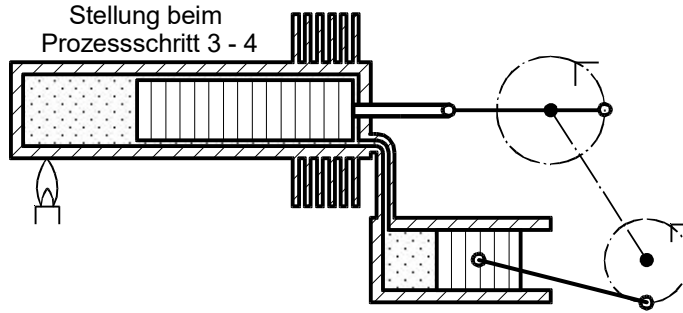




1 Aufbau eines Stirlingmotors

Beschriften Sie:

- Arbeitskolben (AK)
- heiße Zone
- kalte Zone
- Kurbelwelle
- Medium (Luft)
- Verdrängerkolben (VK) (mit Regenerator)



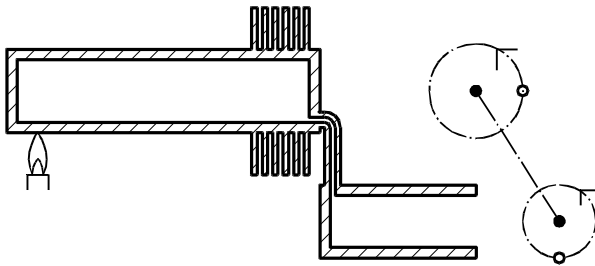
Phasenverschiebung:
Der Verdrängerkolben
eilt dem Arbeitskolben
voraus, und zwar um

.....°

2 Arbeitsweise eines Stirlingmotors

Zeichnen Sie bei jedem Schritt die Kolben mit Bewegungsrichtung ein, und beschreiben Sie die Vorgänge.

I) Prozessschritt 3 - 4

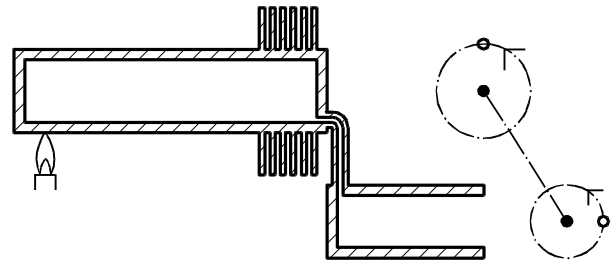


.....

.....

.....

II) Prozessschritt 4 - 1

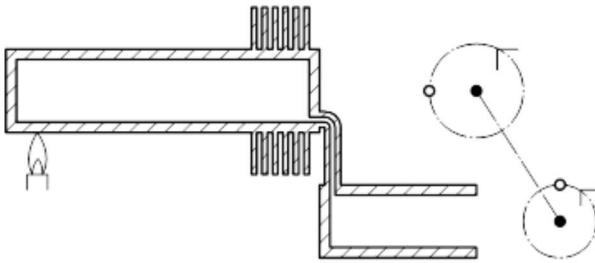


.....

.....

.....

III) Prozessschritt 1 - 2

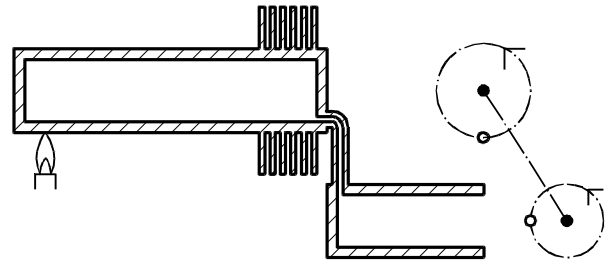


.....

.....

.....

IV) Prozessschritt 2 - 3

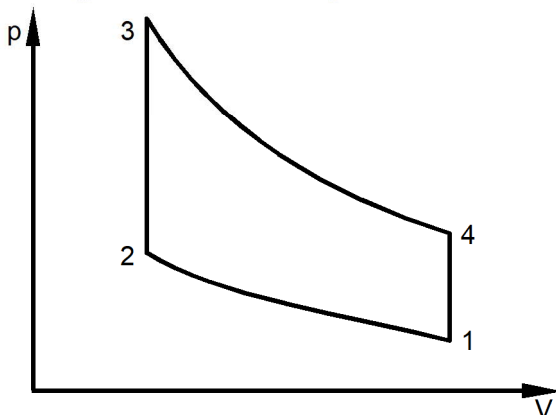


.....

.....

.....

3 p-V-Diagramm eines Stirlingmotors



Kennzeichnen Sie im Diagramm die Nutzarbeit und zu- oder abgeführte Wärme bzw. mechanische Arbeit. Nennen Sie jeweils die Art der Zustandsänderung.

1 - 2 :

.....

2 - 3 :

.....

3 - 4 :

.....

4 - 1 :

.....



4 Hinweise

I) Funktionsprinzip

Der Stirlingmotor arbeitet mit einem Gas (Arbeitsmedium) in einem abgeschlossenen Raum. Das Gas wird nicht ausgetauscht, sondern abwechselnd erhitzt und abgekühlt, indem es von einem Verdrängerkolben zwischen einer heißen und einer kühlen Zone hin- und hergeschoben wird. Die dabei entstehenden Druckunterschiede werden vom Arbeitskolben in Arbeit umgewandelt. Zur Steuerung sind Verdränger- und Arbeitskolben idR. phasenverschoben gekoppelt.

II) Merkmale des Stirlingmotors

Hauptmerkmal ist die kontinuierliche Verbrennung mit Vorteilen für

- sehr schadstoffarme Abgase durch vollständige Verbrennung bei Luftüberschuss: CO und CH_x entstehen bei sauerstoffarmer Verbrennung (z.B. Ottomotor), NO_x entstehen bei hohen Verbrennungstemperaturen und -drücken (vor allem Dieselmotoren) und beides ist bei Stirlingmotoren nicht notwendig.
- Leiser Lauf, da es keine Explosion und keine Auspuffgeräusche gibt.
- Beliebige Wärmequelle (Sonne, Erdwärme, Kraft-Wärme-Kopplung ..) bzw. beliebiger Brennstoff
- Es genügt eine niedrige Temperaturdifferenz ab ca. 7K.

Weitere Vorteile

- Theoretisch hoher Wirkungsgrad ähnlich dem Carnot-Prozess
- Günstiger Drehmomentverlauf im Betriebsdrehzahlbereich (Drehmomentkurve ?)
- Vibrationsfreier Lauf (bei Rhombengetriebe mit vollständigem Massenausgleich)
- Wenn man einen Stirling antreibt, transportiert er Wärme. Je nach Drehrichtung wirkt er als Kältemaschine (dreht in der Richtung wie als Motor, die heiße Seite hat Umgebungstemperatur, die kalte Seite kühlt bis zu -190°C) oder als Wärmepumpe (Drehrichtung entgegen der Motordrehrichtung, die kalte Seite hat Umgebungstemperatur und heiße Seite wird heißer).

Nachteile

- hohes Leistungsgewicht, weil effiziente Stirlingmotoren mit hohen Drücken arbeiten und große Kühlanlagen benötigen
- teure Fertigung
- Die Steuerung der Leistung durch Änderung der Wärmezufuhr ist sehr träge, andere Steuerungen sind aufwändig, deshalb sind Stirlingmotoren z.B. nicht als Ersatz für Verbrennungsmotoren in Kraftfahrzeugen geeignet.

Sonstiges

- Besser als Luft sind Helium und Wasserstoff für das Arbeitsmedium geeignet, aber eine Begründung habe ich bislang nicht gefunden. Ich nehme an, dass die Vorteile von He und H_2 in der höheren Wärmeleitfähigkeit liegen, d.h. Heizen und Kühlen gehen schneller. Warum ist die Wärmeleitfähigkeit höher? He und H_2 haben leichtere Moleküle als Luft (O_2 , N_2), die bei gleicher Temperatur schneller sein müssen und die Temperatur deshalb schneller weiterleiten.

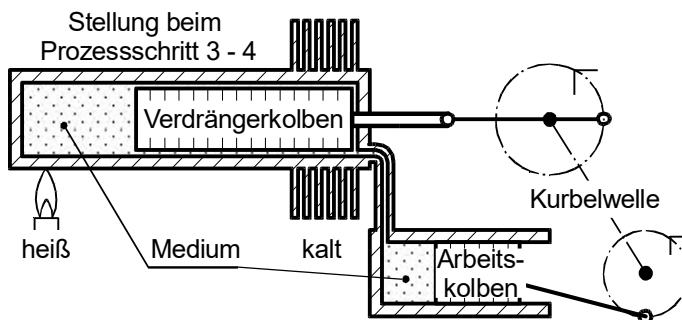
Anwendung als Kältemaschinen in Wärmebildkameras, Infrarotsuchköpfen usw.



5 1 Aufbau eines Stirlingmotors

Beschriften Sie:

- Arbeitskolben (AK) (power piston)
- heiße Zone
- kalte Zone
- Kurbelwelle
- Medium (Luft)
- Verdrängerkolben (VK) (displacer) (mit Regenerator)



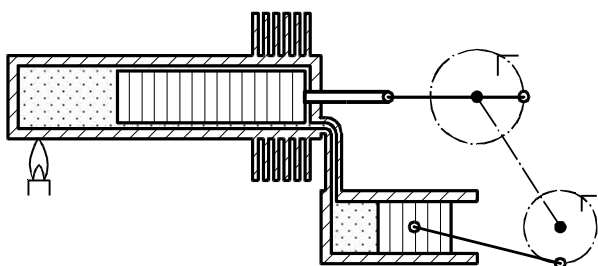
Phasenverschiebung:
Der Verdrängerkolben eilt dem Arbeitskolben voraus, und zwar um

..... 90°

6 2 Arbeitsweise eines Stirlingmotors

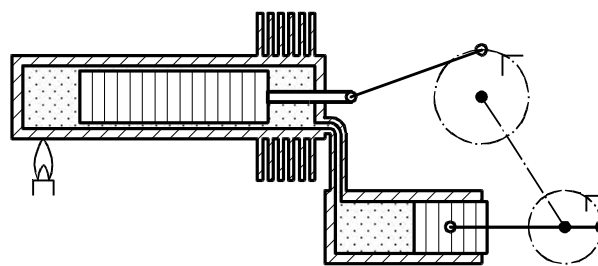
Tragen Sie bei jedem Schritt die Kolben mit Bewegungsrichtung ein, und beschreiben Sie die Vorgänge.

I) I Prozessschritt 3 - 4



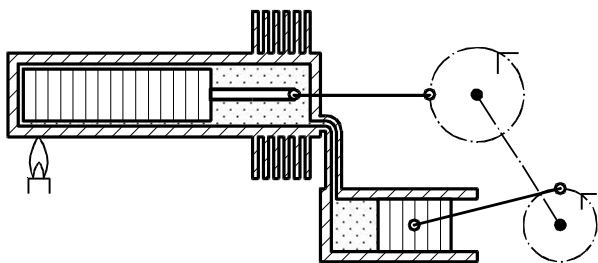
Das Medium nimmt im heißen Bereich Wärme auf, expandiert dabei isotherm und überträgt die mech. Arbeit an den AK

II) II Prozessschritt 4 - 1



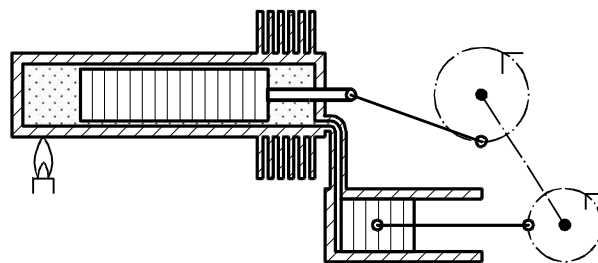
Der VK verschiebt das Medium in die kalte Zone und nimmt Wärme vom Medium auf.....
Das Medium kühlt ab, AK bewegt sich kaum (isochor)...

III) III Prozessschritt 1 - 2



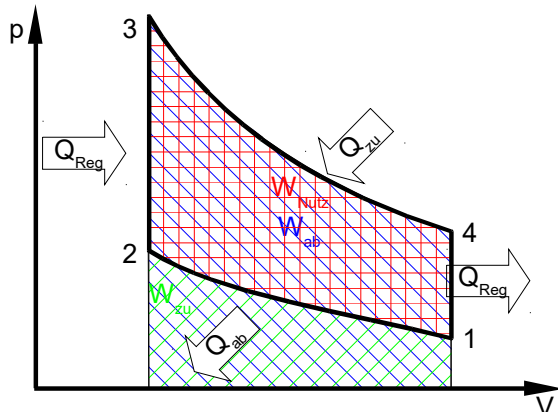
Der AK komprimiert die Wärme abgebende Luft isotherm. Die aufgewendete Kompressionsarbeit muss geringer sein als die gewonnene Expansionsarbeit.....

IV) IV Prozessschritt 2 - 3



Der VK schiebt das Medium in die heiße Zone und gibt dabei die gespeicherte Wärme ab (Regenerator).....
Der AK bewegt sich kaum (isochor).....

7 3 p-V-Diagramm (idealisiert)



Kennzeichnen Sie im Diagramm die Nutzarbeit und wo Wärme bzw. mechanische Arbeit zu- oder abgeführt werden. Beschreiben Sie kurz die Prozessschritte.

1 - 2 : isotherme Verdichtung: $T \uparrow$ durch Verdichten und $T \downarrow$ durch Kühlen heben sich auf \rightarrow isotherm.....

2 - 3 : isochore Erhitzung:
AK bewegt sich um OT herum kaum \rightarrow isochor. .
Medium nimmt Wärme von Regenerator auf.....

3 - 4 : isotherme Entspannung

4 - 1 : isochore Abkühlung:
Medium gibt Wärme an Regenerator ab