

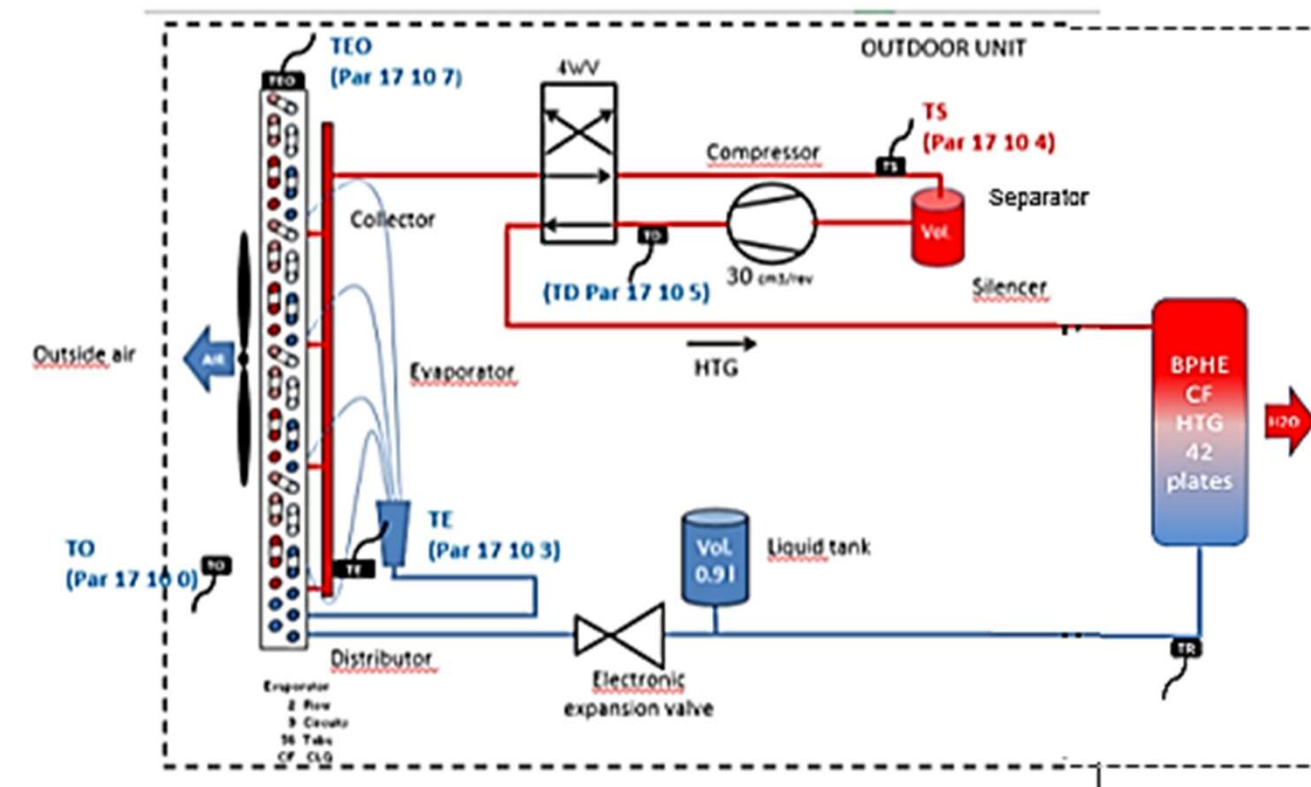
## Grundlagentschulung Kältetechnik Kältekreis



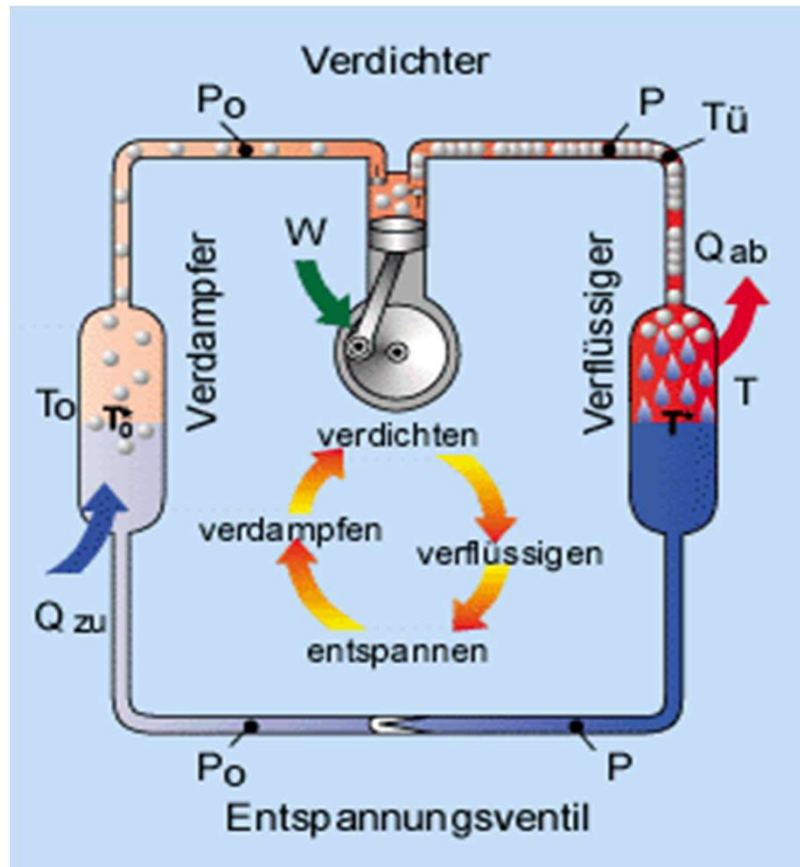


### Schulungsinhalte:

- 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  $\Delta t$  von 8-10°C abgegeben. Das gasförmige Medium kühlt sich dabei ab und wird wieder flüssig.

### Expansionsventil

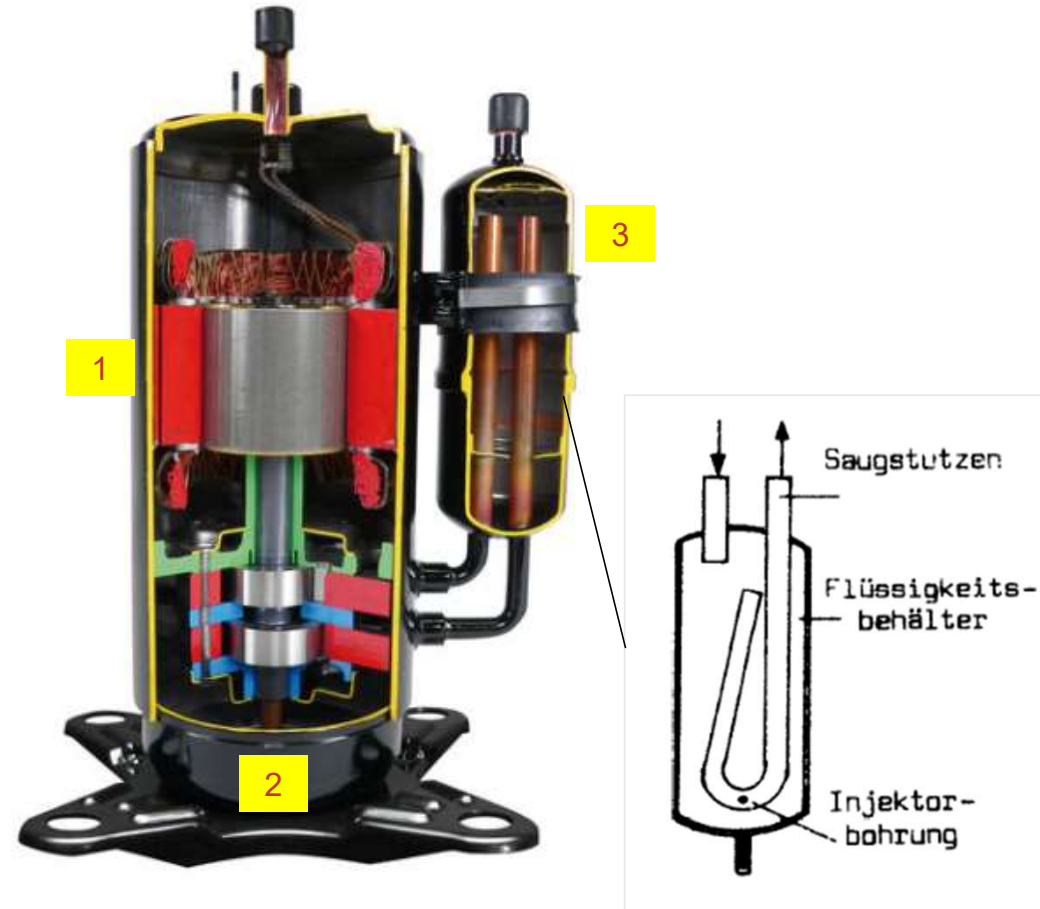
Im Expansionsventil wird der Druck abgebaut

## Kältekreis - Verdichter Typen

### Doppelrohrkolben Verdichter

1	Motor
2	Ölsumpf
3	Sammler / Flüssigkeitsabscheider

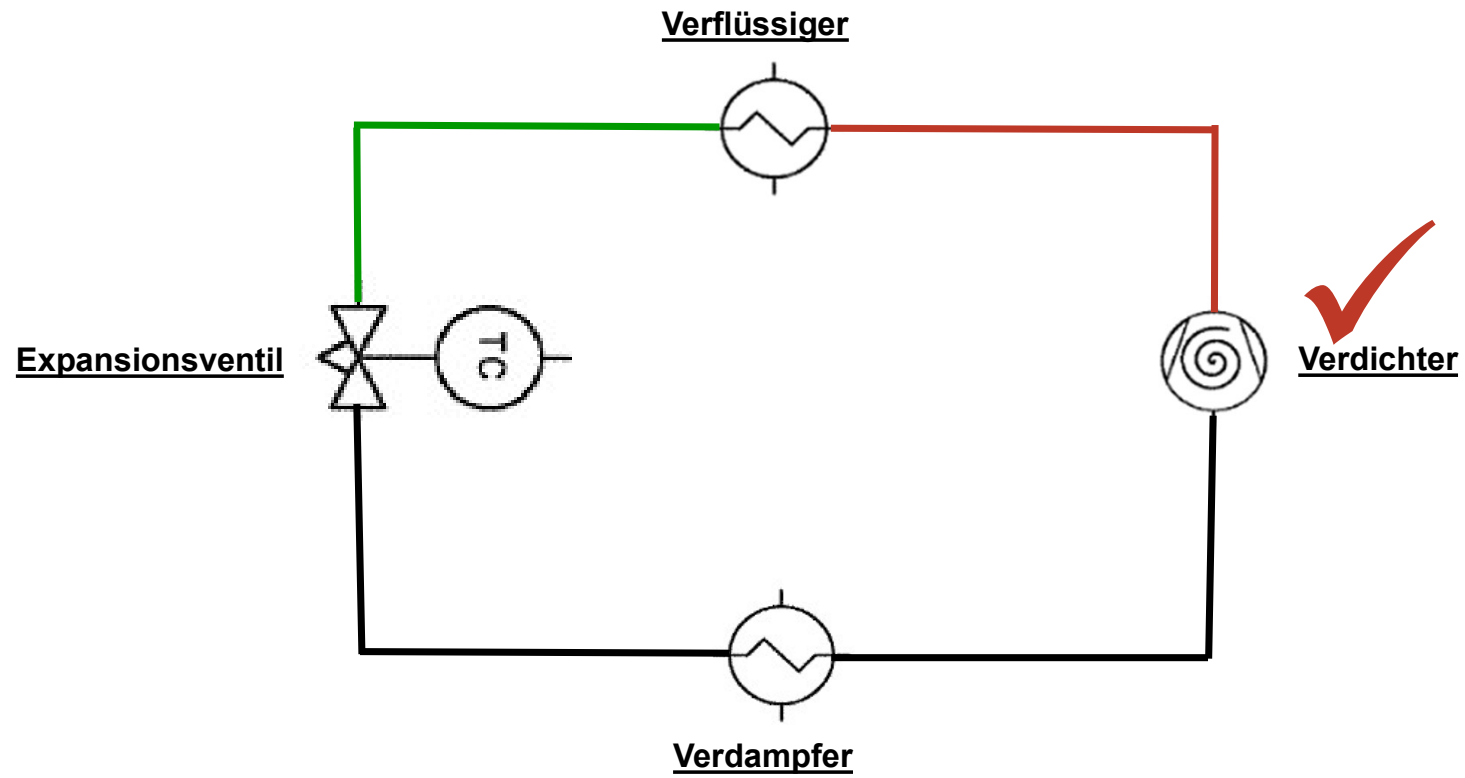
<https://www.youtube.com/watch?v=G41IRrLZE0A&vl=de>



## Verdichter – Funktionsprinzip (Beispielvideo)

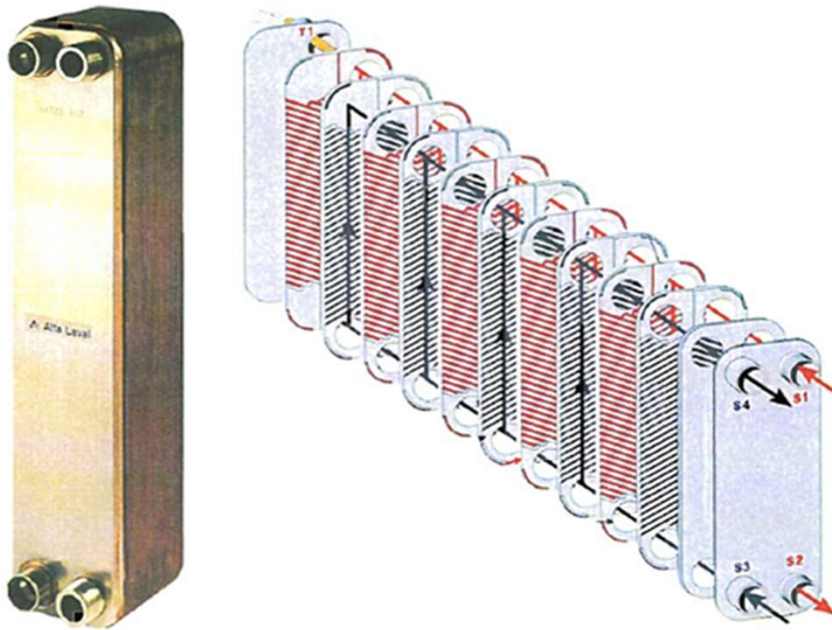


## Kältekreis - Kondensator - Verflüssiger





## Kältekreis - Verflüssiger



Heizwasserqualität beachten!

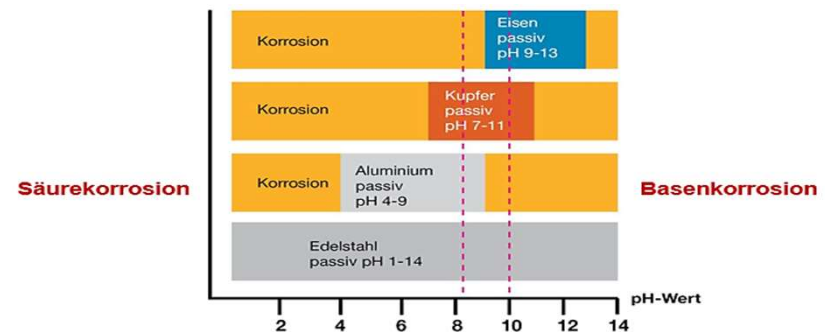
Im Kondensator oder Verflüssiger wird das Kältemittel auf dem hohen Druckniveau vom Zustand Heißdampf in den Unterkühlten Zustand verflüssigt.

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

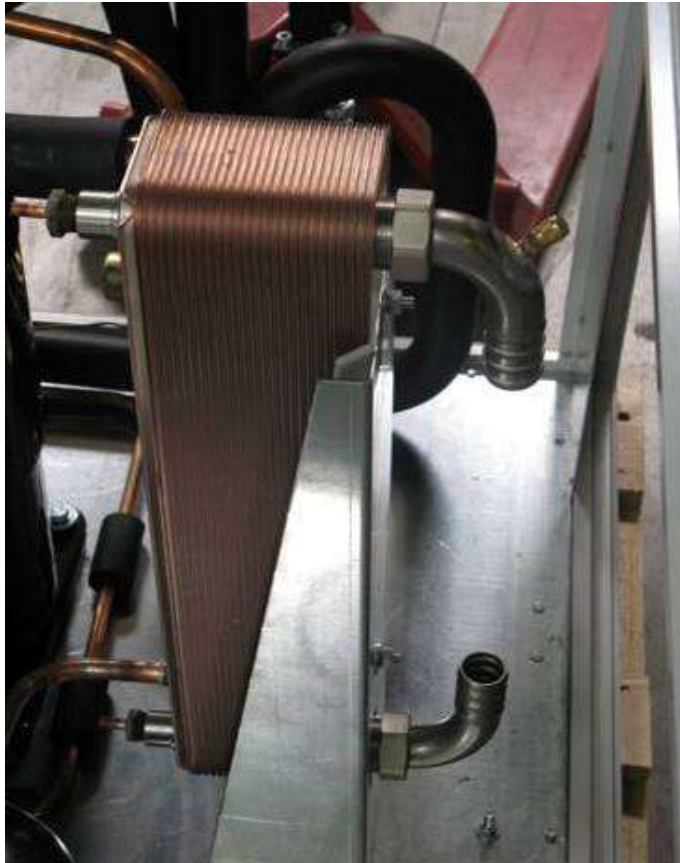


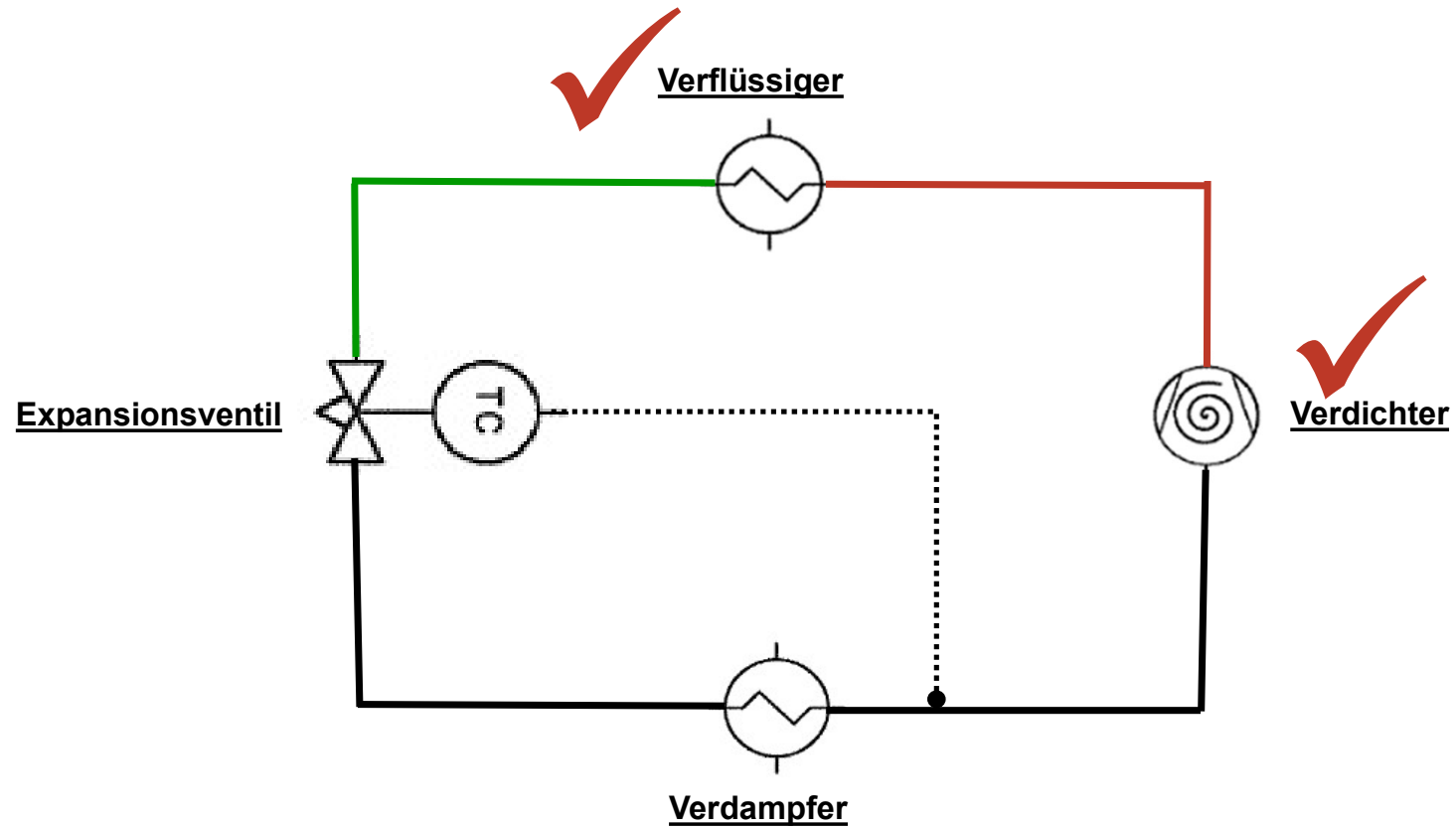
Abbildung 2-13: Schematischer Aufbau eines Plattenwärmetauschers (Rieberer, 2015b)

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.

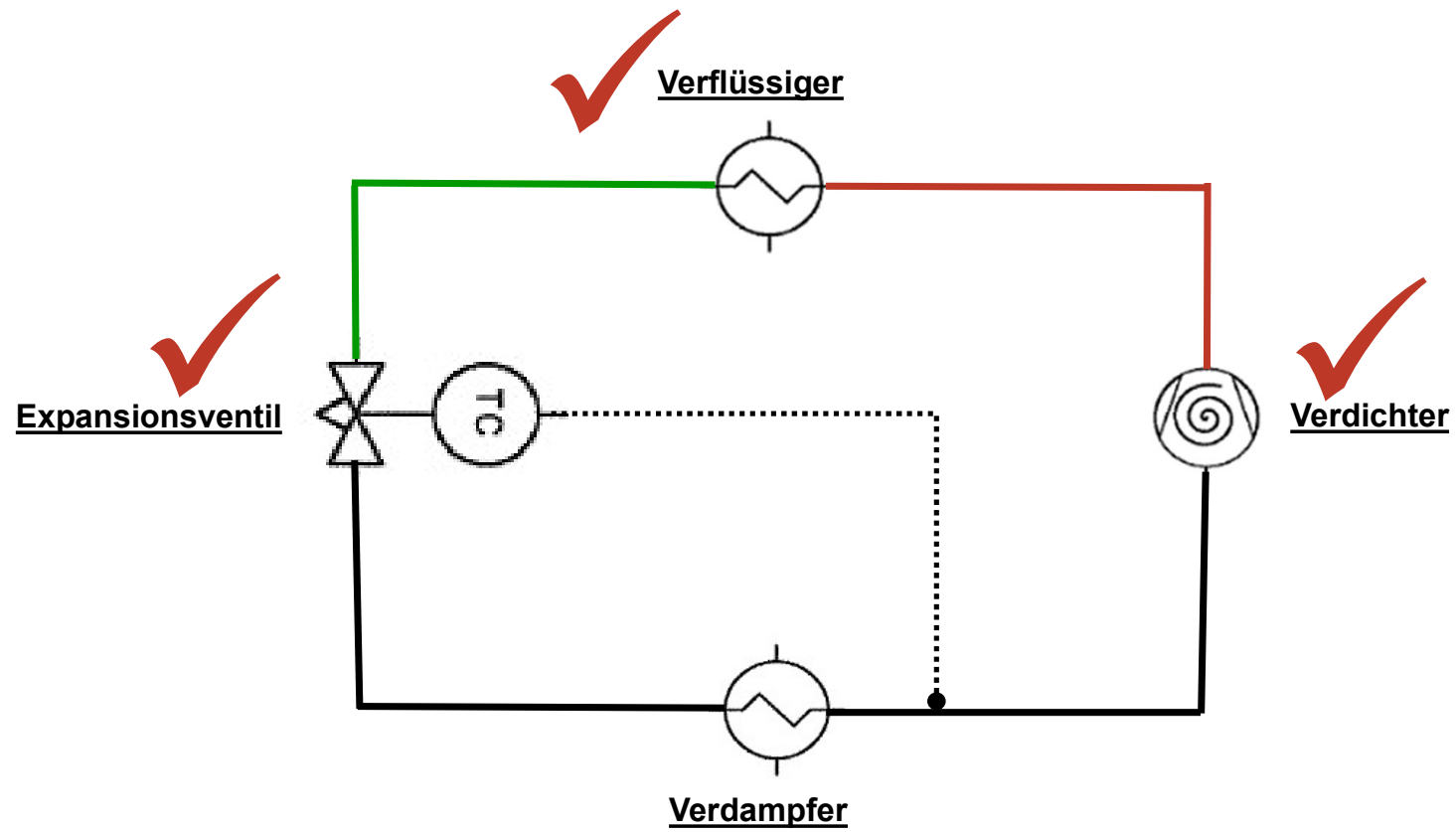


### Das elektronisches Einspritzventil:

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



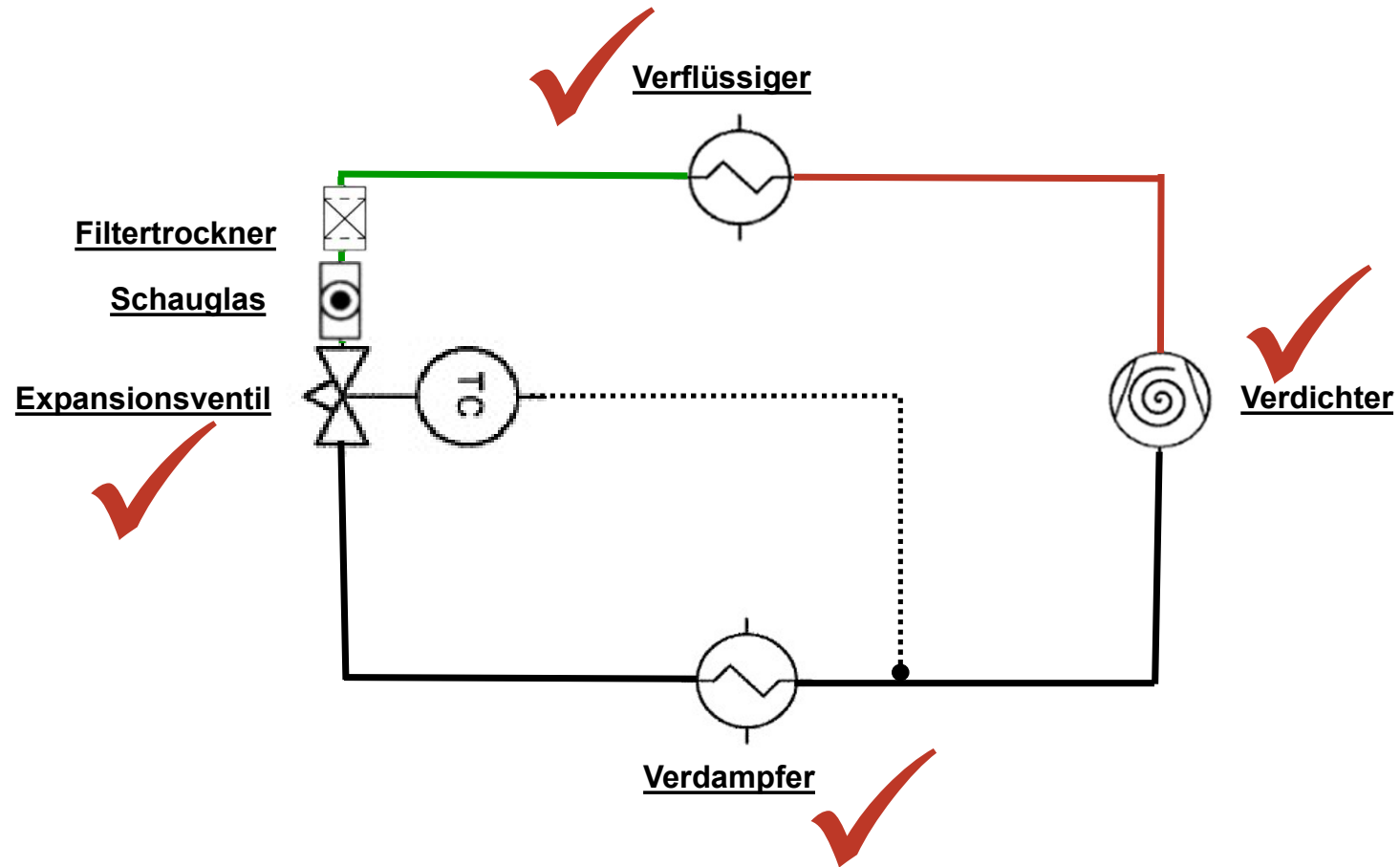
Das Kältemittel verdampft auf dem niedrigen Druckniveau.

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



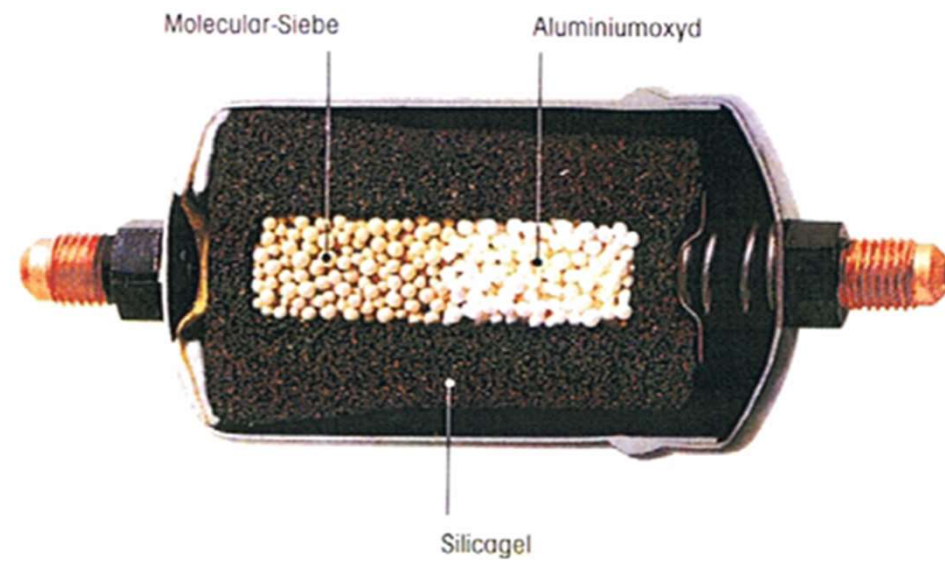
### Aufgaben des Filtertrockners

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

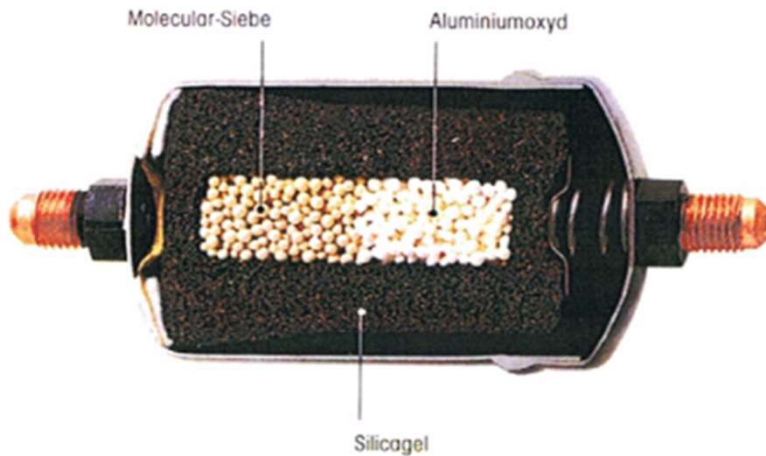
Feuchtigkeit könnte im Expansionsventil ausfrieren und dieses verstopfen.

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

## Kältekreis - Filtertrockner




## Kältekreis - Filtertrockner



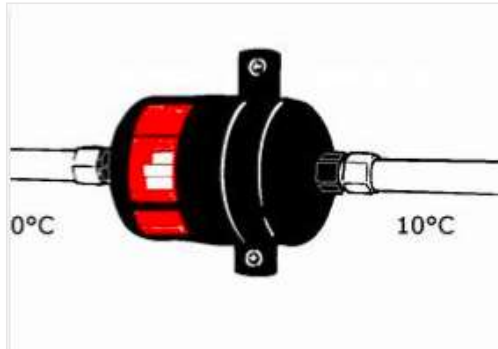
Bei einem Verdichterschaden ist zwingend vor Einbau eines neuen Verdichters ein Säuretest zu machen!

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



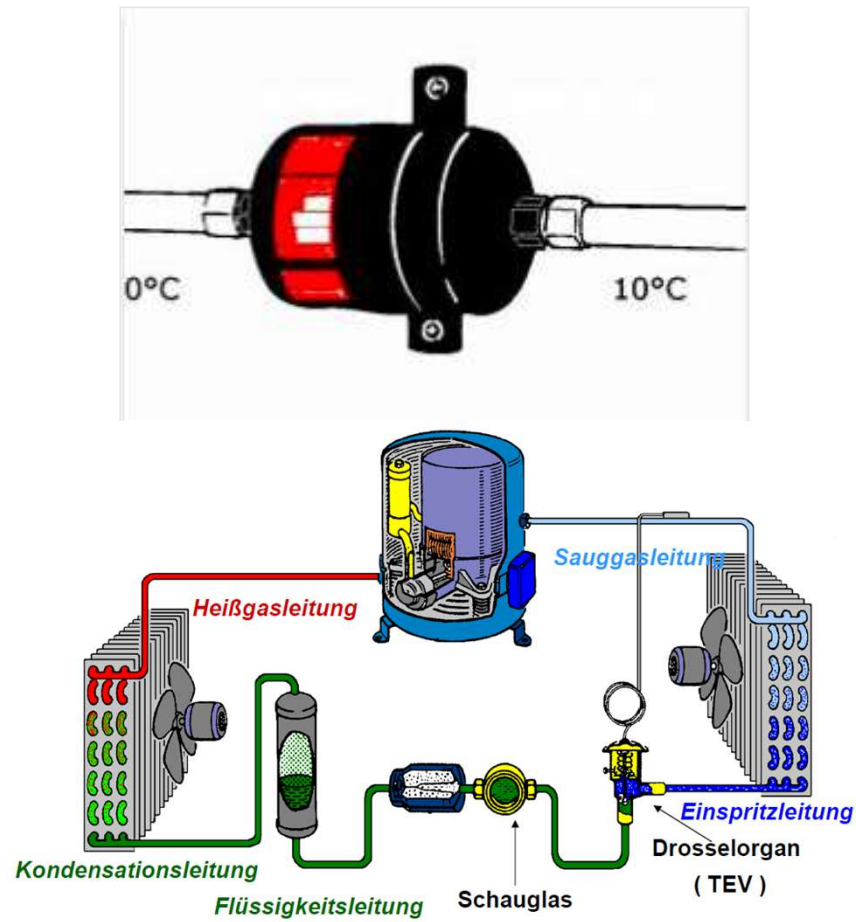
**Maximale Temperaturdifferenz  
Eintritt – Austritt 3K!**

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

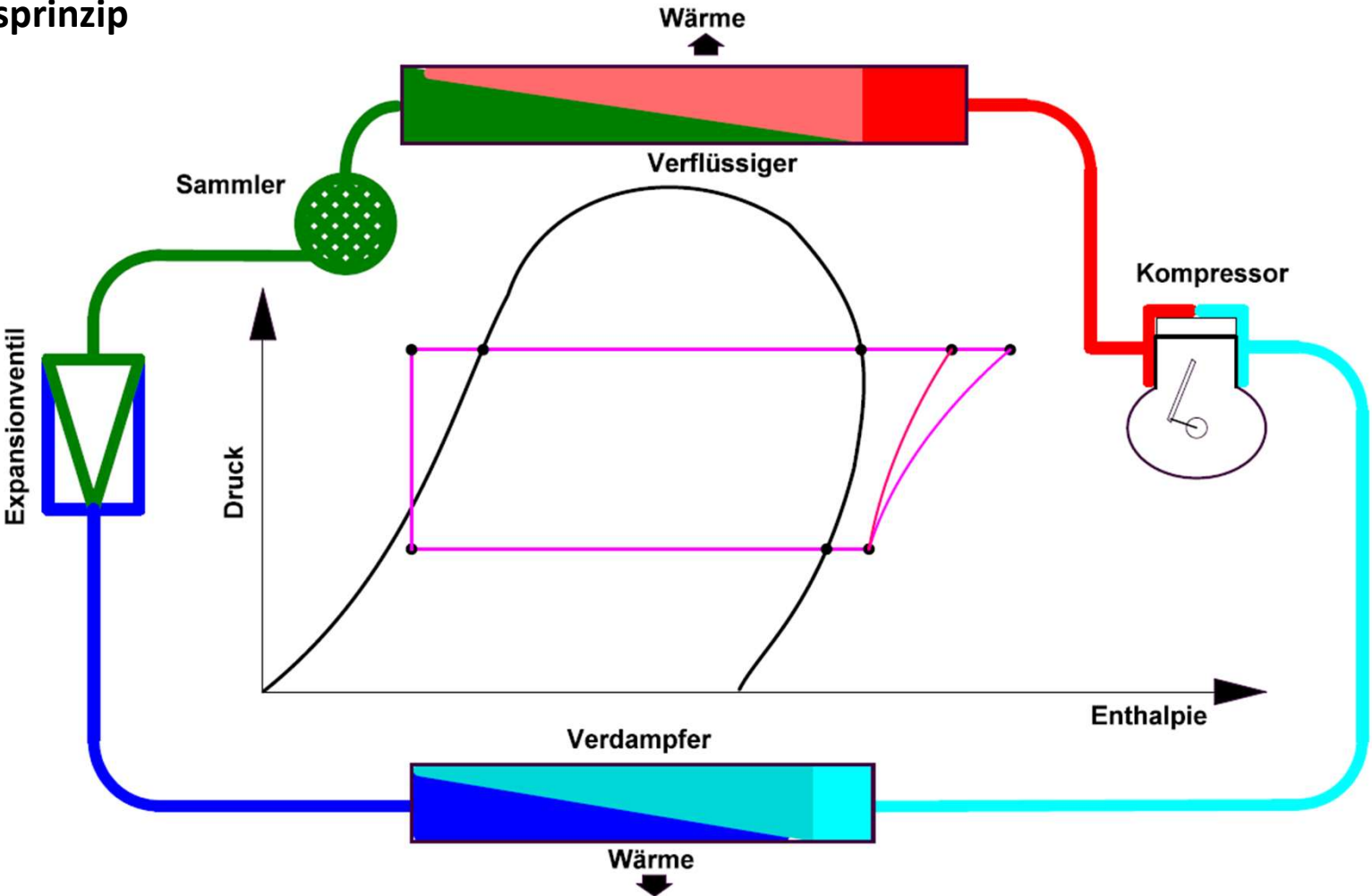


Hochdruck  
Überwachung

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

# AEROTOP Split - Kältekreischema

## Funktionsprinzip





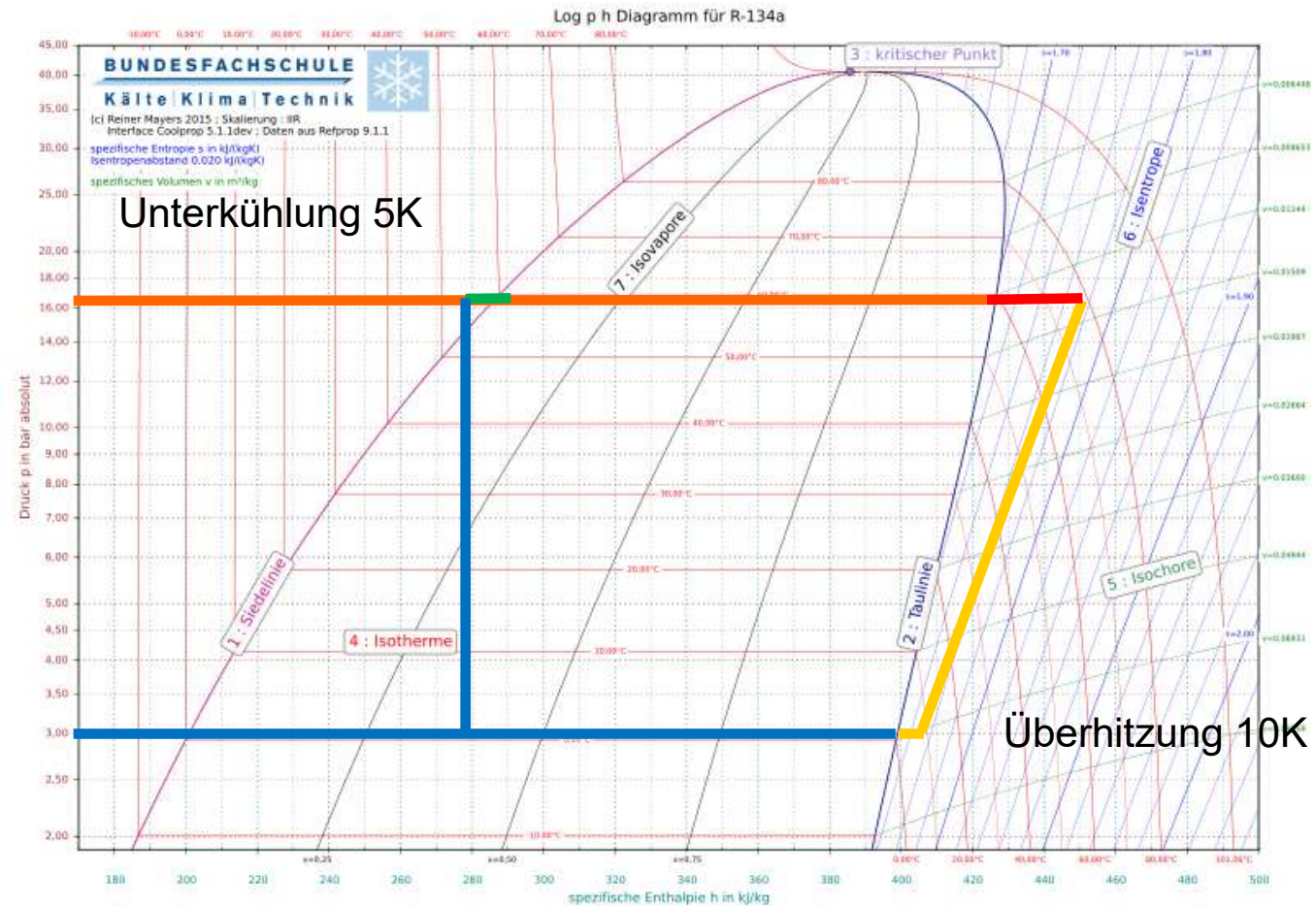
# Das lg p-h-Diagramm

Heißgastemp. 20 - 30K über Kondensation

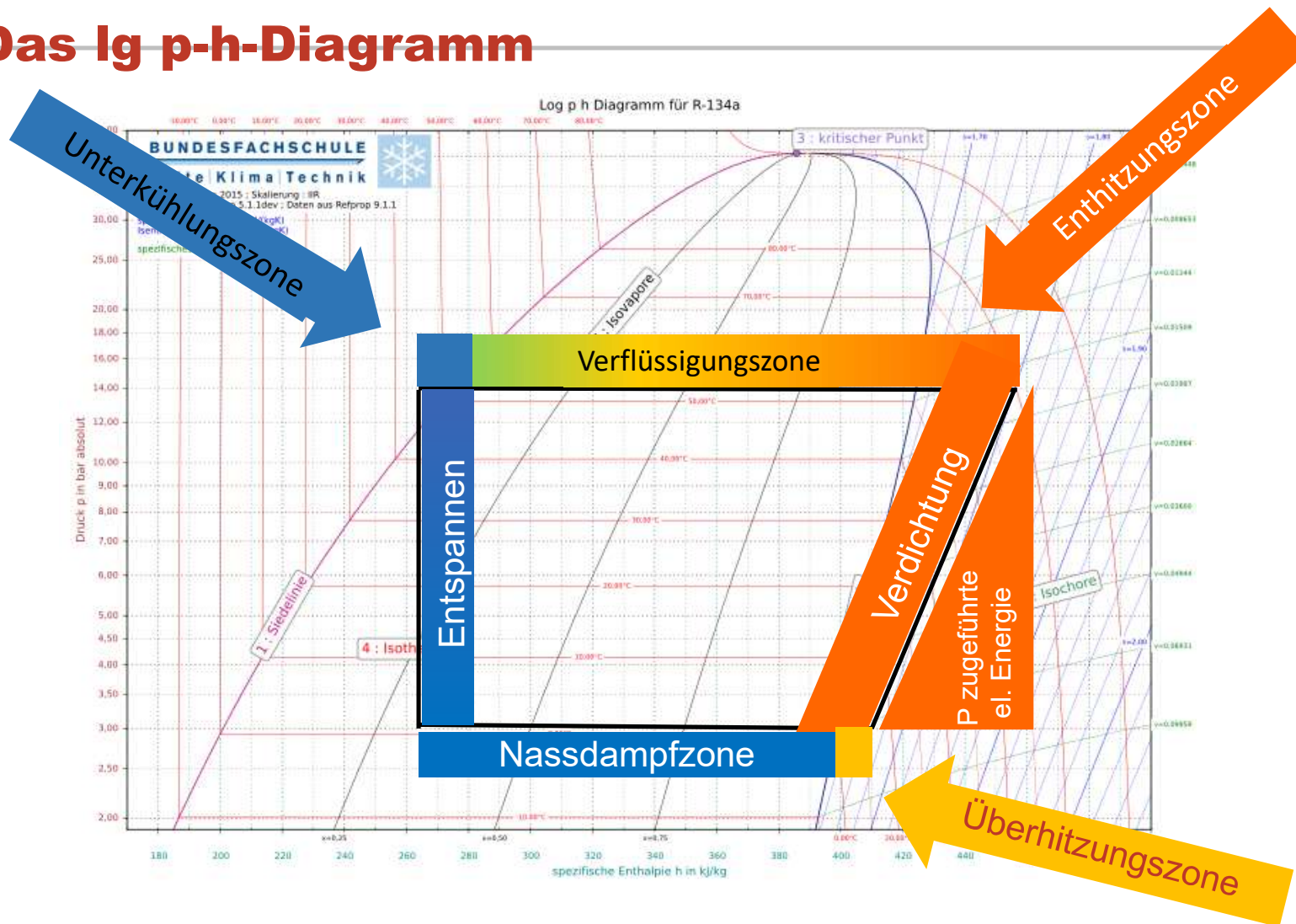
pc= Verflüssigungs-  
druck =  
t0= Verflüssigungs-  
temperatur  
60°C

Quelltemperatur  
10°C

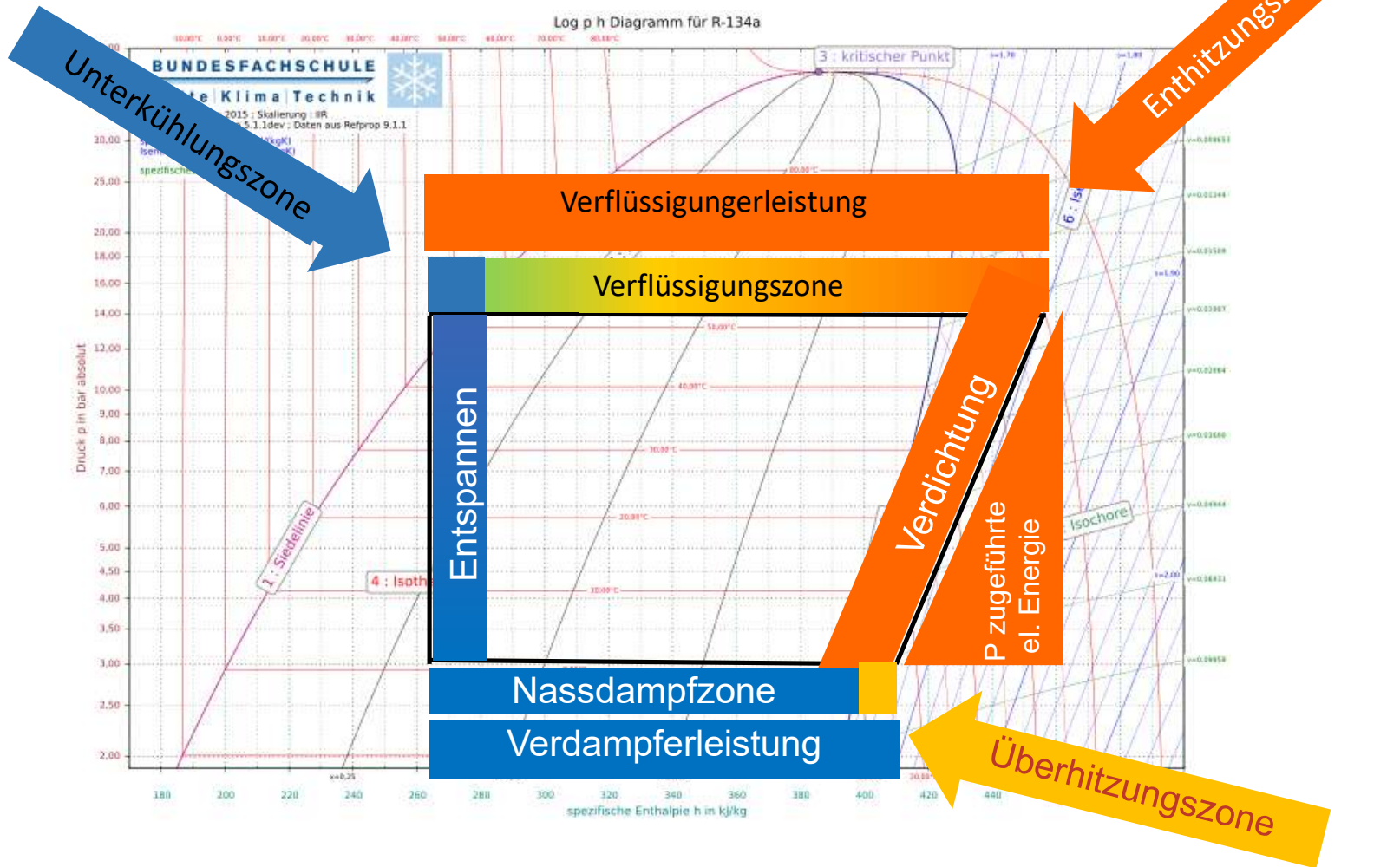
p0= Verdampfungs-  
druck =  
t0= Verdampfungs-  
temperatur  
0°C



# Das lg p-h-Diagramm



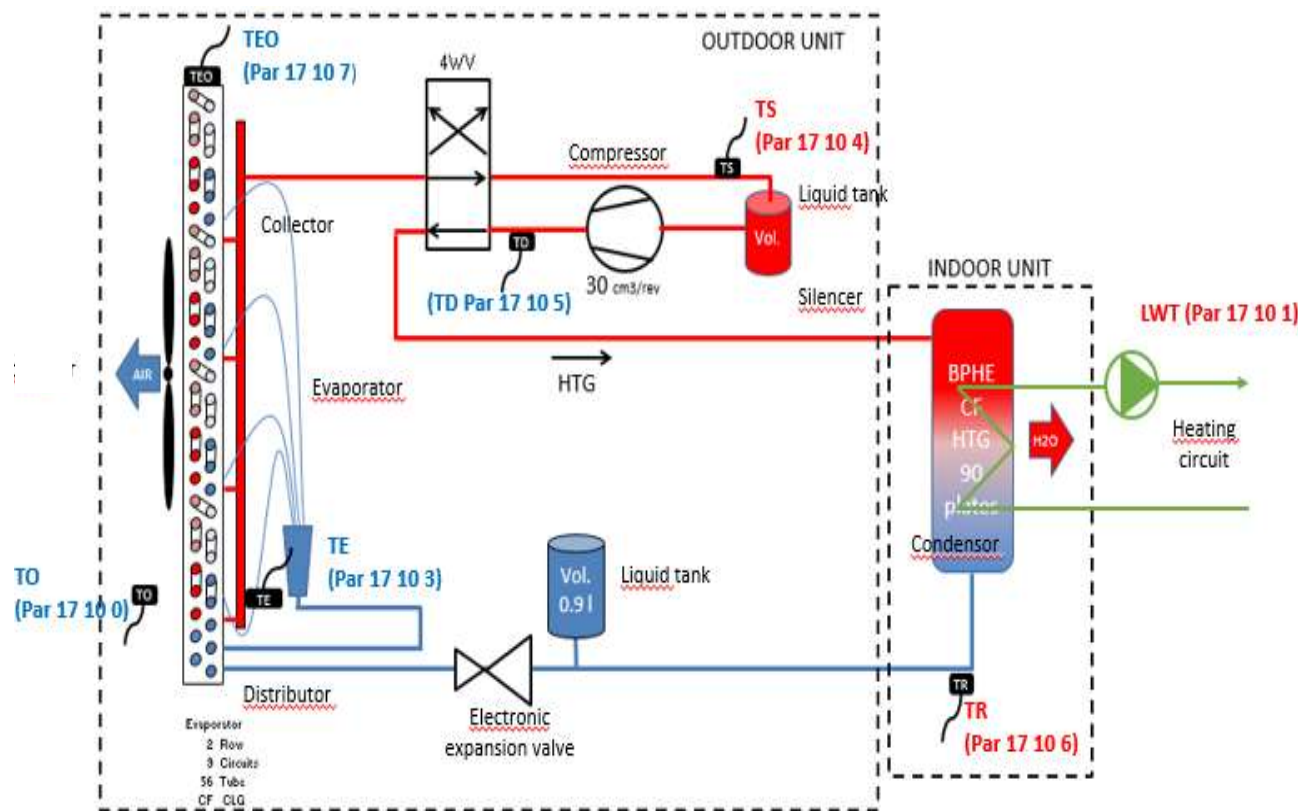
# Das lg p-h-Diagramm





# AEROTOP Split - Kältekreischema

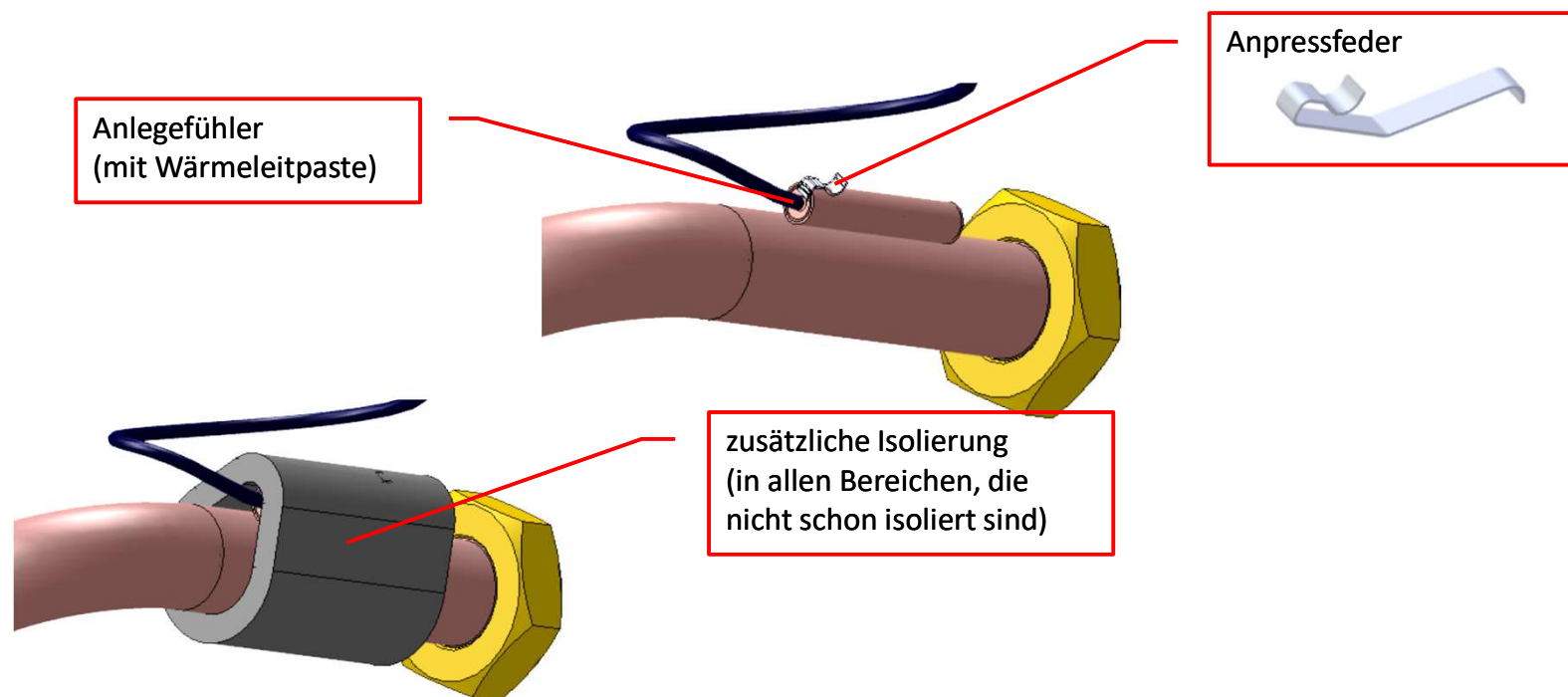
## Fühleranordnung



Überhitzungsregelung durch TE und TS !

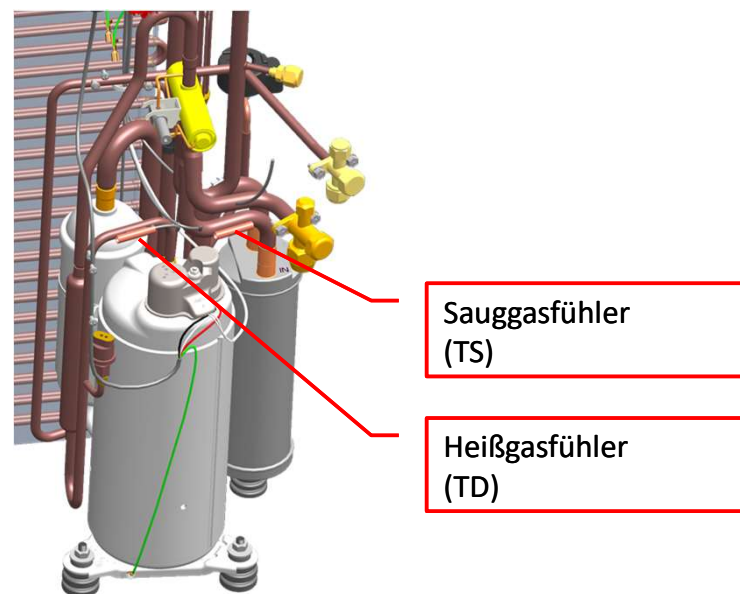
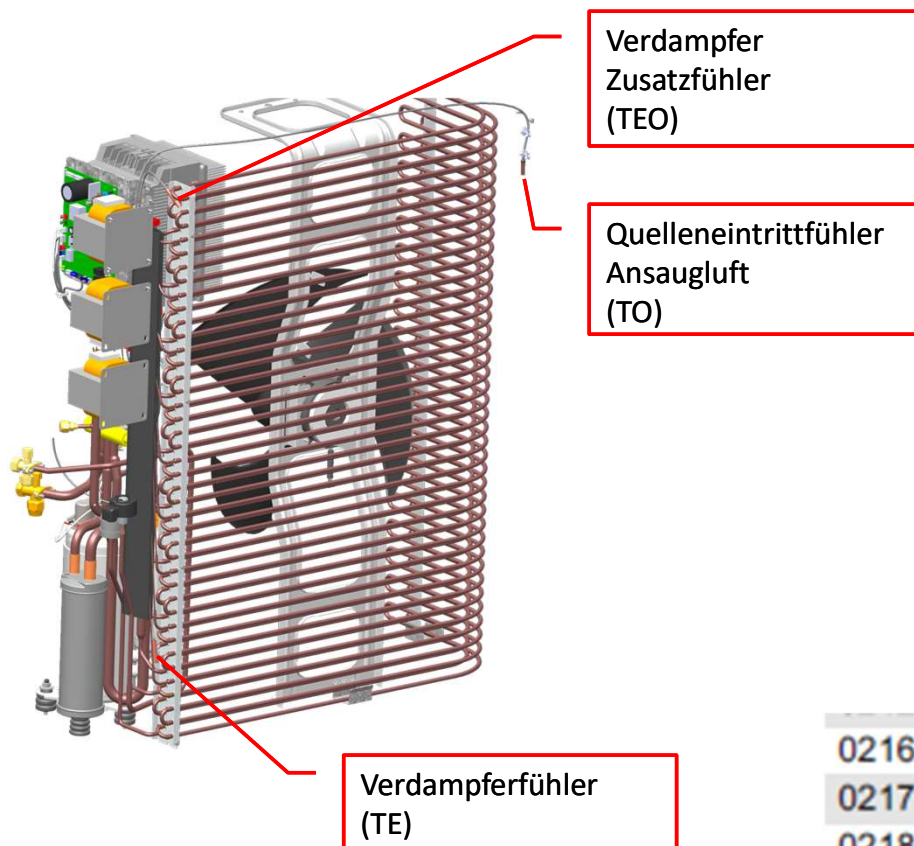
TE	<b>Verdampfungstemperatur</b> <i>Temperatur Evaporator</i> <i>(Eintritt Verdampfer)</i>
TO	<b>Ansaugtemperatur Quelle</b> <i>Temperatur Outdoor</i> <i>(Quellentemperatur)</i>
TEO	<b>Verdampferfühler</b> <i>Temperatur Evaporator / Outdoor (Ausgleich</i> <i>Druckverlust Verdampferwiderstand)</i>
TS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

## Temperaturfühler (NTC)



Nennwert R25	Sensor
5 k $\Omega$ 1 %	TS, TE, TO, TEO
10 k $\Omega$ 1 %	HC FLOW, EWT, LWT, TR, TNK, 2 zones module, BUF
Nennwert R85	Sensor
20 k $\Omega$ 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)

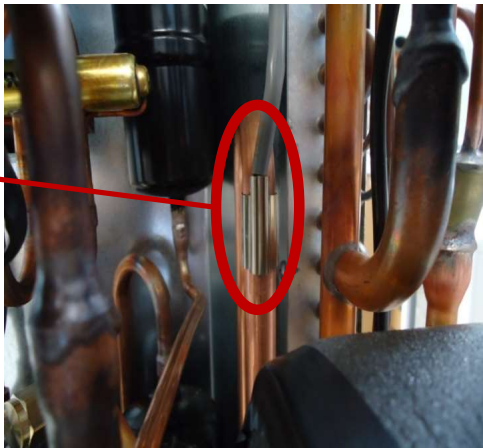
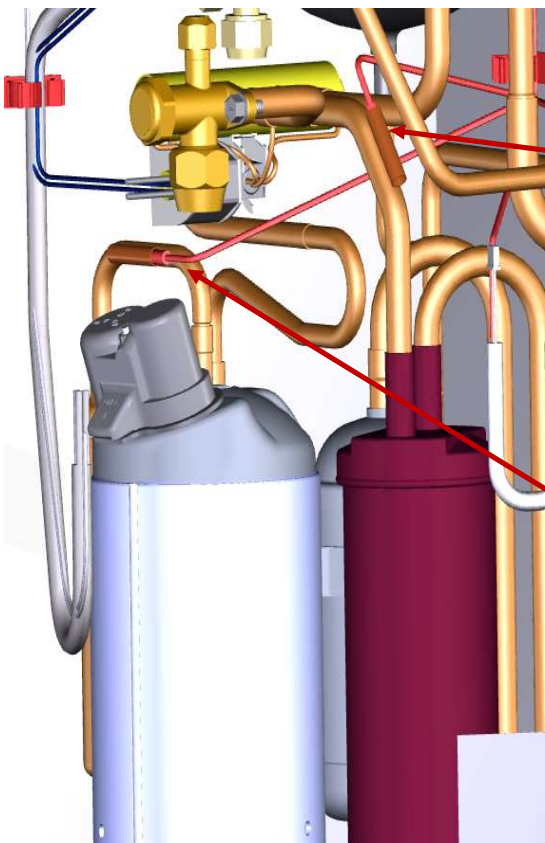
Ablauftemperaturfühler TD ist B = 4000 und R85 = 2.113K

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

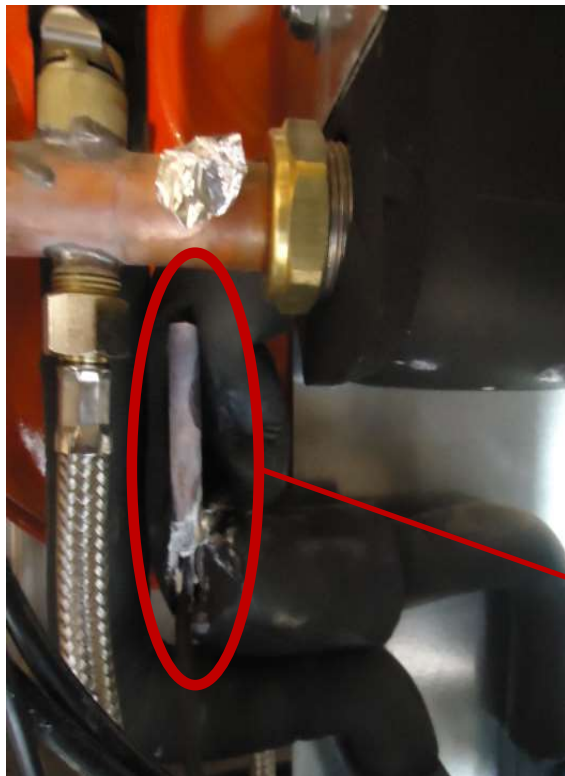


TS - Sauggas  
Temperatur  
Überwachung



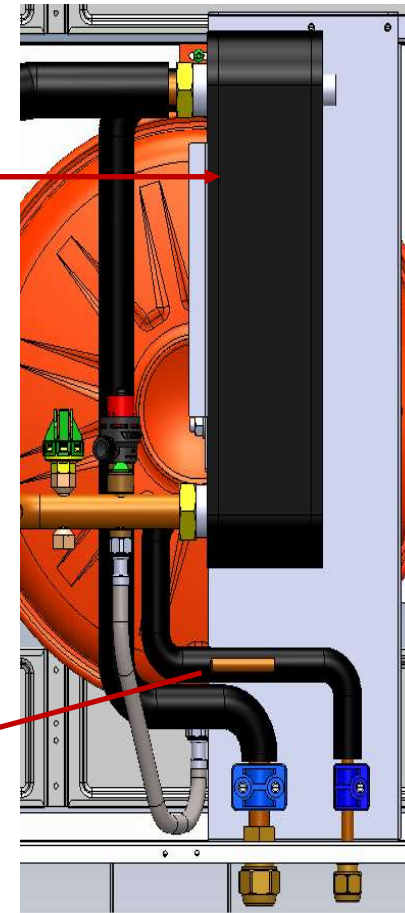
TD - Heißgas  
Temperatur  
Überwachung

### Kondensatorfühler TR



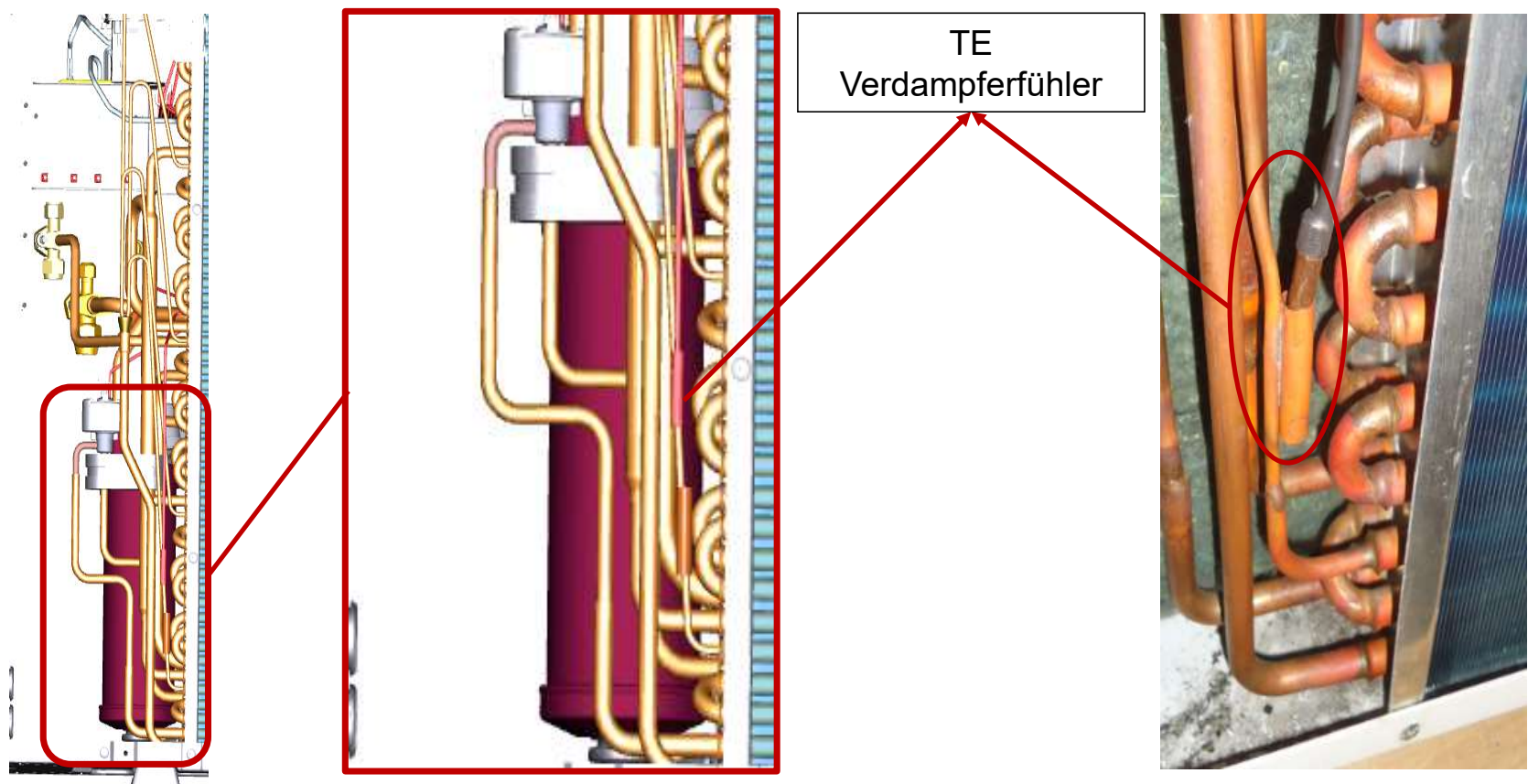
Kondensator

TR -  
Kältemitteltemperatur



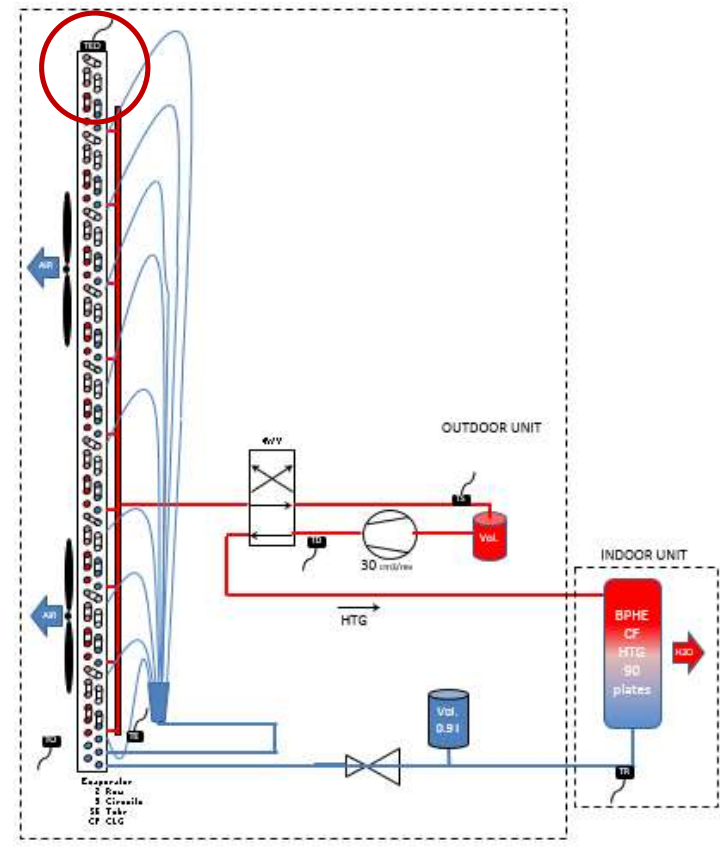
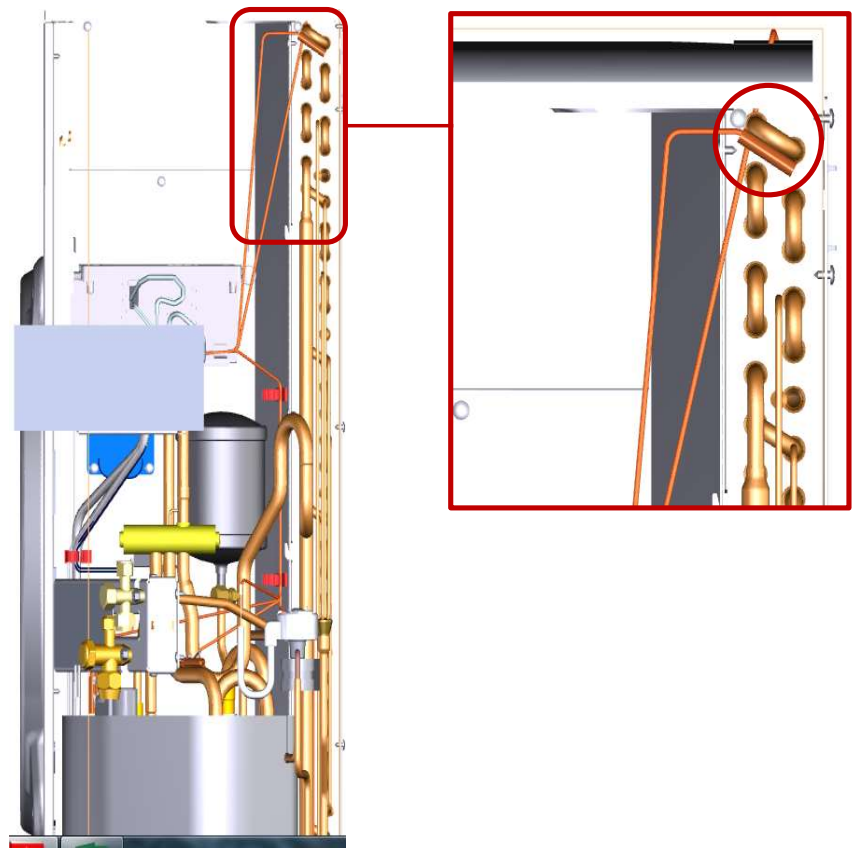


Verdampferfühler TE



# AEROTOP Split / Mono - Kältekreisfühler

## Verdampferfühler TEO





# VIELEN DANK

