

Warum gibt es keinen normalen Stirlingmotor mit richtigem Kurbelgetriebe zu kaufen?

Seit kurzem kann man die ersten Stirlingmotoren mit 1 kW elektrischer Leistung kaufen. Der Hersteller nennt ihn Microgen (bei Vissmann „Vitolwin 350“ genannt, bei Remeha eVita genannt, bei Brötje EcoGen genannt und bei ÖkoFen Smart_e genannt). Dieser Motor basiert auf dem Freikolben-Prinzip, enthält also kein klassisches Kurbeltriebwerk. Das hat viele Vorteile und es ist nur zu hoffen, dass der Stirlingmotor über diese Schiene vom Markt angenommen wird.

Es fragt sich allerdings, warum es bis heute keiner Firma gelungen ist, einen normalen Stirlingmotor mit rotierendem Kurbeltriebwerk erfolgreich auf den Markt zu bringen.

Das hat meines Erachtens vielfältige Gründe. Einige davon sind in den anderen Beiträgen dieser Internetseite angeklungen. Ich will sie hier noch einmal zusammenfassen, konkretisieren und durch weitere Gründe ergänzen.

1. Der Alpha-Typ wird gerne als Motor-Konzept genommen, weil er einfach zu bauen zu sein scheint. In der irrigen Meinung, dass dieser Ridermotor ein Stirlingmotor darstellt, wird der 90°-Phasenwinkel vom Stirlingmotor in der Konstruktion verwirklicht. Aber der richtige Phasenwinkel beim Ridermotor mit Erdgasbefeuerung beträgt 120°, wenn Biogas, Hackschnitzel oder Pellets verfeuert werden sollen, sogar 130° bis 135° (siehe Beitrag „Definition Stirling / Rider“ ab Mitte dieses Beitrags). Der richtige Phasenwinkel beim professionellen Stirlingmotor liegt übrigens auch nicht bei 90°, sondern zwischen 60° und 80° (siehe Beitrag „Der Phasenwinkel“).
2. Ein Stirlingmotor dritter Generation (siehe Beitrag „Leichter Lauf“) benötigt als Trockenläufer ein Anlenkhebel-Triebwerk, zumindest am Arbeitskolben, um die Querkräfte wenigstens zu minimieren. Die Lebensdauer bleibt sonst auf 200 bis 500 Stunden begrenzt.
3. Die Lagerkräfte werden immer noch nach dem uralten pV-Diagramm mit zwei Isothermen berechnet (siehe Beitrag „Funktionsweise“). Aber kein heutiger Leistungsmotor folgt den Isothermen, sondern wie bei allen schnelllaufenden Motoren Adiabaten. Bei folgerichtiger, adiabatischer Betrachtungsweise verdoppeln sich aber die Lagerkräfte, was erhebliche Lebensdauer-Einbußen mit sich bringt und bei der Berechnung der Lager berücksichtigt werden muss.
4. Die Wälzlager des Stirlingmotors müssen automatisch nachgeschmiert werden, um die Lebensdauer ungefähr zu verzehnfachen. Dies gilt vor allem an den rotierenden Lagerstellen, also der Kurbel und der Welle. (Der Motor muss dazu

angehalten werden, die Kurbel in eine bestimmte Position geschwenkt werden und ein Schmiergeber muss gegen die Schmiernippel fahren und Fett abgeben. Sensoren in den Lagern müssen melden, dass erfolgreich gefettet wurde und der Schmiergeber muss wieder in seine Ausgangsstellung zurückfahren und arretieren.) Bei Lagerstellen mit pendelnder Bewegung genügen wahrscheinlich vergrößerte Fett-Depots. Beides muss entwickelt werden und das bedeutet Tests über mehrere Jahre.

5. Der beste Stirlingmotor taugt nichts, wenn er alleine dasteht. Ein Brenner muss angepaßt (adaptiert) werden. Die meisten Firmen unterschätzen eine Brenner-Entwicklung. Besonders bei regenerativen Brennstoffen benötigt man eine Parallel-Entwicklung von mehreren Jahren.
6. Aus den bisherigen fünf Punkten geht bereits klar hervor, dass es Zeit braucht, um Stirlingmotoren zur Marktreife zu bringen. Das Management einer Firma steckt sich heutzutage enge Zeitrahmen mit Meilensteinen usw. Solche Zeitpläne sind sinnvoll, wenn es um die Skalierung (Vergrößerung oder Verkleinerung) oder einer Modernisierung einer Maschine geht, aber nicht bei einem technischen System, das von null auf entwickelt werden muss. Entwicklungsschleifen sind oft in den Zeitplänen gar nicht vorgesehen. Und mit solchen Zeitplänen geht dann auch ein zur Verfügung stehendes Budget einher. Die Kosten für eine Stirlingmotoren-Entwicklung im 1-kW-Bereich würde ich heute auf 25.000 bis 30.000 Mannstunden schätzen, unter Berücksichtigung der DIN ISO 9001 auf ein Mehrfaches.
7. Wenn von einem Auto 1910 erwartet worden wäre, dass es 300.000 km läuft (die Laufleistung eines Motors kam damals nicht über 5000 km), wäre das Auto nie entwickelt worden. Aber mit dem Stirlingmotor geht man gnadenlos um. Er muss gleich 40.000 Betriebsstunden bei Volllast fahren können – und das am liebsten ohne jede Wartung. Hier muss man einen kühlen Kopf bewahren. Es geht auf keinen Fall, dass auf dem Prospekt zigtausende Stunden Betriebszeit garantiert werden und man die gesamte Erprobung beim Kunden macht, statt im eigenen Maschinenlabor. Dadurch setzt man den guten Ruf des Stirlingmotors aufs Spiel, ganz zu schweigen von dem Vertrauen, das man beim Kunden zerstört. 10.000 Stunden im Maschinenlabor und anschließender positiver Befundung der Laufflächen in den Wälzlagern – das muss schon sein, bevor wir in den Verkauf gehen.
Und auch dann dürfen wir uns als Entwickler nicht in die Enge treiben lassen, sondern selber die Initiative ergreifen und alternative Konzepte finden. Eine Möglichkeit sehe ich im Austauschmotor, solange wie zum Beispiel noch keine automatische Nachschmierung entwickelt worden ist oder diese noch nicht störungsfrei funktioniert. Über Sensoren und Modem kann man frühzeitig erkennen, wann ein Austausch nötig ist, fährt zum Kunden, nimmt den Austausch vor und kann dann in der Firma in aller Ruhe die Maschine aufmachen. Damit fallen auch Reparaturen im Keller des Kunden weg, die ohnehin nur unkontrolliert Staub ins Getriebe bringen würden. Zu einem solchen Konzept muss man aber von vorne herein stehen, d.h. es auch vorher ankündigen. Schlecht wäre es

dagegen, nach dem Motto „sehn wir mal“ zu verfahren und irgendwann kleinlaut mit dem Austauschen zu beginnen, wenn es gar nicht mehr anders geht. Aber vielleicht gibt es neben dem Austauschmotor in Zukunft noch andere tragbare Alternativen.

Hier die 7 Gründe noch einmal tabellarisch zusammengefasst:

	Benennung	Lebensdauerverkürzung, geschätzt	Art des Grundes
Grund 1	Phasenwinkel	3 x	Wissen lückenhaft
Grund 2	Anlenkhebel	Limitierend auf 500 Std.	Wissen lückenhaft
Grund 3	Adiabatik / Lagerkräfte	5 x	Wissen lückenhaft
Grund 4	Nachschmierung	10 x	Wissen lückenhaft Entwicklung nötig
Grund 5	Brennerentwicklung		Entwicklung nötig
Grund 6	Management		Umdenken nötig
Grund 7	Austauschmotor u.a.		Umdenken nötig

Vier der sieben Gründe resultieren aus Wissenslücken, Nun, gegen Unwissenheit kann man etwas tun. Die Motivation für diese Internetseite war es anfangs, genau hier Abhilfe zu schaffen. Dann aber, das muss ich zugeben, hat mir das Schreiben selbst und das Veröffentlichen sehr viel Spaß und Freude gemacht, weil ich wieder gemerkt habe, wie genial dieser Motor ist. Es bleibt zu hoffen, dass es einer Firma gelingt, endlich den Durchbruch mit einem Stirling-Aggregat zu schaffen und sich am Markt zu etablieren. Als Motor mit Getriebe hat er gegenüber dem Freikolben-Stirlingmotor den Vorteil, dass er verschiedene Drehzahlen und damit auf verschiedene Wirkungsgrade und Leistungen gefahren werden kann. Gerade in der häuslichen Anwendung, bei der man meistens kleine Leistungen mit gutem Wirkungsgrad benötigt und nur selten, aber dann unbedingt auch einmal große Leistungen, wäre der „normale“ Stirlingmotor von großem Wert!