

Energi og læring

Læsehæfte 1 – Klog på energien – begrib begreberne

Udskoling 7. – 9. klasse



INDHOLDSFORTEGNELSE

"Hvad er energi"?	3
Mere grundig forklaring til de 6 energiformer	4
1 - Kemisk energi	4
2 - Mekanisk Energi	6
Elevforsøg 1 - 6	8
3. Strålingsenergi	9
4 – Termisk Energi	10
Elevforsøg 9 - 11	11
5. Elektrisk energi	12
Elevforsøg 12 – 13	13
6. Kerneenergi	14
Elevforsøg 14	16
Begreber om energi – vigtige og brugbare	17
"Kan energien skifte form"? - Energiomsætning	17
"Hvor kommer energien fra"? – Energikilder	18
"Hvad måles energi i"?	20
Hvor hurtigt skifter energien form (effekten P)	20
"Kan energien gemmes"? – Energitab og energikvalitet	21
Er nogle apparater bedre end andre? - Virkningsgrad	22
Elevforsøg 15	22

”HVAD ER ENERGI”?

Energi er et grundlæggende begreb i fysikkens verden. Lige som kræfter, tid og vægt (masse) er det. Energebegrebet bruges i rigtig mange hverdagssituationer. Den findes i alt, der er levende. Du bruger energi hver dag – også lige nu. Du og alle andre kan slet ikke leve uden at bruge energi. Fælles for alle situationer med energi er, at der ofte sker en forandring, som kan iagttages og måles. For eksempel:

- Når du cykler udfører din krop – dine muskler i samarbejde med dit skelet et arbejde. Det skal dine muskelceller have energi for at klare. Energien kommer fra kulhydratet glukose, som forbrændes i cellernes mitokondrier. Glukosen kom fra den mad, du har spist.
- Når din mobiltelefon skal ringe op eller sende en sms skal de elektroniske komponenter udføre et arbejde. Energien til det arbejde kommer fra den elektriske energi i mobiltelefonens batteri.
- Når radiatoren eller gulvvarmen skal varme dit værelse op, så skal metallet i radiatoren eller betonen i gulvet omkring gulvvarmeslangen have tilført varme. Energien til opvarmningen leverer vandet i radiatoren eller gulvvarmeslangen. Vandet er blevet varmet op i f.eks. et gas- eller fjernvarmefyr.



Peter Klint, Polfoto

Eksemplerne viser, at der dels er energi på spil i næsten alt, du foretager dig, dels at energien bliver overført eller skifter form.

Definition: **Energi er evnen til at udføre arbejde**

Der er rigtig mange ord om energi: Kemisk energi, strålings energi, bevægelses energi, potentiel energi, beliggenheds energi, kerne energi, fossil energi, vedvarende energi, termisk energi, lysenergi, elektrisk energi, bølgeenergi, solenergi, vindenergi, lagerenergi osv.

Det kan hurtigt blive forvirrende, derfor har du brug for nogle begreber til at holde styr på energien.

Der findes 6 energiformer – former for energi. Nogle af energiformerne har flere navne:

Nr.	Energiform	Forkortelse	Kaldes også
1	Kemisk energi	E_{kem}	
2	Mekanisk energi = Potentiel energi	E_{mek} E_{pot}	Beliggenheds energi
	Mekanisk energi = Kinetisk energi	E_{mek} E_{kin}	Bevægelses energi
3	Strålings energi	E_{lys}	Lysenergi
4	Termisk energi	E_{indre}	Indre energi eller varme energi
5	Elektrisk energi	E_{el}	
6	Kerneenergi	E_{kerne}	

Fysikere har gennem tiden prøvet på at lave en forklaring – en teori, som kunne finde en sammenhæng mellem alle energiformer. Måske ved du, at alting omkring dig er bygget af molekyler, der igen består af atomer. Atomer og molekyler holdes sammen af kemiske kræfter. Inde i atomerne er der elementarpartikler: Protoner, neutroner og elektroner. Alle 6 energiformer har en sammenhæng på atomniveau, de kan forklares vha. den kinetiske og potentielle energi, som elementarpartiklerne har og de tiltræknings- og frastødningskræfter, som er mellem dem.

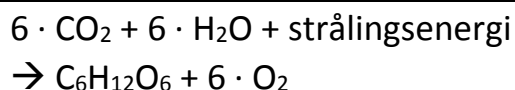
MERE GRUNDIG FORKLARING TIL DE 6 ENERGIFORMER

1 - KEMISK ENERGI

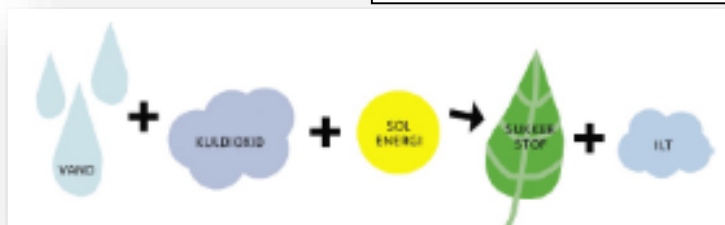
Man kan definere kemisk energi, som den energi, der er lagret i de bindinger, der holder atomer sammen i molekyler. Energien frigives ofte i kemiske reaktioner.

Fotosyntese

Fotosyntese er den kemiske reaktion, hvor planter omdanner strålingsenergi fra solen til kemisk bundet energi. Energien er lagret i de bindinger, som findes mellem atomerne i glucosmolekylerne. Processen sker i plantens celler – i grønkornene. Reaktionen har to dele – lys- og mørkeproces, hvor slutresultatet er kulhydratet glucose. Glucose er et sakkarid. Sakkarider indeholder i gennemsnit 17 kJ pr. gram.



Mikrofotografie, Polfoto

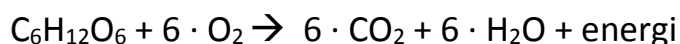


Respiration

Alle levende organismer har brug for energi til at opretholde livet. Den bruges bla. til:

- Opbyggelse af nye stoffer som f.eks. proteiner til vækst og reparation.
- Mange planter laver polysakkarider – stivelse til opbevaring af energien. Dyr laver tilsvarende glykogen.
- Aktiv transport af stoffer ind og ud af cellerne
- Muskelbevægelse
- Evt. dannelse af varme. Nødvendig for dyr der er ensvarme – som pattedyr og fugle.

Energien får planter og dyr fra respirationsprocessen:



Glucose forbrændes med ilt. Den kemisk bundne energi frigives ved at bindingerne mellem atomerne brydes. Vi udnytter den energi, som kom fra strålingsenergien (solen) via fotosyntesen er lagret i plantematerialerne og evt. ført videre i fødekæderne.

Forbrænding på et kul kraftværk

Det samme gør sig gældende, når man brænder kul på et kulkraftværk, benzin i en forbrændingsmotor eller gas i et gasfyr. Ved forbrændingen frigøres den kemisk bundne energi fra bindingerne mellem atomerne i brændstofferne. Energien frigives i form af termisk energi, der f.eks. omsættes til mekanisk energi i turbinen på kulkraftværket eller forbrændingsmotoren i bilen.

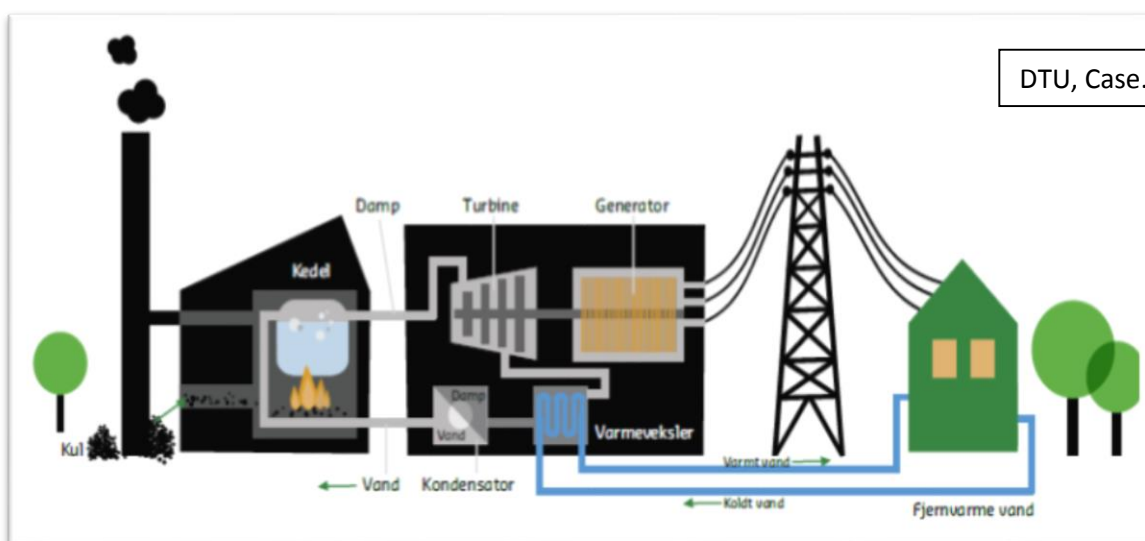
På kraftvarmeværker brænder man også organiske brændstoffer som træ, flis, halm og affald.



Thomas Borberg Polfoto

I kraftværkets kedel brænder man kul af. Den kemiske energi i kulmolekylerne frigives og varmer kedlens vægge, hvor der er mange lange vandrør. Den tilførte termiske energi får temperaturen i vandet til at stige. Vandmolekylerne bevæger sig hurtigere og hurtigere. Til sidst fordamper de. Dampen indeholder meget mere termisk energi end kogende vand. Dampen skaber et stort tryk.

Dampen ledes gennem en eller flere turbiner, der begynder at dreje rundt hurtigere og hurtigere. Den termiske energi fra dampen omdannes til bevægelsesenergi i turbinen. Midt i turbinen sidder en lang stang – en aksel. Akslen fører den mekaniske energi over til generatoren. I generatoren drejer en stærk elektromagnet i nogle spoler. Herved fremstilles elektricitet dvs. elektrisk energi



DTU, Case.dk

Efter generatoren transformeres den strømme på vej ud til forbrugeren. Hos forbrugeren omdannes den elektriske energi til flere forskellige former for energi: Termisk energi i en ovn, når du bager en kage. Strålings energi i din pc. Mekanisk energi i vaskemaskinen, når du vasker dit tøj.

Når dampen ikke indeholder nok termisk energi til el fremstilling ledes den gennem en varmeveksler. Her opvarmer dampen vand i nogle rør. Dette vand ledes som fjernvarme ud til forbrugerne, der kan bruge fjernvarmen til opvarmning på forskellig måde.

Efter varmeveksleren kondenseres dampen til vand og kan genbruges i kraftværket.

Læg mærke til, at hver gang energien fra kulmolekylerne skifter form mister vi en del af energien i form af varme, som afgives til omgivelserne. Der er et energitab. Teknikerne, der har lavet alle maskinerne har forsøgt at minimere dette energitab. Ved et kulkraftværk mister man 57 % af energien, når man kun fremstiller strøm. Hvis man også laver fjernvarme mister man 36 % af energien (kilde <http://ing.dk/artikel/halvdelen-af-energien-forsvinder-pa-vej-til-stikkontakten-76826>). 1 g kul indeholder 25 kJ.

Få inspiration på Youtube:

- Build a lemon batteri: <https://www.youtube.com/watch?v=Pq3yisVQbXA>
- Lime driver led dioder: <https://www.youtube.com/watch?v=D23JH30ZMK>
- Appelsiner oplader i phone: Se: https://www.youtube.com/watch?v=9_LLj4_3ZRA

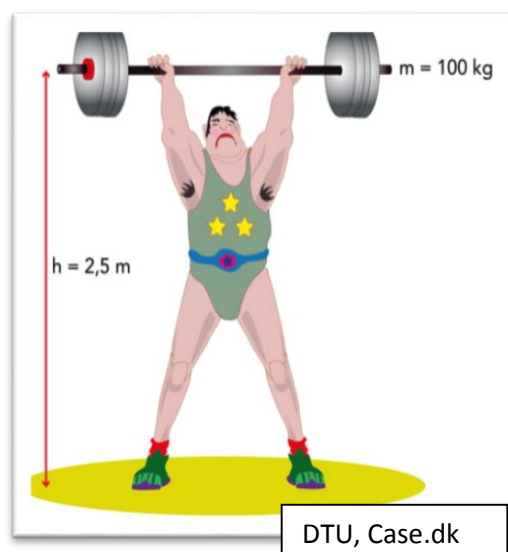
2 - MEKANISK ENERGI

Mekanisk energi findes i 2 former. Dels bevægelsesenergi også kaldet kinetisk-energi dels beliggenhedsenergi også kaldet potentiellenergi. Den mekaniske energi er summen af de to.

Hvis noget er i bevægelse har det kinetisk energi. Ligger det stille er den kinetiske energi 0. Man kan beregne den kinetiske energi, da den er lig med halvdelen af tingens masse, m ganget med tingens hastighed, v i anden. Vi bruger den

matematiske formel: $E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

Potentiell energi skrives som E_{pot} . Størrelsen af den potentielle energi for en genstand, hvor havets overflade er valgt som nulpunkt, afhænger af tre ting: Tyngdeaccelerationen, g , genstandens masse, m , og afstanden til havoverfladen, h . Jo større masse en genstand har, jo mere potentiell energi er der oplagret i den. Det samme gælder for afstanden til havoverfladen: Jo større afstand, jo mere potentiell



energi er der oplagret. Den potentielle energi kan beregnes ud fra:

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

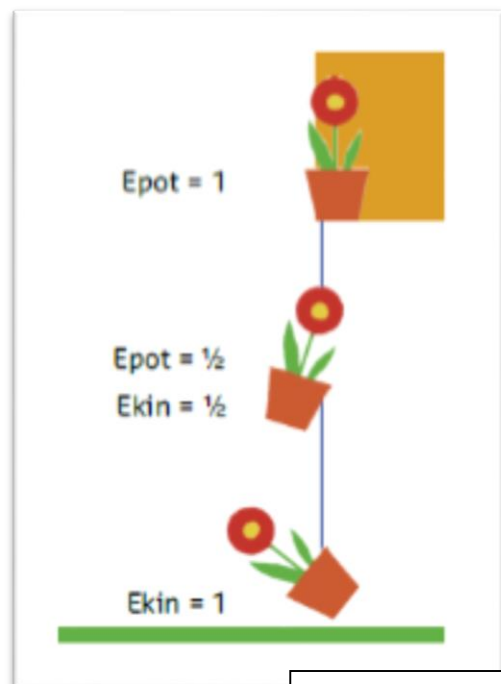
I en vægtstang på 100 kg, der er løftet 2,5 m fra gulvet, er der oplagret en potentiel energi på: $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h = 100 \text{ kg} \cdot 9,82 \text{ m/s}^2 \cdot 2,5 \text{ m} = 2.455 \text{ J} = 2,455 \text{ kJ}$

Potentiel energi kan laves om til kinetisk energi. En faldskærmsspringer vil have potentiel energi, når hun springer ud. Ved havets overflade er hendes potentielle energi lig 0. Hun får tilført energi på vej op i luften. Jo højere jo mere energi. Lige inden hun springer ud er hendes potentielle energi størst. Når hun falder aftager den potentielle energi. Den bliver lavet om til kinetisk energi. Illustrationen med blomsten viser princippet. Hendes potentielle energi afhænger hele tiden af hendes masse, hendes højde over havets overflade og tyngdeaccelerationen. Højden bliver mindre, derfor bliver hendes potentielle energi også mindre. Tilsvarende vokser hendes hastighed (dog kun til et maksimum pga. luftmodstanden) og den kinetiske energi stiger derfor også til et maksimum.

Eksemplet viser, at man finder den mekaniske energi som summen af den kinetiske – og potentielle energi. Vi bruger formelen:

$$E_{\text{mek}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h$$

Potentiel energi er også på spil i vandkraftværker. Vha. en dæmning oplagrer man potentiel energi i det vand, som stemmes op bag dæmningen. Vandets potentielle energi laves om til kinetisk energi, når det løber ned over en vandturbine. Vandturbinenes kinetiske energi omsættes til kinetisk energi i en generator og ender som elektrisk energi. Tangeværket på fotoet laver elektrisk energi helt uden at lave forurenende forbrændingsprodukter.



DTU, Case.dk

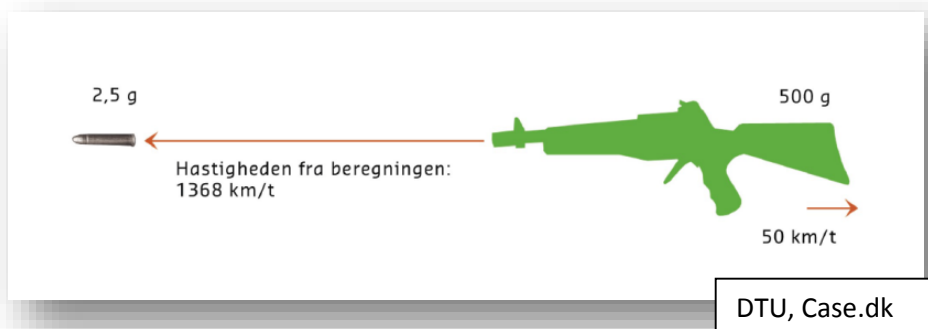


Peter Petersen, Polfoto

Et eksempel mere. Har man prøvet at affyre et gevær, så ved man, at der kommer et skub bagud medens projektilet ryger fremad. Newton beskrev det i sin 3. lov om bevægelse: Aktion lig reaktion. Da projektilet vejer meget mindre end geværet, har projektilet meget større hastighed fremad end geværet, der ryger bagud. Et projektil på 2,5 g, der affyres med 380 m/s (1368 km/t) har en kinetisk energi på:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,0025 \text{ kg} \cdot (380 \text{ m/s})^2 = \underline{\underline{180 \text{ J}}}$$

Et gevær på 500 gram, har pga. loven om aktion og reaktion den samme kinetiske energi som projektilet, men da massen er større bliver hastigheden af tilbageskødet kun:



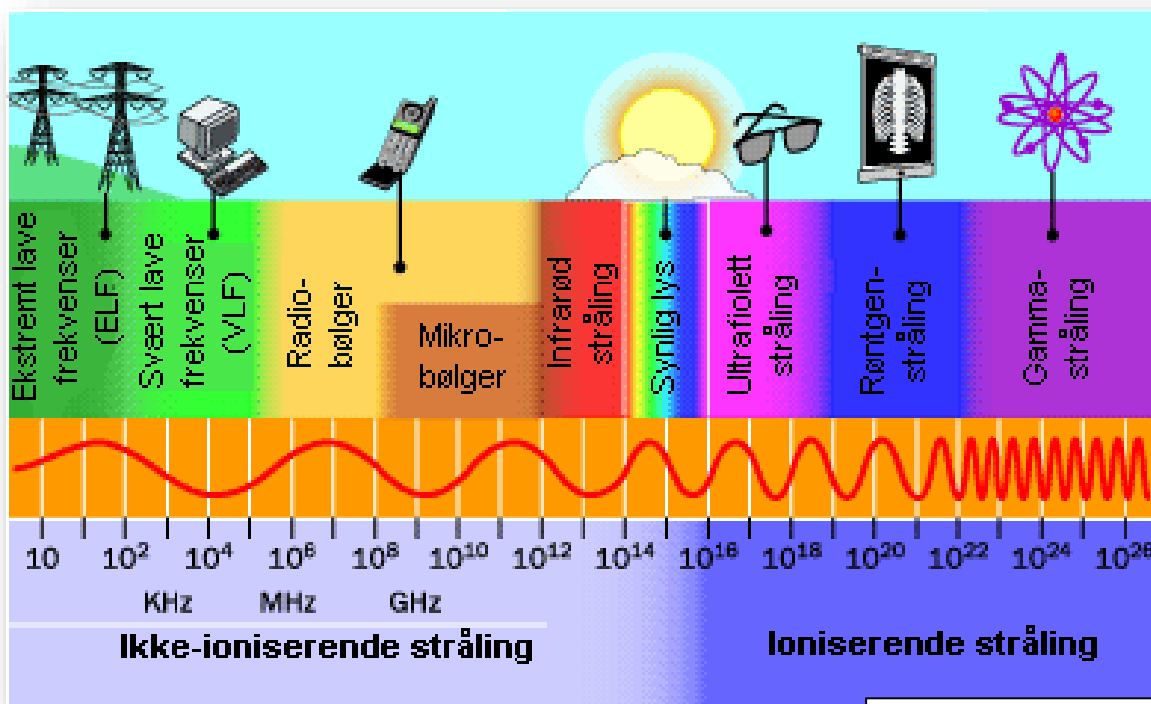
$$v = \sqrt{2 \cdot E_{\text{kin}} / m} = \sqrt{2 \cdot 180 \text{ J} / 0,5 \text{ kg}} = \underline{\underline{13,4 \text{ m/s (50 km/t)}}}$$

ELEVFORSGØG 1 - 6

- ➔ Elevforsøg 1: Brændstoffers brændværdi
- ➔ Elevforsøg 2: Brænd nødder, sukker og fedt
- ➔ Elevforsøg 3: Lav et batteri
- ➔ Elevforsøg 4: Flaskeenergi – når vand falder
- ➔ Elevforsøg 5: Vandkraftværk – en model
- ➔ Elevforsøg 6: Løft bly ikke jern

3. STRÅLINGSENERGI

Strålingsenergi eller lysenergi er den energi som findes i form af elektromagnetiske bølger. Lys er den form for elektromagnetiske bølger, du kender bedst. Måske har du hørt om eller oplevet noget med infrarød stråling (varmestråling), ultraviolet stråling, mikrobølger, radio- og tv-bølger og røntgenstråling.

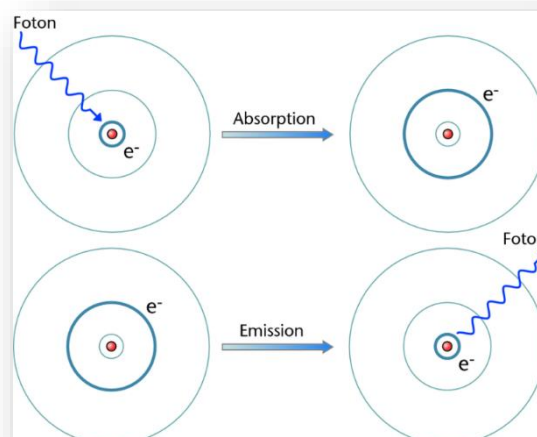


Kilde: Energifakta.no

Af illustrationen her kan du se, hvordan de forskellige elektromagnetiske bølger fordeles sig i fht. deres frekvens. Jo højere frekvens, jo mere energi og farligere er strålingen:

Men hvor kommer strålingen fra?

Du har sikkert hørt, at alt stof er opbygget af molekyler og molekyler består af atomer. Atomerne består af en kerne med partikler. Der er neutroner (neutralt ladede) og protoner (positiv ladede). Rundt om kernen bevæger elektroner (negativt ladede) sig. Elektronerne bevæger sig i bestemte afstande til kernen. Disse afstande kaldes også baner eller skaller eller orbitaler. Jo længere fra kernen elektronens bane er, jo højere er elektronens energitilstand.



Kilde: Energifakta.no

I alle materialer er atomerne og dermed partiklerne i bevægelse. Hvis atomerne i materialet får tilført energi (absorption), sker der det, at elektronerne hopper ud i en bane længere væk fra kernen. Derved får elektronerne mere energi. De beholder den kun i kort tid og hopper ind i en bane tættere på kernen. Nu har de for meget energi og afleverer den overskydende energi (emission) i form af fotoner – som elektromagnetisk stråling. Bølgelængden af den stråling som materialet udsender bestemmes derfor af temperaturen. Kolde genstande udsender hovedsageligt stråling med lange ufarlige bølgelængder. Varme genstande udsender stråling med hovedsageligt korte og nogle gange farlige bølgelængder.

Solen som energikilde

Jorden modtager hver dag så meget strålingsenergi fra solen, at det er mere end 10.000 gange Jordens energibehov. Hvis vi kunne udnytte denne daglige overskud af energi, så ville vi være godt kørende. Pt. bruger vi 2 teknologier. Det ene er solfangere, hvor strålingsenergien opvarmer luft eller vand. Den anden er solceller, hvor strålingsenergien omdannes til elektrisk energi. Virkningsgraden for begge teknologier ligger ml. 10 – 20 % og er blevet større de seneste år. Det er ren teknologi, som ikke producerer forurenende forbrændingsprodukter.

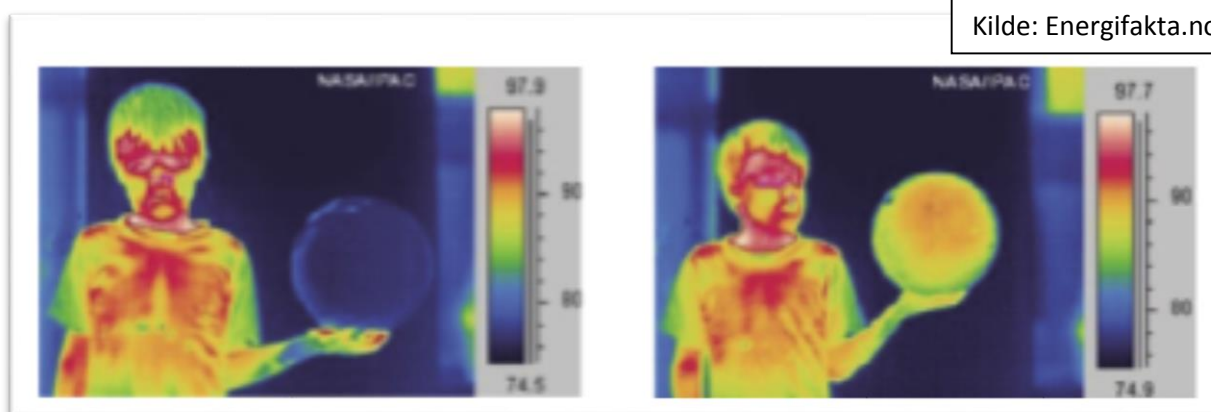
Man har beregnet, at man kunne dække verdens energibehov med et solcelleareal på 12 gange Danmarks areal på vores breddegrader mens man i Sahara kunne nøjes med halvdelen. Solindfaldet er større så tæt ved ækvator. I det følgende kan I undersøge strålingsvarme.

- ➔ Elevforsøg 7: Minisolfanger og Albedoeffekt
- ➔ Elevforsøg 8: Koldt og varmt lys fra pærer

4 – TERMISK ENERGI

Termisk energi omtales også som varme energi. Termisk energi er en energiform, som kommer af de bevægelse, som findes i molekylerne (atomernes) bevægelser. Hvis bevægelserne går hurtigere, så stiger temperaturen og dermed den termiske energi. Hvis bevægelserne går langsommere, så falder temperaturen og den termiske energi bliver mindre.

For eksempel, så kan du tage en bold og dribble rundt med den. Så overfører du potentiel og kinetisk energi til bolden og når den rammer gulvet omdannes energien til termisk energi. Med et infrarødt kamera kan du

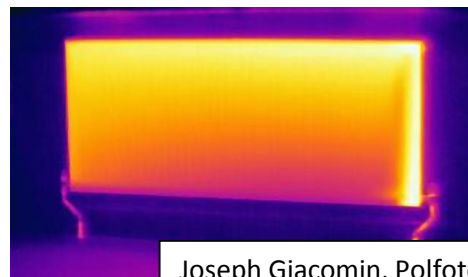


Kilde: Energifakta.no

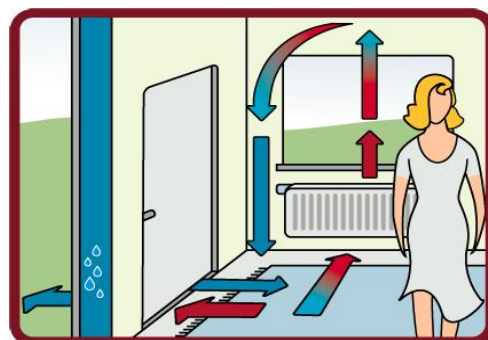
så se, at bolden er blevet varmere. Det skyldes, at molekylerne – atomerne i bolden bevæger sig lidt hurtigere efter sammenstødene med gulvet. Du har udført et arbejde og har overført energi til bolden.

Alle energiformer kan omdannes til termisk energi. Det betyder, at vi kan bruge alle energiformer til opvarmning. Men det er ikke alle omsætninger, der giver lige meget varme. De er ikke alle lige effektive. Man bruger 3 begreber om opvarmning:

- Varmeledning: Hvis du lægger en hånd på en varm radiator, så flyttes energien fra radiatoren til din hånd vha. direkte kontakt ml. molekyler. Molekylernes bevægelse i det varme metal skubber dine molekyler i hånden, så de bevæger sig hurtigere og det sanser du som temperaturstigning.
- Konvektion: Ved konvektion er det, det varme medie som flyttes fra et sted til et andet. Varmt vand i radiatoren flyttes rundt af vandpumpen. I Danmark er vores vejr afhængig af varme vinde, der flytter varm luft fra tropiske/subtropiske områder nordpå til vores placering på jorden.
- Strålingsvarme: Varme genstande udsender elektromagnetisk stråling. Synligt lys og infrarød stråling er begge elektromagnetisk stråling. Kikker du på et bål, så mærker du varmen. Den største del af energien modtager du som infrarød stråling. Den mindste del er det synlige lys – alle de farver bålet har. Elektromagnetisk stråling kan gå gennem gasser, lufttomt rum og glas. Det er meget heldigt, ellers ville f.eks. vinduer og el-pærer ikke virke.



Joseph Giacomini, Polfoto



Gonzalesphoto, Polfoto

ELEVFORSG 9 - 11

I elevforsøgene kan du afprøve nogle måder at frembringe varme. Nogle er rigtig effektive, så pas på du ikke får for meget varme - brænder dig.

- ➔ Elevforsøg 9: Termometer i flamingo
- ➔ Elevforsøg 10: Find de varmeste hænder
- ➔ Elevforsøg 11: Energi i damp og kogende vand

5. ELEKTRISK ENERGI

Den elektriske energi har videnskabsfolk studeret i mange år. I 1700 tallet var man meget optaget af statisk elektricitet. De lavede maskiner, der vha. gnidning kunne samle store mængder af statisk elektricitet. Hvem har ikke prøvet at gnide en ballon mod sit hår og oplevet, at ballonen bagefter kunne hænge på en væg. De elektriske kræfter, der er på spil, kan være store. I fysik bruger man en van der Graff generator til at frembringe nok statisk elektricitet til at trække lange gnister gennem luften. Gnisterne kan blive på flere tusinde volt. Imponerende. Men van der Graff generatoren er ikke nogen særlig brugbar strømkilde, hvis man ønsker at få en vedvarende strøm.



Peter H. Olesen, Polfoto

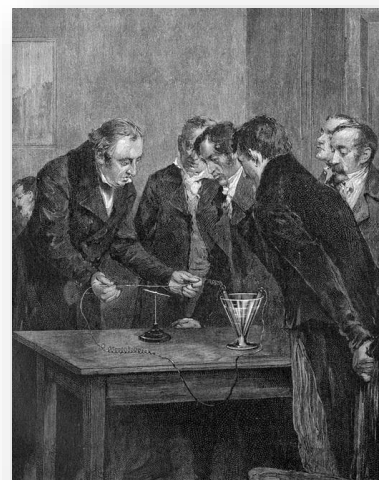
Den 20 marts 1800 lavede Alessandro Volta en anden strømkilde. Han lagde skiftevis plader af sølv og zink adskilt af læderskiver fugtet med en svag syreopløsning. Fra denne stak af metalplader, der i realiteten er et batteri, kunne han frembringe en vedvarende jævnstrøm. Med Voltas opfindelse af Voltasøjlen blev elektricitetens tidsalder indledt. Ved at sammenkoble flere og flere pladepar og anvende de bedst egnede metaller, kunne man nu lave relativt stærke strømkilder. Måleenheden 'volt' for elektrisk spænding er opkaldt efter Alessandro Volta.



Polfoto

Når en elektron – en elektrisk ladning bevæger sig fra den ene mod den anden pol på en strømkilde, så er den påvirket af en kraft i det elektriske felt ml. plus og minuspolen på strømkilden. Elektronen har potentiel energi alt efter dens position i feltet. Når den bevæger sig gennem feltet omdannes denne energi.

Den danske fysiker H. C. Ørsted var begejstret for Voltasøjlen og brugte den i sine studier. Han søgte efter en sammenhæng mellem magnetisme og elektricitet. I 1820 var han klar til at give en beskrivelse af elektromagnetismen. Han påviste, at et elektrisk felt – en elektrisk strøm i et kredsløb - medfører et magnetisk felt. I 1831 opdagede den engelske fysiker Michael Faraday, at der ligeledes, hvis man forandrede det magnetiske felt



Rue des Arcives, Polfoto

i nærheden af en ledning, så opstod der et elektrisk felt som frembragte en elektrisk spænding, som kan sende en strøm gennem et kredsløb. Fænomenet fik navnet induktion.

Ved anvendelse af de to principper kunne man i 1867 tage den første brugbare generator i brug til at frembringe elektricitet på en stabil og vedvarende måde. Den teknologiske anvendelse af generatoren har siden været med til at forandre verden. Det samfund du lever i er totalt elektrificeret og afhængig af den elektriske energi. Talrige opfindelser udnytter omdannelse af elektrisk energi til mekanisk -, termisk energi osv. Overvej hvor mange apparater du bruger hver dag, som bruger elektrisk energi for at fungere.



Andrew Milligan, Polfoto

I dag anvendes forskellige energikilder til at fremstille elektricitet vha. generatorer. Der er ikke forskel på den elektriske energi, om den fremstilles på et kulkraftværk i England, i en vindmølle i Tyskland, et bølgekraftanlæg ud for Skotlands kyst, på et biogasanlæg i Danmark eller på et soldrevet værk i Spanien. De teknologiske metoder er forskellige og den belastning som metoderne har på miljøet er meget forskellig.

I elevforsøgene kan du undersøge, hvordan man kan lave bevægelsesenergi om til elektrisk energi vha. en generator.



Projectzero.dk

ELEVFORSG 12 – 13

- ➔ Elevforsøg 12: Lav en elektromotor
- ➔ Elevforsøg 13: Lav en håndgenerator

6. KERNEENERGI

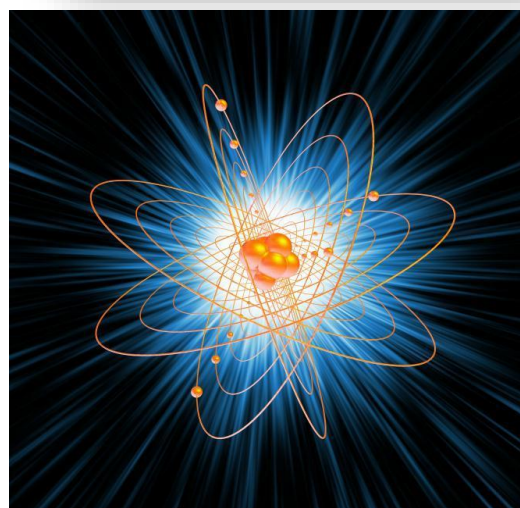
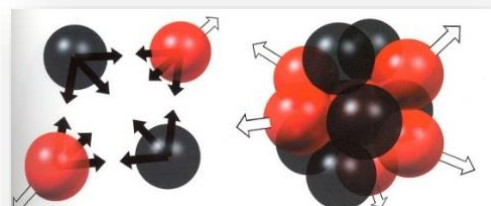
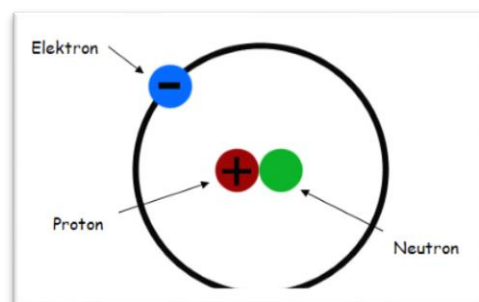
Kerneenergi er en kompliceret energiform, som du indirekte har erfaring med. Alt du rører ved er opbygget af atomer.

De består af elementarpartikler: Positivt ladede protoner, neutralt ladede neutroner i kernen af atomet og negativt ladede elektroner, der bevæger sig i baner rundt om kernen.

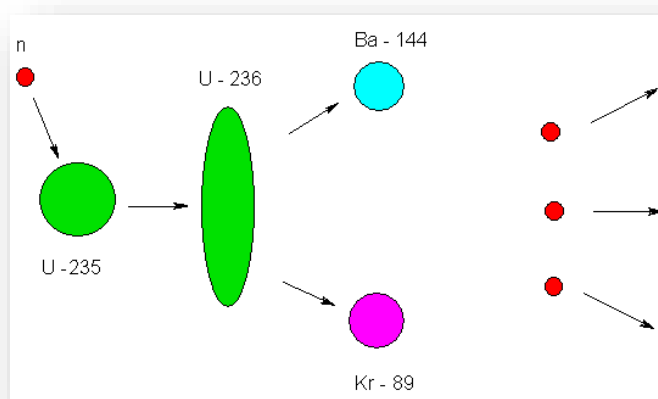
Mellem disse partikler findes der forskellige kræfter. I kernen er der ml. protoner og neutroner massetiltrækningskræfter. Mellem protonerne er der elektriske frastødningskræfter, fordi positivt ladede partikler frastøder hinanden. Det samme gælder udenfor kernen, her frastøder elektronerne hinanden.

Endelig er der mellem de positivt ladede protoner og de negativt ladede elektroner tiltrækningskræfter, fordi forskelligt ladede partikler tiltrækker hinanden.

Som regel er disse kræfter i balance og sørger for at atomet er stabilt. På en måde er der lagret potentiel energi i hvert atom. Denne energi kan frigøres, når atomet deles. Når ubalancen opstår og atomet deles, så sker der en kernespløtning. Sådanne kernespløtninger sker hele tiden af sig selv, men kan også fremprovokeres ved at beskyde atomkerner med neutroner. Hvis atomkernen optager neutroner i kernen kan atomet blive ustabil og spaltes efter meget kort tid. Herunder optager en Uran 235 kerne en neutron og bliver ustabil. Processen ender med en kernespløtning, hvor der dannes en Barium 144 og en Krypton 89 atomkerne og 3 nye neutroner, som under de rigtige forhold vil lave nye kernespløtninger. Ved spløtningen frigives noget af den potentielle energi i form af kinetisk, strålings- og termisk energi. Kernespløtninger medfører strålingsenergi – lys og termisk energi - varme.

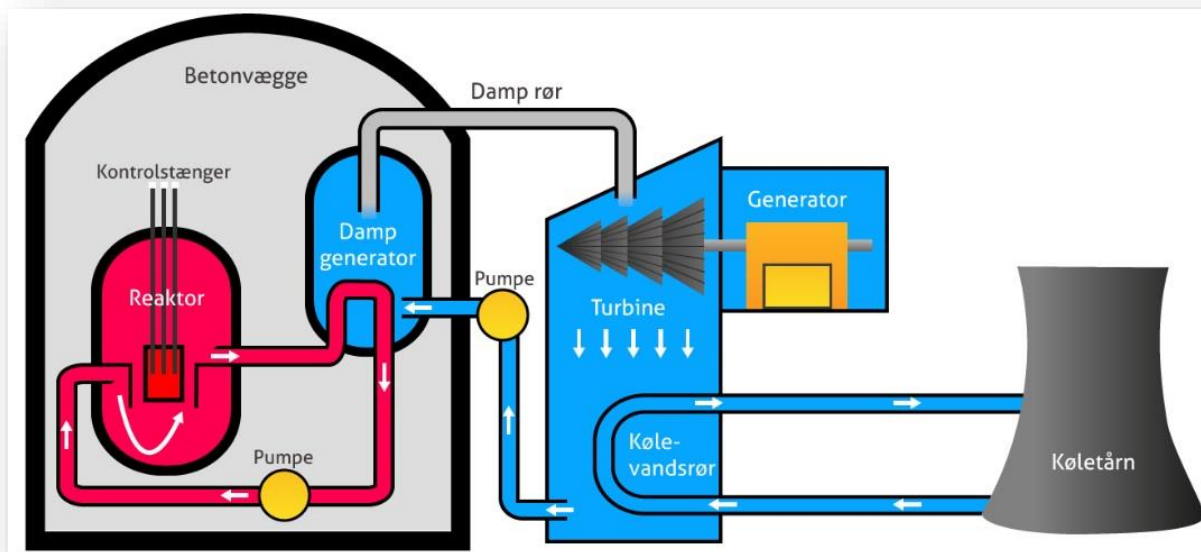


Kulyk Mehau, Polfoto



Peter Klint, Polfoto

Kernekraftværket



Teknologisk udnyttes denne energiomsætning i et kernekraftværk. Spaltning af uranatomer i brændselsstave frigiver store mængder termisk energi til reaktorvandet, som varmes op. Reaktorvandets termiske energi overføres i et lukket system til en dampturbine og en generator. Herved ender en stor del af kerneenergien som elektrisk energi i energiomsætningen.

Brændstoffet i et kernekraftværk består af uranatomer. Uran har grundstofnummer 92. Der er altså 92 protoner og et antal neutroner i kernen. Som de fleste andre atomer, findes uran i flere udgaver. Det vil sige med forskelligt antal neutroner. Man siger, at uran har isotoper. Isotop betyder nemlig "samme plads" (i det periodiske system). I uranmalm er der f.eks. 99,28 % Uran – 238 (uran med 92 protoner og 146 neutroner i kernen), 0,0054 % Uran – 234 (uran med 92 protoner og 142 neutroner i kernen) og 0,71 % Uran 235 (92 protoner og 143 neutroner).

Element	Mass Number	Half-life	Decay Modes
Np 238	238	2.117 d	β^- 1.2...; γ 984; 1029; 1026; 924...; e^- g; σ_f 2600
U 237	237	6.75 d	β^- 0.2...; γ 60; 208...; e^- $\sigma \sim 100$; $\sigma_f < 0.35$
U 238	238	99.2742 a	α 4.198...; γ 2514; 1879...; β^- 0.4; 0.7...; γ 106; 278; 228...; e^- ; g σ 32 + 19; $\sigma_f < 1$
U 239	239	23.5 m	β^- 1.2; 1.3...; γ 75; 44...; σ 22; σ_f 15
Pa 236	236		
Pa 238	238		

Joachim Adrian, Polfoto

Uranatomerne er stabile og spaltes først efter meget lang tid. U 235 bliver meget oftere ustabil og spaltes end U 238 gør. Derfor vil uranmalm i et kernekraftværk ikke fungere effektivt af sig selv. Teknologisk set fremtvinger man kernespaltninger ved at skyde neutroner ind i uranmalmen, for at gøre urankernerne ustabile, så de spaltes hurtigere. Hvis neutronerne har for stor kinetisk energi, så fungerer processen ikke. Derfor bremser man neutronerne ved at lade dem støde ind i molekylerne fra en moderator. Reaktorvand fungerer som moderator. Almindeligt vand bremser

neutronerne lidt, men tungt vand bremser neutronerne meget. Tungt vand er vand der indeholder tunge isotoper (H med 1 og 2 neutroner) af hydrogen.

I en letvandsreaktor med almindeligt vand som moderator vil kernespløtningerne ikke ske hyppigt nok til at give en effektiv energisætning. Derfor bruger man en koncentreret form for uranmalm, hvor U 235 mængden er øget til ml. 2 – 3 % og U 238 udgør de sidste 97 – 98 %. Denne salgs uranmalm kaldes beriget uran og er meget dyrt at fremstille.

I en tungtvandsreaktor bruges tungtvand til moderator og almindeligt uranmalm som brændstof i brændselsstavene. Her er det moderatoren som er meget dyr at fremstille.

I begge reaktortyper kontrollerer man, at **fissionsprocessen** ikke løbe løbsk. Man bruger grundstoffet cadmium, det er nemlig super effektivt til at opfange neutroner. Kontrolstængerne med cadmium kan sænkes ned og trækkes op mellem uranbrændselsstavene. På den måde kan man sænke og øge fissionsprocessen.



Morten Nielsen, Polfoto



Sean Justice, Polfoto

Alle kernespløtninger medfører ud over en energisætning også radioaktiv stråling. Vi modtager dagligt radioaktiv stråling fra især verdensrummet, undergrunden og de byggematerialer som er gravet op af undergrunden. Denne daglige radioaktive stråling kaldes baggrundsstrålingen. Den radioaktiv stråling fra verdensrummet skyldes kerneprocesser i stjernerne. Her presses små lette atomkerner sammen til tungere kerner. Det kaldes **fussion** og er en voldsom proces, der medfører frigivelse af store mængder strålings- og termisk energi. Forskere arbejder på at lave et fussions kernekraftværk her på jorden for at løse vores problemer med at skaffe elektrisk energi. Det kan lyde som science fiction, men forskerne mener, de i år 2050 kan tage det første fussions kraftværk i brug. Hvis du synes, det er spændende, bør du læse om "ITER- projektet" på internettet:

<https://www.iter.org/>

ELEVFORSGØG 14

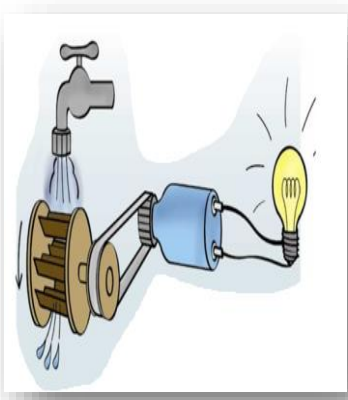
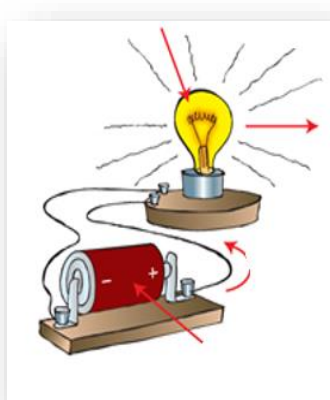
➔ Elevforsøg 14: Modelforsøg med kernespløtning

BEGREBER OM ENERGI – VIGTIGE OG BRUGBARE

Nu ved du en del om de 6 energiformer og kan bedre forstå de begreber, som man bruger om energien.

”KAN ENERGIEN SKIFTE FORM”? - ENERGIOMSÆTNING

Du har allerede hørt at energien skifter form. Det kaldes en energiomsætning. Læg mærke til hvordan og hvilke målelige effekter, der følger med en energiomsætningen på de 6 billeder:

1. 	2. 	3. 
4. 	5. 	6. 

Måske overrasker det dig, men din mobil er et godt eksempel på energiomsætning. Hvilken energiomsætning kan man skrive i de 6 rammer?



”HVOR KOMMER ENERGIE FRA”? – ENERGIKILDER

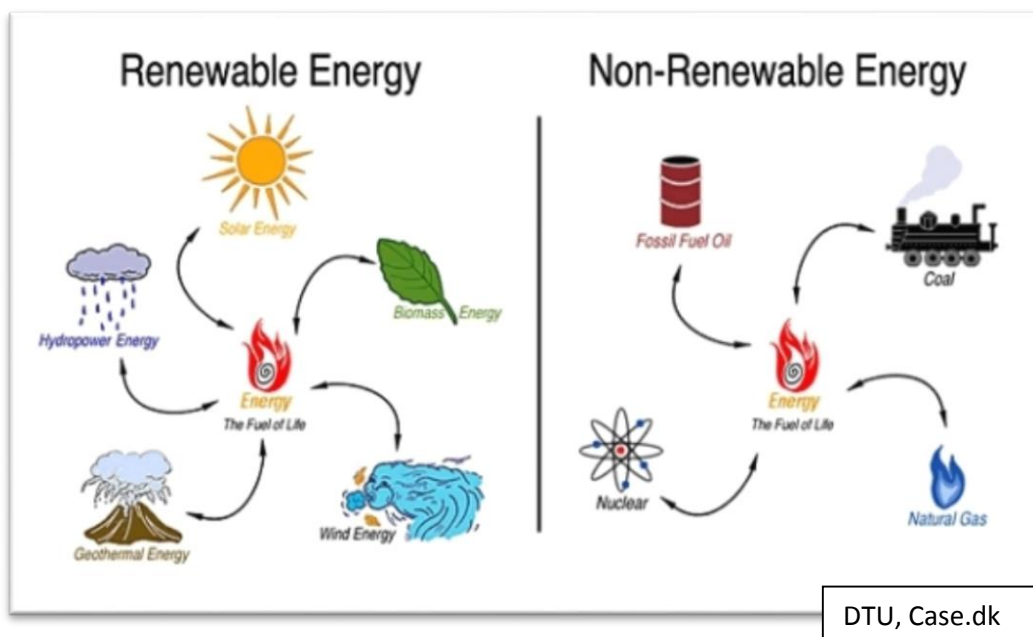
I en energiomsætning kan man følge energiens omsætning fremad i forandringsprocessen; men man kan også gå baglæns og finde energikilden. Der hvor energien kommer fra. Der er to typer af energikilder - lager energikilder og fornybare energikilder.

Lager energikilder (ikke fornybare energikilder – ”sorte energikilder”) - er energikilder, hvor energien er opbevaret i en form, som ofte kan opbevares, transporteres og bruges der, hvor det er praktisk for os.

For eksempel er **de fossile energikilder** som råolie, kul og gas lager energikilder. De har gennem den industrielle revolution og den efterfølgende tid – i de sidste 200 år - forandret verden, netop fordi de er så lette at håndtere og er gode energibærere. Deres betydning for vores samfundets udvikling er stor. Vores energiforsyning er stadigvæk helt afhængig af de fossile energikilder – af de ”sorte energikilder”.

De fossile energikilder er resultatet af processer som fandt sted for mange hundrede millioner år siden. Dyr og planter blev fossiliseret –

omdannet i nogle komplicerede nedbrydningsprocesser i undergrunden, som tog flere hundrede millioner år. Kul, råolie og gas er organiske efterladenskaber af datidens dyr og planter. Heldigt for os.



Fornybare energikilder (de vedvarende kilder - de ”blå, grønne, gule energikilder”) har alle deres udspring i universets udvikling. F.eks. skyldes geotermisk energi opvarmning inde fra jordens meget varme kerne. Atomkraftværker udnytter den energi, som opstår ved spaltning af det radioaktive grundstof Uran. De radioaktive stoffer i jordens undergrund og jordens varme indre kerne er begge resultater af universets dannelse for mange milliarder af år siden.

Hver dag modtager jorden energi fra solen. Solens energi driver fotosyntesen og er dermed grundlaget for alt liv. Alle fødevarer og alle biologiske brændstoffer som f.eks. træ, halm, flis, biogas, biodiesel, biobenzin kan føres tilbage til solens energi. Sådan er det også med energikilder som vindenergi, bølgeenergi og ”vandenergi”, da solens energi driver vejret. Vinden og alt nedbør skyldes jordens opvarmning fra solen. Også de fossile energikilder også deres oprindelse i solenergien. I



vores tid diskuterer energi eksperter om og hvornår, de fossile energikilder slipper op. Forskere undersøger, hvordan man kan løse energiforsyningen uden "De Sorte Energikilder" ved kun at bruge "De Gul/Grønne/Blå Energikilder". I fremtiden bliver det nødvendigt. Det er spørgsmål, som du vil opleve, at eksperter og politikere diskuterer igen og igen. Da du ikke vil snyde dig selv, er det vigtigt, at du forstår, hvorfor den diskussion er vigtig. Det kan du lære mere om senere i materialet.

"HVAD MÅLES ENERGI I"?

Energien måles i forskellige **enheder**. Oprindeligt i kalorier, men det er lidt gammeldags. I dag bruges enheden joule – forkortet - J. Hvis du løfter 1 kg. 1 m op fra jorden, så har du ifølge definitionen på energi lavet et arbejde. Du har brugt 1 joule energi på det arbejde.

Energimængden 1 J er meget lidt energi, så ofte taler vi om kilojoule. 1 kJ = 1000 J. Ligesom 1 kilogram = 1000 gram.

Du skal hver dag have mad, der indeholder mellem 8 – 10.000 kJ dvs. 8.000.000 – 10.000.000 J. Det er faktisk en meget stor energimængde, men med alle de bevægelser, du laver hver dag, og alle de processer, der skal fungere i dig og når du skal holde en temperatur på 37°C, så skal den mængde energi til at holde dig – din krop - i gang.

1 kWh svarer det til $3,6 \times 10^6$ joule.

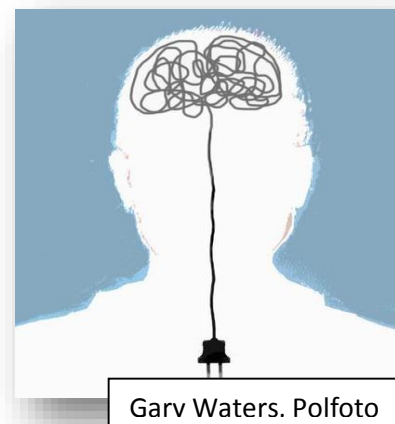
For at fremstille 1kWh skal der anvendes:

Det er ca. værdier.

Råolie	86 g
Halm	280 g
Træ	260 g
Træflis	180 g
Kul	124 g
Benzin	84 g
Fyringsolie	86 g
Svær fuelolie	88 g
Flaskegas	78 g
Naturgas (Nordsøen)	74 g
Hydrogen	30 g
U-235	$0,5 \times 10^{-4}$ g

HVOR HURTIGT SKIFTER ENERGIEN FORM (EFFEKTEN P)

Det er ikke lige hurtigt, energien skifter form. Der er forskel på, om du flader ud foran tv eller cykler. Man kan måle energioverførslen i fht. tid. Altså hvor mange joule energi skifter form pr. sekund. Hvis du bruger 1 joule på 1 sekund, så siger vi, at du har brugt 1 watt energi – 1 W. Enheden watt siger hvor hurtigt eller langsomt energien laves om. En moderne diodepære bruger f.eks. 3 W, dvs. den bruger hvert sekund 3 J energi på at lyse for dig. Din egen hjerne bruger til sammenligning i gennemsnit 25 W dvs. 25 J i sekundet.



Garv Waters. Polfoto

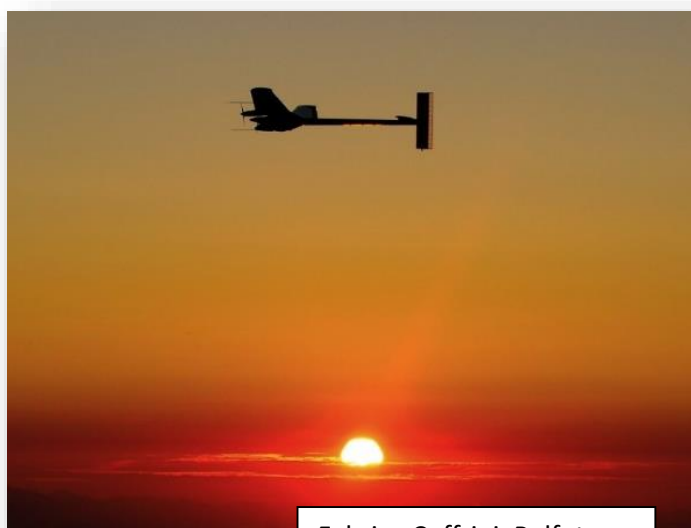
Når et apparat omsætter energien, siger vi, at det har en effekt (symbolet P). En elkedel har en effekt på 1800 W, dvs. 1800 J eller 1,8 kJ hvert sekund.

Når man betaler for strøm dvs. den el-energi, apparaterne har brugt er det ikke nok at regne i watt. Da regner man med kilowatt – kW og kWh – kilo-watt-timer. I dag betaler vi 1,83 kr. pr. kWh (kilde Dong Energy).

”KAN ENERGIEN GEMMES”? – ENERGITAB OG ENERGIKVALITET

Når energi skifter form, så sker der et **energitab**. Noget af energien bliver lavet om til varme - termisk energi. Omgivelserne bliver varmet lidt eller meget op. En af fysikkens love - **thermodynamikens 1. lov - siger, populært sagt, at energi ikke kan opstå ud af ingenting. Den samlede energi i et lukket system er konstant. Energien forsvinder ikke, den skifter form.**

Denne lov eller teori har fået opfindere til at prøve på at lave evighedsmaskiner. Verdens første fly drevet af solceller kan være den første evighedsmaskine? Solar Impulse 2 lettede den 9.marts 2015 og er nu på vej verden rundt kun ved at bruge solenergi.



Fabrice Coffrini, Polfoto

Men hvis energien ikke kan forsvinde og kun skifter form, hvordan er kvaliteten af energien så i denne proces? **Thermodynamikkens 2. lov siger, populært sagt, at energien skifter form til en energiform med en lavere kvalitet.** Oversigten her viser hvordan:

Høj energikvalitet	Potentiell, kinetisk og elektrisk energi
Lavere energikvalitet	Kemisk, strålings-, termisk energi (hvis det er fra ting med meget højere temperatur end omgivelserne)
Lav energikvalitet	Strålings- og termisk energi (hvis det er fra ting med lidt højere temperaturer end omgivelserne)

Når du varmer vand i en elkedel, så er den elektriske energi af en højere energikvalitet, fordi den kan laves om til alle mulige energiformer. Men den termiske energi i det varme vand er af en lavere energikvalitet, fordi det kun svært kan laves om til andre energiformer. Forstået?

ER NOGLE APPARATER BEDRE END ANDRE? - VIRKNINGSGRAD

Hvor godt energien omdannes er en udfordring for teknikere og ingeniører, når de laver de apparater, du bruger i din hverdag. De fleste apparater er designet til at bruge én bestemt energiform. Hvis apparatet fungerer godt har det **et lille energitab**. Man siger, at det har **en god virkningsgrad**. Fungerer det dårligt, er der et **stort energitab** og apparatet har en **dårlig virkningsgrad**.



Niels Christensen, Polfoto

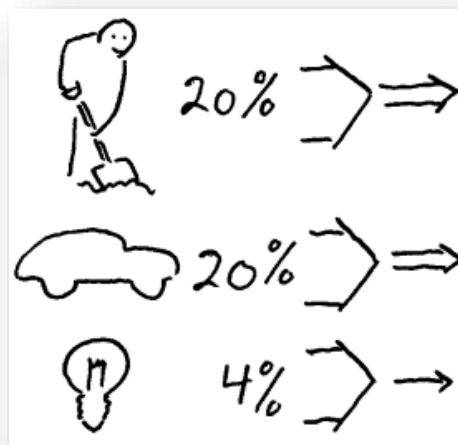
I fremtiden bliver det en udfordring at lave teknologier, der dels har en rigtig god virkningsgrad dels kan opbevare energi med mindst muligt energitab.

Man vurderer apparater vha. virkningsgraden, der er forholdet mellem den energi som et apparat modtager, for at fungere og den energi, som apparatet giver videre til gavn eller nytte for os.

$$\text{Virkningsgrad} = \frac{\text{Energi ud}}{\text{Energi ind}} = \frac{\text{Enyttig}}{\text{Ebrugt}}$$

For eksempel fungerer vores muskler med 20 % virkningsgrad, fordi kun 20 % af energien i maden, vi spiser, kan omsættes til fysisk arbejde. Resten forsvinder i energiomsætningen som varme mm.

En forbrændingsmotor har samme virkningsgrad, mens glødepæren har en virkningsgrad på ca. 4 %. Dvs. kun 4 % af den tilførte elektriske energi blev til nytte for os i form af lysenergi, resten blev til varmeenergi. Et stearinlys har en virkningsgrad på under 1 %, et lysstofrør ca. 15 %. Solceller har ml. 10 – 20 % virkningsgrad.



ELEVFORSGØG 15

➔ Elevforsøg 15: Virkningsgrad apparater