

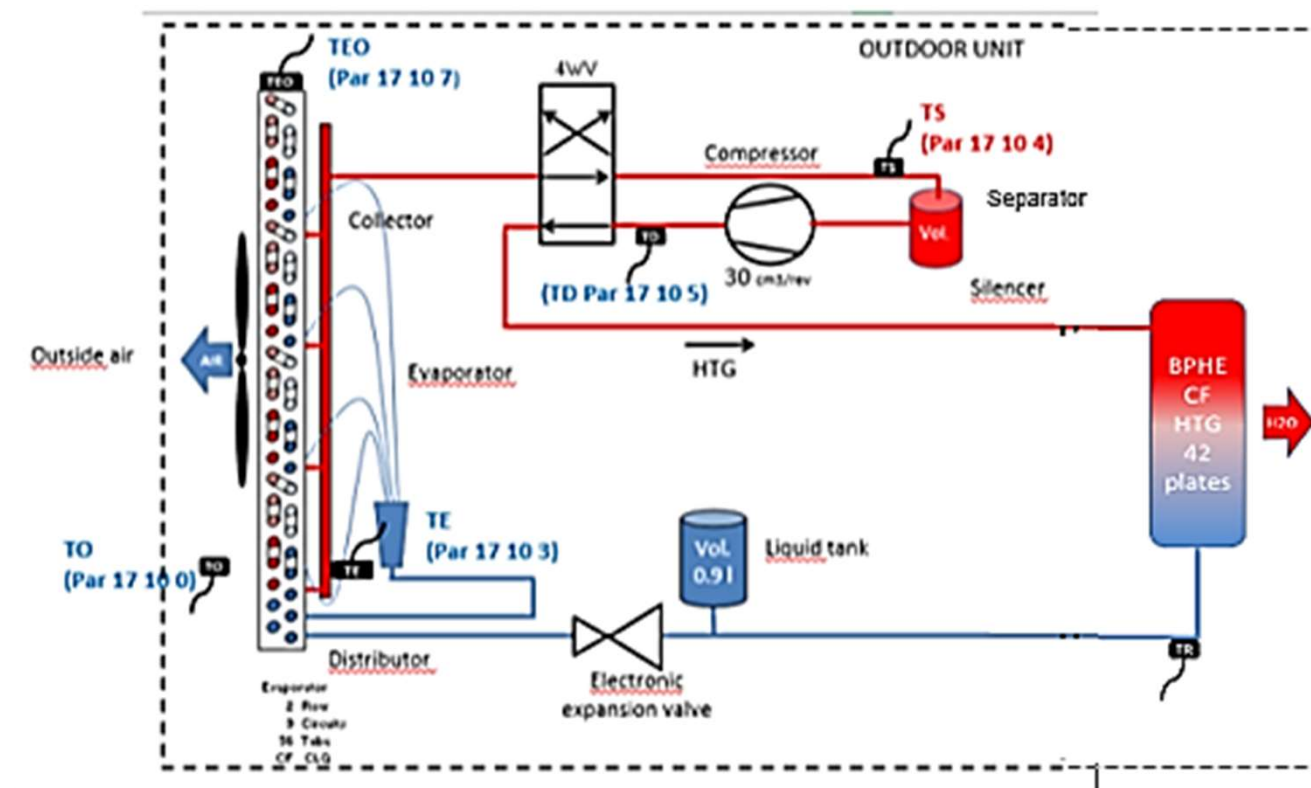
Grundlagentraining Kältetechnik Kältekreis



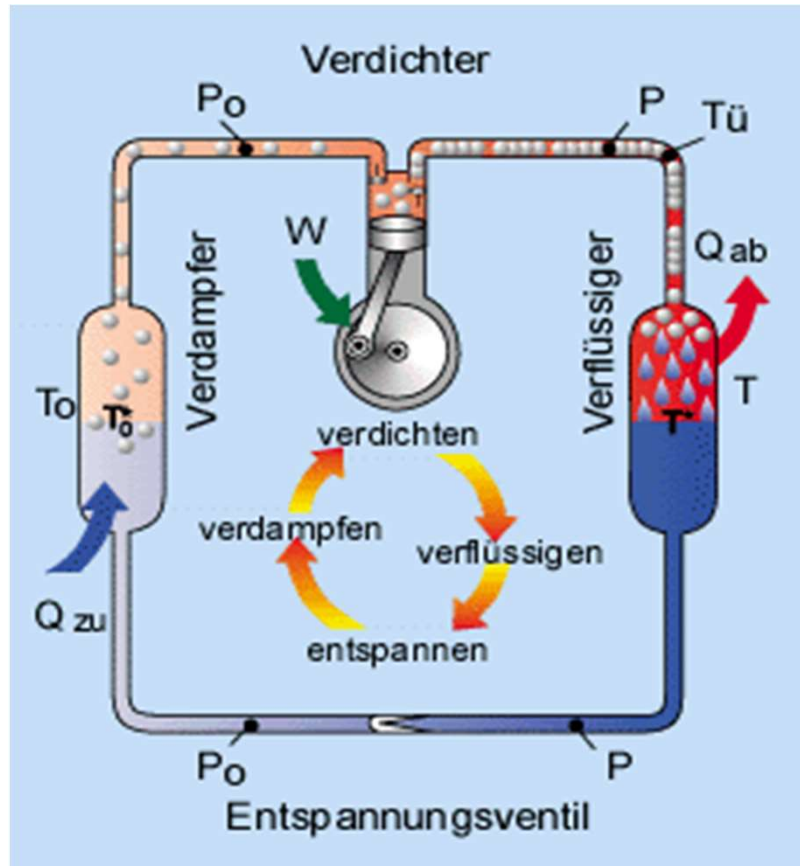


Schulungsinhalte:

- Aufbau und Bauteile in einem Kältekreis



Kältekreis R134a - Funktionsprinzip



Verdampfer

Die Umweltenergie aus der Erde (z.B. 3°C) bringt das in der Wärmepumpe zirkulierende Medium, das einen sehr tiefen Siedepunkt aufweist, zum verdampfen.

Verdichter/Kompressor

Der elektrisch angetriebene Kompressor bringt das verdampfte Medium auf hohen Druck und ein hohes Temperaturniveau.

Kondensator

Die Umweltenergie auf dem hohen Temperaturniveau wird an das Heizungsmedium mit einem Δt von $8\text{--}10^\circ\text{C}$ abgegeben. Das gasförmige Medium kühlt sich dabei ab und wird wieder flüssig.

Expansionsventil

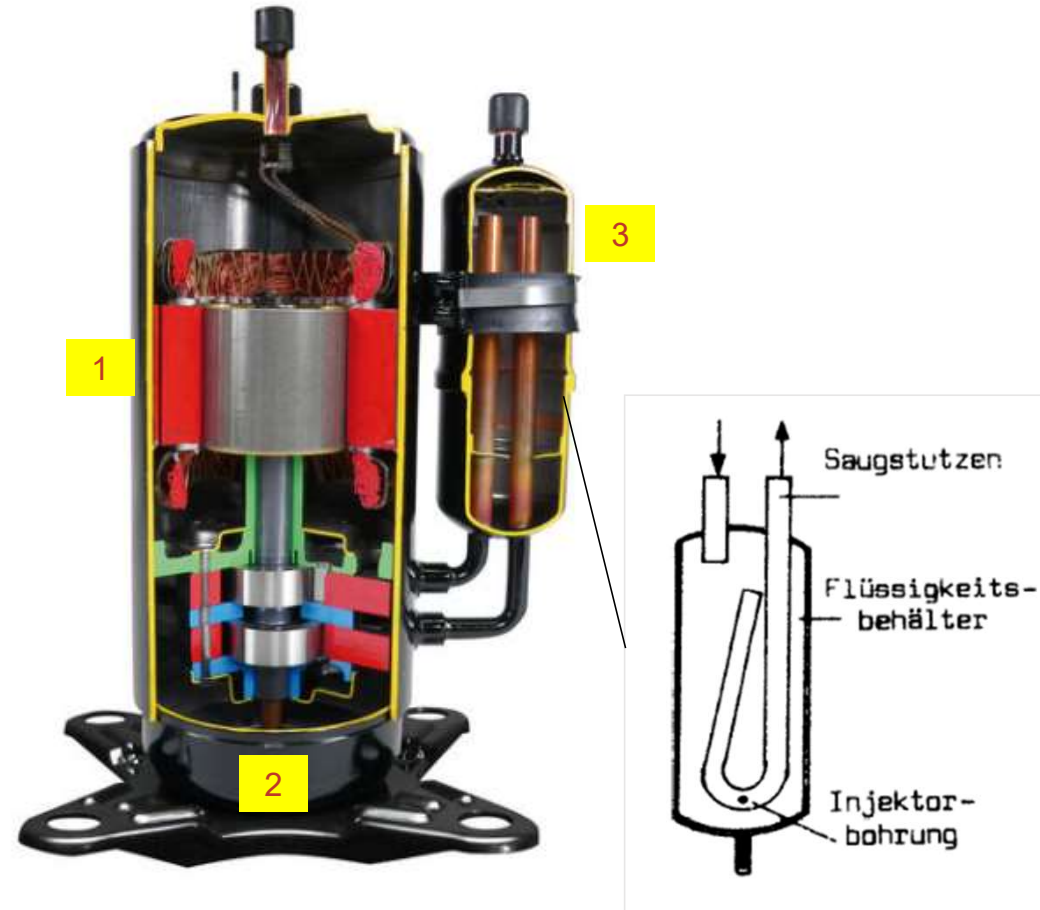
Im Expansionsventil wird der Druck abgebaut.

Kältekreis - Verdichter Typen

Doppelrohrkolben Verdichter

| | |
|---|----------------------------------|
| 1 | Motor |
| 2 | Ölsumpf |
| 3 | Sammler / Flüssigkeitsabscheider |

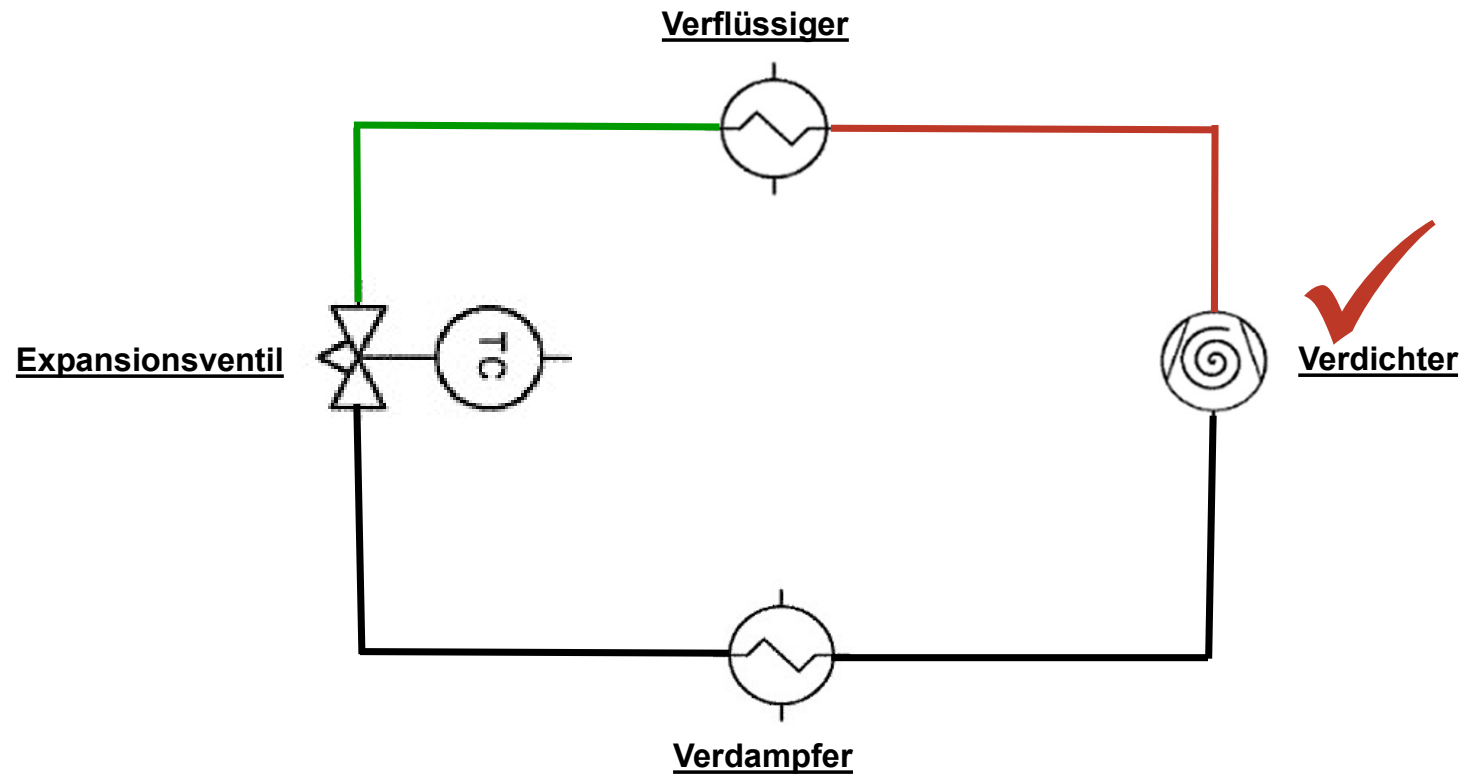
<https://www.youtube.com/watch?v=G41IRrLZE0A&vl=de>



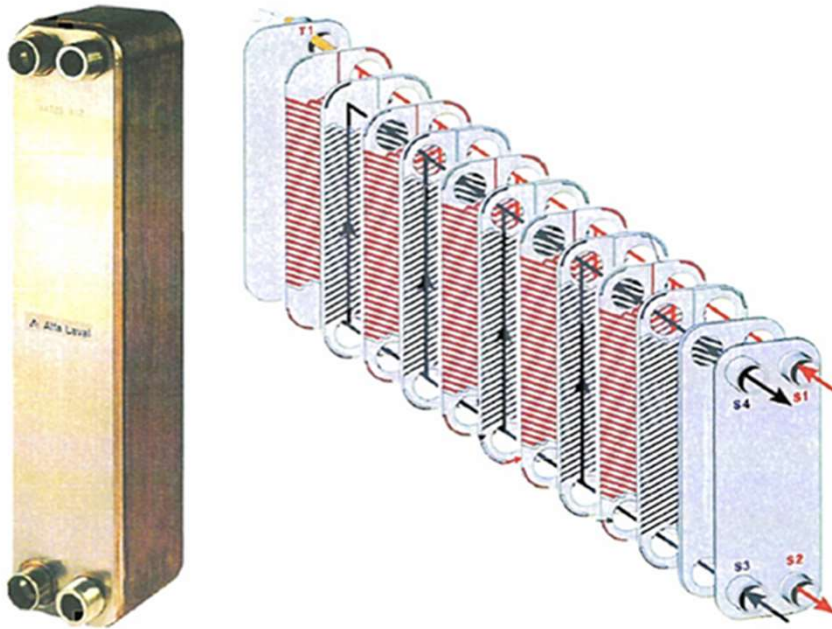
Verdichter – Funktionsprinzip (Beispielvideo)



Kältekreis - Kondensator - Verflüssiger



Kältekreis - Verflüssiger



Heizwasserqualität beachten!

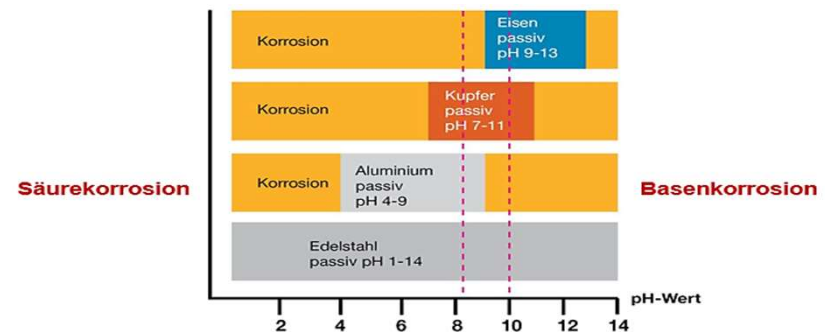
Im Kondensator oder Verflüssiger wird das Kältemittel auf dem hohen Druckniveau vom Zustand Heißdampf in den Unterkühlten Zustand verflüssigt.

Dabei wird die gesamte Wärme aus dem Verdampfer und dem Kompressor an die Heizungsseite abgegeben.

Der Wärmetauscher wird mit einer Unterkühlung ausgelegt.

Material:

Edelstahl – Kupfer gelötet – pH Wert beachten!



Kältekreis - Verflüssiger

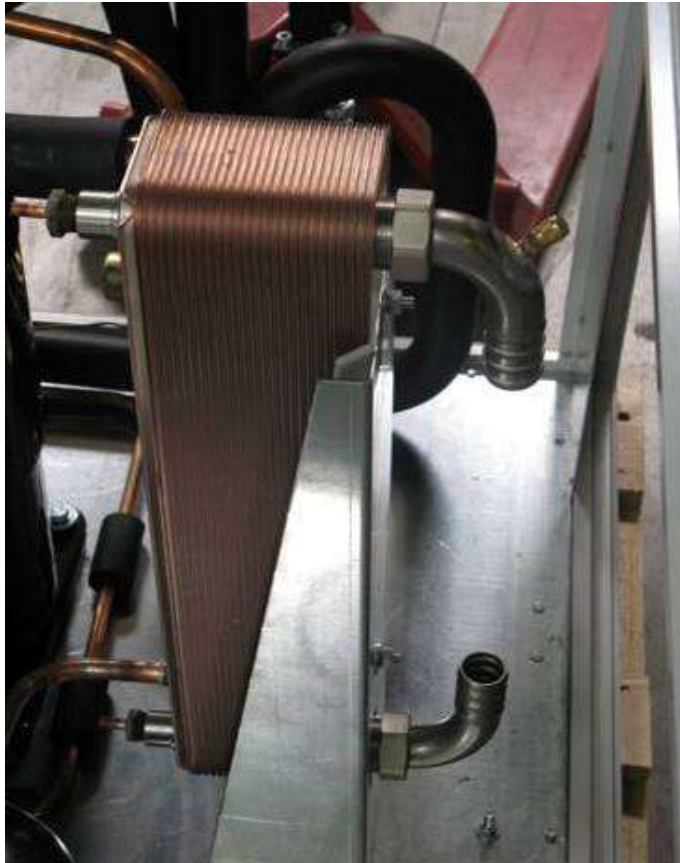
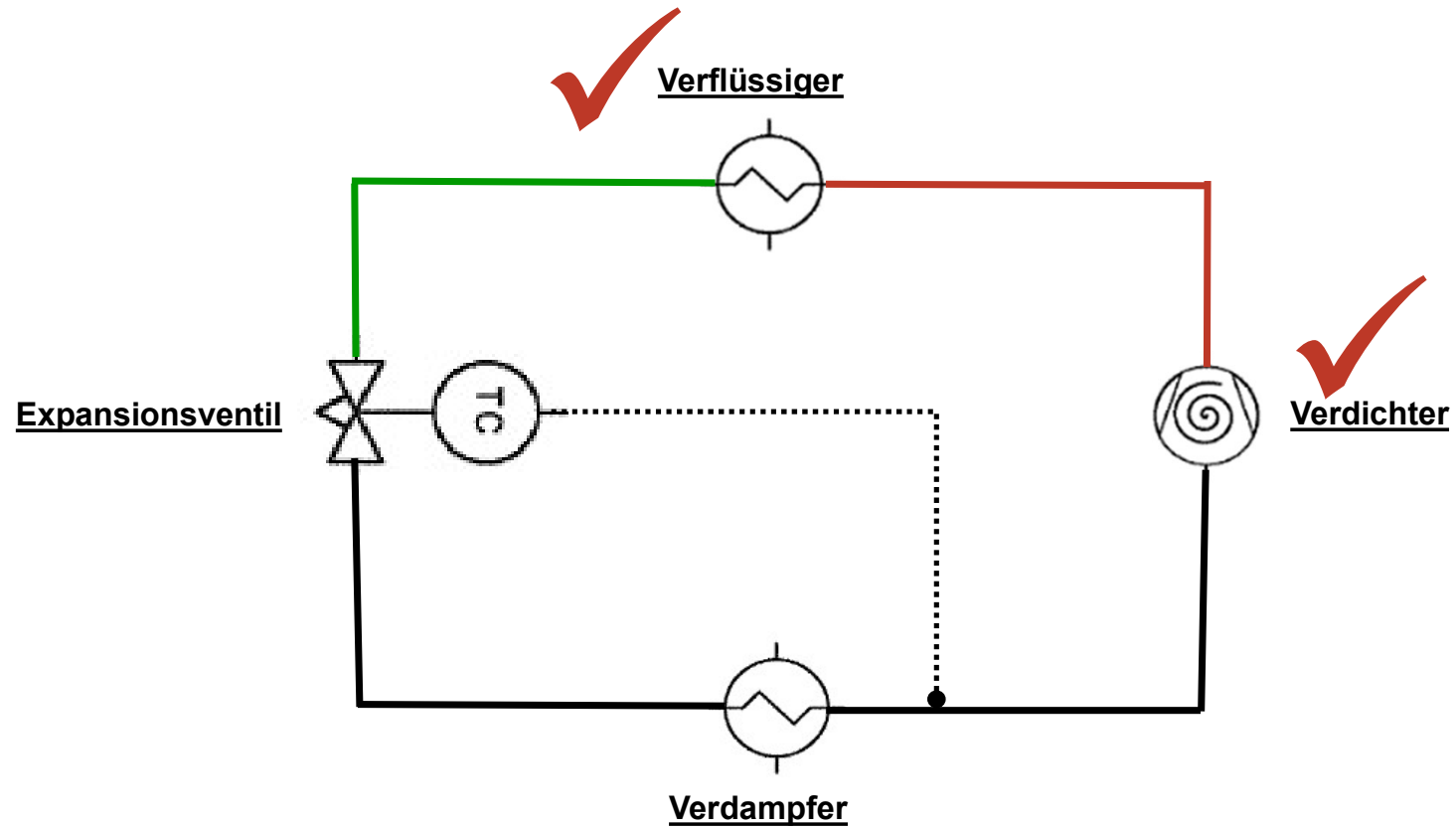


Abbildung 2-13: Schematischer Aufbau eines Plattenwärmetauschers (Rieberer, 2015b)

Der Verflüssiger /Kondensator hat die Aufgabe die Energie aus dem Kältemittel wieder zu entziehen und dem Heizsystem zur Verfügung zu stellen.

Das Kältemittel muss vollständig kondensieren und nach keine Gasblasen vorhanden sein.
Gefahr von Fehlfunktionen Expansionsventil!

Kältekreis - Komponenten



Drosselventile - Expansionsventile

Das Expansionsventil hat die Aufgabe das Kältemittel von einem hohen Druck und einer hohen Temperatur auf **niedrigeres Druck-** und Temperaturniveau zu entspannen.

Dem Verdampfer soll nur die Menge Kältemittel zugeführt werden, die er im jeweiligen Betriebszustand verdampfen kann.

Bei Luft / Wasser Wärmepumpe sind die Quellentemperaturen sehr stark unterschiedlich (Winter / Sommer) und muss vom Expansionsventil ausgeglichen werden

Kältekreis – Komponenten - Expansionsventil

Expansionsventile sorgen für eine geregelte Überhitzung nach dem Verdampfer.



Das Thermostatische Einspritzventil:

Die meisten Wärmepumpen arbeiten mit Thermostatisch geregelten Expansionsventilen.

Das Kapillar ist meist mit dem gleichen Kältemittel gefüllt.

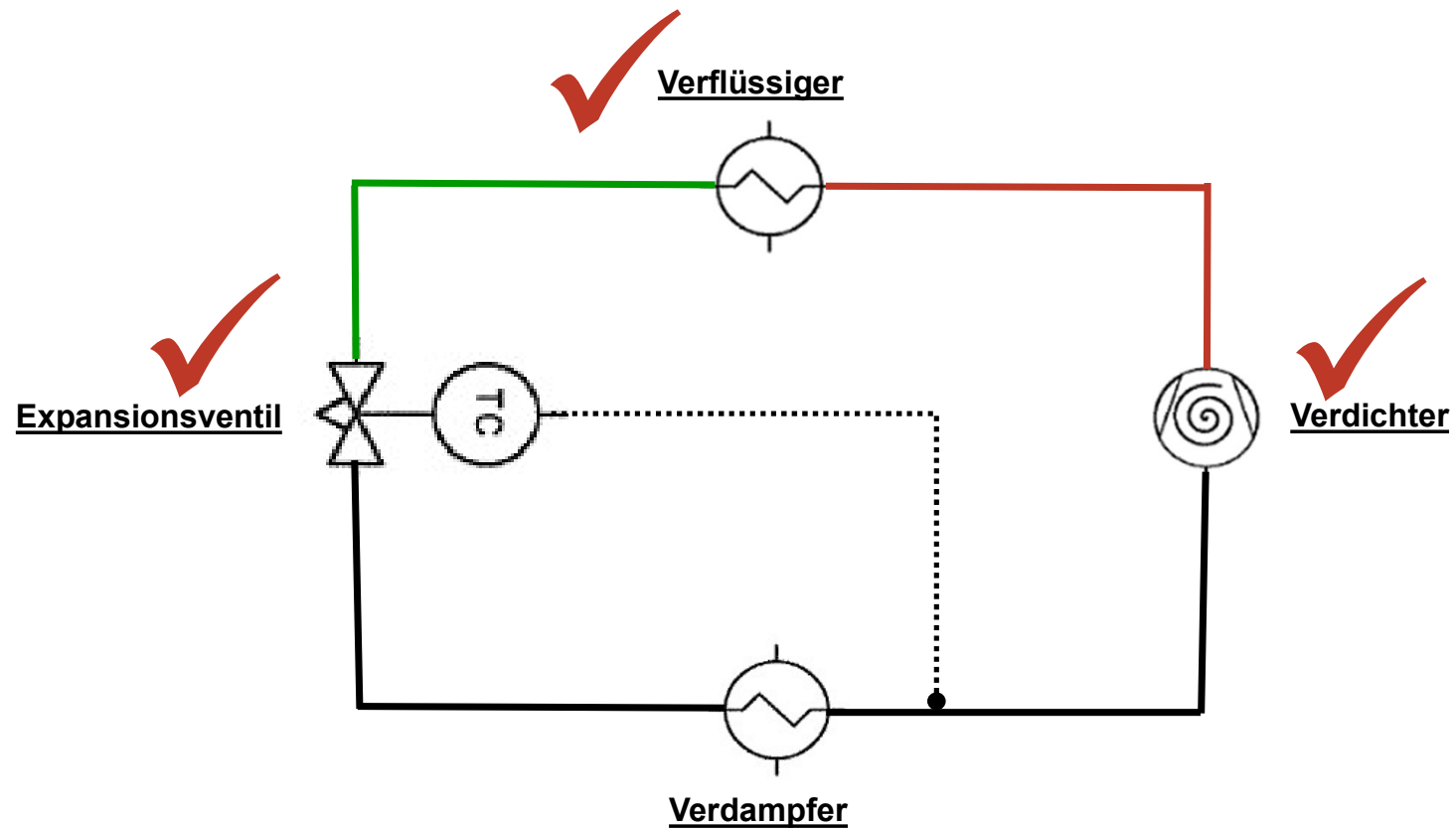


Das elektronisches Einspritzventil:

Bei modulierenden Wärmepumpen muss die Kältemittelmenge entsprechend der Leistung durch das Expansionsventilen geregelt werden.

Ansteuerung durch eine elektronische Steuerung notwendig.

Kältekreis - Verdampfer



Kältekreis - Verdampfer

Luft / Wasser Wärmepumpe

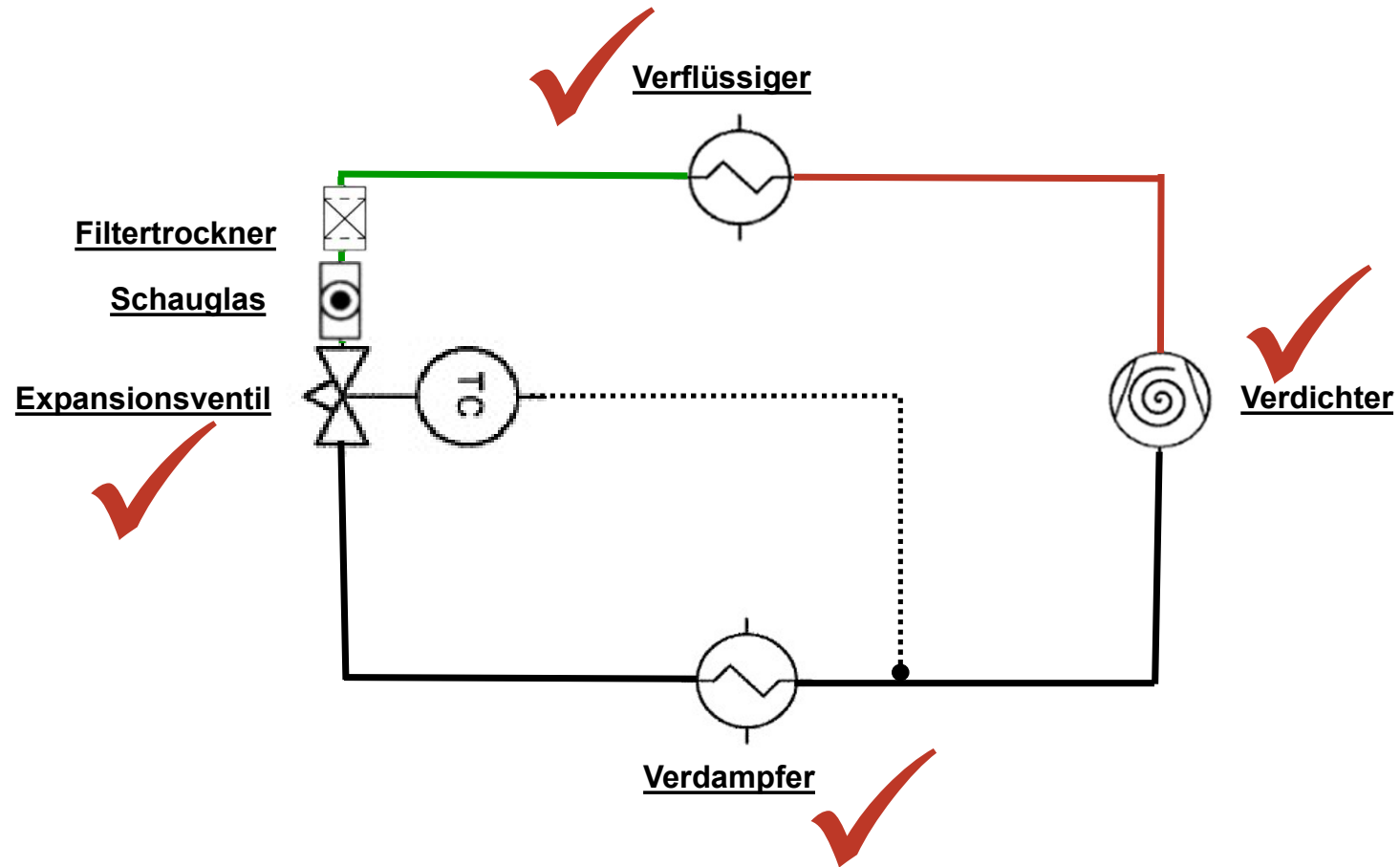


Das Kältemittel verdampft auf dem niedrigen Druckniveau.

Dabei wird Wärme aus der Umgebung auf einem niedrigen Temperaturniveau aufgenommen. z.B. 5°C Soletemperatur.

Ca. 10 – 15 % der Verdampferoberfläche werden für die Überhitzung genutzt.

Kältekreis - Filtertrockner



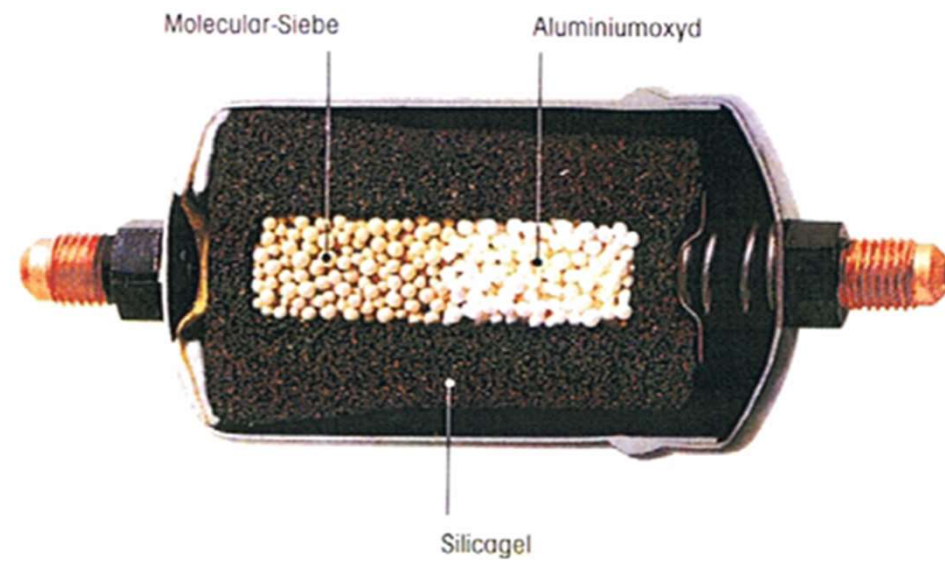
Aufgaben des Filtertrockners

- Bindung von im Kältemittel enthaltener Feuchtigkeit
- Bindung von im Kältemittel vorhandener Säure
- Filterung von Schmutz und anderen Fremdkörpern

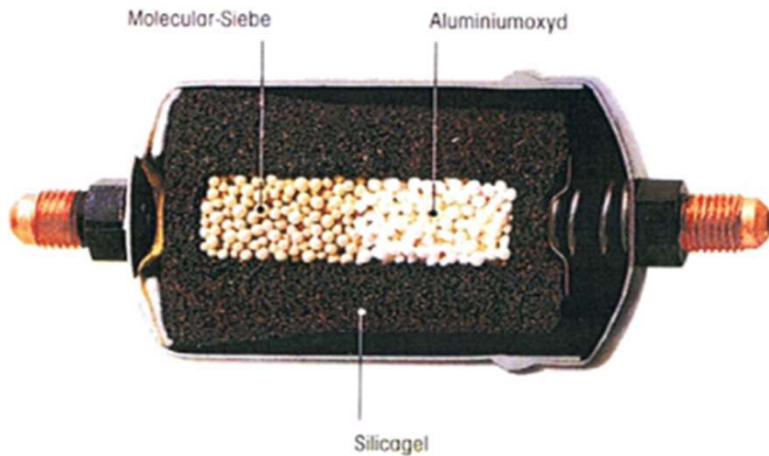
Feuchtigkeit könnte im Expansionsventil ausfrieren und dieses verstopfen.

Durch das Kältemaschinenöl können sich Säuren bilden, die Schäden am Motor und dem Verdichter hervorrufen.

Kältekreis - Filtertrockner




Kältekreis - Filtertrockner



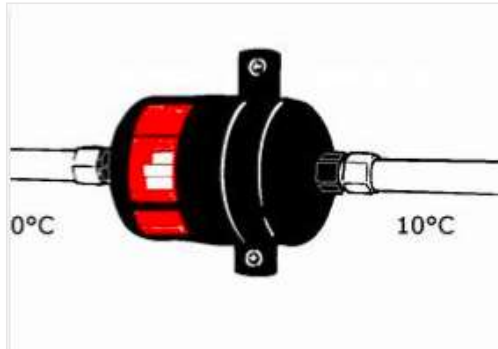
Bei einem Verdichterschaden ist zwingend vor Einbau eines neuen Verdichters ein Säuretest zu machen!

Die Wicklung des Verdichters wird durch das Kältemittel gekühlt. Befindet sich Feuchtigkeit im Kältekreis, bildet dies mit dem Esteröl eine Säure. Diese zerstört die Isolation der Motorwicklung und ein Elektrischer Kurzschluss ist die Folge!

Bei Öffnen des Kältekreis ist zwingend der Filtertrockner zu ersetzen, ggf. ein Burnoutfilter vorübergehend einzusetzen.

| | | |
|----------|--------------------------------|---|
| | |  |
| 65001202 | SAEURETESTSET ETK F. ESTEROELE | |
| | | |

Kältekreis - Filtertrockner

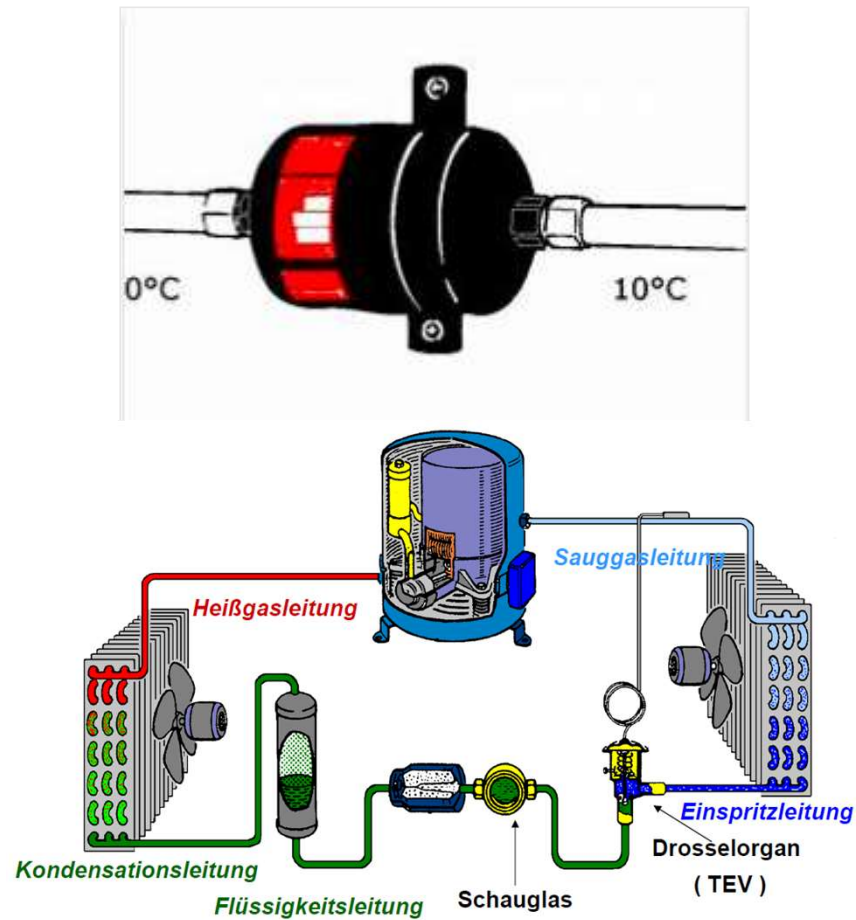


**Maximale Temperaturdifferenz
Eintritt – Austritt 3K!**

In besonders drastischen Fällen kann man einen **verstopften Filtertrockner** schon daran erkennen, dass sich nach dem Trockner an der Flüssigkeitsleitung Eis bildet.

Das bedeutet, vor dem **Filtertrockner** herrschen normale Bedingungen für einstufige Kälteanlagen ohne Unterkühler – z.B. 30 °C und danach unter 0 °C.

Kältekreis - Filtertrockner





Schaugläser mit Feuchtigkeitsindikatoren

Das Expansionsventil kann nur einwandfrei funktionieren, wenn flüssiges Kältemittel zur Expansion ansteht.

Im Schauglas ist dann „nichts“ nur flüssiges Kältemittel zu sehen.

Dampfblasen können auch durch Leitungen, Absperrorgane, Filter, Trockner u.s.w. entstehen.



Das Bild zeigt sprudeln im Schauglas

Wenn sich nicht ausreichende Kältemittelmenge in der Anlage befindet, wird dies durch ein Sprudeln im Schauglas sichtbar.

DRY = trocken = alles im grünen Bereich

Kältekreis - Druckbegrenzer

Druckschalter

Doppelpressostat - einstellbar

Einzelpressostat - nicht einstellbar

Niederdruck
Überwachung
mit Einstellung
des Differenzdruck
Wiedereinschaltung

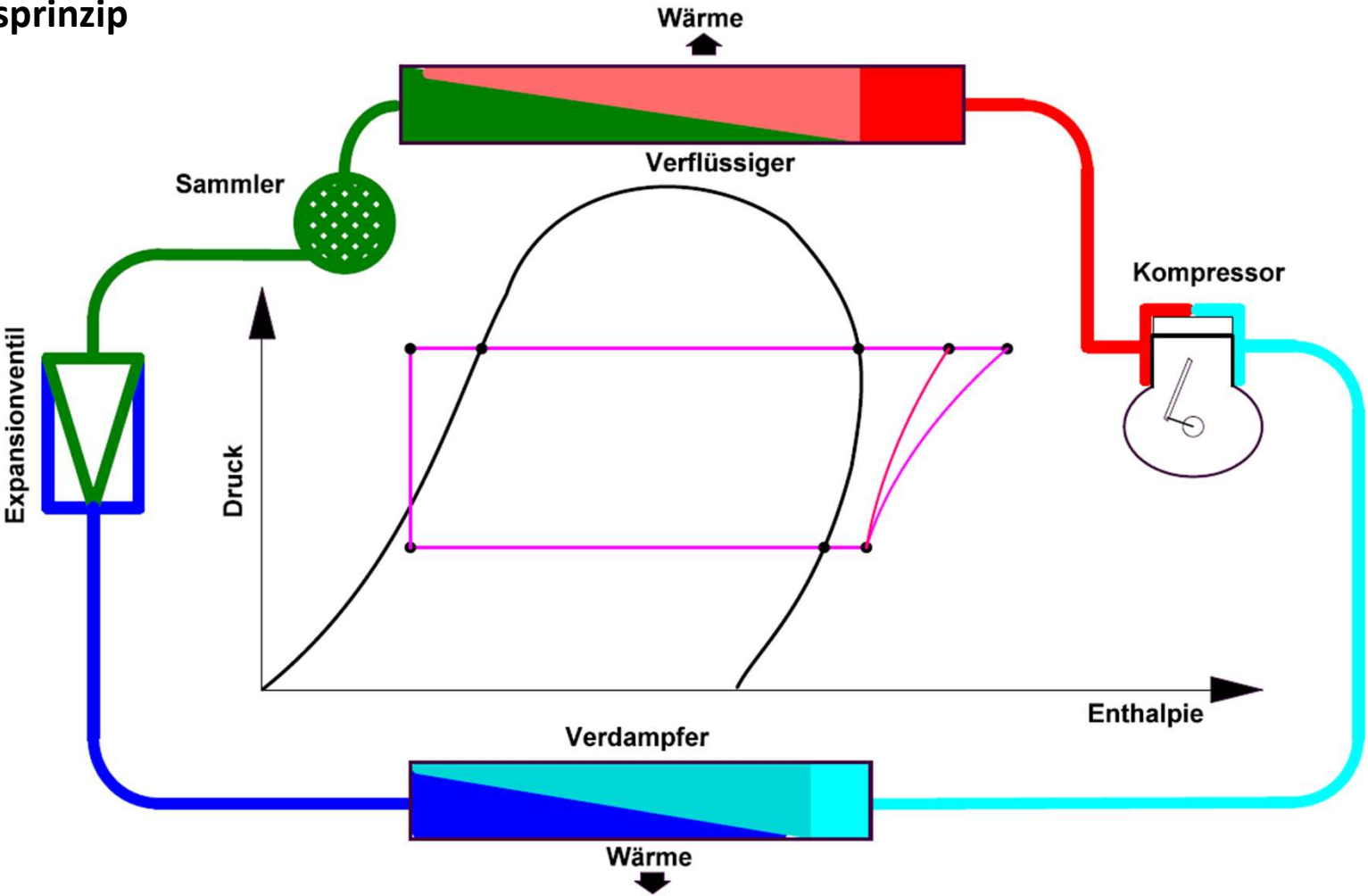


Hochdruck
Überwachung

Die Einstellung darf nur mit geeigneten Messinstrumenten durchgeführt werden. Die Skala dient nur als Orientierung!

AEROTOP Split - Kältekreischema

Funktionsprinzip



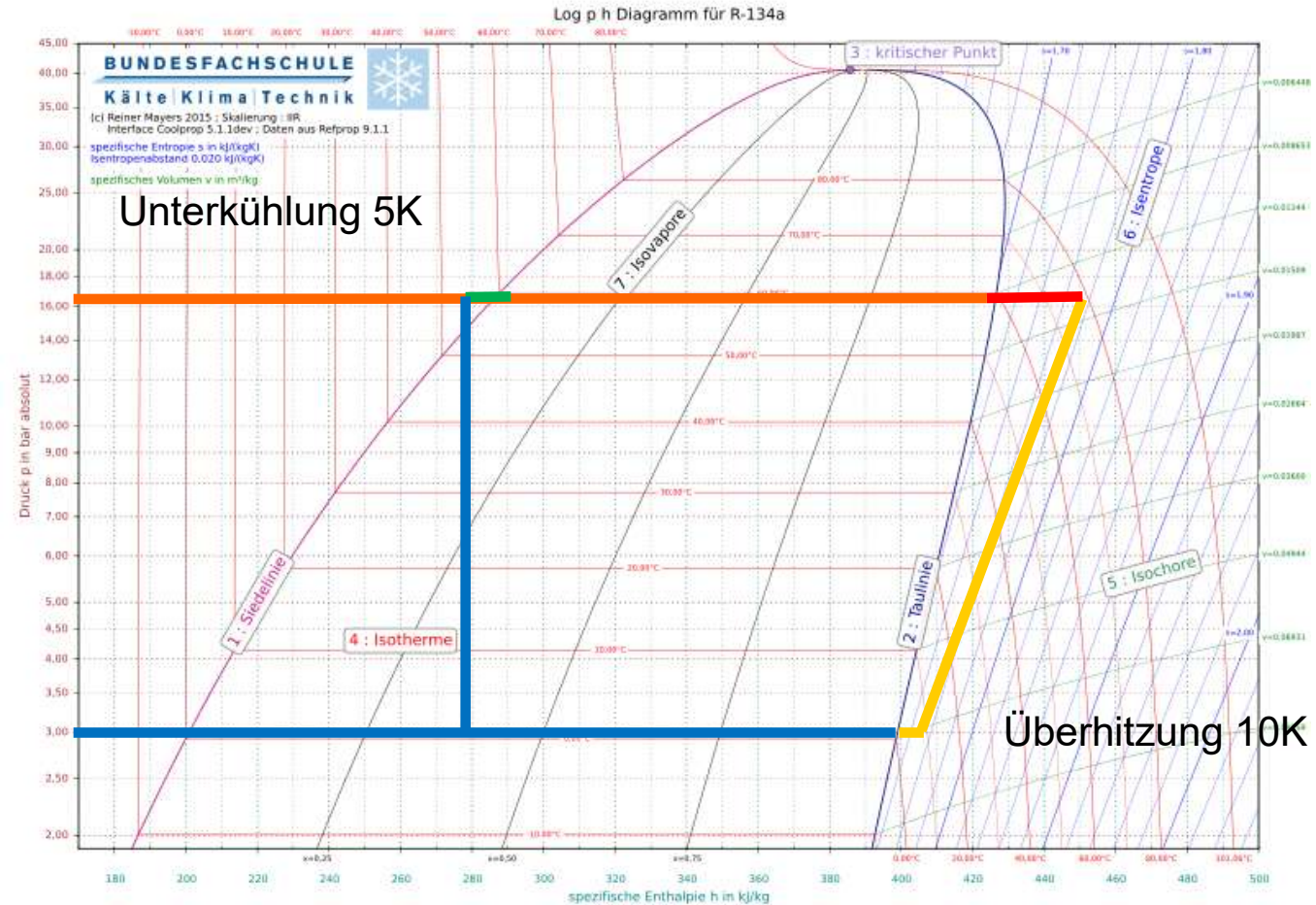
Das lg p-h-Diagramm

Heißgastemp. 20 - 30K über Kondensation

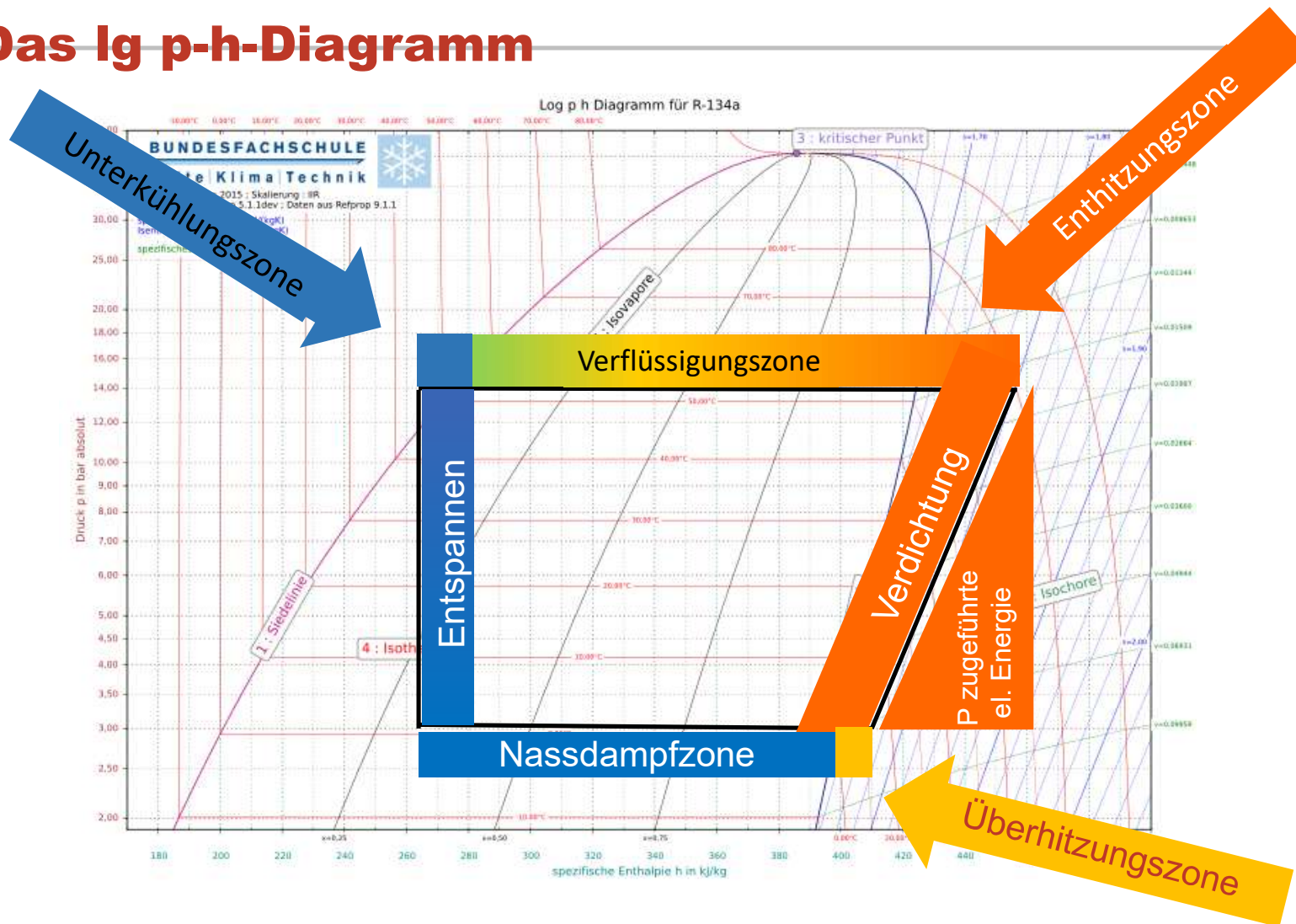
pc= Verflüssigungs-
druck =
t0= Verflüssigungs-
temperatur
60°C

Quelltemperatur
10°C

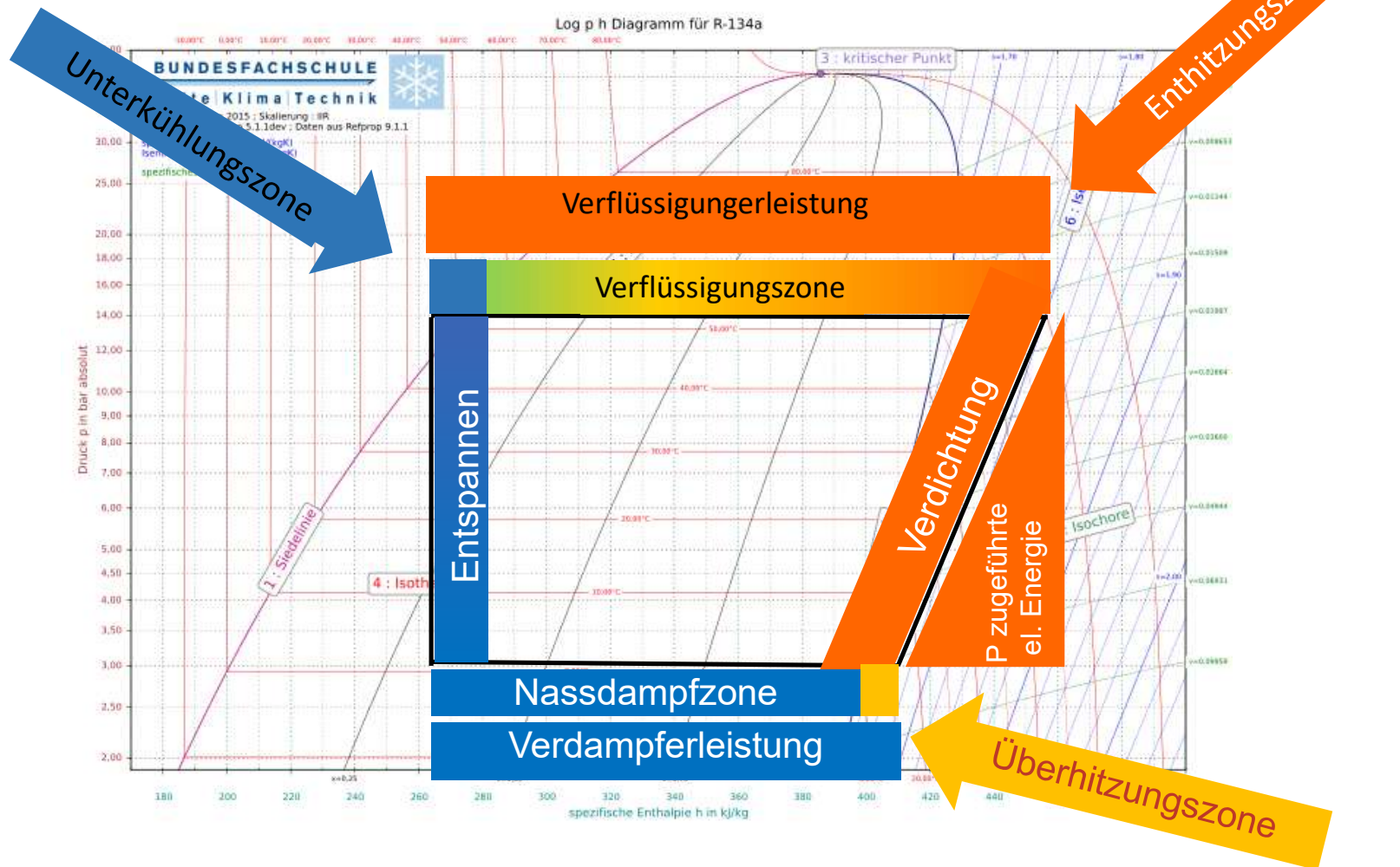
p0= Verdampfungs-
druck =
t0= Verdampfungs-
temperatur
0°C



Das lg p-h-Diagramm

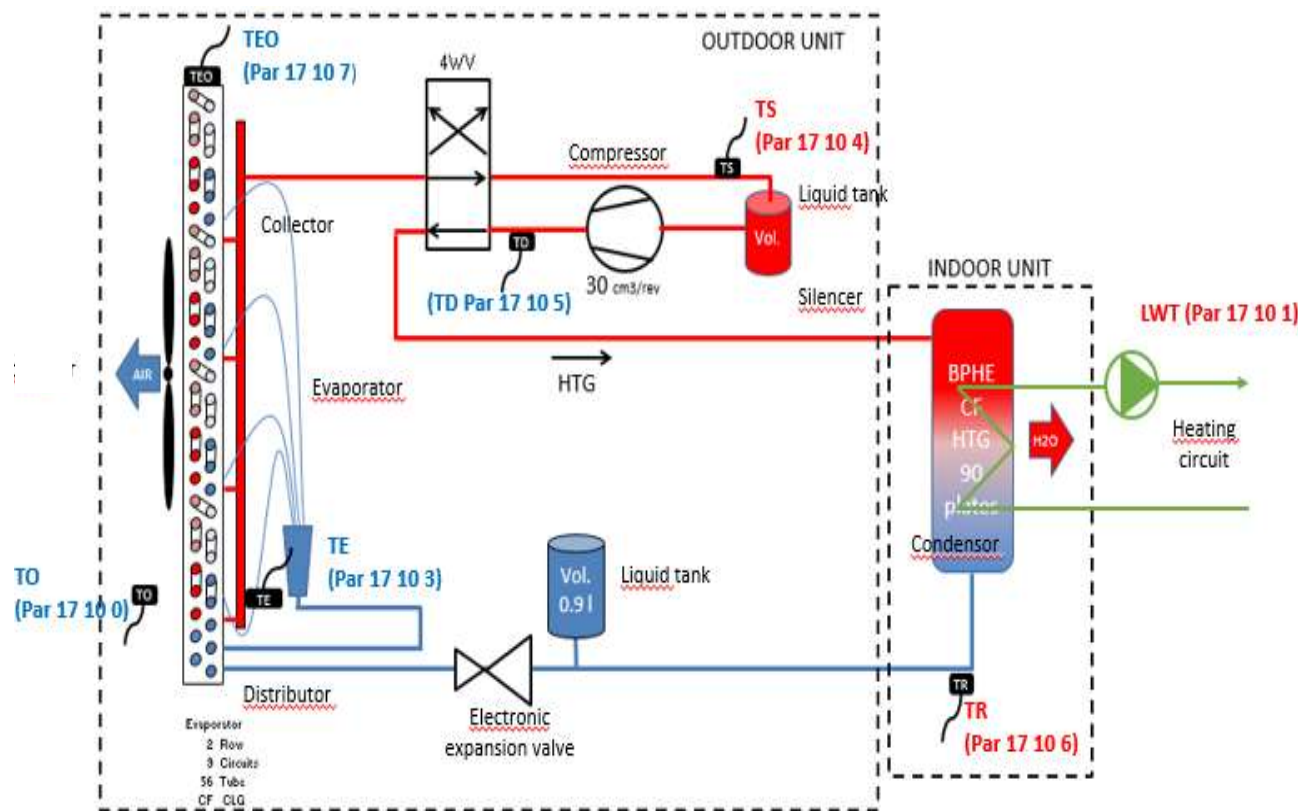


Das lg p-h-Diagramm



AEROTOP Split - Kältekreischema

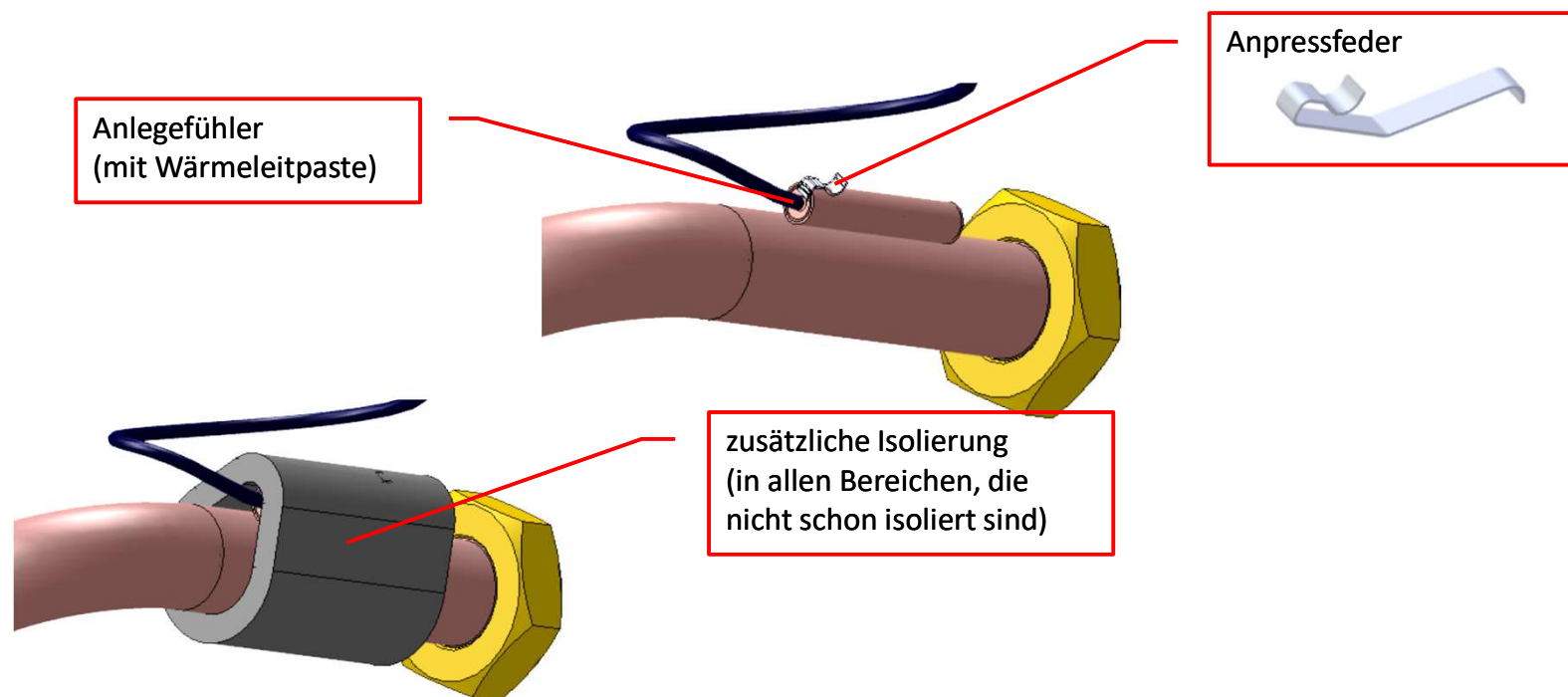
Fühleranordnung



Überhitzungsregelung durch TE und TS !

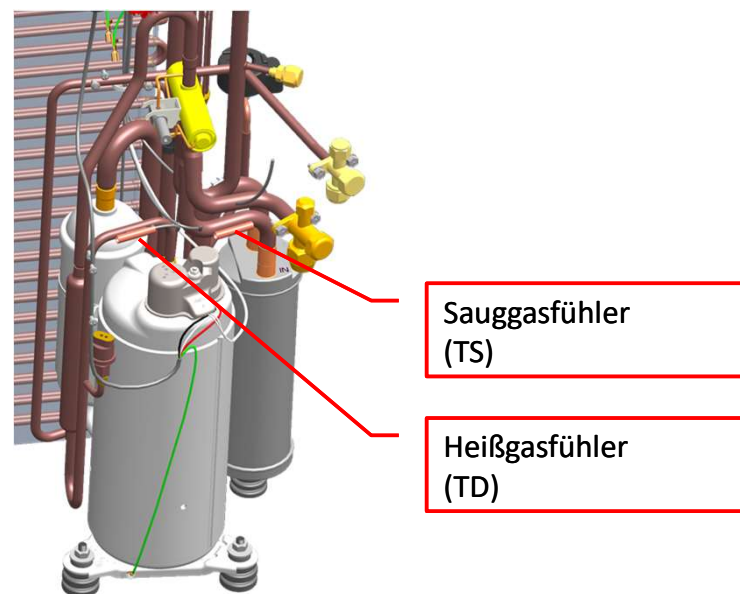
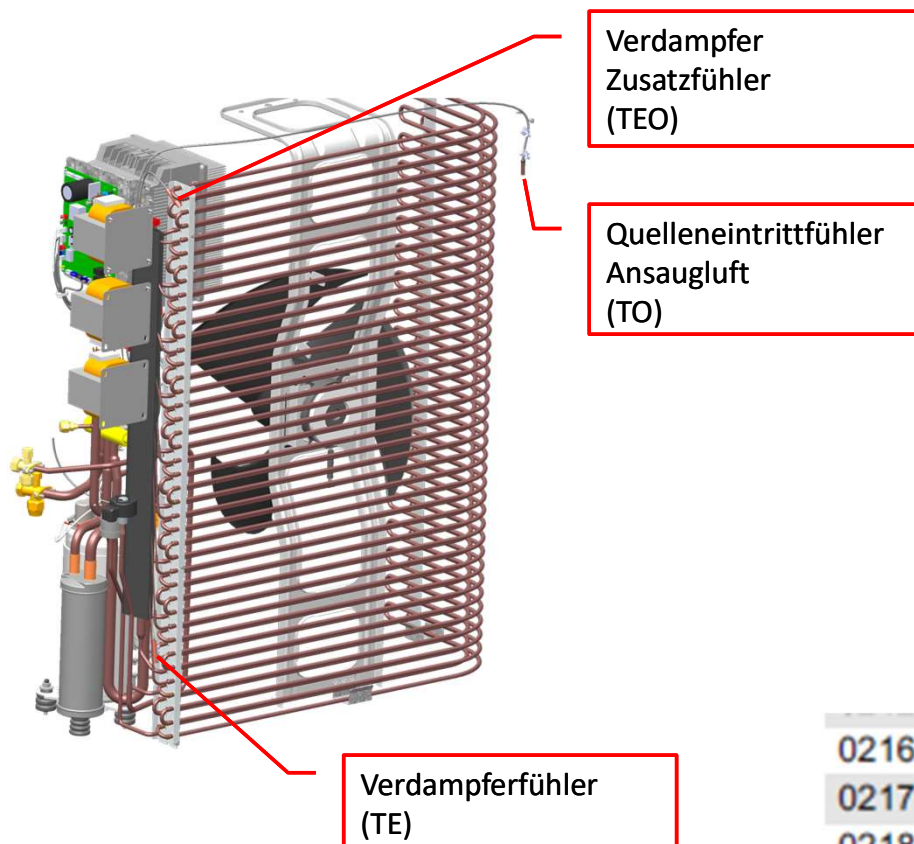
| | |
|-----|---|
| TE | Verdampfungstemperatur <i>Temperatur Evaporator</i> <i>(Eintritt Verdampfer)</i> |
| TO | Ansaugtemperatur Quelle <i>Temperatur Outdoor</i> <i>(Quellentemperatur)</i> |
| TEO | Verdampferfühler <i>Temperatur Evaporator / Outdoor (Ausgleich</i> <i>Druckverlust Verdampferwiderstand)</i> |
| TS | Sauggastemperatur <i>Temperatur suction</i> <i>(Sauggastemperatur vor Verdichter)</i> |
| TD | Heißgastemperatur <i>Temperatur Disarge</i> <i>(nach Verdichter)</i> |
| LWT | WP Wasservorlauftemperatur <i>Leaving Warter Temperatur</i> <i>(Vorlauf / Hochdruckschutz)</i> |
| TR | Kältemitteltemperatur <i>Temperatur Return</i> <i>Unterkühlung / Kondensationstemp.</i> |

Temperaturfühler (NTC)



| Nennwert R25 | Sensor |
|-------------------|---|
| 5 k Ω 1 % | TS, TE, TO, TEO |
| 10 k Ω 1 % | HC FLOW, EWT, LWT, TR, TNK, 2 zones module, BUF |
| Nennwert R85 | Sensor |
| 20 k Ω 1 % | TD |

Aufbau Kältekreis – Sensorik (ODU)



| | | |
|------|-------------|----------|
| 0216 | SONDE TE | 65153030 |
| 0217 | SONDE TD+TO | 65153029 |
| 0218 | SONDE TS | 65153028 |
| 0219 | SONDE TEO | 65153031 |

Kältemittel-Fühlerwerte

3.3.2 Kältemitteltemperatur (TR) Ansaugtemperatur (TS), Verdampfungstemperatur (TE) extern (TO) und Verdampferauslasstemperatur TEO

B = 3470 und R25 = 5k

| Temperatur | Widerstand KΩ | Temperatur | Widerstand KΩ | Temperatur | Widerstand KΩ |
|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| -20 | 37.473 | 23 | 5.404 | 66 | 1.213 |
| -19 | 35.565 | 24 | 5.198 | 67 | 1.176 |
| -18 | 33.785 | 25 | 5.000 | 68 | 1.140 |
| -17 | 32.105 | 26 | 4.811 | 69 | 1.106 |
| -16 | 30.520 | 27 | 4.630 | 70 | 1.073 |
| -15 | 29.023 | 28 | 4.457 | 71 | 1.041 |
| -14 | 27.609 | 29 | 4.292 | 72 | 1.010 |
| -13 | 26.273 | 30 | 4.133 | 73 | 0.980 |
| -12 | 25.010 | 31 | 3.982 | 74 | 0.952 |
| -11 | 23.816 | 32 | 3.836 | 75 | 0.924 |
| -10 | 22.687 | 33 | 3.697 | 76 | 0.897 |
| -9 | 21.618 | 34 | 3.564 | 77 | 0.871 |
| -8 | 20.607 | 35 | 3.436 | 78 | 0.846 |
| -7 | 19.649 | 36 | 3.313 | 79 | 0.822 |
| -6 | 18.742 | 37 | 3.195 | 80 | 0.799 |
| -5 | 17.883 | 38 | 3.082 | 81 | 0.776 |
| -4 | 17.068 | 39 | 2.974 | 82 | 0.754 |
| -3 | 16.296 | 40 | 2.870 | 83 | 0.733 |
| -2 | 15.563 | 41 | 2.770 | 84 | 0.713 |
| -1 | 14.868 | 42 | 2.675 | 85 | 0.693 |
| 0 | 14.270 | 43 | 2.583 | 86 | 0.674 |
| 1 | 13.582 | 44 | 2.494 | 87 | 0.655 |
| 2 | 12.987 | 45 | 2.410 | 88 | 0.638 |
| 3 | 12.422 | 46 | 2.328 | 89 | 0.620 |
| 4 | 11.885 | 47 | 2.250 | 90 | 0.604 |
| 5 | 11.375 | 48 | 2.174 | 91 | 0.587 |
| 6 | 10.889 | 49 | 2.102 | 92 | 0.572 |
| 7 | 10.428 | 50 | 2.032 | 93 | 0.557 |
| 8 | 9.988 | 51 | 1.965 | 94 | 0.542 |
| 9 | 9.570 | 52 | 1.901 | 95 | 0.528 |
| 10 | 9.172 | 53 | 1.839 | 96 | 0.514 |

| | | | | | |
|----|-------|----|-------|-----|-------|
| 11 | 8.792 | 54 | 1.779 | 97 | 0.501 |
| 12 | 8.431 | 55 | 1.721 | 98 | 0.488 |
| 13 | 8.087 | 56 | 1.666 | 99 | 0.476 |
| 14 | 7.758 | 57 | 1.613 | 100 | 0.464 |
| 15 | 7.445 | 58 | 1.562 | 101 | 0.452 |
| 16 | 7.147 | 59 | 1.512 | 102 | 0.441 |
| 17 | 6.862 | 60 | 1.465 | 103 | 0.430 |
| 18 | 6.590 | 61 | 1.419 | 104 | 0.419 |
| 19 | 6.331 | 62 | 1.374 | 105 | 0.409 |
| 20 | 6.083 | 63 | 1.332 | | |
| 21 | 5.846 | 64 | 1.291 | | |
| 22 | 5.620 | 65 | 1.251 | | |

Kältemittel-Fühlerwerte

3.3.1 Heissgastemperatur (TD)

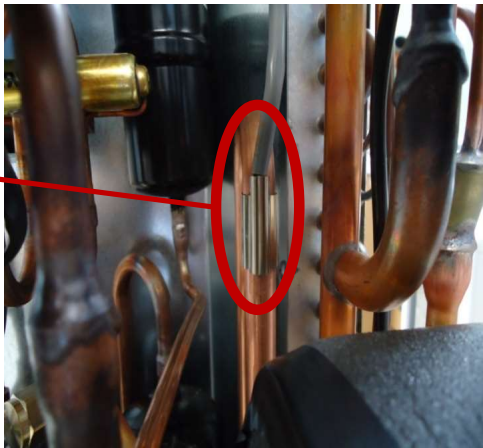
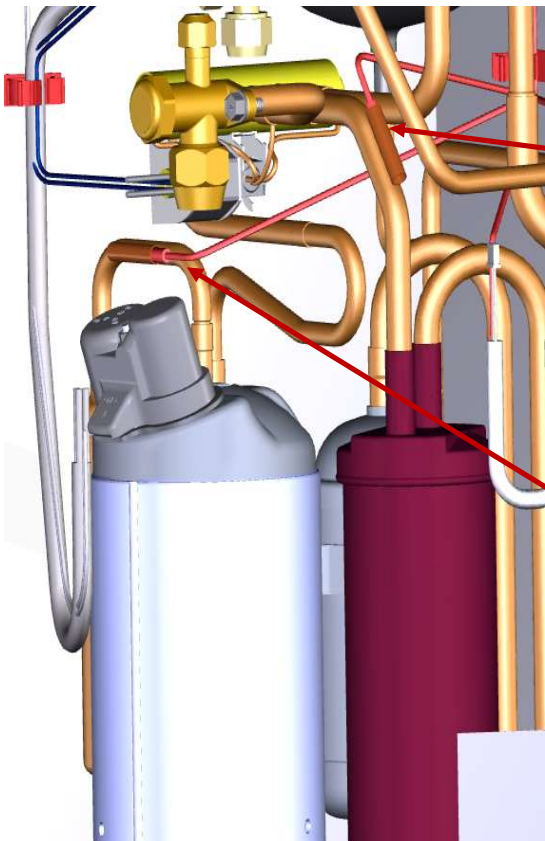
Ablauftemperaturfühler TD ist B = 4000 und R85 = 2.113K

| Temperatur | Widerstand KΩ | Temperatur | Widerstand KΩ | Temperatur | Widerstand KΩ |
|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| -20 | 187.717 | 23 | 21.845 | 66 | 3.999 |
| -19 | 177.607 | 24 | 20.899 | 67 | 3.861 |
| -18 | 168.079 | 25 | 20.00 | 68 | 3.729 |
| -17 | 159.098 | 26 | 19.144 | 69 | 3.602 |
| -16 | 150.632 | 27 | 18.329 | 70 | 3.479 |
| -15 | 142.649 | 28 | 17.554 | 71 | 3.361 |
| -14 | 135.122 | 29 | 16.815 | 72 | 3.248 |
| -13 | 128.024 | 30 | 16.111 | 73 | 3.140 |
| -12 | 121.328 | 31 | 15.441 | 74 | 3.035 |
| -11 | 115.010 | 32 | 14.801 | 75 | 2.934 |
| -10 | 109.049 | 33 | 14.192 | 76 | 2.837 |
| -9 | 103.424 | 34 | 13.611 | 77 | 2.744 |
| -8 | 98.113 | 35 | 13.057 | 78 | 2.654 |
| -7 | 93.1 | 36 | 12.528 | 79 | 2.568 |
| -6 | 88.365 | 37 | 12.024 | 80 | 2.485 |
| -5 | 83.893 | 38 | 11.542 | 81 | 2.405 |
| -4 | 79.669 | 39 | 11.082 | 82 | 2.328 |
| -3 | 75.677 | 40 | 10.643 | 83 | 2.253 |
| -2 | 71.904 | 41 | 10.224 | 84 | 2.182 |
| -1 | 68.338 | 42 | 9.823 | 85 | 2.113 |
| 0 | 64.966 | 43 | 9.440 | 86 | 2.047 |
| 1 | 61.777 | 44 | 9.074 | 87 | 1.983 |
| 2 | 58.760 | 45 | 8.724 | 88 | 1.921 |
| 3 | 55.906 | 46 | 8.389 | 89 | 1.861 |
| 4 | 53.205 | 47 | 8.069 | 90 | 1.804 |
| 5 | 50.648 | 48 | 7.763 | 91 | 1.749 |
| 6 | 48.226 | 49 | 7.470 | 92 | 1.695 |
| 7 | 45.933 | 50 | 7.189 | 93 | 1.644 |
| 8 | 43.761 | 51 | 6.92 | 94 | 1.594 |
| 9 | 41.703 | 52 | 6.663 | 95 | 1.546 |
| 10 | 39.752 | 53 | 6.417 | 96 | 1.500 |

| | | | | | |
|----|--------|----|-------|-----|-------|
| 11 | 37.903 | 54 | 6.180 | 97 | 1.455 |
| 12 | 36.149 | 55 | 5.954 | 98 | 1.412 |
| 13 | 34.486 | 56 | 5.737 | 99 | 1.37 |
| 14 | 32.908 | 57 | 5.529 | 100 | 1.331 |
| 15 | 31.410 | 58 | 5.330 | 101 | 1.292 |
| 16 | 29.989 | 59 | 5.139 | 102 | 1.255 |
| 17 | 28.639 | 60 | 4.955 | 103 | 1.219 |
| 18 | 27.358 | 61 | 4.779 | 104 | 1.184 |
| 19 | 26.140 | 62 | 4.610 | 105 | 1.150 |
| 20 | 24.983 | 63 | 4.448 | | |
| 21 | 23.884 | 64 | 4.292 | | |
| 22 | 22.839 | 65 | 4.143 | | |

AEROTOP Split / Mono - Kältekreisfühler

Kompressor Fühler TS / TD

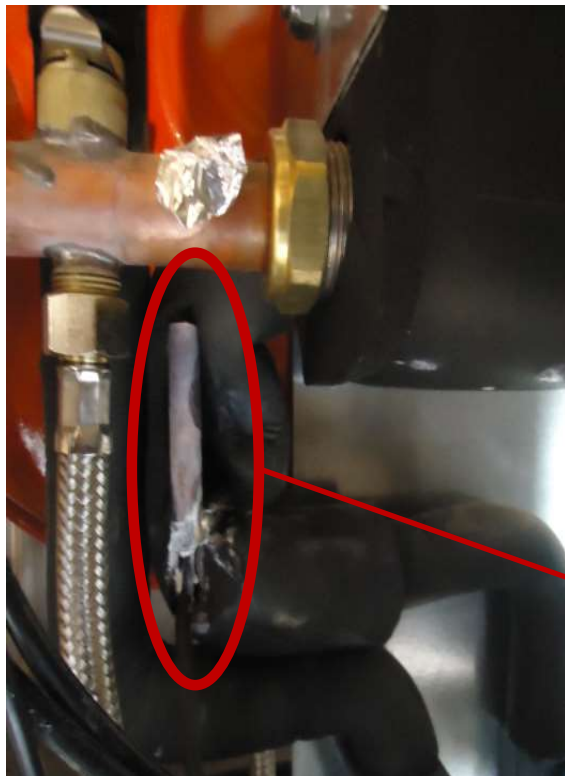


TS - Sauggas
Temperatur
Überhitzung



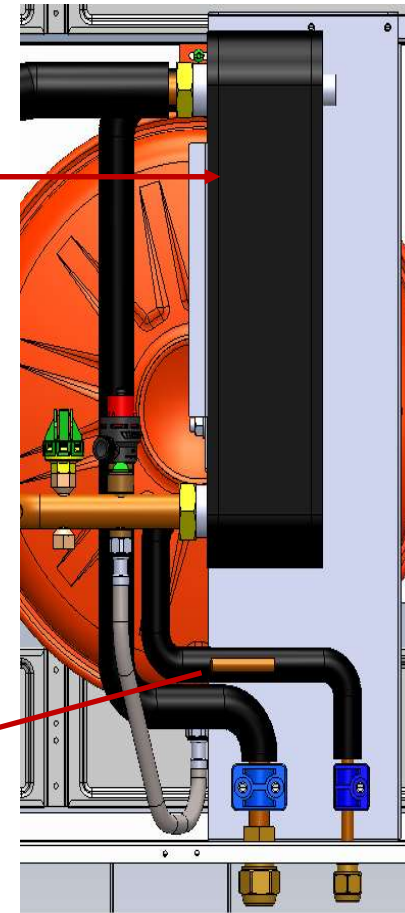
TD - Heißgas
Temperatur
Überwachung

Kondensatorfühler TR

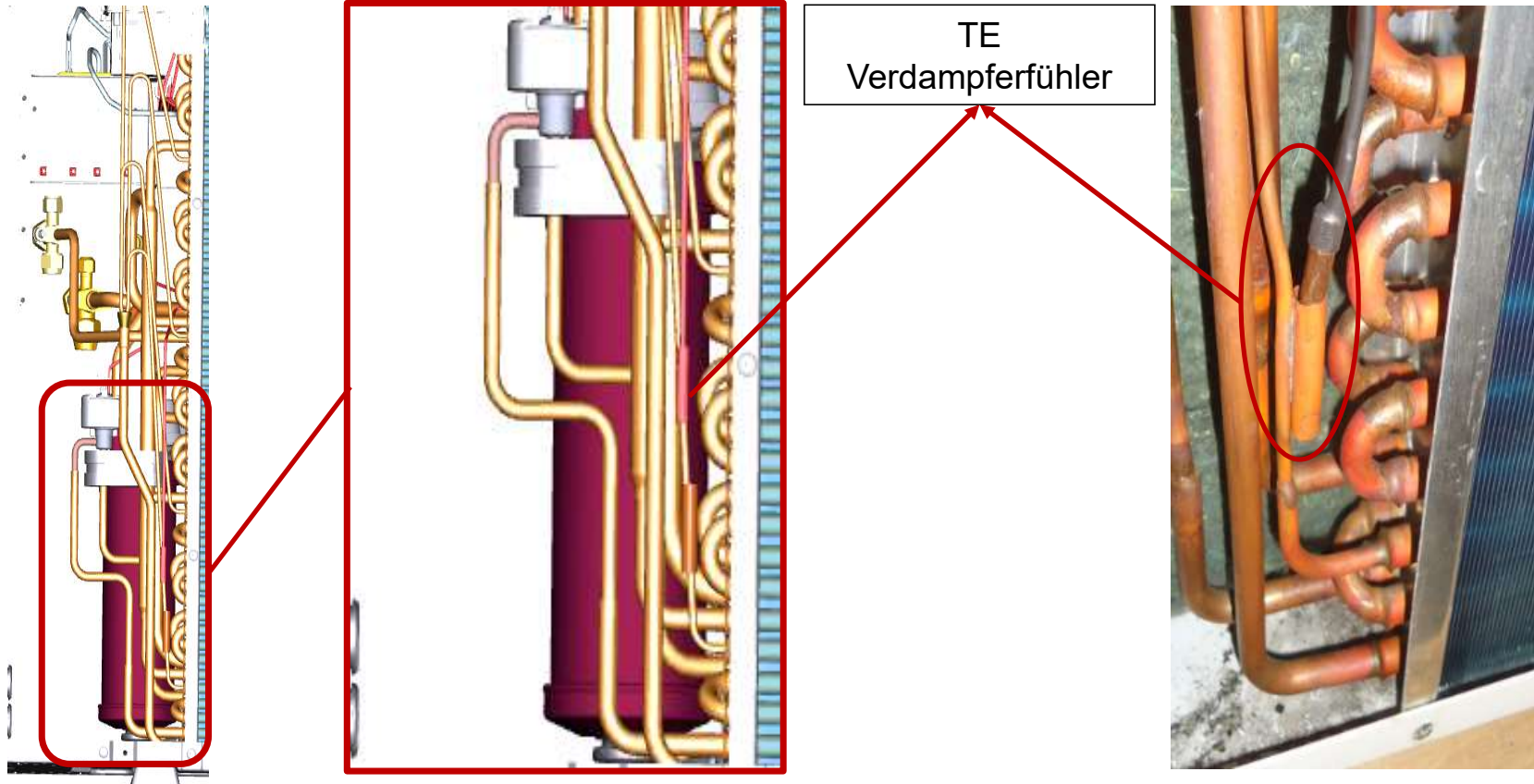


Kondensator

TR -
Kältemitteltemperatur

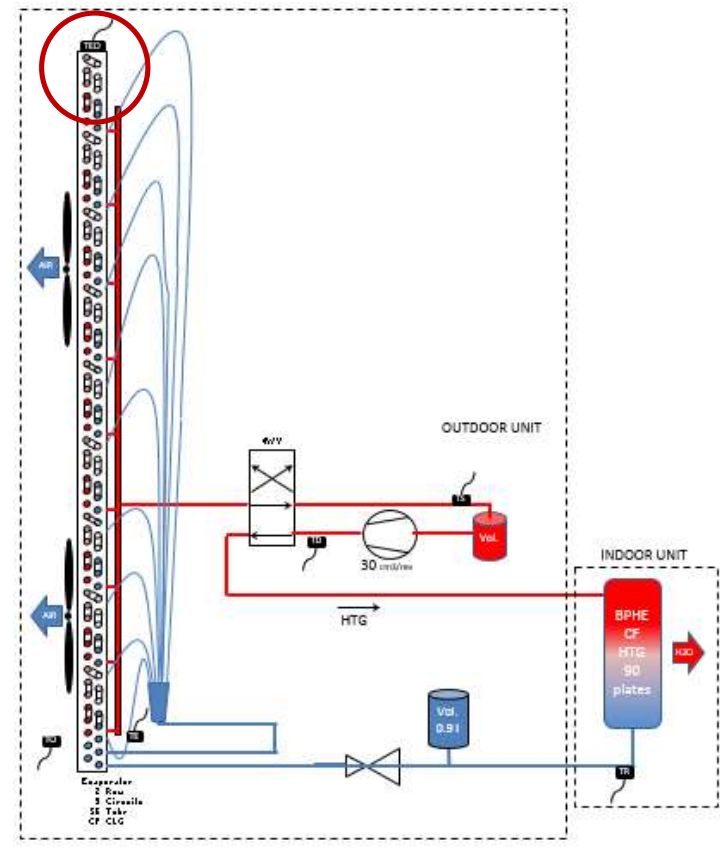
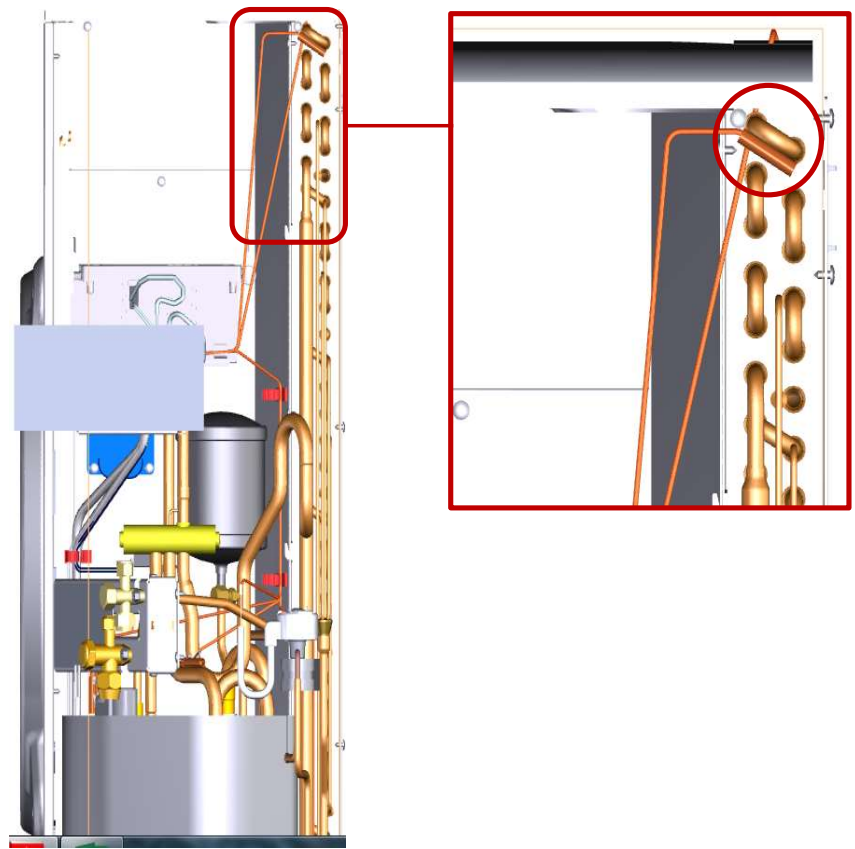


Verdampferfühler TE



AEROTOP Split / Mono - Kältekreisfühler

Verdampferfühler TEO



VIELEN DANK

