

# 9. Posten



Infel AG, Kommunikationsagentur, Zürich

## Vom Eismann zum Kühlschrank

**Ziel:**

An diesem Posten erfahren Sie

- die Geschichte des Kühlschranks.
- wie aus einem abgeschlossenen Raum die Wärme nach aussen transportiert werden kann.

**Ablauf:**

Lesen Sie den folgenden Text durch und beantworten Sie die Fragen. Der bereitstehende Kühlschrank dient als Experiment und zur Veranschaulichung der Erklärungen im folgenden Text. Für diesen Posten benötigen Sie 25 Minuten.

**Vom Eismann zum Kühlschrank:**

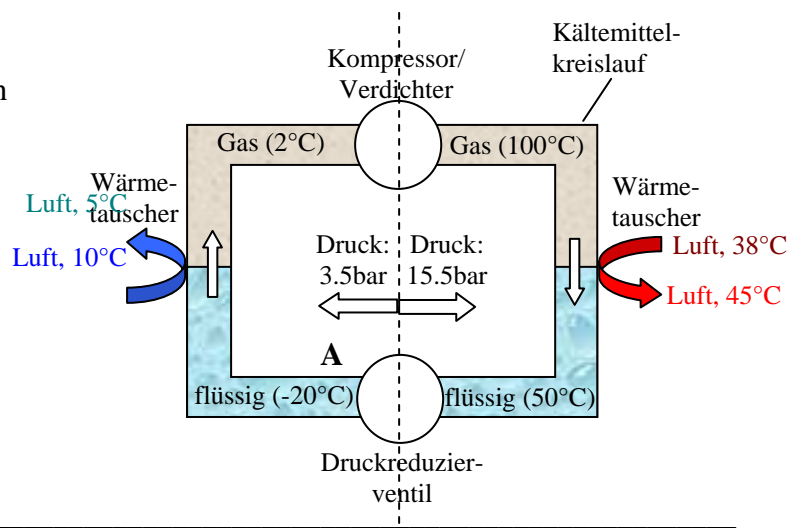
Die Kühlmaschine wurde 1870 erfunden. Es zogen allerdings noch einige Jahrzehnte ins Land, bis der Kühlschrank für jedermann erschwinglich wurde. Bis dahin verkaufte ein Eismann, der regelmässig mit seinem Wagen in den Strassen erschien, Eisbarren. Diese wurden in einem gut isolierten Schrank aufbewahrt und kühlten diesen. Die Schränke mussten entsprechend regelmässig mit Eis aufgefüllt werden. Das Eis wurde im Winter künstlich angelegten Weihern entnommen und in riesigen, tiefen Kellern gestapelt, sodass es bis ans Ende des folgenden Sommers reichte. Auch Gletschereis wurde verwendet. Vielleicht haben Sie noch Grosseltern, die nicht vom „Kühlschrank“, sondern vom „Eisschrank“ sprechen.

Diese Idee zu kühlen ist nicht neu. Bereits der römische Kaiser Heliogabal liess in seinem Garten um 220 n.Chr. Schnee aus den Abruzzen anhäufen, um Getränke im Sommer kühlen zu können. Bierbrauereien gehörten am Ende des 19. Jahrhunderts zu den grössten Eiskonsumenten. Deshalb erstaunt es nicht, dass gerade ein deutscher Brauereibesitzer dem Ingenieur Carl von Linde Geld zur Verfügung stellte, damit dieser seine Erfindung einer Kühlmaschine in die Tat umsetzen konnte. Das Prinzip ist bis heute das gleiche geblieben.

**Funktionsweise des Kühlschranks**

Lassen Sie den bereitstehenden Kühlschrank während dem Lesen laufen (Kühlschranktür offen lassen!) und finden Sie durch Berühren heraus, was beim Kühlschrank dem in der Folge beschriebenen entspricht.

Im abgebildeten Schema ist die Funktionsweise des Kühlschranks dargestellt. Die Erklärung beginnt in Punkt A. Das Kältemittel im Kältemittelkreislauf ist flüssig und hat eine Temperatur von  $-20^{\circ}\text{C}$ . In einem



Wärmetauscher kommt das Kühlmittel mit der Luft des Kühlschranks in Kontakt. Dadurch erwärmt sich das Kältemittel auf  $2^{\circ}\text{C}$ , wobei es verdampft (der Siedepunkt des Kältemittels beträgt in diesem Teil des Kreislaufs, in welchem der Druck bei 3.5bar liegt, bei  $-10^{\circ}\text{C}$ ), die Luft kühlt sich dabei von  $10^{\circ}\text{C}$  auf  $5^{\circ}\text{C}$  ab. Das verdampfte,  $2^{\circ}\text{C}$  warme Gas wird in einem Kompressor, der von einem Elektromotor angetrieben wird, verdichtet. Dabei steigt auch die Temperatur des Gases (s. Gasgesetze), hier im Schema auf  $100^{\circ}\text{C}$ . Der Druck im rechten Teil des Kältemittelkreislaufs ist mit 15.5bar deutlich angestiegen (die gestrichelte Linie zeigt die Grenze zwischen den beiden Teilen mit unterschiedlichem Druck). Im zweiten Wärmetauscher kommt das  $100^{\circ}\text{C}$  warme Gas mit der Aussenluft in Kontakt, welche sich dadurch von  $38^{\circ}\text{C}$  auf  $45^{\circ}\text{C}$  erwärmt. Das Gas kühlt sich auf  $50^{\circ}\text{C}$  ab und kondensiert dabei (der Siedepunkt des Kältemittels beträgt in diesem Teil des Kreislaufs, in welchem der Druck bei 15.5bar liegt, bei  $60^{\circ}\text{C}$ ). Das flüssige Kältemittel gelangt durch ein Druckreduzierventil, wodurch es sich von  $50^{\circ}\text{C}$  auf  $-20^{\circ}\text{C}$  abkühlt. Der Kreislauf beginnt von vorne.



Schalten Sie den Kühlschrank am Schluss wieder aus!

Als Kühlmittel kamen früher Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW) und Ammoniak zum Einsatz. Beide haben einen tiefen Siedepunkt, eine Voraussetzung für ein Kältemittel. Die ersteren sind zwar nicht brennbar, ungiftig für den Menschen und geruchlos, doch zerstören sie die Ozonschicht und verstärken den Treibhauseffekt. Ammoniak hat neben gewissen Vorteilen auch negative Aspekte, so ist es giftig und brennbar. Heute verwendet man meist gewöhnliche Kohlenwasserstoffe. Man erreicht damit zwar nicht ganz so tiefe Temperaturen, doch zerstören sie die Ozonschicht nicht und sind nicht giftig.

### **Tipp:**

Falls Sie einmal auch ohne Kühlschrank Glace herstellen wollen, dann können Sie dies wie folgt tun: Nehmen Sie zwei Schüsseln, eine grössere und eine kleinere, wobei die kleinere gut in die grössere hineingestellt werden kann. Füllen Sie die grössere Schüssel mit viel zerstoßenem Eis und wenig Wasser, damit  $0^{\circ}\text{C}$  kaltes Eiswasser entsteht. Geben Sie pro Kilogramm Eiswasser 30g bis 50g Kochsalz dazu und mischen Sie gut. Nun können Sie in die kleine Schüssel Ihre vorbereitete Glacemischung geben. Rühren Sie regelmässig, bis diese gefroren ist. Der Grund, dass die Glacemischung fest wird, liegt daran, dass Salzwasser bis einige Grade unter  $0^{\circ}\text{C}$  flüssig bleibt. Das Auflösen des Salzes braucht Energie, welche dem Eiswasser entzogen wird und dieses dadurch abkühlt.

### **Fragen:**

1. Weshalb ändert der Siedepunkt der Flüssigkeit im Kältemittelkreislauf bei unterschiedlichem Druck?
2. Beantworten Sie diese Frage erst, wenn Sie den Posten 10 (Wärmepumpe) schon bearbeitet haben: Was hat die Wärmepumpe mit dem Kühlschrank gemeinsam, was sind Unterschiede?