



Planlægning: Emner om varme –

Brainstorm om solenergi:

Solen - afstand til Jorden

Black Body Radiation, Solens udsendte energi, - har vi arbejdet med !!

Solarkonstant, Hvad får vi af energi på Jorden pr m².

Watt/m², uden for atmosfæren, nede på Jorden

Hvad med albedo ?? Nu er det jo ikke Jordens energiregnskab, der er i fokus !!

Vores breddegrad. Solenergien skal gennem mere atmosfære hos os end ved ækvator.

Teoretisk energimængde, praktisk, lyse timer, solskinstimer, skyer.

Hvad kan vi sammenligne energimængden med ?? Hvor meget ?? Teoretisk, koge 1 l vand på hvor lang tid vil det tage ??

Virkningsgrad ??

Hvordan får man varme omformet til energi ??

Hvordan gemmer man energi

Hvordan måles temperatur

Hvordan flyttes varme ?? **Radiation**, Konvektion, Conduction.

Direkte soludnyttelse:

Sol-power plants. Solfangere med spejle varmer Salt ??

Solceller laver strøm direkte.

Solfangere: varmer vand.

Indirekte

Solen giver også vind. – Hvordan det? Vindenergi, - Vindmøller

Sol giver vand til vandkraft. Sol giver biomasse.

Sol har givet Kul, Olie og Gas.

Lave et RD om do ??



Forsøg med Fresnel-linse: Se senere i dokumentet om hvordan den virker.

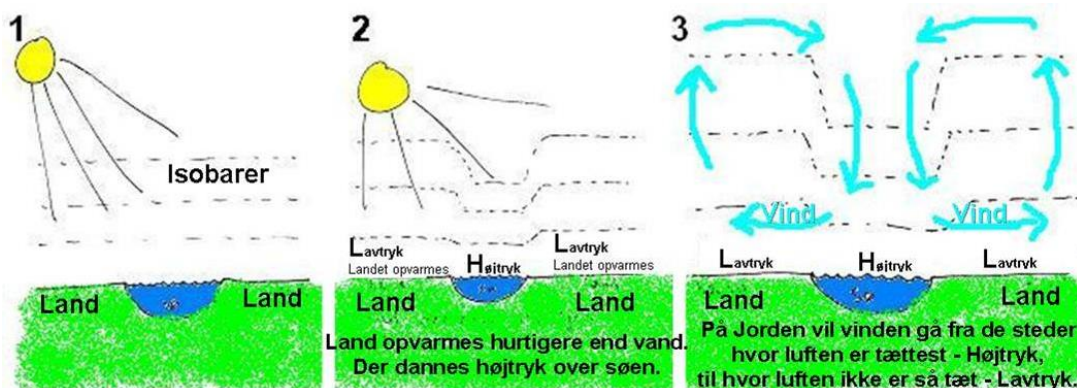
Om de forskellige Sol-energi-former.

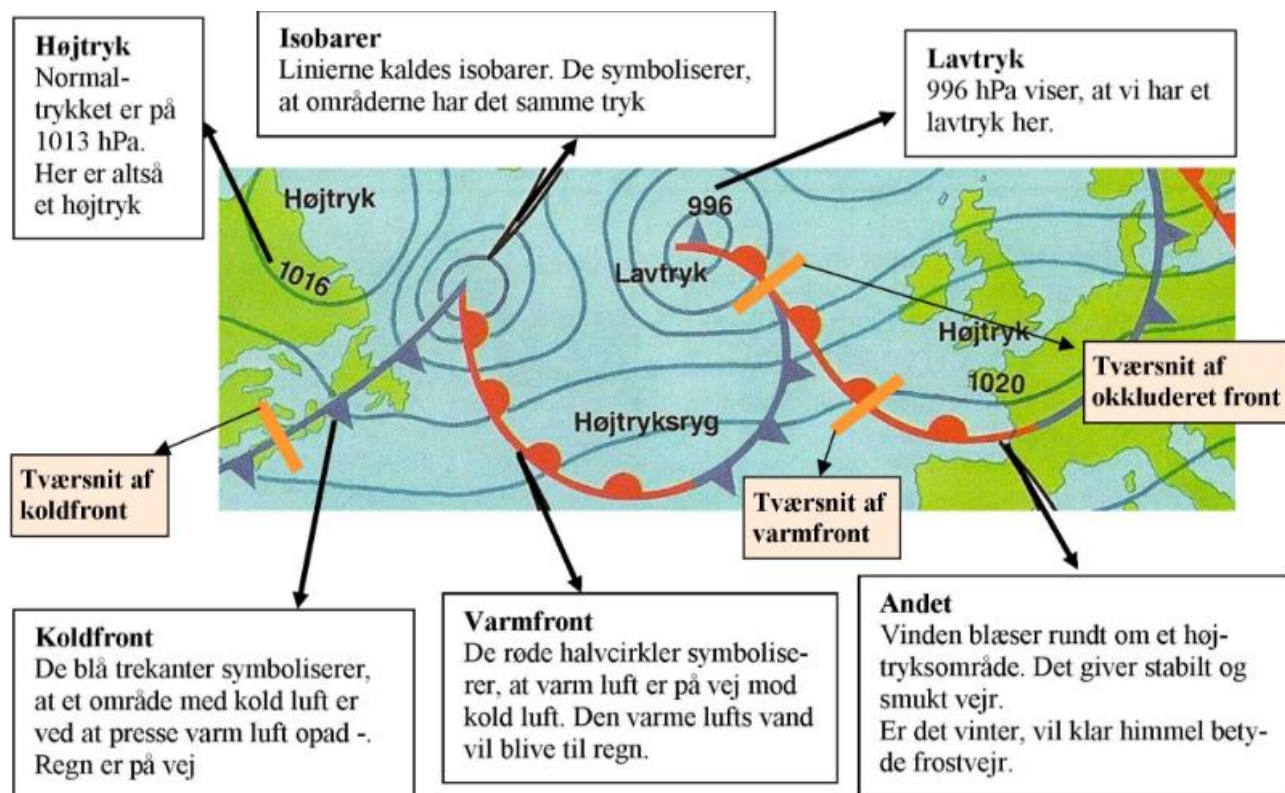
Energi og dets oprindelse:

Oprindelse, Solen	Anden oprindelse
Solenergi	Geotermisk energi
Vindenergi	Kerneenergi
Vandenergi	Tidevandsenergi
Biomasse	
Biogas	
Kul	
Olie	
Naturgas	

Vind: Kun kort herom:

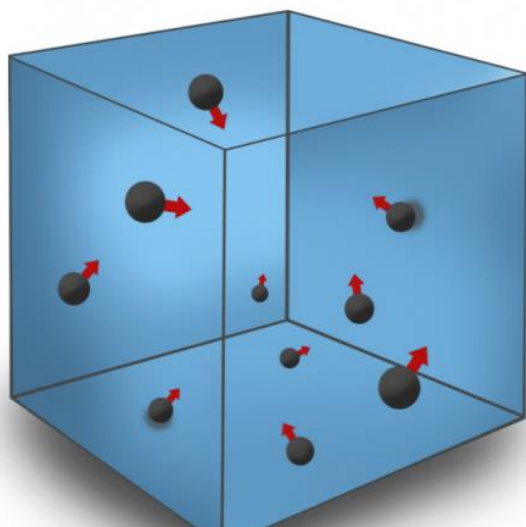
Hvorfor opstår vind ??





Kilde: <http://virtuelgalathea3.dk/artikel/hvad-foret-ller-et-vejrkort>

Hvad er egentlig lufttryk ??



En beholder med molekyler, som bevæger sig vilkårligt rundt.

Hver gang et molekyle rammer beholderens væg udøver det en kraft på væggen.

Det opfattes som at alle molekylerne trykker på beholderens vægge.

Når luften opvarmes af Solen eller stråling fra jorden, falder trykket, fordi luften udvider sig.

Luftsøjlen kommer til at fylde mere, og vil øverst oppe begynde at strømme ud til siderne. Ved jorden er der skabt et lavtryk, fordi den samlede masse af luftsøjlen er blevet mindre.



Hvis en luftmasse afkøles vil luftsøjlen fylde mindre, og i toppen af luftsøjlen vil luft fra omgivelserne strømme til. Hermed er der opstået et højtryk, fordi den samlede masse af luft i luftsøjlen er blevet større.

Kilde: <http://sustainable.dk/energi-2/5-vindenergi/>



2.1 Solenergi

Solen er en STOR atomreaktor der producerer ufattelige mængder af energi og stort set det hele går tabt ude i rummet^{1 2}. Den lille mængde energi der rammer Jorden på ét år svarer til hvad der udsendes fra Solen på 14 ms.

Den mængde energi der rammer jorden, kan beregnes efter formlen:

$$E = 3,6 * 10^{-9} S n \pi r^2$$

Hvor:

E:	Solenergi [ExaJoule] = 10^{18} [J]
S:	Solkonstanten [W/m^2]
n:	antal timer [h]
r:	Jordens radius [km]

Kilde: <https://www.ucviden.dk/student-portal/files/10502826/Rapport.docx>

Siden 1978 er Solkonstanten, fra solen, blevet målt af satellitter og gennemsnittet er beregnet til $S = 1370 W/m^2$. Værdien varierer med +/- 3 % på grund af at Jordens bane omkring Solen er lettere elliptisk. Denne værdi korrigeres med forholdet imellem Jordens tværsnit og den overflade det fordeles over:

$$R = \frac{S \pi r^2}{4 \pi r^2} = \frac{1370}{4} = 342 \frac{W}{m^2}$$

Hvor:

R:	Gennemsnitlig Solenergi opfanget af jorden [W/m^2]
----	--

Det er fordi Jorden jo ses som en cirkel fra Solen, - og Jordens hele overflade jo er en kugle.

342 W/m^2 er jo energien oven over atmosfæren.

77 W/m^2 reflekteres af atmosfæren og 30 W/m^2 af jordoverfladen. (*1) 67 W/m^2 optages af atmosfæren³. Det betyder at 168 W/m^2 når ned til jordoverfladen og vil kunne udnyttes her. Dette er et gennemsnit og varierer efter årstid og breddegrad⁴ fra 0 -500 W/m^2 . Denne værdi skal ganges med antal solskinstimer pr. år for at få den årlige produktion. I Danmark bliver det til et gennemsnit på 1200 kWh/ m^2 pr. år.

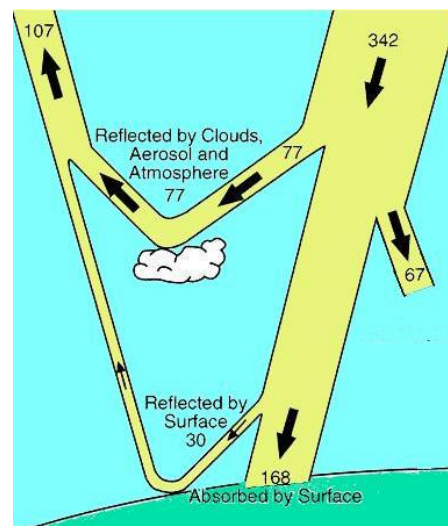
(*1 ?? Men den udnytter vi jo også i solfangere !!)

¹ [<http://home.iprimus.com.au/nielsens/solrad.html>]

² [http://www.ips.gov.au/Category/Educational/The%20Sun%20and%20Solar%20Activity/General%20Info/Solar_Constant.pdf]

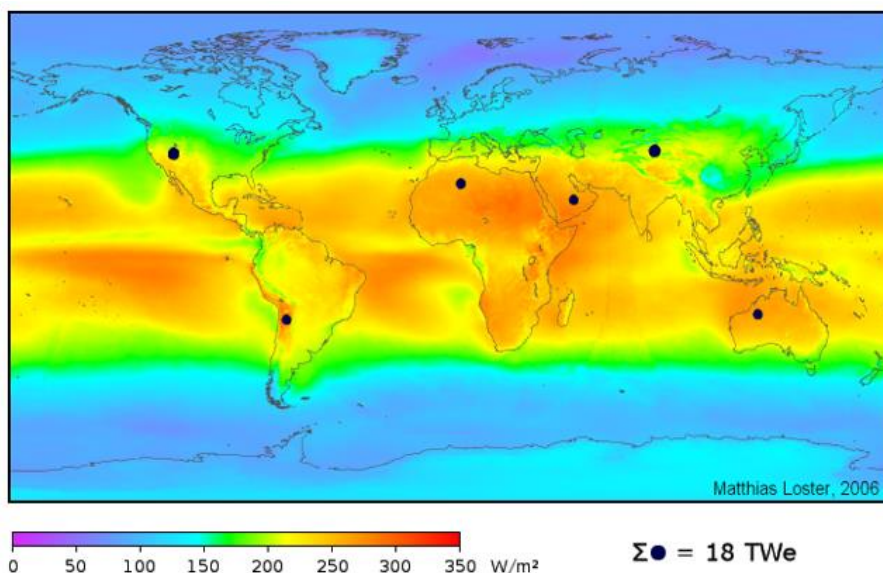
³ [<http://home.iprimus.com.au/nielsens/solrad.html>]

⁴ [<http://home.iprimus.com.au/nielsens/solrad.html>]



Billedet⁵ viser mængden af solenergi der når ned til jorden. Værdierne er et gennemsnit for årene 1991 – 1993.

Bliver der opsat solcelleanlæg i de områder, der er markerede med sorte prikker, ville disse, under forudsætning af en effektivitet på 8 %, kunne dække verdens samlede energibehov.



Kilde: <https://www.ucviden.dk/student-portal/files/10502826/Rapport.docx>

Direkte stråling kommer direkte fra solen i klart solskinsvejr. Omkring halvdelen af sollyset i Danmark er direkte stråling. Den anden halvdel af sollyset er diffus stråling. Det er sollys, som er passeret gennem skyerne, og stråling, som er reflekteret tilbage fra omgivelserne.

Hvordan skal det forstås, - at jordoverfladen reflekterer. Det bliver jo fanget i solceller – eller hvad ???

Solarkonstanten $20 I = 1373 \text{ W m}^{-2}$ angiver effekten af solindstrålingen på en flade med arealet 1 m^2 anbragt udenfor Jordens atmosfære så Solens stråler falder vinkelret ind på fladen.

Enheden for solarkonstanten er: W/m^2 . Da Watt (W) er det samme som Joule (J) pr. sekund (s), så regnes solarkonstanten altså i Joule pr. sekund pr. kvadratmeter. Da Joule er en enhed for

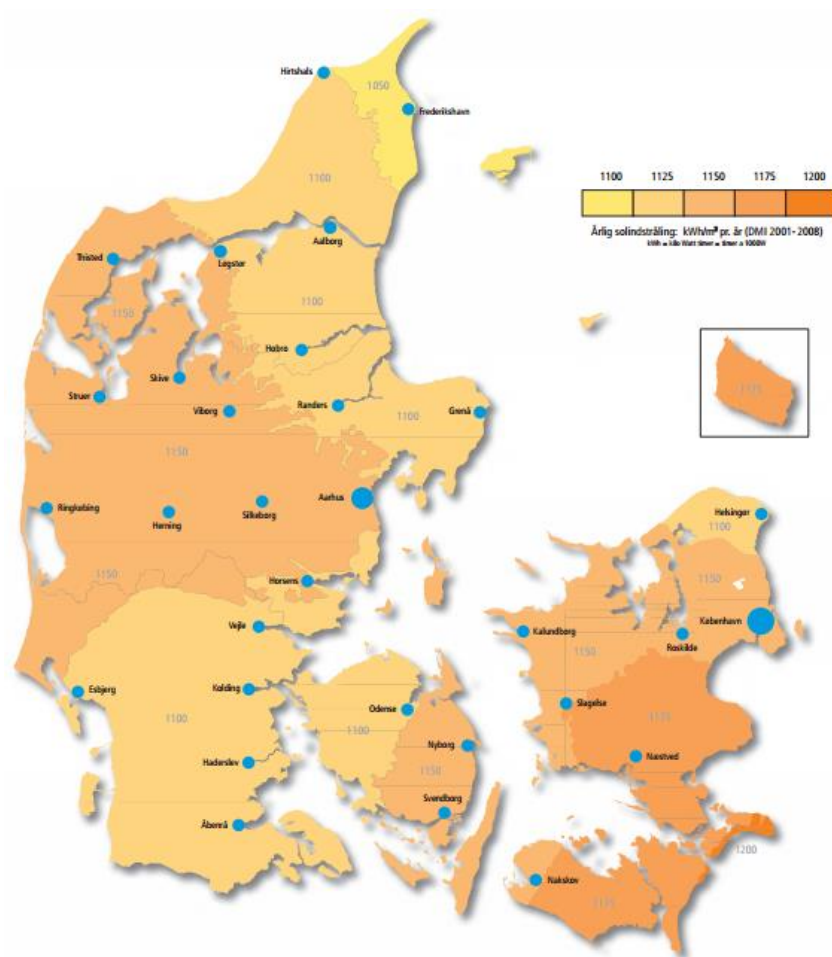
⁵ [http://www.ez2c.de/ml/solar_land_area/]



energi, angiver solarkonstanten altså, at der afsættes en solenergi på 1373 Joule på 1 m² i løbet af 1 sekund. Vel at mærke udenfor atmosfæren og vinkelret på solstrålerne! Vi siger også, at intensiteten er 1373 W/m²

Se mere kompleks udredning af solindstråling:

Se: <http://www.soldata.dk/%5CMEDDELELSER%5CSolens%20globalstr%C3%A5ling.pdf>
(Solindstråling på vandret flade Beregningsmodel)



Graf af Solindstråling i Danmark, KWh/m²

Kilde: http://www.jysksolenergi.dk/Ydelsen_paa_dit_anlaeg.html



Der er masser af oplysninger
derude !!



*Solindstrålingen i Danmark på en
sydvendt flade med en hældning
på 45° er $4,3 \cdot 10^6$ kJ/m², hvilket
svarer til 1.200 kWh/m².*

<http://fc.vucnordjylland.dk/Flexundervisning/FOV1-000D35E9/FOV1-000948AA/Modul%202/Energiens%20veje.pdf>

Solceller:

I Danmark er der 1.800 solskinstimer om året, det svarer til at der kan produceres 1.000 kWh pr. m² om året på en vandret flade, eller 1.250 kWh pr. m² om året på en sydvendt flade med 45 graders hældning. Det er omtrent halvdelen af produktionen i Sahara.

For at få den optimale placering i Danmark skal solceller stå sydvendt med en hældning på 45 – 60 grader.

Et areal på størrelse med Lolland vil være tilstrækkeligt til at kunne producere en mængde elektricitet, der svarer til Danmark samlede årsforbrug.

I Danmark er den gennemsnitlige el-produktion 100 – 120 kWh pr. m² for et solcelleanlæg. Det gennemsnitlige el-forbrug i Danmark er ca. 4.000 kWh om året pr. husholdning, så der skal omtrent 34 – 40 m² solceller til for at blive selvforsynende med elektricitet fra solceller.

Kilde: http://www.folkecenter.dk/dk/rd/solenergi/solceller/solceller_danmark/

Om Solceller:



Der findes 3 typer solceller:

Monokrystalinske



Monokrystalinske solceller er som standard sorte eller grå med en ensartet overflade. De er skåret af en rund siliciumblok og har derfor som standard runde hjørner. Men ofte bliver cellerne skåret til i kvadrater, for at få mindre afstand mellem cellerne i panelet og derved opnå en mere tæt pakning i det færdige modul. En tættere pakning giver en højre virkningsgrad

Monokrystalinske celler er de mest effektive, men også de dyreste. Modulvirkningsgraden er dog afhængig af, hvor tæt cellerne er pakket.

Effektivitet:

Ca. 14-16%. Årligt udbytte 130 kWh/m².

Levetid for Mono- og polykrystalinske celler:

Deres typiske levetid er ca. 40-50 år, dog forventes det, at cellerne holder længere. Dog må man forvente, at skulle skifte net-inverteren / vekselretteren i løbet af solcelleanlæggets levetid, da den ikke forventes at holde mere end 10-20 år, afhængig af type og fabrikat.

Polykrystalinske



Polykrystalinske solceller har et meget karakteristisk blåchangerende farvespil. Når de anvendes på større facader giver det ofte et meget flot arkitektonisk udtryk.

Polykrystalinske solceller består af store silicium krystaller, der dannes ved afstøbning i en form. De forskellige krystalretninger i cellen giver solcellen en "levende" overflade, der giver et blåligt farvespil.

Polykrystalinske solceller har ofte en lidt lavere virkningsgrad, men pakningen i modulet er ofte tættere, så det opvejer cellernes lavere virkningsgrad

Effektivitet:

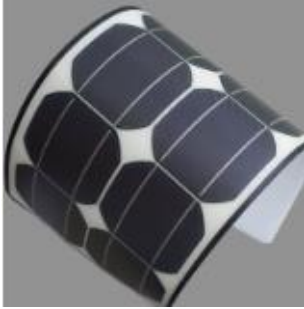
Moduleffektivitet Ca. 12-14%. Årligt udbytte: 120 kWh/m².

Levetid for Mono- og polykrystalinske celler:

Deres typiske levetid er ca. 40-50 år, dog forventes det, at cellerne holder længere. Man må forvente, at skulle skifte netinverteren/vekselretteren i løbet af solcelleanlæggets levetid, da den ikke forventes at holde mere end 10-20 år, afhængig af type og fabrikat.

Amorfe eller tyndfilmssolceller

Amorfe solceller optræder i tyndfilmsform. De kendes fra eksempelvis lommeregnerne.



Tyndfilmssolceller har en homogen mørk overflade. De kan udføres i en så tynd film, at lyset kan skinne igennem og kan derved anvendes til at tone ruder. De er baseret på pulveriseret silicium.

Opbygning og ydelse:

Effekten på tyndfilmssolceller er en del lavere end effekten på krystallinske, men prisen er også tilsvarende lavere.

Tyndfilmssolceller er betydeligt mindre effektive i direkte sollys end de krystallinske siliciumceller og generelt er ydelsen lavere. Dog har det vist sig, at tyndfilmssolceller fungerer relativt bedre i gråvejr end de krystallinske siliciumceller, hvilket kan være en fordel på vores breddegrader, hvor det ofte er skyet.

Halvdelen er solindstrålingen i Danmark er indirekte.

Effektivitet:

Ca. 6–10%. Årligt udbytte: 70 kWh/m².

Levetid:

Tyndfilmssolceller har generelt en kortere levetid end krystallinske og mister effektiviteten hurtigere. Deres typiske levetid er ca. 25-35 år.

Kilde: <http://www.energitjenesten.dk/amorfe-eller-tyndfilmssolceller.html>

Eksempel på et solcelleanlæg.

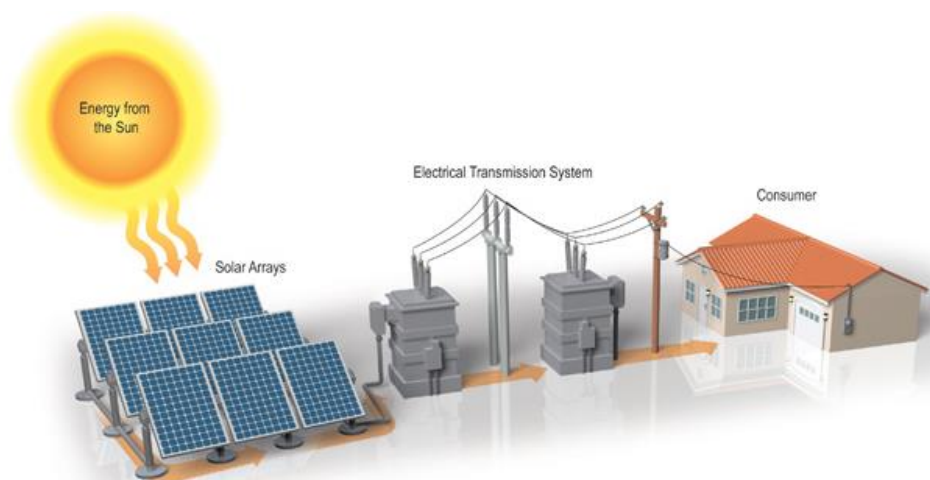




Eksempel på et hus-anlæg:



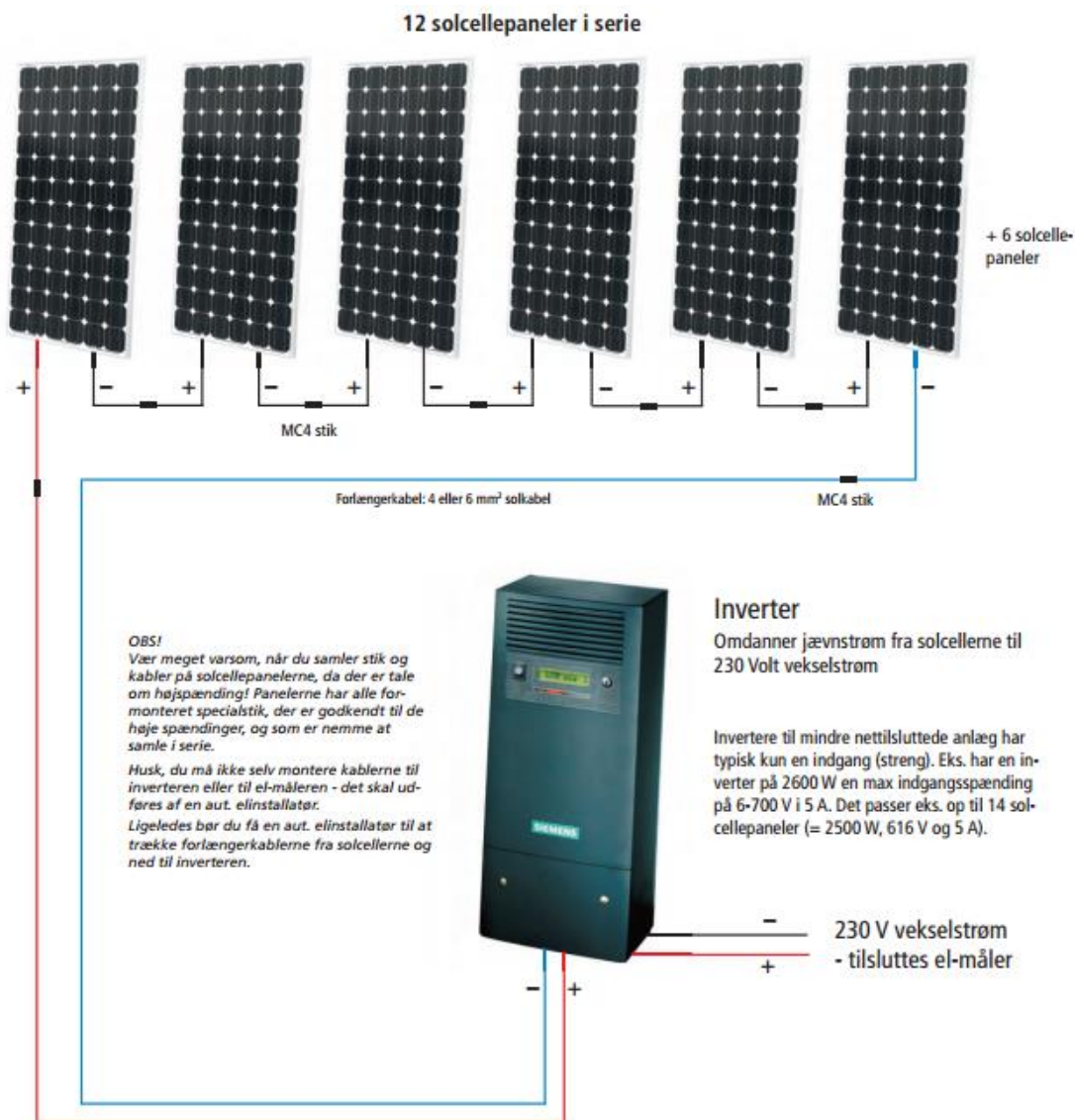
http://vadodara.all.biz/solar-power-plant-g546382#.V9_DbvmLSM8



Photovoltaic solar plant

Fra solcelle-farm til forbruger.

Hvordan forbindes de enkelte elementer?



Eksempel ved 12 stk. 180 W solcellepaneler

Effekt: $12 \times 180 \text{ W} = 2160 \text{ W}$

Spænding: $12 \times 44 \text{ V} = 528 \text{ V}$

Kilde: http://www.jysksolenergi.dk/filer/faelles/Vejledn_Solpanel180W/principtegninger-serie-parallel.pdf

(se flere typer forbindelser, do.)

Hvordan virker en solcelle ?



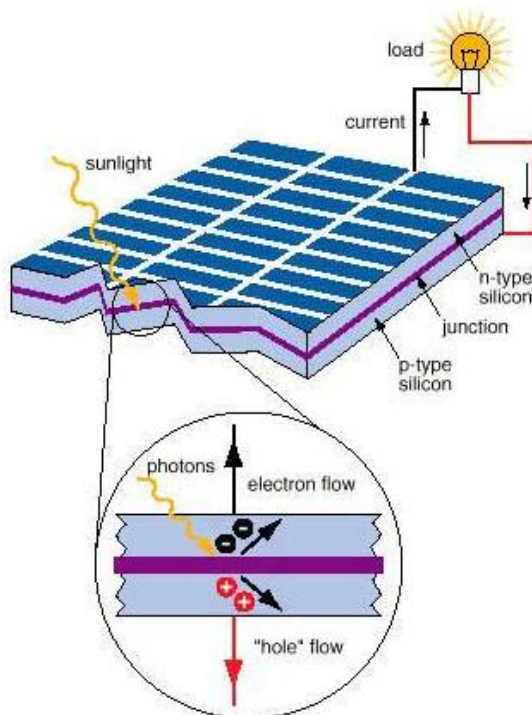
Photovoltaic Devices

Photovoltaics, or solar cells are electricity-producing devices made of semiconductor materials, like crystalline silicon.

The photovoltaic cell is used to convert solar energy into electrical power.

Sunlight is composed of photons (particles of solar energy) and these photons carry different amounts of energy.

When photons strike the photovoltaic cell, the photons reflect, pass through, or absorb; however, only absorbed photons are able to be utilized to generate electricity because the absorbed photons provide energy to the cell.



<http://energyfuture.wikidot.com/solar-resources>

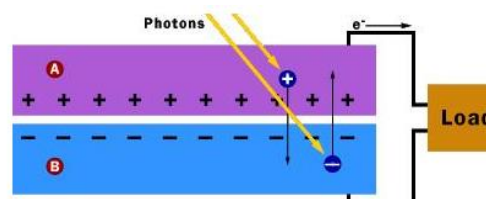
When enough energy is absorbed by the semiconductor material, the electrons are dislodged from the material of the semi-conductors atoms. When the electrons are dislodged spaces are created, and when enough electrons, each carrying a negative charge, travel to the front surface of the photovoltaic cell the resulting imbalance creates a voltage potential.

To increase the power output of the cells, because one cell only produces about 1 to 2 watts of energy, the cells are electrically connected into modules. The modules can then be further connected to form an array if more power output is desired. The number of modules connected together to form an array will depend on the amount of power output needed or necessary.

The photovoltaic cells generate direct current, which is used for small loads like your batteries, or telephones. Therefore, when photovoltaic cells are to be used for commercial purposes, or sold to electric utilities, the direct current must be converted to alternating current in order to connect to the grid.

Operation of a PV cell, A n-type Silicon, B p-type Silicon How PV systems work.

When photons strike a material, electrons absorb energy and jump from their low-energy "ground" state to their high-energy "excited" state. That process leaves holes where electrons are missing. The electrons and holes remain loosely bound. In a solar cell, the electrons and holes are separated created so the electrons can flow through an external circuit.



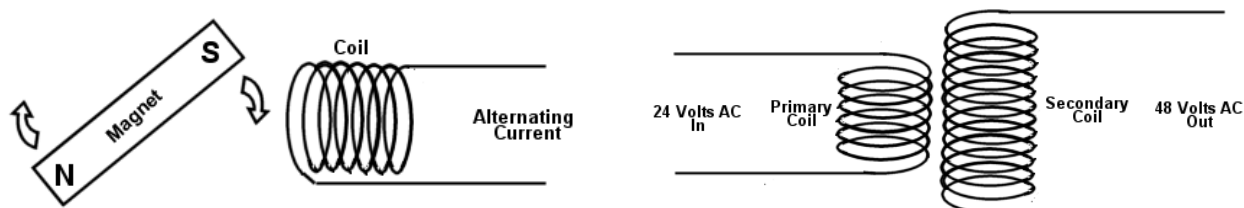
<http://energyfuture.wikidot.com/solar-resources>



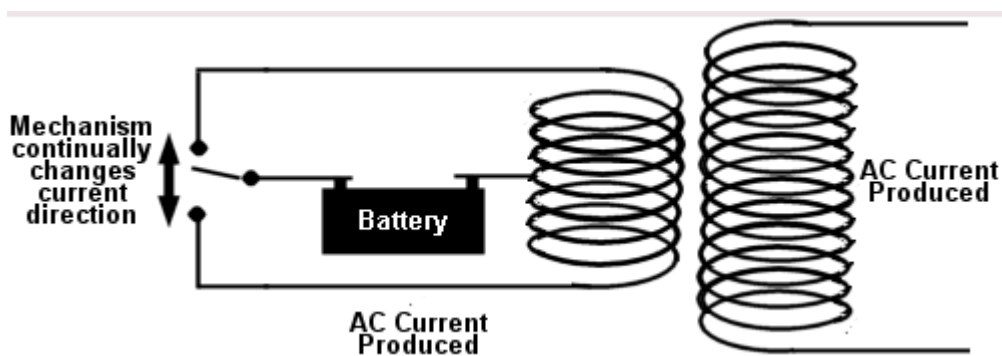
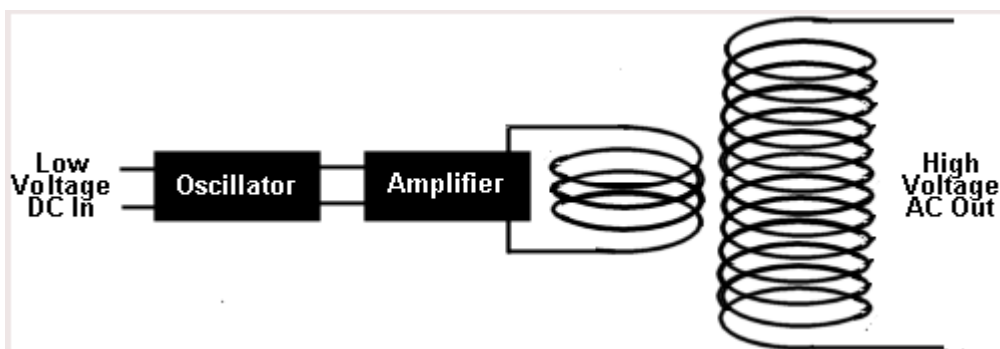
Beskyttelse mod vin dog vejr:

The individual solar cells are arranged onto a solar panel. The solar panel is coated in glass or another laminate to protect the cells from damage.

Omformning af strøm.



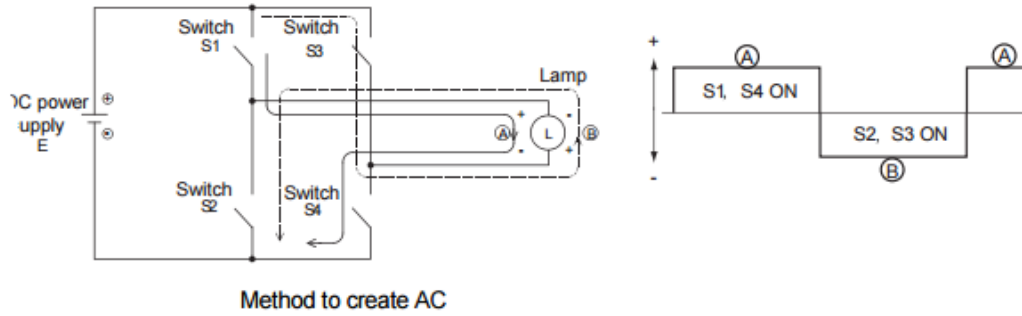
<http://www.mpptsolar.com/en/how-does-an-inverter-work.html>



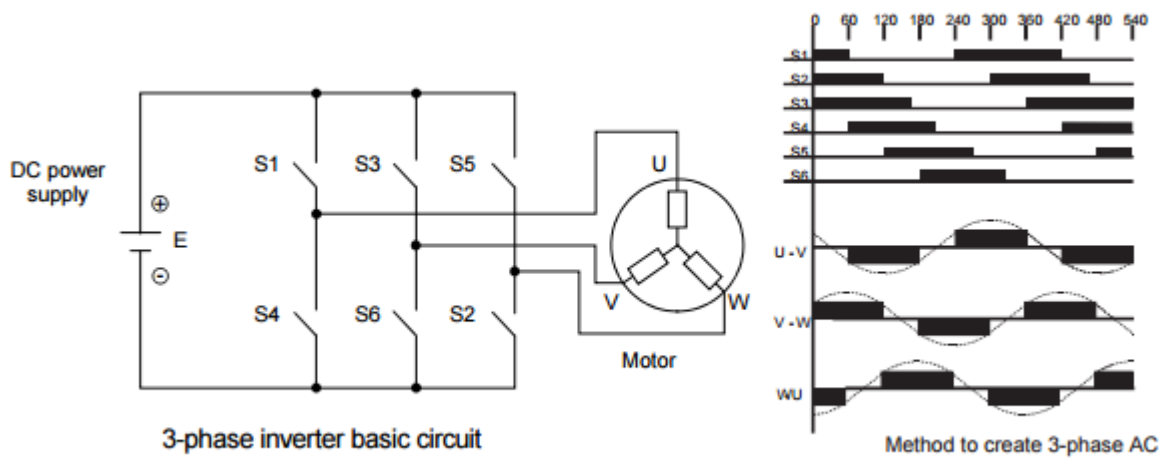


1-faset?

3-faset?

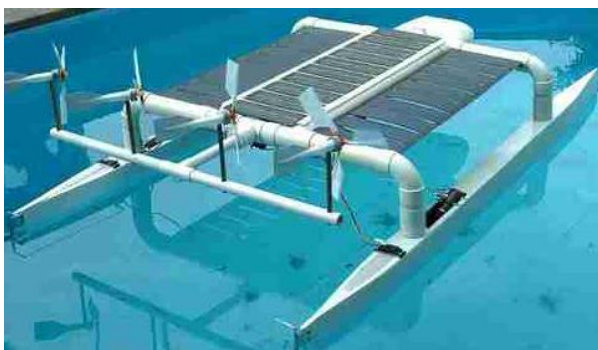


https://www.lcautomation.com/wb_documents/lcautomation/frequency%20inverter%20theory.pdf



https://www.lcautomation.com/wb_documents/lcautomation/frequency%20inverter%20theory.pdf

Andre eksempler på brug af solceller:

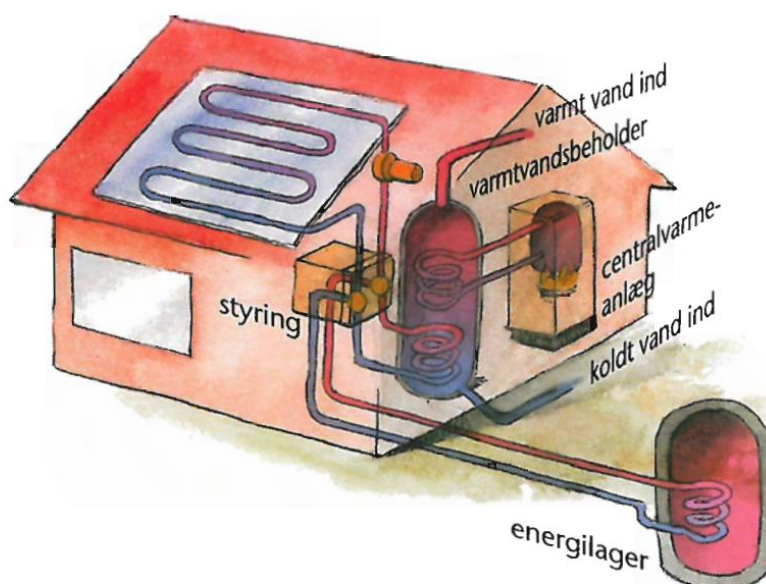




Nedkøling af solceller øger deres effektivitet. Ved at nedkøle solcellerne fra 40 til 10 graders varme steg solcellernes produktivitet med 16 %.

<http://www.folkecenter.dk/dk/news/int/koeling-af-solceller/>

Solfangere:



<http://fc.vucnordjylland.dk/Flexundervisning/FOV1-000D35E9/FOV1-000948AA/Modul%202/Energiens%20veje.pdf>



Energitætheden i solens stråler gives af den såkaldte [solkonstant](#), der ligger i et område omkring $1370 \text{ W/m}^2 = 1370 \text{ J/m}^2/\text{sek}$ (i energi svarende til ca. $1178 \text{ kCal/m}^2/\text{h}$), målt vinkelret på solens stråler, uden for [Jordens atmosfære](#). Inden denne strålingsenergi når Jordens overflade, skal atmosfæren overvindes, hvilket medfører tab af energitæthed, som følge af både refleksion, spredning og [absorption](#).

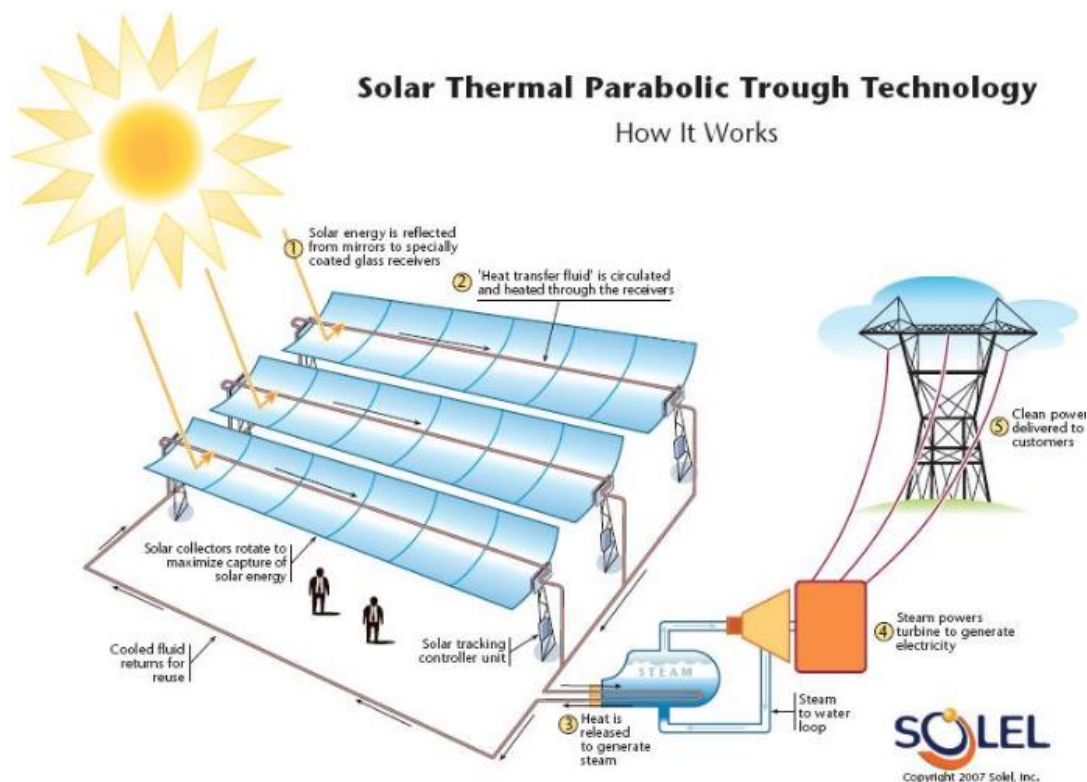
Med solen i [zenit](#) (vinkelret på overfladen), tabes der ca. 30 %, så energitætheden ved Jordens overflade er reduceret til ca. 1000 W/m^2 . Effekten aftager således med den atmosfæriske tykkelse.

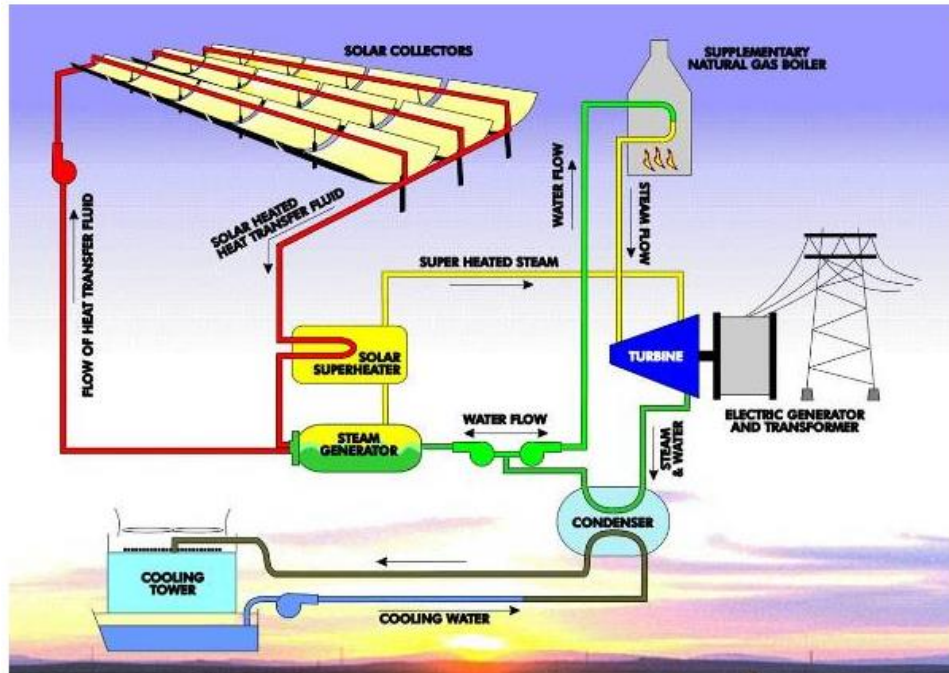
Udbyttet på vore breddegrader (ved ideelle forhold om sommeren, med en solhøjde på ca. 57°) er derfor ca. 15-20 % lavere (grundet strålernes længere vej gennem atmosfæren) end lige under solen (med solen i zenit). Om vinteren (stadig ved ideelle forhold), er udbyttet kun ca. 10-15 % af det optimale.

Hertil kommer fradrag for varierende skydække, partikler og forurening i atmosfæren osv.

I Danmark regner man med et gennemsnitligt årligt energiudbytte på mellem 500 og 600 kWh/m² solvarmepanel.

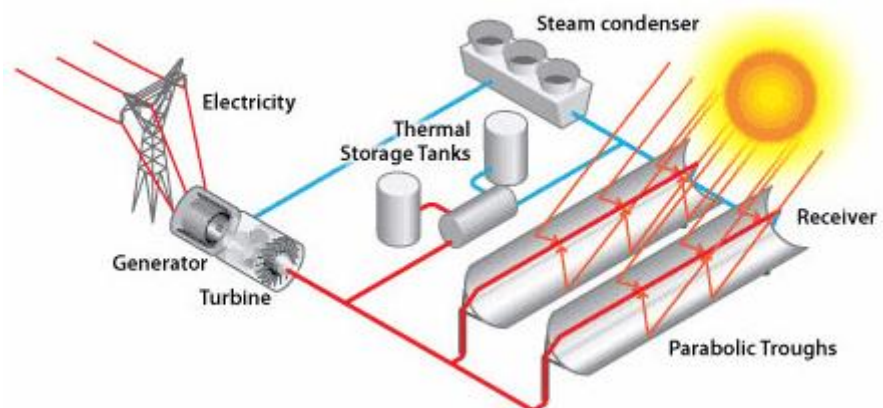
Kilde: <https://da.wikipedia.org/wiki/Solvarmepanel>





Solar collectors capture and concentrate sunlight to heat a synthetic oil called therminol, which then heats water to create steam. The steam is piped to an onsite turbine-generator to produce electricity, which is then transmitted over power lines. On cloudy days, the plant has a supplementary natural gas boiler. The plant can burn natural gas to heat the water, creating steam to generate electricity.

https://www.nexteraenergyresources.com/what/solar_works.shtml



http://www.bls.gov/green/solar_power/



Flade solfangere:



Sol-energi: Soltårne.

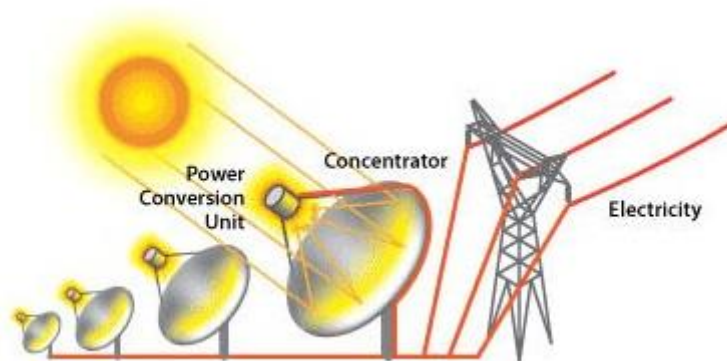
Solar-Thermal Electricity – This also uses a solar collector: it has a mirrored surface that reflects the sunlight onto a receiver that heats up a liquid. This heated liquid is used to make steam that produces electricity.





Parabolic Dish

The parabolic dish uses mirrors to direct and concentrate sunlight onto an engine which produces electricity. The dish collects the solar energy coming from the sun, and the resulting concentrated sunlight is reflected onto a thermal receiver that absorbs the solar energy; the parabolic dish also tracks the sunlight continuously throughout the day.

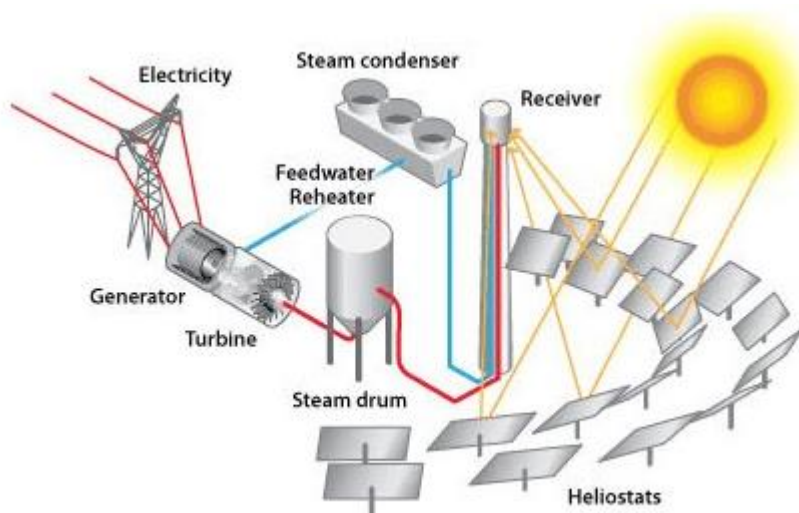


<http://energyfuture.wikidot.com/solar-resources>

The thermal receiver then converts the collected solar energy into heat and transfers the heat to the generator. The most common type of generator used in parabolic dish systems is the Stirling engine. The Stirling engine uses the heated fluid to create mechanical power, and then this work drives and produces the electrical power. The parabolic dish produces small amounts of electricity as compared with other concentrated solar power technology. However, the units of dishes can be combined for a greater output of energy.



Parabolen skal hele tiden styres og pege mod solen !!

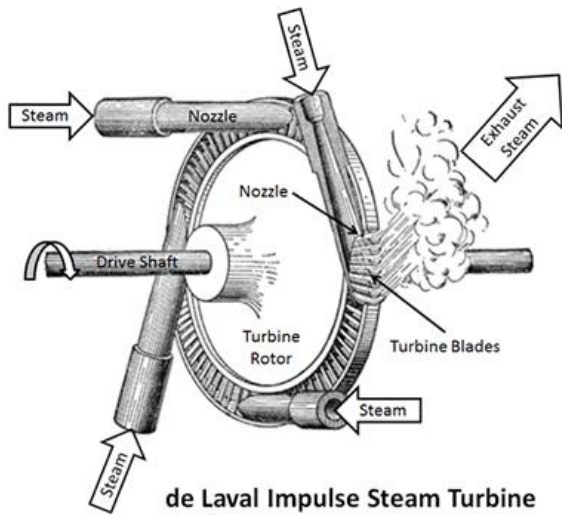


Power Tower/Heliostats

Numerous large, flat mirrors (heliostats) track the sun and focus sunlight onto a receiver at the top of a tall tower. The heat transfer fluid is heated in the receiver which is used to

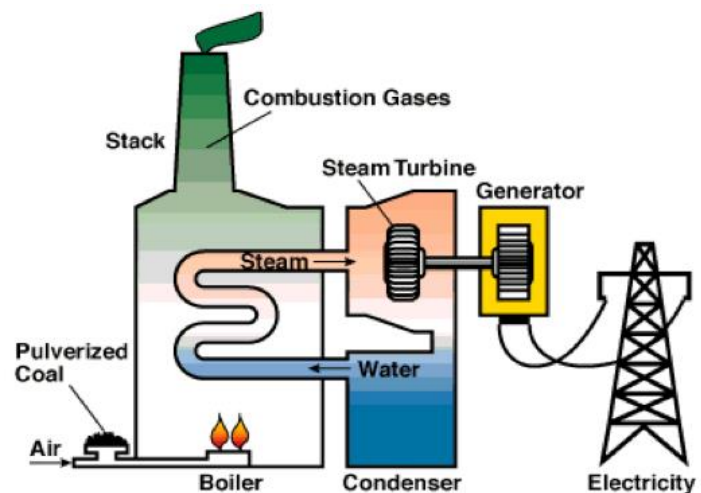


generate steam, and this steam is in turn used in a conventional turbine genitor to produce electricity. Some use water/steam as the heat transfer fluid, but some advanced designs are starting to use molten nitrate salt because of its energy-storage capabilities and its superior heat-transfer characteristics.



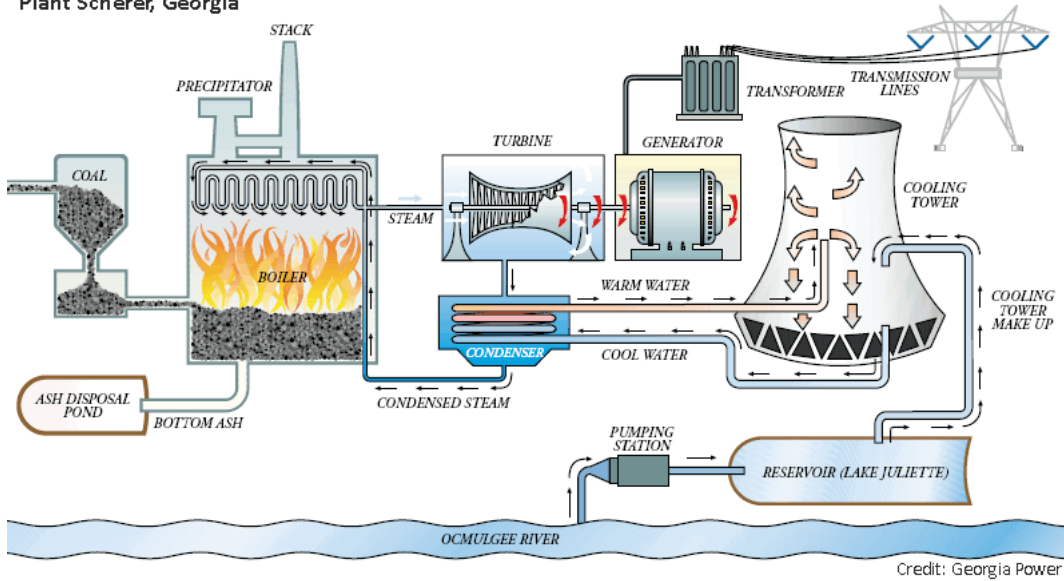
Hero's Aeolipile

http://www.mpoweruk.com/steam_turbines.htm

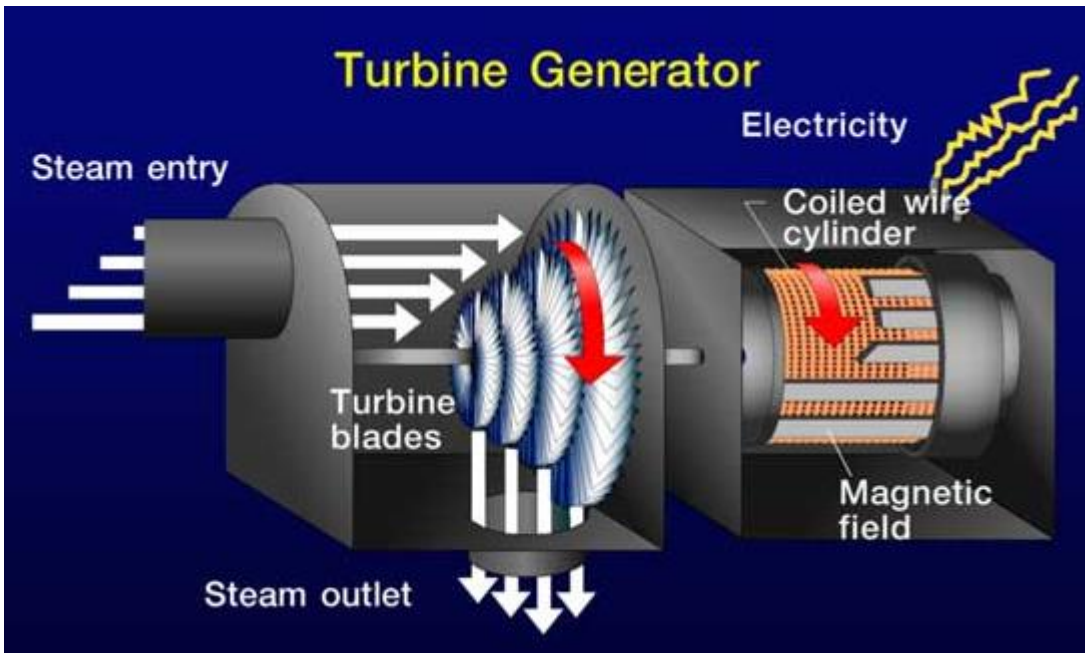


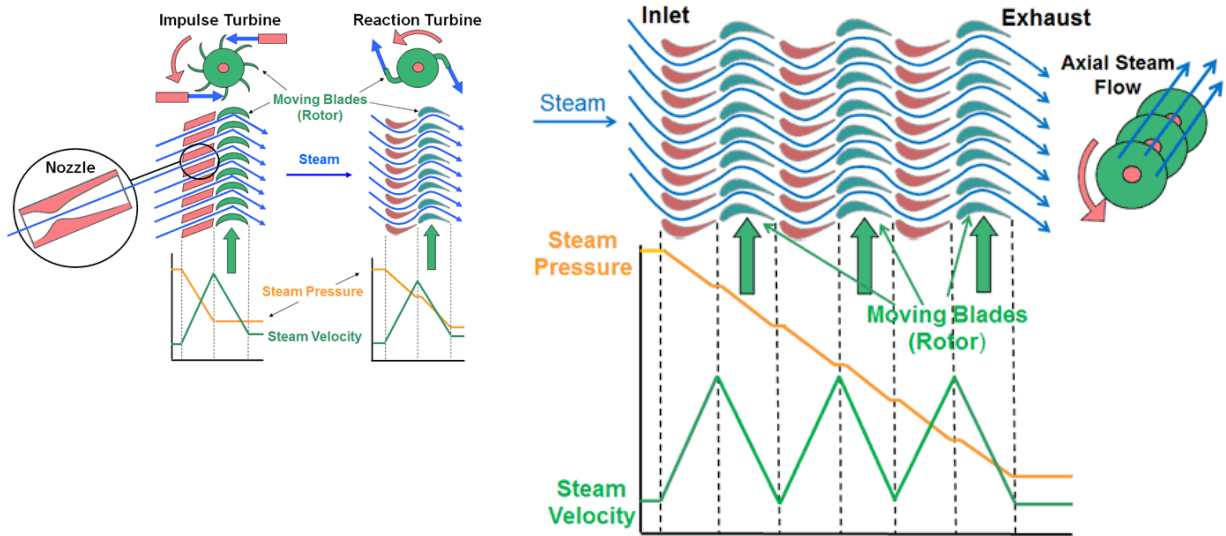


Plant Scherer, Georgia



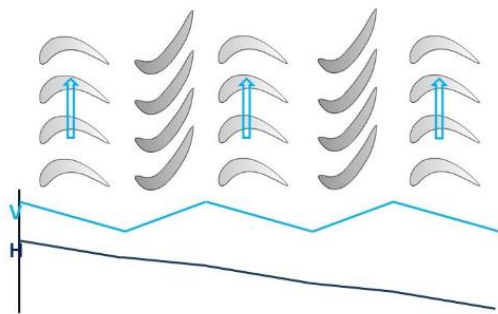
<http://water.usgs.gov/edu/wupt-coalplant-diagram.html>



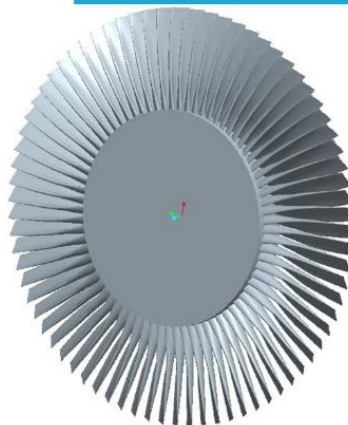


http://www.mpoweruk.com/steam_turbines.htm

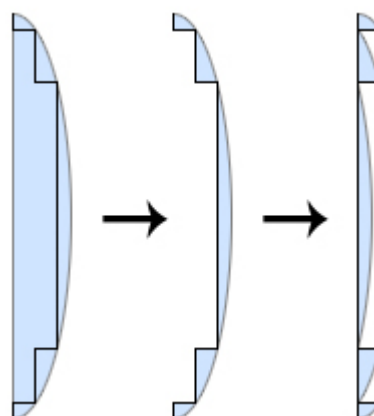
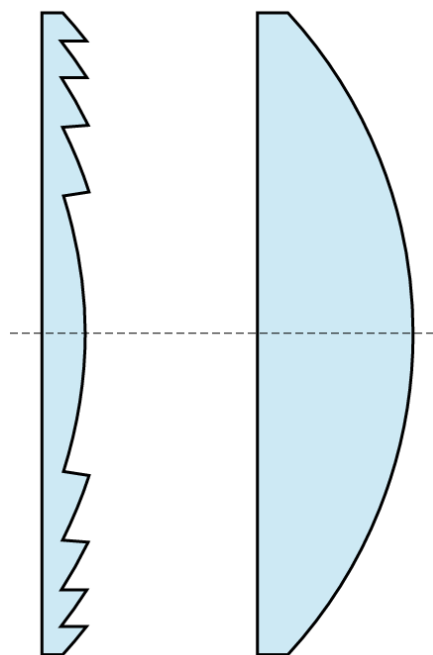
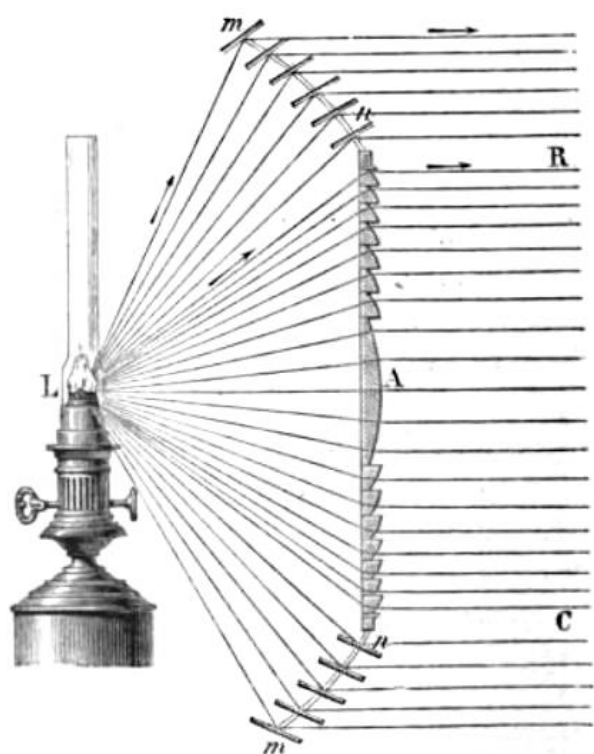
ENERGY TRANSFER TO ROTOR



ROTOR



Fresnel linse:



<http://www.phynet.de/optik/projektoren>



Fyrtårn:

The lens was named for its inventor, physicist Augustin Fresnel, who designed lenses that collected, and focused the light rays into a horizontal beam far more efficiently than a reflector system.

Fresnel's optic array increased light output dramatically from the old reflector systems, with as much as eighty percent of the light being transmitted over twenty miles out to sea. The Fenwick Island Light beam could be seen fifteen miles in the ocean.

The original lamp burned whale oil.

<https://fenwickislandlighthouse.org/the-lighthouse/>



Youtube:

<https://www.youtube.com/watch?v=wprlzCDfLm8>

<https://www.youtube.com/watch?v=xExXjXm0YV0>



Linse af vand ☺

<https://www.youtube.com/watch?v=eeSyHgO5fmQ>

Varmeisolering

Kompendium: Temperaturmåling:

Forbrug af el:

Så meget strøm bruger en familie i gennemsnit

En typisk dansker bruger ifølge Energistyrelsen i gennemsnit 1.568 kWh pr. år, mens en gennemsnitsfamilie på 2 voksne og 2 børn bruger 6.300 kWh om året.

I oktober 2015 var den gennemsnitlige elpris inkl. abonnement 2,22 kr. pr kWh. Dermed bruger en dansker i snit 3.480,96 kr. om året på el, mens en husstand har en årlig elregning på 13.986 kr.

Det bruger vi strømmen på

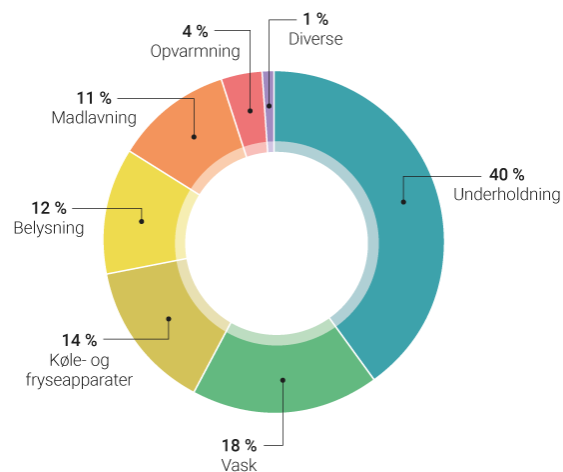
Ifølge Energistyrelsen bruger en familie på 2 voksne og 2 mindre børn, der bor i et hus på 140 m², strømmen således:

- Underholdning: 23 %
- Vask: 20 %
- Belysning: 16 %
- Køle- og fryseapparater: 15 %
- Opvarmning: 15 %
- Madlavning: 6 %
- Diverse: 6 %

<https://www.bolius.dk/saa-meget-el-vand-og-varme-bruger-en-gennemsnitsfamilie-279/>



Årligt elforbrug i parcelhus		
	140 m ²	200 m ²
1 voksen	3.300 kWh	3.700 kWh
2 voksne	4.200 kWh	4.700 kWh
2 voksne og 2 mindre børn	4.900 kWh	5.300 kWh
2 voksne og 2 større børn	5.300 kWh	5.800 kWh



<http://sparenergi.dk/forbruger/el/dit-elforbrug/hvor-meget-el-bruger-du>

I lejlighed:

Se: <http://sparenergi.dk/forbruger/el/dit-elforbrug/hvor-meget-el-bruger-du>

Solovn:

Traditionel parabol:





Transportabel:



