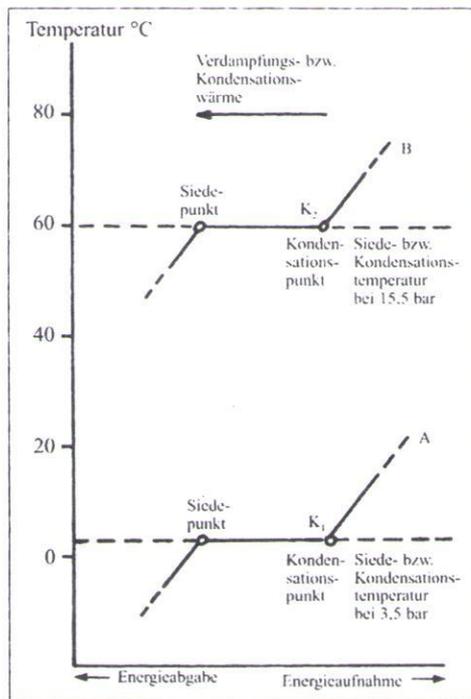


## 2.4 Wärme aus kaltem Wasser

Auf Dauer werden wir unsere Wohnungen nicht mit Öl heizen. Dafür ist es zu kostbar. Doch welche Alternativen haben wir? Eine interessante Möglichkeit bietet die sogenannte Wärmepumpe. Sie ermöglicht die Entnahme von Wärme aus „kaltem“ Wasser, zum Beispiel aus dem Wasser eines Flusses.

Wie arbeitet eine Wärmepumpe? Wenn man einer Flüssigkeit Wärme zuführt, steigt ihre Temperatur bis zum Siedepunkt. Dann beginnt sie zu verdampfen. Auch während der Verdampfung nimmt sie Wärmeenergie auf, doch ihre Temperatur bleibt dabei konstant. Erst wenn die gesamte Flüssigkeit verdampft ist,



von 10 °C. Das Arbeitsmittel (A) verdampft bei dieser Temperatur und nimmt dabei aus der „kalten“ Umgebung (U) Wärmeenergie auf. Seine Temperatur bleibt jedoch konstant auf 2 °C.

### 2. Verdichten

Das dampfförmige Arbeitsmittel wird durch einen Kompressor (K) verdichtet, bis der Druck von 3,5 bar auf 15,5 bar gestiegen ist. Der Dampf erhitzt sich auf 60 °C; sein Kondensationspunkt liegt jetzt ebenfalls bei 60 °C.

### 3. Verflüssigen

Im zweiten Wärmetauscher rechts (W2) umströmt der heiße Dampf ein Rohr (R2), in dem Heizungswasser zirkuliert. Da dieses kühler ist als der Dampf, verflüssigt sich das Arbeits-

mittel und gibt Kondensationswärme ab. Dies zeigt das Diagramm.

Wenn man umgekehrt dem Dampf Wärmeenergie entzieht, sinkt seine Temperatur bis zum Kondensationspunkt. Dieser liegt bei der gleichen Temperatur wie der Siedepunkt. Dann beginnt der Dampf zu kondensieren. Dabei gibt er Wärme an die kältere Umgebung ab, doch seine Temperatur bleibt noch konstant. Erst wenn der gesamte Dampf kondensiert ist, sinkt die Temperatur bei Wärmeabgabe weiter.

Nehmen wir an, ein Arbeitsmittel hat bei einem Druck von 3,5 bar eine Siedetemperatur von 2 °C (Kurve A). Es ist gerade verdampft; die Temperatur des Dampfes beträgt also immer noch 2 °C (K1). Nun erhöhen wir den Druck auf 15,5 bar. Bei einer Erhöhung des Drucks steigt nicht nur die Temperatur, sondern auch der Siede- bzw. der Kondensationspunkt (K2). Diese betragen jetzt 60 °C. Sie haben sich also verschoben und liegen nun auf der Kurve B. Ist die Umgebung kühler als 60 °C, beginnt das Arbeitsmittel zu kondensieren. Bei einer konstanten Temperatur von 60 °C gibt es die Kondensationswärme ab. Die Umgebung wird geheizt.

Nach diesem Prinzip arbeitet die Wärmepumpe, wie sie auf der Skizze (S. 39) dargestellt ist. In einem Rohr (R1) zirkuliert das Arbeitsmittel, z. B. Ammoniak (NH<sub>3</sub>). Dieses Arbeitsmittel verdampft und kondensiert unter einem Druck von 3,5 bar bei einer Temperatur von 2 °C; unter einem Druck von 15,5 bar dagegen bei einer Temperatur von 60 °C. Der Kreislauf besteht aus vier Schritten:

### 1. Verdampfen

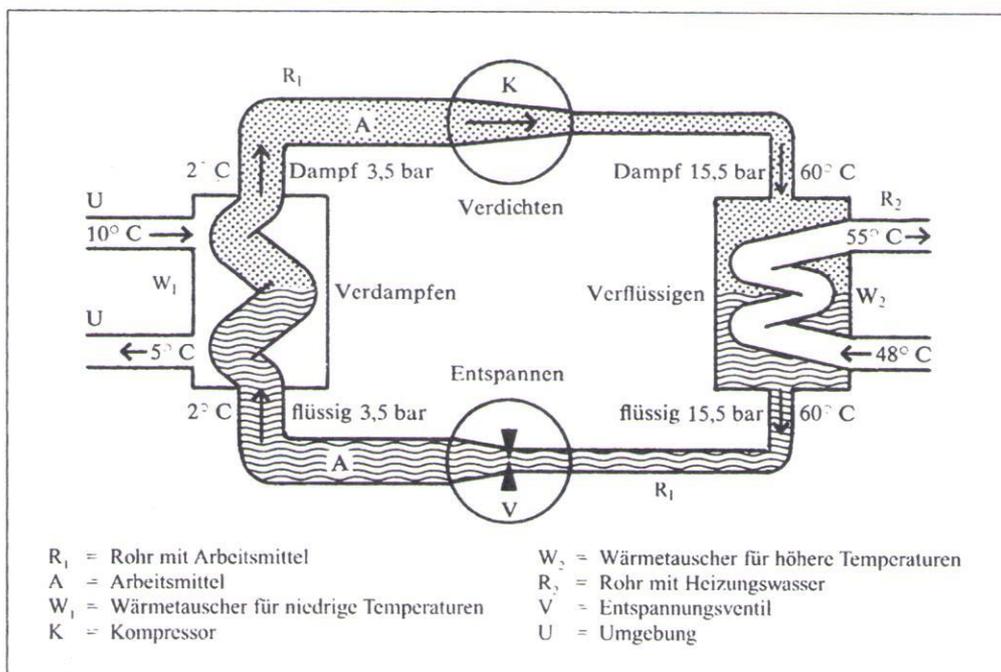
Durch den Wärmetauscher links (W1) strömt das „kalte“ Wasser eines Flusses, dem die Wärme entnommen wird. Es hat eine Tempera-

mittel und gibt Kondensationswärme ab. Das Heizungswasser erwärmt sich. Temperatur und Druck des Arbeitsmittels bleiben dabei konstant.

### 4. Entspannen

Das flüssige Arbeitsmittel strömt durch ein Entspannungsventil (V). Der Druck fällt von 15,5 bar wieder auf 3,5 bar ab. Dieser Druckabfall hat zur Folge, dass das Arbeitsmittel eine Temperatur von zwei Grad annimmt. Der Kreislauf beginnt von neuem.

Das Verhältnis von aufgenommener zu abgegebener Leistung ist bei einer Wärmepumpe sehr günstig. Die elektrische Energie, die der Kompressor benötigt, ermöglicht die Abgabe der dreifachen Menge Wärmeenergie an die Raumheizung.



1 Was geschieht, wenn man der Flüssigkeit Wärme zuführt? Ergänzen Sie bitte:

1. Zufuhr von ... →
2. ... der Temperatur bis zum ... →
3. Verdampfung der ... →
4. ... von Wärmeenergie →
5. weiterer Anstieg der ... nach dem ... der Flüssigkeit.

2 Was geschieht, wenn man umgekehrt dem Dampf Wärmeenergie entzieht?  
Schreiben Sie bitte mit Hilfe des Textes die fünf entsprechenden Stichpunkte.

1. Entzug von ...

3 Wichtige Verben aus der Sprache der Technik.

abgeben aufnehmen entziehen erhöhen erreichen kondensieren  
sinken steigen verdampfen zuführen

Welche sind trennbar? Welche sind reflexiv? Welche gebraucht man mit einer bestimmten Präposition?

1. Wir ... einer Flüssigkeit Wärme ... Deshalb ... ihre Temperatur.
2. Wenn die Temperatur den Siedepunkt ... hat, beginnt die Flüssigkeit zu ...
3. Auch während der Verdampfung ... die Flüssigkeit Wärme ...
4. Erst nach der Verdampfung der gesamten Flüssigkeit ... die Temperatur weiter.
5. Die Temperatur des Dampfes sinkt, wenn man ihm Wärme ...
6. Am Kondensationspunkt beginnt der Dampf zu ...
7. Während der Kondensation ... der Dampf Wärme ... die kältere Umgebung ...
8. Nach der Kondensation ... die Temperatur bei Wärmeabgabe weiter.

4 Welche Bedeutung hat die Vorsilbe „ent“ in den folgenden Wendungen? Wie heißen die Substantive zu den Verben?

1. dem Wasser Wärmeenergie entziehen
2. den Dampf entspannen
3. eine Waschmaschine entkalken
4. eine Heizung entlüften
5. ein nasses Gebiet entwässern
6. Meerwasser entsalzen.

- 5** Bedingungen, ausgedrückt durch „wenn“. (1.7)  
 Schreiben Sie bitte die Sätze zu Ende.  $\rightarrow$
1. Wenn man Wärme zuführt, ... (*Temperatur*)
  2. Wenn die Flüssigkeit verdampft, ... (*Wärmeenergie*)
  3. Wenn man Wärmeenergie entzieht, ... (*Temperatur*)
  4. Wenn der Dampf kondensiert, ... (*Wärme*)
  5. Wenn Wärme abgegeben wird, ... (*Umgebung*)
  6. Wenn der Druck erhöht wird, ... (*Temperatur, Siedepunkt*)
  7. Wenn der Druck gesenkt wird, ... (*Temperatur, Siedepunkt*)
  8. Wenn der Dampf sich verflüssigt, ... (*Kondensationswärme*)
- 6** Bedingungen, ausgedrückt durch „bei“. (1.5)  
 Formen Sie bitte die Gliedsätze in Übung 5 um.  $\rightarrow$   
 Beispiel: Wenn die Temperatur ansteigt, ...  
 → Beim Anstieg der Temperatur ...
- 7** „Wenn“ kann auch eine zeitliche Bedeutung haben. (1.7)  
 Ersetzen Sie bitte die Gliedsätze durch Satzglieder mit „nach“.  $\rightarrow$   
 Beispiel: Wenn die Temperatur gestiegen ist, ...  
 → Nach dem Anstieg der Temperatur ...
1. Wenn die Flüssigkeit verdampft ist, ...
  2. Wenn der Dampf verdichtet ist, ...
  3. Wenn die Temperatur und der Siedepunkt sich erhöht haben, ...
  4. Wenn der Dampf sich verflüssigt hat, ...
  5. Wenn das Heizungswasser sich erwärmt hat, ...
  6. Wenn das Arbeitsmittel sich entspannt hat, ...
- 8** In der geschriebenen Fachsprache sind Relativsätze häufiger als in der gesprochenen Fachsprache.  
 Formen Sie bitte um.  
 Beispiel: Hier wird ein neues Gerät gezeigt. Mit diesem Gerät kann man Wärme aus „kaltem“ Wasser entnehmen.  
 → Hier wird ein neues Gerät gezeigt, mit dem man ... entnehmen kann.
1. In einem Rohr zirkuliert ein Arbeitsmittel. Dieses Arbeitsmittel verdampft und kondensiert bei einer Temperatur von 2 °C.
  2. Durch den Wärmetauscher strömt das Wasser eines Flusses. Seine Temperatur liegt bei 10 °C.
  3. Der Kondensationspunkt des Dampfes beträgt jetzt 60 °C. Der Dampf ist durch den Verdichter geströmt.
  4. Im zweiten Wärmetauscher umströmt der heiße Dampf ein Rohr. Darin zirkuliert Heizungswasser.
  5. Das Arbeitsmittel verflüssigt sich. Seine Temperatur und sein Druck bleiben konstant.
  6. Es kommt zu einem Druckabfall. Er hat zur Folge, dass das Arbeitsmittel eine Temperatur von 2 °C annimmt.
- 
- 9** In technischen und wissenschaftlichen Erklärungen ist es manchmal nötig, Definitionen zu geben.  
 Beispiel: der Siedepunkt.  
 → Der Siedepunkt ist die Temperatur, bei der eine Flüssigkeit verdampft.  
 Fahren Sie bitte fort:
- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. der Kondensationspunkt | 6. die Verdampfung (der Übergang vom ... in den ... Zustand) |
| 2. der Schmelzpunkt       | 7. die Kondensation  |
| 3. der Gefrierpunkt       | 8. das Schmelzen   |
| 4. die Kondensationswärme |  |
| 5. die Verdampfungswärme  |  |

- 10** Ordnen Sie bitte die folgenden Stichpunkte.  
Fügen Sie dann die unterstrichenen Buchstaben der Reihe nach zusammen. Sie ergeben ein Wort, das die Veränderung einer physikalischen Eigenschaft bezeichnet.
1. Verdichtung des Arbeitsmittels durch einen Kompressor
  2. Verdampfung des Arbeitsmittels
  3. Strömen des Heißdampfes um das Heizungswasserrohr im Wärmetauscher
  4. Erwärmung des Heizungswassers bei konstantem Druck und konstanter Temperatur des Arbeitsmittels
  5. Anstieg der Temperatur und des Kondensationspunktes auf  $60\text{ }^\circ\text{C}$
  6. Druckanstieg von 3,5 bar auf 15,5 bar
  7. Aufnahme von Wärme aus der kalten Umgebung bei einer konstanten Temperatur von  $2\text{ }^\circ\text{C}$
  8. Strömen des Flusswassers durch einen Wärmetauscher
  9. Neubeginn des Kreislaufs
  10. Absinken des Drucks, der Temperatur und des Siedepunktes
  11. Verflüssigung des Arbeitsmittels und Abgabe der Kondensationswärme
  12. Strömen des Arbeitsmittels durch ein Entspannungsventil.

- 11** Schreiben Sie nun bitte mit Hilfe der geordneten Stichpunkte einen zusammenhängenden Text.  
Erklären Sie bitte dann Ihrer Kollegin/Ihrem Kollegen die nachfolgende Skizze. Anhand Ihrer Erklärung soll sie/er die Skizze beschriften.

