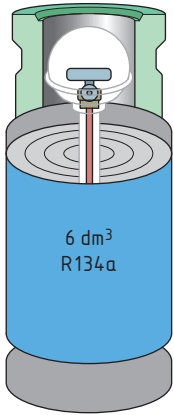


Dichte, Masse und Volumen

Abbildung



Formel / Formelumstellung

Dichte

$$\rho = \frac{m}{V} \quad m = V \cdot \rho \quad V = \frac{m}{\rho}$$

Spezifisches Volumen

$$v = \frac{1}{\rho} \quad v = \frac{V}{m} \quad m = \frac{V}{v} \quad V = v \cdot m$$

Formelzeichen / Einheiten

ρ	Dichte	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
m	Masse	kg
V	Volumen	m^3, l
v	spezifisches Volumen	$\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$

Beispiel

$$V_R = 6 \text{ dm}^3$$

$$\rho = 1225,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = ?$$

$$m = V \cdot \rho$$

$$m = 6 \text{ dm}^3 \cdot 1225,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ dm}^3}$$

$$\underline{\underline{m = 7,35 \text{ kg}}}$$

Strömungslehre

Formelzeichen / Einheiten	Formel / Formelumstellung	Abbildung
\dot{V} Volumenstrom	$\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	
A Strömungsquerschnitt	m^2	
w Strömungsgeschwindigkeit	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	
\dot{m} Massenstrom	$\frac{\text{kg}}{\text{s}}$	
ρ Dichte	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
d Rohrdurchmesser	mm	
Kontinuitätsgesetz Flüssigkeiten (inkompressibel) $\dot{V}_1 = \dot{V}_2$ $A_1 \cdot w_1 = A_2 \cdot w_2$ $\frac{A_1}{A_2} = \frac{w_2}{w_1} \quad w_2 = \frac{A_1}{A_2} \cdot w_1 \quad w_1 = \frac{A_2}{A_1} \cdot w_2$		
Gase (kompressibel) $\dot{m}_1 = \dot{m}_2$ $A_1 \cdot w_1 \cdot \rho_1 = A_2 \cdot w_2 \cdot \rho_2$		
Bei runden Rohrleitungen $d_1^2 \cdot w_1 = d_2^2 \cdot w_2$ $w_1 = \frac{d_2^2 \cdot w_2}{d_1^2}$ $d_1 = \sqrt{\frac{w_2}{w_1} \cdot d_2^2}$ $\frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{w_2}{w_1}$ $w_2 = \frac{d_1^2 \cdot w_1}{d_2^2}$ $d_2 = \sqrt{\frac{w_1}{w_2} \cdot d_1^2}$		
Indizes:		
1 = Zustand großer Durchmesser		
2 = Zustand kleiner Durchmesser		

Beispiel

$$w_1 = 3,19 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$w_2 = 4,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

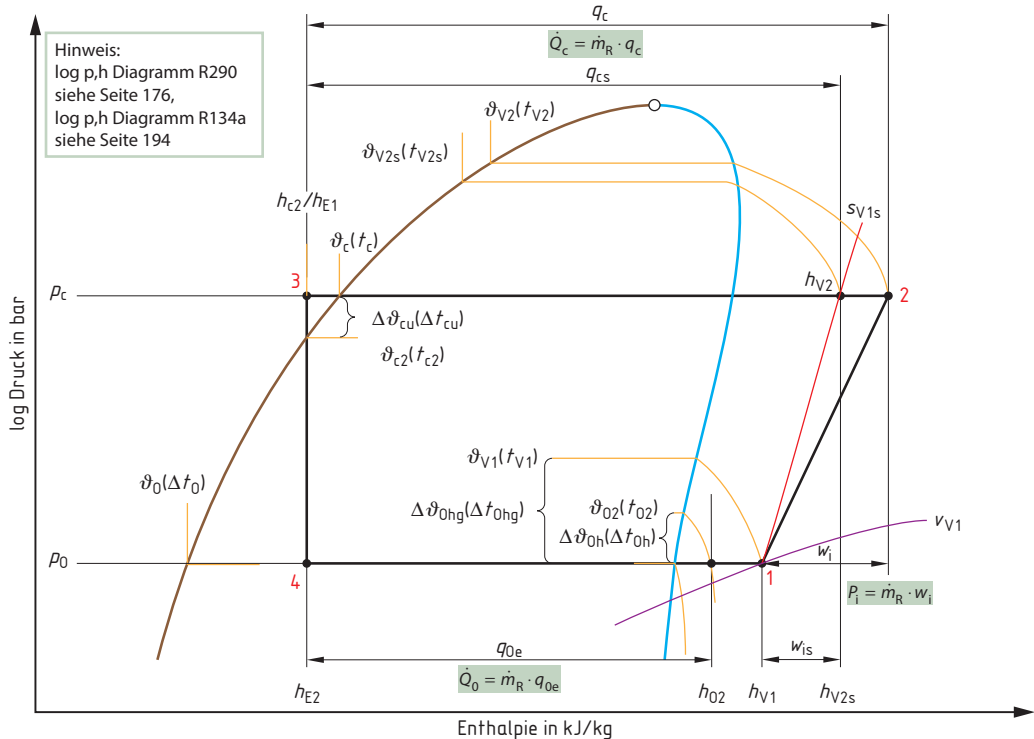
$$d_2 = 14 \text{ mm}$$

$$d_1 = ?$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{w_2}{w_1} \cdot d_2^2}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3,19 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \cdot (14 \text{ mm})^2} = \underline{\underline{16 \text{ mm}}}$$

Kältekreislauf



Anmerkung: Temperaturen werden mit ϑ angegeben. Aufgrund der allgemeinen Gebräuchlichkeit wird die Temperatur häufig mit t bezeichnet. In der Abbildung sind deshalb beide Angaben zu finden.

Als Bezeichnungen sind für die Positionen 1, 2, 3 und 4 auch folgende Begriffe üblich: Verdichter Eintritt 1, Verdichter Austritt 2, E-Ventil Eintritt 3, E-Ventil Austritt 4.

Kommen weitere Punkte hinzu, werden sie mit einem bzw. mehreren Strichen gekennzeichnet. Je weiter die Punkte nach innen kommen, werden Striche hinzugefügt.

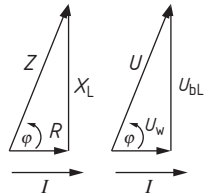
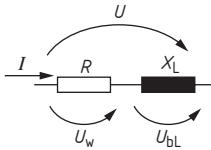
Wechselspannungsgeräte

Abbildung

Formel / Formelumstellung

Formelzeichen / Einheiten

Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und Induktivität



$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$R = \sqrt{Z^2 - X_L^2}$$

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

$$R = Z \cdot \cos \varphi$$

$$Z = \frac{R}{\cos \varphi}$$

$$X_L = Z \cdot \sin \varphi$$

$$Z = \frac{R}{\sin \varphi}$$

$$U = \sqrt{U_W^2 + U_{bL}^2}$$

$$U_W = \sqrt{U^2 - U_{bL}^2}$$

$$U_{bL} = \sqrt{U^2 - U_W^2}$$

$$U = I \cdot Z$$

$$I = \frac{U}{Z}$$

$$Z = \frac{U}{I}$$

$$U_W = U \cdot \cos \varphi$$

$$U_{bL} = U \cdot \sin \varphi$$

Z	Scheinwiderstand	Ω
R	Wirkwiderstand	Ω
X_L	induktiver Blindwiderstand	Ω
φ	Phasenverschiebungswinkel	$^\circ$
$\cos \varphi$	Wirkfaktor	
$\sin \varphi$	Blindfaktor	
U	Gesamtspannung	V
U_W	Wirkspannung	V
U_{bL}	induktive Blindspannung	V
I	Stromstärke	A

Beispiel

$$R = 200 \Omega$$

$$L = 0,5 \text{ H}$$

$$U = 230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$$

$$Z = ?$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{(200 \Omega)^2 + (157,07 \Omega)^2} = \underline{\underline{254,30 \Omega}}$$

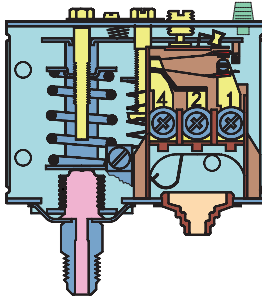
NR (vgl. S. 111):

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,5 \text{ H} = \underline{\underline{157,07 \Omega}}$$

Druckschalter

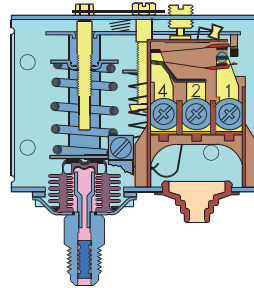
Niederdruckschalter

Danfoss KP1



Hochdruckschalter (Wächter)

Danfoss KP7W



Kontaktsysteme

Aus: Danfoss Tipps für den Monteur

Niederdruck (LP)	Hochdruck (HP)	
<p>SPDT</p> <p>DANFOSS AGO-943.13</p>	<p>Hinweis:</p> <p>SPST → single pole – single throw</p> <p>SPDT → single pole – double throw</p>	<p>SPDT</p> <p>DANFOSS AGO-944.13</p>
Dualdruck (LP / HP)	Dualdruck (LP / HP)	Dualdruck (HP / HP)
<p>SPDT+LP signal</p> <p>Danfoss 60-581.15</p>	<p>SPDT+LP+HP signal</p> <p>DANFOSS AGO-993.14</p>	<p>SPST</p> <p>DANFOSS AGO-366.17</p>

Dampftafel R290 Nassdampf (Daikin Ref 11 Berechnungsprogramm)

ϑ	p	v'	v''	h'	h''	Δh	ϑ	p	v'	v''	h'	h''	Δh
°C	bar	dm ³ /kg	dm ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	°C	bar	dm ³ /kg	dm ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
-30	1,68	566,7	3,875	127,48	540,39	412,92	8	6,01	517,5	13,06	220,69	583,17	362,48
-29	1,74	565,5	4,019	129,76	541,56	411,8	9	6,19	516,1	13,44	223,3	584,23	360,93
-28	1,81	564,3	4,168	132,05	542,73	410,68	10	6,37	514,7	13,82	225,92	585,29	359,38
-27	1,89	563,1	4,321	134,35	543,89	409,54	11	6,55	513,3	14,2	228,54	586,35	357,81
-26	1,96	561,9	4,479	136,66	545,06	408,4	12	6,73	511,8	14,6	231,16	587,4	356,23
-25	2,03	560,7	4,64	138,98	546,22	407,24	13	6,92	510,4	15,01	233,8	588,44	354,64
-24	2,11	559,4	4,806	141,31	547,38	406,07	14	7,12	508,9	15,42	236,44	589,48	353,04
-23	2,19	558,2	4,977	143,65	548,53	404,89	15	7,32	507,5	15,85	239,08	590,52	351,43
-22	2,27	557	5,152	145,99	549,69	403,7	16	7,52	506	16,28	241,73	591,54	349,81
-21	2,36	555,7	5,332	148,35	550,84	402,49	17	7,72	504,5	16,73	244,39	592,57	348,18
-20	2,44	554,5	5,517	150,72	552	401,28	18	7,93	503	17,18	247,05	593,59	346,54
-19	2,53	553,3	5,707	153,1	553,15	400,05	19	8,15	501,5	17,64	249,72	594,6	344,88
-18	2,63	552	5,902	155,49	554,29	398,81	20	8,37	500	18,12	252,39	595,61	343,22
-17	2,72	550,7	6,102	157,88	555,44	397,55	21	8,59	498,5	18,6	255,07	596,61	341,54
-16	2,82	549,5	6,307	160,29	556,58	396,29	22	8,81	497	19,1	257,75	597,6	339,85
-15	2,92	548,2	6,517	162,71	557,72	395,01	23	9,05	495,4	19,6	260,44	598,59	338,15
-14	3,02	547	6,733	165,14	558,86	393,73	24	9,28	493,9	20,12	263,14	599,57	336,44
-13	3,12	545,7	6,954	167,57	560	392,43	25	9,52	492,3	20,65	265,84	600,55	334,71
-12	3,23	544,4	7,181	170,02	561,13	391,11	26	9,77	490,7	21,19	268,55	601,51	332,97
-11	3,34	543,1	7,413	172,47	562,26	389,79	27	10,01	489,2	21,75	271,26	602,48	331,22
-10	3,45	541,8	7,651	174,94	563,39	388,45	28	10,27	487,6	22,31	273,98	603,43	329,45
-9	3,57	540,5	7,895	177,41	564,52	387,11	29	10,53	486	22,89	276,71	604,37	327,67
-8	3,69	539,2	8,145	179,89	565,64	385,75	30	10,79	484,3	23,48	279,44	605,31	325,87
-7	3,81	537,9	8,402	182,38	566,76	384,38	31	11,06	482,7	24,08	282,18	606,24	324,06
-6	3,93	536,6	8,664	184,88	567,88	383	32	11,33	481,1	24,7	284,93	607,16	322,24
-5	4,06	535,3	8,933	187,39	568,99	381,6	33	11,61	479,4	25,33	287,68	608,07	320,39
-4	4,19	534	9,208	189,91	570,1	380,2	34	11,89	477,7	25,98	290,44	608,98	318,53
-3	4,32	532,6	9,49	192,43	571,21	378,78	35	12,18	476,1	26,64	293,22	609,87	316,66
-2	4,46	531,3	9,779	194,96	572,32	377,35	36	12,47	474,4	27,32	296	610,76	314,76
-1	4,6	529,9	10,07	197,5	573,42	375,92	37	12,77	472,6	28,01	298,79	611,63	312,85
0	4,74	528,6	10,38	200	574,52	374,52	38	13,07	470,9	28,71	301,58	612,5	310,91
1	4,89	527,2	10,69	202,61	575,61	373,01	39	13,38	469,2	29,44	304,39	613,35	308,96
2	5,04	525,9	11	205,17	576,7	371,53	40	13,69	467,4	30,18	307,21	614,19	306,98
3	5,19	524,5	11,33	207,74	577,79	370,05	41	14,01	465,6	30,93	310,04	615,03	304,98
4	5,35	523,1	11,66	210,32	578,88	368,56	42	14,34	463,9	31,71	312,89	615,85	302,96
5	5,51	521,7	12	212,9	579,95	367,05	43	14,67	462	32,5	315,74	616,65	300,91
6	5,68	520,3	12,35	215,49	581,03	365,54	44	15	460,2	33,31	318,61	617,45	298,84
7	5,84	518,9	12,7	218,09	582,1	364,02	45	15,34	458,4	34,14	321,49	618,23	296,74

Dampf tabel R290 überhitzt (Daikin Ref 11 Berechnungsprogramm)

$\vartheta_s = -30,00\text{ }^\circ\text{C}$				$\vartheta_s = -28,00\text{ }^\circ\text{C}$				$\vartheta_s = -26,00\text{ }^\circ\text{C}$			
$p_s = 1,677\text{ bar}$				$p_s = 1,813\text{ bar}$				$p_s = 1,958\text{ bar}$			
ϑ	v	h	s	ϑ	v	h	s	ϑ	v	h	s
$^\circ\text{C}$	dm^3/kg	kJ/kg	$\text{kJ}/(\text{kg K})$	$^\circ\text{C}$	dm^3/kg	kJ/kg	$\text{kJ}/(\text{kg K})$	$^\circ\text{C}$	dm^3/kg	kJ/kg	$\text{kJ}/(\text{kg K})$
-30	258,21	540,4	2,419	-28	240,04	542,73	2,4147	-26	223,32	545,06	2,4105
-28	260,78	543,46	2,4316	-26	242,43	545,82	2,4273	-24	225,55	548,18	2,4231
-26	263,34	546,53	2,444	-24	244,81	548,92	2,4397	-22	227,77	551,3	2,4356
-24	265,88	549,62	2,4565	-22	247,18	552,03	2,4522	-20	229,99	554,44	2,448
-22	268,42	552,71	2,4688	-20	249,54	555,15	2,4645	-18	232,19	557,58	2,4604
-20	270,95	555,81	2,4811	-18	251,9	558,28	2,4769	-16	234,38	560,74	2,4727
-18	273,47	558,93	2,4934	-16	254,24	561,42	2,4891	-14	236,57	563,91	2,485
-16	275,98	562,05	2,5056	-14	256,58	564,57	2,5013	-12	238,74	567,08	2,4972
-14	278,48	565,19	2,5177	-12	258,91	567,73	2,5135	-10	240,91	570,27	2,5094
-12	280,98	568,34	2,5298	-10	261,23	570,91	2,5256	-8	243,08	573,47	2,5215
-10	283,46	571,5	2,5419	-8	263,54	574,09	2,5376	-6	245,23	576,68	2,5335
-8	285,94	574,67	2,5539	-6	265,85	577,29	2,5497	-4	247,38	579,9	2,5455
-6	288,42	577,86	2,5659	-4	268,15	580,5	2,5616	-2	249,52	583,14	2,5575
-4	290,88	581,05	2,5778	-2	270,44	583,72	2,5736	0	251,65	586,39	2,5695
-2	293,34	584,27	2,5897	0	272,73	586,96	2,5854	2	253,78	589,65	2,5813
0	295,8	587,49	2,6015	2	275,01	590,21	2,5973	4	255,91	592,92	2,5932
2	298,25	590,73	2,6133	4	277,28	593,47	2,6091	6	258,02	596,2	2,605
4	300,69	593,98	2,6251	6	279,55	596,74	2,6209	8	260,14	599,5	2,6168
6	303,13	597,24	2,6369	8	281,82	600,03	2,6326	10	262,24	602,82	2,6285
8	305,56	600,52	2,6486	10	284,08	603,33	2,6443	12	264,34	606,14	2,6402
10	307,99	603,81	2,6602	12	286,33	606,65	2,656	14	266,44	609,48	2,6519
12	310,41	607,12	2,6719	14	288,58	609,98	2,6676	16	268,53	612,84	2,6635
14	312,83	610,44	2,6835	16	290,83	613,32	2,6792	18	270,62	616,2	2,6751
16	315,24	613,78	2,695	18	293,07	616,68	2,6908	20	272,71	619,59	2,6867
18	317,65	617,13	2,7066	20	295,31	620,06	2,7024	22	274,79	622,98	2,6983