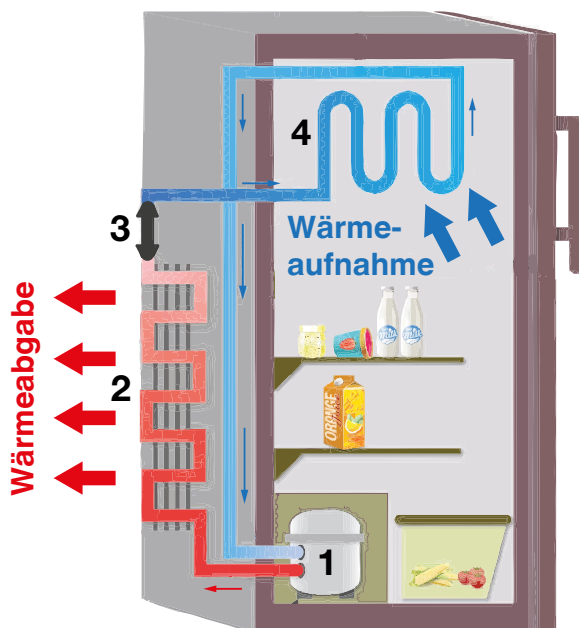


# DAS GRUNDPRINZIP DER KLIMAAANLAGE

Als gegen Ende der 1930er Jahre in den USA die ersten Klimaanlage für Fahrzeuge auf den Markt kamen, waren diese nur in sehr kleinen Stückzahlen und einzig in luxuriösen Fahrzeugen zu finden. Heute gehören Klimaanlage zur Standardausstattung. Das technische Funktionsprinzip hat sich dabei kaum verändert. Beim Kältemittel sind heute deutlich umweltfreundlichere Stoffe im Einsatz.

## Kompressor-Kältemaschine

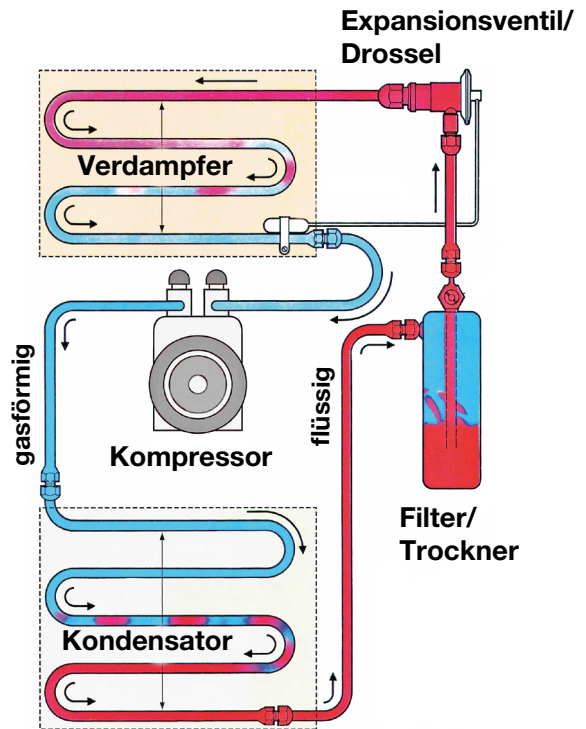
Die Klimaanlage in Autos funktionieren nach dem Prinzip der Kompressor-Kältemaschine. Der Begriff Kältemaschine ist dabei irreführend, weil keine Kälte erzeugt, sondern lediglich die Wärme als Energie von «innen» nach «ausen» transportiert wird. Das gleiche Prinzip wird auch im Kühlschrank oder bei der Wärmepumpe angewandt. In der Physik bezeichnet man diesen Vorgang als thermodynamischer Kreisprozess. Ein Kompressor treibt den Prozess an, welcher das gasförmige Kältemittel komprimiert und zum Kondensator führt, welcher die Wärme an die Umgebung abgibt. Das Kältemittel strömt weiter über ein Expansionsventil/Drossel zum Verdampfer. In diesem Bauteil wird die Wärme der Umgebung auf das Kältemittel übertragen und so der Effekt der Abkühlung erzeugt.



Die Klimaanlage im Fahrzeug, wie auch der Kühlschrank zu Hause, funktionieren nach dem Prinzip der Kompressor-Kältemaschine. Der Kompressor (1) treibt das Kältemittel zum Kondensator (2), welcher die Wärme abgibt. Das Kältemittel strömt weiter über die Expansionsventil/Drossel (3) zum Verdampfer (4), der für die Aufnahme der Wärme sorgt.

Damit das Kältemittel die Wärme auf- und abgeben kann, arbeitet es mit einem unterschiedlichen Druck und den daraus entstehenden unterschiedlichen Siedepunkten. Der Kompressor erhöht den Druck, so dass im Kondensator eine Verflüssigung und eine Wärmeabgabe an die Umgebung eintritt. Die Drossel oder das Expansionsventil sorgt anschliessend für einen Druckabfall. Dadurch sinkt der Siedepunkt, was zu einem Verdampfen führt, bei dem gleichzeitig Wärme aus der Umgebung aufgenommen wird. Das Gas strömt wiederum zum Kompressor, wo der Prozess von Neuem beginnt.

Die Änderung des Aggregatzustandes (vgl. MXC-Sheet 6/20) ermöglicht die Wärmeauf- und -abnahme. Beim Verflüssigen eines festen Stoffes, bzw. beim Verdampfen einer Flüssigkeit, wird dem Stoff Wärme zugeführt. Umgekehrt führt das Kondensieren und das Erstarren eines Stoffes zu einer Wärmeabgabe. Durch das abwechselnde Verdampfen und Kondensieren kann so ein fortlaufender Wärmetransport stattfinden.



Der Kreislauf der Klimaanlage und damit des Kältemittels besteht aus den Bauteilen: Kompressor, Kondensator, Expansionsventil/Drossel und Verdampfer. Schmutzpartikel und Wasser werden zusätzlich in einem Filter/Trockner festgehalten. Zwischen dem Kondensator und dem Expansionsventil/Drossel ist das Kältemittel flüssig. Der Kompressor erhält gasförmiges Kältemittel vom Verdampfer und pumpt dieses weiter zum Kondensator. Obwohl das System geschlossen ist, kann etwas Kältemittel austreten und Wasser dazukommen. Eine regelmäßige Wartung, bei der auch der Verdampfer und der Kondensator gereinigt werden, schützt vor Problemen.

## Auswahl der geeigneten Materialien

Damit der Kältemittelkreislauf funktioniert, müssen die richtigen, für das Einsatzgebiet passenden Materialien verwendet werden. Zentral ist dabei die Auswahl des Kältemittels. Dieses soll die Wärme gut aufnehmen, transportieren und einfach wieder abgeben können. Zudem soll der nötige Druck einfach beherrschbar sein. Weiter muss es umweltverträglich, nicht giftig, unbrennbar und in grosser Menge zu einem günstigen Preis herstellbar sein. Weil es aber kein Material gibt, welches alle Bedingungen erfüllt, sind sehr viele unterschiedliche Stoffe auf dem Markt. Zur einfachen Unterscheidung erfolgt die Benennung mit einem R (Refrigerant, englisch für Kältemittel) und nachfolgenden Zahlen, die mit Buchstaben ergänzt werden können. In Fahrzeugen kommt heute überwiegend R1234yf zum Einsatz, wobei ältere Anlagen noch mit R134a befüllt sind. Einige Modelle sind zudem mit R744 (vgl. MXC-Sheet 6/18) ausgerüstet. In der Werkstatt ist deshalb darauf zu achten, dass das Klimagerät mit dem richtigen Kältemittel eingesetzt wird. Ebenfalls zu beachten ist die Wahl des passenden Schmieröles. Dieses muss auf das vorhandene Kältemittel und den eingebauten Kompressor abgestimmt sein. Ein falsches Öl kann aufgrund der veränderten elektrischen und chemischen Eigenschaften zu einer Gefahr für Menschen führen und auch teure Defekte zur Folge haben.

In Kompressor-Klimageräten nimmt das Kältemittel die Wärme des Innenraumes über den Verdampfer auf und gibt sie über den Kondensator an die Umgebung ab. Die Klimaanlage erzeugt also keine Kälte, sondern transportiert die Wärmeenergie von einem Ort (Fahrzeuginnenraum) an einen anderen Ort (Aussenluft).

# NORMAL-, REIBKRAFT UND REIBWERT AM BEISPIEL BREMSE

## Fragen zum MechaniXsheet - Der Check!

**1. Nennen Sie die vier Hauptbestandteile der Klimaanlage.**

**2. Beschreiben Sie die prinzipielle Funktionsweise der Klimaanlage in drei bis vier Sätzen.**

**3. Nennen Sie die Anforderungen an das Kältemittel.**

**4. Begründen Sie, warum eine regelmässige Wartung der Klimaanlage sinnvoll sein kann.**

**5. Sie stellen einen Kühlschrank mit offener Türe in die Mitte eines Zimmers. Wie verhält sich die Raumtemperatur, bzw. wie könnten Sie das System verbessern?**