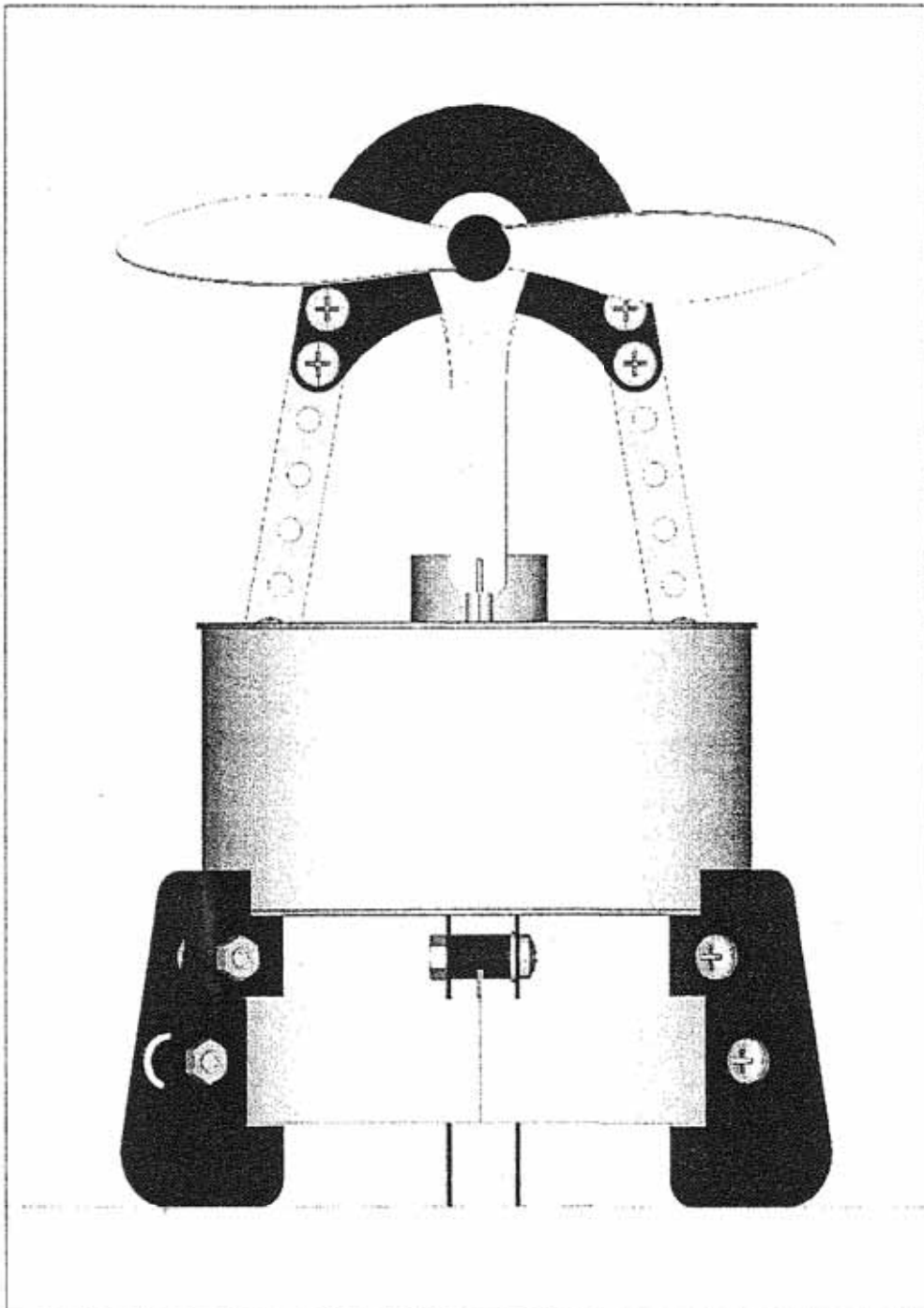


# ecorun2.0

Teelicht-Stirling-Motor / Candle Stirling Engine



Before running the engine please read this instruction manual carefully!

Attention: The Stirling Engine ecorun2.0 is not a toy and not suitable for children.

### Safety Instructions

When running this engine use the same safety precautions as for open fire and flames. Never leave the engine running or the candle burning un-supervised. Never let a stopped engine heat for more than 3 minutes. Don't touch the engine's bottom cover - burn injury hazard.

Exergia is not responsible for any damages or injury occurring during the operation of this engine.

### Introduction

In the early days of the Industrial Revolution, the Edinburgh brothers James and Robert Stirling started working in 1815 on a safer alternative to the established steam engines of the day. By using air instead of steam as the working fluid, the design avoided the then common risk of boiler explosion. The first patent in 1816.

The Stirling engine is a vastly different heat engine to the internal-combustion (diesel or petrol) engine in your car. It has the potential to use any heat source as "fuel" including waste heat and solar energy. As the limits of fossil fuel resources became obvious, scientists and engineers revisited the Stirling principle as a way to exploit alternative energy sources. During the 1980s Prof. I. Kolin (University of Zagreb) and others developed engines based on an adapted Stirling principle capable of operating with a temperature differential of less than 50 degrees Celsius, thus proving the feasibility of exploiting low temperature heat sources to power modern Stirling engine designs.

The ecorun2.0 Stirling engine is an extraordinary engine that demonstrates these concepts with the conversion of medium temperature heat into mechanical work.

### Design

The ecorun2.0 Stirling engine consists of five main units:

#### X Main working space

'Can' comprising top and bottom housing covers connected by a white cardboard ring

#### X Power piston

Vor Inbetriebnahme bitte diese Anleitung sorgfältig lesen!

Achtung: Der Stirling-Motor ecorun2.0 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. Unbedingt eine feuer- und rutschfeste Unterlage verwenden. Den Motor beim Betrieb und brennender Kerze niemals unbeaufsichtigt lassen. Den nicht laufenden Motor niemals länger als 3 Minuten aufheizen.

Das Bodenblech während des Betriebs niemals berühren  
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 damals 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. In den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurden von Prof. I. Kolin (Universität Zagreb) und anderen erstmals Stirling-Maschinen realisiert, die durch Temperaturdifferenzen im Bereich von ca. 50 Grad Celsius und darunter angetrieben werden konnten. Damit waren Konzepte aufgezeigt, den Stirling-Motor auch zur Nutzung von Mitteltemperaturwärme einzusetzen.

Der Modellmotor ecorun2.0 ist von diesen Konzepten inspiriert und demonstriert die Umwandlung von Wärme in Bewegungsergie.

### Aufbau

Der ecorun2.0 Stirling-Motor besteht aus den Grundelementen:

#### X Arbeitsraum

Zwei Blechdeckel und ein weißer beschichteter Gehäuse ring aus Pappe bilden den luftdichten Arbeitsraum.

#### X Arbeitskolben



A graphite piston running in an aluminium power cylinder directly connected to the main working space.

**X Displacer piston**

A foam disc inside the main working space.

**X Crankshaft, con rods and propeller**

Two discs with pins connected via the main axle built the crankshaft. Two rods connect the crankshaft to the displacer and power piston – the phase difference between the sinusoidal movement of the pistons is about 90 degrees.

**X Rack with candle**

## Function

The 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, make sure that you're set up on a fireproof base in a dry and draft-free environment.

Put the tea light candle into the rack, light the candle and fit the engine centred on top of the rack over the burning candle. After a minute or two, flip the prop in a clockwise direction (assuming you are looking toward the prop). The ecorun2.0 engine should start immediately and will run for more than three hours - the burning time of the candle.

Please note that the size of the candle flame may vary during burning resulting in the engine's speed varying anywhere between 200 and 600 rpm.

The candle flame must never touch the surface of the

Ein in einem Aluminium Rohrschnitt laufender Graphit Zylinder luftdicht verbunden mit dem Arbeitsraum.

**X Verdrängerkolben**

Eine runde, luftdurchlässige Schaumplatte mit Verbindungsstange innerhalb des Arbeitsraums.

**X Kurbelwelle, Pleuel und Propeller**

Zwei über die Hauptwelle verbundene Kurbelscheiben mit Hubzapfen, die um 90 Grad gegeneinander verdreht sind, bilden die Kurbelwelle. Zwei Pleuel verbinden diese mit dem Arbeits- bzw. Verdrängerkolben.

**X Ständerkonstruktion mit Teelicht**

## Funktion

Die 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 diese Differenz als nutzbare Arbeit an der Welle zur Verfügung. Die Antriebsenergie für den Verdrängerkolben wird dem rotierenden Propeller entnommen.

## Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme des Motors verwenden Sie unbedingt eine feuerfeste Unterlage. Ihre Experimentierumgebung sollte trocken und gegen Zugluft geschützt sein. Setzen Sie das Teelicht in die entsprechende Aussparung der Untergestells. Nach Anzünden der Kerze wird der eigentliche Motor mittig in des Untergestell gesetzt. Nach ca. 1 bis 2 Minuten können Sie den Motor durch eine leichte Drehung des Propeller im Uhrzeigersinn (Sicht auf den Propeller) anwerfen. Dieser sollte dann augenblicklich starten. Ein Teelicht ermöglicht eine Betriebsdauer von über drei Stunden. Beachten Sie, dass die Größe der Kerzenflamme während der Brenndauer variiert. Dies führt zu sich verändernden Drehzahlen des Motors zwischen ca. 200 und 600 Umdrehungen pro Minute. Verwenden Sie zum Betrieb ausschließlich Teelichter im vorgesehenen Untergestell. Die Flamme darf den unteren



lower housing cover. If necessary, shorten the candle's wick with a pair of scissors.

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. If you can't get your engine to operate properly or not run at all, go through the following check list step by step:

### X Engine heating

To ensure sufficient heating, the candle flame needs to be at least 10 to 15 millimetres high. If necessary, replace the candle.

A draft-free environment is essential to ensure optimal heat transfer from the candle flame to the bottom housing cover.

### X Lubrication

The engine has five bearing bushes: two bushes for the main axle in the support plates, two bushes in the connecting rods and one in the top cover to guide the displacer rod. From time to time apply a tiny drop of machine oil to each pin or axle where it goes through the bushes. Make sure that the oil goes into the bearing. **DO NOT** get any oil on the power piston or cylinder!

### X Free running piston

If any moisture has entered the engine's working space, water may have condensed in the gap between the power piston and cylinder, causing the piston to stick. Disassemble the power piston together with its con rod and dry it. Leave it disassembled for a while so any residual moisture may evaporate.

### X Connection con rod and piston - spare part

If there is any need for replacement of the small flexible tubes connecting the con rods and related pistons use the spare part included to the candle's foil bag. From this tube cut 7 mm lengths and carefully push this piece about 3 mm over the bare ends of each pin.

Gehäuseboden nicht berühren. Kürzen Sie evtl. den Docht des Teelichts mit einer Schere.

Der Motor ist ein Demonstrationsmodell und daher nicht für den Dauerbetrieb geeignet.

## Wartung und Fehlerbehebung

Ihr Stirling-Motor wurde vor der Auslieferung sorgfältig getestet und sollte daher einwandfrei funktionieren. Treten dennoch Probleme beim Betrieb auf, suchen Sie in aller Ruhe den Fehler. Benutzen Sie dabei die nachfolgende Checkliste:

### X Heizleistung

Stellen sie sicher, dass der Motor ausreichend erwärmt wird. Dazu sollte die Flamme des Teelichts eine Höhe von mindestens 10 bis 15 Millimeter aufweisen. Gießen Sie ggf. etwas was Wachs ab oder benutzen ein neues Teelicht. Damit die Wärme des brennenden Teelichts auch gut auf das Bodenblech des Motor übertragen werden kann, ist dieser unbedingt vor Zugluft zu schützen.

### X Schmierung

Der Motor besitzt fünf Lager, die von Zeit zu Zeit geölt werden sollten: die beiden Buchsen für die Hauptwelle in den Lagerelementen, die oberen Aufhängungen der beiden Pleuel und der Durchgang des Verdrängerführungsstifts im Gehäusedeckel. Geben Sie vorsichtig vor diesen Lagern einen sehr kleinen Tropfen Maschinenöl (z.B. mit einer Stecknadel) auf die entsprechenden Stifte, so dass das Öl in den Lagerspalte gesogen werden. Der Arbeitskolben ist trocken laufend und darf nicht geölt werden!

### X Freier Lauf des Arbeitskolbens

Bei schnellem Aufheizen mit großer Kerzenflamme kann es passieren, dass in das Motorgehäuse eingedrungene Feuchtigkeit in dem Spalt zwischen Arbeitskolben und -zylinder kondensiert und zum Blockieren des Kolbens führt. Demontieren Sie in diesem Fall die Einheit Arbeitskolben mit Pleuel und trocknen den Graphitkolben. Den Motor eine gewisse Zeit zum Entweichen etwaiger Restfeuchte geöffnet lassen.

### X Verbindung von Pleuel und Kolben - Ersatzschlauch

Zum Ersatz der beiden dünnen Silikonschläuche, die das Pleuel mit dem Arbeits- bzw. Verdrängerkolben verbinden, ist ein entsprechendes Austauschstück dem Teelicht im Folienbeutel beigelegt. Schneiden Sie bei Bedarf ein ca. 7 mm langes Stück ab und schieben dieses dann jeweils 3 mm weit auf die freien Enden der jeweiligen Kolbenstifte.