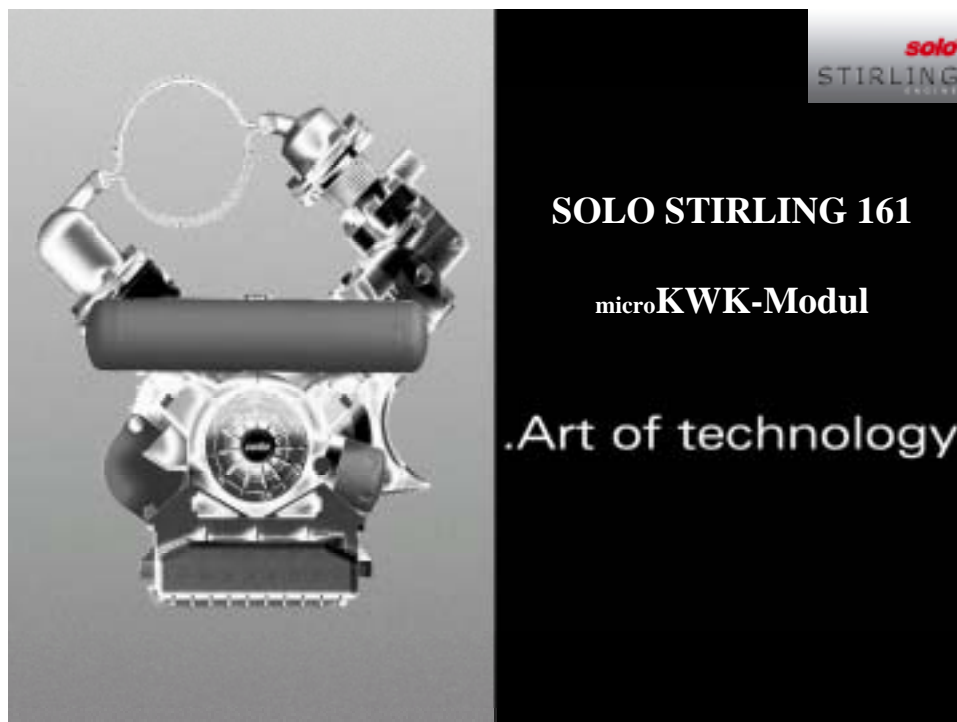


Solo Stirling BHKW mit niedrigen Emissionen

SOLO Kleinmotoren GmbH
Abteilung Stirling
Postfach 60 01 52
71050 Sindelfingen

Tel.: ++49 / (0)7031 / 301-0



Die Fa. SOLO und die STIRLING-Technologie

Die Entscheidung bei SOLO für die Anwendung als KWK-Modul basierte auf der zentralen Bedeutung der künftigen Anforderungen an den Klimaschutz und die Ressourcenverteilung.

Es sind intelligente, effiziente Technologien zur Energiewandlung und -verteilung notwendig.

Vor 12 Jahren fiel die Entscheidung zur Entwicklung eines Motors nach dem Stirlingprinzip. Anfangs als solare Anwendung, in Kooperation mit SBP. Ergebnis : EURODish

SOLO hat den Ehrgeiz für das Stirlingprojekt vor allem deshalb entwickelt, weil man sich als Motorenhersteller prädestiniert sah, ein neues Feld zu erschließen. Nicht zuletzt auch auf Grund der Innovationsfreudigkeit des Unternehmens seit der Gründung 1948:

Bsp.:

1951 1. Rückentragbares Motorsprühgerät der Welt

1956: 1. Rasenmäher mit rotierendem Messer in Europa

1958: 1. Direktgetriebene Motorkettensäge in Europa

1971: 1. Allgelände-Sechsradfahrzeug in Europa

1990 übernimmt SOLO die Patentrechte an der schwedischen Stirlingmaschine V 160. Diese Maschine vom α -Typ ist dadurch gekennzeichnet, dass zwei Kolben, einer in einem heißen und einer in einem kalten Zylinder, um einen bestimmten Phasenwinkel, z.B. 90° , mit Dichtungen zu den Zylinderwänden gleiten. Auf einer Kurbelwelle mit Schwungrad sind die beiden Kurbelzapfen so angeordnet, dass die notwendige Phasenverschiebung der Kolbenbewegung zu Stande kommt. Die Zylinder können parallel, V- oder aber auch L-förmig angeordnet sein. Die ersten praktisch brauchbaren Maschinen dieses Typs wurden 1890 in den USA gebaut. Der bekannteste Stirlingmotor dieses Typs ist die V 160, mit deren Entwicklung in Schweden begonnen wurde.

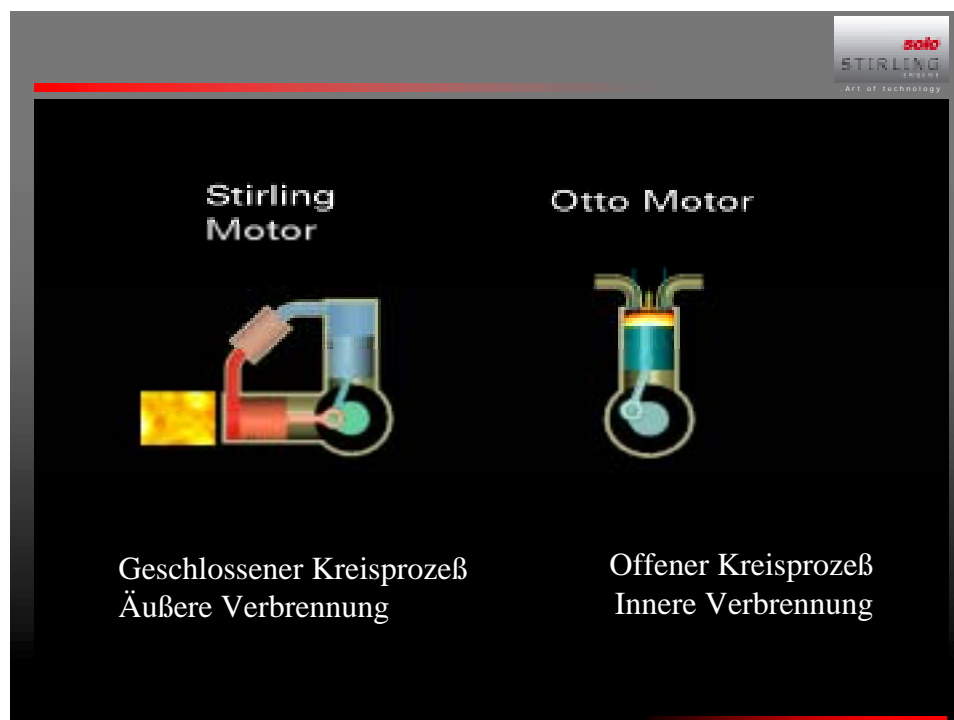
SOLO beginnt darauf hin eine Kooperation mit dem weltweit agierenden Ingenieurbüro Schlaich, Bergermann und Partner, dessen Interesse auch der Solarenergie galt, im Hinblick auf die speziell in den Drittländern fehlenden Energiesysteme. Durch diese Zusammenarbeit entstanden die ersten EURODISH-Systeme in Almeria/Spanien.

Aus den erfolgreichen DISH-Erfahrungen reifte der Entschluß zur Entwicklung einer stationären Maschine als Modul zur Kraft-Wärme-Kopplung.

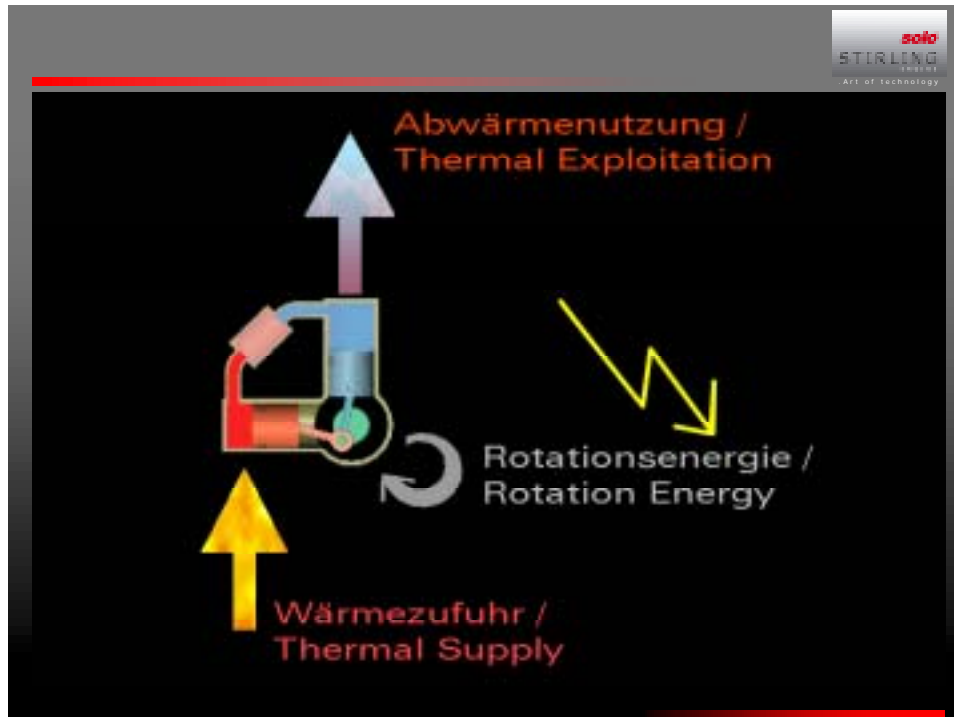
Es stellte sich jedoch schnell heraus, dass das schwedische Konzept hierfür nicht geeignet war. Daraus resultierte die Entwicklung der V 161, die bis auf die V-Anordnung der Zylinder ein komplett neues Motorenkonzept darstellt.

1997 startet ein dreijähriger Feldtests mit insgesamt 15 Maschinen, die zusammen über 300.000 Bh akkumuliert haben. Einzelne Maschinen aus dieser Erprobung laufen bis heute mit ca. 40.000 Bh. Resultierend aus diesen Erfahrungen und den gezielt durchgeführten Modifikationen reifte der Entschluß zur Serienfertigung. Das SOLO STIRLING 161 microKWK-Modul ist seit 2002 DVGW und TÜV-zertifiziert.

Der Stirlingprozeß



Der besondere Charme der Technologie liegt in der Idee: Ein prädestinierter Langstreckenläufer mit minimalsten, von herkömmlichen Technologien unerreichten Emissionen - dabei ist nicht mal ein Katalysator nötig. Und einer bisher nicht gekannten Variabilität bei der Auswahl des Brennstoffes bzw. der Wärmequelle. Ob „minderwertige“, flüssige, gasförmige, feste Brennstoffe oder konzentrierte Solarstrahlung... alles, was über den kontinuierlich arbeitenden externen Brenner in Wärme umgewandelt wird, treibt die STIRLING ENGINE an.



Im Gegensatz zu herkömmlichen Verbrennungsmotoren, bei denen Gas in den Zylinderraum strömt und diesen wieder verläßt, funktioniert die STIRLING ENGINE etwas anders: Das Arbeitsgas Helium befindet sich im eigentlichen Stirlingprozeß zwischen den Kolbenoberseiten: in Erhitzer, Regenerator und Gaskühler. Hier wird der Kreisprozeß mit ständigem Wechsel von Druck und Temperatur durchgeführt. In den Räumen unterhalb der Kolben und über den Stangendichtungen und im zwischen den Zylindern montierten Puffer liegt der mittlere Prozeßdruck mit nur kleinen Schwankungen an.

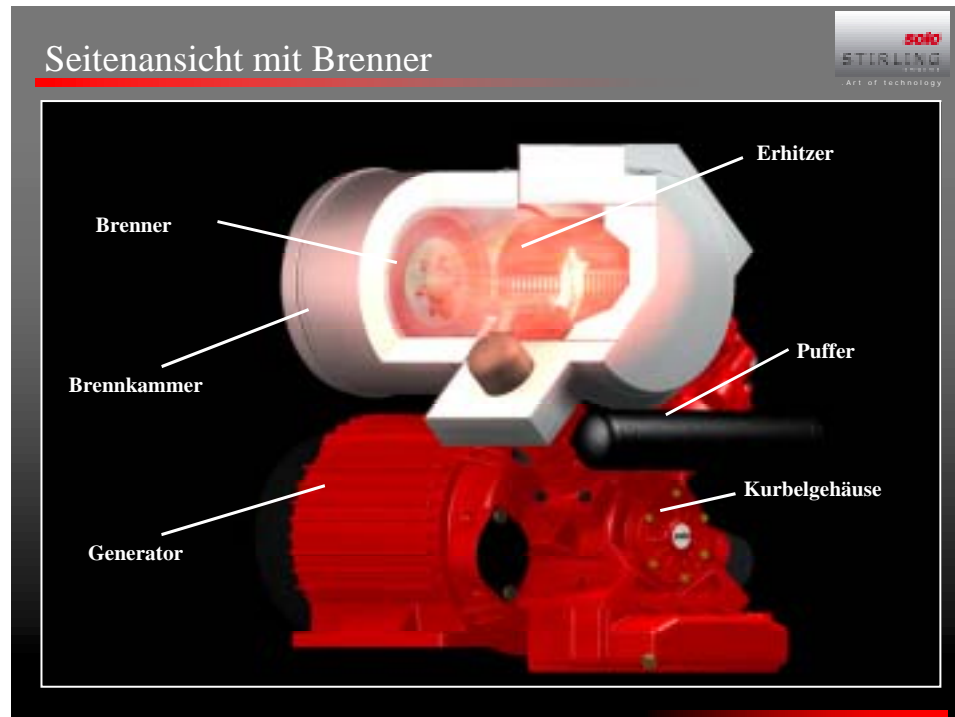
Im Vorratsbehälter neben der Maschine ist das Druckniveau immer höher als der mittlere Prozeßdruck, es kann Helium in den Motor fließen oder zurückgefördert werden.

Eine Heliumzufuhr aus dem Vorratsbehälter wird durch ein Magnetventil (Supply-Ventil) freigegeben und über zwei Düsen auf Prozeß und Puffer gleichmäßig verteilt. Das Abpumpen von Helium aus dem Motor in den Behälter geschieht über eine kleine Kolbenpumpe, die über dem Kompressorkolben montiert ist (Discharge-Ventil).

Zwei Drucksensoren messen den mittleren Prozeß- und den Behälterdruck, die Werte werden am Monitor angezeigt.

Die Heliummenge im Vorratsbehälter wird zum Ausgleich kleinerer Leckagen bei Bedarf nach einigen Wochen ergänzt. Dazu wird eine 10 Liter Flasche mit Druckminderer und Magnetventil verwendet. Der Vorgang läuft vollautomatisch ab. Die 10 Liter Heliumflasche enthält Vorrat für über 5000 Stunden Betrieb und wird beim Service ausgetauscht.

Die gewünschte Leistung wird dem Prozessor z.B. durch manuelle Vorwahl oder von außen durch ein MSR-System vorgegeben. Er setzt dann die Magnetventile zur Anpassung des mittleren Prozeßdruckes (Maschinendruck) in Gang, sie werden angesteuert, bis der gewünschte Druck erreicht ist.



Der maximale Helium-Mitteldruck im Motor beträgt 150 bar, der minimale im Betrieb 40 bar. Beim Abstellen wird der Druck bis auf unter 32 bar aus dem Motor abgepumpt. Der Behälter erreicht dann etwa 200 - 220 bar, im Betrieb ist sein Druck niedriger, jedoch immer rund 20 bar über dem mittleren Prozeßdruck. Der maximale Behälterdruck wird durch eine Berstscheibe auf 250 - 280 bar begrenzt.



Über einen 6 mm Schneidring-Anschluß mit Rückschlagventil am Supply-Ventilblock kann Helium nachgefüllt werden. Die eingebaute Pumpe fördert es in den Vorratsbehälter. Ein automatisches Nachfüllen aus einer externen 10 l Helium-Flasche ist über ein zusätzlich installiertes Magnetventil möglich. Etwa einmal jährlich muß die externe Flasche ausgetauscht werden.

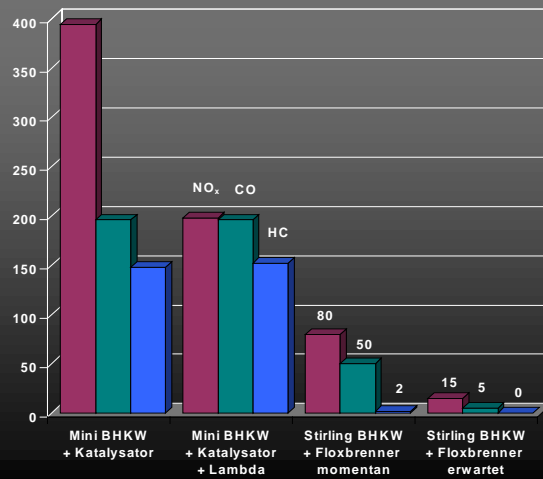
Da die Maschine geschlossen ist, bleibt sie frei von Verbrennungsrückständen und damit auch frei von Verschleiß und Wartung. Dazu kommt noch, dass keine Verbrauchsmaterialien wie beispielsweise Öl oder andere Schmierstoffe zum Wechsel anfallen. Ebenso entfallen sonst wesentliche Bauteile wie Anlasser, Katalysator, λ -Sonde oder Getriebe.

Wann eine Wartung notwendig wird und in welchem Umfang wird per Datenleitung überwacht.

Schadstoffemissionen



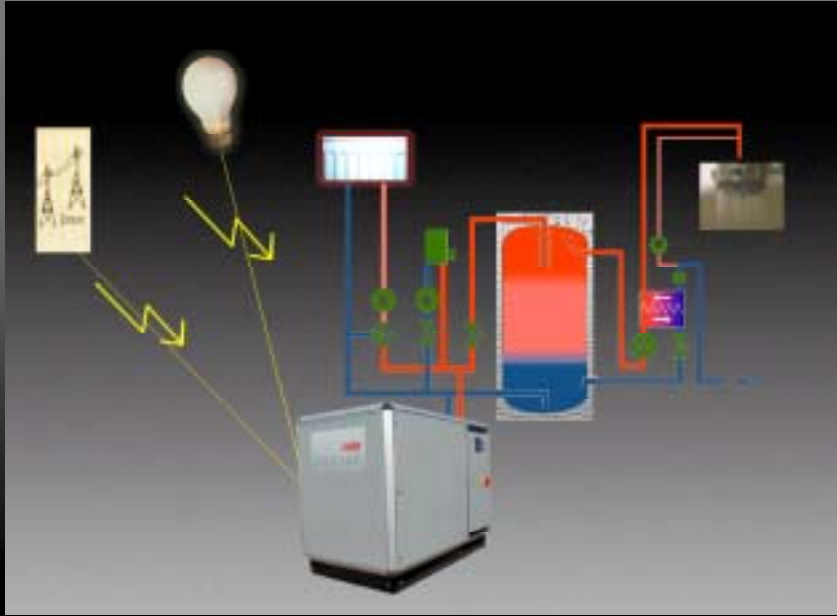
Schadstoffemissionen des Stirling-BHKW im Vergleich zu konventionellen BHKW (in mg/m²)



Geeignet für Immobilien, kommunale Einrichtungen, oder für den Einsatz in „virtuellen Kraftwerken“ bietet diese Technologie eine hervorragende zukunftsweisende Lösung, in Form der Kraft-Wärme-Kopplung dem weltweiten Trend dezentraler Energiekonzepte gerecht zu werden. Der Motor ist leistungsgeregelt und stufenlos modulierbar von 2-9 kW elektrisch und 8-24 kW thermisch bei einem Gesamtwirkungsgrad von über 90 % und mit konventionellen Technologien nicht zu erreichenden Emissionen.

Für eine optimale Betriebsweise des Stirling Motors wurde eine spezielle hydraulische Heizungseinbindung entwickelt. Es handelt sich um ein hydraulisches System, welches eine lange Laufzeit des Motors ermöglicht. Konkret heißt das, dass der Motor mit einem nachgeschalteten Puffermanagement, dem sog. Schichtenspeicher, ausgestattet ist. Dieser Wärmespeicher ermöglicht es, den Stirling-Motor so einzusetzen, dass es in jedem Betriebsfall, auch bei geringen Lasten, zu einer optimalen zusammenhängenden Laufzeit kommt, ohne dass er in einer ständigen Start und Stop-Betriebsweise hineinschwingt.

Einbindung in Heizungssystem



Das System ist mit einem optimal arbeitenden Energiemanagement ausgestattet. Dieses Management startet den Motor nur, wenn der Schichtenspeicher soweit entladen ist, dass der Motor auf eine optimale Laufzeit kommt. Die Kommunikation mit vorhandener Gebäude-Leit-Technik ist über eine Schnittstelle möglich. Das Modul arbeitet sowohl strom- als auch wärmegeführt. In beiden Fällen wird die überschüssige elektrische Energie in das Niederspannungsnetz eingespeist. Eine modulare Betriebsweise von bis zu vier Modulen ist regelungstechnisch möglich.

Biomasse-BHKW



Die Verwendung von Biomasse als Energiestoff findet immer mehr Zuspruch. Das Vorhandensein der Biomasse beim Betreiber ist neben der Ressourcenschonung

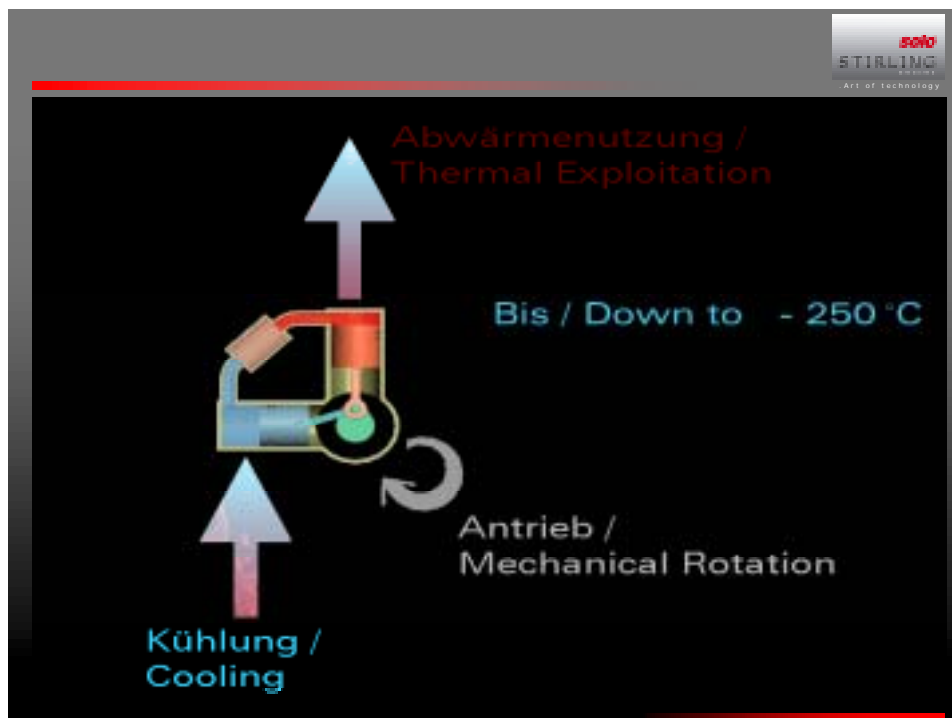
wesentlicher Vorteil. Speziell Faul- oder Klärgas stehen Betreiber von Biogasanlagen bereits zur Verfügung. Ein konventionelles BHKW mit einem Gasottomotor ist nicht in der Lage, die ungereinigten Gase zu verbrennen.

Durch die externe Verbrennung im FLOX[®]-Verfahren (Flammlose Oxidation) bei SOLO STIRLING ENGINE können auch ungereinigte Gase problemlos verbrannt werden.

Beim Stichwort Biomasse sind auch Pellets auf dem Vormarsch. Diese kleinen, gepressten Holzstücke, werden je nach Bedarf automatisch über eine Förderschnecke in die Brennkammer eingebracht. Die Anbindung eines Pellet-Brenners an die SOLO STIRLING ENGINE ist derzeit eine der Entwicklungsprioritäten und wird bis 2003 in Serie angeboten. STIRLING ENGINE ist damit die einzige microKWK Anlage, die auch für den Einsatz fester Brennstoffe geeignet ist.

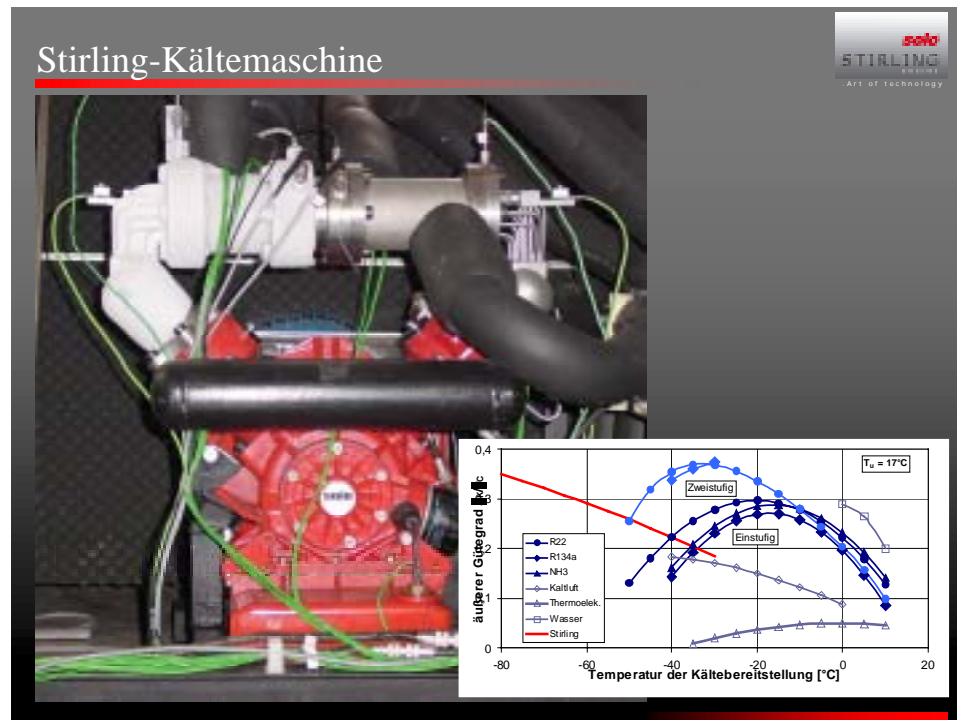
Auch der Einsatz von Abgasvolumenströmen auf hohem Temperaturniveau, z.B. industrieller Abwärme, die in ungenutzt bleibt, ist prädestiniert für die SOLO STIRLING ENGINE. Die ökonomischen Vorteile liegen auf der Hand: Zum einen ist meist eine aufwendige Kühlung nötig, bevor die Abwärme den Betrieb verläßt. Schon diese Investition entfällt. Zum anderen kann sozusagen mit einem „Abfallprodukt“ Strom und Wärme produziert werden.

STIRLING-KÄLTEMASCHINE



In Zusammenarbeit mit dem Institut für angewandte Thermodynamik und Klimatechnik der Universität Essen wurde der SOLO STIRLING Motor zu einer Kältemaschine umgebaut, mit der Kälte bei Temperaturen bis zu -200°C bereitgestellt werden kann. Temperaturen, wie sie bei der Tieftemperaturtechnik, beispielsweise bei der Lösungsmittel-Rekondensation, in industriellem Maßstab ebenso zum Einsatz kommen wie bei der Methanverflüssigung, in der

Medizintechnik, der Lebensmittelindustrie oder im Bereich der Supraleitung. Durch Variation der Drehzahl bzw. des Arbeitsgasdruckes ist die Leistung in großen Bereichen bei guten Teillastgütegraden regelbar.



DISH/STIRLING-Systeme



Eine weitere Anwendungsform stellt die Kombination von SOLO STIRLING ENGINE und Parabolspiegel dar. In dessen Brennpunkt leistet der Stirlingmotor seinen Dienst, angetrieben von konzentrierter Sonnenstrahlung. Die sogenannten Dish/Stirling-

Systeme werden seit Jahren im spanischen Almeria eingesetzt. Auch in den USA laufen Dish/Stirling-Anlagen mit Erfolg. Die Entwicklung erfolgte gemeinsam mit dem Stuttgarter Ingenieurbüro Schlaich, Bergemann und Partner.

Fazit

Das von SOLO entwickelte Stirling-Motorenkonzept ist eine zukunftsweisende Technologie, die neben der Brennstoffzellen-Technologie die vielversprechendste Perspektive darstellt, um den Anforderungen der künftigen Energieversorgung im Fokus der Nachhaltigkeit und der dezentralen Energiebereitstellung gerecht zu werden.

- Variable Brennstoffverwertung
- Gute Einbindung in regenerative Energiekonzepte
- Stufenlos modulierbar ohne nennenswerte Wirkungsgradverluste
- Wesentlich höhere Lebenserwartung
- Kein Ölverbrauch
= kein Ölwechsel
- Kein Katalysator, keine λ -Sonde
- Kein Anlasser
- Kein Getriebe
- Keine Ventile
- Geringerer Verschleiß
- Längere Serviceintervalle
- Geringere Wartungskosten



Elektrische Leistung	2 — 9 kW
Thermische Leistung	8 — 24 kW
Gesamtwirkungsgrad	>90 %
Arbeitsgas	Helium
Wartungsintervall	5.000—8.000 h
Emissionen CO, max.	50 mg/m ³
Emissionen NOx, max.	80 mg/m ³
Emissionen HC, max.	2 mg/m ³
Abmessung L x W x H	1280 x 700 x 980 mm
Gewicht	450 kg