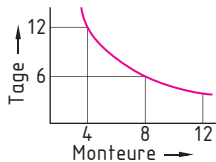
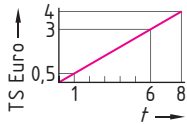
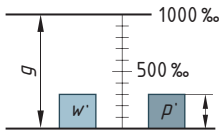
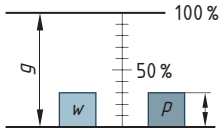


## Dreisatz und Prozentrechnung

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 Tagen1 Monteur errichtet  
eine Halle in 5 · 20 Tagen10 Monteure errichten die  
Halle in  $\frac{20 \text{ Tage} \cdot 5}{10} = 10 \text{ Tage}$ 

## Beispiel

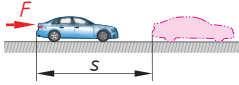
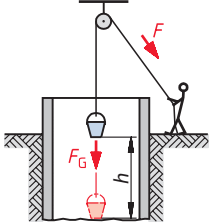
 $G = 32 \text{ kW}$  $W = 28 \text{ kW}$  $p = ?$ 

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

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

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

## Arbeit, Energie

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

### Beispiel

$m = 10 \text{ kg}$

$h = 52 \text{ m}$

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

$W = ?$

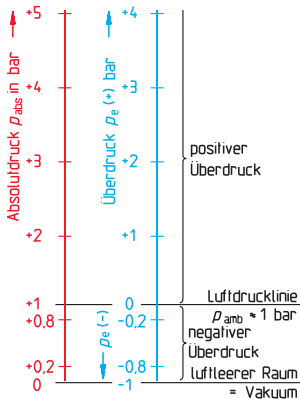
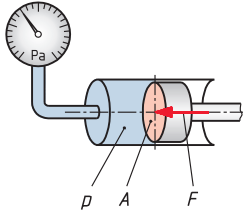
$W = m \cdot g \cdot h$

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

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

## Thermodynamik

Abbildung



Formel / Formelumstellung

**Druck**

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

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

$$F = p \cdot A$$

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

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

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

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

Formelzeichen / Einheiten

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

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

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

**Beispiel**

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

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

$$p = ?$$

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

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

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

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

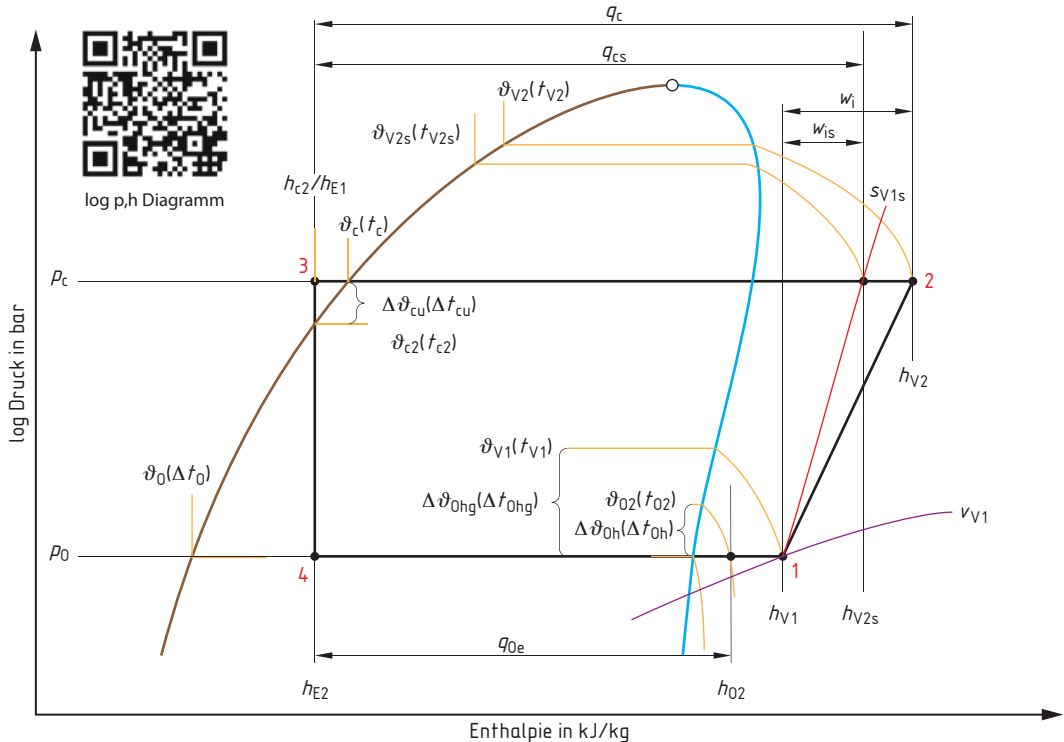
**NR.:**

$$F_G = m \cdot g$$

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

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

## Kältekreislauf

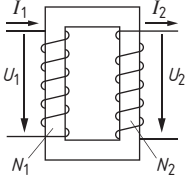


Anmerkung: Temperaturen werden mit  $\vartheta$  angegeben. Aufgrund der allgemeinen Gebräuchlichkeit wird die Temperatur häufig mit  $t$  bezeichnet.

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
<p data-bbox="38 152 160 168"><b>Transformator</b></p> 	$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$ $U_1 = \frac{N_1 \cdot U_2}{N_2}$ $U_2 = \frac{N_2 \cdot U_1}{N_1}$ $N_1 = \frac{U_1 \cdot N_2}{U_2}$ $N_2 = \frac{U_2 \cdot N_1}{U_1}$ $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$ $U_1 = \frac{U_2 \cdot I_2}{I_1}$ $U_2 = \frac{U_1 \cdot I_1}{I_2}$ $I_2 = \frac{U_1 \cdot I_1}{U_2}$ $I_1 = \frac{I_2 \cdot U_2}{U_1}$ $\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$ $I_1 = \frac{N_2 \cdot I_2}{N_1}$ $I_2 = \frac{N_1 \cdot I_1}{N_2}$ $N_1 = \frac{I_2 \cdot N_2}{I_1}$ $N_2 = \frac{I_1 \cdot N_1}{I_2}$ $\ddot{u} = \frac{I_2}{I_1}$ $\ddot{u} = \frac{U_1}{U_2}$ $\ddot{u} = \frac{N_1}{N_2}$	<p data-bbox="787 181 1078 197"><math>U_1</math> Eingangsspannung V</p> <p data-bbox="787 213 1078 229"><math>U_2</math> Ausgangsspannung V</p> <p data-bbox="787 245 1078 283"><math>N_1</math> Windungszahl der Eingangswicklung</p> <p data-bbox="787 298 1078 336"><math>N_2</math> Windungszahl der Ausgangswicklung</p> <p data-bbox="787 352 1078 368"><math>I_1</math> Eingangsstromstärke A</p> <p data-bbox="787 384 1078 400"><math>I_2</math> Ausgangsstromstärke A</p> <p data-bbox="787 416 1078 431"><math>\ddot{u}</math> Übersetzungsverhältnis</p>

## Beispiel

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

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

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

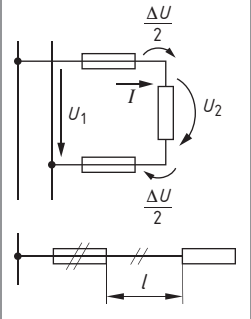
$$I_1 = ?$$

$$\ddot{u} = ?$$

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

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

## Leitungsinstallation

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

Dampftafel R134 a Nassdampf (Daikin Ref 11 Berechnungsprogramm)

$\vartheta$	$p$	$v'$	$v''$	$h'$	$h''$	$\Delta h$	$\vartheta$	$p$	$v'$	$v''$	$h'$	$h''$	$\Delta h$
°C	bar	dm <sup>3</sup> /kg	dm <sup>3</sup> /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	°C	bar	dm <sup>3</sup> /kg	dm <sup>3</sup> /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
-30	0,84	0,720	225,87	160,77	380,31	219,54	8	3,88	0,789	52,79	210,90	403,07	192,17
-29	0,88	0,721	216,04	162,04	380,93	218,89	9	4,01	0,791	51,07	212,27	403,63	191,36
-28	0,93	0,723	206,73	163,31	381,55	218,25	10	4,15	0,793	49,43	213,65	404,19	190,54
-27	0,97	0,725	197,89	164,58	382,18	217,60	11	4,29	0,795	47,84	215,03	404,74	189,71
-26	1,02	0,726	189,51	165,85	382,80	216,94	12	4,43	0,798	46,32	216,42	405,30	188,88
-25	1,06	0,728	181,55	167,13	383,42	216,29	13	4,58	0,800	44,85	217,80	405,85	188,04
-24	1,11	0,729	174,00	168,41	384,04	215,63	14	4,73	0,802	43,44	219,19	406,39	187,20
-23	1,16	0,731	166,82	169,69	384,66	214,96	15	4,88	0,804	42,08	220,58	406,94	186,35
-22	1,22	0,733	159,99	170,98	385,28	214,30	16	5,04	0,807	40,77	221,98	407,48	185,50
-21	1,27	0,734	153,50	172,27	385,89	213,62	17	5,21	0,809	39,51	223,38	408,02	184,64
-20	1,33	0,736	147,33	173,56	386,51	212,95	18	5,37	0,811	38,30	224,78	408,55	183,77
-19	1,39	0,738	141,46	174,85	387,12	212,27	19	5,54	0,814	37,12	226,18	409,08	182,90
-18	1,45	0,739	135,86	176,15	387,73	211,58	20	5,72	0,816	35,99	227,59	409,61	182,02
-17	1,51	0,741	130,53	177,45	388,34	210,90	21	5,90	0,819	34,90	229,00	410,14	181,14
-16	1,57	0,743	125,45	178,75	388,95	210,20	22	6,08	0,821	33,85	230,41	410,66	180,24
-15	1,64	0,744	120,61	180,06	389,56	209,51	23	6,27	0,824	32,84	231,83	411,18	179,35
-14	1,71	0,746	116,00	181,36	390,17	208,81	24	6,46	0,826	31,86	233,25	411,69	178,44
-13	1,78	0,748	111,59	182,68	390,77	208,10	25	6,65	0,829	30,91	234,67	412,20	177,53
-12	1,85	0,750	107,39	183,99	391,38	207,39	26	6,85	0,832	30,00	236,09	412,71	176,61
-11	1,93	0,752	103,38	185,31	391,98	206,67	27	7,06	0,834	29,12	237,52	413,21	175,69
-10	2,01	0,753	99,54	186,63	392,58	205,95	28	7,27	0,837	28,27	238,96	413,71	174,75
-9	2,09	0,755	95,88	187,95	393,18	205,23	29	7,48	0,840	27,44	240,39	414,20	173,81
-8	2,17	0,757	92,38	189,28	393,78	204,50	30	7,70	0,842	26,65	241,83	414,69	172,86
-7	2,25	0,759	89,03	190,61	394,37	203,77	31	7,93	0,845	25,88	243,27	415,18	171,91
-6	2,34	0,761	85,83	191,94	394,97	203,03	32	8,15	0,848	25,13	244,72	415,66	170,94
-5	2,43	0,763	82,76	193,27	395,56	202,29	33	8,39	0,851	24,41	246,17	416,13	169,97
-4	2,53	0,765	79,83	194,61	396,15	201,54	34	8,63	0,854	23,72	247,62	416,61	168,99
-3	2,62	0,766	77,02	195,95	396,74	200,79	35	8,87	0,857	23,04	249,08	417,07	168,00
-2	2,72	0,768	74,33	197,30	397,32	200,03	36	9,12	0,860	22,39	250,54	417,54	167,00
-1	2,82	0,770	71,75	198,64	397,91	199,26	37	9,37	0,863	21,76	252,01	417,99	166,99
0	2,93	0,772	69,28	200,00	398,49	198,49	38	9,63	0,866	21,14	253,48	418,44	164,97
1	3,04	0,774	66,91	201,35	399,07	197,72	39	9,90	0,869	20,55	254,95	418,89	163,94
2	3,15	0,776	64,64	202,70	399,65	196,95	40	10,17	0,872	19,98	256,43	419,33	162,90
3	3,26	0,778	62,45	204,06	400,22	196,16	41	10,44	0,876	19,42	257,91	419,76	161,85
4	3,38	0,780	60,36	205,42	400,80	195,38	42	10,72	0,879	18,88	259,40	420,19	160,79
5	3,50	0,782	58,35	206,79	401,37	194,58	43	11,01	0,882	18,36	260,90	420,61	159,72
6	3,62	0,785	56,42	208,15	401,94	193,78	44	11,30	0,886	17,85	262,40	421,03	158,63
7	3,75	0,787	54,57	209,52	402,50	192,98	45	11,60	0,889	17,36	263,90	421,44	157,54