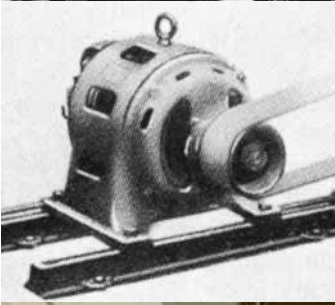


Åbn døren til den elektriske verden

- beregnet for folkeskolens 6. - 7. klassetrin





Indhold / Side

Forord	1
Elektricitet over alt - synligt og usynligt	2
En vintermorgen i år 1900/2000	4
Da oldemor fik elektricitet	6
Elektriciteten - kvinden og hjemmet	8
Den elektriske husmor	10
Elektricitet forandrer	12
Elektricitetens historie	14
Elektricitet bliver lavet i en generator	16
Elektricitetens vej	19
Elnettet - ud over alle grænser	20
Superlederen	22
Opgaver	24
Nyttige oplysninger	25

Forord til læreren

I 1998 tog NKT initiativ til at lave undervisningsmateriale, der henvender sig til børn og unge i folkeskolen. Et af formålene med undervisningshæfterne er at gøre børn og unge interesserede i fysik og teknik. For at opnå dette tilbyder NKT undervisningsmateriale til brug i folkeskolen.

Dette hæfte henvender sig til folkeskolens 6. - 7. klasse, og det handler om strømforsyning og den elektriske hverdag. Det er vigtige emner at inddrage i undervisningen, hvis man ønsker at give eleverne en forståelse af deres omverden og dagligdag. Hæftet vil kunne tilføje undervisningen i elektricitetslære en ekstra dimension.

Hensigten med hæftet er, at lærer og elever skal arbejde med det i den daglige undervisning. Hæftet behandler elektricitet på en måde, som kan inspirere til tværfagligt samarbejde mellem fagene natur og teknik, fysik, dansk og historie.

Hæftet fortæller om den elektriske hverdags udvikling gennem 100 år, og om de forskellige måder elektricitet bliver produceret på og fordelt i samfundet. Endvidere fortælles der i korte træk om udviklingen i elektricitetslære.

Bagest i hæftet findes opgaver og forsøg, som lærer og elever kan arbejde med i undervisningen. Både opgaver og forsøg knytter sig til teksten i hæftet, og ved at arbejde med dem vil lærer og elever komme gennem hæftets indhold på en aktiv og elevcentreret måde.

Ved udarbejdelsen af hæftet har medvirket Steen B. Johansen, Flemming Sommerlund, Johannes Hansen, Christian Nielsen, Jette Bek Jensen, Leo Glensvig samt Manfred Däumling fra NKT. Ulla Munk fra NKT Holdings Kommunikationsafdeling har layoutet hæftet.

Erik Jørgensen, Elmuseet, oktober 2002

Elektricitet over alt -



Overalt arbejder elektriciteten for os. Du behøver blot at se dig omkring. Den får elektriske pærer til at lyse og radioen til at spille musik. Uden den vil der ikke komme billeder frem på din fjernsynsskærm, og du vil heller ikke kunne bruge telefonen. Elektriciteten anvendes også til at starte biler og flyvemaskiner, og nede i havnen får den elektriske kraner til at løfte containere fra lastbiler over i skibe.

Elektriciteten bliver brugt på utrolig mange måder hver dag. Hvis den en dag forsvandt fuldstændig, ville hele samfundet gå i stå. Vi ville fx ikke kunne få benzin på bilerne og heller ikke hente penge i banken. Vi har gjort os selv afhængige af elektriciteten.

Du har sikkert nogle gange oplevet, at elektriciteten er forsvundet. Det giver som regel en masse problemer. Der er ikke meget, man kan lave en mørk vinteraften uden lys. Hvis elektriciteten forsvinder midt på dagen, er det endnu værre. Så går en masse menneskers arbejde i stå. Der er også mange ting, man ikke kan lave i skolen, når elektriciteten er væk.



synligt og usynligt



Mange gange om dagen er vi slet ikke klar over, at vi bruger elektricitet. Vi bruger nemlig elektricitet på en synlig og en usynlig måde.

Den synlige måde er, når du selv tænder for kontakten og skal bruge lys, se fjernsyn, høre musik, lave popcorn i mikrobølgeovnen eller spille computer. Du kan altid selv bestemme, hvor meget elektricitet, du vil bruge på den synlige måde. Du kan bare slukke for kontakten, når du ikke vil bruge mere.

Den usynlige måde at bruge elektricitet på er, når du ikke selv har tændt for kontakten, men alligevel bruger elektricitet. Det sker fx, når du er i svømmehallen, går i biografen, køber varer eller drikker vand. Varene i frysedisken holder sig ikke friske uden elektricitet, og der

er også blevet brugt elektricitet, da varerne blev lavet. På vandværket er det nødvendigt at bruge elektriske pumper til at pumpe vandet op af jorden og sende det ud i vandrørene.

Fra vi står op, til vi går i seng, og når vi sover, arbejder elektriciteten for os. Vi er så vant til at bruge elektricitet, at vi ikke tænker over det.

Mange af os har også svært ved at forestille sig, hvordan folk før hen klarede sig uden elektricitet. Vi synes, at deres hverdag må have været besværlig og træls. Hvordan dagen startede for en dreng for 100 år siden, da næsten ingen havde elektricitet, vil den næste historie vise dig.



En vintermorgen i 1900



“Så står vi op Peter. Klokken er syv, og du skal i skole”

Peters mor stod i døren til loftsværelset.

“Din havregrød er færdig”.

Peter vendte sig under den tunge fjerdyne. Det var ikke særlig rart at stå op, værelset var koldt, og på vinduerne tegnede frosten de mærkeligste blomster.



Peter kom hurtigt i sine bukser og løb ned i bryggeret. Hans mor havde stillet et fad vand frem, som hun havde hentet ved pumpen ude i gården.

Peter var hurtigt færdig med at vaske sig, og snart sad han ved bordet i køkkenet hos sin mor. Hans far var gået på arbejde for over en time siden.



Petroleumslampen kastede sit flakkende skær ud i rummet, og komfuret, hvorpå havregrøden stod og snurrede, sendte en god varme ud i køkkenet.

Det var det rareste sted at opholde sig en sådan kold vintermorgen. I de andre rum ville Peters mor først tænde op, når han var gået i skole.

“Ja, ja, vi er da på den rigtige ende af året”, sagde hans mor. “Snart er det igen lyst udenfor, når du skal af sted om morgenen”.



Da Peter lidt efter løb ud på gaden, var han nær løbet ind i mælkeemandens hest; den stod og bøjede hovedet mod vinden.

“Godmorgen Peter”, råbte vægter Mortensen, som stod og fumlede ved en af byens gaslamper: “Sikken en fart du har på i dag”.



Henne i skolestuen var pedellen i færd med at tænde op i den store kakkelovn. Det osede slemt, men det gik nok snart over:

I skolestuen var der to store petroleumslamper i loftet. De kunne godt give lidt lys, og efter at morgensangen og bønnerne var afsluttet, begyndte dagslyset at titte ind gennem vinduerneovre fra øst.

“Ja vi skulle se på vores regnestykker”, sagde den gamle skolemester: “Vær venlige at finde jeres tavle og griffel frem”.

En vintermorgen i 2000

Ole vågnede til den sagte musik fra sin nye clock-radio.
Han rakte ud efter kontakten og tændte lyset i sit værelse.

Snart efter stod han under den varme bruser: Han elskede at stå der på det lune gulv og lade vandet trille ned ad sig.
"Nu ikke for længe Ole", råbte hans mor, da hun gik forbi badeværelset: "Det varme vand er dyrt".

Han kom ud i spisekøkkenet, netop som brødet sprang op af brødristeren.

"Din the står parat på kanden", lød det fra hans mor ude fra bryggerset. Hun var i færd med at tage tøj ud af vaskemaskinen og fylde det i tørretumleren.

Ole lyttede til radioens morgenmusik, mens han snuppede et glas frisk mælk fra køleskabet.

"Det ser ikke særlig spændende ud, det der kommer i fjernsynet i aften", sagde Oles far bag ved morgenavisen. "Men så kan vi prøve din nye computer, som du har sparet sammen til".

"OK", sagde Ole. Så tog han sin cykel, tændte cykellygterne og kørte ned til krydset. "Rødt igen", sukkede han. "Altid rødt".

Hvad var det nu, de skulle have i første time, åh jo, natur og teknik - og forsøg med små elmotorer. "Det er godt", tænkte Ole og trampede videre i pedalerne.

Lyset fra de mange klasseværelser skinnede ham i møde, da han drejede ind i skolegården.

Da han kom ind ad hoveddøren, traf han Niels, der som sædvanlig gik og lyttede til sin Discman.

Lærer Petersen var allerede i færd med at gøre klar til de første forsøg, da Ole kom ind i natur og tekniklokalet.

"Ja, vi har lidt travlt i dag, sagde han, "der er meget at lære om elektricitet".



Da oldemor fik elek

Da dine oldeforældre og bedsteforældre var børn, var elektriciteten blevet mere udbredt, end da Peter var dreng. Men den blev ikke anvendt til så meget, som den gør i dag. Elektriciteten blev først og fremmest brugt til at give lys i stuen. Den blev også brugt til at gøre huset rent, hvis man havde råd til at købe en støvsuger. Den blev der gjort meget reklame for. Måske blev elektriciteten også brugt til at gøre strygejernet varmt og få radioen til at spille.

Det gjorde et stort indtryk på børn, første gang der kom elektrisk lys i huset. Der findes endnu folk, der kan fortælle om det. En af dem er Nikoline, som kan huske, hvordan hun som ni-årig pige i 1922 oplevede, at det elektriske lys kom til hendes barndomshjem i nærheden af Kalundborg.



Snydeprop.



"Hvad siger De, er den støjfri? - saa kan Fru Jensen ikke høre, jeg har faaet den, - maa jeg saa faa den lille Model".



Den Smule Tæppe skal jeg snart faa banket!!!

Der : Maad

Nikoline fortæller:

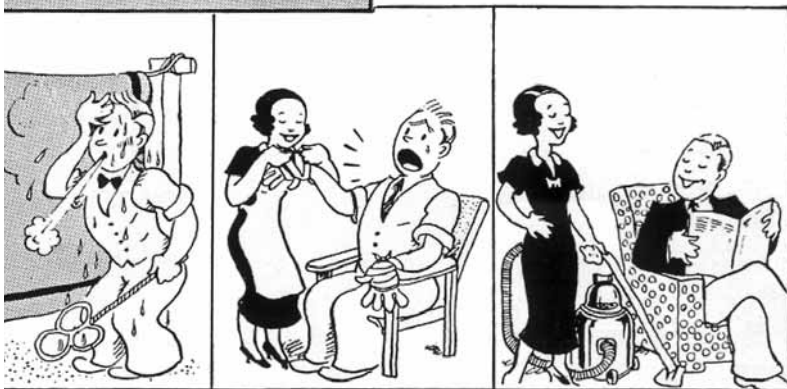
Da jeg begyndte at gå i skole, var der hverken elektricitet eller gas eller vand i vores hus. Vi boede på en lille gård, og ude på gårdspladsen stod en håndpumpe. Når vi skulle bruge vand, pumpede mor det op i spande og bar det ind i køkkenet. Derinde stod et brændekomfur, hvor der blev fyret med træ eller tørv. Træ havde vi ikke så meget af, så det meste af tiden fyrede vi med tørv. Min far gravede selv tørvene op i en mose om sommeren. På komfuret blev der lavet mad og kogt vand. Der var næsten altid tændt op i komfuret, så i køkkenet var der en god varme. Det var det bedste sted at være i hele huset.

Vi spiste næsten altid i køkkenet - kun når der kom nogen på besøg, spiste vi i stuen. Vi læste også på vores lektier i køkkenet. Det var hyggeligt at sidde og regne og skrive og læse ved den ene ende af køkkenbordet, mens mor reparerede og strøg tøj ved den anden. Når dagslyset forsvandt, blev petroleumslampen tændt, og så rykkede vi sammen omkring den.

En dag kom der to mænd cyklende hen til gården. Jeg kan huske, min far sagde, at "nu kommer installatøren og hans lærling". De brugte hele dagen til at føre ledninger ind i huset og sætte lampefatninger

tricitet

Far kan selv



maa findes en lettere
le at rense Tæppe paa.

Jeg vidste ikke, man fik
Vabler — jeg rører aldrig
det Tæppe mere!

Nu er Tæppebankningen
forbi hos os, takket være
Nilfisk



Installatøren og hans lærling.

op i loftet. På siden af hver fatning var der anbragt to stikkontakter. De blev kaldt for snydepropper. Dengang fik vi ikke sat stikkontakter i væggene. Der blev sat en lampe op i stuen og en i køkkenet.

Det elektriske lys var bedre end lyset fra petroleumslampen. Alle hjørner og kroge i stuen og køkkenet blev oplyst, og det lugtede heller ikke. Min mor syntes, at hendes arbejde i huset blev lettere. En elektrisk pære skulle ikke gøres ren for sod, som det var nødvendigt at gøre ved petroleumslampen. Hun sagde, at det elektriske lys var rent. Hvis hun ikke nåede at blive færdigt med sit arbejde om dagen, kunne hun

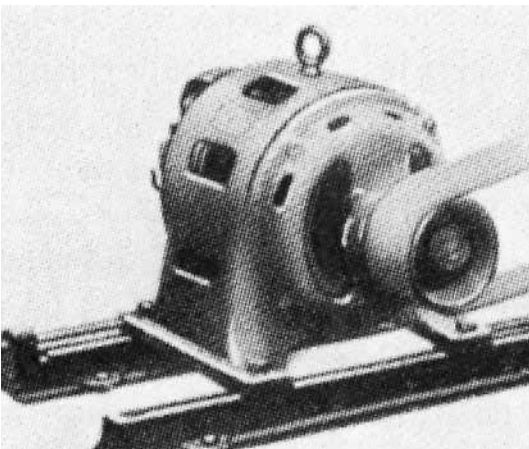
fortsætte med det om aftenen, fordi det elektriske lys var så stærkt og klart. Det kunne hun ikke, da vi kun havde petroleumslampen.

Jeg kan også huske, at min mor fik et gratis strygejern. Det var en gave fra elektricitets-værket. Dengang forstod jeg ikke, at hun fik det, fordi direktøren for elektricitets-værket ønskede, hun skulle bruge noget mere strøm.

Elektriciteten - kvind



Tærseværk trukket af en elmotor.



Elektromotoren var en stor hjælp i landbrug, håndværk og industri.

Den dyre elektricitet

I dag hører du tit, at du skal spare på elektriciteten. Det skal vi alle. Derfor undrer det dig måske, at det gjaldt om at bruge så meget elektricitet som muligt, da din oldemor var barn.

Dengang var elektriciteten meget dyr: Ude på landet blev elektriciteten brugt på gårde og på små værksteder til elektromotorer. Det var motorer, som kunne trække forskellige maskiner. På gårdene var det især tærseværker og roehakkere, de skulle trække. Hos tømrere og snedkere trak elektromotorerne save, og inde i byernes fabrikker trak de fx slibe- og pudsemaskiner.

Men de fleste folk brugte kun elektriciteten til lys i deres eget hjem. Man kunne ellers godt købe elektriske varmeapparater og vandvarmere og kogeplader, men elektriciteten var for dyr at bruge til den slags. Folk sparede på elektriciteten, så forbruget var ikke så stort.

Det var et problem for elektricitets-værkerne. De kunne lave meget mere elektricitet, end der blev brugt, og de ville gerne sælge så meget som muligt. Så udnyttede elektricitets-værkerne deres maskiner bedst og tjente flere penge.

Det var nødvendigt for et elektricitets-værk at tjene penge. Det var dyrt at bygge et elektricitets-værk, og maskinerne, der skulle lave elektriciteten, var også dyre. Fra elektricitets-værket skulle der trækkes ledninger på master ud til folks huse og lejligheder, og det var heller ikke billigt. De ansatte på elektricitets-værket skulle også have løn. For at tjene flere penge var elektricitets-værkerne derfor meget interesserede i at få folk til at bruge mere elektricitet. Det samme var de forretninger, der solgte elektrisk udstyr og installatørerne der satte ledninger og stikkontakter i folks huse. Elektricitets-værkerne, forretningerne og installatørerne arbejdede sammen og kaldte sig for el-branchen.

en og hjemmet

En kvindes plads er i hjemmet

Det gjaldt først og fremmest for el-branchen om at få kvinderne til at bruge elektricitet. Mange af dem gik hjemme hele dagen og lavede mad og gjorde rent og passede børn. En rigtig familie dengang var en familie, hvor kun manden gik på arbejde og tjente pengene. En kvindes arbejde var at gøre hjemmet til et sted, hvor hendes mand og børn syntes godt om at være. Så var hun en dygtig husmor. En husmors stolthed var en tilfreds mand, et rent hjem og velopdragne børn.

Husmødre kunne læse i ugeblade og høre i radioen, hvor vigtigt deres arbejde i hjemmet var. Læger fortalte, at mange sygdomme kom fra bakterier, der gemte sig i støv og snavs. Derfor skulle husmødre gøre grundig rent overalt. Lægerne fortalte også, at børn kunne undgå mange sygdomme, hvis de fik sund mad og var rene. Senere i livet ville børnene klare sig godt, hvis de var blevet ordentlig opdraget, mens de var små.

Maden lavede husmødrene på brændekomfurer eller gaskomfurer, og de gjorde rent med sæbe og vand og kost og tæppebanker. Det var hårdt arbejde. Der skulle bæres tørv og brænde ind til et brændekomfur og bæres aske ud. Et gaskomfur lugtede, og når gassen brændte, blev vinduer og vægge fedtede. Når gulvtæpper skulle gøres rene, blev de båret ud og hængt op og slået med en tæppebanker, så støv og bakterier kunne falde af.

En pige lærer at blive husmor

Det tog lang tid at lære at blive en god husmor. Piger begyndte at lære det allerede i skolen. De havde to fag, som drengene ikke havde. Det ene var håndarbejde, hvor de lærte at strikke og sy og brodere. Det andet var husgerning, hvor de lærte at lave mad og gøre rent. Når pigerne havde disse to fag, havde drengene sløjd.

I husgerning lærte pigerne også om sjuske-Dorthe. Det var en pige, der altid forsøgte at komme nemt om ved tingene og ikke gjorde sit arbejde grundigt. Hun ville aldrig få en ordentlig mand, og hendes børn ville ende i fængsel. Inden en pige blev gift, skulle hun helst have været et år eller to i huset hos en fremmed familie og lært at arbejde der. Det ville også hjælpe hende til at blive en god kone for sin mand, hvis hun havde været et år på en husholdningsskole. Når hun var blevet gift og havde fået sit eget hjem, kunne hun melde sig ind i en husmoder-forening. I den blev der holdt foredrag af husholdnings-eksperter, og folk fra el-branchen viste apparater og udstyr, der kunne hjælpe en husmor med at gøre det huslige arbejde lettere og bedre. Nogle af husholdningseksperterne var morsomme og underholdende, og mange husmødre mødte op for at høre dem.



Allerede i 1910 starter produktionen af 'Nilfisk' støvsugeren, som hurtigt kommer ud i flere og flere privathjem, selv om det må betragtes som en luksus.



Elektrisk komfur med øgenavnet "Kiksdåsen" produceret af LK i midten af 1950'erne.

Den elektriske hu

El-branchen fortalte husmødrene, at hvis de gjorde rent med støvsugere og lavede mad på elektriske komfurer, ville deres arbejde blive lettere, og de ville få et renere hjem og køkken. El-branchen ville også gerne sælge de elektriske apparater til dem.

For at vise husmødrene hvad der skulle være i et elektrisk køkken, begyndte el-branchen at lave udstillinger. De blev som regel holdt på et hotel eller i et forsamlingshus, og mange kvinder mødte op for at se, hvad der var på sådan en udstilling.

En aften i 1937 var Nikoline taget til Vig Forsamlingshus i nærheden af Holbæk for at se en udstilling, der hed "Elektricitet til Madlavning". Hun var blevet gift året før og ville gerne have et elektrisk køkken i lejligheden.

På udstillingen viste folk fra el-branchen kogeplader og komfurer. En husholdningsekspert fortalte, at man kunne lave bedre og billigere mad på sådanne elektriske apparater end på brændekomfur og gasapparater. Der var også dyppekogere, el-kedler, hårtørrere, varmeap-

parater og mange andre elektriske ting på udstillingen. Hvis man ikke havde råd til at betale kontant, kunne man købe dem på afbetaling.

Nikoline var begejstret for alle de moderne apparater, men hun købte ingen af dem. De var for dyre, og mange af dem var ren luksus, som man ikke behøvede. Hun ville gerne have et elektrisk komfur, men ikke på afbetaling. Hun og hendes mand måtte først spare op til det. De havde lige købt en ny radio for deres opsparing. Gaskomfuret derhjemme var også udmærket at lave mad på.

Elektrisk Kogning og Baging

Tirsdag den 6. april fra Kl. 13-21 afholdes i Vig Forsamlingshus Demonstration af elektrisk Kogning og Baging, hvortil alle interesserede indbydes.

Nordvestsjællandss Elektricitetsværks Ingeniør, Hr. Rosbjerg, vil være til Stede og staar til Raadighed med alle tekniske Oplysninger og Priser. Konsulenten m.fl. vil undervise i Brug af elektriske Koge-, Bage- og Stegeapparater, og der vil blive serveret gratis Kaffe med Bagværk, direkte fra Ovn.

Vig Sogns Garantforening



Humoristiske Fru Krogh demonstrerer her brugen af komfuret.

smor

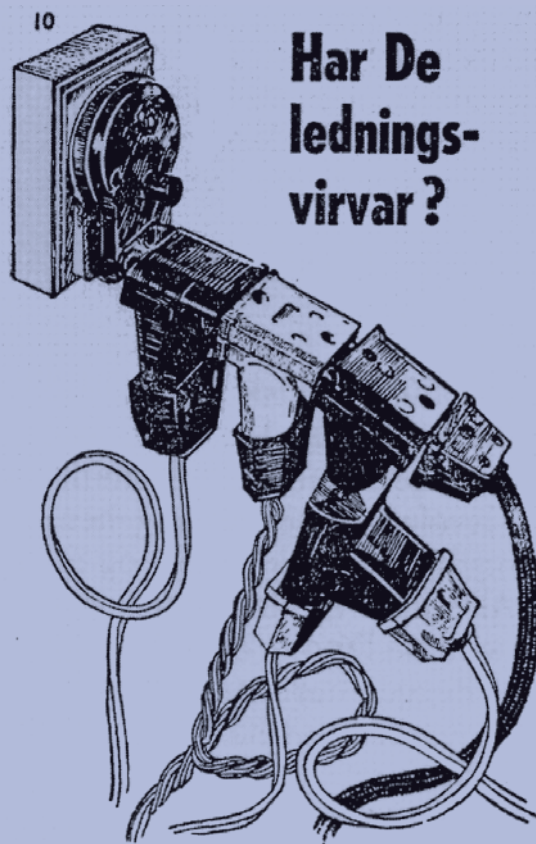
Fra pudseklud til samlebånd

Det var først i 1950'erne - dengang din bedstemor var ung - at de fleste familier fik råd til at købe de mange elektriske apparater. De fik råd til det, fordi husmødrene nu ikke længere skulle gå hjemme og bruge hele dagen til at gøre rent og lave mad og passe børn. De skulle ud af huset og arbejde på fabrikkerne sammen med mændene. Det var nødvendigt, fordi mændene ikke længere kunne klare arbejdet alene. Der begyndte at blive mangel på arbejdskraft.

Nu fik kvinderne at vide, at de ikke længere bare skulle gå hjemme og passe huset. De kunne se i reklamer og læse i ugeblade og høre i radioen, hvordan de kunne klare både deres gamle arbejde i hjemmet og deres nye arbejde ved samlebåndet på fabrikkerne. De skulle lære at bruge pudsekluden noget mindre og blive moderne husmødre.

En moderne husmor brugte mange elektriske apparater til at hjælpe sig, og hun planlagde sit arbejde, så hun kunne være hurtig og effektiv. Køkkenet skulle indrettes, så hun skulle bruge så få skridt som muligt til at nå de ting, hun havde brug for. Derfor blev mange køkkener bygget som et lille og smalt rum. Maden skulle laves i store portioner, der kunne sættes i køleskab og vare i flere dage. Desserten behøvede en moderne husmor ikke at gøre så meget ud af. Et æble eller en pære var nok. På den måde sparede hun arbejdstid i køkkenet. Der skulle bruges mange penge til køb af elektriske apparater, men dem tjente hun ved at gå på arbejde.

De mange nye apparater gav et problem i huse med kun få kontakter. Hvor skulle alle apparaterne få elektricitet fra? Nogle folk løste problemet ved at samle mange ledninger i én kontakt, men det kunne være meget farligt.



Har De ledningsvirvar?

- så har De brug for ekstra stikkontakter

Det ser grimt ud med løse ledninger. Det er upraktisk, fordi det besværliggør rengøringen — og det er livs- og brandfarligt. Tal med Deres EL-installatør om opsætning af flere stikkontakter. Det er billigere, end De tror. Se samtidig de nye dobbelte stikkontakter.

Der bor en EL-installatør lige i nærheden. Han udfører alle installationer og reparationer af elektriske belysninger og brugsgenstande — og når De skal anskaffe EL-udstyr, kan De trygt spørge ham til råds.

Køb hos Deres
EL-INSTALLATØR

El-mærket



Deres garanti

Elektricitet forandrer

De fleste husmødre var glade for at komme ud af huset og arbejde. Det betød, at hele familien fik flere penge og kunne købe mange af de ting, som kun de rige havde råd til at købe før: Der blev råd til fjernsyn og køleskab og vaskemaskine. Der var nogen, der næsten konkurrerede med hinanden om, hvem der fik købt flest af alle de nye og spændende elektriske apparater; der blev ved med at dukke op.

Øverst på ønskesedlen over elektriske apparater stod fjernsynet. Det gjorde et lige så stort indtryk på din mormor i 1950'erne at se fjernsyn, som det gjorde på din oldemor i 1920'erne at se elektrisk lys. Det betød ikke noget, at skærmen var lille, og at der kun var et program med billeder i sort/hvid. Når en familie fik fjernsyn, brugte den mange timer sammen foran skærmen.

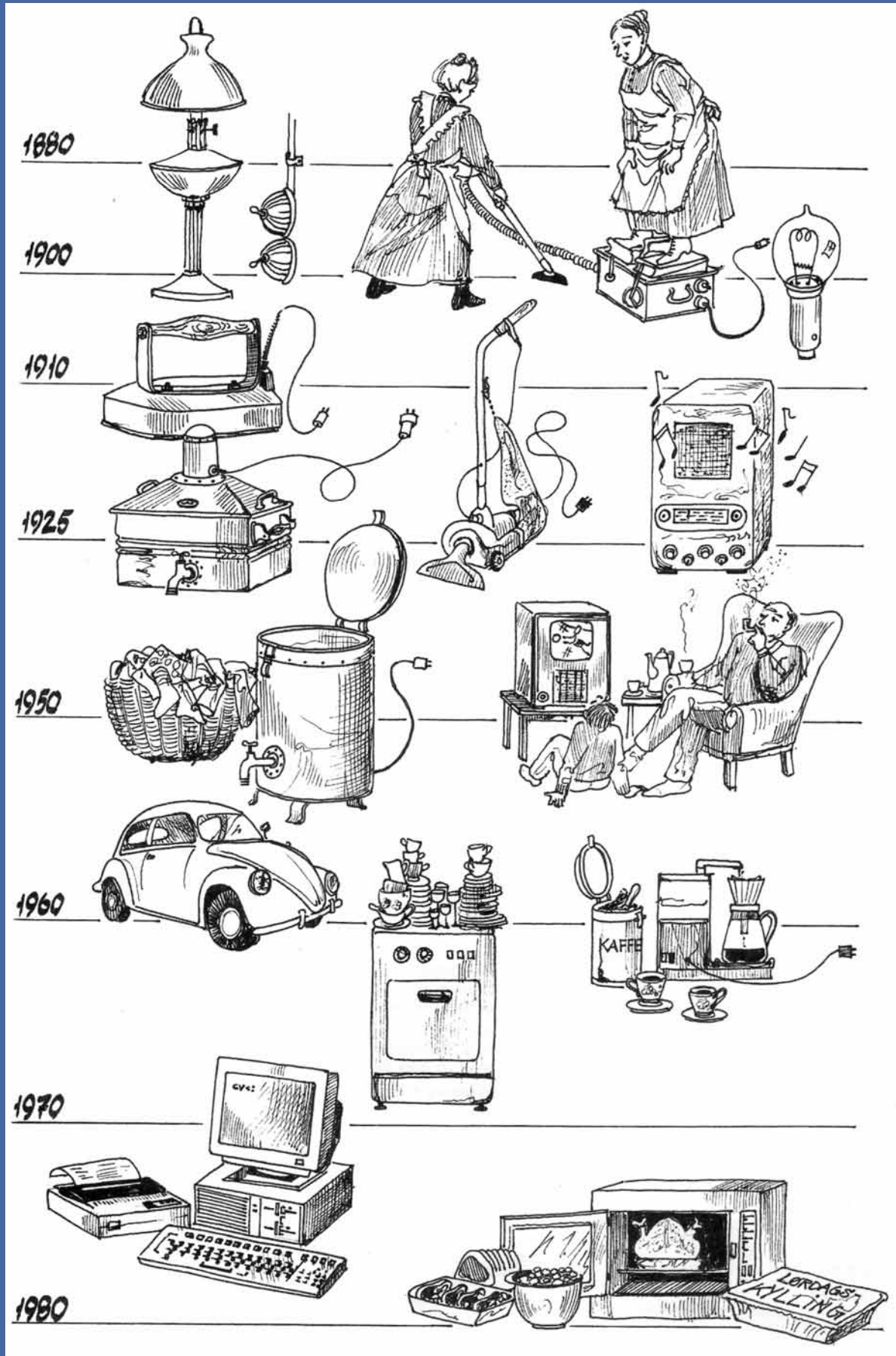
På en stor udstilling i København i 1957 med navnet "Lev livet Elektrisk" kunne man se alle de forskellige apparater, der kunne hjælpe en husmor med at bruge mindre tid på arbejdet i hjemmet. Der var køleskabe, komfurer, vaskemaskiner, røremaskiner, vandvarmere, støvsugere, strygejern med termostat, brødrister, kaffemaskiner, affaldskværne, lamper og mange andre apparater. Næsten alt, hvad en husmor skulle lave, kunne laves med elektricitet.

Alligevel blev det efterhånden et problem for kvinder at klare arbejdet både ude og hjemme. Arbejdet ved samlebåndet blev undersøgt af tids-studieteknikere. Det var mænd, som tog tid på, hvor længe folk ved samlebåndet var om at udføre deres bevægelser. Alle unødvendige bevægelser skulle fjernes, så arbejdet kunne udføres hurtigere og mere effektivt. De ansatte ved samlebåndet skulle lave noget mere. Efter en arbejdsdag kunne en husmor derfor godt være træt, når hun kom hjem til sit arbejde i huset. Selv om husmødrene fik flere og flere elektriske hjælpemidler; kunne det knibe med at nå at være færdig, inden fjernsynet skulle tændes. Derfor var der nogle kvinder, der begyndte at snakke om, at mændene skulle hjælpe noget mere til med arbejdet i hjemmet.

Det var også et problem at få passet børnene, når mor var på arbejde om dagen. For at løse problemet blev der bygget mange vuggestuer og børnehaver; hvor pædagoger skulle være med til at opdrage børnene. Men var det det samme som at blive opdraget hjemme af mor?



"Lev livet elektrisk", 1957.



Elektricitetens historie

Den mystiske kraft

I Danmark har vi brugt elektricitet i 100 år, men de første mennesker lærte elektriciteten at kende for mange tusinde år siden. De opdagede, at når de gned en ravklump med et stykke skind, kunne ravklumpen tiltrække små stykker tøj, små pinde eller fjer og hår: Nogle gange sprang der også en lille gnist. De gamle grækere mente, at der var en mystisk kraft i ravet, som fik disse ting til at ske. I Grækenland kaldte man rav for elektron. For 400 år siden begyndte videnskabsmænd i Frankrig og andre lande at undersøge den kraft, der var i ravet. De kaldte kraften for elektricitet.



Volta



Voltas batteri, Voltasøjle.



Franklin

Alessandro Volta

I året 1800 fandt en italiener Alessandro Volta ud af at lave et apparat, der kunne give elektricitet i lang tid. Han opfandt verdens første batteri. Volta stablede skiftevis kobber- og zinkmønter ovenpå hinanden, så de dannede en søjle. Imellem mønterne var der små stykker klædestof, som var dyppet i eddike. Sådant en opstilling kunne give elektricitet. Dengang kaldte man den ikke for et batteri, men for en Voltasøjle. Når Volta skulle vise, at søjlen gav elektricitet, tog han en ledning fra den øverste kobbermønt og en anden fra den nederste zinkmønt og satte dem på en død frø. Elektriciteten fik frøen til at bevæge benene, som om den var levende. For mange videnskabsmænd var det et bevis på, at liv og elektricitet havde noget med hinanden at gøre. Nogle troede endda, at de kunne få noget dødt til at blive levende ved at give det elektricitet.

Benjamin Franklin

En af de første videnskabsmænd, der begyndte at lave forsøg med elektricitet var Benjamin Franklin. Han boede i Amerika og var interesseret i utrolig mange ting - også i elektricitet. Franklin mente, at lyn er elektricitet og for at bevise det, sendte han i 1754 en drage op i luften, mens der var tordenvejr. I enden af snoren havde han ophængt en nøgle, og hver gang der kom et lyn, kunne han trække en gnist ud af nøglen. På den måde viste han, at lyn er elektricitet. Det er ikke et forsøg, du selv må gå ud og lave. Det er meget farligt at sætte drager op i tordenvejr, og Benjamin Franklin var heldig med, at lynet ikke slog ned i ham.

Michael Faraday

Året efter i 1821 fik den engelske videnskabsmand Michael Faraday en magnet til at rotere omkring en elektrisk ledning og en elektrisk ledning til at rotere omkring en magnet. Det var verdens første elektromotor; han havde lavet. I 1831 viste Michael Faraday, at en magnet kan lave elektricitet. Han havde rullet en ledning op i vindinger; så den var blevet til en spole. Når han bevægede en magnet omkring spolen, lavede den elektricitet. Det kunne han se ved, at en ledning fra spolen kunne få en kompasnål til at bevæge sig.



H. C. Ørsted



H. C. Ørsted's kompasnål.



Faraday

H. C. Ørsted

Der var også videnskabsmænd i Danmark, der var interesseret i elektricitet. En af dem var Hans Christian Ørsted. Han lavede i 1820 et forsøg på universitetet i København. Fra et batteri sendte han elektricitet gennem en kobberledning. I nærheden af ledningen stod et kompas, og pludselig opdagede Ørsted, at kompasnålen bevægede sig, hver gang han sendte elektricitet gennem ledningen. Hvor var den magnet, der fik kompasnålen til at bevæge sig? Det kunne kun være den elektriske ledning, som altså blev til en magnet, når der blev sendt elektricitet igennem den. H. C. Ørsted havde opdaget den magnetisme, vi i dag kalder for elektromagnetismen. Den følger med elektriciteten overalt, hvor den bevæger sig.

Frankensteins uhyre

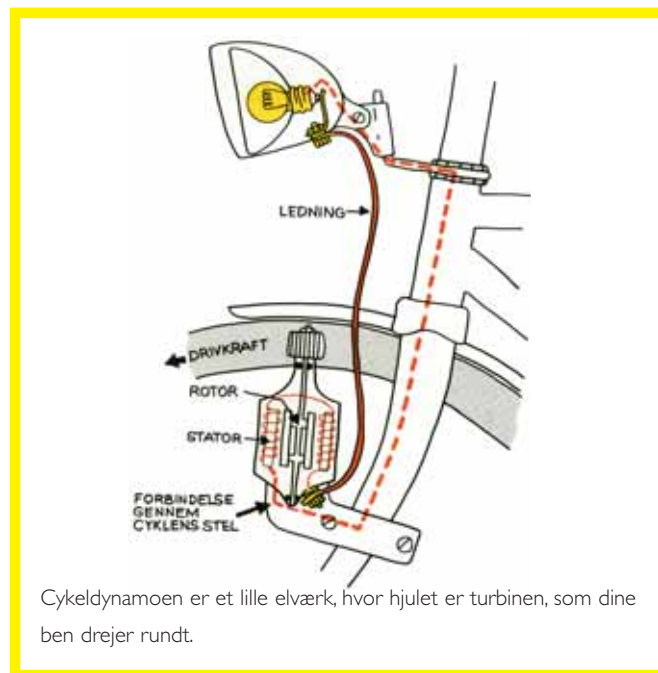
I 1816 skrev en engelsk dame Mary Shelley en roman om en videnskabsmand. Han hed doktor Frankenstein. Hans store drøm var at skabe et nyt menneske. Det ville han gøre ved at samle et menneske af dele fra døde mennesker og få elektriciteten til at gøre det levende. Det lykkedes også for ham, men det nye menneske blev ikke vellykket. Det spredte skræk og rædsel omkring sig og blev kaldt for Frankensteins uhyre.

Elektricitet bliver lavet

I dag bliver elektricitet lavet i en generator på samme måde, som Faraday lavede elektricitet. Inde i alle generatorer er der en magnet og en spole, og en af dem skal dreje rundt, for at generatoren kan lave elektricitet. Det er lige meget, om det er spolen eller magneten, der drejer rundt. I begge tilfælde siger vi, at generatoren drejer rundt og laver elektricitet.

Vi ved lidt mere om elektricitet, end de gamle grækere gjorde. Vi siger ikke, at der er en mystisk kraft inde i en elektrisk ledning. Videnskabsmændene i dag opfatter elektricitet, som nogle meget små partikler, der bevæger sig frem og tilbage inde i ledningen. Partiklerne hedder elektroner. Vi kan ikke se dem, men de findes i alle stoffer. Det er ikke i alle stoffer, de kan bevæge sig. De bevæger sig bedst i metaller, og nogle af de bedste metaller er kobber og aluminium. Derfor er mange ledninger lavet af disse to metaller.

Når elektronerne vandrer gennem pærer og motorer og andre elektriske apparater, får de apparaterne til at virke, som de skal. Skal elek-



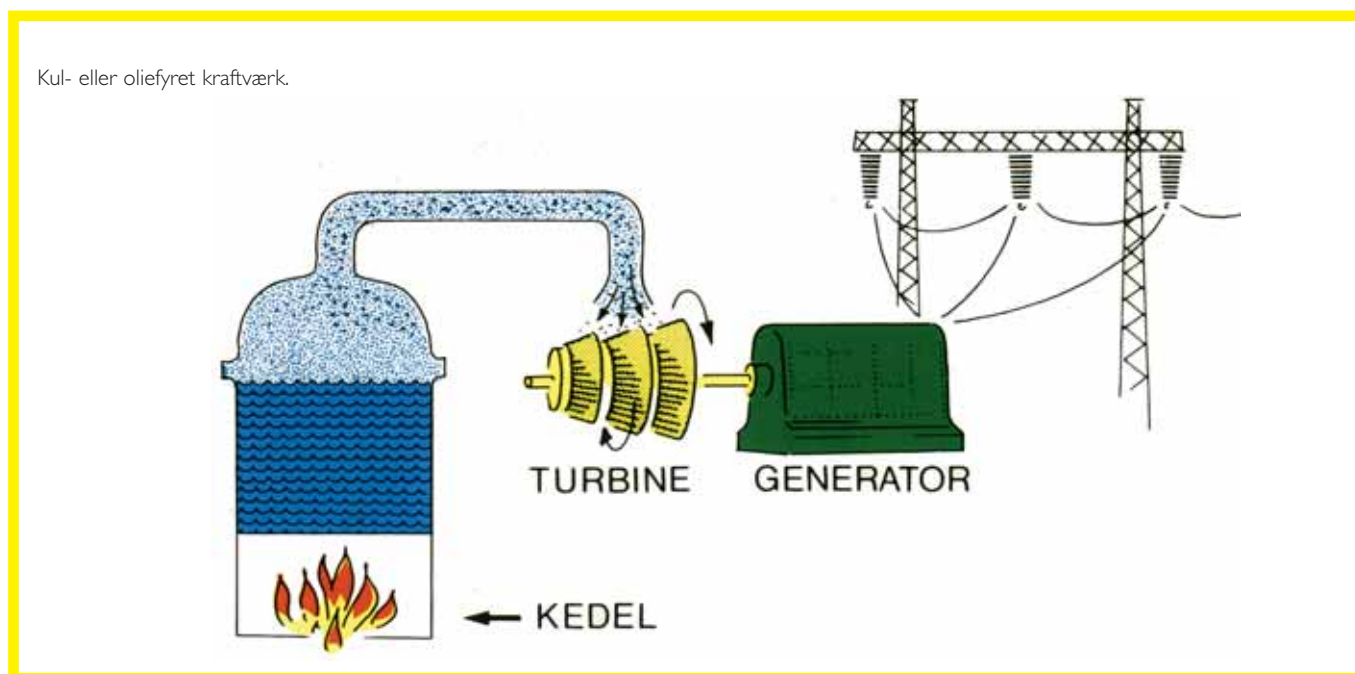
tronerne fx gennem tråden i en pære, skubber de så meget til hinanden, at tråden bliver varm og begynder at gløde. Det svarer til, at alle i din klasse forsøger at komme igennem døren ind til klasseværelset på samme tid. Så skubber I så meget til hinanden, at temperaturen stiger. Inde i en elektromotor er der magneter og spoler, og når elek-

tronerne løber gennem spolerne, bliver spolerne til elektromagneter. Så vil magneterne og spolerne frastøde og tiltrække hinanden, og motoren kører.

Elektronerne kan ikke begynde at bevæge sig, før de får et puf i den ene ende af ledningen. Det puf får de af en generator, når den drejer rundt. Generatoren står på et elektricitets-værk, og så længe den drejer rundt, bevæger elektronerne sig gennem elektricitets-værkets ledninger. Ledningerne går ud fra elektricitets-værkets generator og kommer tilbage til den igen. På den måde danner de et kredsløb. I kredsløbet er der huse, fabrikker, forretninger og skoler. Alle disse steder er der elektriske apparater og elektrisk udstyr. På deres vej gennem kredsløbet går elektronerne gennem alt, hvad der er tændt for. Derefter vender elektronerne tilbage til generatoren for at få et nyt puf, så der hele tiden kan være elektricitet i kredsløbet.

Al den elektricitet, vi bruger, kommer fra store generatorer. For at få dem til at dreje rundt og lave elektricitet bruger vi vind, vand eller damp. Elektriciteten er den samme uanset, hvad der drejer generatoren rundt. Alligevel er det ikke lige meget, om man bruger vind, vand eller damp.

i en generator



Damp

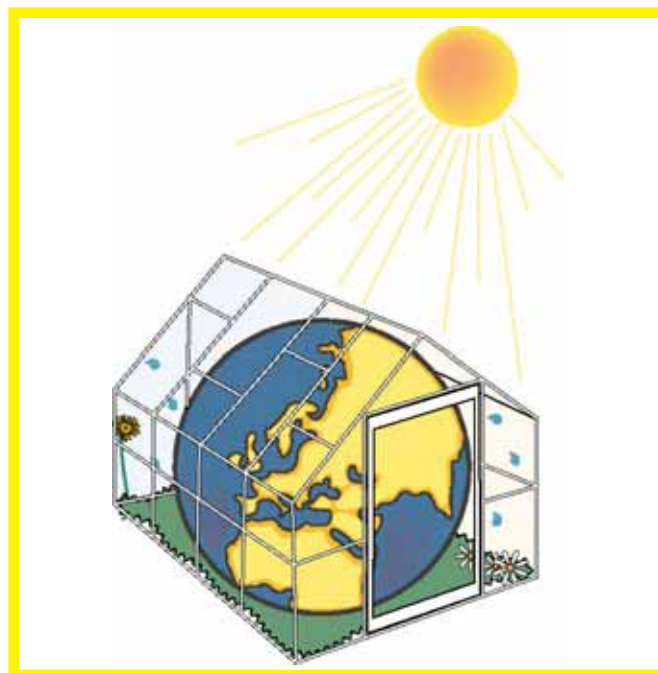
På de store elektricitets-værker i Danmark som fx Avedøre-værket, får man vand til at koge i store kedler ved at fyre med kul, olie og naturgas. Dampen fra det kogende vand løber gennem et rør hen til en turbine. Når dampen presser på turbinen, begynder den at dreje rundt. Turbinen og generatoren er forbundet med en aksel, så turbinen kan dreje generatoren rundt og få den til at lave elektricitet. Det meste af hele verdens elektricitet bliver lavet ved at fyre med kul, olie eller naturgas. Det giver et stort problem for os alle sammen.

Drivhuseffekt

Når man fyrer med kul, olie eller naturgas, bliver der lavet kuldioxid. Det er en luftart, som har den egenskab, at den kan holde på varme. Der findes kuldioxid i jordens atmosfære. Kuldioxiden får de grønne planter til at vokse, og den holder på noget af solens varme. Hvis den ikke gjorde det, ville der blive streng frost hver nat, når solen er gået ned.

Hvis der kommer for meget kuldioxid op i atmosfæren, vil der blive holdt på mere af solens varme. Så vil der blive varmere overalt på jorden, og nogle videnskabsmænd tror, at det vil få jordens klima til at ændre sig. Der vil fx blive varmere på Grønland, og nogle steder, hvor der i dag er frodigt og grønt, vil der blive ørken.

Videnskabsmændene sammenligner kuldioxid i atmosfæren med glasset i et drivhus. I et drivhus er det glasset, der holder noget af solens



varme tilbage, så tomaterne bedre kan gro. Videnskabsmændene siger derfor, at kuldioxid i atmosfæren giver jorden en drivhuseffekt. For meget kuldioxid vil give en større drivhuseffekt, så temperaturen overalt bliver højere.

Vind

En vindmølle er et elektricitets-værk, der står på et tårn. Oppe i møllehatten sidder der en generator, som er forbundet med møllevingerne med en aksel. Når vinden er god, drejer vingerne rundt, og så følger generatoren med og laver elektricitet.

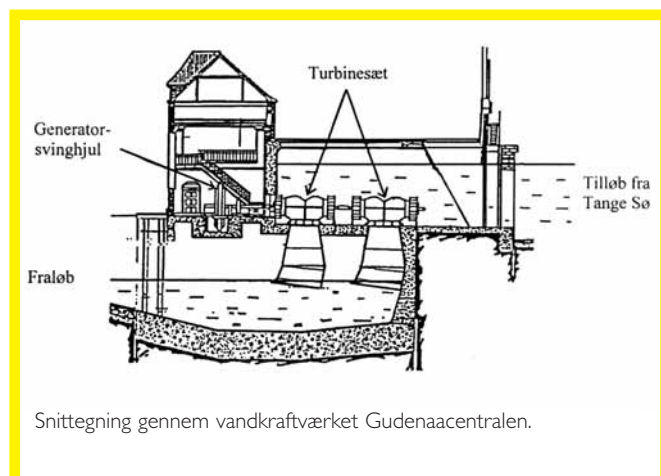
Den første vindmølle i verden, der kunne lave elektricitet, blev bygget i Danmark i 1891. Det var en fysiklærer på en højskole i Askov i Sønderjylland, der byggede den sammen med sine elever: Læreren hed Poul la Cour. Han mente, at man skulle lave elektricitet ved hjælp af vind, fordi den blæser gratis hen over landet.

Siden Poul la Cour startede sin vindmølle, har mange personer i Danmark været inspireret af ham og prøvet at lave deres egen vindmølle. For nogle er det lykkedes så godt, at deres lille værksted er blevet til store fabrikker. De sælger vindmøller til mange lande, og halvdelen af alle vindmøller i verden er lavet i Danmark.

Mange mennesker i dag synes godt om elektricitet fra vindmøller. Ikke bare fordi vinden er gratis, men også fordi vindmøller ikke forurener luften med kuldioxid. Der findes også nogen, som ikke kan lide vindmøller. De synes, at vindmøller ødelægger landskabet og laver for meget støj.

Vand

Elektricitet kan også laves ved hjælp af vand, som det sker på Danmarks største vandkraftværk Tangeværket. Her byggede man i 1918-1920 en dæmning over Gudenåen. Foran dæmningen steg vandet 10 meter, og Gudenåen blev til Tange sø, der er 13 kilometer lang. Fra søen løber vandet gennem en kanal hen til Tangeværket, hvor det ender i et vandfald på 10 meter.



Snittegning gennem vandkraftværket Gudenaacentralen.



Poul la Cours forsøgsmølle i Askov.

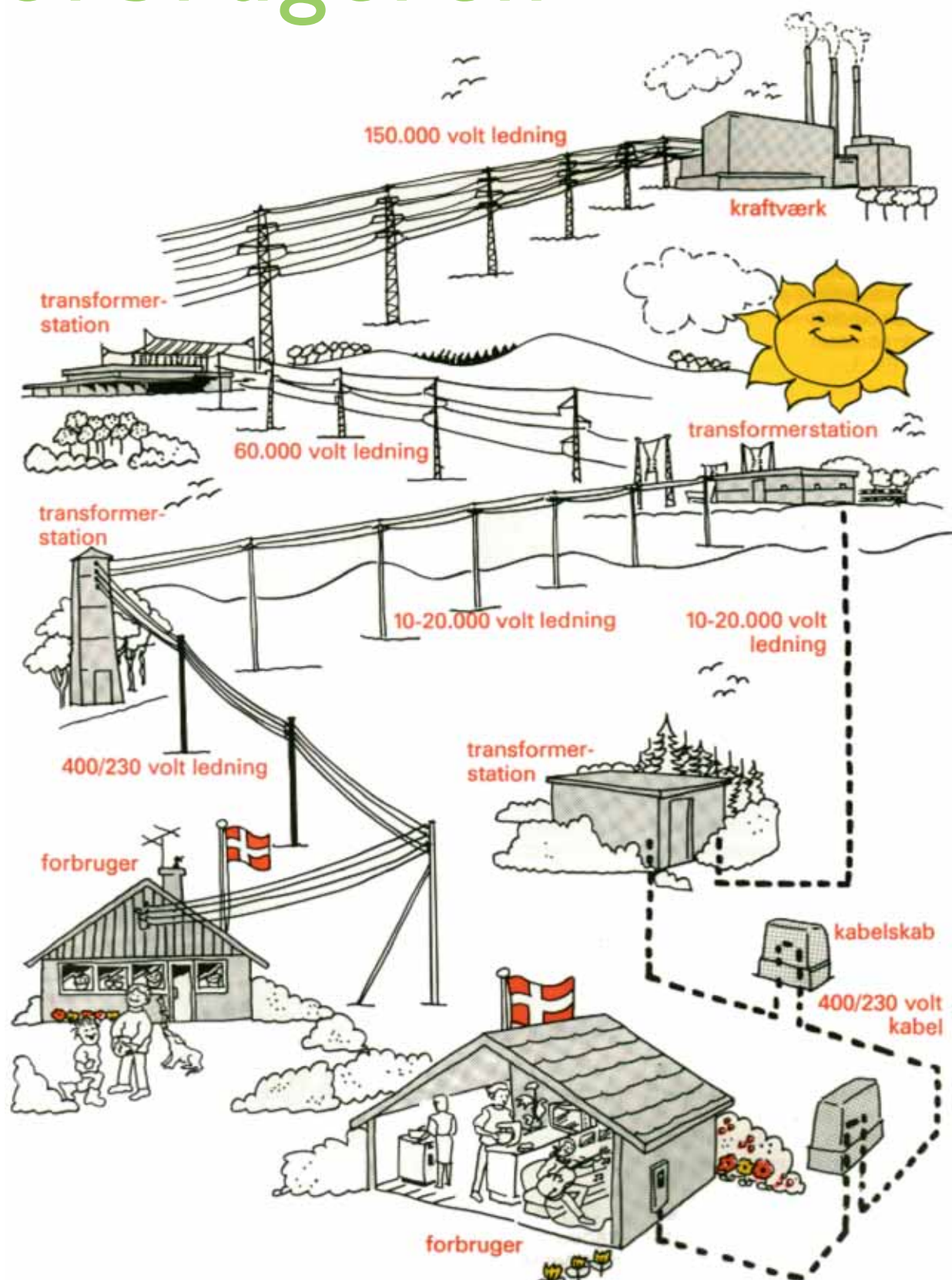
Nede i vandfaldet ligger der tre turbiner, og hver turbine har en aksel, der forbinder den med en generator inde på Tangeværket. Når vandet falder ned på turbinerne, drejer de rundt, og inde på Tangeværket følger generatorerne med rundt og laver elektricitet.

Nogle folk kan godt lide vandkraftværker, fordi vandet er gratis, og fordi de ikke forurener luften med kuldioxid, når de laver elektricitet. Men der er også folk, der ikke kan lide vandkraftværker. Det kan de ikke, fordi de mener, det ødelægger naturen, når man bygger en dæmning og laver en kunstig sø. De synes også, det er uretfærdigt, at mange mennesker bliver tvunget til at flytte, fordi det område, hvor de bor, skal oversvømmes. Dengang man byggede Tangeværket og lavede Tange sø, var det næsten 200 mennesker, der måtte forlade deres hjem og finde et nyt sted at bo.

Grøn energi

Mange mennesker drømmer om, at vi en gang kan få lavet al vores elektricitet, uden at der bliver dannet mere kuldioxid. De kalder den slags elektricitet for grøn energi. Vindmøller laver grøn energi, og det samme gør vandkraftværker. Men det vil blive svært at få drømmen om grøn energi til at gå i opfyldelse. Hvordan skal vi få elektricitet, når der er vindstille, eller når der er en lang tørke-periode? Vi kan nok ikke undvære elektricitets-værker, der bruger kul, olie og naturgas. Hvad skal vi så gøre, for at der ikke kommer så meget kuldioxid op i atmosfæren?

Elektricitetens vej til forbrugeren



Elnettet - ud over alle

Blodets kredsløb

Højspændingsnettet og alle de mange kabler og ledninger i Danmark har tilsammen en længde på 160.000 km. De sørger for, at der kommer elektricitet ud til alle i hele landet, selv om de bor langt væk fra et elektricitets-værk. Du kan sammenligne den måde, de mange tusinde kilometer ledning sender elektricitet ud i samfundet på, med blodets kredsløb i din egen krop.

Dit blod bringer energi ud til hele din krop. Al dit blod kommer igennem dit hjerte, hvor det får et puf, hver gang hjertet slår. Fra hjertet bevæger blodet sig først ud i en stor blodåre, der hedder aorta. Derfra fordeler blodet sig ud i mindre og mindre blodårer til alle dele af din krop. Selv ude i spidsen af din ene lillefinger er der blodårer, der har forbindelse med aorta og dit hjerte. Fra din lillefinger bevæger blodet sig tilbage til hjertet for at få et nyt puf, så kredsløbet kan fortsætte. Ligesom blodet bringer energi ud til hele din krop, bringer elektriciteten energi ud til hele samfundet.

Højspændingsnettet

Når man tænder for lyset i stuen, kan man ikke se, om elektriciteten er lavet ved hjælp af kul eller vind eller vand. Al elektricitet bliver puttet ind i ledninger, når den er blevet lavet. Så kan vi styre elektriciteten og sende den hen, hvor den skal bruges.

Først bliver den sendt ud i nogle ledninger, som kaldes for højspændings-ledninger. De kan sende en meget stor mængde elektricitet af sted, og er derfor farlige at komme for tæt på. For at forhindre at der sker ulykker, er de hængt op på høje master, eller de er gravet ned i jorden. Ledninger i jorden kaldes for kabler.

Der findes højspændings-ledninger overalt i Danmark. De er spændt ud over hele landet som et stort net, der kaldes for højspændingsnettet. Alle elektricitets-værker, også vindmøllerne, sender deres elektricitet ud på højspændingsnettet. Højspændingsledningerne mødes på transformerstationer, som fordeler elektriciteten i mindre mængder og sender dem videre i tyndere ledninger.

Disse ledninger kommer også til transformer-stationer, hvor elektriciteten bliver fordelt i endnu mindre mængder. Sådan fortsætter elektriciteten med at bevæge sig gennem transformerstationer og ledninger med mindre og mindre elektricitet, indtil den kommer til folks huse.

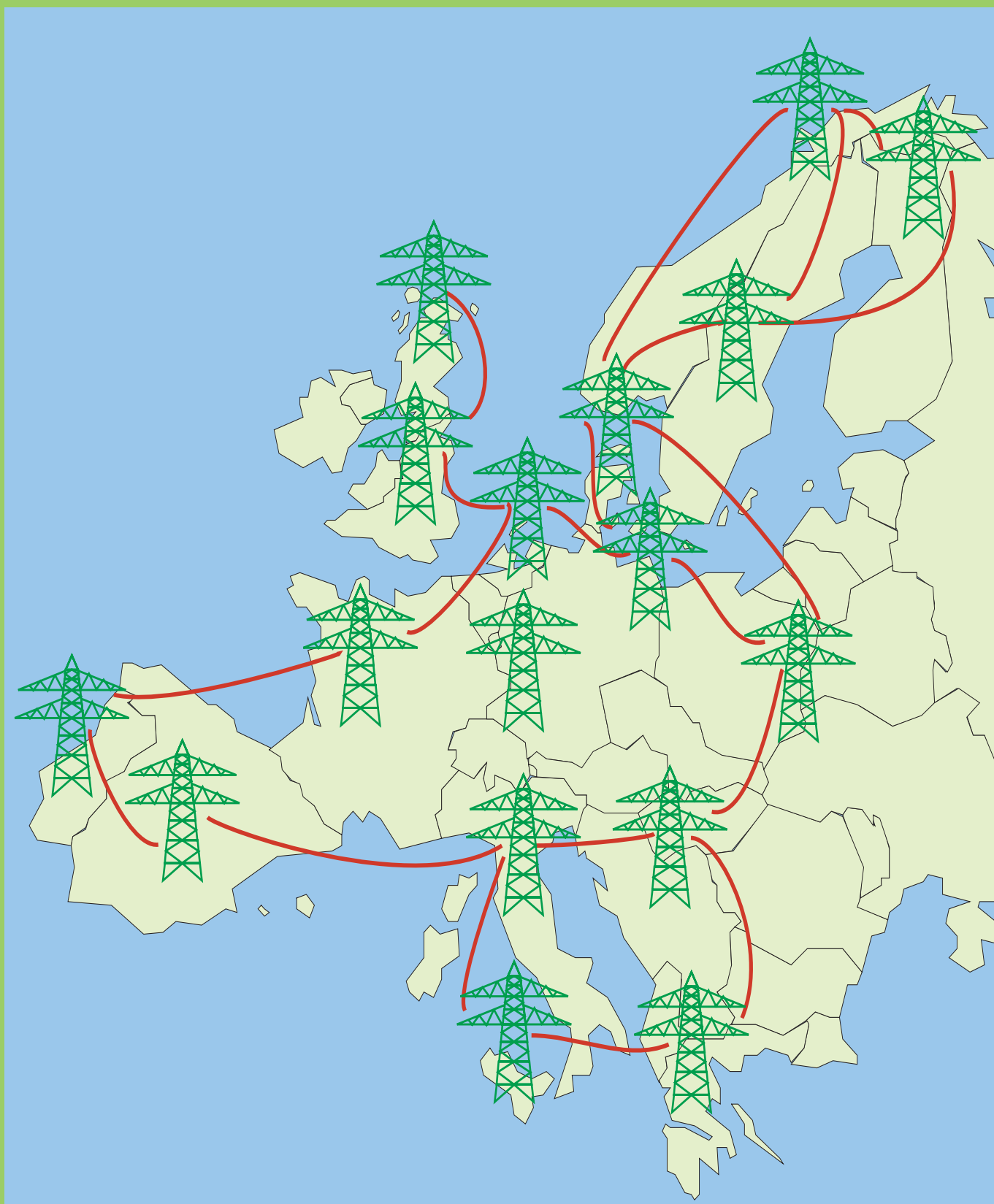
Elektricitet uden grænser

Alle elektricitets-værker kan samarbejde gennem højspændingsnettet. Hvis fx et elektricitets-værk går i stykker, er der ikke nogen, der vil komme til at mangle elektricitet. De andre værker vil bare lave den elektricitet, der mangler og sende den ud på højspændingsnettet til fordeling.

Det modsatte sker, hvis det en dag blæser rigtig meget. Så vil vindmøllerne sende en masse elektricitet ind på højspændingsnettet til fordeling. De elektricitets-værker, der bruger kul, behøver så ikke at lave så meget elektricitet, og der kommer mindre kuldioxid op i atmosfæren den dag.

Det er ikke bare i Danmark, at elektricitets-værkerne kan arbejde sammen. I alle lande i Europa findes der højspændingsnet, og de er alle sammen forbundet med hinanden. Det betyder, at landene kan handle elektricitet med hinanden. Danmark kan sælge til Tyskland og Holland og købe i Norge og Sverige. Elektriciteten har ingen grænser.

grænser



Superlederen

Mandag den 28. maj 2001 blev tre nye kabler taget i brug på Amager Koblingsstation på Irlandsvej 95. De nye kabler er ikke helt almindelige. De er nedkølet til -196°C , og strømmen i dem møder ingen modstand. Mange steder i verden holder ingeniører opmærksomt øje med, hvad der sker på Amager. Hvis kablerne virker, har danske forskere vist, hvorledes fremtidens ledningsnet skal se ud.

Der er virkelig brug for anderledes kabler, end dem vi anvender i dag. I fremtiden vil der blive brug for mere og mere elektricitet - også selv om vi sparer på den. Elektriciteten har i løbet af 100 år forandret verden og hverdagen, og den vil fortsætte med at gøre det. Allerede nu har vi skabt os en fantastisk elektrisk verden, som milliarder af mennesker i fattige lande ser på TV-skærme, og gerne vil have del i. Uanset om fremtidens elektricitetsbehov skal dækkes af vindmøller, solceller, vandkraft, kulkraft eller atomkraft, skal der bruges millioner af kilometer kabler og ledninger til transport og fordeling af elektriciteten.

I et ledningsnet med stor modstand og strømstyrke vil en del af strømmen forsvinde, fordi den gør kablerne varme. Især for jordkabler er varmen et problem. Når kablets temperatur når 80°C , bliver jorden omkring kablet så tør, at den ikke længere virker afkølede. Så stiger temperaturen i kablet endnu mere, og derved forsvinder mere energi. Hvordan fremtidens kabler skal konstrueres for at mindske varmespildet, så samfundet sparer energi, har derfor interesseret forskere og ingeniører i mange år.

De nye kabler på Amager er *superledere*. I en superleder møder den elektriske strøm ingen modstand. Derfor er der heller ikke noget af strømmen, der bliver lavet om til varme i superlederen.

Det lyder som science fiction, men det første forsøg med superledning blev lavet allerede i 1911 af den hollandske fysiker H. Kamerlingh Onnes (1853-1926). Han nedkølede kviksølv til en meget lav temperatur, og ved -269°C opstod et mærkeligt fænomen. Pludselig forsvandt al modstand, og kviksølv blev en superleder. Siden har forskere fundet andre metaller og legeringer, som ved lave temperaturer bliver superledende. Temperaturen, hvor superledning opstår, kaldes for den kritiske temperatur. De lave temperaturer, der skal til for at opnå superledning, fås ved at køle med flydende kvælstof.

I et ledningsnet er der energitab i selve højspændingsnettet, og naturligvis et tab i alle de apparater, der bruger strøm. Det sidste kan vi ikke gøre noget ved, men hvis vi skifter højspændingsledningerne ud med superledende kabler, vil vi ingen modstand have i den del af nettet. Der behøves derfor ikke så stor spænding for at sende strømmen af sted, så vi kan spare mange transformerstationer. Man sparer også kabelmateriale, da superledende kabler er meget mindre end de kabler, der anvendes i dag. Ellers ligner et superledende kabel et helt almindeligt kabel.

H. Kamerlingh Onnes (1853 - 1926).



Det superledende bånd.



Det superledende kabel.



Når man husker på, at elektrisk strøm er elektroner, der bevæger sig fremad i en leder, er det nemt at forklare modstand i en almindelig kobberledning. På deres vej gennem ledningen støder elektronerne ind i kobberatomer. Atomerne sidder fast i gitter, der bevæger sig en smule frem og tilbage, så elektronerne ikke kan undgå at støde ind i dem. Ved de mange sammenstød mister elektronerne energi til atomgitterne, og ledningen bliver varm. I en superleder må elektronerne på en eller anden måde undgå at ramme ind i atomgitterne, når de bevæger sig fremad. Hvordan kan det lade sig gøre?

I 1957 kom tre amerikanske fysikere John Bardeen, Leon Cooper og John Scheiffer med en teori om elektroner opførsel i en superleder. Hvor mærkeligt det end lyder, kan to elektroner i en superleder gå sammen og danne et par, der kaldes et *Cooper par*. I superlederen bevæger atomgitterne sig ikke - der er jo meget koldt - og elektronerne kan to og to smutte igennem lederen uden at ramme dem. Atomgitterne bøjer sig faktisk lidt, så elektronerne bedre kan smutte igennem. Et Cooper par møder ingen modstand.

Ved de meget lave temperaturer, hvor superledning opstår, kan man få en permanent magnet til at svæve. Når magneten nærmer sig en superleder, vil superlederen danne et magnetfelt, der er nøj-

agtig modsat magnetens eget felt. Resultatet er, at magneten bliver løftet og svæver. Det er et fænomen, der giver utrolige muligheder for fremtidens togtrafik. Hvis skinnerne bliver superledere med store strømstyrker, kan man få et tog til at svæve hen over skinnerne og derved ophæve gnidningsmodstanden. Toget skal så ikke bruge ret meget energi for at køre fremad, og hastigheden vil kunne blive meget høj. Måske vil vi så vælge tog frem for biler og fly?

Et samfund med superledende kabler vil kunne spare meget energi. Det vil være til gavn for både samfundet og miljøet. Jordens befolkning vokser hastigt, og alle vil gerne leve et liv fri for sygdom, nød og elendighed, og med mange muligheder for at skabe sig netop den tilværelse der passer den enkelte bedst. Men uden elektrisk energi vil det ikke lykkes. Derfor er mange interesserede i de tre superledende kabler på Amager. De kan måske vise vejen frem mod en bedre verden for alle.

Superleder har dannet et magnetfelt, der bærer disken med sumo-bryderen.



Det japanske tog, Maglev, svæver på superledende skinner med en hastighed på 550 km/t.



Opgaver

Opgave 1

Fortæl om alle de situationer i går, hvor du brugte strøm på en synlig og usynlig måde.

Opgave 2

Lav et interview med din oldemor eller en person, der er over 80 år. Emnet skal være: "Din barndom og elektricitet".
Hvad vil du gerne vide?
Lav selv spørgsmålene.

Opgave 3

Lav det samme interview med dine bedsteforældre.

Opgave 4

Lav også interviewet med dine forældre.

Opgave 5

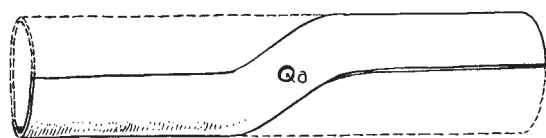
Lav H.C. Ørsteds forsøg.

Opgave 6

Få en dynamo til at lave elektricitet. Skil den ad og saml den igen.

Opgave 7

Lav en vindmølle ved at følge beskrivelsen:
Vingen skæres ud af et plastic-tagør, som vist på modeltegningen, nederst på siden. Der bores hul i vingen (a). Vingen monteres på dynamoen. Dynamoen fastgøres til et rundjern (b), som gennem et leje (c) er monteret på rafte (d). I enden af rundjernet anbringes en hale (e), der er udkåret af en aluminiumsplade. Dynamoen leverer nu strøm til en lille pære.

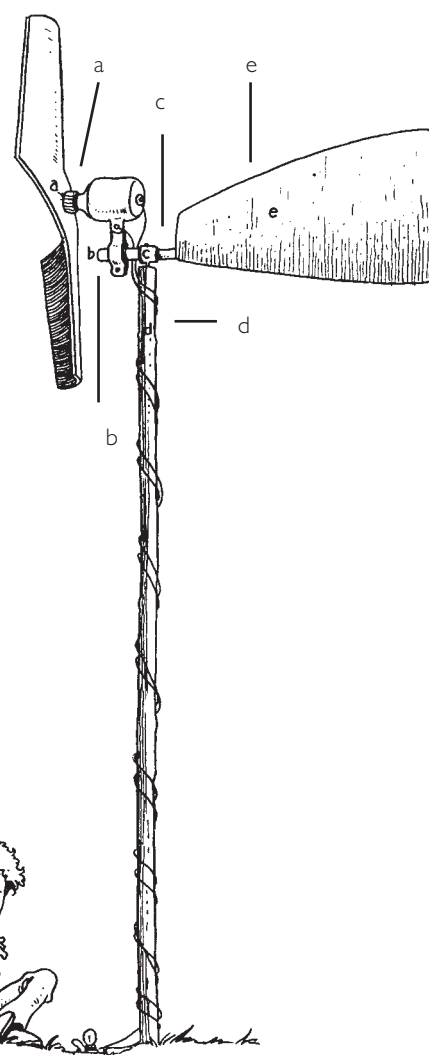
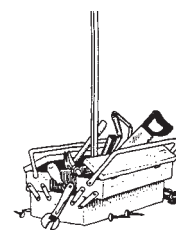
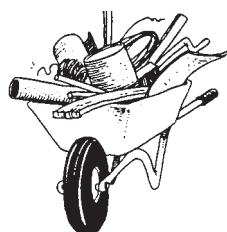


Modeltegning af vingen til en hurtigløber.

Opgave 7 - fortsat

Materialer: et plasticrør (ca. 50 cm), en cykel-dynamo, en aluminiumsplade (30 x 20 cm), et rundjern, en rafte, en pære, en fatning, en ledning, skruer og møtrikker og et leje.

Værktøj: en hobbykniv, en pladesaks, en fil, en skruenøgle, en skruetrækker og et bor.



Nyttige oplysninger

NKT Koncernen

NKT Holding A/S, der er koncernens moderselskab, ejer forskellige virksomheder, som alle udvikler, fremstiller og sælger tekniske produkter.

Produktprogrammet omfatter

- kabler
- rengøringsmaskiner
- undersøiske rør
- optiske chips
- optiske fibre
- superledere
- temperaturmålesystemer
- biochips

NKT koncernen beskæftiger ca. 5.500 medarbejdere. 2/3 heraf arbejder udenfor Danmark. I 2001 var koncernomsætningen 6,4 mia. DKK, hvoraf 85% stammer fra de udenlandske aktiviteter.

De selskaber, der indgår i NKT koncernen er alle karakteristiske ved, at de i deres produktprogrammer har et antal produkter, som er blandt de mest avancerede i verden. Alle NKT's selskaber opererer på det globale marked.

NKT Holding ejer tillige et forskningsselskab, der beskæftiger sig med teknologiudvikling og udvikling af nye produkter; så NKT hele tiden har mulighed for at forny sit forretningsgrundlag.

Skoleservice

Undervisningsmaterialet kan bestilles via www.nkt.dk/dk/nkt/skolebestil.php4 eller ved henvendelse til:

NKT Holding A/S
NKT Allé 1
2605 Brøndby
Telefon 43 48 34 05
e-mail: ulla.munk@nkt.dk



Technologies creating value



Udgivet af

NKT Holding A/S
NKT Allé 1
2605 Brøndby
Telefon 43 48 20 00
email nkt.holding@nkt.dk
www.nkt.dk

Tekst og redaktion

Erik Jørgensen, Elmuseet

Layout/DTP

Ulla Munk, NKT Holding A/S

**Fotos og illustrationer venligst
udlånt af:**

Den Japanske Ambassade
Elmuseet
Gudenaacentralen
LK as
NESA A/S
Nihon-Sumo Kyokai and ISTEK
Nilfisk-Advance A/S
NKT Cables A/S
NST A/S

Tryk

Kailow Tryk A/S

Oplag

2000 stk.

Kopiering tilladt med kildeangivelse