Wärmepumpe, Kompressorprinzip

04373-93

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG
Robert-Bosch-Breite 10
D–37079 Göttingen

Telefon +49 (0) 551 604–0
Fax +49 (0) 551 604–107
E-Mail info@phywe.de
Internet www.phywe.de

Abb. 1: Wärmepumpe, Kompressorprinzip 04373-93 (P2360202)

Betriebsanleitung

CE Das Gerät entspricht den zutreffenden EG-Rahmenrichtlinien

INHALTSVERZEICHNIS

1 SICHERHEITSHINWEISE

2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN

3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE

4 VERSUCHE

5 BETRIEBSHINWEISE

6 TECHNISCHE DATEN

7 DATEN DES ARBEITSMITTELS R600A

8 NOTWENDIGES ZUBEHÖR

9 GARANTIEHINWEIS

10 ENTSORGUNG

1 SICHERHEITSHINWEISE

Achtung!

- Vor Inbetriebnahme des Gerätes ist die Betriebsanleitung sorgfältig und vollständig zu lesen. Sie schützen sich und vermeiden Schäden an Ihrem Gerät.
- Achten Sie darauf, dass die auf dem Typenschild des Netzteils angegebene Netzspannung mit der ihres Stromnetzes übereinstimmt.
- Das Gerät ist so aufzustellen, dass Netzschalter bzw. Gerätestecker frei zugänglich sind.
- Achten Sie darauf, dass keine Flüssigkeiten in das Gerät gelangen.
- Das Gerät ist nur zum Betrieb in trockenen Räumen, die kein Explosionsrisiko aufweisen, vorgesehen.
- Das Gerät nicht in Betrieb nehmen, wenn Beschädigungen am Gerät oder Netzkabel sichtbar sind.
- Verwenden Sie das Gerät nur für den dafür vorgesehenen Zweck.

2 ZWECK UND EIGENSCHAFTEN

Eine Wärmepumpe entzieht ihrer Umgebung mit niedriger Temperatur Energie und führt diese einer Umgebung mit höherer Temperatur zu. Die dazu erforderliche Arbeit wird von einem Kompressor aufgebracht.

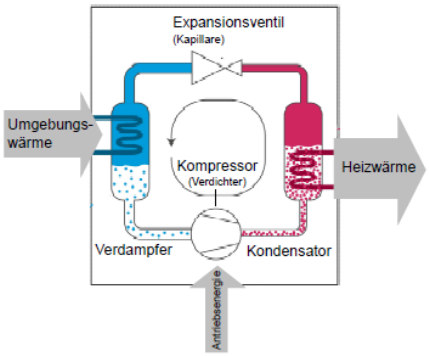
Die Wärmepumpe 04373-93 ist ein Demonstrationsmodell mit symmetrischem Aufbau, um darzustellen, dass Kühlschrank und Wärmepumpe nach demselben Prinzip arbeiten.

www.phywe.com, © All rights reserved

3 FUNKTIONS- UND BEDIENELEMENTE

Der Kompressor presst ein spezielles Kältemittel (hier Isobutan R600a) in den Kondensator. Die Kapillare, welche vom Kondensator zum Verdampfer führt, staut dieses Kältemittel. Im Kondensator wird ein Druck aufgebaut, das gasförmige Kältemittel kondensiert, es verflüssigt sich. Beim Komprimieren eines Stoffes entsteht Kompressionswärme, der Kondensator wird warm, dann heiß und gibt Wärme an die Umgebung ab. Gleichzeitig mit dem Überdruck im Kondensator entsteht im Verdampfer ein Unterdruck, da der Kompressor das durch die Kapillare in den Verdampfer strömende Kältemittel absaugt. Wenn das im Kondensator verflüssigte Kältemittel in den Unterdruck des Verdampfers einspritzt, wird es durch den Unterdruck zum Verdampfen gezwungen. Der Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Zustand benötigt aber immer viel Wärmeenergie. Wird diese nicht speziell von außen zugeführt, so wird sie einfach der Umgebung entzogen: Der Verdampfer wird kalt. Beim vorliegenden Modell wirkt das 6mm Kupferrohr als Verdampfer; die Innenweite der Kapillare ist 0,7 mm.

Das Interessante an einer Wärmepumpe ist nun die Tatsache, dass bei geeigneter Verwendung von Wärmetauschern, die an die Umgebung oder den Heizkreis abgegebene Wärmeenergie etwa drei bis viermal so groß ist, wie die elektrische Energie, die zum Betrieb des Kompressors notwendig ist. Die gewonnene Energie stammt aus der Umgebung; das kann die Umgebungsluft, Wasser aus Seen oder Flüssen, die Erdwärme oder Abwärme aus der Industrie sein.



4 VERSUCHE

1. Übertragung von Wärmenergie

- Stellen Sie zwei mit Wasser gefüllte Behälter so auf, dass sowohl der Verdampfer als auch der Kondensator mit Wasser bedeckt sind. Hierfür eignen sich z.B. 1000 ml Bechergläser, die auf je eine Laborhebebühne gestellt werden.
- Schalten Sie die Wärmepumpe ein und beobachten Sie, wie das Wasser im Verdampferbehälter im Laufe einiger Minuten um 5°-10°C gekühlt und gleichzeitig das Wasser im Kondensatorbehälter um 10°-20°C erwärmt wird.

2. Quantitativer Demonstrationsversuch

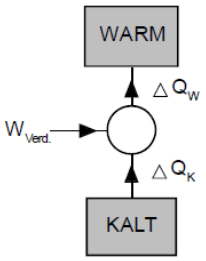
- Die beiden Wasserbehälter sollten so isoliert werden, dass der Wärmeaustausch mit der Umgebung während des Versuchs vermieden wird. Verwenden Sie z.B. Steinwolle ergänzt mit einem Stoffüberzug.
- Etwa 5 Minuten nach dem Einschalten hat die Wärmepumpe die Arbeitsdruckwerte und die Arbeitstemperatur erreicht und man kann mit den Messungen beginnen. Als Wärmequelle können Sie langsam fließendes Leitungswasser ab dem Wasserhahn verwenden.
- Verwenden Sie Temperatursensoren, um die Temperaturentwicklung über die Zeit zu verfolgen. (Rühren in den Behältern, da es sonst zu einem deutlichen Temperaturgefälle in den beiden Behältern kommt).
- Aus der Wassermenge, z.B. 1 Liter, und der gemessenen Temperaturdifferenz lässt sich die abgegebene Wärmeenergie berechnen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch das Glasgefäß und die 2,5 m Kupferrohr (Außendurchmesser 6 mm, Innendurchmesser 4 mm) erwärmt werden müssen. Die elektrische Leistung des Kompressors lässt sich mit einem Wattmeter messen.
- Mit den erfassten Daten in festgelegten Zeitabschnitten kann der Leistungskoeffizient (COP) des Modells berechnet werden. Sorgfältige Experimentanordnungen ergeben einen COP-Wert von bis zu 3.

Der Leistungskoeffizient COP

Die Leistungszahl ergibt sich aus dem Verhältnis von Output zu Input, also aus dem Verhältnis von Nutzleistung zu zugeführter Leistung. Es gilt also:

$$\text{Leistungszahl} = \frac{\textit{Nutzleistung}}{\textit{zugeführte Leistung}}$$

Die Nutzleistung ist die tatsächliche Wärme, die durch die Wärmepumpe bereitgestellt und nutzbar wird. Wärmeverluste im Verteilsystem schmälern die Nutzleistung.



Zur Bewertung der Effizienz von Wärmepumpen wird oft der Leistungskoeffizient, der sogenannte COP, angegeben. COP steht für Coefficient of Performance.

Der COP ist formal der Quotient aus der entstehenden Wärmemenge Q_W und der eingesetzten Strommenge $W_{verd.}$ in einem bestimmten Betriebszustand zu einem bestimmten Zeitpunkt.

$$COP = \frac{Q_{warm}}{W_{Verd.}} = \frac{Q_w}{W_{Verd.}}$$

5 BETRIEBSHINWEISE

Das vorliegende Qualitätsgerät erfüllt die technischen Anforderungen, die in den aktuellen Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft zusammengefasst sind. Die Produkteigenschaften berechtigen zur CE-Kennzeichnung.
Der Betrieb dieses Gerätes ist nur unter fachkundiger Aufsicht in einer beherrschten elektromagnetischen Umgebung von Forschungs-, Lehr- und Ausbildungsstätten (Schulen, Universitäten, Instituten und Laboratorien) erlaubt.

www.phywe.com, © All rights reserved

6 TECHNISCHE DATEN

Kältemittel	R600A Isobutan, C_4H_{10}
Arbeitsdruck im Verdampfer	0-3 bar
Betriebsdruck im Kondensator	6-15 bar
Leistung des Kompressors	50-60W
Anschlussspannung	siehe Typenschild
Netzfrequenz	50 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 120 VA
Gehäusemaße (mm³)	650 x 470 x 250
Masse	ca. 13 kg

7 DATEN DES ARBEITSMITTELS R600A

Spez. Wärmekapazität (flüssig, 25 °C)	1,4189 J/gK
Spez. Wärmekapazität (gasförmig, 25 °C)	0,8323 J/gK
Spez. Verdampfungswärme (25 °C)	177,33 J/g

Physischer Zustand bei 20°C:	Gas
Farbe:	Farbloses Gas
Geruch:	Süßlich.

Geringe Warnwirkung bei niedrigen Konzentrationen.
Meistens Odoriermittel zugesetzt.

Molekulargewicht:	58
Schmelzpunkt:	-159°C
Siedepunkt:	-12°
Kritische Temperatur:	135°C
Dampfdruck (20°C):	3 bar
Relative Dichte, Gas (Luft =1):	2
Relative Dichte, Flüssigkeiten (Wasser=1)	0,59
Löslichkeit in Wasser:	54 mg/l
Entzündlichkeitsgrenzen [Vol.% in Luft]:	1,8 bis 5,8
Zündungstemperatur:	460°C

Nachfüllen des Kältemittels
Das System ist so abgedichtet, dass die Kältemittelmenge jahrelang gleichbleibt. Sollte der Gasdruck irgendwann mal nachlassen, so müssen alle Verschraubungen der Manometer Anschlüsse geprüft, eventuell etwas nachgezogen und Kältemittel nachgefüllt werden:

Vorgehen:
1. Trennen Sie das Gerät vom Stromnetz.
2. Evakuieren Sie die Wärmepumpe.
3. Füllen Sie Isobutan (R600a) nach bis das Verdampfer-Manometer ca. 1,2 bar anzeigt (ca. 25 g.)
4. Wärmepumpe mit Strom verbinden, Strom einschalten.
5. Druck im Verdampfer auf 0 bar einstellen (Arbeitsdruck im Verdampfer muss 0 bar sein).
6. Schalten Sie nach 5 Minuten Betrieb die Wärmepumpe aus, trennen Sie die Füllstation von der Wärmepumpe und schließen Sie das Ventil mit dem Deckel.

8 NOTWENDIGES ZUBEHÖR

- Temperaturmessgerät 4-2 13618-00
- 2 x Laborhebebühne, 150 mm x 150 mm 02074-02
- 2 x Becherglas, 1000 ml 46057-00
- Energiemessgerät Digital 07049-01

9 GARANTIEHINWEIS

Für das von uns gelieferte Gerät übernehmen wir innerhalb der EU eine Garantie von 24 Monaten, außerhalb der EU von 12 Monaten. Von der Garantie ausgenommen sind: Schäden, die auf Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung, unsachgemäße Behandlung oder natürlichen Verschleiß zurückzuführen sind.

Der Hersteller kann nur dann als verantwortlich für Funktion und sicherheitstechnische Eigenschaften des Gerätes betrachtet werden, wenn Instandhaltung, Instandsetzung und Änderungen daran von ihm selbst oder durch von ihm ausdrücklich ermächtigte Stellen ausgeführt werden.

10 ENTSORGUNG

Die Verpackung besteht überwiegend aus umweltverträglichen Materialien, die den örtlichen Recyclingstellen zugeführt werden sollten.

Dieses Produkt gehört nicht in die normale Müllentsorgung (Hausmüll).
Soll dieses Gerät entsorgt werden, so senden Sie es bitte zur fachgerechten Entsorgung an die untenstehende Adresse.

PHYWE Systeme GmbH & Co. KG
Abteilung Kundendienst
Robert-Bosch-Breite 10
D–37079 Göttingen

Telefon +49 (0) 551 604-274
Fax +49 (0) 551 604-246

www.phywe.com, © All rights reserved