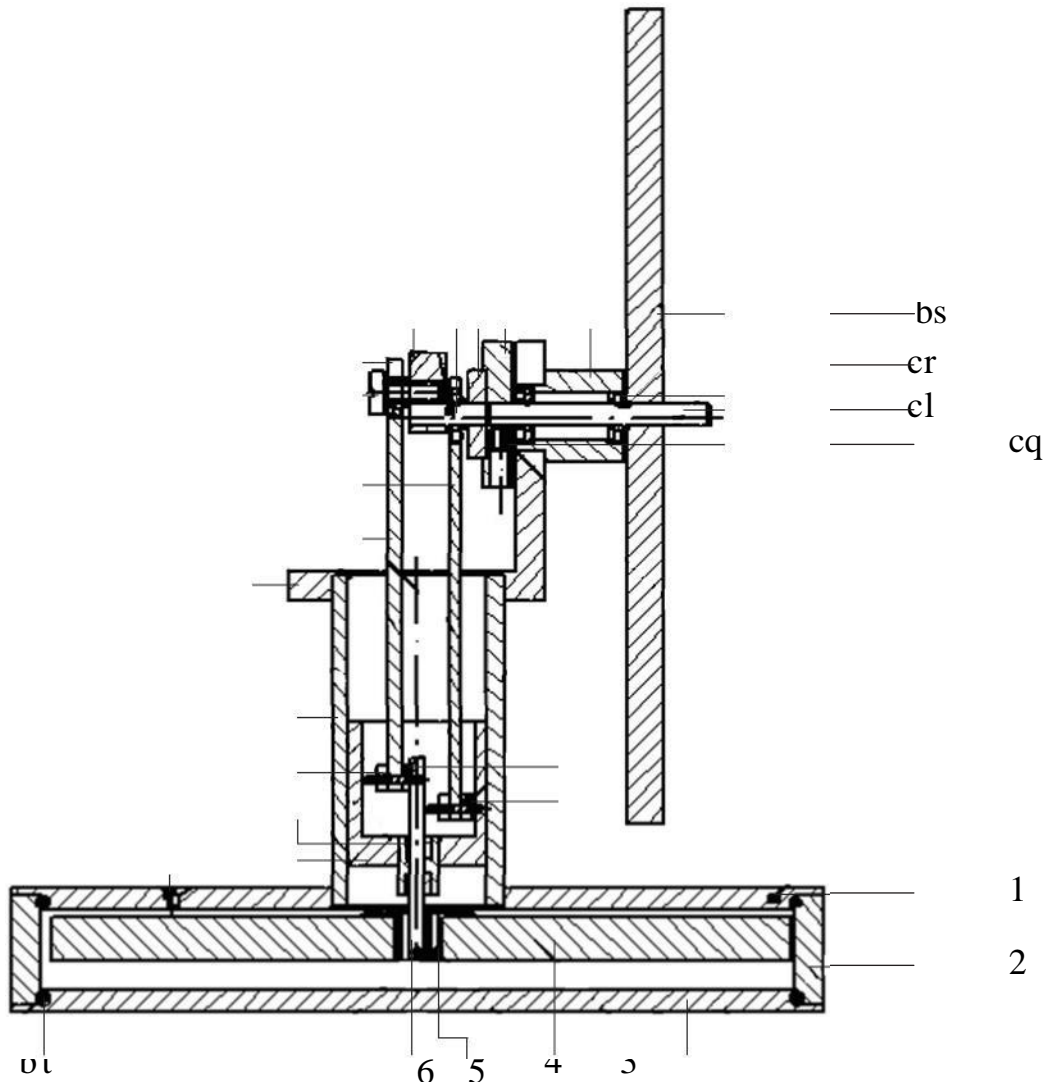


1002599 Niedrigtemperatur Stirlingmotor, Bausatz

Bedienungsanleitung

08/05 ALF



- | | | | | | | |
|--------------------|----------------------|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------------|----|
| 1 Oberplatte | 8 Arbeitskolenbuchse | 9 Arbeitszylinder | bq Kurbelstange | br Lagertutse | cn Zylinderstift 1x8 (2x) | co |
| 2 Gehäusewand | bl Wellenbohrung | bm Pleuellbuchse | bn Pleuellring | bo Kurbelwange | Zylinderkopfschraube M3x8 | cp |
| 3 Unterplatte | bp Einsatz | bs Schwungrad | bt O-Ring (2x) | (4x) cl Kurbelwelle | Senkkopfschraube M2x3 | cq |
| 4 Verdränger | cm Kurbelzapfen | bu Kugellager | cs Kernschraube | ct Kernschraube | Gewindestift M2x5 | |
| 5 Verdrängerbuchse | | | | | | |
| 6 Verdrängerstange | | | | | | |
| 7 Arbeitskolben | | | | | | |

Der Niedrigtemperatur Stirlingmotor dient der Veranschaulichung der Arbeitsweise und des prinzipiellen Aufbaus eines Stirlingmotors.

1. Beschreibung, technische Daten

Der Niedrigtemperatur Stirlingmotor wird schon durch Zuführung von Handwärme in Bewegung gesetzt, wobei hierfür nur eine Temperaturdifferenz zwischen Boden- und Oberplatte von ca. 5 °C erforderlich ist. Der Arbeitszylinder besteht aus Präzisionsglas, Verdrängerzylinder und Schwungrad aus Acrylglas, daher lassen sich die Bewegungen von Arbeits- und Verdrängerkolben sowie Kurbelantrieb gut beobachten. Kurbelwelle und Pleuel sind in Präzisions-Miniaturkugellager gelagert, um Reibungsverluste zu minimieren. Aufgrund der mattschwarzen Beschichtung der Oberplatte lässt sich der Stirlingmotor auch als Solamotor betreiben.

Drehzahl: ca. 80 U/min bei $\otimes T$ 10°C
Schwungrad: 110 mm \emptyset
Abmessungen: 138 mm x 110 mm \emptyset

2. Montageanleitung

2.1 Endbearbeitung

- Alle grathaltigen Bauteile mit einer Schlichtfeile bzw. einem Dreikantschaber entgraten.
- Je nach persönlichem Anspruch ggf. etwaige Werkstückflächen schleifen.

2.2. Montage

2.2.1. Herstellen der unlösbaren Verbindungen

- Als Klebstoff empfehlen wir die Verwendung von „UHU plus endfest 300“ oder „UHU plus schnellfest“ 2-Komponenten Epoxidharz-Kleber. Um die Beschichtung der Oberplatte nicht zu zerstören, vermeiden Sie den Kontakt mit Lösungsmitteln. Aufgrund der verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten der Werkstoffe, erwärmen Sie bei der Aushärtung keinesfalls diese Bauteile. Die Aluminium-Teile würden beim Erkalten wesentlich mehr schrumpfen als der Glaszylinder und somit Spannungen auf ihn ausüben - folglich würde sich der Innendurchmesser des Arbeitszylinders verringern oder dieser gar brechen. Grundsätzlich sollten die Verbindungen bei ca. 20°C verklebt werden.

1. Den Arbeitszylinder (®) bei Raumtemperatur mit dem Winkel b1 und anschließend mit der Oberplatte c verkleben.
2. Kugellager bu in der Lagerbuchse b8 befestigen. Hierzu ein Kugellager bu auf die Kurbelwelle (l) schieben und dessen Umfangfläche an zwei oder drei Punkten mit einem dünnen Klebstoff-Film versehen. Das Kugellager bu nun in eine der beiden Ausdrehungen der Lagerbuchse b8 schieben. Überschüssigen Klebstoff ggf. mit einem in Spiritus getränkten Lappen entfernen. Dabei unbedingt von innen nach außen wischen, um das Eindringen von Klebstoff in das Kugellager zu verhindern. Von der anderen Seite das zweite Kugellager bu auf die Kurbelwelle (l)

schieben und wie zuvor verfahren. Zur optimalen axialen Ausrichtung der beiden Kugellager bu belassen Sie die Kurbelwelle (l bis zur Aushärtung des Klebstoffs in dieser Position.

3. Den Einsatz bp in die Aussparung der Kurbelscheibe bq kleben. Dabei darauf achten, dass beide Klebeflächen plan aufeinander liegen. Auf der Umfangfläche des Einsatzes bp befindet sich eine Markierung. Diese Markierung nach der Querbearbeitung der Kurbelscheibe bq ausrichten.
4. Nun den Kurbelzapfen (m in die Bohrung des Einsatzes bp kleben.
5. Je einen Zylinderstift (n in die Bohrung der Verdrängerstange (®) sowie des Arbeitskolbens C) kleben. Dabei dürfen auf den Laufflächen der Zylinderstifte (n keinerlei Klebstoffreste verbleiben. Hierzu den Zylinderstift bis auf ca. 2 mm in die entsprechende Bohrung führen und das noch herausragende Ende mit etwas Klebstoff versehen. Anschließend den Zylinderstift (n auf seine vorgesehene Position schieben und Klebereste wie bereits beschrieben entfernen. Darauf achten, dass der Zylinderstift (n des Arbeitskolbens C) etwas versenkt eingeklebt wird, damit dieser später nicht die Lauffläche des Arbeitszylinders (®) beschädigt.
6. Beim Kleben der Verdrängerbuchse (®) in die Bohrung des Verdrängers C) wie folgt vorgehen. Die Verdrängerstange (®) in die Arbeitskolbenbuchse (l) und anschließend den Arbeitskolben C) in den Arbeitszylinder (®) schieben. Nun die Verdrängerbuchse (®) auf die Verdrängerstange (®) stecken. Diese in die Bohrung des Verdrängers C) kleben und die Baugruppe auf die untere Seite des Verdrängers C) stellen, so dass Oberplatte c und Verdränger C) einander berühren. Diese Bauteile bis zur vollständigen Aushärtung des Klebstoffs in dieser Position belassen, um die Parallelität zwischen Verdränger C) und Oberplatte c zu gewährleisten.
7. Abschließend die Lagerbuchse b8 in die Bohrung des Winkels b1 kleben.

2.2.2. Herstellen der lösbaren Verbindungen

1. Die Kugellager bu in die Bohrungen der Pleuel bm und bn drücken. Alle Kugellager sind im Anlieferungszustand ungeschmiert. Um einen freien Lauf der Kugellager bu zu gewährleisten, bei der Montage stets die mitgelieferten, etwas balligen, Distanzscheiben (8 verwenden. Dabei muss jeweils die ballige Seite der Distanzscheibe (8 dem Kugellager bu zugewandt montiert werden.
2. Die erste Distanzscheibe (8, das lange Pleuel bn, die zweite Distanzscheibe (8 sowie die Kurbelwange bo auf den Kurbelzapfen (m schieben. Dabei soll sich die kleine Markierung auf der Umfangfläche der Kurbelwange bo in der Draufsicht rechts vom Kurbelzapfen (m befinden. Diese Markierung nach der des Einsatzes bp ausrichten.
3. Die erste breite Klemmscheibe (s, das lange Pleuel bn sowie die zweite breite Klemmscheibe (s auf den etwas gefetteten Zylinderstift (n des Arbeitskol-

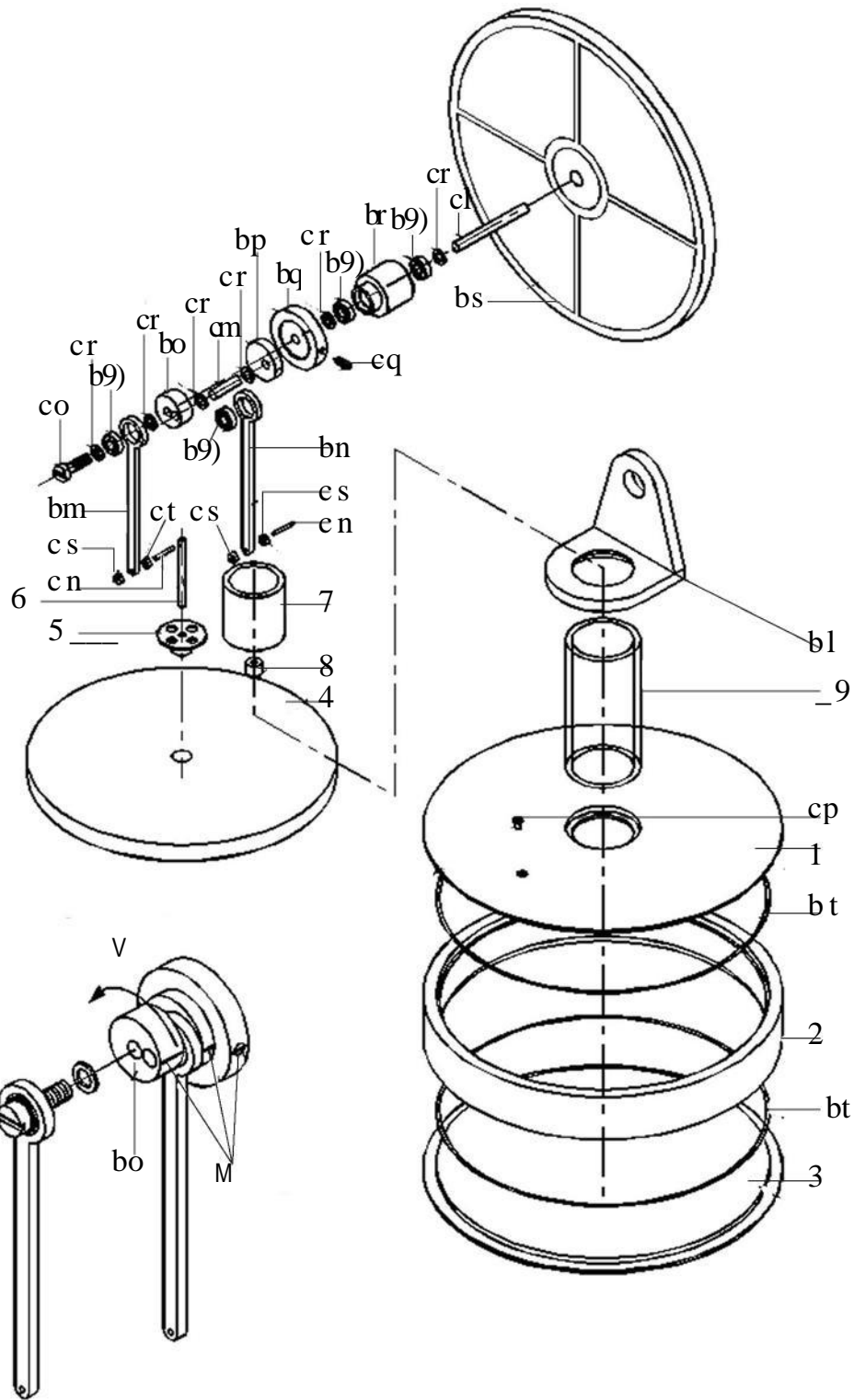
- bens 7 schieben. Der Bohrungs- \varnothing der breiten Klemmscheibe CS ist auf einer Seite etwas größer, so dass sie sich leichter auf den Zylinderstift cN schieben lässt.
4. Den Arbeitskolben 7 in den Arbeitszylinder 9 führen. **Der Arbeitskolben 7 läuft im Arbeitszylinder 9 trocken, d. h. keinesfalls schmieren!** Ebenso ist die gesamte Mechanik für den Trockenlauf ausgelegt und bedarf daher keiner Schmierung.
 5. Nun die Kurbelscheibe bQ mit dem Gewindestift cQ auf der Kurbelwelle cI befestigen, auf der zuvor die Distanzscheibe cR geschoben wurde. Eine weitere Distanzscheibe cR sowie das Schwungrad bS auf die andere Seite der Kurbelwelle cI schieben unter Beibehaltung eines minimalen axialen Spiels. Gegebenenfalls das Schwungrad bS mit etwas Klebstoff auf der Kurbelwelle cI fixieren.
 6. Die schmale Klemmscheibe cT, das kurze Pleuel bM, sowie die dritte breite Klemmscheibe CS auf den etwas gefetteten Zylinderstift cN der Verdrängerstange 6 schieben und die Verdrängerstange 6 in die Arbeitskolbenbuchse 8 führen.
 7. Nun das kurze Pleuel bM mit der Zylinderkopfschraube cO an der Kurbelwange bO unter Verwendung der Distanzscheiben cR befestigen.
 8. Vorsichtig die in den Verdränger 4 eingeklebte Verdrängerbuchse 5 auf die Verdrängerstange 6 schieben.
 9. Den O-Ring bT in die Unterplatte 3 einlegen und diese, unter konstant kräftigem Druck, in die Gehäusewand 2 drücken. Zur Erleichterung dieses Vorganges kann vorher der O-Ring bT mit etwas Geschirrspülmittel einbalsamiert werden.
 10. Die Oberplatte 1 von der anderen Seite ebenso in die Gehäusewand 2 drücken. Die Lösung dieser Verbindung erfolgt (bei Bedarf), indem ein schlanker Keil (z.B. Schraubendreher) zwischen Oberplatte 1 und Gehäusewand 2 geschoben wird. Gegebenenfalls kann vorher in die Stirnfläche der Gehäusewand 2 eine kleine Aussparung gefeilt werden, um das Eindringen dieses Werkzeuges zu erleichtern.

2.3. Feinjustierung

- Ziel der Feinjustierung ist es, dass bei einer Umdrehung jeweils nur eine minimale Distanz zwischen Verdränger 4 und Ober- bzw. Unterplatte besteht.
- Nach Ausrichtung der Markierungen auf dem Einsatz bP und der Kurbelwange bO ist der Verdrängerhub noch zu klein. Durch geringfügiges Verdrehen der Kurbelwange bO auf dem Kurbelzapfen lässt sich dieser vergrößern (siehe Explosionszeichnung).
- Bei anschließender Drehung des Schwungrads bS wird die Verdrängerbuchse 5, bei Berührung des Verdrängers 4 mit der Oberplatte 1, auf der Verdrängerstange 6 verschoben.
- Den Verdrängerhub soweit vergrößern, dass bei einer Umdrehung der Verdränger 4 jeweils leicht an die Ober- und Unterplatte anschlägt.
- Sodann den Verdrängerhub wiederum ein wenig verkleinern, indem die Kurbelwange bO minimal zurückgedreht wird.
- Eine jeweils einheitliche minimale Distanz zwischen Verdränger 4 und Ober- bzw. Unterplatte sollte nun vorhanden sein.
- Zuletzt die Kurbelwelle cI drehen, so dass der Arbeitskolben 7 in der Mitte seines Hubes verbleibt. Dann die Senkkopfschraube cP fest in die Oberplatte 1 schrauben.

3. Funktionsprobe

- Den Stirlingmotor auf die Handfläche oder eine erwärmte Fläche z.B. auf eine Tasse mit heißem Wasser platzieren.
- Nach ca. 1-2 Minuten hat sich die Bodenplatte genügend erwärmt. An warmen Tagen kann die Temperaturdifferenz zu gering sein. Die Oberplatte dann eventuell mit einem feuchten Tuch abkühlen.
- Das Schwungrad im Uhrzeigersinn (Blickrichtung auf Kurbelwelle) in Bewegung setzen.
- Der Stirlingmotor läuft entgegen dem Uhrzeigersinn, wenn die Oberplatte erwärmt wird z.B. durch Sonneneinstrahlung oder eine Leuchte. In diesem Fall den Stirlingmotor auf eine kühle Unterlage z.B. Fensterbank stellen.



V: Verdrängerhub vergrößern,
M: Markierungen

4. Aufbewahrung und Reinigung

- Der Stirlingmotor erfordert keine Schmierung.
- Den Stirlingmotor staubfrei lagern.
- Zur Reinigung des Stirlingmotors feuchtes Tuch ggf. mit etwas Spülmittel verwenden. Acrylglasteile nie mit Lösungsmitteln oder aggressiven Putzmitteln reinigen.