

# Die Stirling-Pyramide

Man muss wissen, was man will und was man kann

aus: [www.stirling-und-mehr.de](http://www.stirling-und-mehr.de)

Es gibt viele Unterschiede zwischen Heißgasmotoren. Die Typologie scheint keine Grenzen zu kennen.

Neben den sogenannten Typen Alpha, Beta und Gamma gibt es die vielfältigsten Bauformen nach Kolben-Variationen und Triebwerks-Variationen (siehe Literatur, z.B. „Stirlingmaschinen“ von Martin Werdich und Kuno Kübler; Seite 39-55 und 58-70 in der 12. Auflage bzw. Seite 27-35 und 39-46 in der 13. Ausgabe).

Darüber hinaus kann man deutlich zwischen drei Generationen unterscheiden:

- die großen, offenen Motoren mit Tropföl-Schmierung des 19. Jahrhunderts
- die geschlossenen Maschinen mit Spritzöl-Schmierung ab 1938 und
- die fettgeschmierten Trockenläufer, etwa ab 1980

Aber es gibt noch ein weiteres Unterscheidungsmerkmal, auf das selten eingegangen wird, obwohl es allgegenwärtig ist. Ich denke, es ist am besten, dieses Merkmal einmal als Pyramide aufzuzeichnen (siehe unten).

Dabei will ich den Modellbauer nicht schmähen und schon gar nicht abwerten, der ein formvollendetes Modell für den Schreibtisch fertigt. Ein solches Modell ist als Wegbereiter genauso wertvoll wie eine wirtschaftliche Kraft-Wärme-Kopplung im Keller. Aber es gibt dazwischen große Unterschiede.

Bei der Stirling-Pyramide geht es um diese Unterschiede, nicht um Qualitäts-Stufen und schon gar nicht um gut oder schlecht konstruierte bzw. gefertigte Maschinen. Jeder, der einen Stirlingmotor plant, muss wissen, was er will (Anwendung) und kalkulieren, was er zu investieren bereit ist – finanziell, zeitlich und organisatorisch. Es geht also um eine Art Level oder noch besser einen Stand, den der Stirlingmotor inne hat.

Außerdem kann die Stirling-Pyramide dazu dienen, zu erkennen, welche Maßnahmen nötig wären, um bei der nächsten Konstruktion einen nächst höheren Stand zu erreichen. Der Aufwand wird nach oben hin immer größer. Das muss man wissen, wenn man z.B. bessere Wirkungsgrade oder ein besseres Leistungsgewicht erreichen will.

Die Einteilung in die verschiedenen Pyramiden-Stufen habe ich durch Vergleich vieler Stirlingmotoren (auch selbstgebaute) getroffen. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder „richtige“ Reihenfolge. So kann man sich durchaus vorstellen, dass bei Modellen auch angepasste Phasenwinkel von z.B. 70° gebaut werden, aber der Normalfall wird das nicht sein.

Die Zahlenangaben sind alle mit dem Etikett „ungefähr“ und „ca.“ zu verstehen, sie bezeichnen lediglich den Trend, der sich bei den Stufen abzeichnet.

Jedenfalls sollte anhand dieser Pyramide ein Käufer abschätzen können, ob ein Motor, der ihm angeboten wurde, das hergibt, was er sich von der Maschine erhofft hat.

# Stirling-Pyramide

## Hightechmotor

(mit automatischer Intervallschmierung)  
Schnelldrehender Heliummotor ab 1 kW,  
Gewicht ab 150 kg,  $\eta$  ca. 20%,  
nur als Groß-Serienprodukt herstellbar

## Profimotor (gegossenes Druckgehäuse und angepaßtem Phasenwinkel)

ab 200 W, 25 bar Luft o. 35 bar N<sub>2</sub> (Simmerring-Kaskade)  
oder Inside-Generator ohne Simmerringe,  
Wartung: Fettung alle 500 Std., Lebensdauer 10000 Std.  
Gewicht ca. 100 kg,  $\eta$  ca. 15%,  
nur als Klein-Serienprodukt herstellbar

## Projektmotor (mit Querkraft-Entlastung,

Puffergefäß bzw. Reihenmotor und Kühlwasserkreislauf)  
20 W bis 200 W, Arbeitsgas Luft bis zu 5 bar aufgeladen,  
830 U/min, Wartung: Fettung bzw. Lagertausch alle 500 Std.,  
Lebensdauer bis 5000 Std., Gewicht 8-20 kg,  $\eta$  ca. 12%,  
prof. ausgestattete Werkstatt und Mechanikerkenntnisse nötig

## Demonstrationsmotor (z. B. mit Kurbelschwinge)

bis ca. 40 W, atmosphärisch, 650 U/min, Wartung: Ölung alle 20 Std.,  
Heißteil-Reinigung alle 200 Std., Lebensdauer bis 3000 Std.,  
Gewicht ca. 5 kg,  $\eta$  ca. 10%,  
Bau nur mit tätiger Mithilfe des Meisters für Lehrlinge geeignet

## Modellmotor (mit Ringspalt-Regenerator)

1-3 W, atmosphärisch, 400-800 U/min, Wartung: Ölung alle 100 Std.,  
Lebensdauer bis 2000 Std. bei guter Pflege, Gewicht 0,2-0,5 kg,  $\eta$  ca. 8%,  
für Lehrlinge geeignet - Mithilfe des Meisters nur bei Verdränger und Erhitzer

# Stirling-Pyramide

## Hightechmotor

(mit automatischer Intervallschmierung)  
Schnelldrehender Heliummotor ab 1 kW,  
Gewicht ab 150 kg,  $\eta$  ca. 20%,  
nur als Groß-Serienprodukt herstellbar

## Profimotor (gegossenes Druckgehäuse und angepaßtem Phasenwinkel)

ab 200 W, 25 bar Luft o. 35 bar N<sub>2</sub> (Simmerring-Kaskate)  
oder Inside-Generator ohne Simmerringe,  
Wartung: Fettung alle 500 Std., Lebensdauer 10000 Std.,  
Gewicht ca. 100 kg,  $\eta$  ca. 15%,  
nur als Serienprodukt herstellbar

## Projektmotor (mit Querkraft-Entlastung,

Puffergefaß bzw. Reihenmotor und Kühlwasserkreislauf)  
20 W bis 200 W, Arbeitsgas Luft bis zu 5 bar aufgeladen,  
830 U/min, Wartung: Fettung bzw. Lagertausch alle 500 Std.,  
Lebensdauer bis 5000 Std., Gewicht 8-20 kg,  $\eta$  ca. 12%,  
prof. ausgestattete Werkstatt und Mechanikerkenntnisse nötig

## Demonstrationsmotor (z.B. mit Kurbelschwinge)

bis ca. 40 W, atmosphärisch, 650 U/min, Wartung: Ölung alle 20 Std.,  
Heißteil-Reinigung alle 200 Std., Lebensdauer bis 3000 Std.,  
Gewicht ca. 5 kg,  $\eta$  ca. 10%,  
Bau nur mit tatiger Mithilfe des Meisters für Lehrlinge geeignet

## Modellmotor (mit Ringspalt-Regenerator)

1-3 W, atmosphärisch, 400-800 U/min, Wartung: Ölung alle 100 Std.,  
Lebensdauer bis 2000 Std. bei guter Pflege, Gewicht 0,2-0,5 kg,  $\eta$  ca. 8%,  
für Lehrlinge geeignet - Mithilfe des Meisters nur bei Verdränger und Erhitzer