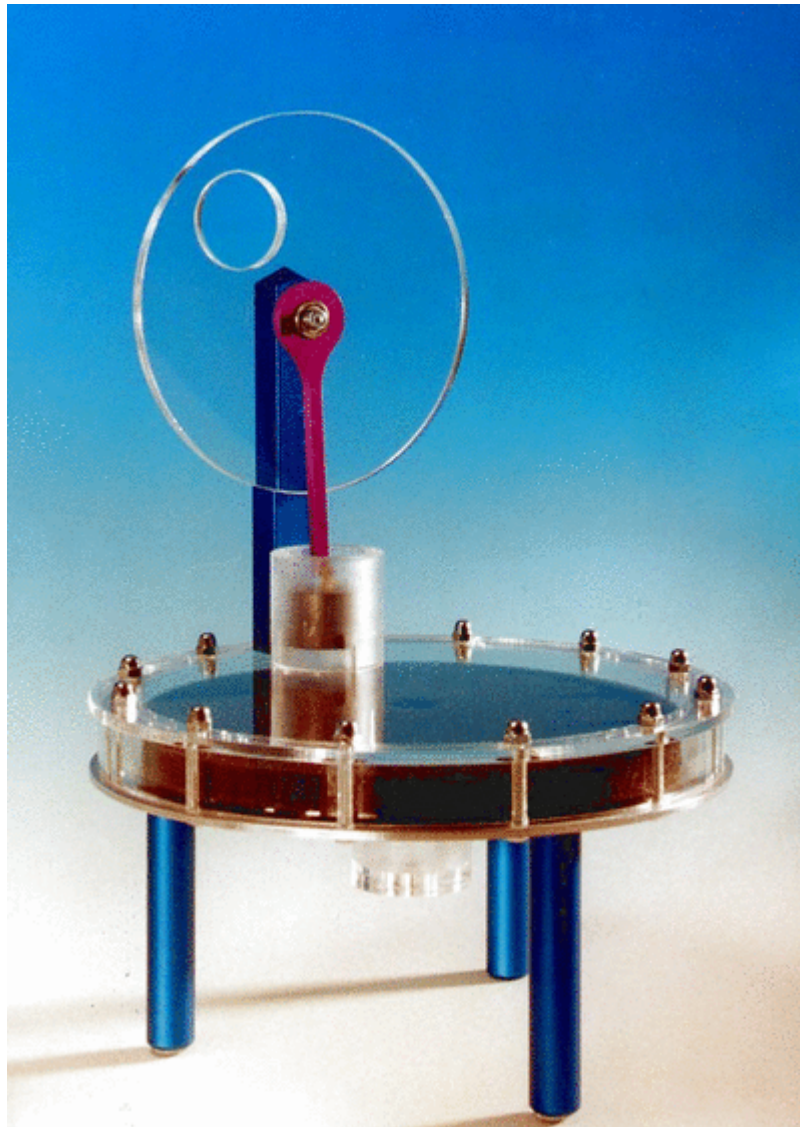


# Solaris Solar Stirling Engine

Instruction Manual

Bedienungsanleitung



## Intro

The solar Stirling engine **Solaris** is an engine without a tank only driven by unconcentrated sunlight! Running the engine no pollutants are produced, especially no carbon dioxide. Just plain air is used as working fluid.

The development of this engine is based on previous research of prof. I. Kolin (University of Zagreb) and prof. J. Senft (University of Wisconsin). During the 80's these two scientists started low temperature differential Stirling research and developed the first Stirling engine running with a temperature differential below 20 degrees Celsius. Thereby the possibility of designing a Stirling engine powered by unconcentrated sunlight was pointed out. Presenting you our **Solaris** we are proud to show you the realization of this concept in form of an extraordinary engine, which demonstrates the conversion of sunlight into mechanical movement!

## Function

Light shines through the acrylic plastic cover and is absorbed by the black and porous foam plate (displacer) in the working space. When the heated plate moves down, air runs through it and is warmed up. On its way back to the top of the engine hot air streams down through the foam and is cooled by an aluminium bottom plate. With this periodic change of temperature the air causes a variation of pressure. This results in a periodic force on the working piston on top of the engine. This force is transmitted by the connecting rod to the flywheel and converts the up-and-down movement of the working piston into a rotational movement of the flywheel. A special feature of this engine is the way forces are transmitted to the displacer. Contrary to most of the Stirling engines using a second connecting rod for the transmission of forces, we use the so-called Ringbom linkage. Therefore the displacer is mounted on a second piston (i.e. displacer piston) at the bottom of the engine's housing. The internal gas pressure variation also acts on this piston. When the pressure inside of the machine is lower than the surrounding air's pressure the resulting force on the displacer piston moves it up. When the pressure inside of the machine is higher than the surrounding air's pressure the resulting force on the displacer piston moves it down. To compensate the displacer's gravitational force two repulsive magnets are included to keep the displacer suspended.

## Einführung

Der Solar-Stirling-Motor **Solaris**: Ein Motor ohne Tank, nur angetrieben durch Einstrahlung von direktem, unkonzentriertem Sonnenlicht! Beim Betrieb werden keinerlei Schadstoffe erzeugt und auch kein Kohlendioxid produziert. Als Arbeitsmedium wird ganz normale Umgebungsluft eingesetzt.

Unsere Entwicklung basiert u.a. auf den Arbeiten von Prof. I. Kolin (Universität Zagreb) und Prof. J. Senft (Universität of Wisconsin). In den achtziger Jahren waren es diese beiden Wissenschaftler, die erstmals Stirling-Maschinen realisierten, 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 unkonzentrierter Solarstrahlung einzusetzen. Mit dem Modell-Motor Solaris haben wir dieses Konzept umgesetzt und präsentieren Ihnen damit ein einzigartiges Produkt des technischen Modellbaus, das eindrucksvoll die Umwandlung von Licht in Bewegungsenergie demonstriert.

## Funktionsweise

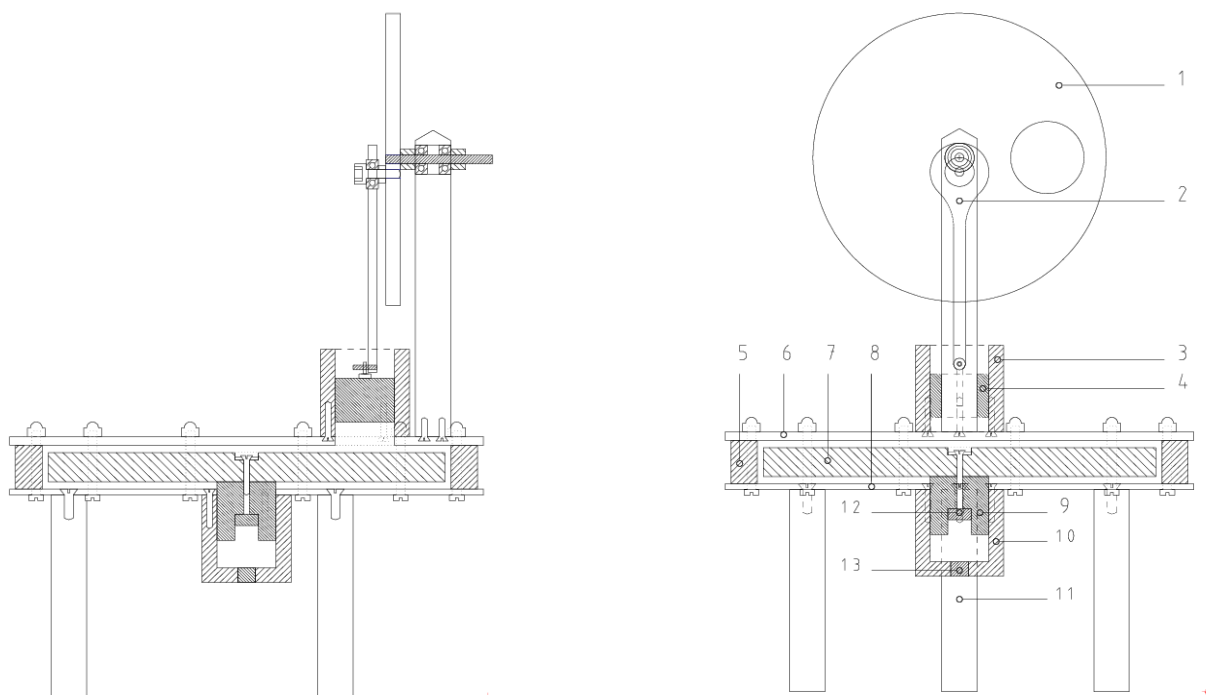
Das durch die transparente Deckplatte fallende Licht wird von der im Arbeitsraum befindlichen Verdrängerplatte aus porösem Schaum absorbiert und in Wärme umgewandelt. Bei der Abwärtsbewegung der Schaumplatte strömt die Luft durch das poröse Material nach oben und erwärmt sich. Bei der Aufwärtsbewegung der Platte strömt die Luft nach unten und kühlt sich an der Bodenplatte ab. Die aus der periodischen Temperaturschwankung resultierende Druckänderung wirkt als Kraft auf den Arbeitskolben auf der Deckplatte. Das Pleuel überträgt diese Kraft auf das Schwungrad und wandelt so die Auf- und Abwärtsbewegung des Kolbens in eine Drehbewegung des Schwungrades um. Eine Besonderheit dieses Stirling-Motors besteht in der Kraftübertragung auf die Verdrängerplatte. Diese erfolgt im Gegensatz zu den meisten Stirling-Maschinen nicht über ein zweites, mit dem Schwungrad verbundenen Pleuel, sondern über den Luftdruck im Inneren der Maschine. Diese Druckänderung wirkt auf einen zweiten zur Lagerung der Verdrängerplatte an der Bodenplatte angebrachten Kolben. Ist der Luftdruck im Arbeitsraum kleiner als der Umgebungsdruck, resultiert eine Kraft auf den Verdrängerkolben und schiebt diesen samt der verbundenen Verdrängerplatte nach oben. Ist der Luftdruck größer als der Umgebungsdruck, wird der Verdrängerkolben samt Platte nach unten gedrückt (Ringbom Kopplung). Zur Kompensation seiner Gewichtskraft wird der Verdränger durch ein abstossendes Magnetpaar in der Schwebe gehalten.

## Design

Materials of high quality are used to build this precious engine such as specially coloured anodized aluminium and highly transparent acrylic plastic for the connecting rod, the housing and the flywheel. The application of precision grinded graphite rods allows the design of pistons with a very low friction as well as a high tightness. The displacer is made of a special porous foam which makes possible a very effective heat transfer to the streaming gas. All of the bearings contain high quality ball bearings.

## Ausführung

Beim Bau wurde auf die Verwendung von hochwertigen Materialien besonderen Wert gelegt. Neben farbig eloxiertem Aluminium und hoch transparentem PMMA Kunststoff für Gehäuseteile, Pleuel und Schwungrad ist besonders das Kolbenmaterial zu nennen. Durch den Einsatz von Präzisions-Graphitstäben werden Kolben realisiert, die einen reibungsarmen Lauf mit sehr guter Dichtigkeit verbinden. Als Verdränger wird ein Spezialschaum verwendet. Seine poröse Struktur ermöglicht eine grosse Oberfläche mit guter Wärmeübertragung. Alle Lager sind mit extrem reibungsarmen Industrie-Kugellagern versehen.



1	Flywheel	Schwungrad
2	Connecting Rod	Pleuel
3	Working Cylinder	Arbeitszylinder
4	Working Piston	Arbeitskolben
5	Housing Ring	Gehäusering
6	Top Plate	Deckplatte
7	Displacer / Absorber	Verdränger / Absorber
8	Bottom Plate	Bodenplatte
9	Displacer Piston	Verdrängerkolben
10	Displacer Cylinder	Verdrängerzylinder
11	Housing Leg	Gehäusefuss
12	Magnet	Magnet
13	Magnet	Magnet

## Operation

Thanks for buying the Solar Stirling Engine **Solaris**. It is completely assembled and tested carefully. To run the engine put it on a horizontal plain outside in a sunny location. Please keep in mind that the footstep doesn't have a reflecting or white painted surface. Back reflection from the footstep to the engine's bottom plate will cause a heating up of the plate and disable the engine to run. After approximately 5 minutes the engine's absorber has reached the right temperature. Giving the flywheel a small kick you can start **Solaris**. Be aware that the sense of rotation depends on the direction of your first kick. Depending on the sun's incident angle to the machine's top plate the engine is typically running with 200-400 rotations per minute.

Alternatively you can run the engine with artificial light. Every light bulb with enough power is suitable. Please take care about the temperature of the acrylic plastic parts - avoid temperatures above 50 degrees Celsius. A 50 Watts halogen lamp with a parabolic reflector at a distance of approximately 25 cm will cause the engine to run perfectly.

**Important note:** this engine does **not ever need oil**. Never put oil, water or other fluids on the engine's pistons. To clean the acrylic parts do not use aggressive solvents.

After running the engine for a few hours please check the seating of the housing screws. Also have a look at the attaching screw and the related locknut for fastening the connection rod with the flywheel.

Altogether astonishing in functionality and design **Solaris** is not only a demonstration model for physics and technical courses in schools and at the university, but also a jewel-like object for enthusiasts.

Have a lot of fun with your **Solaris**.

## Betrieb

Vielen Dank für den Kauf unseres Solar-Stirling-Motors **Solaris**. **Solaris** wird von uns komplett montiert und sorgfältig getestet ausgeliefert. Zum Betrieb stellen sie den Motor auf eine ebene Unterlage an einen sonnigen Platz im Freien. Bitte achten sie auf eine nicht reflektierende und nicht zu helle Standfläche. Zu starke Bestrahlung der Aluminium-Bodeplatte durch Reflexionen von der Standfläche würde diese zu stark erwärmen und den Betrieb unmöglich machen. Nach ca. 5 Minuten ist der Absorber soweit aufgeheizt, dass sie **Solaris** mit einer leichten manuellen Drehung (die Drehrichtung ist frei wählbar) des Schwungrades starten können. Typischerweise läuft **Solaris** je nach Sonnenstand mit 200-400 Umdrehungen pro Minute.

Alternativ können sie den Motor auch mit Kunstlicht betreiben. Prinzipiell ist dazu jede Lampe entsprechender Leistung geeignet. Achten sie jedoch stets darauf, dass sich die Plexiglasteile nicht zu stark erwärmen (< 50 Grad Celsius). Ein 50 Watt Halogenstrahler mit parabolischem Reflektor im Abstand von 20-30 cm von der Deckplatte der Maschine liefert ausgezeichnete Ergebnisse.

**Bitte unbedingt beachten:** Solaris braucht **keinerlei Öl** zur Schmierung. Niemals Öl, Wasser oder sonstige Flüssigkeiten auf die Laufflächen des Kolbens gelangen lassen. Bitte zur Reinigung der Plexiglasteile keine aggressiven Lösungsmittel verwenden.

Nach mehrstündiger Einlaufzeit empfiehlt es sich den Sitz der 12 Gehäuseschrauben zu kontrollieren und diese gegebenenfalls nachzuziehen. Das gleiche gilt für die Inbusschraube und zugehörigen Kontermutter für die Befestigung des Pleuels am Schwungrad.

Mit dem Stirling-Motor **Solaris** ist uns die Verbindung von verblüffender Funktionalität und ansprechendem Design gelungen. Solaris ist daher zum einen ein geeignetes Anschauungsmodell für Physik- und Technikkurse in Schule und Universität im Bereich Mechanik, Thermodynamik, Solarenergie und ausserdem ein edles Design-Objekt für alle Liebhaber physikalisch-technischer Raritäten.

Viel Freude und Inspiration mit **Solaris**.