

STIRLINGMOTORN 200 år



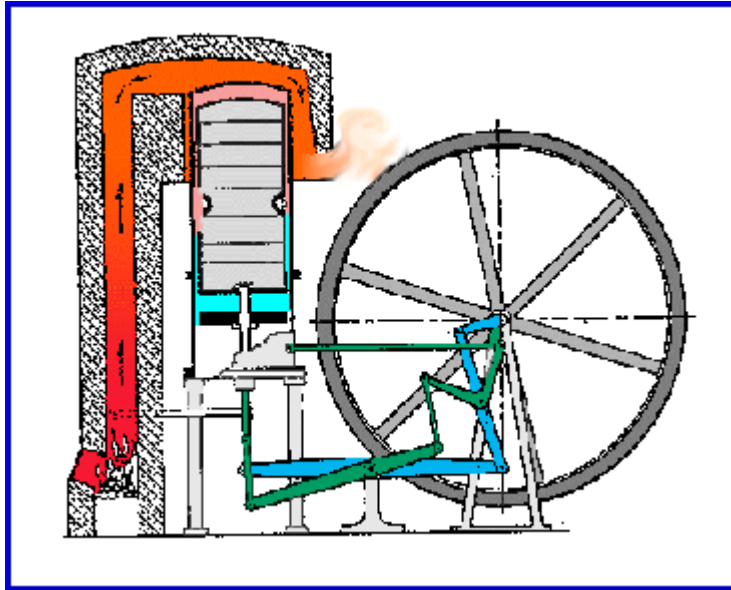
Reverend Robert Stirling
who lived in Scotland
between 1790 and 1878

Robert Stirling föddes den 25:e oktober 1790. Han växte upp på Cloag Farm nära Methven, Perthshire i Skottland. Hans far Patrick Stirling arbetade hos sin far Michael Stirling, som bl. annat byggde tröskor och andra jordbruksmaskiner.

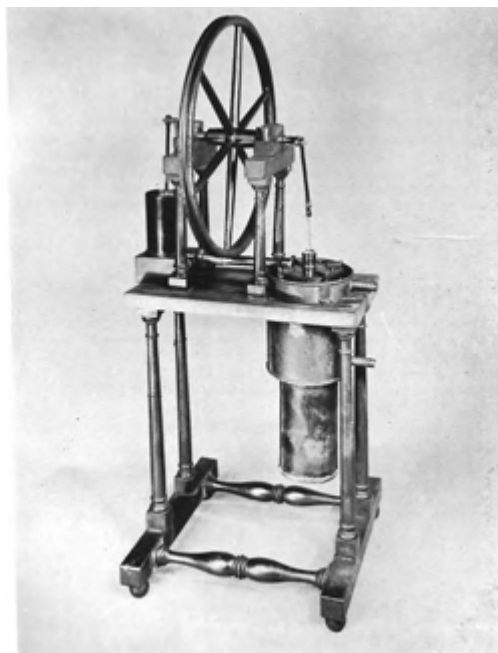
Robert Stirling började studera tidigt i sin ungdom och kom in vid Edinburghs och Glasgows Universitet och studerade kristendom, men även grekiska, latin, logik, matematik och juridik. Som den religiösa student han var uppförde han sig föredömlig. Under 1815 blev Robert blev han kallad av Dunbardon församlingsråd och efter de vanliga testerna fanns han behörig att predika evangeliet. En licens utfärdas för detta ändamål den 26 mars 1816. Under 1816 blev han presenterad för kommissionärerna av hertigen av Portland och blev utnämnd som minister av andra graden av Laigh, Kirk, Kilmarnock. Han presenterades inför Presbyretinska Kyrkans råd som enhälligt godkände hans lämplighet och genomförda studier. Han blev därmed utnämnd till ordinarie minister för andra graden i Laigh Kirk, den 19:e september 1816. Därmed var han utnämnd präst i skotska kyrkan som han kom att innehade hela sitt liv.

Han flyttade till Kilmarnock. 1819 gifte han sig och fick sju barn där sönerna blev framgångsrika järnvägsingenjörer, både i Skottland, men några av dem i Syd Amerika.

I unga år blev han intresserad av teknik, särskilt maskiner för kraftproduktion. Han hade i flera år arbetat på en speciell maskinkonstruktion och sökte patent på denna den 27 september 1816. Den 20 januari 1817 blev hans patent godkänt på den s.k. luftvärmemaskinen.



Robert Stirlings varmlufts maskin som blev uppkallad efter hans namn Stirling. Systemet byggde på en cylinder som upphettades i ena ändan och kylde av i den andra. I cylinderns övre del fanns den s.k. luftförflyttningskolven och i den nedre delen själva arbetskolven.

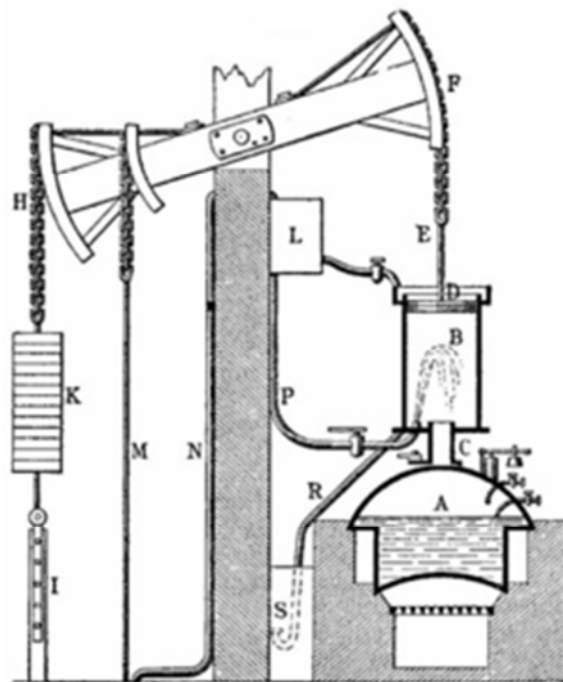


Sterlings första maskin

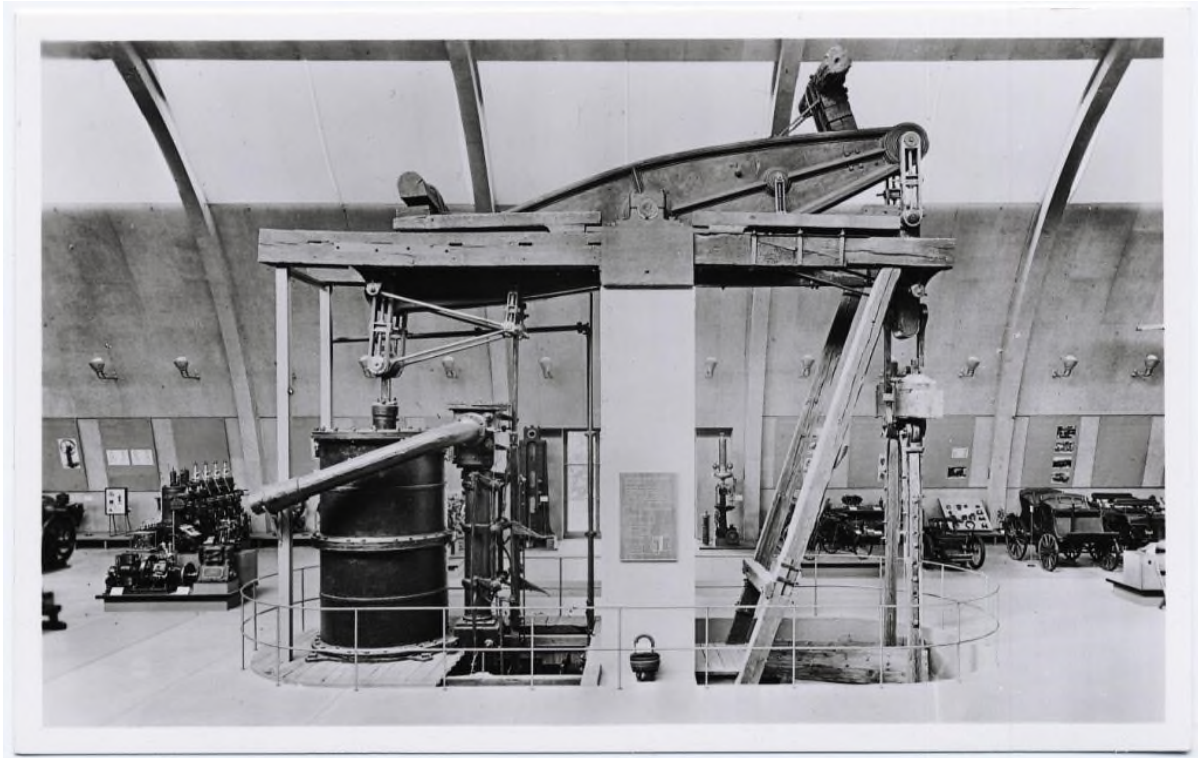
I Kilmarnock träffade han Thomas Morton som hade liknande idéer och vars far ägde ett tegelbruk. Han var bl. annat utbildad svarvare och hade startat sitt eget företag och innehade ett antal patent. Han byggde upp ett observatorium där han utvecklade olika linstyper. Dessa två uppfinnare blev goda vänner och var båda intresserade av astronomi. De började arbeta tillsammans. Stirling fick utveckla sin varmluftsmaskin i sin väns företag. Stirling hade en bror James, som var civilingenjör och även han uppfinnare.

De tre började nu arbeta tillsammans för att utveckla Roberts varmluftsmaskin. Det som var patentets nyhet var den s.k. regeneratoren eller "ekonomizer" som var en värmeväxlare där man kunde ömsom kyla och värma luften i ett slutet system. Broder James ägde ett större gjuteri och på 1840-talet byggde han en stor varmluftsmotor, som drev alla gjuteriets maskiner.

En av anledningarna för Robert att utveckla varmluftsmaskinen var att Robert i sitt prästämbete såg hur många kolgruvearbetare antingen dog eller blev svårt skadade av dåtidens ångpannor, vars ångmaskiner drev gruvpumpar i de olika gruvorna. Orsaken till detta var undermålig kvalitet på plåten i ångpannorna, samt utformningen av ångpannornas form. Vi denna tid använde man s.k. balansångmaskiner.



Balansångmaskin för direkt pumpning av vatten i en gruva. Först låter man fylla cylindern med ånga. Pannan stängs av från cylinder och man sprutar in kallt vatten i cylinder. Ångan i cylinder kondenseras och ett kraftigt vacuum uppstår i cylindern som drar ner kolven och armen till pumpkolven som drar upp vatten från gruvan. Processen upprepas där efter igen och man släpper in ånga i cylindern där kolven då går upp i sitt översta läge. Ångpanna är inte särskilt bra konstruera ur tryck och hållfasthets synpunkt. Därmed uppstod många pannexplosioner med flera personskador och olyckor med dödlig utgång.



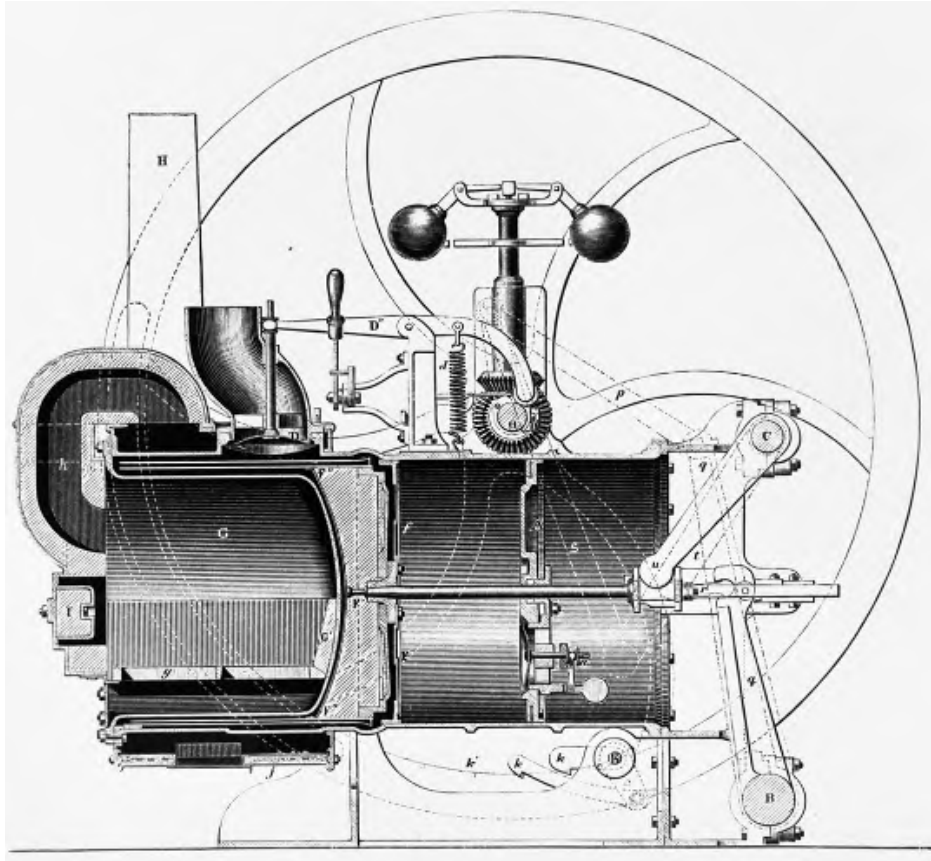
Detta är en av de fåtal bevarade balansångmaskiner i Sverige för vattenpumpning. Den har pumpat vatten i Dannemora gruva och togs tillvara och ställdes upp på Tekniska Museet i Stockholm. Maskin är utvecklad med fördelningsslid av ångan till ångcylindern, vilket innebär att maskinen kunde arbeta kontinuerligt med minimal mänskligt handhavande.

Trots att Stirlings varmluftsmaskin hade dubbelt så hög verkningsgrad som dåtidens ångmaskiner blev inte framgången så stor som man hade trott. Stålplåten till ångpannorna fick en kraftig kvalitetsförbättring, då man börjat använda den s.k. Bessemermetoden att framställa stål.

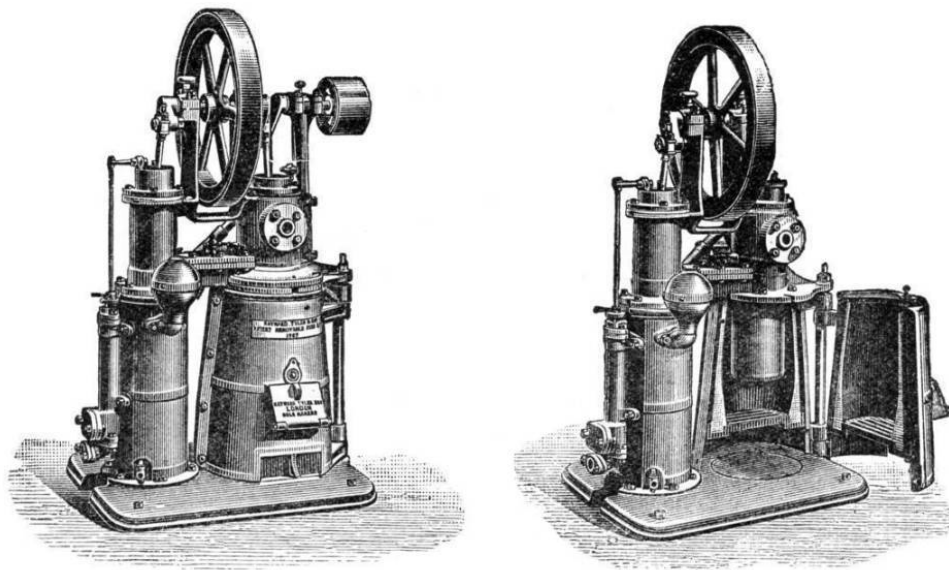
Bessemermetoden eller bessemerprocessen är en metod för framställning av götstål, patenterad av den engelske ingenjören Henry Bessemer 1855. Metoden går ut på att "färska" flytande tackjärn till smidbart stål. Genom att blåsa luft genom smältan oxideras det kol, mangan och kisel jämte delar av järnet.

Man insåg att ångpannornas utformning även borde förbättras med tanke på att man vill använda högre tryck och därmed minska dimensionerna på ångcylindrarna.

Därför försvann mycket av intresset för Robert Stirlings varmluftsmaskin. Det fanns även två andra uppfinnare som byggde varmluftsmaskiner, nämligen den svenske uppfinnaren John Eriksson och amerikanen Aleksander Rieder. John Erikssons maskin var färdig 1830 och Rieders maskin var en förbättring av Erikssons maskin som blev tillgänglig så sent som 1870.



John Erikssons varmluftsmaskin



En amerikansk varmlufts maskin tillverkad av Aleksander Rider
Dessa varmluftsmaskiner hade låg verkningsgrad och låg effekt då de arbetade mot luftens omgivningstemperatur samt med låga tryck, varför deras användningsområde var begränsat. I Sverige används dem för att pumpa vatten till vattentornen vid järnvägsstationerna. Ångloken konsumerade stora mängder vatten, men varmluftsmaskinerna pumpade hela tiden upp vatten till tornen dag som natt.



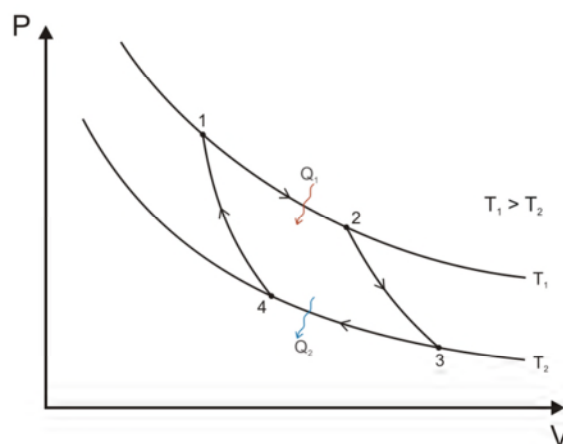
En amerikansk maskin som eldas med ved. Det finns fortfarande en del av dessa maskiner bevarade och är populära bland samlare.

Man tappade intresset för Sterlings varmluftsmaskin även om den hade en för sin tid högre verkningsgrad än dåtidens ångmaskiner. Ångmaskinerna utvecklades att använda högre tryck och man expanderade ångan i flera steg s.k. kompundering. Ångpannorna förseddes med överhettning av ånga, vilket bidrog lägre bränsleförbrukning.

Den verkliga dödsstöten för Stirlings varmluftsmaskin skedde i slutet av 1800-talet då Diesels motorkonstruktion blev allmänt tillgänglig. Den hade redan från början högre verkningsgrad än alla dåtidens motorer och ångmaskiner. Flytande bränsle blev allmänt tillgängligt för alla utvecklade motortyper.

I mitten av 1800-talet var det en fransman med namnet Carno som var den som teoretiskt studerade olika värmemaskinernas processer och som teoretiskt utvecklade matematik för att förklara hur processerna fungerade

Carnot cykel är en teoretisk termodynamisk cykel som föreslagits av Sadi Carnot 1824 och kompletterats med andra under 1830-1840 talet. Det ger en övre gräns för den effektivitet som alla klassiska termodynamiska maskiner/motorer kan uppnå under omvandlingen av värme till arbete, eller omvänt. effektiviteten i ett system, är att skapa en temperaturskillnad (t ex kylning eller värmning) genom applicering av mekaniskt arbete till systemet. Det är inte en faktisk termodynamisk cykel, men är en teoretisk konstruktion.



Carnots Cykel presenterad i ett tryck-Volym diagram

Detta är Carnots presentation av en ideell värmemaskin/motor. Den optimala energimängden man kan utvinna är ur en process är ytan mellan de två isotermska kurvorna T_1 och T_2 . **Isoterm** är en termodynamisk process som förlöper vid konstant temperatur. För dem som sysslat med förbränningsmotorer och tagit indikatorgram på en motor känner igen processen även om en förbränningsmotors arbetsytan är väsentligt mindre pga. olika förluster. Ur ett indikatorgram kan utläsas en motors verkningsgrad samt motorns kondition.

Nicolas Léonard Sadi Carnot, född 1 juni 1796 i Paris, dog där 24 augusti 1832. Han var en framstående fransk fysiker. Genom sitt arbete med att beskriva den teoretiska bakgrunden till värmemaskiner anses

han ha lagt grunden till den moderna termodynamiken. Sadi Carnot föddes i Paris 1796, som son till militären och matematikern Lazare Nicholas Marguerite Carnot. Fadern döpte honom efter den persiske poeten Shaikh Sa'di. Hans yngre bror Hippolyte Carnot skulle senare bli en framstående statsman och far till Marie François Sadi Carnot, Frankrikes president mellan 1887 och 1894. Mellan 1812 och 1814 studerade han vid École polytechnique, där han undervisades av professorer som Louis Joseph Gay-Lussac, Siméon Denis Poisson och André-Marie Ampère. Efter examen inledde han en karriär inom det militära som ingenjörsofficer och blev underlöjtnant. Av politiska skäl lämnade han militären 1819 och kom sedan framförallt att ägna sig åt studier, främst av värmemaskiner. Han återvände dock även till det militära mellan 1826 och 1828, då som kapten.

Carnot publicerade endast ett arbete, ***Réflexions sur la puissance motrice du feu*** ("Reflektioner om eldens rörelsekraft", 1824), men detta kom att få stor betydelse för utvecklingen av termodynamiken. Vid det här laget hade utvecklingen av ångmaskinen nått ganska långt och tidigare versioner av förbränningsmotorn hade börjat dyka upp, men fortfarande var mycket lite känt om dessa maskiners teoretiska bakgrund.

” Om och endast om en temperaturdifferens föreligger kan arbete alstras genom värme. ”

Genom att betrakta en ideal värmemaskin, en så kallad Carnotprocess, visade Carnot också att maskinens verkningsgrad enbart är beroende av de två temperaturer som maskinen arbetar mellan. Genom att han utgick från en ideal process kunde han säga att detta är den högsta teoretiska verkningsgrad en värmemaskin kan ha. Denna har kommit att kallas Carnotverkningsgrad. Han antog dock felaktigt att värme inte kan omvandlas till arbete och tvärtom, något som rättades av Rudolf Clausius 1850. Utifrån bevarade anteckningar tyder dock mycket på att Carnot även själv gjort denna insikt, men valt att ändå publicera verket. Då entropi begreppet ännu inte introducerats av Clausius 1865, utgick Carnot också från caloric i sina beräkningar. Trots detta kom han mycket nära att beskriva termodynamikens andra huvudsats.

Carnot dog i en koleraepidemi 1832, endast 36 år gammal. Hans arbete väckte knappt någon uppmärksamhet under hans levnadstid. Uppmärksamheten kom istället senare, inte minst när vetenskapsmän som Rudolf Clausius och Lord Kelvin började använda sig av hans

slutsatser, och det räknas numera som ett av de viktigaste verken för utvecklingen av den termodynamiska vetenskapen. Hans arbete utvecklades även av Émile Clapeyron. Robert Stirlings uppfinning visade sig vara den process som närmast följde Carnos teoretiska modell.

Återfödelse av Stirlingmotorer berodde nästan helt på de anställdas arbete på Philips Research Laboratory i Eindhoven. Arbetet med små Stirlingmotorer började där i mitten av 1930-talet. Målet var att ge liten, tyst, termiskt aktiverad, elektrisk effekt generator för radioapparater i områden i världen, utan ordinarie strömförsörjning. Det sägs valet mellan ånga och varmluftsmotorer gjordes efter ett besök på Tekniska Museet i Paris, av de tekniska direktörerna Philips laboratoriet där man såg några av de gamla varmluftsmotorerna visas. Man trodde, med rätta, att moderna material och teknik kan höja varmluftsmotorn effektivitet till en framtida motor med oanade framtidsmöjligheter.

Arbetet med Stirlingmotorerna fortsatte under den tyska ockupationen under andra världskriget men den första informationen om deras framsteg släpptes strax efter kriget. Brilliant forskning och teknik hade resulterat i utvecklingen av små generatoraggregat vida överlägsen någon av de gamla varmluftsmotorerna. Men 1950-talet uppfinningen av transistorer och förbättringar av torrbatterier eliminerade det ursprungliga behovet av ett generatoraggregat.

Philips ingenjörer fortsatte att utveckla sina motorer bl. annat genom vevrörelsens 'rombiska drive' och rull sock tätning som en utvecklingen av för en familj en och flercylindriga motorer varierande från några få hästkrafter upp till hundratals hästkrafter.



Detta är ett Philips Stirling Motor från 1952 på 300 watt med en hastighet av 1500 v/min. Man har en bränsletank med fotogen och motorn värms externt med en fast monterad blåslampa. Med en fotpump för cyklar, pumpar man upp trycket i bränsletanken och tänds blåslampan. Efter en ganska kort stund dra man i svänghjulet runt med ett startsnöre och motorn startar och börjar tillverka ström till radioutrustningen. En inbyggd luftpump håller nu trycket kontinuerligt till brännaren.

Motorn var utmärkt att använda i militärt syfte för den är nära nog ljudlös och vibrationsfri. Enda ljudet är från blåslampan.

Tyvärr avstannade utvecklingen hos Philips. Man hade stora problem med vevrörelsen och tätningen av Heliumgasen i cylindrarna. Efter en tid sålde man licenser till olika företag för att utveckla motorn.

Stirlingmotorn har en annan fördel att den kan användas som kylmaskin och värmepump.

År 1958 General Motors Corporation i Detroit gjorde ett licensavtal med Philips som fortsatte fram till 1970. De var intresserade av att använda Stirlingmotorer för rymden och undervattens kraft, fordon och ytfartygs framdrivning samt stationära kraftanläggningar.

Efter att General Motors fått licensavtalet med Philips, blev Ford Motor Co. i Detroit licenstagare (1971) och efter några förarbeten och utvärderingar påbörjades (1977) en sju år omfattande utvecklingsprogram för Stirlingmotorer, avsedda för fordon finansierade av US Department of Energy.

I början av 1960 uppfanns frikolvs-stirlingmotor av William Beale, professor vid Ohio University, Athens, Ohio, och med anmärkningsvärt målmedvetna ändamål, bringas anordningen till kommersiell produktion i form av en liten demonstrationsmotor i tidigt 1970-tal. Betydande arbete av miniatyrmotorer för konstgjorda hjärtan har finansierats i över ett decennium av de amerikanska National Institutes of Health. Som en följd av allmänhetens oro om buller, luftföroreningar och energibesparing har under de senaste åren ökat intresse för Stirlingmotorer som mikrokraftvärmeheter.

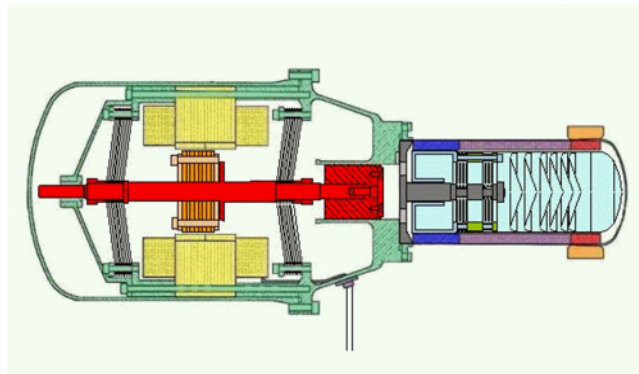
Motorerna har nu utvecklats att använda konventionella vevrörelser och flercylindersystem allt efter det aktuella kraftbehovet.

I cylindrarna är kolv tätningarna utförda av speciella teflon och plastmaterial. Man har numera upp till 80 bar i de slutna cylinder systemen så det är viktig att ha god tätning. I vissa system trycksätter man vevhusen med samma eller högre tryck för att undvika läckage från cylindrarna men trots allt måste det finnas en tätning utåt atmosfären vid utgående kraftöverföringsaxlarna..

Man använder Helium som mediagas med hög renhet vilket innebär att inga smörjmedel behövs i cylindrarna. Olja skulle förorena gasen och orsaka koks bildningar i den varma delen.



Detta är en s.k. frikolvmotor som endast har en upp/nedåtgående kolv som i botten driver en generator.



Frikolvs motor som inte roterar utan går fram och tillbaka.
Den vänstra delen är en s.k. linjär generator där rotorn går fram och tillbaka i statorlindningen. Till höger är själva Sterlingdelen, Den värmda delen är längst till höger och den blå delen är den kalla delen.

Elementen i en Stirling-motor innefattar två utrymmen som vid olika temperaturer hos gasvolymerna kan varieras cykliskt och vilka är förbundna genom en regenerativ värmeväxlare och hjälpvärmeväxlare. Dessa enkla element kan kombineras på ett brett spektrum av mekaniska arrangemang.

Den nyckel som identifierar egenskap hos alla regenerativa system är det sätt på vilket flödet av arbetsmedia/gasen styrs. Det finns två möjligheter vid vilket flödet kan regleras antingen genom ventiler eller av volym förändringar. I många avseenden är två typer av dessa maskiner liknande, men i detaljerna i konstruktion, drift och användningsområden, är de ganska olika. Ventiler för flödesreglering på ena sidan ökar flexibiliteten i styrflödet men å andra sidan bidrar till den mekaniska komplexiteten hos systemet.

Stirlingmotorer är regenerativa motorer där flödet styrs av volym förändringar. Maskiner där flödet är kontrollerat av ventiler kallas Ericsson motorer. Såvitt känt, är alla motorer konstruerade av Robert Stirling en sluten cykel, där flödet styrs av volymförändringar, medan John Ericsson tillverkade båda typerna av maskinerna.

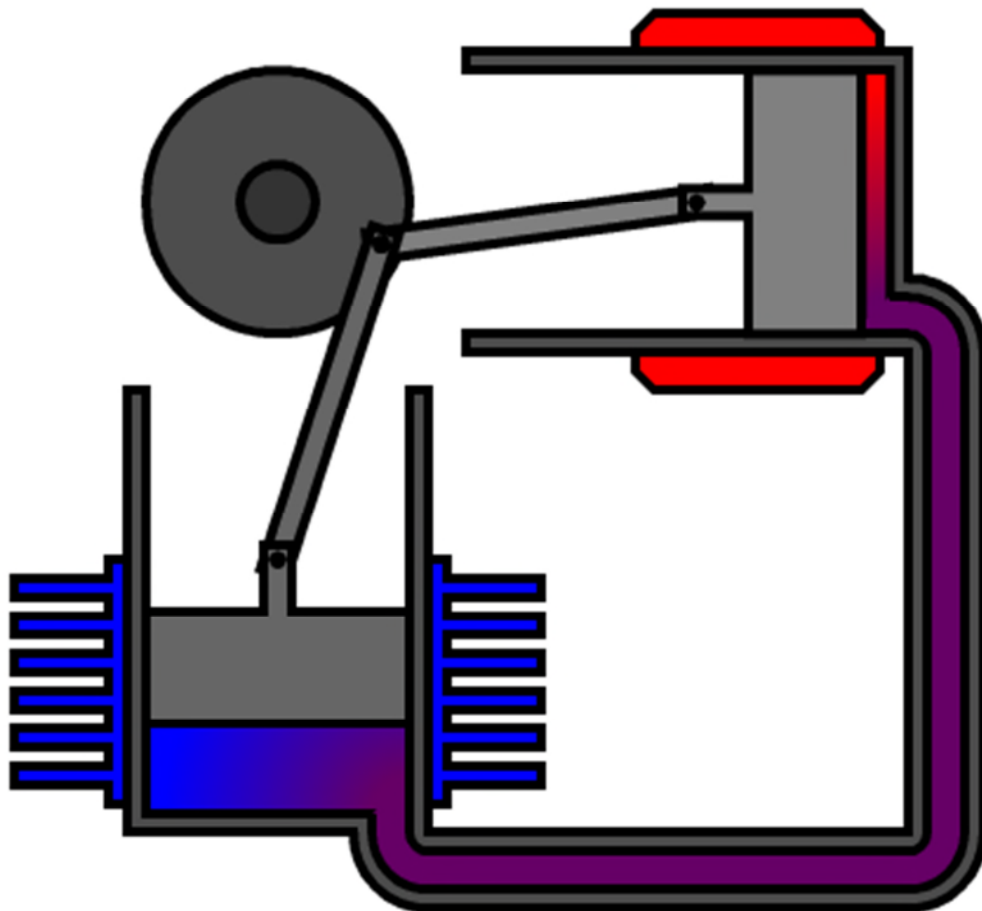
Stirlingmotorer kan grovt klassificeras i två distinkta konstruktioner, som: (a) enkelverkande eller (b) dubbelverkande motorer.

Enkelverkande motorer är en sammansatt konstruktion av expansionsutrymmet, där kompressionsrummet och tillhörande värmeväxlare är monterade i en eller två cylindrar, med två fram- och återgående kollement, varav en måste vara en arbetskol. Den andra kan vara en kol eller ett annat volym förskjutningsorgan. Varje konstruktion utgör ett komplett system, som arbetar oberoende av alla andra enkelverkande system och som kan kopplas på en gemensam vevaxel eller annan rörlig mekanism.

Philips rombiska-drivmotorn, som uppfanns av R. Meijer, är ett exempel på en enkelverkande Stirling-motor. Rombiska motorer har gjorts i storlekar från miniatyr motorer med uteffekter av några få watt till stora motorer av 100 hästkrafter per cylinder. De kan fungera som motorer encylindriga eller i flera enheter arrangerade i ett gemensamt vevhus. En välkänd flercylindrig, rombisk-drivmotor, var Philips Type 4-235, fyrcylindrig in-line motor, vilken installeras som drivmotorn i en DAF-buss.

Dubbelverkande motorer är sammansättning av flera cylindrar anordnade så att expansionsutrymmet av en cylinder är förbunden genom den tillhörande värmeväxlaren till kompressionsutrymmet belägen i en intilliggande cylinder. Det finns ett fram- och återgående kol-förskjutnings element per cylinder. Den stora fördelen med en dubbelverkande motor är, att antalet fram- och återgående rörelserna är halva det antal som krävs i en enkelverkande maskin. Detta innebär en förenklad rörelse/vev mekanism och till lägre kostnad. Den största nackdelen är den begränsade flexibiliteten i design och i mindre utsträckning motorns driftsförhållande.

Alla befintliga arrangemang för enkelverkande Stirling-motor kan förenklat klassificeras i två grupper: (a) två kolvs maskiner, (b) kolvförträngningsmaskiner. En ytterligare underindelning kan göras i den senare gruppen mellan maskinerna i vilka kolven och gasförflyttningsanordningen arbetar i en enda cylinder, och de i vilka separata cylindrar är anordnade. Den huvudsakliga skillnaden mellan en kolv och en gasförflyttningsanordning är att det finns en större tryckskillnad mellan de övre och undre ytorna på kolven än på gasförflyttningsanordningen. Den "kolv" som verkar som gasförflyttningsanordning, påverkar inte gasen utan endast förskjuter den från den ena varma sidan till den andra kalla sidan och vice versa..



En principiell funktionsbild av Stirlingmotorn.

Den övre kolven är den s.k. förflyttningsanordning för gasen i det slutna systemet. Är monterad i den varma delen som uppvärms på något sätt, med sol, gas, pellets etc. Den övre "förflyttningskolven" förflyttar den varma gasen över till den undre kolven(arbetskolven) via en värmeväxlare där gasen kyls ner. Detta sker växelvis och arbetskolven driver maskinen. Gasen förflyttas på samma sätt från den varma till den kalla sidan och tvärtom.

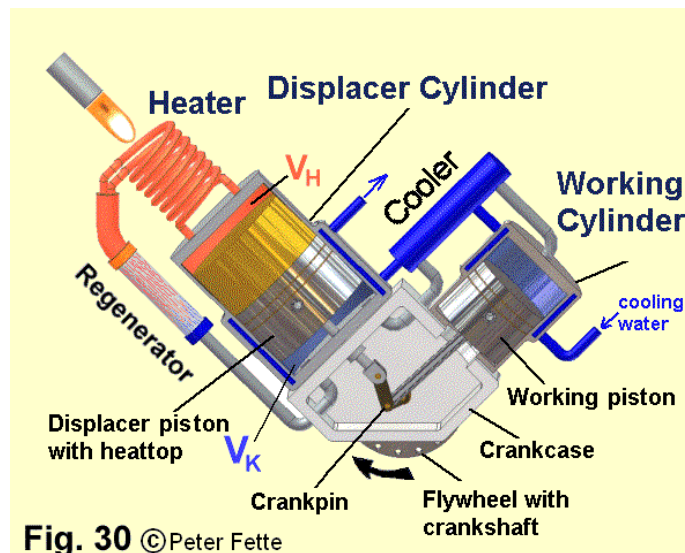


Fig. 30 © Peter Fette

Så här kan en verklig motor fungera. Den vänstra kolven förflyttar gasen från den heta sidan genom en värmeväxlare till arbetskolven på högra sidan kalla sidan som driver motorn.

Stirling motorns utvecklingsfaser

20 år efter att Philips gjort sina försök med olika motorer och sålt patenträttigheterna till olika företag så tecknade svenska staten ett avtal att tillverka motorena för gruvfordon. Man satsade en miljard sv kr.på projektet, som visade sig inte fungera. 1960 bildades företaget United Stirling med säte i Linköping och Malmö. Man övertog patenträttigheterna från staten och hade som första projekt att tillverka aggregat för husbilar som var mindre lyckat p.ga oljekrisen. Det tillverkades några få antal generator aggregat till Televeket och Försvarets Fortifikations Verk. 1988 övertogs företaget av Kockums i Malmö och man började utveckla Stirlingmotorer till U-båtar, Detta blev och är än idag en stor succé. Dessa motorer gå på ren syrgas tillsammans med dieselolja vilket inne bär att man kan ligga länge under vatten utan att synas och ladda sina batterier. Vidare är motorerna så ljudlösa och vibrationsfria att de är mycket svåra att spåra och upptäcka. Man har gjort övningar i San Diego i USA med US Navy, som hade svårt att över huvudtaget hitta de svenska U-båtarna. Idag har man leverart U-båtar bl. annat till Japan och Singapore.

Man har även levererat mindre motorer till solkraftverk i USA.

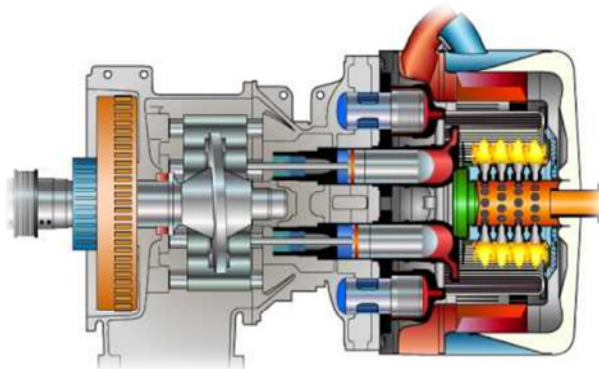
Motorerna är numera flercylindriga och U-båtsmotorerna har fyra cylindrar. Det tyska företaget Solo, har fått licens på att tillverka en tvåcylindrig variant benämnd V-160, som ett minikraftverk för villor där man lokalt kan producerar både el och värme. Ett amerikanskt bolag fick 1997 licens på att tillverka en 4-cylindrig motor på 25 kW att användas för elgenerering med hjälp av sol parabol.

Två svenska nybildade företag Ripass Energy och Cleanergy i Åmål har startat upp att tillverka motorer för drift med solenergi, gas eller till och med fasta bränslen.

Tidigare var både Kockums och United Stirling samt Karlskrona Örlogsvarv ägt av tyska företag. Efter hårda och hemliga förhandlingar lyckades SAAB koncernen tillsammans FFV återköpa samtliga delar i svensk ägo. FFV tillsammans med svensk beväpnad militär gjorde ett intrång på Kockumsområdet och beslagtogs allt som hade med Sterlingmotorernas tillverkning att göra. Det var stor turbulens och man lyckades till slut komma överens. Många av de ingenjörer och höga tjänstemän slutade och övergick till det nybildade företaget Ripasso som har sin tillverkning förlagd till f.d. Scantias verkstäder i skånska Glimåkra, Man har nu utvecklat Stirling konceptet för motorer från några kilowatt upp till ca 10 kW effekt. Man har en stor Sterlingmotor som värms av solen via en parabol i Kalahariöken i Syd Africa. Det är flercylindriga motorer med brännkammare som består av smala värmehållfasta stålrörs slingor, Vev rörelsen är också mycket speciellt utformad. Jag visar nu på följande bild deras motorkoncept.



Här har man valt att använda två vevaxlar



En annan tillverkare har valt ett annat koncept att överföra kolvarnas rörelse till utgående generatoraxel.

Ett annat tyskt företag Sener Tech har tillverkat färdiga el och värmeaggregat för vanliga villor med hjälp av ett Stirlingmotor aggregat.

En kraftenhet, som är en decentraliserad enhet, driven av ett förbränningsmotor system som genererar elektricitet och utnyttjar spillvärmén. När du använder en kraftvärmepanna är alltid el och värme det samma, det vill säga, kopplad till två grundläggande element, som är en drivmotor och en elektrisk generator. Motorerna kan drivas från 30000 till 100000 timmar med smärre service.

Detta kraftvärmeverk (BADGER HKA) tillverkat av SenerTec som samtidigt genererar värme och el. Det beprövade konceptet av kraftvärme, står för ekonomisk och ekologisk energiproduktion, vilket gör konsumenten oberoende från lokala energileverantörer. The Badger är ett litet kraftpaket (CHP) som också är lämplig för flerfamiljshus och på grund av dess kompakta storlek, som ett effektivt komplement till konventionell alstring av elektricitet i stora kraftverk och värme i pannan. SenerTec garanterar säkerhet och tillförlitlighet. Det kompakta energisystemet har utvecklats under en period av tio år från den berömda företaget Fichtel & Sachs och testats i 130 fältutrustningar. SenerTec GmbH grundades 1996. Hittills har man över 13.000 anläggningar i drift.

Den höga kvaliteten på installationen av SenerTec aggregat har redan skapats i de enskilda komponenterna och deras samverkan: Hjärtat är en specialdesignad motor, som driver en asynkron generator. Den genererar el under körning av generatorn, tillför värme till uppvärmningskretsen och uppvärmning av vatten i flera värmeväxlare.

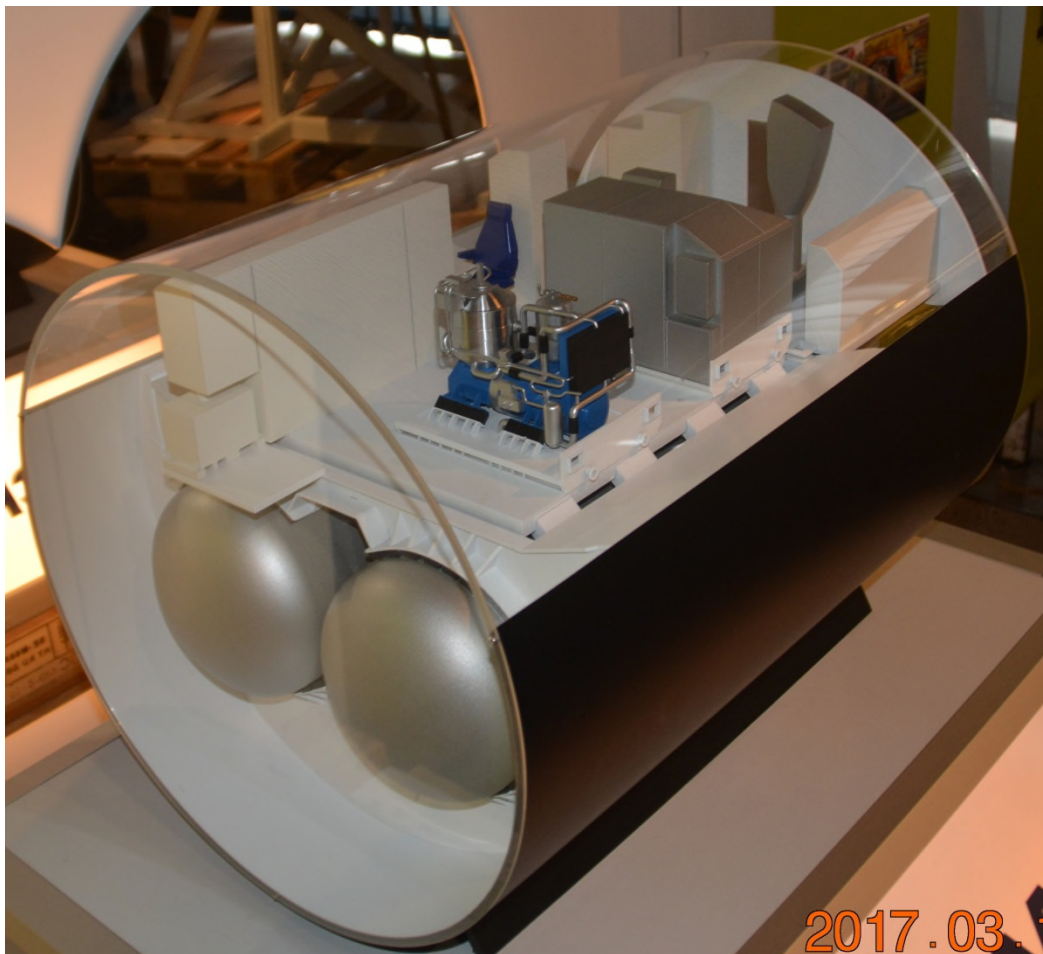


En helt komplett från Sener Tec inklusive ackumulator tank.

Som avslutning skall jag visa en bild av Kockums U-båtsmotor samt några andra mindre motorer och bilder från deras utställning på Malmö Museum. En enhet är på 75 kw eleffekt.

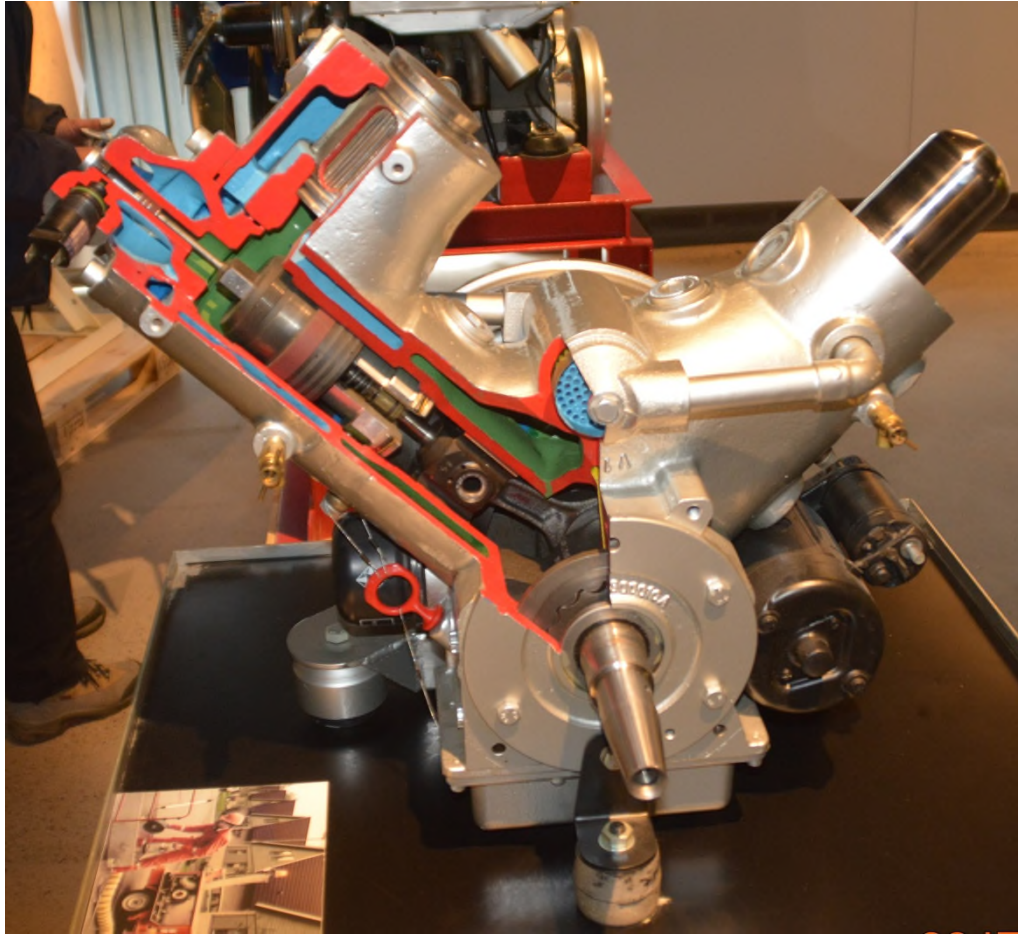


Den 4-cylindriga U-båtsmotorn som ett generator aggregat. Kan finnas upp till 3 i en och samma U-båt



Här är en modell av en färdig kraftenhet med 2 Stirlingmotorer. Dessa sektioner byggs separat och svetsas in som en sektion i den färdiga U-båten.

2017.03.11



Denna motormodul benämndes V-161 och utvecklades på 1970-talet samt monterades in i några av Televerkets transportabla generatoraggregat, och några husbilar i USA. En utvecklad variant tillverkas idag av Cleanergi i Åmål samt tyska företaget Solo kraftblock för villor m.m. Motorn är 2-cylindrig med en cylindervolym på 1,3 liter och avger 10kw(13,5 hk)



En annan modell. Närmast ser man brännkammarens isolering och skymtar stålröret inuti till motorns värmeupptagande del.



United Stirling utvecklar Stirlingmotorer för bilar.

Fordonsmotor från 1980-talet. En 4-cylindrig motor som utvecklades hos Ford i Tyskland. V4X-konstruktionen (bilden ovan) har Saabs V4-motor från Ford i Köln som basenhet. V4X-motorn togs fram i flera varianter - X1, X2, X31 och X36.



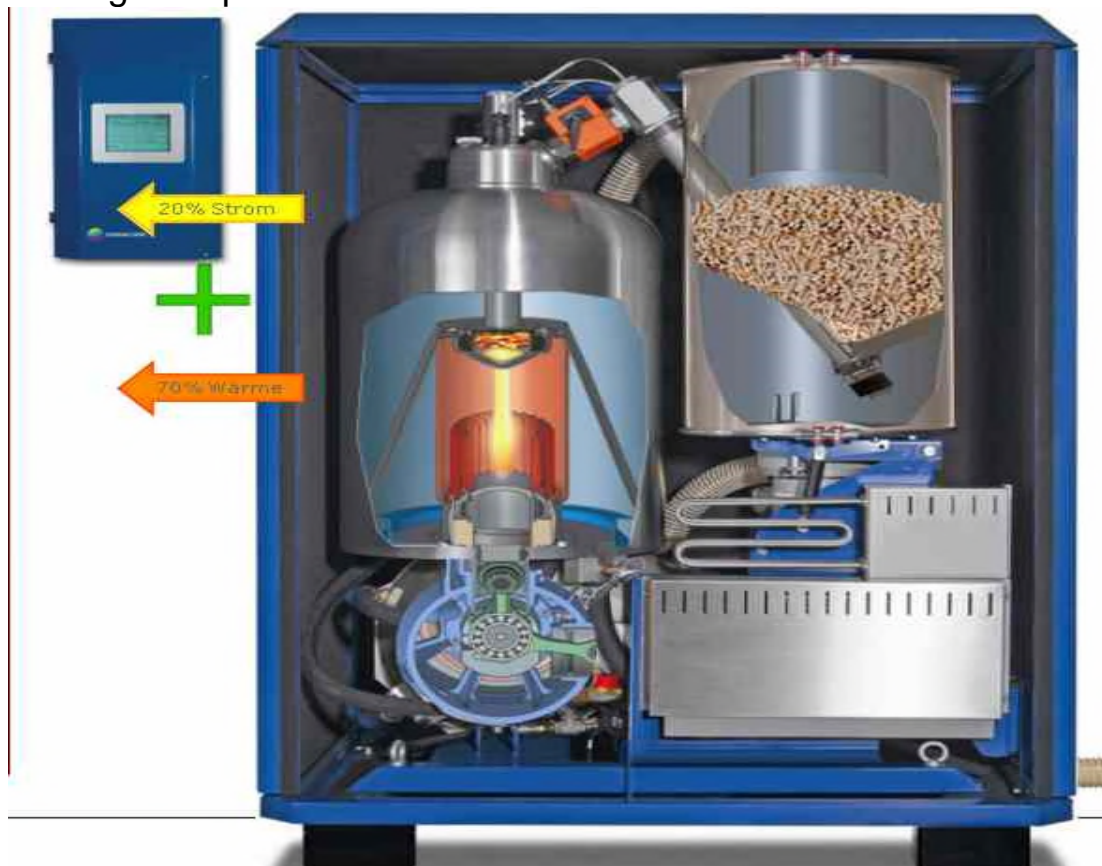
Här en genomskärningsbild på fordonsmotorn



200 Jahre
ist die Erfindung alt.

20 Jahre hat es gedauert bis die Lösung gefunden wurde. Ein moderner Holzpellet-Ka-Feld mit vertikaler Pellets-Kombi-Heizung ist ein einzigartiger der neuesten Generation. Das ist die kleinste mit Pellets in Strom zu wandeln. Damit jede Stunde, die Sie verbrennen, bekommen Sie Energie mit 1,2 bis 1,5 kWh Energieerzeugung.

En annan motor från Nya Zeeland som säljs i Tyskland för att användas för eldning med pellets benämnda SUNMACHINE



Enligt tillverkaren ett helautomatiskt aggregat för pellets kopplad till ett pelletsförråd samt till en ackumulatortank. Man säger 20 % el och 70 % värme. För den som är närmare intresserad finns databladet på följande sida.

Datasheet Sunmachine-Pellet

1.0 CHP unit

Electric power fed to grid: ----- approx. 3 kW (electric output)

Thermal power: approx. ----- 10.5 kW (thermal output)

Efficiency (electric): ----- approx. 20 %

Overall efficiency: ----- approx. 90 %

CHP coefficient: ----- 0.286

Flow temperature: ----- 50 - max.75° C / 122 - max.162° F

Return temperature, max. ----- 60° C / 140° F

optimal return temperature: --- 30° C / 86° F

Sound emission: ----- approx. 49 dB

Color: ----- RAL 5001 (blue-green)

Weight: (without covering): --- approx. 410 kg / approx. 903.89 lbs

Dimensions LxWxH in mm / inch: 1160x760x1590 / 45.7"x30"x62.6"

1.1 Burner unit

Fuel: woodpellets, DIN plus (german industrial standard)

Power: 14.9 kW fuel provided

Maintenance interval: recommended once a year or every 3,500 operating hours

1.2 Stirling engine

Cylinders: 1

Cylinder capacity: 520 ccm / 31.73 cubic inch

Speed range: 500 - 1,000 rpm

Working gas: nitrogen

Working pressure: max. 40 bar / max. 580 PSI

2.0 Input with inverter

Feed to grid: single phase 230 Volt 50 Hz

Grid control: 3 phases through build-in grid disconnecting device

2.1 Inverter

Nominal output: 3.4 kW

Peak capacity: 3.8 kW

Input voltage: 350 - 750 Volt

Efficiency: max. 95.7 %

Power factor cosPhi: 0.997

3.0 Control Unit

Interface: graphic touchscreen display

Interface RS 232: suitable for modem and PC (readout of important data)

Optional: 3 heating circuits and one warm water controllable,
switching output for peak load demand

4.0 Feed

Pellet-supply-container: approx. 50 l / approx. 13.2 US gallons

Pellet feed from storage room / bag - silo / via vacuum delivery with internal day /
night control

subterranean tank to sunmachine: (closed system)

5.0 Exhaust

Exhaust: Exhaust gas routing after request with solid fuel boilers condensate

6.0 Recommended heat-store stratified storage: min. 1,000 liters / 264 US
gallons incl. heating rod 9 kW