

# Stirlingmotor

Quelle: [www.bhkwi-infozentrum.de/innovative/rubrik\\_stirlingmotoren.html](http://www.bhkwi-infozentrum.de/innovative/rubrik_stirlingmotoren.html)) 061127

**Funktionsprinzip eines Stirlingmotors - Opera**

Datei Bearbeiten Ansicht Lesezeichen Widgets Extras Hilfe

Tagungen  
Links  
Kontakt/Impressum  
Rastatt  
Services  
Ausreibungen  
Beratungen  
Buch  
Diskussionsforum  
Download-Area  
Innovative Energien  
Jobbörse  
FAQ-Center  
Glossar  
News  
Newsletter  
Statistik  
Suche  
Umfrage  
Wirtsch.-Analyse  
Anbieter  
Motoren / Gasturb.  
Biogasanlagen  
Pflanzenölmotoren  
Kälteanlagen  
Messtechnik  
Gebrauchte BHKW  
Pflanzenöl  
Contractoren  
Planungsbüros

## Arbeitsprinzip eines Stirlingmotors

Das physikalische Grundprinzip dieses Prozesses besteht aus einem periodischen Ablauf temperaturbedingter Expansion und Kompression eines unter Druck stehenden Arbeitsgases. Dieses Arbeitsgas ist zwischen zwei Kolben eingeschlossen, welche die auf sie ausgeübte Kraft über Pleuelstangen auf eine Rotationswelle übertragen.

Grundlegende Elemente dieses Volumenänderungsprozesses sind der erhitzte Arbeitszylinder, der gekühlte Kompressionszylinder und ein Regenerator, der zur Energiezwischenlagerung dient, und damit angenähert isotherme Zustandsänderungen ermöglicht.

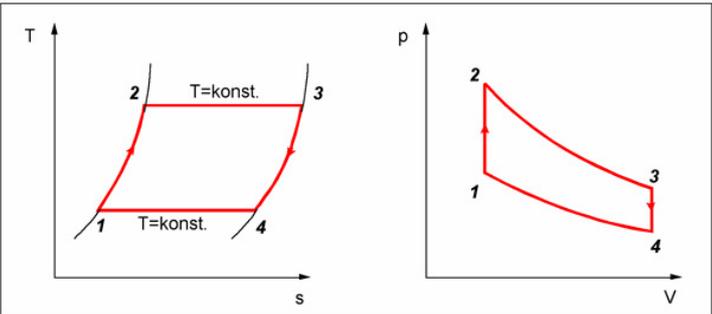


Abbildung 1: Thermodynamische Darstellung des idealen Stirlingmotorprozesses

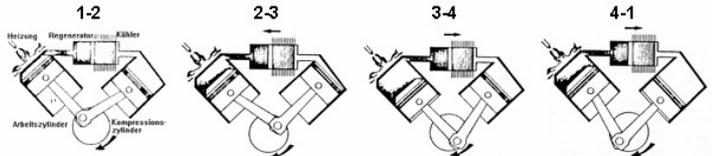


Abbildung 2: Arbeitstakte eines Stirlingmotors

Der theoretische ideale Arbeitsprozess wird anhand von Abbildung 1 und Abbildung 2 erklärt. Die im folgenden angegebenen Nummern beziehen sich auf die thermodynamischen Eckpunkte des Prozesses wie sie in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt sind.

### 1-2: isochorer Heiztakt:

Das Gas im Kompressionszylinder wird aufgrund der Aufwärtsbewegung des Kompressionskolbens isochor durch den Regenerator in den erhitzten Arbeitszylinder gedrückt, dessen Kolben sich nach unten bewegt. Im Arbeitszylinder wird das Gas erhitzt und der Druck steigt. Es erfolgt also nur eine Verschiebung des Arbeitsgases vom kalten in den heißen Zylinder. Die Erhitzung des Arbeitsgases erfolgt durch den Erhitze-Wärmetauscher, der direkt in den Rauchgaskanal der Feuerung hineinreicht. Um eine hohe Stromausbeute des Stirlingmotors zu gewährleisten, sind Rauchgastemperaturen von 1.300°C notwendig. Um diese hohen Temperaturen in einer Biomassefeuerung zu erreichen, war eine Neukonzeption der gesamten Feuerung erforderlich.

### 2-3: isothermer Expansionstakt:

Der Kompressionskolben befindet sich nun am oberen Totpunkt. Das im Arbeitszylinder befindliche Gas wird weiter erwärmt, es dehnt sich aus und drückt den Arbeitskolben nach unten. Der Kompressionskolben beginnt sich etwas zeitversetzt ebenfalls hinunter zu bewegen. Das Gas entspannt sich, mechanische Leistung wird auf die Pleuelstange übertragen.

### 3-4: isochorer Kühltakt:

Der Arbeitskolben beginnt nach Erreichen seines unteren Totpunktes wieder seinen Aufwärtstakt, drückt das Arbeitsmedium isochor unter Wärmeabgabe durch den Regenerator, wo es Wärme abgibt, zum gekühlten Kompressionszylinder, der sich nach unten bewegt. Die Kühlung des Kompressionszylinders erfolgt durch den Rücklauf des Fernwärmenetzes. Im Kühler-Wärmetauscher wird das Arbeitsgas gekühlt, während der Rücklauf vorgewärmt wird.

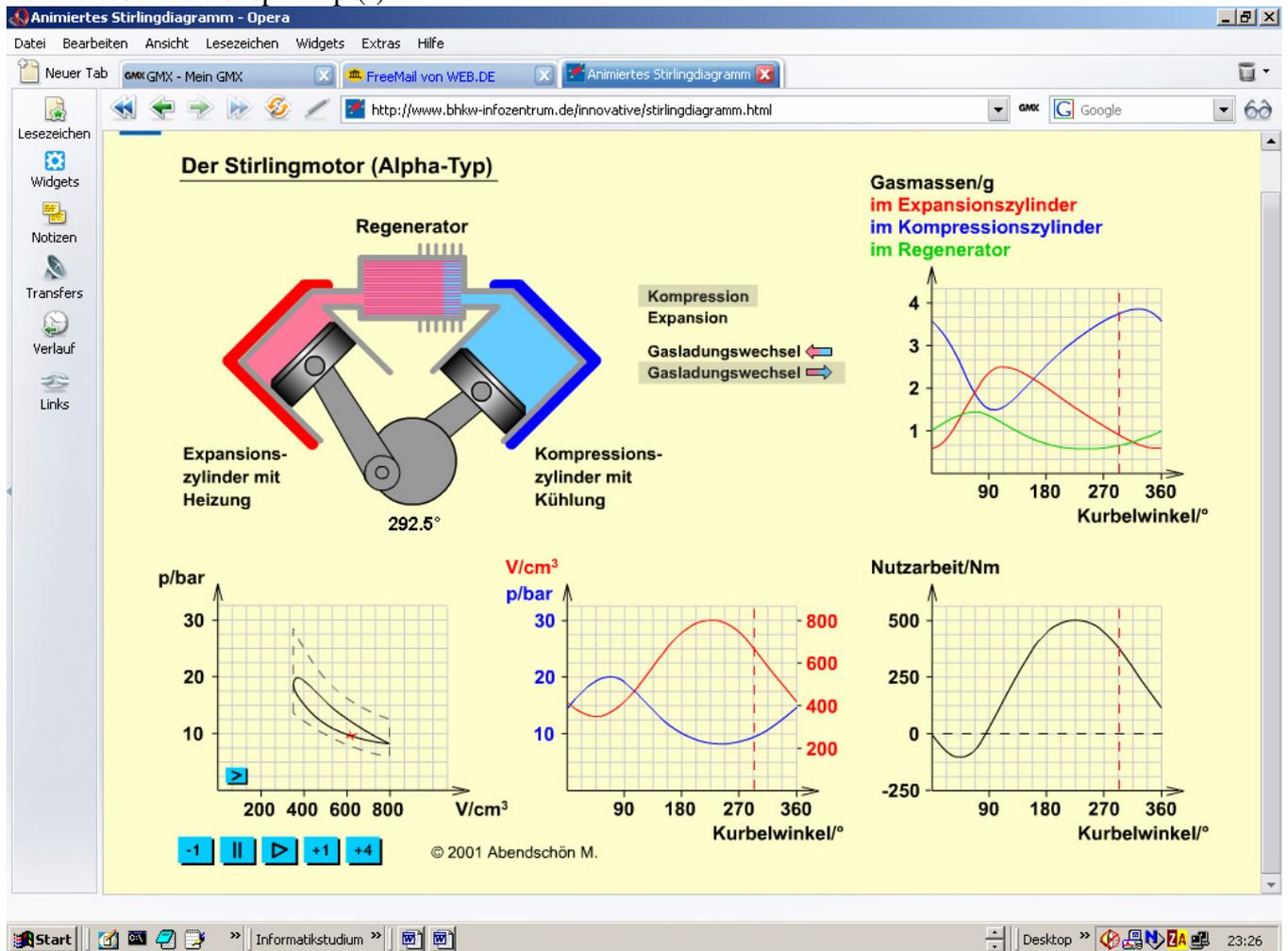
### 4-1: isothermer Kompressionstakt:

Der Kompressionskolben erreicht seinen unteren Totpunkt, das Arbeitsmedium wird gekühlt, sein Volumen nimmt ab, zusätzlich wird es durch die Bewegung der beiden Kolben nach oben komprimiert, bis der Arbeitszylinder den oberen Totpunkt erreicht. Nun wiederholt sich der gesamte Zyklus wieder von vorne. Aus Abbildung 1 ist auch ersichtlich, dass sich die Stromausbeute bzw. der Wirkungsgrad des Prozesses mit zunehmender Temperatur im Arbeitszylinder erhöht. Daher sind möglichst hohe Rauchgastemperaturen anzustreben. Vorteile des Stirlingmotors sind sein relativ hoher elektrischer Wirkungsgrad, der vollautomatische Betrieb und der geringe Wartungsaufwand (kein zusätzliches Personal für die Instandhaltung notwendig) sowie die einfache Einbindung in Biomassefeuerungen.

Quelle des Textes: Bios Bioenergy Österreich

Start Informatikstudium Desktop 23:19

## animiertes Funktionsprinzip (!)



[http://www.bhkw-infozentrum.de/innovative/stirlingmotor\\_whispertech.html](http://www.bhkw-infozentrum.de/innovative/stirlingmotor_whispertech.html)

**Markus Gailfuß, BHKW-Consult:**

**Whispergen - der Whispertech-Stirlingmotor als Mini-BHKW**

**Mini-Stirlingmotor soll bis 2010 mehr als 80.000-mal installiert werden**

Begonnen hat alles Anfang der 90er Jahre als Don Luca, ein Student an der University of Canterbury (Christchurch, Neuseeland), einen kleinen Stirlingmotor für die Stromversorgung von Yachten entwickelte. 1995 startete das neu gegründete Unternehmen Whisper Tech die ersten Feldtests mit 20 Gleichstrommotoren. Drei Jahre später wurden die ersten Gleichstrom-Stirlingmotoren in Europa vertrieben, wobei diese vorrangig auf Booten eingesetzt wurden. Gleichzeitig begannen die Forschungsarbeiten an einem Wechselstrom-Modell für die Nutzung als Hausenergiezentrale. Insgesamt 200 Menschjahre und rund 21 Millionen Euro wurde nach Unternehmenseigenen Angaben in die Entwicklung des Stirlingmotors von Whisper Tech investiert. Unter dem Produktnamen Whispergen wird dieser Stirlingmotor vertrieben.

Derzeit sind rund 330 Wechselstrom-Aggregate Europaweit in Betrieb - aber in Großbritannien wird sich diese Zahl in den nächsten fünf Jahren deutlich erhöhen. Powergen, der zweitgrößte Energieversorger Großbritanniens, hat 80.000 Aggregate bei dem Neuseeländischen Stirlingmotoren-Hersteller bestellt. Nach Meinung von Powergen ist das Angebot im Hausenergiesektor in England, Wales und Schottland signifikant unterentwickelt. Das Unternehmen, welches der e.on-Gruppe angehört, hofft ein Großteil der bestellten Aggregate innerhalb der nächsten fünf Jahre in Einfamilienhäuser auf der Insel einbauen zu können. Nur wenn eine möglichst hohe Anzahl an Stirlingmotoren installiert wird, kann dieses Unterfangen auch für Powergen wirtschaftlich attraktiv werden. Indes muss Whisper Tech in den nächsten Monaten mehrere Unternehmen finden, die den von Ihnen entwickelten Stirlingmotor in großer Stückzahl fertigen können.

## Technik des Stirlingmotors

Während die Gleichstromvariante mit Kerosin bzw. Diesel betrieben wird, werden die neuen stationären Stirlingmotoren mit Erdgas befeuert. Herzstück der Hausenergiezentrale, die eine elektrische Leistung von bis zu 1,2 kW sowie eine thermische Leistung von bis zu 8 kW aufweist, ist ein Vierzylinder-Stirlingmotor. Die vier Zylinder sind im Kreis angeordnet und übertragen Ihre Kraft auf eine kreisrunde Scheibe (Wobble Yoke). Aufgrund einer Phasenverschiebung von je 90° zwischen den einzelnen Zylinder wird die axiale Zylinderkraft in eine radiale Bewegung und mittels Generator in Elektrizität umgewandelt.

Die Vorlauf-/Rücklauf-temperatur des Aggregats liegt bei 80°C/60°C.

Die mit 50x60x85 cm Abmessung und 138 kg Gewicht sehr kompakten Anlagen sollen zum Preis von Euro 4.500,- verkauft werden und liegen damit weniger als Euro 1.000,- über den durchschnittlichen Kosten einer konventionellen Heizungsanlage in Großbritannien.

Das Anwendungspotenzial für die kleinen Stirlingmotoren scheint immens zu sein: allein in Europa werden rund 6 Millionen Heizungsanlagen jedes Jahr installiert - weltweit sind es sogar mehr als 10 Millionen. Aufgrund der kontinuierlichen Verbrennung ist das Aggregat - wie der Name Whispergen schon impliziert - sehr leise und weist eine Gesamteffizienz von über 90% auf. Dabei ist der Wirkungsgrad bei Vollast im elektrischen Bereich bei 11% sowie im thermischen Bereich bei 83% anzusiedeln.

Das derzeitige WhisperGen-Modul kann keine Wärme abgeben, wenn der Stirlingmotor nicht funktioniert. Das nächste Stirlingmotorsystem, welches ab Sommer 2005 erhältlich sein wird, hat einen leistungsstärkeren Brenner, um die Wärmeleistung des Systems zu erhöhen. Dieser Brenner kann das Haus weiterhin mit Wärme versorgen - auch wenn der Stirlingmotor nicht in Betrieb ist. In Deutschland wird das Produkt laut WhisperTech ab Mitte 2006 zum Kauf angeboten. Inwieweit die Produktionskapazitäten ausreichen, um die Kundenwünsche in Kontinentaleuropa im Jahre 2006 erfüllen zu können, darf angezweifelt werden.

Auch im Bereich der Gleichstrom-Stirlingmotoren, von denen derzeit 300 Aggregate in Betrieb sind, hat Whisper Tech einiges vor. Das Unternehmen will zukünftig jährlich 1.000 Stück dieses Modells produzieren.

Zusammengestellt von Dr. Georg Löser, Stand 061130

Hrsg: **ECOTrinova e.V.**, VR Freiburg 2551, [www.ecotrinova.de](http://www.ecotrinova.de), [ecotrinova@web.de](mailto:ecotrinova@web.de)

gemeinnütziger Verein (Umwelt- und Verbraucherschutz), Post: Weiherweg 4 B, 79194 Gundelfingen