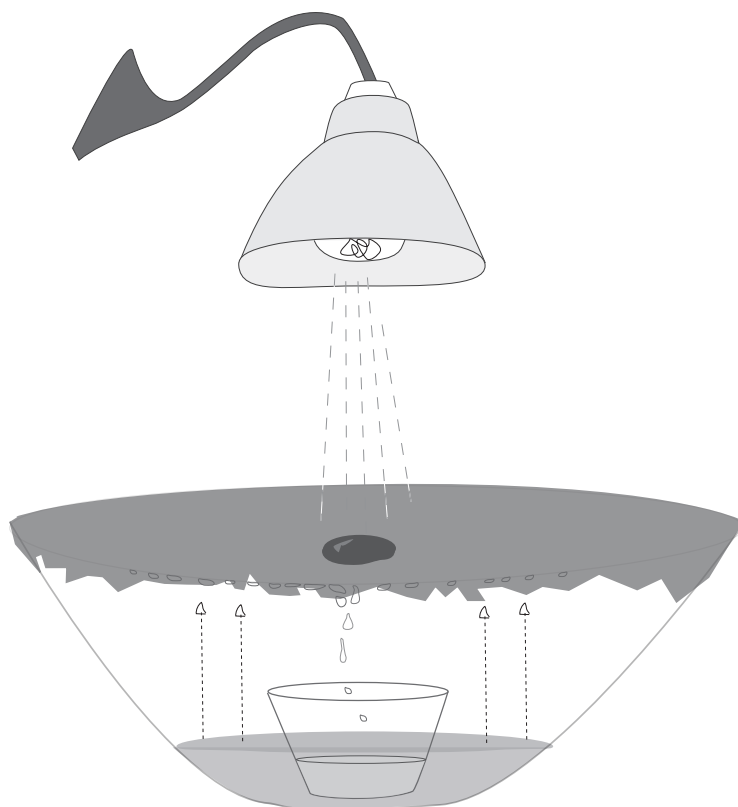


Hvad sker der?

Bliver glasset ved med at være tomt? Beskriv med egne ord, hvad der sker. Tør du drikke vandet i glasset?

Sådan gør du:

- Hæld det beskidte vand i skålen.
- Placer glasset i midten af skålen.
- Læg plastfolien over skålen, så den lukker helt tæt om skålens åbning
- Placer stenen lige over glasset. Det er vigtigt, at stenen er den helt rette størrelse, så folien bøjer ned på midten, men stadig kan holde til presset fra stenen i længere tid.
- Stil skålen i solen eller under en varm lampe, så systemet bliver varmet op. Lad det stå i 4 timer eller natten over.

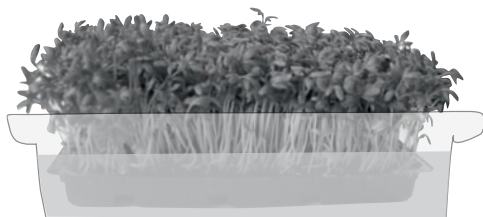


NØRDark nr. 12 - KLIMAFØRÆNDERINGER I VERDEN

NØRDudfordring – Lav din egen globale karsemark

Du skal bruge:

- En saltopløsning på 4%
- 1 stor balje, for eksempel en opvaskebalje
- 4 bakker med karse
- 1 lille engangs-snapseglass
- 4 små stykker papir
- Tape
- Blyant



Hvad sker der?

Hvad tror du, vil ske med de forskellige karsebakker? Hvilken vil vokse mest? Er der nogle, der slet ikke vil vokse? Hvorfor tror du?

Hvad skete der så? Var det, hvad du troede?

Hvilken karse har lignet tørke, oversvømmelse og stigning af havvand? Hvilken har fået tilpas med vand? Hvad skete der med karsen?



Sådan gør du:

- Skriv "1", "2", "3" og "4" på de 4 sedler. Fastgør papirerne på karsebakkerne, så der er et stykke papir på hver.
- Mål højden på karsen med en lineal, og noter højden i skemaet ud for "Dag karse 1".
- Hæld almindeligt vand i snapseglasset, så det er fyldt. Hæld det på "karse 2".
- Hæld 4% saltvandsopløsning i snapseglasset, så det er fyldt. Hæld det på "karse 3".
- Tag karsen med "karse 4", og sæt den ned i den store balje. Fyld vand i baljen, til karsen er dækket. Sæt evt. en sten eller lignende på karsebakken for at holde karsen nede i baljen.
- Sæt nu bakkerne i vindueskarmen og følg, hvad der sker de næste dage.
- Noter højden hver dag, og vand de to bakker "2" og "3" på samme måde som den første dag.

	Højde dag 1	Højde dag 2	Højde dag 3	Højde dag 4
Karse 1				
Karse 2				
Karse 3				
Karse 4				

NØRDark nr. 13 - ENERGIPRODUKTION

NØRDudfordring – Lav dit eget kraftværk

Hvordan producerer vores kulkraftværker el til vores stikkontakter? Nu skal I selv prøve at bygge et kraftværk.

Du skal bruge:

- 1 Bunsenbrænder
- 1 trefod
- 1 reagensglas
- 1 prop (eller ler)
- 1 glaserør (vinkelrør) med spids
- 1 lille vindmølle (evt. med diode)

Sådan gør du:

- Spænd reagensglasset fast på trefoden.
- Hæld ca. 2 centimeter vand i glasset.
- Sæt proppen med vinkelrøret fast i kolben. Spidsen skal vende over mod vindmøllen.
- Tjek, at hele opstillingen står ordentligt.
- Tænd bunsenbrænderen.



Hvad sker der?

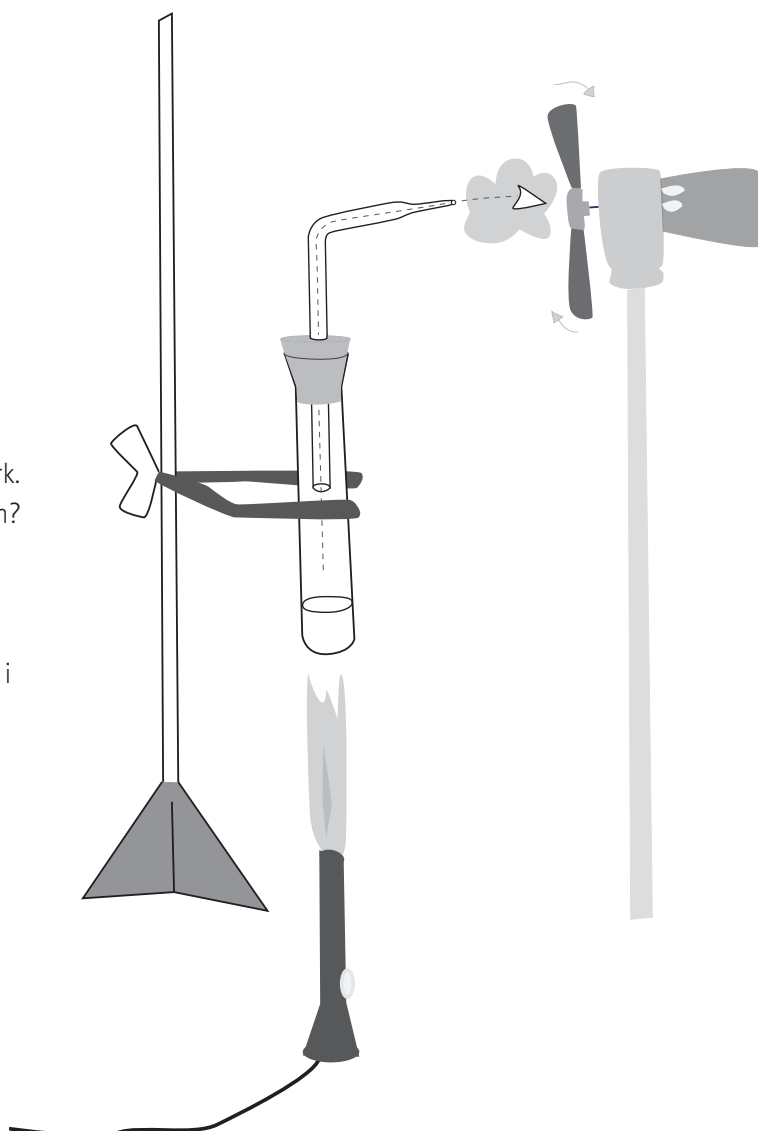
Når vand koger, udvider det sig ca. 1.200 gange. Derfor er der ret meget tryk på den vanddamp, der kommer ud af røret. Vanddampen driver vindmøllen, som er forbundet til en generator, der laver strøm.

Prøv at brænde forskellige ting af i dit kraftværk. Virker det alt sammen lige godt? Hvad er forskellen?

Når kraftværkerne laver energi ved at brænde kul af, udleder de meget CO_2 . Hvad kan man gøre ved det?

Det er også muligt at brænde halm eller træ af i kraftvarmeværker. Udleder det også CO_2 ?

OBS: Pas på, når vandet koger. Hvis vandet sprøjter ud af røret, kan I stille reagensglasset lidt på skrå.



NØRDudfordring – Lav en lomme-vindmølle

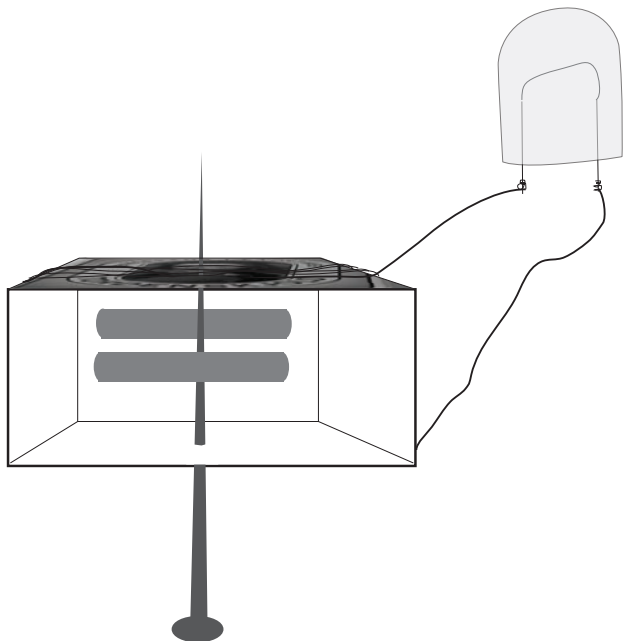
Du skal bruge:

- Omkring 10-20 meter lakisoleret kobbertråd
- 1 diodelampe
- 1 hobbykniv
- 1 lille eller mellemstor tændstikæske
- 2 magneter
- 1 kvadratisk stykke tykt papir. Kvadratisk betyder, at papirets sider er lige lange.
- 1 saks
- Limpistol
- 1 søm



Hvad sker der?

Pust selv eller få vinden til at dreje sømmet rundt.
Hvad sker der? Udleder din opfindelse CO₂?



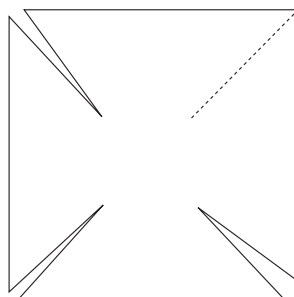
Sådan gør du:

Byg generatoren:

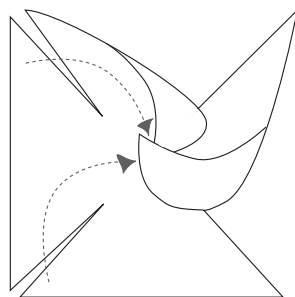
- Klip den ene ende af tændstikæskens skuffe, så du kan se ind i æsken, og sæt den ind i æsken igen.
- Stik det tynde søm igennem æske og skuffe præcis på midten.
- Sørg for, at sømmet glider ordentligt, drej den rundt, til det glider rimeligt gnidningsløst.
- Sæt magneterne fast på sømmet som vist på tegningen.
- Vikl kobbertråden omkring tændstikæskens.
- Af-isolér ledningsenderne. Spørg din lærer hvordan.
- Sæt enderne af ledningen til dioden.
- Drej sømmet rundt, og se din generator i aktion.

Nu skal du lave din generator til en vindmølle:

- Fold papiret fra hjørne til hjørne.
- Klip ca. 2/3 ind fra hjørnerne som vist på tegningen.
- Fold papiret som vist på tegningen, og lim papiret fast.
- Sæt en klat lim med limpistolen på hovedet af sømmet, og sæt dine vinger på i midten.
- Vent, til det tørrer.



1.



2.

NØRDudfordring – Lav din egen solovn med solfangere

Solovnen er bedst i sommerhalvåret i Danmark. Men i mere varme lande er den brugbar hele året.

Du skal bruge:

- 1 pizzaæske
- 1 stykke sort karton
- Sølvpapir (gerne madpakkefolie)
- Tykt gennemsigtigt plastik (f.eks. fra affaldssæk eller laminat)
- 1 snor
- Limstift og tape
- 1 saks
- 1 lineal
- 1 blyant
- Æbler eller andet til ovnen
- Evt. termometer
- Evt. lampe med 60 Watt pære (ved vinterforsøg)



Hvad sker der?

Hvor høj en temperatur kan I få op i pizzaovnen?

Hvordan kan I få den endnu højere op?

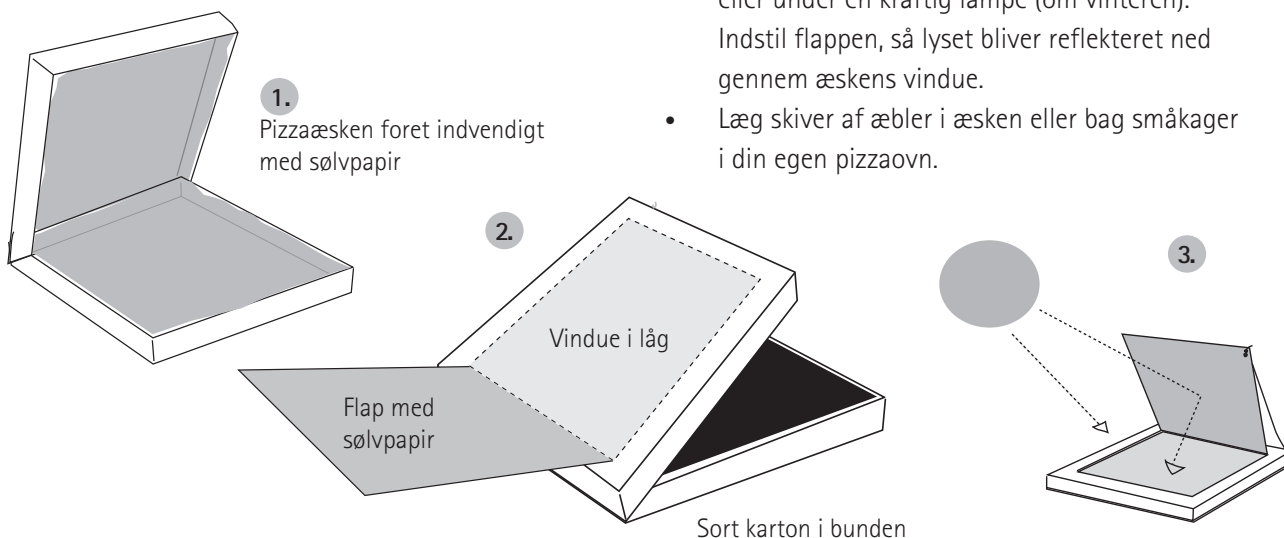
Beskriv med dine egne ord, hvordan ovnen virker?

Hvordan skulle ovnen se ud, hvis du skulle

bage en pizza?

Sådan gør du:

- Tegn en firkant på pizzaæskens låg 2 cm fra kanten.
- Skær i pizzaæskens låg langs 3 af stregerne. Lad den side, hvor låget hænger fast på bunden være. Så får du en flap, der åbner i samme retning som låget.
- Åben pizzaæsken helt op. Lim sølvpapir på alle æskens sider indvendigt.
- Klip et sort stykke karton, der passer til bunden. Lim det fast i æskens bund.
- Skær flappen i låget fri igen. Åben flappen forsigtigt op.
- Klip et stykke plastik ud, der er lidt større end den flap-åbning, du har lavet i æskens låg.
- Tape plastikket fast på undersiden af æskens låg, så du får et vindue i låget. Sørg for at plastikken sidder helt tæt.
- Luk pizzaæsken. Tape et stykke snor fast på flappens øverste kant og fastgør snoren til boksens bagkant. Så bliver flappen holdt oppe.
- Lav evt. et lille hul i æsken, så du kan sætte spidsen af et termometer ind.
- Sæt pizzaboksen i solen (om sommeren) eller under en kraftig lampe (om vinteren). Indstil flappen, så lyset bliver reflekteret ned gennem æskens vindue.
- Læg skiver af æbler i æsken eller bag småkager i din egen pizzaovn.



Planter trækker også vejret

Planter indånder CO₂ og udånder ilt. Det kaldes fotosyntese. Nu skal du lave et forsøg, hvor du kan se fotosyntesen med dine egne øjne.

Du skal bruge:

- 6 reagensglas
- Parafilm
- 1 reagensglasstativ
- Vand
- Danskvand
- 4 stykker vandpest
- Bromthymolblåt (BTB)
- Sølvpapir
- Evt. en lampe med 60 Watt pære
- 1 pipette eller 1 sugerør
- 1 lup



Hvad sker der?

Hvis du sætter planterne i sollys eller under en lampe, går der ikke lang tid, før du ser bobler omkring planterne. Lys på glassene og kig med luppen. Hvad sker der? Og hvad er der sket efter et par dage?

Læg evt. en vandpest i akvarium og følg planten i 14 dage. Hvordan bliver der dannet biobrændsel i naturen? Og hvorfor er det CO₂-neutralt?

Sådan gør du:

- Skriv mærkater på glassene og på holderen.

Kontrolglas:

- Tilsæt 2-3 dråber BTB i alle glassene. Tag to af glassene fra som kontrolglas. Fyld dem begge op med vand til kanten og pak den ene ind i sølvpapir.

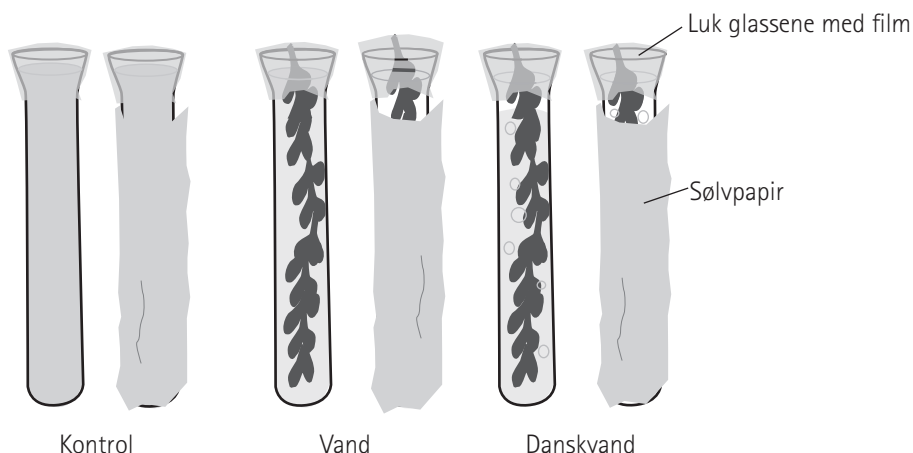
Glas med danskvand:

- Læg vandpest i de øvrige fire glas. Stykkerne skal være ligeså lange som glasset.
- Tag to af glassene og fyld 1/10 af glassenes højde op med danskvand. Vandet bliver gult.
- Fyld op med almindeligt vand til kanten og pak det ene glas ind i sølvpapir.

Glas med vand:

- Fyld de sidste to glas op med vand.
- Dæk alle glas med film og ryst dem lidt.
- Lad glassene stå i holderen i mindst 24 timer og gerne 2-3 dage.
- Sæt evt. en lampe tæt på glassene.
- Lav et skema og skriv ned, hvad du forventer, der vil ske.

OBS: Sørg for at de tre glas, der bliver pakket ind i sølvpapir, bliver pakket helt ind. Intet lys må slippe ind.



Lav dit eget batteri

Hvis citroner forbindes på en smart måde, kan de producere strøm. Prøv selv.

Du skal bruge:

- 1 citron eller flere
- Kniv og skærebræt
- 4 zinksøm per citron
- 4 små stykker kobber per citron
- 5 ledninger med krokodillenæb per citron
- 1 mikroamperemeter eller mikrovoltmeter (som kan måle mA eller mV)

Med mikroamperemeteret kan I måle, hvor stor en strøm der løber i ledningerne.

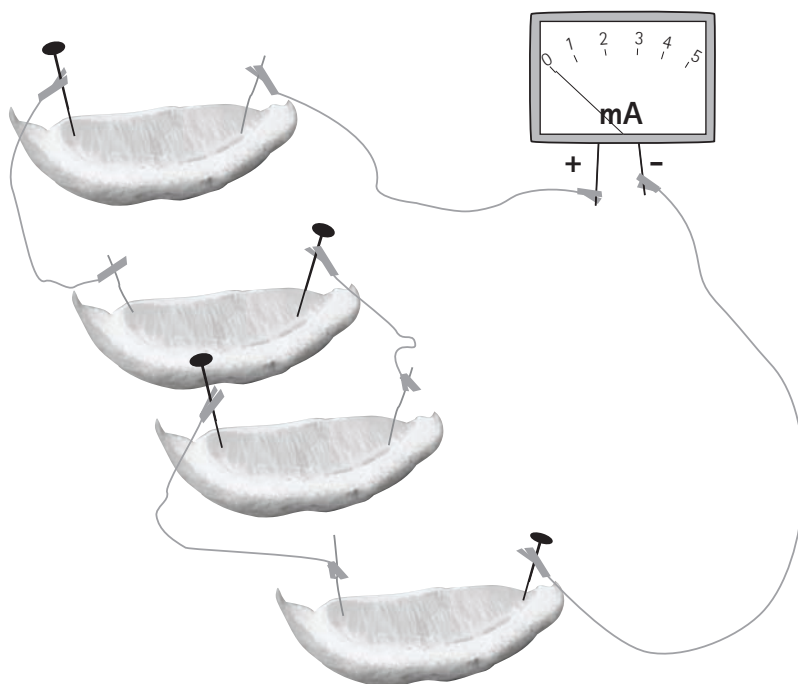


Hvad sker der?

Prøv at lege med opstillingen. Sæt flere citronstykker sammen. Kan man også bruge kartofler eller limefrugter?

Sådan gør du:

- Skær citronen i 4 stykker
- Tag 1 citronstykke, stik et søm i den ene ende og 1 kobberstykke i den anden ende.
- Det samme gøres med de andre tre citronstykker, så I nu har 4 stykker med 1 søm og 1 kobberstykke i hvert.
- Nu skal sømmet i citronstykke 1 forbindes med kobberstykket i citronstykke 2.
- Sømmet i citronstykke 2 forbindes med kobberstykket i citronstykke 3.
- Sømmet i citronstykke 3 forbindes med kobberstykket i citronstykke 4.
- Amperemeterets negative pol forbindes med sømmet i citronstykke 4.
- Amperemeterets positive pol forbindes med kobberstykket i citronstykke 1.



Lav en lomme-motor

Hvis du har to magneter, et batteri og en kobbertråd, kan du lave en meget enkel elektrisk motor. Og den er ikke større, end du kan have den i lommen.

Du skal bruge:

- 1 kobbertråd
- 2 magneter
- 1 batteri



Hvad sker der?

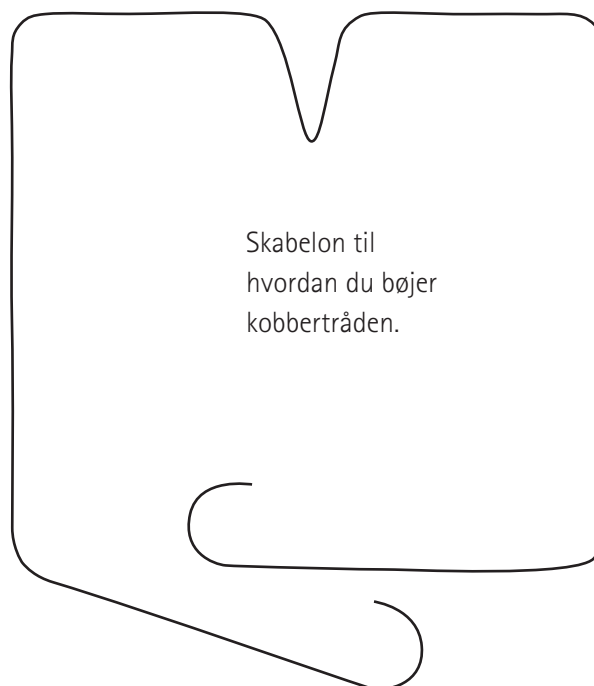
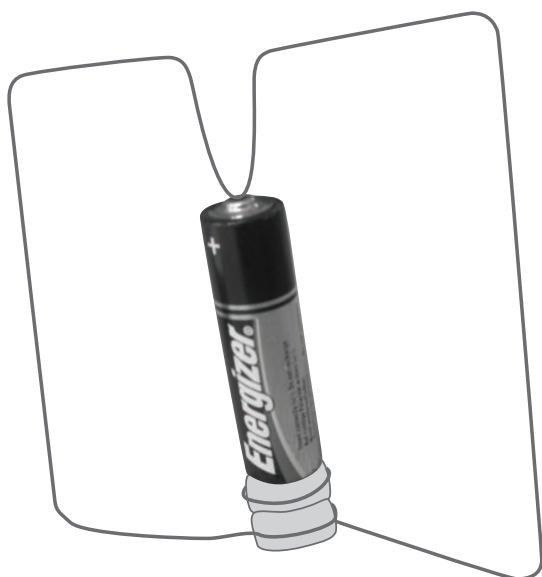
Kan du få lommemotoren til at snurre rundt?

Hvad sker der, hvis du sætter magneterne i den anden ende af batteriet?

Hvad sker der, hvis du med fingeren prøver at skubbe kobbertråden i den modsatte retning?

Sådan gør du:

1. Bøj kobbertråden efter skabelonen, så den får den rigtige form.
2. Put 2 magneter i bunden af batteriet – i den flade ende.
3. Lad kobbertråden balancere på toppen af batteriet som vist på tegningen. Og sørg for, at enderne af kobbertråden er snoet rundt om magneterne.



Skabelon til
hvordan du bøjer
kobbertråden.

Bliv klassemester i kuglebane

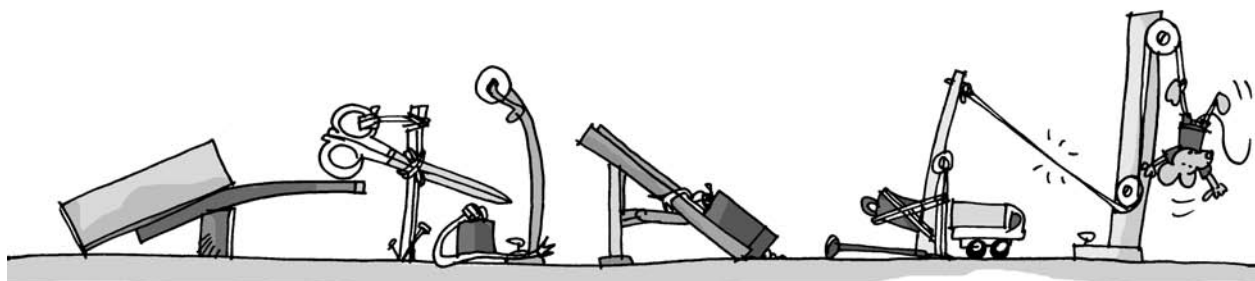
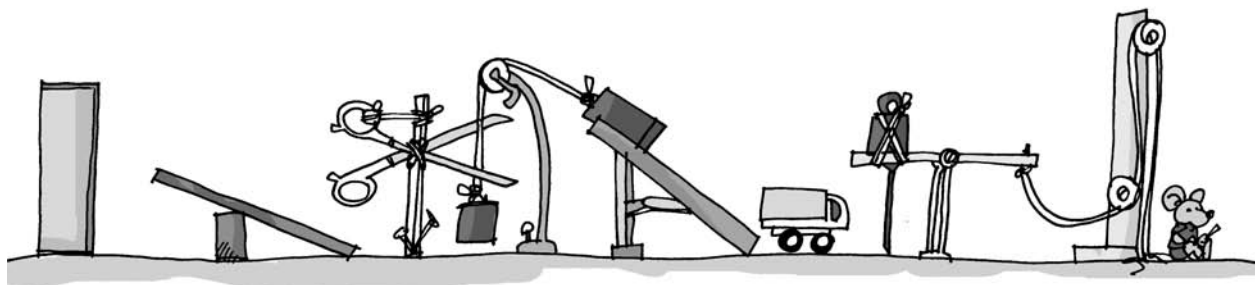
I skal prøve at bygge en stor kuglebane, hvor I udnytter forskellige former for energilagring.

Du skal bruge:

- Kugler
- En masse pap
- Tape
- Ståltråd
- Snor
- ... og alt muligt andet, I kan finde

Sådan gør du:

- Tænk over, hvordan I vil bygge jeres kuglebane.
- Afprøv idéerne hver for sig, før I sætter dem sammen til den store kuglebane.

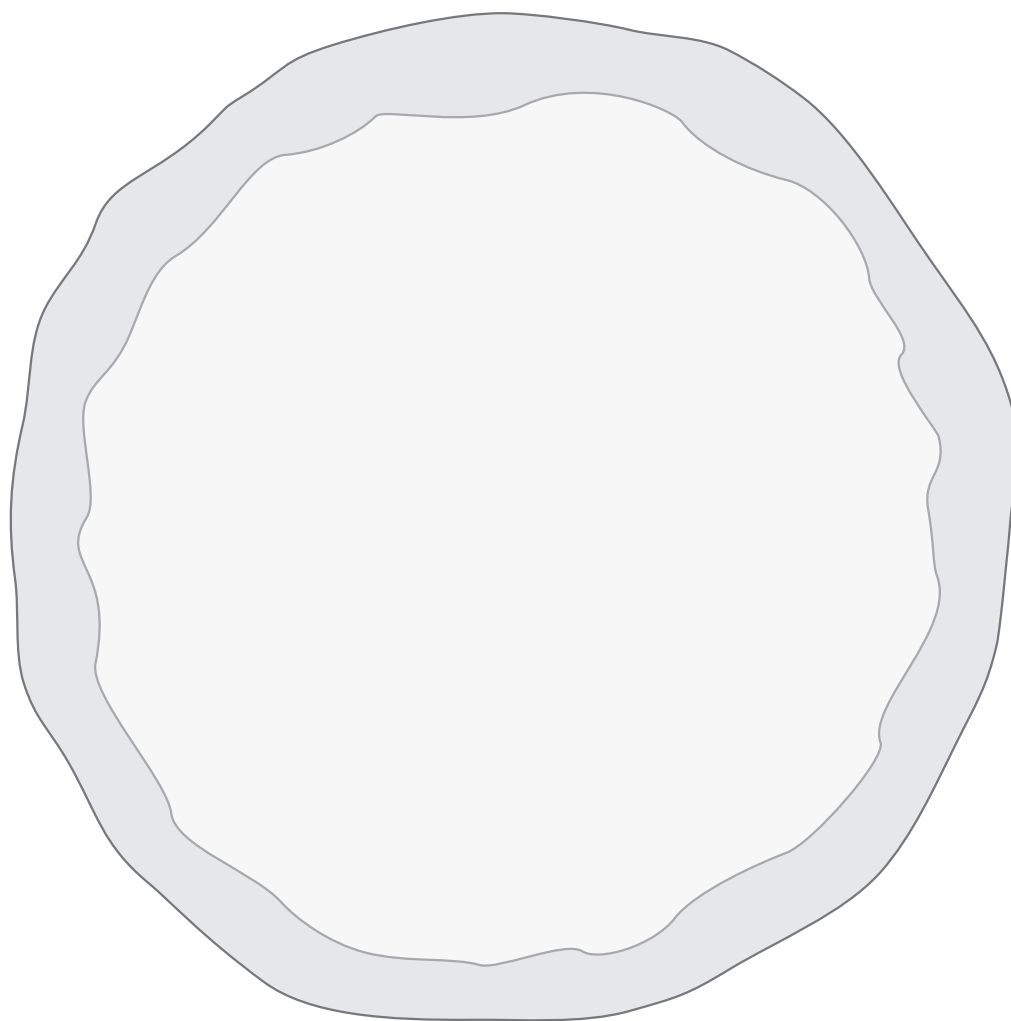




Bag en klimavenlig pizza

Forestil dig, at supermarkederne kun sælger varer fra Danmark. Hvilke danske madvarer vil du komme på som fyld på din klimavenlige pizza? Du kan i hvert fald ikke få en Hawai-pizza med parmaskinke, rejer, peberfrugter og ananas. Men måske en dansk pizza alligevel smager godt?

Fyld danske madvarer på dit pizza-kopiark. Skriv også, hvor varerne kommer fra.



DM i mest berejste pizza

Nu skal du konkurrere med dine klassekammerater om at lave den pizza, der har rejst længst.

Fyld 5 varer på den berejste pizza fra kopiarket. Skriv, hvor varerne kommer fra. Mål med lineal i et atlas, hvor langt varerne har rejst.

Lav et luftpudeskib

I kan lave jeres eget luftpudeskib med en cd og en ballon

Du skal bruge:

- 1 cd
- 1 ballon
- 2 centimeter plastikrør
- Limpistol
- Tape
- Saks



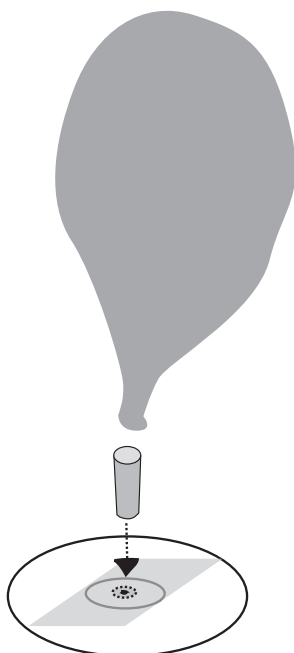
Hvad sker der?

Kan du med egne ord forklare, hvorfor luftskibet svæver?

Hvorfor stopper luftskibet på et tidspunkt? Hvordan får du luftskibet til at svæve i længst tid – hvilke overflader er bedst? Eksperimentér for eksempel med, hvor du placerer hullet i tapen, og hvor stort du laver det.

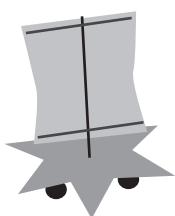
Sådan gør du:

- Placer et stykke tape, så det dækker hullet i midten af cd'en. Det er lige meget, hvilken vej I vender cd'en.
- Klip et lille hul i tapen med saksen. Hullet skal være omkring 2-3 mm i diameter.
- Tag plastikrøret. Lim det fast med limpistolen på tapestykket, så det lille hul er i midten af røret. Brug godt med lim. Luften må ikke kunne komme ud mellem tapen og røret, men kun gennem det lille hul i tapen.
- Lad limen tørre et par minutter.
- Pust ballonen op, og hold fast på munden, så luften ikke slipper ud.
- Sæt forsigtigt ballonen fast på plastikrøret, og slip munden på ballonen. Det er vigtigt, at overfladen er helt plan og rengjort for sandkorn e.l.



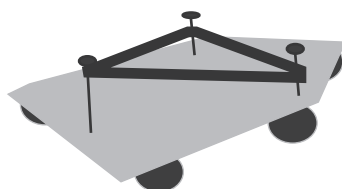
Klimavenlig Formel 1

Hele klassen skal konkurrere om at lave dén bil, der kører længst, og den bil, der kører hurtigst. I bestemmer selv, hvordan I bygger jeres bil. Den må bare ikke udlede CO₂. Her er nogle ideer.

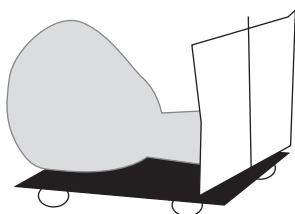


En stjerne-bil med sejl

Tror du, at den snurrer rundt, når den kører?

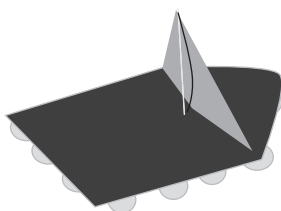


En elastik-bil



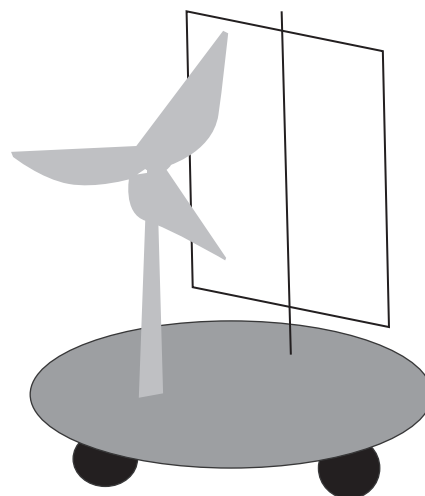
En ballon-bil

Tror du at den suser afsted, når luften lukkes ud af ballonen?



Mange hjul

Kører den stærkere, når der er mange hjul på?
Skal den have et stort sejl eller et lille?

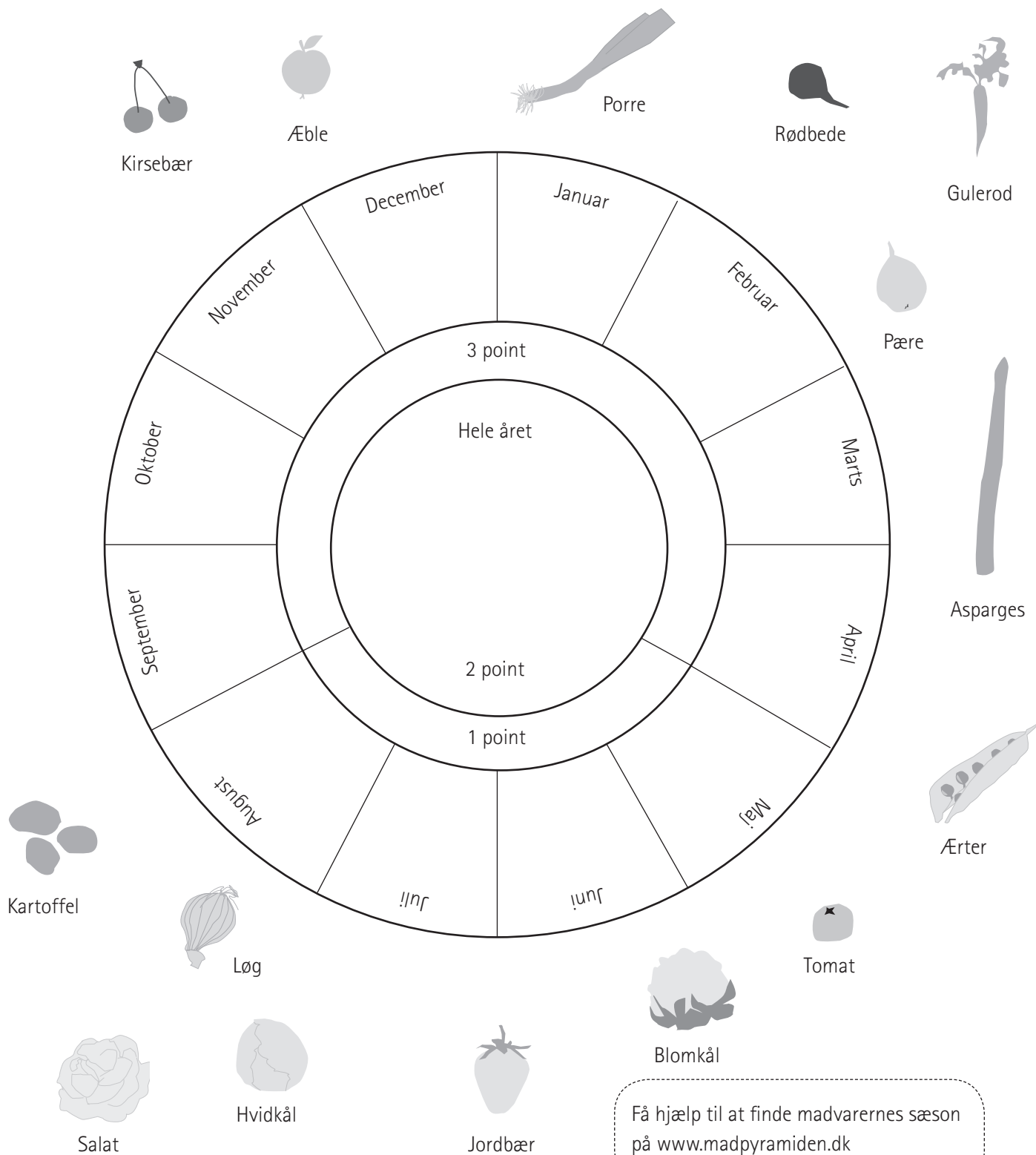


En vindmølle-bil

Kan den mon kører rigtig stærkt?

NØRDark nr. 23 - FØDEVARER

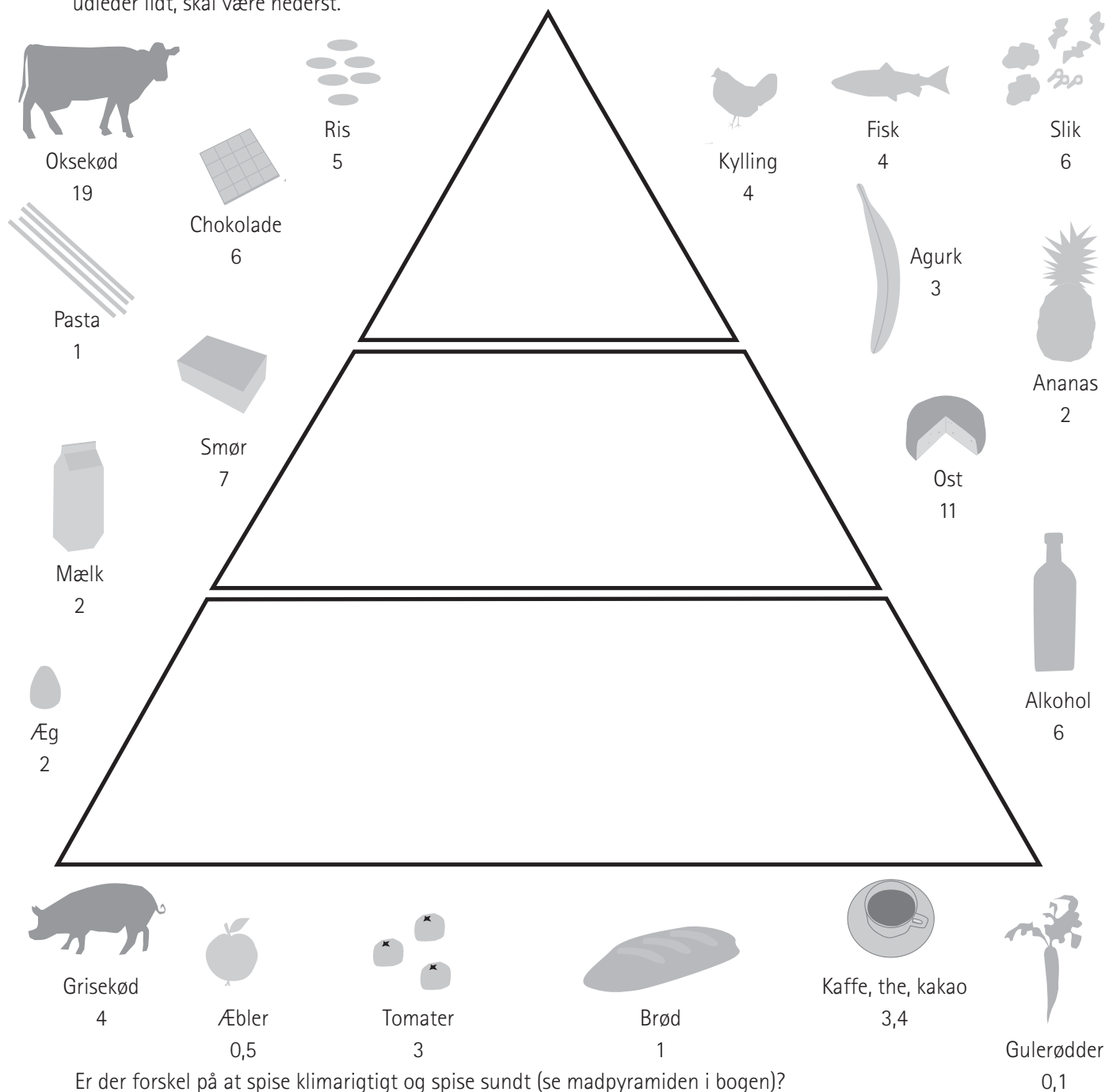
NØRD mod NØRD – Er du årstidsnørd?



Få hjælp til at finde madvarernes sæson på www.madpyramiden.dk

NØRD udfordring – Byg din egen klima-madpyramide

Tegn madvarerne ind i klimapyramiden. De madvarer, der udleder meget CO₂, skal være øverst, og dem, der udleder lidt, skal være nederst.



Er der forskel på at spise klimarigtigt og spise sundt (se madpyramiden i bogen)?

Kan nogle af madvarerne få et højere eller lavere tal? Tænk på det, du har læst i bogen.

Tallene er opgjort i kg CO₂ ækv. per kg (mad) og er cirkatal

Kan man lave energi af en gammel madpakke? Er drivhus-effekten godt for noget? Hvorfor stiger havene? Kan man bage pizza uden at bruge strøm?

Med klimaNØRD skolematerialet kan eleverne tage med i NØRD laboratoriet og møde Professoren, sønnike og de to klimaNØRDer. Elverne kan med forsøg og eksperimenter finde de naturfaglige forklaringer på, hvad der sker med vores klode og hvorfor. Og afprøve forskernes og egne ideer til bæredygtige løsninger.

I denne lærervejledning præsenteres ideer til diskussioner i klassen, vejledning til forsøgenes gennemførelse og teorien bag de enkelte forsøg. Bagest i lærervejledningen findes elevark, der understøtter forsøgsoplæggene i elevbogen.

Materialet er rettet til natur/teknik faget, og tekster og spørgsmål tager udgangspunkt i elevernes faglige niveau på grundskolens mellemtrin.



ISBN 978-87-7099-020-2



DR

CONCITO



FDB