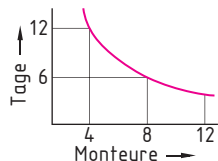
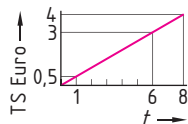
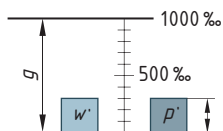
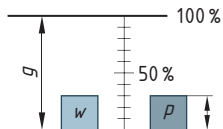


Dreisatz und Prozentrechnung

Abbildung

Formel / Formelumstellung

Einheiten und Formelzeichen



Prozentrechnung

$$G = \frac{100 \cdot W}{p} \quad W = \frac{p \cdot G}{100} \quad p = \frac{100 \cdot W}{G}$$

Promillerechnung

$$G' = \frac{1000 \cdot W'}{p'} \quad W' = \frac{p' \cdot G'}{1000} \quad p' = \frac{1000 \cdot W'}{G'}$$

G Grundwert = 100 %
 p Prozentsatz %
 W Prozentwert = Teilmenge

G' Grundwert = 1000 ‰
 p' Promillesatz ‰
 W' Promillewert = Teilmenge

Dreisatzrechnung

Gleiches Verhältnis = direkt Proportional

1. Behauptungssatz:

2. Mittelsatz:

3. Schlussatz

6 t Stahl kosten 3000 €

1 t Stahl kostet $\frac{3000 \text{ €}}{6}$

8 t Stahl kosten $\frac{3000 \text{ €} \cdot 8}{6} = 4000 \text{ €}$

umgekehrtes Verhältnis = indirekt Proportional

1. Behauptungssatz:

2. Mittelsatz:

3. Schlussatz

5 Monteure errichten
 eine Halle in 20 Tagen

1 Monteur errichtet
 eine Halle in 5 · 20 Tagen

10 Monteure errichten die
 Halle in $\frac{20 \text{ Tage} \cdot 5}{10} = 10 \text{ Tage}$

Beispiel

G = 32 kW

W = 28 kW

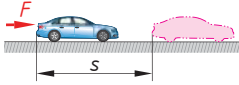
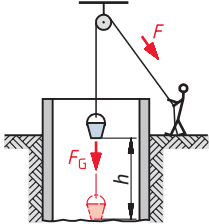
p = ?

$$p = \frac{100 \cdot W}{G}$$

$$\underline{\underline{p = 87,5\%}}$$

$$p = \frac{100 \cdot 28 \text{ kW}}{32 \text{ kW}} = 0,875$$

Arbeit, Energie

Formelzeichen / Einheiten	Formel / Formelumstellung	Abbildung
W Arbeit F Kraft m Masse s Strecke a Beschleunigung	Nm, J, Ws N kg m $\frac{m}{s^2}$	$W = F \cdot s$ $F = \frac{W}{s}$ $s = \frac{W}{F}$ $W = m \cdot a \cdot s$ $m = \frac{W}{a \cdot s}$ $s = \frac{W}{a \cdot m}$
W potentielle Arbeit F Kraft m Masse h Höhe g Fallbeschleunigung	Nm N kg m $9,81 \frac{m}{s^2}, \frac{N}{kg}$	$W = F \cdot h$ $F = \frac{W}{h}$ $h = \frac{W}{F}$ $W = m \cdot g \cdot h$ $m = \frac{W}{g \cdot h}$ $h = \frac{W}{g \cdot m}$
$1 \frac{kg \cdot m^2}{s^2} = 1 Nm = 1 Ws = 1 J$		Arbeit / Energie allgemein  Potentielle Arbeit / Lage-Energie 

Beispiel

$$m = 10 kg$$

$$h = 52 m$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$W = ?$$

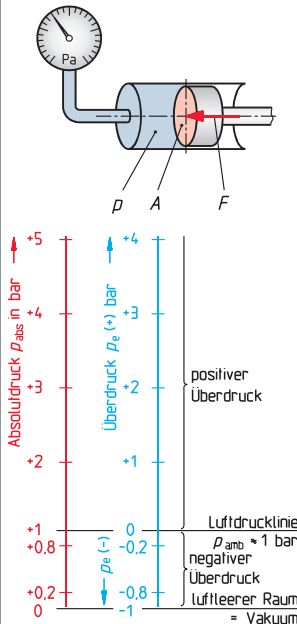
$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$W = 10 kg \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 52 m$$

$$W = 5101,2 \frac{kg \cdot m^2}{s^2} = 5101,2 Nm$$

Thermodynamik

Abbildung



Formel / Formelumstellung

Druck

$$p = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{p}$$

$$F = p \cdot A$$

$$p_{\text{abs}} = p_{\text{amb}} + p_e$$

$$p_{\text{amb}} = p_{\text{abs}} - p_e$$

$$p_e = p_{\text{abs}} - p_{\text{amb}}$$

$$p_{\text{amb}} = 1,01325 \text{ bar}$$

Formelzeichen / Einheiten

p	Druck	$\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, (bar, Pa)
F	Kraft	N
A	Fläche	m^2

p_{abs}	absoluter Druck	bar
p_{amb}	Umgebungsdruck	bar
p_e	Überdruck	bar

$$N = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

Beispiel

$$m = 15 \text{ kg}$$

$$A = 25 \text{ cm}^2$$

$$p = ?$$

$$p = \frac{F}{A}$$

$$p = \frac{147,15 \text{ N}}{25 \text{ cm}^2}$$

$$p = 5,886 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$\underline{\underline{p = 0,589 \text{ bar}}}$$

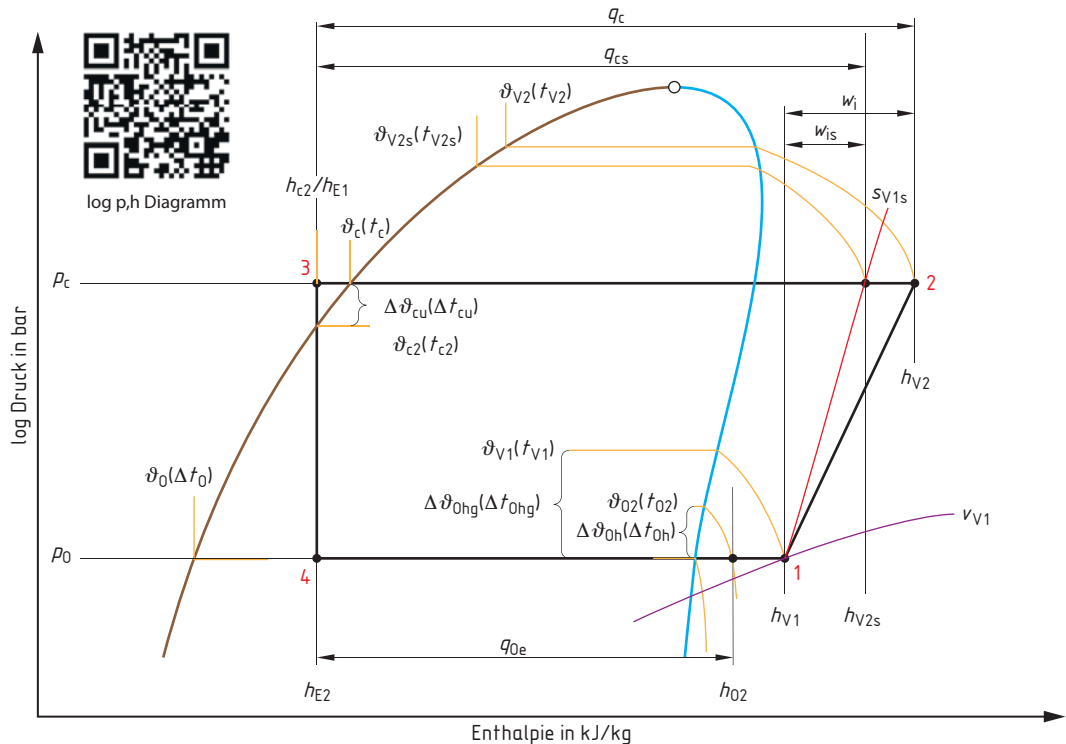
NR.:

$$F_G = m \cdot g$$

$$F_G = 15 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_G = 147,15 \text{ N}$$

Kältekreislauf

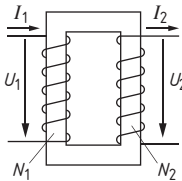


Anmerkung: Temperaturen werden mit ϑ angegeben. Aufgrund der allgemeinen Gebräuchlichkeit wird die Temperatur häufig mit t bezeichnet.

Als Bezeichnungen sind für die Positionen 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	
	$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$	$U_1 = \frac{N_1 \cdot U_2}{N_2}$ $U_2 = \frac{N_2 \cdot U_1}{N_1}$	U_1 Eingangsspannung V U_2 Ausgangsspannung V N_1 Windungszahl der Eingangswicklung N_2 Windungszahl der Ausgangswicklung
	$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$	$U_1 = \frac{U_2 \cdot I_2}{I_1}$ $U_2 = \frac{U_1 \cdot I_1}{I_2}$	I_1 Eingangsstromstärke A I_2 Ausgangsstromstärke A $\ddot{u}$ Übersetzungsverhältnis
	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$	$I_1 = \frac{N_2 \cdot I_2}{N_1}$ $I_2 = \frac{N_1 \cdot I_1}{N_2}$	
	$N_1 = \frac{I_2 \cdot N_2}{I_1}$	$N_2 = \frac{I_1 \cdot N_1}{I_2}$	
	$\ddot{u} = \frac{I_2}{I_1}$	$\ddot{u} = \frac{U_1}{U_2}$ $\ddot{u} = \frac{N_1}{N_2}$	

Beispiel

$$U_1 = 400\text{V}$$

$$U_2 = 230\text{V}$$

$$I_2 = 1,5\text{A}$$

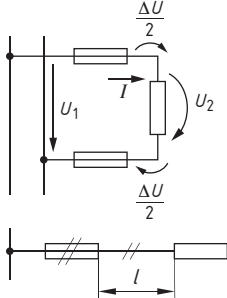
$$I_1 = ?$$

$$\ddot{u} = ?$$

$$I_1 = \frac{I_2 \cdot U_2}{U_1} = \frac{1,5\text{A} \cdot 230\cancel{\text{V}}}{400\cancel{\text{V}}} = \underline{\underline{0,863\text{A}}}$$

$$\ddot{u} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{400\cancel{\text{V}}}{230\cancel{\text{V}}} = \underline{\underline{1,73}}$$

Leitungsinstallation

Abbildung	Formel / Formelumstellung	Formelzeichen / Einheiten
Spannungsabfall und Leistungsverlust auf belasteten Leitungen 	Leitung bei „Ein-Phasen-Wechselspannung“ $\Delta U = U_1 + U_2$ $U_1 = U_2 + \Delta U$ $U_2 = U_1 - \Delta U$ $\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot \ell \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A}$ $\ell = \frac{\Delta U \cdot \gamma \cdot A}{2 \cdot I \cdot \cos \varphi}$ $I = \frac{\Delta U \cdot \gamma \cdot A}{2 \cdot \ell \cdot \cos \varphi}$ $A = \frac{2 \cdot I \cdot \ell \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U}$ $U = \frac{2 \cdot P \cdot \ell}{\gamma \cdot A \cdot \Delta U}$ $P = \frac{\Delta U \cdot \gamma \cdot A \cdot U}{2 \cdot \ell}$ $\ell = \frac{\Delta U \cdot \gamma \cdot A \cdot U}{2 \cdot P}$ $\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot \ell}{\gamma \cdot A \cdot U}$ $A = \frac{2 \cdot P \cdot \ell}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U}$	U_1 Spannung am Leitungsanfang (Netzspannung) V U_2 Spannung am Leitungsende (Verbraucherspannung) V U Netz-Nennspannung 230V ΔU Spannungsabfall V Δu Spannungsabfall % I Leiterstromstärke A ℓ Länge der Leitung m $\cos \varphi$ Wirkfaktor γ elektr. Leitfähigkeit $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$ A Leiterquerschnitt mm^2 P übertragene Leistung W P_v Leistungsverlust W $P_{v\%}$ Leistungsverlust %
Maximaler Spannungsabfall (nach DIN 18015, Teil 1) im 230V-Netz : 3 % = 6,9V	$\Delta U = \frac{\Delta u}{U} \cdot 100 \%$ $\Delta u = \frac{\Delta U}{100\%}$ $P_v = \frac{2 \cdot I^2 \cdot \ell}{\gamma \cdot A}$ $A = \frac{2 \cdot I^2 \cdot \ell}{\gamma \cdot P_v}$ $P_{v\%} = \frac{2 \cdot I \cdot \ell \cdot 100 \%}{\gamma \cdot A \cdot U \cdot \cos \varphi}$ $P_{v\%} = \frac{P_v \cdot 100 \%}{P}$	

Dampftafel R134 a Nassdampf (Daikin Ref 11 Berechnungsprogramm)

ϑ °C	p bar	v' dm ³ /kg	v'' dm ³ /kg	h' kJ/kg	h'' kJ/kg	Δh kJ/kg
-30	0,84	0,720	225,87	160,77	380,31	219,54
-29	0,88	0,721	216,04	162,04	380,93	218,89
-28	0,93	0,723	206,73	163,31	381,55	218,25
-27	0,97	0,725	197,89	164,58	382,18	217,60
-26	1,02	0,726	189,51	165,85	382,80	216,94
-25	1,06	0,728	181,55	167,13	383,42	216,29
-24	1,11	0,729	174,00	168,41	384,04	215,63
-23	1,16	0,731	166,82	169,69	384,66	214,96
-22	1,22	0,733	159,99	170,98	385,28	214,30
-21	1,27	0,734	153,50	172,27	385,89	213,62
-20	1,33	0,736	147,33	173,56	386,51	212,95
-19	1,39	0,738	141,46	174,85	387,12	212,27
-18	1,45	0,739	135,86	176,15	387,73	211,58
-17	1,51	0,741	130,53	177,45	388,34	210,90
-16	1,57	0,743	125,45	178,75	388,95	210,20
-15	1,64	0,744	120,61	180,06	389,56	209,51
-14	1,71	0,746	116,00	181,36	390,17	208,81
-13	1,78	0,748	111,59	182,68	390,77	208,10
-12	1,85	0,750	107,39	183,99	391,38	207,39
-11	1,93	0,752	103,38	185,31	391,98	206,67
-10	2,01	0,753	99,54	186,63	392,58	205,95
-9	2,09	0,755	95,88	187,95	393,18	205,23
-8	2,17	0,757	92,38	189,28	393,78	204,50
-7	2,25	0,759	89,03	190,61	394,37	203,77
-6	2,34	0,761	85,83	191,94	394,97	203,03
-5	2,43	0,763	82,76	193,27	395,56	202,29
-4	2,53	0,765	79,83	194,61	396,15	201,54
-3	2,62	0,766	77,02	195,95	396,74	200,79
-2	2,72	0,768	74,33	197,30	397,32	200,03
-1	2,82	0,770	71,75	198,64	397,91	199,26
0	2,93	0,772	69,28	200,00	398,49	198,49
1	3,04	0,774	66,91	201,35	399,07	197,72
2	3,15	0,776	64,64	202,70	399,65	196,95
3	3,26	0,778	62,45	204,06	400,22	196,16
4	3,38	0,780	60,36	205,42	400,80	195,38
5	3,50	0,782	58,35	206,79	401,37	194,58
6	3,62	0,785	56,42	208,15	401,94	193,78
7	3,75	0,787	54,57	209,52	402,50	192,98

ϑ °C	p bar	v' dm ³ /kg	v'' dm ³ /kg	h' kJ/kg	h'' kJ/kg	Δh kJ/kg
8	3,88	0,789	52,79	210,90	403,07	192,17
9	4,01	0,791	51,07	212,27	403,63	191,36
10	4,15	0,793	49,43	213,65	404,19	190,54
11	4,29	0,795	47,84	215,03	404,74	189,71
12	4,43	0,798	46,32	216,42	405,30	188,88
13	4,58	0,800	44,85	217,80	405,85	188,04
14	4,73	0,802	43,44	219,19	406,39	187,20
15	4,88	0,804	42,08	220,58	406,94	186,35
16	5,04	0,807	40,77	221,98	407,48	185,50
17	5,21	0,809	39,51	223,38	408,02	184,64
18	5,37	0,811	38,30	224,78	408,55	183,77
19	5,54	0,814	37,12	226,18	409,08	182,90
20	5,72	0,816	35,99	227,59	409,61	182,02
21	5,90	0,819	34,90	229,00	410,14	181,14
22	6,08	0,821	33,85	230,41	410,66	180,24
23	6,27	0,824	32,84	231,83	411,18	179,35
24	6,46	0,826	31,86	233,25	411,69	178,44
25	6,65	0,829	30,91	234,67	412,20	177,53
26	6,85	0,832	30,00	236,09	412,71	176,61
27	7,06	0,834	29,12	237,52	413,21	175,69
28	7,27	0,837	28,27	238,96	413,71	174,75
29	7,48	0,840	27,44	240,39	414,20	173,81
30	7,70	0,842	26,65	241,83	414,69	172,86
31	7,93	0,845	25,88	243,27	415,18	171,91
32	8,15	0,848	25,13	244,72	415,66	170,94
33	8,39	0,851	24,41	246,17	416,13	169,97
34	8,63	0,854	23,72	247,62	416,61	168,99
35	8,87	0,857	23,04	249,08	417,07	168,00
36	9,12	0,860	22,39	250,54	417,54	167,00
37	9,37	0,863	21,76	252,01	417,99	165,99
38	9,63	0,866	21,14	253,48	418,44	164,97
39	9,90	0,869	20,55	254,95	418,89	163,94
40	10,17	0,872	19,98	256,43	419,33	162,90
41	10,44	0,876	19,42	257,91	419,76	161,85
42	10,72	0,879	18,88	259,40	420,19	160,79
43	11,01	0,882	18,36	260,90	420,61	159,72
44	11,30	0,886	17,85	262,40	421,03	158,63
45	11,60	0,889	17,36	263,90	421,44	157,54