

Der Stirling-Motor gibt Gas!

Dieter Pfannstiel, Breitenbach

Moderne Heiztechnik trägt weit mehr zu Klima- und Ressourcenschutz bei als alle anderen Maßnahmen sowohl in den Haushalten als auch in den Bereichen Verkehr und Industrie. Rund 35 % der Primärenergie wird in Europa für Beheizung und Warmwasserbereitung in Wohngebäuden aufgewandt. In Deutschland sind von 17 Millionen Heizungsanlagen nur zwei Millionen auf dem neuesten Stand der Technik. Durch den Austausch alter Anlagen gegen moderne Technologien könnten schon heute allein in Deutschland jährlich weit mehr als 50 Mio. Tonnen CO₂ und etwa 30 % der in Gebäuden verbrauchten Energie eingespart werden. Mit Marktanreizprogrammen und gesetzlichen Verordnungen fördern die Gesetzgeber umweltfreundliche Technologien in vielen europäischen Ländern. Auch die Verbraucher fragen zunehmend nach energiesparenden Lösungen. Der Anteil an Hybridsystemen, die regenerative Energien wie Sonnen- oder Erdwärme einbinden, wächst kontinuierlich.

Autor



Dr.-Ing. Dieter Pfannstiel, ist spezialisiert auf umsetzungsorientierte Forschung, Innovationsmanagement und Produktentwicklung. Durch seine langjährige industrielle Tätigkeit beinhaltet seine Beratung die gesamte Entwicklungskette von der Idee bis zum Serienprodukt: DiWiTech - Ingenieurpraxis für technische und wissenschaftliche Dienstleistungen, Breitenbach a.H.
www.DiWiTech-Pfannstiel.de

Stirlingmotoren sind derzeit die herausragendste Mikro-Kraft-Wärme-Kopplungs-Technologie (KWK). Die Freikolbenmaschine vereint das Prinzip des herkömmlichen Stirlingmotors mit einem modernen Lineargenerator zur Stromerzeugung unter Nutzung der Abwärme zur Beheizung von Wohnhäusern oder Warmwasserspeichern. Alle großen Heiztechnikhersteller beschäftigen sich zur Zeit mit dieser Mikro-KWK-Technologie und entwickeln Geräte auf Basis des Stirlingmotors und wollen bis spätestens 2012 ein Seriengerät zur Verfügung haben. Dieser Beitrag gibt einen kurzen Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand der Stirlinggeräte der verschiedenen Hersteller, er erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Der Zeitplan der Hersteller zeigt, dass eine Serieneinführung der Geräte im Markt in ein bis zwei Jahren erfolgt und so doch relativ zeitnah ist, d. h. nicht mehr ganz so weit weg ist, wie bei den Brennstoffzellenheizgeräten.

Rund 74 % des elektrischen Stroms kommen in Deutschland aus Großkraftwerken. Diese wandeln im Durchschnitt nur gut ein Drittel (37 %) der eingesetzten Energie aus Kohle, Kernbrennstoff, Erdgas oder Erdöl in nutzbaren Strom um (Stand 2006). Knapp zwei Drittel der eingesetzten Energie gehen bei dieser zentralen Erzeugung als Abwärme und durch Leitungsverluste für eine zentrale Nutzung verloren. Im Gegensatz dazu gehen bei der dezentralen Energieerzeugung mittels Stirling-Technologie lediglich 5 % der eingesetzten Energien durch den hohen Gesamtwirkungsgrad von bis zu 95 % (bezogen auf den Brennwert) verloren. Dadurch kann eine deutliche Energieeinsparung und eine CO₂-Reduzierung von ca. 0,5 bis 1 Tonne im Vergleich zur Gas-Brennwerttechnik erreicht werden.

Der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung im privaten Bereich ist ein wesentlicher Baustein zur Erreichung der europäischen Klimaschutzziele. Die Bundesregierung fördert dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung mit dem seit dem 1. Januar 2009 in Kraft getretenen KWK-Gesetz. Ziel ist es, den Stromanteil aus Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland bis 2020 von heute rund 12 % auf 25 % zu erhöhen. Der Verbraucher profitiert dabei dreifach von dem Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung. Er spart durch den effizienten Energieeinsatz Heiz- sowie Stromkosten und die Abhängigkeit von Strompreiserhöhungen verringert sich, da ein großer Teil des benötigten Stroms zu Hause produziert wird. Strom, der

über den eigenen Bedarf hinaus erzeugt wird, wird in das Versorgungsnetz eingespeist. Die Bundesregierung fördert die Anschaffung eines KWK-Systems mit einem Investitionskostenzuschuss. Darüber hinaus wird die gesamte erzeugte Strommenge über 10 Jahre mit einem KWK-Bonus gefördert und zeitlich unbegrenzt von der Stromsteuer befreit. Der eingesetzte Brennstoff ist ebenfalls von der Energiesteuer befreit.

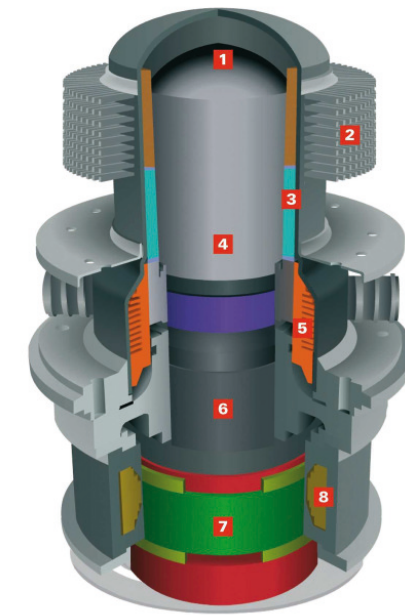
Mikro-KWK auf Stirling-Basis

Der Stirlingmotor ist vom Konzept her älter als Kraftmaschinen mit einer internen Verbrennung. Er wurde 1816 vom damals 25-jährigen schottischen Geistlichen Robert Stirling erfunden. Es ist nach der Dampfmaschine die zweitälteste Wärmekraftmaschine. Stirling wollte mit seinem Motor eine Alternative zu den damals aufkommenden Hochdruckdampfmaschinen bieten, die zahlreiche Opfer durch Kesselexplosionen forderten. Der Stirlingmotor wurde jedoch durch den Erfolg der Verbrennungskraftmaschine als Fahrzeugantrieb in ein Nischendasein getrieben, da er für schnelle Lastwechsel ungeeignet ist. Als Maschine für den Einsatz als Heizkraftblock zur Energieversorgung von Gebäuden erlebt der Stirlingmotor nun eine ähnliche Renaissance wie die Brennstoffzelle.

Der Stirlingmotor ist eine Wärmekraftmaschine, in der ein abgeschlossenes Arbeitsgas wie Luft oder Helium von außen an zwei verschiedenen Bereichen

abwechselnd erhitzt und gekühlt wird, um mechanische Energie zu erzeugen. Der Stirlingmotor arbeitet nach dem Prinzip eines geschlossenen Kreisprozesses und ist ein Beispiel für die Energiewandlung von einer schlecht nutzbaren Energieform (thermische Energie) in die besser einsetzbare Energieform (mechanische Energie). Der Stirlingmotor kann mit einer beliebigen externen Wärmequelle betrieben werden. Es gibt Modelle, die bereits bei Anfassen durch die Wärme der menschlichen Hand in Gang kommen. Ein Gasbrenner erzeugt eine temperaturbedingte Druckwelle in einem hermetisch verschlossenen Gehäuse. Die Druckwelle setzt einen Arbeitskolben in dem Gehäuse in Bewegung. Ein Generator wandelt diese Kolbenbewegung in Elektrizität um. Dies ist vor allem der äußeren Verbrennung zuzuschreiben. Hier kann mit kontinuierlicher Flamme gearbeitet werden, was sehr geringe Abgasemissionen mit sich bringt und auch verschiedenste gasförmige, flüssige und feste Brennstoffe zulässt. Der Motor kann je nach Brennerkonstruktion beispielsweise Erdgas oder Flüssiggas, Heizöl, Pflanzenöl oder auch Holzpellets nutzen. Der Stirlingmotor kann über einen weiten Bereich moduliert werden, allerdings erreicht er nicht die guten elektrischen Wirkungsgrade der Verbrennungsmaschine. Im Gesamtwirkungsgrad kommt er allerdings auf über 90 %.

Wenn das Gerät in Betrieb ist, wird neben Wärme mit dem erdgasbetriebenen Stirlingmotor somit noch Strom erzeugt. Der erzeugte Strom lässt sich im Wohnhaus über die normalen Leitungen nutzen. Auf Jahr gerechnet bedeutet dies, dass eine durchschnittliche Familie ungefähr Zweidrittel des eigenen Stromverbrauchs mit dem Micro KWK-Heizgerät selbst erzeugen kann. Auf diese Weise lassen sich die Stromkosten deutlich reduzieren. Wenn der Eigenverbrauch im Haus niedrig ist, so wird der Über-



Stirling-Motor

- 1 Stirlingkopf
- 2 Rippen
- 3 Regenerator
- 4 Verdrängerkolben
- 5 Wassergekühlter Bereich
- 6 Arbeitskolben
- 7 Magnetband
- 8 Kupferspule

Bild 1

Aufbau einer Freikolben-Wärmekraftmaschine

Bild: Viessmann Werke

schuss über den Stromzähler ins Netz eingespeist.

Eine Freikolben-Wärmekraftmaschine, die als Stirlingmotor betrieben wird, hat den großen Vorteil, dass nur noch ein bewegtes Teil vorhanden ist, der freischwingende Kolben (Bild 1: Nr. 6). Neben der Gasturbine ist der Freikolben-Stirlingmotor daher eine Wärmekraftmaschine, die ohne weitere reibungsbehaftete Teile wie Pleuel und Pleuellwelle auskommt. Daher hat ein Freikolben-Stirlingmotor das Potential kostengünstig herstellbar zu sein und verschleißarm betrieben werden zu können. Darüber hinaus ist ein geräuscharmer Betrieb möglich. Zudem sind die Wartungskosten im Vergleich zum Verbrennungsmotor aufgrund des fehlenden Schmierölbedarfs geringer.

Der Linear-Freikolbenstirling arbeitet mit einem geschlossenen System, bei dem Helium als Arbeitsmedium zwischen einer permanent heißen und einer permanent kalten Zone hin und her bewegt wird. Durch dieses abwechselnde Erhitzen und Abkühlen verändert sich das Volumen im Arbeitsmedium. Dadurch wird der Arbeitskolben in Be-

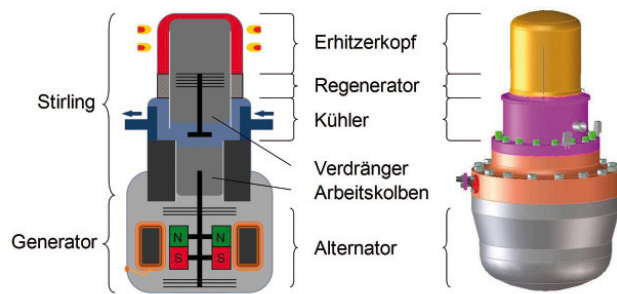
wegung gesetzt und mechanische Energie erzeugt, die durch einen integrierten Lineargenerator in elektrische Energie umgewandelt wird. Die Arbeitstemperatur im Kolben beträgt bis zu 500 °C. Dadurch entsteht Abwärme, die zur Heizungs- und Trinkwassererwärmung genutzt wird. Gleichzeitig wird aus der Kolbenbewegung Strom gewonnen. Der Motor selbst ist ein geschlossenes System. Das heißt, das Arbeitsmedium Helium verbleibt im Inneren. Deshalb gibt es keine Ventile oder Zuleitungen. Weitere Merkmale eines Stirlinggerätes sind:

- Die Wärmeerzeugung muss nicht notwendigerweise auf Verbrennung beruhen, sondern es kann jede Wärmequelle (Solarenergie beim Solar-Stirling, Erdwärme o. ä.) genutzt werden.
- Es gibt Stirlingmotoren, die nur wenige Kelvin Temperaturdifferenz benötigen (z. B. Flachplatten-Stirlingmotor).
- Wenn die Wärmeerzeugung durch Verbrennung geschieht, sind beliebige Brennstoffe möglich. Außerdem kann die Verbrennung kontinuierlich und von

Tabelle 1

Übersicht über den Entwicklungsstand der verschiedenen Stirlinggeräte

Hersteller	Leistung		Leistung Zusatzheizgerät (kW)	Gesamte Wärmeleistung (kW)	Gesamt-Wirkungsgrad (η_p) (%)	Feldtest		Serienstart ab
	elektrisch (kW _{el})	thermisch (kW _{th})				Start	Anzahl Geräte	
Bosch Thermo-technik (Buderus)	1,0	3–7	24	31,0	95 (H_2)	2009	ca. 70	Ende 2011
Ariston Thermo Group (Elco)	1,0	5,0	24,5	29,5	107,7	2009/2010	100	2012
Bosch Thermo-technik (Junkers)	1,0	3–7	24	31,0	95 (H_2)	2009	ca. 30	Ende 2011
Remeha	1,0	5,0	18,0 23,0 (WW)	23,0 28 (WW)	107,0	Dezember 2007	ca. 400	Sommer 2010
Viessmann	1,0	6,0	18,0	24,0	107,0	Sommer 2009	ca. 30	2011



• Hermetisch verschlossen und mit 30 bar Helium gefüllt

Bild 2

Aufbau und Prinzip des Stirlinggerätes

Bild: Buderus

außen erfolgen und erlaubt so günstige Abgaswerte.

- Fehlende Explosions- und Abgasgeräusche machen einen Stirlingmotor sehr leise.
- Der Verbrauch von Schmieröl ist gering.
- Die Leistungsänderung durch Steuerung des Wärmestromes ist sehr langsam und deshalb für Kraftfahrzeuge nicht geeignet. Andere Methoden der

Leistungsregelung sind möglich, jedoch in der Regel aufwändiger. So kann die Leistung eines Stirlingmotors über den mittleren Betriebsdruck (Abblasen oder Zupumpen von Arbeitsgas) oder über Phasenverschiebung der Kolben geregelt werden.

- Stirlingmotoren arbeiten mit hohen Drücken, benötigen große Wärmeübertrager und sind deshalb schwer.
- Der Stirlingmotor kann schon als Einzylindermotor völlig frei von Massenkraften laufen.
- Es gibt sehr viele verschiedene Bauformen, was vielseitige Anwendbarkeit und

Weiterentwickelbarkeit ermöglicht.

- Stirlingmotoren erzeugen hohe Drehmomente vor allem bei niedrigen Drehzahlen.
- Bestimmte Bauformen können selbständig unter Last anlaufen.

Die **Tabelle 1** gibt einen Überblick über die verschiedenen Hersteller mit ihrem Stirlinggerät. Neben den Leistungsdaten sind in dieser Tabelle auch die Angaben zum Feldtest und zum Serienstart mit eingetragen.

Die Kompaktheizzentrale von Bosch Thermo-technik (Buderus, Junkers) mit integriertem Schichtladespeicher (100 l) besteht aus einem Stirlingmotor und einem zusätzlichen Heizgerät (**Bild 2**). Im Stir-

ling-Heizgerät ist ein Stirlingmotor mit einem zusätzlichen Gas-Brennwert-Heizkessel (Booster) für höhere Leistungsbedarfe und für die Warmwasserbereitung kombiniert. Da die Installation und die Wartung von Gas-Brennwert-Heizkesseln nahezu identisch erfolgen, kann ein vorhandener Kessel problemlos ausgetauscht werden. Das Stirlinggerät heizt nicht nur den Wohnraum und erzeugt warmes Wasser, sondern deckt gleichzeitig auch den Grundbedarf an Strom in Ein- und Zweifamilienhäusern durch die Kraft-Wärme-Kopplung ab. Der Gasbrenner erzeugt eine temperaturbedingte Druckwelle in einem hermetisch verschlossenen Gehäuse. In einem gasdicht geschlossenen und mit dem Arbeitsgas Helium gefüllten Zylinder arbeiten zwei Kolben. Die eine Seite des Zylinders wird mit einem Gasbrenner erwärmt, die andere mit Wasser aus dem Heizsystem gekühlt. Der Verdrängerkolben schiebt das Arbeitsgas abwechselnd zwischen der kalten und der heißen Seite hin und her. Das Wechselspiel von Erwärmung und Abkühlung erzeugt dabei eine Druckdifferenz, die den Arbeitskolben bewegt. Der Arbeitskolben ist Teil des Generators, der die Bewegung in elektrischen Wechselstrom umwandelt und erzeugt so Strom zum Erdgaspreis. Auf diese Weise lassen sich die Stromkosten deutlich reduzieren. Ein Haushalt kann mit dem Gerät etwa die Hälfte des eigenen Strombedarfs decken. Die Abwärme des Brenners wird zur Beheizung des Gebäudes genutzt. Bei der dezentralen Energieerzeugung mittels Stirling-Technologie wird die Abwärme der Stromerzeugung fast komplett zur Beheizung des Wohngebäudes genutzt und ein Gesamtwirkungsgrad von bis zu 95 % erreicht. Dementsprechend gering sind auch die CO₂-Emissionen. Bis zu 70 Stirling-Heizgeräte werden von Buderus (**Bild 3**, links) und bis zu 30 Stirling-Heizgeräte werden von Junkers (**Bild 3**, rechts) ab 2009 in Deutschland im Feldtest eingesetzt. Der Serienstart des Stirling-Heizgerätes ist für Ende 2011 geplant.

POPULÄRE IRRTÜMER, TEIL 4

EVA PFLÜCKTE EINEN APFEL VOM BAUM DER ERKENNTNIS ...





Bild 3

Mikro-KWK auf Stirling-Basis

Bild: Buderus (links), Junkers (rechts)

Das Mikro-KWK-System von Ariston (Elco), auf Basis eines Freikolbenschwingers, beinhaltet neben dem Stirling und dem Zusatzheizgerät einen 105 Liter-Speicher zur Warmwasserbereitung (Bild 4). Der Stirling hat eine maximale Leistung von 1 kW elektrisch und ca. 5 kW thermisch. Mit dem Zusatzheizgerät stehen damit 29,5 kW für die Heizung und zur Warmwasserbereitung zur Verfügung. Betrieben wird das bodenstehende Gerät mit Erdgas und hat einen Gesamtwirkungsgrad von ca. 107 % im 30 Prozent-Teillastpunkt. Das Gerät hat eine Grundfläche von 600 x 600 mm und eine Höhe von 1850 mm. Seit dem 3. Quartal 2009 laufen Feldtests mit ca. 15 Geräten dieser ersten Generation von Stirlinggeräten. Als zweite Generation des Stirlinggerätes wird ein wandhängendes Gerät entwickelt. Der Fokus bei dieser Entwicklung bzw. Weiterentwicklung liegt auf der Reduzierung der Größe, des Gewichts und des Geräusches sowie in der Steigerung des elektrischen Wirkungsgrades. Tests im Labor mit diesen Geräten sind für 2010 geplant und Feldtest schließen sich dann 2011 mit den wandhängenden Stirlinggeräten an. Weitere Feldtests mit Eneco sind für 2010 geplant. Hier sollen dann insgesamt 100 Geräte installiert werden. Die Markteinführung der wandhängenden Stirlinggeräte ist für Anfang 2012 geplant.

Remeha hat ein kompaktes Mikro-KWK-Heizgerät zur Wandmontage entwickelt (Bild 5) und das Heizgerät wird bereits seit 2007 im Feldeinsatz getestet. Das Mikro-KWK-Heizgerät ist als Kombi- oder auch als Solo-Wandkessel vorgese-

hen. Bei diesem Gerät sind auch die Brennwerttechnik und die innovative Freikolben-Stirling-Technologie miteinander verbunden. Das Remeha Mikro-KWK-Heizgerät funktioniert auf dieselbe Weise wie ein normales Brennwertgerät und hat ähnliche Abmessungen wie das Remeha Quinta-Gerät (B = 430 mm, T = 450 mm, H = 900 mm). Das Stirling-Heizgerät besitzt eine witterungsgeführte Regelung, wodurch die Heizleistung in Verbindung mit dem Zusatzheizgerät an den aktuellen Wärmebedarf angepasst werden kann. Der Stirling liefert dabei eine elektrische Leistung von 1 kW und eine thermische Leistung von ca. 5 kW. Die Modulation des Stirlings erfolgt im Bereich von 3 bis 5 kW (thermisch). Das Zu-

satzheizgerät hat eine maximale Leistung von 18 bzw. 23 kW. Somit stehen zur Raumbeheizung maximal 23 kW und beim Kombigerät stehen zur Warmwasserbereitung 28 kW zur Verfügung. Mit der witterungsgeführten Regelung kann ein Heizkreis ohne Mischer und die Warmwasserbereitung geregelt werden. Über ein Erweiterungsmodul ist der Anschluss von zwei zusätzlichen Mischerheizkreisen an die Heizungsregelung möglich. Das Zusatzheizgerät als auch der Stirling haben jeweils eine separate Regelung, die miteinander kommunizieren. Die Regelung für den Stirling beinhaltet dabei auch die Startprozedur für den Stirling. Beim Start heizt der Brenner den Kopf des Stirlings auf und ist eine bestimmte Temperatur überschritten, so wird der Stirling dann über den Ge-

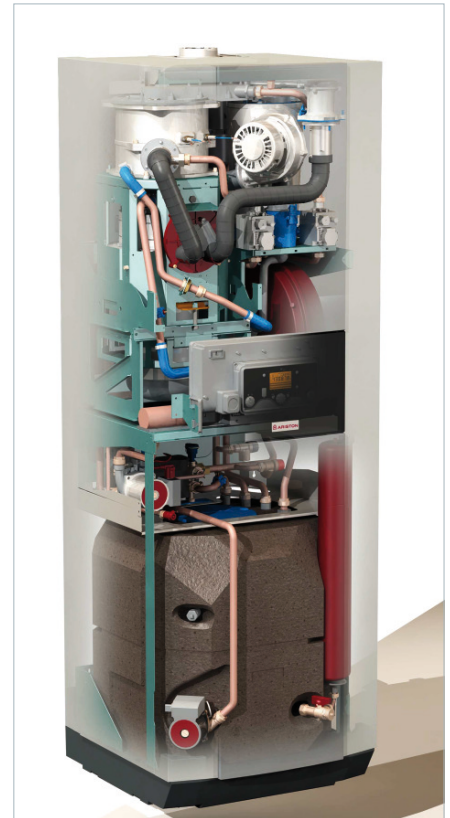


Bild 4

Stirling-Heizgerät

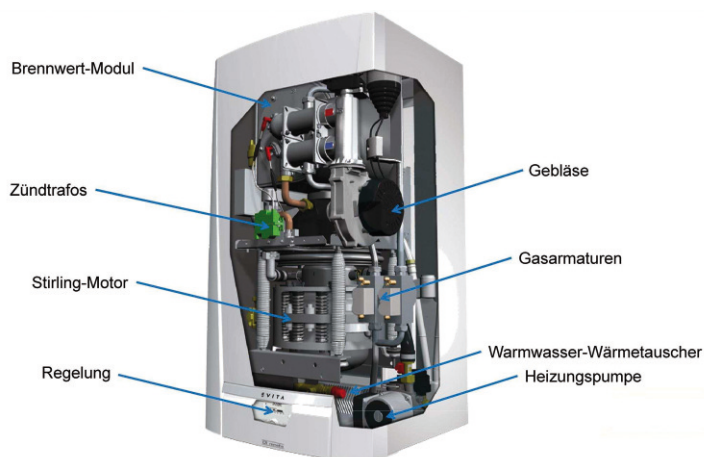
Bild: ELCO

... UND FLÜSSIGGAS IST SCHWER ZU INSTALLIEREN.



Gewinne im Gesamtwert von 10.000 EUR:
www.primagas-experte.de

Keine Frage: In beiden Aussagen „ist der Wurm drin“. Eva verspeiste mit Adam vermutlich eine Feige. Und die Installation von Flüssiggas ist völlig unkompliziert. Warum, erfahren Sie inkl. Gewinnspiel auf www.primagas-experte.de



nerator gestartet. Er startet sich somit selbst. Remeha hat bereits seit Dezember 2007 mit einer Reihe von Feldversuchen begonnen, die erforderlich sind, um ein qualitativ hochwertiges und umfassend erprobtes Gerät auf den Markt zu bringen. Hierfür bedarf es mehrerer Feldversuche, die über mehrere Winter laufen müssen, um sowohl die technischen Aspekte und Messwerte als auch die Benutzereigenschaften für den Verbraucher zu untersuchen. Seit Okto-

Edelstahlheizkörper



www.va-therm.com
Fon 07121 310 797

ber 2008 läuft ein kommerzieller Feldtest mit mehrern hundert Geräten in den Niederlanden. Insgesamt sind zur Zeit ca. 400 Geräte im Feldtest. Im März 2009 wurde ein gemeinsames Pilotprojekt mit Energieversorgern in Deutschland begonnen. Innerhalb dieses Pilotprojektes wurden 16 Geräte in häuslichen Anlagen und auf Prüfständen der Energieversorger installiert. Dem schließt sich ein zweites Pilotprojekt in Deutschland von Januar bis März 2010 an, bei dem 100 Geräte installiert werden. Der Vorserienstart ist für März / April 2010 mit ca. 50 Geräten geplant. Die geplante Serieneinführung des Remeha Mikro-KWK-Brennwertgeräts ist dann für das zweite Halbjahr 2010 vorgesehen.

Das Stirling-Mikro-KWK-System von Viessmann, auf Basis eines Freikolben-schwingers, ist speziell auf die Modernisierung von Ein- und Zweifamilienhäusern und für den dort benötigten Wärmebedarf abgestimmt (Bild 6). Es erzeugt den gesamten Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser sowie die

Grundlast des benötigten Stroms. Das Mikro-KWK-System von Viessmann ist eine Kombination aus einem leistungsstarken Stirling-Motor und einem hochwertigen Brennwertgerät und ist für den Betrieb mit Erdgas konzipiert. Die Abwärme des Stirling-Motors erzeugt nebenbei die Energie für Heizung und Trinkwassererwärmung, die für die meiste Zeit des Jahres ausreichend ist. Wichtig für einen wirtschaftlichen Betrieb des KWK-Systems ist die passende Liegenschaft. Idealerweise kann dann der Stirling-Motor den gesamten Grundwärmeebedarf abdecken. Wird mehr Wärme gefordert, z. B. in der kalten Jahreszeit, schaltet sich der integrierte Spitzenlastkessel zu. Der erzeugte Strom wird in erster Linie im Haus selbst genutzt, der Überschuss gegen Vergütung ins Netz eingespeist. Wird der erzeugte Strom selbst genutzt, kostet dieser nur ca. 1/3 des Strompreises aus dem Netz. Die Installation des Viessmann Mikro-KWK-Systems ist genauso einfach wie die eines Gas-Wandgerätes. Anschlüsse und Abgasführung sind dabei gleich. Der



Bild 6

Stirling-Heizgerät

Bild: Viessmann

Bild 5

Stirling-Heizgerät Evita

Bild: Remeha

Stirling-Motor und das integrierte Brennwertgerät (Spitzenlastkessel) teilen sich sowohl den Gasanschluss wie auch das Abgassystem. Für den Betreiber fallen somit keine zusätzlichen Investitionen an und die Installation erfordert keinen zusätzlichen Aufwand, was auch Kosten spart. Es wird lediglich ein zweiter Stromzähler benötigt.

Das Mikro-KWK-System auf Stirling-Basis ist nicht größer als ein Gas-Wandgerät ($B = 600 \text{ mm}$, $T = 430 \text{ mm}$, $H = 900 \text{ mm}$). Ein weiterer Vorteil des Systems ist die Wartungsfreundlichkeit, da ein Linear-Freikolbenstirling weder Zündkerzen noch Filter braucht. Es muss also nichts geprüft oder gewechselt werden, der Wartungsaufwand ist damit sehr gering. Der Linearkolben führt keine Drehbewegung aus, da die Stromerzeugung durch die Auf- und Abwärtsbewegung des Kolbens entlang einer Spule erfolgt. Antriebs- und Steuerwellen sind somit nicht notwendig. Auch Ventile oder Steuerungen gibt es im Motor, im Gegensatz zu einem normalen Verbrennungsmotor, auch nicht. Weiterhin kann auch auf Schmiermittel verzichtet werden, da der Kolben in Helium läuft und der Motor hermetisch abgedichtet ist. Seit Sommer 2009 sind ca. 30 Geräte im Feldtest im Einsatz. Mit einem Seriengerät wird frühestens 2011 gerechnet.

Zusammenfassung

Der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung im privaten Bereich ist ein wesentlicher Baustein zur Erreichung der europäischen Klimaschutzziele und die Bundesregierung fördert die dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung auch entsprechend. Der Verbraucher profitiert dabei dreifach, indem er durch den effizienten Energieeinsatz erstens Heizkosten, zweitens Stromkosten spart und drittens die Abhängigkeit von Strompreiserhöhungen verringert, da ein großer Teil des benötigten Stroms zu Hause produziert wird. Die Hersteller arbeiten zur Zeit an der Entwicklung der Geräte, um diese serientauglich zu machen. Sie haben bereits eine große Anzahl von Geräten im Feldtest und werden auch in 2010 noch weitere Geräte zu Testzwecken installieren. Der erste Hersteller will bereits im Sommer 2010 in Serie gehen. Die anderen Hersteller werden sukzessive folgen. Man wird gespannt sein, wie die Geräte vom Verbraucher angenommen werden und sich die Stirlinggeräte im Markt etablieren.