

Ecorun

Teelicht-Stirling-Motor / Candle Stirling Engine



Before running the engine please read this instruction manual carefully.

Attention: The Stirling Engine **Ecorun** is not a toy and not suitable for children.

Safety Instructions

Running this engine the same safety precautions are needed as handling open fire and flames. Never leave the operating engine and burning candle without supervision. As the temperature of the engine's top and bottom plate will rise above 100 degree Celsius don't touch them during the operation.

Exergia does not assume any responsibility for damages and injuries occurred due to the operation of this engine.

Introduction

In 1815 during the early days of the Industrial Revolution looking for an alternative concept for the established steam engines the brothers James and Robert Stirling invented their so called Stirling Engine and built a first prototype. Because this type of engine used air instead of steam as a working fluid it avoided the risk of explosion of the steam engines of these days.

The Stirling engine is a heat engine that is vastly different from the internal-combustion engine in your car or a steam engine. It has the potential to use any heat source as „fuel“ like waste heat and solar energy. As the limitation of our fossil energy resources became obvious, scientists and engineers recalled the old Stirling principle to use alternative energy sources. During the 80's of the last century prof. I. Kolin (University of Zagreb), prof. J. Senft (University of Wisconsin) and others developed the first engines based on the adapted Stirling principle running with a temperature differential below 20 degrees Celsius. Thereby the possibility of designing a Stirling engine powered by low temperature heat was pointed out.

The Stirling **Ecorun** shows the realization of these concepts in form of an extraordinary engine, which demonstrates the conversion of low temperature heat into mechanical work.

Vor Inbetriebnahme bitte diese Anleitung sorgfältig lesen.

Achtung: Der Stirling-Motor **Ecorun** ist kein Spielzeug und nicht für Kinder geeignet!

Sicherheitshinweise

Der Betrieb des Motors erfordert die gleichen Sicherheitsvorkehrungen wie der Umgang mit Feuer und offenen Flammen. Den Motor beim Betrieb und brennender Kerze niemals unbeaufsichtigt lassen. Die farbigen Gehäuseplatten während des Betriebs niemals berühren, da sie Temperaturen von über 100 Grad Celsius erreichen können – Verbrennungsgefahr!

Exergia übernimmt keinerlei Haftung für mögliche Schäden und Verletzungen, die sich aus dem Betrieb des Motors ergeben.

Einführung

Auf der Suche nach einer Alternative zur etablierten Dampfmaschine entwickelten die Brüder James und Robert Stirling im Jahre 1815 ein neues Motoren-Konzept. Dieser Motor verwendete Luft als Arbeitsmedium und vermied damit das Explosionsrisiko der Kessel der damaligen Dampfmaschinen.

Im Gegensatz zu den üblichen Otto- und Diesel-Motoren findet beim Stirling-Motor keine interne Verbrennung statt. Er wird lediglich durch Zufuhr von externer Wärme betrieben und ist daher zur Nutzung regenerativer Energiequellen wie beispielsweise Biomasse und Solarenergie geeignet. Diese Eigenschaft ist es, die den Stirling Motor heute bei der Suche nach alternativen Energietechniken wieder interessant macht. In den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurden von Prof. I. Kolin (Universität Zagreb), Prof. J. Senft (University of Wisconsin) und anderen erstmals Stirling-Maschinen realisiert, die durch Temperaturdifferenzen im Bereich von ca. 20 Grad Celsius und darunter angetrieben werden konnten. Damit waren Konzepte aufgezeigt, den Stirling-Motor auch zur Nutzung von Niedertemperaturwärme einzusetzen.

Der Modell-Motor **Ecorun** ist von diesen Konzepten inspiriert und veranschaulicht die Umwandlung von Niedertemperaturwärme in Bewegungsenergie.

Design

The **Ecorun** Stirling engine consists of these main units:

- Main working space
A red and blue coloured aluminium plate with rubber sealing connected to a white millboard ring with screws and nuts.
- Working piston
A graphite piston running in an aluminium cylinder with a sealed connection to the main working space.
- Displacer piston
A polyurethane foam disc with a rod inside the main working space – not visible.
- Crankshaft and propeller
Two rods connect the crankshaft to the displacer and power piston – phase difference between sinusoidal movement of the pistons is about 90 degree
- Rack with candle

Function

The red bottom plate of the engine is heated up by the candle in the rack. When the displacer piston moves up air flows through it down to the bottom plate and is warmed up. On its way back to the top plate of the engine hot air streams through the displacer piston and is cooled by the aluminium top plate. The periodic change of the air's temperature causes a variation of its pressure, because it is encapsulated in the engine's housing. This results in a periodic force on the working piston on top of the engine. This force is transmitted by the connecting rod and crankshaft to the propeller (flywheel) and converts the up-and-down movement of the working piston into a rotational movement. As the expansion of the hot air through the power piston gives more work than it is spent by compression of "cold" air the surplus is the useful work on the working shaft. The displacer itself gets the power for its movement from the rotating propeller via a second connecting rod.

Operating Instructions

Before starting be sure that your setup is on a fireproof base and in a dry and dust free surrounding. Put the food warmer candle into the rack, light the candle and set the engine centred on top of the rack above the burning candle. After 2 to 3 minutes flip the prop in a clockwise direction (assuming you are looking toward the hub of the prop). The **Ecorun** engine should start immediately and will run more than three hours, i.e.

Aufbau

Der **Ecorun** Stirling-Motor besteht aus den Grundelementen:

- Arbeitsraum
Eine rote und blaue Aluminium Platte mit Silikondichtung und ein weißer Gehäuse-Ring sind mittels Schrauben und Muttern zum Arbeitsraum verschraubt.
- Arbeitskolben
Ein in einem Aluminium Rohr laufender Graphit Zylinder luftdicht verbunden mit dem Arbeitsraum.
- Verdrängerkolben
Eine zylindrischer Polyurethan Schaum mit Verbindungsstange innerhalb des Arbeitsraums – nicht sichtbar.
- Pleuel mit Kurbelwelle und Propeller
Zwei Pleuel verbinden den Arbeits- und Verdrängerkolben mit der Kurbelwelle – die Phasenverschiebung zwischen der sinusförmigen Bewegung der Kolben beträgt ca. 90 Grad.
- Ständerkonstruktion mit Teelicht

Funktion

Die rote Bodenplatte des Motors wird von dem Teelicht erwärmt. Bei der Aufwärtsbewegung des Verdrängerkolbens innerhalb des Arbeitsraumes strömt die Luft durch diesen nach unten und erwärmt sich. Bei der Abwärtsbewegung des Verdrängerkolbens strömt die Luft in die entgegengesetzte Richtung und kühlt sich an der Deckplatte ab. Da der Arbeitsraum gegen die Umgebung abgedichtet ist, führt die periodische Temperaturschwankung zu einer Druckvariation der eingeschlossenen Luft. Diese wirkt als Kraft auf den angekoppelten Arbeitskolben an der Deckplatte. Das Pleuel und die Kurbelwelle übertragen diese Kraft auf den als Schwungrad wirkenden Propeller und wandeln so die Auf- und Abwärtsbewegung des Kolbens in eine Drehbewegung des Propellers um. Da die Expansion der heißen Luft im Arbeitszylinder mehr Arbeit liefert als für die Kompression der abgekühlten benötigt wird, steht die Differenz als nutzbare Arbeit zur an der Welle zur Verfügung. Die Antriebsenergie für den Verdrängerkolben wird dem rotierenden Propeller entnommen und über die Kurbelwelle und ein zweites um 90 Grad versetztes Pleuel übertragen.

Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme des Motors verwenden Sie unbedingt eine feuerfeste Unterlage. Ihre Experimentierumgebung sollte trocken und staubfrei sein. Setzen Sie das Teelicht in die entsprechende Aussparung der Ständerkonstruktion. Nach Anzünden der Kerze wird der eigentliche Motor mittig auf den Ständer über die Kerze gestellt. Nach ca. 2 bis 3 Minuten können Sie den Motor durch eine leichte Drehung des Propeller im Uhrzeigersinn (Sicht auf die Propellernabe)

burning time of the candle. Please note that the dimension of the candle's flame may vary during burning of the candle. This results in a variation of engine's speed between 150 to 300 rpm. Be careful when taking the engine from the rack. Through the heating the engine's bottom plate and the three little plastic pieces on the rack may slightly stick together. So fix the rack with one hand while taking the engine off.

Never use other heat source than the delivered combination of rack with a food warmer candle. This engine is a demonstration model and not made for continuous use!

Maintenance and Troubleshooting

Your engine has been tested and should run out of the box without problems. Treat it carefully and it will last for a long time without special maintenance. The engine does not need any oil. Never oil the graphite cylinder. Always keep the engine dry and dust free.

In general there may be three reasons why the engine does not run:

- Not enough temperature difference
Use a fresh candle for every new run and ensure the flame's length to be 1.5 centimetre at minimum.
- There may be a leak in the engine's sealing
Tight all nuts. Check the displacer rod bush sealing to the upper housing plate. A possible leakage can be fixed with a tiny drop of epoxy glue.
- There might be too much internal friction
The connecting rods are coupled with the crankshaft, displacer and power piston via small cylindrical pins. Ensure that these pins are smoothly running in the drill-holes of the rods.
If moisture gets inside the engine and condenses in the gap between the power piston and cylinder friction will increase dramatically. In this case reassemble the power piston with its connecting rod and dry the piston. Therefore remove the small flexible tube and the metal bead and carefully pull the connecting rod off the cylindrical pin of the crankshaft. After this you are able to pull the piston out of the cylinder. Leave the power piston disassembled for a while to let moisture escape out of the engine's working space.

Have fun with the Stirling engine **Ecorun**!

anwerfen. **Ecorun** sollte dann augenblicklich starten. Eine Kerze ermöglicht eine Betriebsdauer von über drei Stunden. Beachten Sie, dass die Größe der Kerzen-Flamme während der Brenndauer variiert. Dies führt zu sich verändernden Drehzahlen des Motors zwischen ca 150 und 300 Umdrehungen pro Minute. Durch die Erwärmung kann die Bodenplatte leicht an den Gummifüßen der Aufständerung kleben. Halten Sie daher die Aufständerung mit einer Hand fest, wenn Sie den Motor von dieser herunter nehmen.

Verwenden Sie zum Betrieb ausschließlich Teelichter in der vorgesehenen Ständerkonstruktion. Der Motor ist ein Demonstrations-Modell und daher nicht für den Dauerbetrieb geeignet.

Wartung und Fehlerbehebung

Ihr Stirling-Motor wurde vor der Auslieferung getestet und sollte ohne Probleme funktionieren. Bei sorgfältiger Handhabung ergibt sich eine lange Lebensdauer ohne spezielle Wartung. Alle Lager des Motors sind trocken laufend ausgelegt. Geben Sie niemals Öl auf den Graphitkolben. Der Motor sollte in einer trockenen und staubfreien Umgebung aufbewahrt werden.

Sollten dennoch Funktionsstörungen auftreten, gibt es dafür im wesentlichen drei mögliche Fehlerquellen:

- Der Motor wird nicht ausreichend erwärmt
Benutzen Sie ein neues Teelicht und sorgen Sie für eine Flammengröße von mindestens 1.5 Zentimetern.
- Der Arbeitsraum ist undicht
Ziehen Sie alle Hutmuttern am Gehäuse nach. Überprüfen Sie die Dichtigkeit der Lagerbuchse für die Verdrängerstange. Gegebenenfalls die Verbindungsstelle von Lagerbuchse und Deckplatte mit etwas Kleber abdichten.
- Die Reibungsverluste sind zu groß
Die Pleuel sind mit der Kurbelwelle und dem Verdränger- bzw. Arbeitskolben über kleine Zylinderstifte verbunden. Stellen Sie sicher, dass die Zylinderstifte problemlos in den Bohrungen der Pleuel laufen.
In das Motorgehäuse eingedrungene Feuchtigkeit kann in dem Spalt zwischen Arbeitskolben und Zylinder kondensieren und zum Blockieren des Kolbens führen. Demontieren Sie in diesem Fall die Einheit Arbeitskolben mit Pleuel und trocknen Sie den Graphitkolben. Dazu entfernen Sie das kleine Schlauchstück und die Metallperle von dem äußeren Zylinderstift der Kurbelwelle. Danach können Sie das Pleuel vom Stift abziehen und zusammen mit dem Arbeitskolben demontieren. Den Motor eine gewisse Zeit zum Entweichen etwaiger Restfeuchte geöffnet lassen.

Viel Spaß mit dem Stirling-Motor **Ecorun**!