

Einsatz für das ewige Talent

Vor 200 Jahren wurde der erste **Stirlingmotor** gebaut. Trotz seiner Vielseitigkeit beim Brennmaterial konnte er sich jedoch nie durchsetzen. In den Kellern von Eigenheimen scheint die Technik nun endlich zu zünden – als **stromproduzierende Heizung**.

Von Jürgen Heup

So mancher Eigenheimbesitzer sucht nach Lösungen, wie er die Energieversorgung in die eigenen Hände nehmen kann. Daher brummen in immer mehr Kellern kleine Blockheizkraftwerke (BHKW) vor sich hin. Motoren, die den Brennstoff in thermische und elektrische Energie wandeln. Bei der Energiesparmesse in Wels im Februar dieses Jahres präsentierte das österreichische Unternehmen Ökofen mit seinem Pellematic Smart e 0,6 nun auch ein BHKW für Einfamilienhäuser, das mit Pellets betrieben wird. Mit dem Produkt des führenden Anbieters für Pelletheizsysteme könnte die Ära der Kraft-Wärme-Kopplung nun endlich bei den kleinen Holzheizungen eingeläutet sein.

Das Interessante daran: Die Presslinge feuern einen Stirling an. Jenen Heißgasmotor, den der englische Pfarrer Robert

Stirling vor 200 Jahren erfand und 1816 patentieren ließ. Dabei handelt es sich um eine Maschine, die ein Temperaturgefälle nutzt. Anders als bei den verbreiteten Verbrennungsmotoren sorgt beim Stirlingprozess eine außen anliegende Wärmequelle dafür, dass sich ein im Motorraum eingeschlossenes Gas ausdehnt. In den Zylinderregionen mit niedrigeren Temperaturen kühlt es wieder ab und verringert sein Volumen. Durch einen ausgeklügelten Zweikolbenmechanismus setzte Stirling diese Gasbewegung in mechanische Energie um (siehe Grafik Seite 38). Über einen Generator lässt sich damit Strom produzieren.

Maschinen zur Energieumwandlung faszinierten Tüftler und Wissenschaftler schon lange. „Überall, wo ein Temperatur-

unterschied herrscht, kann mithilfe einer Maschine Energie erzeugt werden“, stellte der französische Physiker Sadi Carnot fest und begründete mit diesem Satz Anfang des 19. Jahrhunderts den neuen Wissenschaftszweig der Thermodynamik. Die Dampfchwaden an Kühltürmen der Kraftwerke unserer Zeit sind allerdings ein sichtbarer Beleg dafür, dass Carnots Grundsätze in der Praxis bis heute nur unbefriedigend umgesetzt werden. Viele Wärmequellen verpuffen ungenutzt.

Doch auch Stirlings genialer und scheinbar so trivialer Heißgasmotor, der jede Art von Brennstoffen und Wärmequellen nutzen kann – von Öl über Gas und Holz bis

schine kam schneller in Gang und die Unternehmen hielten am Herkömmlichen fest. Erst der Verbrennungsmotor mit seiner höheren Leistungsdichte konnte schließlich die Dampftechnik verdrängen.

In den 1930er Jahren griff Philips das Stirlingkonzept wieder auf. Das niederländische Unternehmen baute damals Radios für den Export und suchte ein Gerät, das fernab von Stromnetzen als transportable Stromversorgung dienen sollte. Der Stirling versprach eine einfache, robuste Handhabung. Als der Philips-Stirlingmotor nach dem Krieg kurz vor der Serienproduktion stand, kam der energiesparsame Transistor auf den Markt. Nun reichten kleine Batterien zur Stromversorgung aus, die Niederländer stoppten die Produktion. Zahlreiche andere Unternehmen versuchten sich in der Folgezeit am Stirlingmotor, denn neben seiner Vielstofffähigkeit lockte er mit einer höheren Laufruhe im Vergleich zu Verbrennungsmotoren. Die fehlenden Druckspitzen im Innern und wenige bewegliche Komponenten versprachen zudem Langlebigkeit und die Verbrennung außerhalb des Motorraums geringere Abgaswerte.

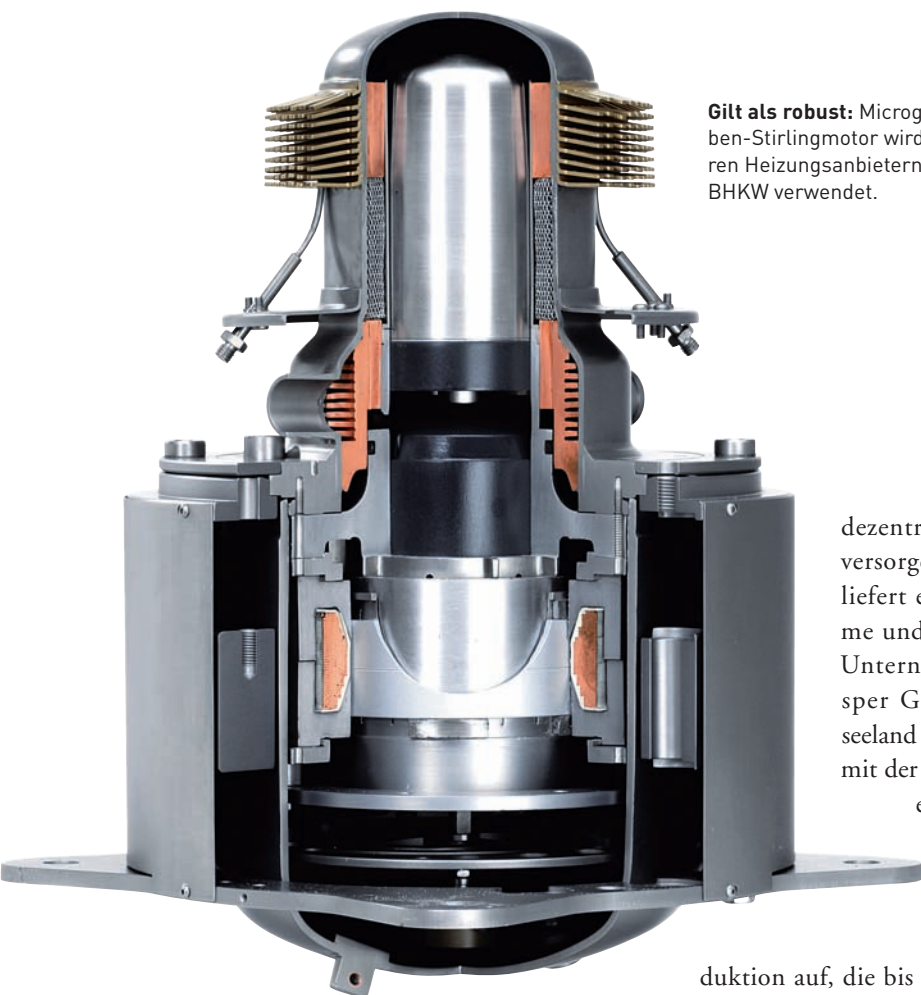
Ab den 60er Jahren testeten General Motors, Ford und Toyota Stirlingmotoren im Fahrzeugbereich, dem „denkbar ungünstigsten Einsatzbereich für einen Stirling“, erklärt Kuno Kübler, der auch Autor des Fachbuchs „Stirling-Maschinen“ ist. „Stirlingmotoren können ihre Vorteile bei konstanter Drehzahl ausspielen, eine Steuerung der Leistung ist dagegen aufwändig.“

Die schwedische Armee konstruierte Stirlingmotoren für ihre U-Boote, das US-Unternehmen SES baute einen Solar-

„Stirlingmotoren können ihre Vorteile bei konstanter Drehzahl ausspielen.“

Kuno Kübler, Arbeitskreis Stirlingmotor München

hin zu Sonnenenergie und sogar Niedertemperaturwärme – offenbart in der Praxis seine Tücken. Robert Stirlings Bruder James versuchte, die gemeinsame Erfindung für industrielle Anwendungen zu etablieren. Doch obwohl die Technik der Dampfmaschine in Sachen Effizienz und Betriebssicherheit überlegen war, konnte er sich nicht durchsetzen. „Der theoretische Stirlingprozess erwies sich als schwierig in der Konstruktion, die Wärmeübertragung über die Motorwände begrenzte den Wirkungsgrad, die Leistungsdichte war geringer“, erklärt Kuno Kübler vom Arbeitskreis Stirlingmotor München die Probleme. „Zudem benötigt ein Stirlingmotor eine Aufwärmphase, ehe die thermodynamischen Prozesse starten.“ Die Dampfma-



Gilt als robust: Microgens Freikolben-Stirlingmotor wird von mehreren Heizungsanbietern als Nano-BHKW verwendet.

dezentraler Energieversorger ideal sind, liefert er doch Wärme und Strom. Das Unternehmen Whisper Gen aus Neuseeland begann 1995 mit der Entwicklung eines gasbetriebenen Stirlings und baute eine Pro-

duktion auf, die bis zu 2000 Motoren pro Jahr herstellen sollte. Auch in Deutschland beschäftigen sich Unternehmen mit dem Heißgasmotor. Die Solo Stirling GmbH startete 2002 mit einer Modellproduktion mit Brennern für den Gasbetrieb und einer Variante für den Solarbetrieb. Das Unternehmen aus Sindelfingen erreichte Ende 2006 eine Fertigungskapazität von drei Geräten pro Woche, was den hohen Anteil an Handarbeit bei der Produktion belegt. Sunmachine aus Nürnberg startete 2005 mit dem ersten Stirling mit Brenner auf Pelletbasis. Die Erwartungen an die neuen Kraftwerke fürs Eigenheim waren hoch. Doch technische Schwierigkeiten, unausgereifte Motorentwicklung und dünne Finanzpolster sind nur einige Gründe, weshalb auch diese Hersteller alle wieder passé sind.

Etwa zur selben Zeit wie Whisper Gen hatte auch das niederländische Unternehmen Microgen Engine Corporation mit der Forschung am so genannten Freikolben-Stirlingmotor mit einer elektrischen Leistung von einem Kilowatt begonnen, ▶

stirling und schaffte damit einen Rekordwirkungsgrad von über 31 Prozent. Weitere Pilotprojekte reichten vom Herzschrittmacher bis zum Schiffsantrieb, das Leistungsspektrum von 0,1 bis 600 Kilowatt. Zahlreiche Modellvarianten, vom Taumelscheibentriebwerk bis zur Rotationskolbenmaschine zeugen von den Anstrengungen, den Stirlingprozess umzusetzen. Die ebenso zahlreichen Insolvenzen und gescheiterten Projekte von den Schwierigkeiten, die damit einhergingen. Außer als Wärmetauschsystem zur Kälteerzeugung – dabei wird der umgekehrte Prozess genutzt und die Kraftmaschine zur Kältemaschine – wurde der Stirling nie in großen Stückzahlen produziert.

Die Katastrophen in den Atomkraftwerken von Tschernobyl und Fukushima belebten die Suche nach Alternativen der Energieversorgung. Die zunehmende Popularität der Kraft-Wärme-Kopplung brachte auch den Stirlingmotor wieder ins Rampenlicht, da seine Voraussetzungen als

WORLD OF ENERGY SOLUTIONS

12.–14. Oktober 2015

Messe Stuttgart



e-mobility
solutions

Industrielle Serienfertigung von Batterien und Energiespeichern

Die Batterie von morgen muss kompakter, besser, sicherer und kostengünstiger werden. Neben der Zellproduktion ist die Modul- und Packmontage von entscheidender Bedeutung. Der Themenbereich BATTERY+STORAGE bildet die komplette Wertschöpfungskette für Energiespeicher ab – von der Produktion bis zum fertigen Produkt – und zeigt, welche bedeutende Rolle deutsche und internationale Ingenieurleistungen bei der Batterie- und Speicherproduktion spielen.

Präsentieren Sie Ihr Unternehmen auf der **WORLD OF ENERGY SOLUTIONS**, der Schlüsselveranstaltung in den Bereichen Batterietechnologie, Energiespeicherung, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie und elektromobile Lösungen.

www.world-of-energy-solutions.de

der ohne die starre Verbindung der beiden kombinierten Kolben auskommt und stattdessen mit einem Federsystem arbeitet. Eine Variante, an der bereits der amerikanische Stirlinghersteller Sunpower aus den USA seit den 60er Jahren getüftelt hatte. Dennoch musste Microgen weitere 200 Millionen Euro in die Forschung investieren. Schließlich schaffte die Firma es aber, ihren Motor zur Serienreife zu bringen.

„Wir sind derzeit der einzige Hersteller, der den Status einer Massenproduktion erreicht hat“, sagt Gerwin Lubbers von Microgen. „Immerhin haben wir seit 2009 14 000 Motoren produziert.“

Mittlerweile setzen große Heizungsbauer wie Viessmann oder Unternehmen der niederländischen BDR-Thermea-Gruppe wie Brötje, Remeha oder De Dietrich den Stirling ein. Fragt man Lubbers nach den Gründen, weshalb Microgen gelang, was den anderen verwehrt blieb, dann hört man erstmal von viel Mühsal: „Man kann sagen, dass die Produktion des Stirlingmotors eine sehr sensible Angelegenheit ist. Es geht um die Wahl der geeigneten Materialien, diffi-

zile Laserschweißtechnik bei hohen Temperaturen. Trickreich ist auch das Einbringen der Magnete, die Verbindung von Tiefziehteilen. Wir hatten das Glück, dass wir im Gegensatz zu manchem Wettbewerber auf die Ergebnisse langer Entwicklungsarbeit zurückgreifen konnten“, ordnet Lubbers den Erfolg Microgens bescheiden ein. Entscheidend sei auch, dass man durch eine Produktion in China die Kosten habe güns-

„Die Produktion des Stirlingmotors ist eine sehr sensible Angelegenheit.“

Gerwin Lubbers, Microgen

tig gestalten können, fügt der Niederländer an. Dass Viessman und BDR Thermea mittlerweile die Hauptanteile von Microgen besitzen, vereinfache den Absatz und die Integration des Motors in die Heizsysteme.

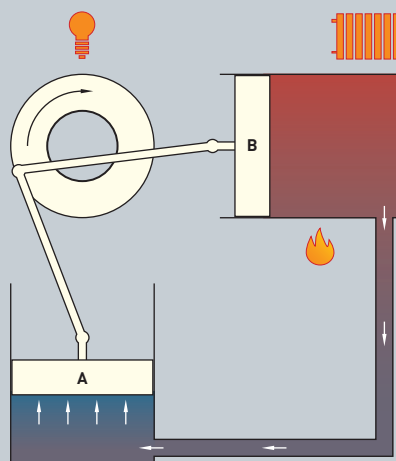
Viessmann setzt den Microgen Stirlingmotor in seinem Vitorwin-BHKW ein. Davon wurden laut Wolfgang Rogatty von der Viessmann-Pressabteilung bereits „Stückzahlen im hohen vierstelligen Bereich verkauft“. Der Heizungsbauer aus Allendorf

dürfte damit Hauptvertreiber des Microgen-Stirlingmotors sein. Nach den bisherigen Erfahrungen sei die Technik ausgereift und laufe zuverlässig, sagt Rogatty. „Die Wartung und Abgasentsorgung sind beim Stirling im Vergleich zu BHKW-Systemen mit Verbrennungsmotor einfach, weder ein Ölwechsel ist notwendig noch müssen Zündkerzen getauscht werden.“ Der Stirling laufe viele tausend Stunden wartungsfrei und sei für die Installateure leicht zu handhaben, nennt Rogatty die Vorteile.

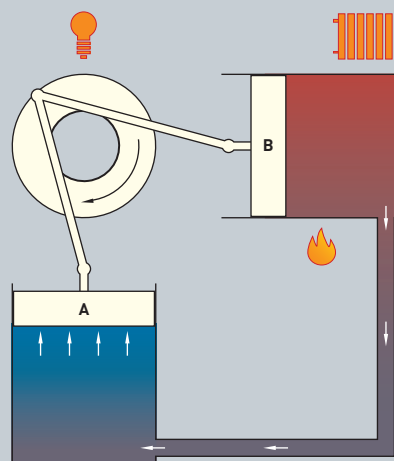
Bisher wurde der Microgen-Stirlingmotor nur im Gasbetrieb eingesetzt. Mit Ökofens Pellematic Smart e 0,6 feuern erstmals Pellets den Heißgasmotor. Nach den Erfahrungen mit der Sunmaschine, von der einige Hundert Geräte verkauft wurden und dann Probleme mit Dichtungen zum Fallstrick wurden, agiert Ökofen vorsichtig, schließlich ist die Feuerungstechnik mit Holzpellets schwieriger als mit Gas. Daher nahmen sich die Österreicher vier Jahre Entwicklungszeit. „Viele Projekte in der Vergangenheit haben verbrannte Erde hinterlassen“, sagt Beate Schmidt von Ökofen. Manche

So funktioniert ein Stirlingmotor

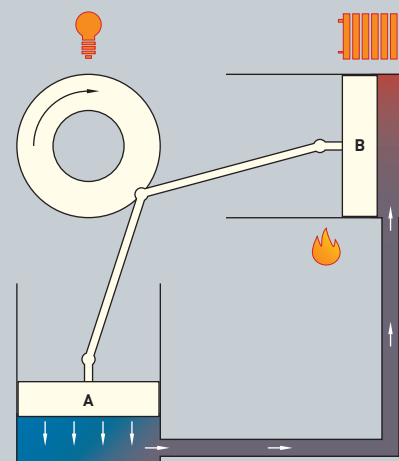
1. Das Arbeitsmedium, ein Gas, wird durch eine externe Wärmequelle erhitzt, dehnt sich aus und strömt in den kühleren Bereich.



2. Dort wird Kolben A nach oben gedrückt, wodurch Kolben B mehr heißes Gas in den kühleren Bereich schiebt.



3. Kolben A drückt das kalte Gas in den heißen Bereich. Dort wird es wieder erwärmt, dehnt sich aus und der Prozess beginnt von neuem.



Quelle: www.asue.de



Teurer Solarstirling: SES erzielte einen Wirkungsgrad von über 31 Prozent, Photovoltaik erwies sich aber als günstiger.

seien an den Motoren gescheitert, bei anderen habe die Brenntechnik nicht funktioniert. Nun sei man überzeugt, bald ein serienreifes Produkt geschaffen zu haben. In Österreich hat Ökofen mit dem Absatz bereits begonnen, in Deutschland sind derzeit drei Testanlagen in Betrieb. „Wir rechnen frühestens 2016 mit der Markteinführung“, sagt Beate Schmidt.

Auf die Frage, ob sich die Stirling-Technik nun auch bei den Holzheizungen endlich durchsetzen werde, äußert sie sich vorsichtig optimistisch. „Der Heizungsmarkt ist sehr überschaubar, der Kesselmarkt ist klein, daher wird ein komplettes Stirling-Heizsystem inklusive Pufferspeicher und Installation mit seinen Gesamtinvestitionen von rund 30 000 Euro wohl immer in der Nische bleiben. Aber für Kunden, die unabhängig von Öl effizient Wärme und Strom erzeugen wollen, ist die Kombination einfach ideal. Wir sind zuversichtlich und haben daher bereits mit der Entwicklung eines weiteren Heizsystems mit Stirlingmotor begonnen.“ ◀

viel wind machen

wir nicht um uns
sind lieb er tüchtig



**Erneuerbare Energien
für heute und morgen.**

WKN AG · Haus der Zukunftsenergien · Otto-Hahn-Straße 12–16 · 25813 Husum
Tel: +49 4841 8944-100 · www.wkn-ag.de · E-Mail: info@wkn-ag.de



WKN AG

neue energie jetzt auch als ePaper



ePaper:
**Kostenlose
Leseprobe**
unter
www.neueenergie.net

Werden Sie nachhaltiger, helfen Sie Papier sparen: Abonnenten und Mitglieder des BWE sollen künftig zwischen der Print-Ausgabe und dem ePaper wählen können. Interessiert Sie dieses Angebot? Dann schicken Sie uns unter epaper@neueenergie.net eine kurze Mail. Der Wechsel wird kostenlos möglich sein und kann auch rückgängig gemacht werden.

Holen Sie sich die Energiewende
auf Tablet, Smartphone oder Laptop.

Abo online bestellen:
www.neueenergie.net/abo

