



# Med lys og luft på arbejdet

Har du nogensinde besøgt en af dine forældres arbejdspladser? Ved du hvilke værktøjer og/eller maskiner, de bruger i forbindelse med arbejdet?

Prøv at lave en top-ti-liste over vigtige værktøjer og maskiner på mindst én arbejdsplads. Husk: Telefoner, computere og biler er også maskiner.

Lav et interview med en af dine forældre eller en anden voksen, og få ham/hende til at fortælle om nogle af værktøjerne/maskinerne.

- ? Hvordan virker de?
- ? Hvor får de energien fra?
- ? Er der nogle af disse værktøjer eller maskiner, der virker ved hjælp af lys eller luft? – Hvilke? Og på hvilken måde anvendes lys eller luft?

Husk: Ikke alt lys er synligt for mennesker. Der findes maskiner, der kan registrere røntgenstråler og andre stråler, der er usynlige for mennesker.

Faktisk er lys og varme to sider af samme sag – og Solens lys består af forskellige slags stråler. Vi vil derfor her se på tre vigtige begreber:

*Der bruges værktøjer og maskiner indenfor alle erhverv.*

På et kontor bruger man jo ikke værktøj og maskiner!



**Synligt lys** er lys, der kan opfattes af menneskets øje (bølgelængder fra 380 til 740 nm).

Lyset er selvfølgelig en forudsætning for erhverv, der fremstiller planter. Der ud over er Solens lys kilde til næsten al energi på Jorden.

Intet arbejde kan gennemføres, uden der tilføres energi – energi, der er kommet med Solens lys.

**Usynligt lys** er forskellige former for stråling, fx radioaktiv stråling og varmestråling.

I forhold til de fleste arbejdspladser er det især varme, der er relevant.

Varme anvendes på arbejdspladserne, når varer skal støbes, formes, svejdes eller på anden måde fremstilles, forarbejdes eller transporteres.

Intet arbejde kan gennemføres, uden at der tilføres eller tabs varme i forhold til omgivelserne.

**Luft** er i virkeligheden en tilstandsform. Alle stoffer kan (i princippet) optræde i fast form, i flydende form og i luftform.

Luft omfatter derfor en lang række stoffer, der på forskellig måde anvendes på arbejdspladserne.

I det følgende vil vi opfordre dig til at undersøge, hvordan vi anvender lys og luft på arbejdspladserne, og hvordan man kan udnytte disse virkemåder til at flytte en klods fra et sted til et andet.





# Med lys og luft på arbejdet

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

## Solcelledrevet transportbånd Flyt klodsen med lys fra Solen

Solen udsender hele tiden ny energi, som vi kan bruge direkte i form af sollys, solvarme eller elektricitet via solceller.

Når Solens stråler rammer en solcelle, opstår der en spændingsforskul mellem solcellens øverste og nederste lag.

Solcellen virker derfor som et elektrisk batteri, når den rammes af synligt lys. Strømmen vil løbe fra det ene lag til det andet, når man forbinder de to lag med en ledning.

Hvis man sætter en elmotor af passende størrelse ind i kredsløbet mellem de to lag, vil motoren køre, så længe Solen skinner på solcellen.

Ved at lave et transportbånd, der bliver drevet af en eller flere solceller, kan du således flytte en klods fra et sted til et andet med lys fra Solen.

### Brug for eksempel:

1 (eller flere) solcelle(r), ledninger, mindst 2 trisser, 1 motor (fx 2-6 V) gerne med remskive, læder eller gummi til transportbåndet samt diverse træ og skruer.

Det er vigtigt, at din motor og dermed dit transportbånd kan køre ved den spænding, som din solcelle skaber.

- Forbind derfor motoren til solcellen og afprøv den ved forskellig belysning. Husk: Ved større belastning skal motoren bruge mere energi.
- Prøv derfor om solcellen kan yde tilstrækkeligt, også når trisserne og transportbåndet er monteret.
- Vedrørende motorens montering: Se fotos.
- Hvis motoren ikke kører, kan du enten sætte flere solceller i serie, øge belysningen eller prøve at formindske belastningen.

Belastningen afhænger af transportbåndet og trissernes ophæng, størrelse og vægt.

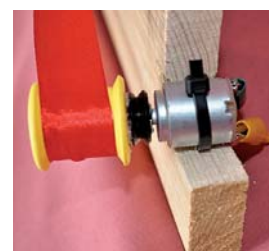
Tilstræb derfor at dine trisser er ophængt, så der er mindst mulig gnidningsmodstand. Tilstræb også at transportbåndet er så let som muligt – overvej materiale, længde og bredde.

Saml derefter dit transportbånd. Sørg for at opstillingen er placeret, så der er tilstrækkelig lys på solcellen (solcellerne).

Transportbåndet kan nu flytte en klods fra et sted til et andet – udelukkende ved hjælp af energi fra lyset.



På dette transportbånd er den ene trisse limet på motorens remskive. De andre hænger løst på gevindstænger.





# Med lys og luft på arbejdet

## Brug tandhjul

### Flyt klodsen med en vindmølle

Vandmøller har været kendt i Sydeuropa fra før Kristi fødsel. Romerske ingeniører byggede vandmøller med gearing.

Tandhjulene i disse gear var vidt forskellige fra de tandhjul, vi bruger i dag.

Kun det ene hjul havde »tænder« i form af træ-pinde, der stak frem fra en skive. Det andet hjul var en slags gittertromle, hvori tænderne gik i indgreb (se tegning).

I det 12. århundrede kom vindmøllerne til Europa, og også i disse møller anvendte man tandhjul af træ.

Ved hjælp af tandhjul kunne møllerne således omsætte vandets og vindens energi til brugbar mekanisk energi – når kornet skulle males, eller andet arbejde skulle udføres.

Du kan selv »genopdage« romernes tandhjul, og bruge disse til at flytte en klods med energi fra en vindmølle.

#### Brug:

Propper (kork) eller Formplast, tandstikker, blomsterpinde, møllevinger (gerne hjemmelavet) og andet relevant byggemateriale.

Tandhjulene kan laves af korkpropper, der er skåret i ca 1 cm høje skiver, eller af tilsvarende runde skiver fx støbt i Formplast. Diameter på skiverne skal helst være over 3 cm.

Uanset hvilket materiale du bruger, skal du sørge for, at akslen (blomsterpind el.lign.) sidder fast lodret netop i centrum af cirklen.

Lav de to typer hjul:

- »Tandhjulet« – Brug én rund skive. Placér et antal tandstikker med lige stor afstand pegende væk fra centrum i skiven (se tegning).
- »Gittertromle« – Brug to runde skiver. Placér et (andet) antal tandstikker med lige stor afstand lodret langs kanten på begge skiver (se tegning).

Allerede nu kan du gennemføre de første forsøg: Lad »tandhjulet« gå i indgreb med »gittertromlen«. Drej så »tandhjulet« netop en omgang. Bemærk, at de to hjul ikke bevæger sig lige meget.

? Hvilket hjul bevæger sig længst? – Hvorfor?

Lav flere hjul med forskel i antal tænder. Gentag forsøget med disse hjul.

? Hvad kan du lære af disse forsøg?

? Hvordan kan du bruge denne viden, når du skal flytte en klods med vindenergi?

Prøv nu om du kan samle en lille vindmølle, der kan drive dine tandhjul, så vindens energi omsættes til bevægelse i klodsen.



Så må du godt puste!

Tandhjul anvendes parvis, således at tænderne på de to hjul griber ind i hinanden.





# Med lys og luft på arbejdet

## Fra ild til damp

### Flyt klodsen med en dampbil

Den første maskine, der udnytter dampkraft blev opfundet allerede år 100 e.Kr. af den græske matematiker Hero af Alexandria.

Maskinen blev kaldt Heros Kugle, for den bestod af en kugle, der kunne dreje rundt ved hjælp af damp.

Kuglen hang hen over en kedel. Når vandet i kedlen kogte, strømmede dampen op i kuglen gennem to rør.

Dampen kunne kun komme ud af kuglen gennem to dyser, der vendte hver sin vej. De to modsatte dampstråler fik derefter kuglen til at rotere (se tegning).

Ved hjælp af fx et cigarhylster, lidt vand og et fyrfadsllys vil du også kunne frembringe en dampstråle, der kan omsættes til bevægelse.

Prøv om du kan »opfinde« en lille dampbil, der kan flytte en klods ved hjælp af energi fra vand, der er opvarmet til luftform.

### Brug for eksempel:

1 lille og let bil, 1 cigarhylster med 1 lille hul, 1 stearinlys, lidt vand, vaseline el.lign. og materialer til ophæng af cigarhylstret.

For at kunne opvarme vand til damp og derved skabe et damptryk er du nødt til at have en lukket beholder, der kan tåle varme og tryk.

Vi anbefaler et cigarhylster, fordi det er lavet i tyndt, let metal, og fordi det har et skruelåg, der kan åbnes og lukkes tæt.

Det er også vigtigt, at hullet (dysen) ikke er for stort. Vi anbefaler, at du prikker et hul på størrelse med spidsen af en passer.

Heros Kugle skulle rotere, derfor havde den to modsatte dyser. Din dampbil skal køre fremad. Derfor skal den blot have én bagudrettet dyse.

Mens vandet er under opvarmning, skal dysen være lukket. Først når trykket er så stort, at det kan drive bilen fremad, skal dysen åbnes.

Vi anbefaler, at dysen lukkes med lidt vaseline, inden der tændes for varmen. I de fleste tilfælde vil vaselinen holde dysen lukket, indtil trykket i beholderen er stort nok til at drive bilen fremad.

Konstruér et ophæng på din bil, så cigarhylstret kan hænge over fyrfadsløset. Kom vand i hylstret og luk dysen med vaseline.

Tænd lyset og afvent at damptrykket stiger. Når trykket er stort nok til at drive bilen fremad, vil vaselinen briste og derved åbne for en bagudrettet dampstråle.

NB: Pas på du ikke skolder dig på dampstrålen.



Hero opfandt en maskine, der omsætter energien i vanddamp til bevægelse.



# Med lys og luft på arbejdet

Udviklingen fra håndværk til industri, fra landbrugs-samfund til industrisamfund startede for alvor med opfindelsen af dampmaskinen (1769).

Tidligere var man afhængig af mekanisk energi fra vandmøller og vindmøller, der ikke umiddelbart kunne flyttes fra det sted, de var opført.

Med dampmaskinen startede »den industrielle revolution«. Nu kunne man få adgang til (næsten) ubegrænset energi – (næsten) hvor som helst.

Nye maskiner og dampdrevne transportmidler gjorde det snart muligt at fremstille og transportere varer (næsten) overalt i verden.

Den industrielle revolution skabte vækst, og med væksten fulgte behovet for endnu hurtigere, endnu stærkere og endnu mere effektive værktøjer og maskiner.

Den teknologiske udvikling fra dampmaskinen til i dag har været enorm. Nye energikilder, nye teknikker og nye produkter er blevet sendt på markedet i et konstant stigende omfang.

Her har vi valgt blot at omtale tre opfindelser, der bygger på udnyttelsen af lys og/eller luft.

**Forbrændingsmotoren** blev opfundet i 1885 og er uden sammenligning den hidtil vigtigste opfindelse, når det gælder biler.

En forbrændingsmotor drives ved forbrænding af kemisk bundet energi. En blanding af atmosfærisk luft og benzindampe antændes i cylinderen over stemplet. Derved presses stemplet nedad, og motorens bevægelser er påbegyndt.

**Pneumatiske værktøjer** er maskiner og redskaber, der anvender sammenpresset luft til at overføre tryk og energi fra et sted til et andet.

Denne type værktøjer anvendes bl.a. til at pumpe luft i dæk og slanger, til trykluftbremser, til støddæmpere, til sømpistoler og en lang række andre trykluftværktøjer.

**Styring med lys** er en teknik, der er blevet mulig i takt med, at man indenfor elektronikken har udviklet lysfølsomme komponenter: fotodioder, fototransistorer og LDR-modstande.

Disse komponenter ændrer deres egenskaber i takt med den belysning, de udsættes for. Derfor har vi i dag apparater, der kan aflæse strekkoder, døre der åbner automatisk, når en lysstråle brydes, og andre hjælpemidler der styres med lys.

*Oldtidens grækere brugte også pneumatiske værktøjer.*

I det følgende vil vi derfor opfordre dig til at undersøge, hvordan man kan udnytte viden, færdigheder og/eller værktøjer fra den teknologiske udvikling til konkret at flytte en klods med lys og luft fra et sted til et andet.





# Med lys og luft på arbejdet

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

## Forbrændingsmotoren Flyt klodsen med en eksplosion

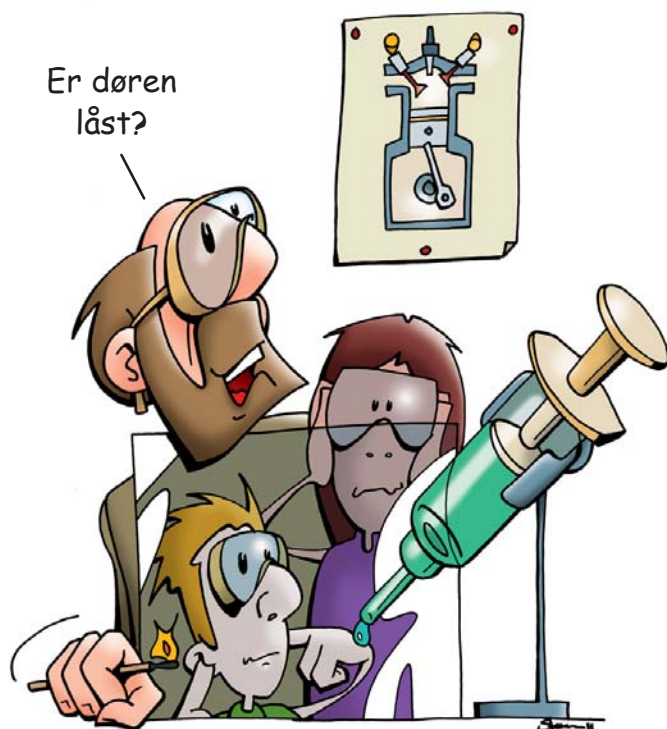
Benzin er flydende, når det kommer i tanken; men det er benzindampe, der får motoren i (fx) en 4-takt-motor til at køre.

I karburatoren blandes dampe fra benzinen med luft og suges gennem en ventil ind i cylinderen. Når stemplet er i top, antænder en gnist fra tændrøret blandingen af benzindampe og luft.

Forbrændingen foregår som en kontrolleret eksplosion. Trykket i cylinderen stiger voldsomt, og trykforøgelsen får stemplet til at bevæge sig nedad.

Derefter suges forbrændingsgasserne ud af en anden ventil til udstødningsrøret, og processen («de fire takter») vil herefter gentage sig.

Under forudsætning af, at der er en lærer tilstede, og at ALLE SIKKERHEDSKRAV overholdes, vil du kunne flytte en klods med en kontrolleret eksplosion.



*Eksplodingsfarlige gasblandinger kan også opstå, hvis brandfarlige væsker fordampes.*

### Brug:

1 sikkerhedsskærm, 1 stativ med klemme og muffe, lighergas, slange, 10 ml engangssprøjte, sæbeopløsning (sæbebobler), oxygen ( $O_2$ ), tændstikker og en klods af papir.

Dyp stemplet fra engangssprøjten i sæbeopløsningen, så det kan glide let i cylinderen.

- Sæt slangen på engangssprøjten og flasken med lighergas. Fyld 1,5 ml lighergas i sprøjten.
- På samme måde fyldes sprøjten herefter helt med oxygen (til 10 ml). Hold en finger for åbningen og ryst sprøjten, så gasserne blandes.
- Dyp sprøjtens åbning i sæbeopløsningen og tryk en lille smule gas ud af sprøjten. Tag sprøjten op fra sæbeopløsningen og se efter, at der sidder en lille sæbeopløsning i sprøjtens åbning.
- Sprøjten skal nu placeres i klemmen på stativet. Sørg for at stemplet peger skråt opad. Pres en lille sæbeboble frem ved sprøjtens åbning (se tegning).
- Placér nu sikkerhedsskærmen mellem stativet og de personer, der befinder sig i rummet. Sæt klodsen fast for enden af stemplet, og gør klar til affyring.

Ekspllosionen og affyringen af klodsen opstår, når der føres en tændt tændstik hen til sæbeboblen.

- ? Hvor langt kan du flytte klodsen med din forsøgsopstilling?
- ? Hvorfor skal gassen blandes med luft?
- ? Kan du nævne flere eksempler på menneskers udnyttelse af energiomsætningen fra eksplosioner?





# Med lys og luft på arbejdet

## Byg en lysfølsom sensor Flyt klodsen med elektronik

Med en LDR-modstand og ganske få andre komponenter vil du kunne lave en lysfølsom sensor, der kan styre en elmotor.

En LDR-modstand er en lysfølsom modstand, hvor modstanden ( $\Omega$ ) bliver mindre og mindre jo mere lys, der falder på den.

I denne sensor (se tegning) er LDR-modstanden placeret på en sådan måde, at strømmen vil løbe udenom motoren (gennem LDR'en), så længe der falder lys på LDR'en.

Når lyset afbrydes, vil modstanden i LDR'en stige, og strømmen vil nu »tvinges« gennem motoren.

Motoren vil derfor køre, så længe der ikke falder lys på LDR'en – eller så længe kondensatoren ikke sender strøm gennem motoren (se senere).

### Brug:

1 bræt, 12 messingsøm, 1 elmotor (2-6 V =) med remskive, 2 modstande (1 k $\Omega$  og 10 k $\Omega$ ), 2 transistorer (BC 547 B), 1 diode, 1 kondensator (10  $\mu$ F), ca. 40 cm uisoleret, fortinnet monteringsstråd, 1 LDR-modstand, 2 ledninger, 1 strømforsyning/batteri (max 6 V=) 1 lyskilde, evt. lidt sort karton og 1 klods i snor.

Med disse komponenter kan du lave et apparat, der flytter klodsen, hver gang du bryder det lys, der rammer LDR-modstanden.

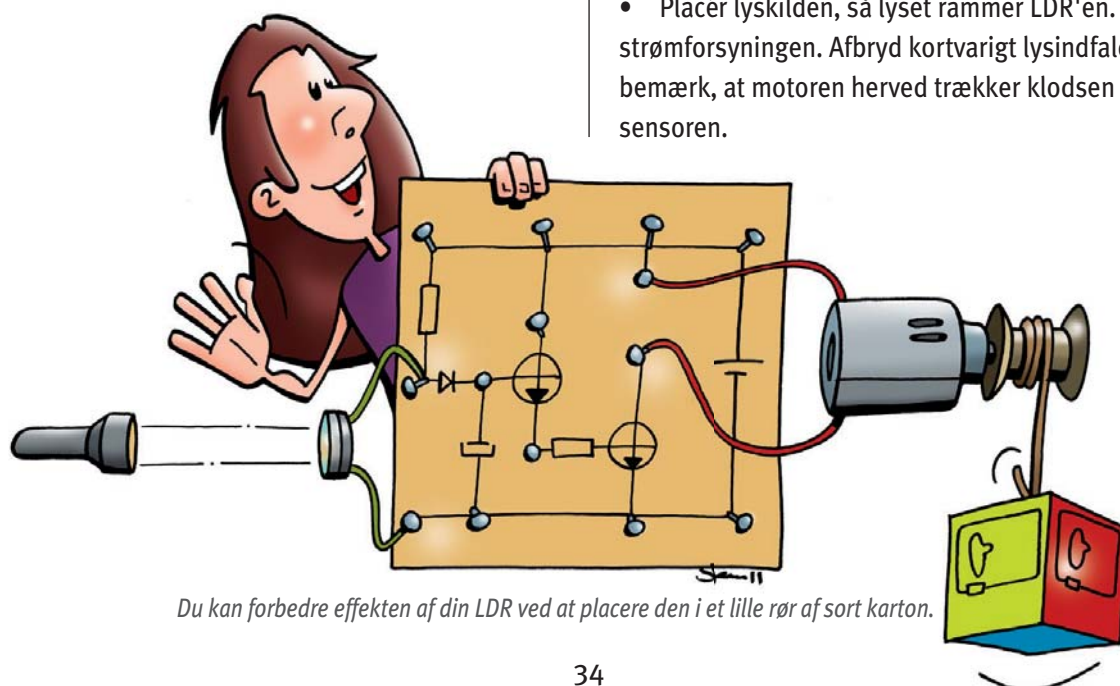
- Klip en kopi af tegningen ud (se kopiark). Læg den på brættet og slå sømmene i brættet på de angivne steder.
- Lod herefter motoringstråd fast på sømmene, så trådene ligger over de tykke streger på tegningen. (Husk lodningens ABC – kopiark – som du kan få af din lærer).
- På samme måde loddes komponenterne fast som angivet. (Husk: Transistorerne skal vende med den flade side opad. Husk også: Kondensator og diode skal også vende rigtigt – spørg din lærer, hvis du er i tvivl.)

Uden kondensator (og diode) ville din elmotor kun køre så længe, der ikke falder lys på LDR'en. Her opnår du, at kondensatoren oplades, hver gang lyset fjernes fra LDR'en.

Når lyset igen falder på LDR'en, vil kondensatoren (kortvarigt) sende en strøm ind på transistoren, som derfor (kortvarigt) undlader at lukke for strømmen gennem motoren. Dioden forhindrer, at strømmen løber den anden vej.

Når alle komponenter og strømforsyningen er korrekt monteret, skal du fæstne snoren til motorens remskive og placere klodsen fx på den anden side af bordet.

- Placér lyskilden, så lyset rammer LDR'en. Tænd for strømforsyningen. Afbryd kortvarigt lysindfaldet – og bemærk, at motoren herved trækker klodsen frem mod sensoren.



Du kan forbedre effekten af din LDR ved at placere den i et lille rør af sort karton.



# Med lys og luft på arbejdet

## Andre veje:

Du kan tage udgangspunkt i et af de foreslåede forsøg, noget af den skitserede teori og/eller de tematiske vinkler, vi har valgt at præsentere dig for i ovenstående afsnit.

Men du kan også vælge andre konkrete forsøg, andre tematiske vinkler og/eller anden kendt teori. Eksempler herpå og gode links kunne fx være:

## Andre forsøg

Mekanik – flyt klodsen mekanisk

Kraner – flyt klodsen med en kran

Plantevækst – flyt klodsen med planter

Trykluft – flyt klodsen med pneumatik

## Andre tematiske vinkler

Luft – vi arbejder under højtryk

Lys & varme – vi smelter og svejser

Tryk & kogepunkter – teori og praksis

Lys & stråler – stråler i menneskets tjeneste

## Anden kendt teori

Dampmaskinen & den industrielle revolution

Hydraulik og pneumatik

Lys & elektronik

Robotteknologi

## Gode links:

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

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

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

[www.elmuseet.dk/Files/HTML/Kulogolieplayer.html](http://www.elmuseet.dk/Files/HTML/Kulogolieplayer.html)