

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Resultate für den Maschinenbau

[Hauptband]

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1848

Achter Abschnitt. Die Wärme und deren Benutzung

[urn:nbn:de:bsz:31-282867](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-282867)

Achter Abschnitt.

Die Wärme und deren Benutzung.

212.

Reduction der Thermometergrade nach den verschiedenen Scalen.

Nennt man die einer bestimmten Temperatur entsprechenden Grade nach der Scale von Reaumur R, nach jener von Celsius C, und nach der von Fahrenheit F, so hat man:

$$F = 32 + \frac{9}{5} C = 32 + \frac{9}{4} R.$$

$$C = \frac{5}{9} (F - 32) = \frac{5}{4} R.$$

$$R = \frac{4}{9} (F - 32) = \frac{4}{5} C.$$

Die folgende Tabelle enthält die Werthe von C, R und F, welche verschiedenen Temperaturen entsprechen.

C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	F
100	80	212	75	60	167	50	40	122	25	20	77
99	79·2	210·2	74	59·2	165·2	49	39·2	120·2	24	19·2	75·2
98	78·4	208·4	73	58·4	163·4	48	38·4	118·4	23	18·4	73·4
97	77·6	206·6	72	57·6	161·6	47	37·6	116·6	22	17·6	71·6
96	76·8	204·8	71	56·8	159·8	46	36·8	114·8	21	16·8	69·8
95	76	203	70	56	158	45	36	113	20	16	68
94	75·2	201·2	69	55·2	156·2	44	35·2	111·2	19	15·2	66·2
93	74·4	199·4	68	54·4	154·4	43	34·4	109·4	18	14·4	64·4
92	73·6	197·6	67	53·6	152·6	42	33·6	107·6	17	13·6	62·6
91	72·8	195·8	66	52·8	150·8	41	32·8	105·8	16	12·8	60·8
90	72	194	65	52	149	40	32	104	15	12	59
89	71·2	192·2	64	51·2	147·2	39	31·2	102·2	14	11·2	57·2
88	70·4	190·4	63	50·4	145·4	38	30·4	100·4	13	10·4	55·4
87	69·6	188·6	62	49·6	143·6	37	29·6	98·6	12	9·6	53·6
86	68·8	186·8	61	48·8	141·8	36	28·8	96·8	11	8·8	51·8
85	68	185	60	48	140	35	28	95	10	8	50
84	67·2	183·2	59	47·2	138·2	34	27·2	93·2	9	7·2	48·2
83	66·4	181·4	58	46·4	136·4	33	26·4	91·4	8	6·4	46·4
82	65·6	179·6	57	45·6	134·6	32	25·6	89·6	7	5·6	44·6
81	64·8	177·8	56	44·8	132·8	31	24·8	87·8	6	4·8	42·8
80	64	176	55	44	131	30	24	86	5	4	41
79	63·2	174·2	54	43·2	129·2	29	23·2	84·2	4	3·2	39·2
78	62·4	172·4	53	42·4	127·4	28	22·4	82·4	3	2·4	37·4
77	61·6	170·6	52	41·6	125·6	27	21·6	80·6	2	1·6	35·6
76	60·8	168·8	51	40·8	123·8	26	20·8	78·8	1	0·8	33·8

Alle Temperaturen werden in der Folge nach der Scale von Celsius angegeben.

213.

Ausdehnung fester Körper durch die Wärme.

Die Ausdehnung der Körper ist der Temperaturänderung proportional, so lange die Temperatur derjenigen nicht zu nahe kommt, bei welcher eine Aenderung des Aggregatzustandes eintritt.

Nennt man:

L , F , K die Länge eines Stabes, den Flächeninhalt einer Platte und den Kubikinhalte eines Körpers bei 0° Temperatur;

α die Längenausdehnung, welche ein Stab von 1^m Länge bei einer Temperaturänderung von 1° erleidet;

so ist die Länge des Stabes bei t° Temperatur $L(1 + \alpha t)$
 der Flächeninhalt der Platte bei t° „ $F(1 + 2\alpha t)$
 der Kubikinhalt des Körpers bei t° „ $K(1 + 3\alpha t)$

Die Ausdehnungskoeffizienten für verschiedene Substanzen sind in folgender Tabelle enthalten, und zwar für eine Erwärmung von 0° bis 100° Celsius.

Benennung der Substanzen.	Ausdehnung bei einer Erwärmung von 1° bis 100° Celsius.	
Blei	0·00287	$\frac{1}{348}$
Bronze	0·001816	$\frac{1}{550}$
Schmiedeeisen	0·001115	$\frac{1}{896}$
Gusseisen	0·001109	$\frac{1}{901}$
Eisendraht	0·001140	$\frac{1}{877}$
Glasröhren	0·000917	$\frac{1}{1089}$
Gold	0·001475	$\frac{1}{671}$
Kupfer, geschlagen	0·001784	$\frac{1}{561}$
Messing, gegossen	0·001866	$\frac{1}{535}$
Silber	0·001988	$\frac{1}{503}$
Stahl, gehärtet	0·001375	$\frac{1}{727}$
Stahl, ungehärtet	0·001079	$\frac{1}{926}$
Zink, gegossen	0·003051	$\frac{1}{328}$
Zinn, feines	0·002233	$\frac{1}{438}$
Wasser	0·04775	$\frac{1}{20\cdot92}$

214.

Schwindmaass,

d. h. die lineare Zusammenziehung der Metalle bei dem Uebergange aus dem flüssigen Zustande in den festen.

Gusseisen	$\frac{1}{98}$	bis $\frac{1}{95}$	im Mittel $\frac{1}{96}$
Messing	$\frac{1}{79}$	” $\frac{1}{49}$ ”	” $\frac{1}{65}$
Glockenmetall (100 Kupfer, 18 Zinn)	$\frac{1}{79}$	” $\frac{1}{49}$ ”	” $\frac{1}{65}$
Kanonenmetall (100 Kupfer, 12 $\frac{1}{2}$ Zinn)	$\frac{1}{139}$	” $\frac{1}{130}$ ”	” $\frac{1}{134}$
Zink	$\frac{1}{65}$	” $\frac{1}{57}$ ”	” $\frac{1}{62}$
Blei	$\frac{1}{104}$	” $\frac{1}{86}$ ”	” $\frac{1}{92}$
Zinn, ohne Bleizusatz	$\frac{1}{137}$	” $\frac{1}{120}$ ”	” $\frac{1}{128}$

215.

Schmelzpunkt verschiedener Substanzen.

Substanz.	Grad Celsius.	Substanz.	Grad Celsius.
Gehämmertes engl. Eisen	1600	Legirung	
Weiches französ. Eisen	1500	3 Th. Zinn 1 Th. Wismuth	200
Der strengflüssigste Stahl	1400	2 ” ” 1 ” ”	167·7
Der leichtflüssigste Stahl	1300	3 ” ” 1 ” ”	167·7
Graues Gusseisen, zweite Schmelzung	1200	1 ” ” 1 ” ”	141·2
Leichtflüssiges weisses Gusseisen	1050	1 Blei 4 Zinn 5 Wismuth	118·9
Gold	1250	2 ” 3 ” 5 ”	100
Silber	1000	5 ” 3 ” 4 ”	94
Bronze	900	Natrium	90
Antimonium	432	Kalium	58
Zink	360	Phosphor	43
Blei	334	Stearinsäure	70
Wismuth	250	Weisses Wachs	68
Zinn	230	Gelbes Wachs	61
Legirung 5Th. Zinn 1Th. Blei	194	Stearin	43—49
” 4 ” ” 1 ” ”	189	Wallrath	49
” 3 ” ” 1 ” ”	186	Essigsäure	45
” 2 ” ” 1 ” ”	196	Seife	33·33
” 1 ” ” 1 ” ”	241	Eis	0·0
” 1 ” ” 3 ” ”	289	Terpentinöl	—10
		Quecksilber	—39

216.

Wärmeeinheit.

Zur Messung der manchfaltigen Wirkungen, welche die Wärme hervorbringt, ist man übereingekommen, diejenige Thätigkeit als Einheit anzunehmen, welche erforderlich ist, um die Temperatur von einem Kilg. Wasser um 1° des hunderttheiligen Thermometers zu erhöhen.

217.

Specifische Wärme der Substanzen.

Man nennt specifische Wärme einer Substanz die Wärmemenge (Anzahl der Wärmeeinheiten), welche nothwendig ist, um die Temperatur der Substanz um einen Grad des hunderttheiligen Thermometers zu erhöhen.

Die folgende Tabelle gibt die specifische Wärme verschiedener Substanzen.

Specifische Wärme einiger Substanzen.

Benennung der Substanz.	Specifische Wärme.	Benennung der Gasart.	Specifische Wärme.
Antimonium	0·047	Atmosphärische Luft . .	0·2669
Blei	0·029	Wasserstoffgas	3·2936
Eisen	0·110	Kohlensaures Gas . . .	0·2210
Gold	0·029	Sauerstoffgas	0·2361
Holz, Eichen	0·570	Stickstoffgas	0·2754
Kupfer	0·095	Stickstoffoxydgas . . .	0·2369
Quecksilber	0·033	Oelbildendes Gas . . .	0·4207
Stahl	0·107	Kohlenoxydgas	0·2884
Silber	0·056	Wasserdampf	0·8470
Wissmuth	0·029		
Wasser	1·000		
Zinn	0·051		
Zink	0·093		

218.

*Wärmeausstrahlungs-, Absorptions-, Zurückwerfungsvermögen
verschiedener Körper.*

<i>Wärmestrahlungsvermögen.</i>	<i>Wärmezurückwerfungsvermögen.</i>
Lampenruss 100	Messing und Bronze . . . 100
Wasser 100	Silber 90
Bleiweiss 100	Stahl 70
Schreibpapier 98	Blei 60
Glas 90	Glas 10
Chinesischer Tusch 85	Geöltes Papier 5
Quecksilber 20	<i>Wärmeabsorptionsvermögen.</i>
Glänzendes Blei 19	Lampenruss 100
Polirtes Eisen 15	Tusch 96
Zinn, Silber, Kupfer, Gold. 12	Kupferfläche 14

219.

Wärmeleitungsvermögen starrer Körper.

Gold 1000
Platin 981
Silber 973
Kupfer 898
Eisen 374
Zink 363
Zinn 304
Blei 179
Marmor 23·6
Porzellan 12·2
Ziegelsteine 11·4

220.

Heizkraft der Brennstoffe.

Die Heizkraft eines Brennstoffes ist die Wärmemenge, welche beim vollkommenen Verbrennen von einem Kilogramm des Stoffes in atmosphärischer Luft entwickelt wird.

Nennt man: \mathfrak{S} die Mengen in Kilg. von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche in einem Kilg. eines Brennstoffes enthalten sind, und W die Heizkraft dieses Brennstoffs;

so ist allgemein:

$$W = 7050 \text{ K} + 22125 \text{ S} - 2266 \text{ D.}$$

Die folgende Tabelle gibt die Heizkraft verschiedener Brennstoffe.

<i>Benennung des Brennstoffs.</i>	<i>Heizkraft.</i>	<i>Bemerkungen.</i>
Trockene Holzkohle	7050	für jede Holzart.
Gewöhnliche Holzkohle	6000	0.2 Wasser enthaltend
Reine Coaks	7050	
Steinkohlen erster Qualität	7050	0.02 Asche enthaltend.
„ zweiter „	6345	0.10 „ „
„ dritter „	5932	0.20 „ „
Vollkommen trockenes Holz	3666	für jede Holzart.
Lufttrockenes Holz	2945	0.2 Wasser enthaltend.
Torf erster Qualität	3000	
Torf, ordinärer	1500	

221.

Luftmenge, welche zum vollkommenen Verbrennen von 1 Kilg. Brennstoff nothwendig ist.

Nennt man wiederum: K S D die Mengen in Kilg. Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche in einem Kilg. Brennstoff enthalten sind, und L die Luftmenge in Kilg., welche zum vollkommenen Verbrennen von 1 Kilg. des Brennstoffes erforderlich ist; so hat man:

$$L = 12.645 K + 38.24 S - 4.775 D.$$

Für vollkommen trockenes Holz ist	$L = 6.5$ Kilg.
„ lufttrockenes Holz ist	$L = 5.4$ „
„ Holzkohlen ist	$L = 12.6$ „
„ Steinkohlen „	$L = 11.1$ „
„ Coaks „	$L = 12.6$ „

222.

Luftmenge, welche bei gewöhnlichen Kesselfeuerungen zum Verbrennen von 1 Kilg. Brennstoff consumirt wird.

Bei den gewöhnlichen Kesselfeuerungen ist der Erfahrung zufolge die Luftmenge, welche das Verbrennen unterhält, zweimal so gross

als die obigen kleinsten Quantitäten, welche das vollkommene Verbrennen zu bewirken vermögen. Für gewöhnliche Kesselfeuernngen ist daher zu nehmen:

Für 1 Kilg. vollkommen trockenes Holz . . .	L = 13.0 Kilg.
„ 1 „ lufttrockenes Holz	L = 10.8 „
„ 1 „ Holzkohlen und Coaks	L = 25.3 „
„ 1 „ Steinkohlen	L = 22.3 „

Der Wasserdampf.

223.

Zusammenhang zwischen Temperatur, Spannkraft und Dichte bei Dämpfen, welche nur so viel Wärme enthalten, als zu ihrem Bestehen erforderlich ist.

Nennt man für solchen Dampf:

p die Spannkraft, d. h. den Druck in Kilg. auf einen Quadratmetre;

t die Temperatur;

A die Dichte, d. h. das Gewicht von einem Kubikmetre Dampf;

	Für Dämpfe von 1 bis 2 Atm. Spannkraft.	Für Dämpfe von 2 bis 5 Atm. Spannkraft.
$\alpha =$	0.06295	0.1427;
$\beta =$	0.000051	0.0000473;
$\frac{\alpha}{\beta} =$	1234	3017;

so lassen sich die Beziehungen zwischen p, t, A annähernd auf folgende Weise ausdrücken:

$$p = 10330 (0.2847 + 0.0071531 t)^5$$

$$A = \alpha + \beta p$$

Die folgende Tabelle enthält die zusammengehörigen Werthe von t, p und A.

Temperatur, Spannkraft und Dichte der Wasserdämpfe.

Spannkraft des Dampfes in Atmo- sphären.	Quecksilber- säule von 0° Temp., welche die Spannkraft misst.	t Temperatur, 100theiliges Quecksilber- Thermome- ter.	p Druck auf 1 Quadrat- Metre.	$A = \alpha + \beta p$ Gewicht eines Kubikmetres Dampf.	Volumen von 1 Kilg. Dampf.
Atmosph.	Centm.	Grad.	Kilg.	Kilg.	Kubikm.
0.116	8.87	50°	1205	0.0797	12.547
0.149	11.37	55°	1544	0.1005	9.951
0.191	14.47	60	1965	0.1260	7.936
0.240	18.27	65	2482	0.1568	6.377
0.301	22.90	70	3112	0.1932	5.176
0.373	28.31	75	3963	0.2433	4.110
0.463	35.21	80	4783	0.2892	3.458
0.568	43.17	85°	5865	0.3497	2.859
0.691	52.53	90	7136	0.4196	2.383
0.835	63.43	95	8617	0.4998	2.001
1.00	76.00	100	10330	0.5913	1.691
1.50	114	112.2	15490	0.8583	1.165
2.00	152	121.4	20660	1.1177	0.895
2.50	190	128.8	25820	1.3711	0.720
3.00	228	135.1	30990	1.6200	0.617
3.50	266	140.6	36150	1.8647	0.536
4.00	304	145.4	41320	2.1072	0.474
4.50	342	149.06	46480	2.3495	0.426
5.00	380	153.08	51650	2.5860	0.386
5.50	418	156.80	56810	2.8196	0.355
6.00	456	160.20	61980	3.0520	0.328
6.50	494	163.48	67140	3.2810	0.305
7.00	532	166.50	72310	3.5106	0.285
7.50	570	169.37	77470	3.7353	0.268
8.00	608	172.10	82640	3.9784	0.251
9.00	684	177.10	92970	4.4057	0.227
10.00	760	181.60	103350	4.8477	0.206
11.00	836	186.03	113630	5.2807	0.189
12.00	912	190.00	123960	5.7100	0.175
13.00	988	193.70	134290	6.1367	0.163
14.00	1064	197.19	144620	6.5595	0.152
15.00	1140	200.48	154950	6.9790	0.143
16.00	1216	203.60	165280	7.3957	0.135
17.00	1292	206.57	175610	7.8087	0.128
18.00	1368	209.40	185940	8.2196	0.122
19.00	1444	212.10	196270	8.6284	0.116
20.00	1520	214.70	206600	9.0336	0.111
Atmosph.	Centm.	Grad.	Kilg.	Kilg.	Kubikm.

224.

Wärmemenge zur Verwandlung von 1 Kilg. Wasser in Dampf.

Zur Verwandlung von 1 Kilg. Wasser von t° Temperatur in Dampf von irgend einer Spannkraft sind $650 - t$ Wärmeeinheiten nothwendig.

225.

Verdichtung oder Condensation des Dampfes.

Um 1 Kilg. Dampf, welcher sich in einem geschlossenen Gefäss befindet, durch Einspritzen von Wasser, das eine Temperatur t hat, so weit zu condensiren, dass die Temperatur des Gemenges T Grad wird, braucht man annähernd

$$\frac{650 - t}{T - t} \text{ Kilg. Wasser.}$$

226.

Ausströmung des Dampfes aus einem Gefäss.

Nennt man:

P den Druck des Dampfes im Gefäss auf 1 Quadratmet.;

p die Spannung, welche in dem Raum herrscht, nach welchem der Dampf entweicht; gemessen durch den Druck per 1 Quadratmet.;

$\alpha + \beta P$ } Gewicht von einem Kubikmet. Dampf, dessen Spannkraft
 $\alpha + \beta p$ } P und p ist:

(Die Werthe von α und β sind in Nr. 223 angegeben).

Ω den Querschnitt der Ausströmungsöffnung in Quadratmet.;

k den Contraktions-Coefficienten für die Ausströmungsöffnung;

Q die Quantität Dampf in Kilg., welche per 1'' ausströmt;

U die Geschwindigkeit, mit welcher der Dampf entweicht;

so ist:

$$U = \sqrt{\frac{2g}{\beta} \log. \text{ nat. } \frac{\alpha + \beta P}{\alpha + \beta p}}$$

$$Q = k \Omega (\alpha + \beta p) U.$$

Die folgende Tabelle enthält für verschiedene Werthe von $\frac{\alpha + \beta P}{\alpha + \beta p}$ die entsprechenden Werthe von U .

$\frac{\alpha + \beta P}{\alpha + \beta p}$	U Metres.	$\frac{\alpha + \beta P}{\alpha + \beta p}$	U Metres.
1·1	135	3	460
1·2	187	4	516
1·3	225	5	556
1·4	254	6	587
1·5	279	7	612
1·6	300	8	640
1·7	319	9	650
1·8	336	10	666
1·9	351	11	679
2·0	365	12	691

227.

Kamine.

Die Dimensionen der Kamine können mit einer für die Praxis genügenden Genauigkeit durch folgende Regeln bestimmt werden.

Nennt man:

- ⊗ die Steinkohlenmenge in Kilg., welche per 1 Stunde auf einem Feuerheerd verbrannt wird;
- ⊗ die Holzmenge in Kilg., welche stündlich auf einem Heerd verbrannt wird;
- ℓ die Luftmenge in Kilg., welche stündlich durch das Kamin aufsteigt;
- N für Dampfmaschinen-Kesselheizungen, die Pferdekraft der Maschine oder des Kessels;
- H die Höhe des Kamins;
- Ω der untere Querschnitt des Kamins;
- d die untere }
d₁ die obere } Weite des Kamins;
- e die untere }
e₁ die obere } Mauerdicke des Kamins;

so hat man zur Bestimmung einer der 4 Grössen N, ⊗, ⊗, ℓ, wenn die drei andern bekannt sind, folgende Beziehungen:

$$N = \frac{\otimes}{6} = \frac{\otimes}{12} = \frac{\ell}{132}$$

$$\otimes = 6N = \frac{\otimes}{2} = \frac{\ell}{22}$$

$$\mathfrak{H} = 12 N = 2 \mathfrak{S} = \frac{\mathfrak{L}}{11}$$

$$\mathfrak{L} = 132 N = 11 \mathfrak{H} = 22 \mathfrak{S}$$

Sodann findet man die Hauptdimensionen des Kamins, dessen Höhe durch Lokal- oder andere Verhältnisse bekannt ist, durch folgende Ausdrücke:

$$\varrho = \frac{N}{14 \sqrt{H}} = \frac{\mathfrak{S}}{81 \sqrt{H}} = \frac{\mathfrak{H}}{168 \sqrt{H}} = \frac{\mathfrak{L}}{1848 \sqrt{H}}$$

$$d_1 = d - 0.013 H$$

$$e_1 = 0.18^m$$

$$e = 0.18 + 0.015 H$$

Für freistehende Kamine ist es zweckmässig, die Höhe 25 Mal so gross zu machen, als den unteren Durchmesser. Die Dimensionen dieser Kamine sind:

$$H = 5.03 (N)^{\frac{2}{5}} = 2.45 (\mathfrak{S})^{\frac{2}{5}} = 2.90 (\mathfrak{H})^{\frac{2}{5}} = 0.65 (\mathfrak{L})^{\frac{2}{5}}$$

$$d = \frac{H}{25}$$

$$d_1 = d - 0.013 H$$

$$e_1 = 0.18$$

$$e = 0.18 + 0.015 H$$

Die Resultate, welche diese Formeln liefern, sind in folgender Tabelle enthalten.

Abmessungen freistehender Kamine.

H	d	d ₁	e ₁	e	N	Σ	§
Höhe des Kamins.	untere Weite imLicht.	obere Weite imLicht.	obere Mauer- dicke.	untere Mauer- dicke.	Pferde- kraft.	Steinkoh- len per 1 Stunde.	Holz per 1 Stunde.
12	0.48	0.32	0.18	0.36	8.8	52.8	105
13	0.52	0.35	0.18	0.38	10.7	64.2	128
14	0.56	0.38	0.18	0.40	12.9	77.4	154
15	0.60	0.41	0.18	0.42	15.3	91.8	183
16	0.64	0.43	0.18	0.43	18.0	108	216
17	0.68	0.46	0.18	0.45	21.0	126	252
18	0.72	0.49	0.18	0.46	24.0	145	290
19	0.76	0.51	0.18	0.48	27.7	166	332
20	0.80	0.54	0.18	0.49	31.5	189	378
21	0.84	0.57	0.18	0.51	35.6	214	428
22	0.88	0.59	0.18	0.52	40.0	240	480
23	0.92	0.62	0.18	0.54	44.7	268	536
24	0.96	0.65	0.18	0.55	49.6	298	596
25	1.00	0.68	0.18	0.57	55.0	330	660
26	1.04	0.70	0.18	0.58	60.7	364	728
27	1.08	0.72	0.18	0.60	66.8	400	800
28	1.12	0.75	0.18	0.61	73.1	439	878
29	1.16	0.78	0.18	0.63	80.2	481	962
30	1.20	0.81	0.18	0.64	86.9	521	1042
31	1.24	0.84	0.18	0.66	94.2	565	1130
32	1.28	0.86	0.18	0.67	100	600	1200
33	1.32	0.89	0.18	0.69	109	654	1308

Die Abmessungen der Fundamente können nach folgenden Regeln bestimmt werden.

Fig. 166 Tafel XIX g h i k Betonmasse. a b c f Quadermasse.

Höhe des ganzen Fundamentes mit Einschluss der Betonmasse 3.5 d.

Neigungswinkel des Fundamentkörpers 60°.

Breite der Quadermasse 5 d.

Höhe der Quadersteine ungefähr gleich e.

Dampfkessel.

228.

*Verhältniss zwischen der Wärmemenge, die in den Kessel ein-
dringt und derjenigen, welche durch den Brennstoff entwickelt
wird.*

Vorausgesetzt, dass der Brennstoff auf dem Rost vollkommen ver-
brannt wird, so dass daselbst aller Kohlenstoff in Kohlensäure und aller

Wasserstoff in Wasserdampf verwandelt wird, ist das Verhältniss jener beiden Wärmemengen:

$$\frac{W_1}{W} = \left[1 - \frac{sml}{B\mathfrak{S}} (T - t) \right] \left[1 - e^{-\frac{\lambda F}{s m \mathfrak{S}}} \right]$$

Die Bedeutung der Buchstaben ist:

- B Brennstoffmenge in Kilg., welche per 1'' auf dem Rost verbrannt wird;
 \mathfrak{S} Heizkraft von 1 Kilg. Brennstoff;
 l kleinste Luftmenge, welche zum vollständigen Verbrennen von 1 Kilg. Brennstoff nothwendig ist;
 ml die wirkliche Luftmenge in Kilg., welche bei der Verbrennung vorhanden ist;
 s = 0.26 die Wärmecapazität der Luft;
 $\lambda = \frac{1}{158}$ die Wärmemenge, welche durch 1 Quadratmetre. Blechfläche in einer Sekunde durchgeht, wenn die Temperatur-Differenz diesseits und jenseits der Fläche 1° beträgt;
 F die Heizfläche des Kessels, d. h. derjenige Theil der Oberfläche eines Kessels, welcher einerseits von der Flamme und von der erhitzten Luft, anderseits von dem im Kessel befindlichen Wasser berührt wird;
 W die Wärmemenge, welche durch vollkommenes Verbrennen von B Kilg. Brennstoff entwickelt wird;
 W_1 die Wärmemenge, welche in den Kessel eindringt und Dampf bildet;
 T die Temperatur des Wassers im Kessel;
 t die Temperatur der in den Feuerheerd einströmenden Luft;
 e = 2.718 die Basis der natürlichen Logarithmen.

Für Heizungen mit Steinkohlen ist gewöhnlich:

$$\frac{1}{B} = 11, \quad m = 2, \quad \mathfrak{S} = 7000, \quad T - t = 100$$

und dann wird:

$$\frac{W_1}{W} = 0.919 \left(1 - e^{-\frac{F}{900 B}} \right)$$

Vermittelst dieses Ausdruckles findet man folgende Resultate:

$\frac{F}{B}$	500	600	840	1050	1260
$\frac{W_1}{W}$	0.391	0.447	0.558	0.630	0.665
Dampfmenge in Kilg. per 1 Kilg. Steinkohlen	4.3	4.9	6.1	6.93	7.33
Heizfläche per 1 Kilg. Dampf per 1''	116	122	137	151	171 Quadratm.

229.

Hauptabmessungen der Dampfkessel.

Die wichtigste von allen Bestimmungen ist die Heizfläche, d. h. derjenige Theil der Kesselfläche, welche einerseits vom Feuer und von der heißen Luft, anderseits von dem im Kessel befindlichen Wasser berührt wird. Diese Heizfläche beträgt für jede Pferdekraft der Maschine:

a) Für Landmaschinen 1.5 Quadratm.

b) Für Schiffsmaschinen 1 " "

1 Quadratmeter Heizfläche liefert in 1 Sekunde 0.0067 Klg. Dampf,

1 " " " " 1 Minute 0.4 " "

1 " " " " 1 Stunde 24 " "

Zur Production von 1 Klg. Dampf per 1 Sekunde sind erforderlich
150 Quadratmeter Heizfläche.

Zur Production von 1 Kilg. Dampf per 1 Minute sind erforderlich
2.5 Quadratmeter Heizfläche.

Zur Production von 1 Kilg. Dampf per 1 Stunde sind erforderlich
0.041 Quadratmeter Heizfläche.

230.

Cylindrische Kessel mit oder ohne Siedröhren.

Nennt man:

F die Heizfläche, welche der Kessel erhalten soll;

D den Diameter des Hauptkessels;

L die ganze Länge des Hauptkessels;

d den Durchmesser einer Siedröhre;

l die Länge einer Siedröhre;

m m_1 die Zahlen, welche ausdrücken, wie oftmal die Oberflächen des Hauptkessels und eines Siedrohres grösser sind, als die Heizflächen derselben;

i die Anzahl der Siedröhren,

so ist:

$$D = \sqrt{\frac{F}{\pi \frac{L}{D} \left\{ \frac{1}{m} + \frac{i}{m_1} \left(\frac{d}{D} \right) \left(\frac{L}{l} \right) \right\}}}$$

Für Kessel ohne Siedröhren ist: $i = 0$, $m = 1.757$, und dann wird:

$$D = 0.75 \sqrt{\frac{D}{L} F}$$

$$\text{Für } \frac{L}{D} = \quad 4 \qquad 5 \qquad 6$$

$$\text{wird } D = 0.375 \sqrt{F} \quad 0.335 \sqrt{F} \quad 0.306 \sqrt{F}$$

Für Kessel mit 2 Siedröhren ist $i = 2$, $m_1 = 1$, $m = 1.3$, $\frac{d}{D} = 0.4$, $\frac{l}{L} = 1$ zu setzen und dann wird:

$$D = 0.446 \sqrt{\frac{D}{L} F}$$

$$\text{Für } \frac{L}{D} = \quad 4 \qquad 5 \qquad 6$$

$$\text{wird } D = 0.223 \sqrt{F} \quad 0.20 \sqrt{F} \quad 0.182 \sqrt{F}$$

Für Kessel mit 3 Siedröhren ist $i = 3$, $m_1 = 1$, $m = 1.3$, $\frac{d}{D} = \frac{1}{3}$, $\frac{l}{L} = 1$ zu setzen und dann wird:

$$D = 0.420 \sqrt{\frac{D}{L} F}$$

$$\text{Für } \frac{L}{D} = \quad 4 \qquad 5 \qquad 6$$

$$\text{wird } D = 0.210 \sqrt{F} \quad 0.188 \sqrt{F} \quad 0.171 \sqrt{F}.$$

231.

Der Rost.

Nennt man: \mathcal{S} die Steinkohlenmenge in Kilg. und \mathcal{H} die Holzmenge in Kilg., welche stündlich auf einem Rost verbrannt werden sollen und N die Pferdekraft des Kessels, zu welchem der Rost gehört, so ist die Rostfläche R zu nehmen wie folgt:

$$R = \frac{N}{10} = \frac{\mathcal{S}}{50} = \frac{\mathcal{H}}{250}.$$

Die leeren Zwischenräume sollen bei Steinkohlenfeuerung $\frac{1}{7}$ und bei Holzfeuerung $\frac{1}{4}$ der ganzen Rostfläche betragen.

Die Dimensionen der Roststäbe sind nach den in Fig. 162 angegebenen Verhältnissen zu nehmen.

232.

Einmauerung der Kessel.

Auf Tafel XIX. findet man die Verhältnisse der Hauptdimensionen der Kessel und jene der Einmauerung zum Durchmesser des Kessels angegeben.

Fig. 157, 158, 159, 160, Kessel ohne Siedröhre, die Länge 6 mal so gross als der Durchmesser.

Fig. 163, 164, 165, 166, Kessel mit 2 Siedröhren; der Kessel 5 mal so lang als der Durchmesser.

233.

Wanddicke cylindrischer Kessel.

Zur Bestimmung der Wanddicke der Kessel kann man folgende Formel gebrauchen, nach welcher in Frankreich die Kesselbleche genommen werden müssen:

$$\delta = 0.018 D (n - 1) + 3$$

δ Wanddicke des Kessels in Millimeter.

D Durchmesser des Kessels in Centimeter.

n Grösste Spannung des Dampfes, welcher der Kessel beim Gebrauch ausgesetzt werden darf, in Atmosphären.

Die folgende Tabelle gibt die Resultate, welche diese Formel liefert:

Durchmesser des Kessels.	Druck des Dampfes in Atmosphären.						
	2	3	4	5	6	7	8
Centimeter.							
50	3.90	4.80	5.70	6.60	7.50	8.40	9.30
55	3.99	4.98	5.97	6.96	7.95	8.94	9.93
60	4.08	5.16	6.24	7.32	8.40	9.48	10.56
65	4.17	5.34	6.51	7.68	8.85	10.02	11.19
70	4.26	5.52	6.78	8.04	9.30	10.56	11.82
75	4.35	5.70	7.05	8.40	9.75	11.10	12.45
80	4.44	5.88	7.32	8.76	10.20	11.64	13.08
85	4.53	6.06	7.59	9.12	10.65	12.18	13.71
90	4.62	6.24	7.86	9.48	11.10	12.72	14.34
95	4.71	6.42	8.13	9.84	11.55	13.26	14.97
100	4.80	6.60	8.40	10.20	12.01	13.80	15.60

234.

Vernichtung der Bleche. Tafel XIX. Fig. 161.

Durchmesser eines Nietholzens	2 δ
Durchmesser des halbkugelförmigen Kopfes	3 δ
Durchmesser des konischen Kopfes	4 δ
Ganze Höhe einer Niethen mit Einschluss der Köpfe	5 δ
Entfernung zweier auf einander folgenden Niethen von Mittel auf Mittel	5 δ
Entfernung der Mittelpunkte der Niethen vom Rand des Bleches	3 δ

235.

Sicherheits-Ventile.

Nennt man:

d den Durchmesser der Oeffnung in Centimeter;

N die Pferdekraft des Kessels, für welchen das Ventil bestimmt ist;

n das Maximum der Spannkraft in Atmosphären, welche im Kessel eintreten darf;

q die Belastung in Kilg. des Ventils für jede Pferdekraft des Kessels, so ist

für	n = 1.5	2.4	3.6	4.8	6	Atmosphären
	d = 2.8 \sqrt{N}	1.89 \sqrt{N}	1.64 \sqrt{N}	1.43 \sqrt{N}	1.30 \sqrt{N}	Centim.
	q = 2.12	3.16	4.38	5.05	5.5	Kilg.

Heizungen zur Erwärmung der Localitäten.

236.

Practische Regeln zur Bestimmung der Wärmemenge, welche die Beheizung eines Raumes erfordert.

Gewöhnlich wird angenommen, dass die Wärmemenge, welche zur Beheizung eines Raumes nothwendig ist, der Grösse des Raumes proportional sei. Obgleich diese Regel unrichtig ist, indem jene Wärmemenge nicht nach dem Raume, sondern nach der Grösse und Beschaffenheit der den Raum begrenzenden Flächen zu bestimmen ist, so erhält man mit derselben doch ziemlich brauchbare Resultate. Gewöhnlich rechnet man:

Für Wohnhäuser 15° Temperatur und 32 Wärmeeinheiten per 1 Stunde per 1 Kubikm.

Für Spitäler 14° Temperatur und 21 Wärmeeinheiten per 1 Stunde per 1 Kubikm.

Für Fabrikgebäude 12° Temperatur und 16 Wärmeeinheiten per 1 Stunde per 1 Kubikm.

Treibhäuser für Pflanzen nördlichen Climas 6—10° Temperatur und 64 Wärmeeinheiten per 1 Stunde per 1 Kubikm.

Treibhäuser für Pflanzen südlichen Climas 18—20° Temperatur und 130 Wärmeeinheiten per 1 Stunde per Kubikm.

237.

Genaueres Verfahren zur Bestimmung der Wärmemenge, welche die Beheizung eines Raumes erfordert.

Nimmt man:

M die Mauerfläche, Deckfläche und Bodenfläche, welche den zu erwärmenden Raum einschliessen, die Fensterflächen nicht mitgerechnet;

- F die Summe der Fensterflächen, welche in dem zu erwärmenden Raum vorkommen;
 e die Mauerdicke;
 \mathcal{A}_0 die niedrigste Temperatur der äusseren Luft im Winter;
 \mathcal{A} die Temperatur, welche in dem Raum hervorgebracht werden soll, wenn die äussere Temperatur \mathcal{A}_0 ist;
 m n zwei Zahlen, welche von der Natur des Baumaterials abhängen;
 p die Wärmemenge, welche stündlich durch 1 Quadratmetre Fensterfläche bei einer Temperaturdifferenz von 1° verloren geht;
 f ein Coefficient, welcher von dem Umstand abhängt, ob die Heizung continuirlich fortgeht oder mit Unterbrechungen;
 so ist die Wärmemenge, welche stündlich die Beheizung des Raums erfordert, wenn derselbe nicht künstlich ventilirt wird,

$$W = f \left(\frac{m n}{m e + n} M + p F \right) (\mathcal{A} - \mathcal{A}_0).$$

- Für Bruchsteinmauerwerk ist m = 9 n = 0.80
 Für Backsteinmauern m = 9 n = 0.68
 Für einfache Glasfenster p = 3.66
 Für Doppelfenster p = 2.00
 Für ununterbrochene Heizung f = 1.5
 Wenn nur bei Tag geheizt wird, bei Nacht
 aber nicht f = 2.

In den gewöhnlicheren Fällen ist anzunehmen: a) Mauern aus Bruchsteinen. b) Mauerdicke 0.6^m. c) Einfache Fenster. d) Heizung mit Unterbrechung. e) Grösste Temperaturdifferenz 30° und dann wird:

$$W = 70 M + 220 F.$$

238.

Heizung mit Lufterneuerung für Localitäten, in welchen sich eine grössere Anzahl Menschen aufhalten.

Ein Mensch bedarf stündlich 6 Kubikm. oder $6 \times 1.3 = 7.8$ oder nahe 8 Kilg. atmosphärische Luft. Die Wärmemenge, welche ein Mensch per 1 Stunde entwickelt, beträgt ungefähr 73 Einheiten; von diesen werden aber $25 = 0.038 \times 650$ Einheiten zur Dampfbildung verwendet, es bleiben also noch $73 - 25 = 48$ Einheiten übrig, welche erwärmend wirken. Nennt man nun:

q die Luftmenge in Kilg., welche stündlich durch Ventilation dem zu erwärmenden Raume in reinem aber kalten Zustande zugeleitet und in unreinem Zustande aus dem Raume abgeleitet werden soll;

\mathfrak{N} die Anzahl der Menschen, welche sich in dem Raume aufhalten;

W die Wärmemenge, welche stündlich durch den Heizapparat entwickelt werden muss, um in dem Raum eine Temperatur \mathcal{A} zu erhalten, so ist:

$$W = f \left(\frac{m n}{m e + n} M + p F \right) (\mathcal{A} - \mathcal{A}_0) + 0.266 q (\mathcal{A} - \mathcal{A}_0) - 48 \mathfrak{N}.$$

Gewöhnlich ist zu nehmen: $q = 8 \mathfrak{N}$, und $f n m p e$, $\mathcal{A} - \mathcal{A}_0$, wie in vorhergehender Nummer und dann wird:

$$W = 70 M + 220 F + 11 \mathfrak{N}.$$

239.

Dampfheizung.

Wenn irgend ein Heizapparat angeordnet werden soll, muss zuerst nach den Regeln der vorhergehenden Nummer die Wärmemenge bestimmt werden, welche stündlich zur Erwärmung des Raumes nothwendig ist.

Nennt man:

W die Wärmemenge, welche stündlich zur Beheizung des Raumes nothwendig ist;

R die Oberfläche der Dampfrohren, welche die Wärme abgeben;

T die Temperatur des Dampfes im Kessel und in den Röhren;

\mathcal{A} die Temperatur, welche in dem Raum hervorgebracht werden soll, so hat man:

a) Die Oberfläche der Dampfrohren:

$$R = \frac{W}{7.7 [1 + 0.0066 (T - \mathcal{A})] (T - \mathcal{A})}$$

Gewöhnlich ist zu setzen: $T - \mathcal{A} = 80$ und dann wird:

$$R = \frac{W}{941}.$$

- b) Dampfmenge in Kilg., welche stündlich zur Heizung erforderlich ist.

$$\frac{W}{650 - T}$$

Gewöhnlich wird Dampf von einer Atmosphäre Spannung angewendet, dann ist die Dampfmenge

$$\frac{W}{550}$$

- c) Stündlicher Verbrauch an Steinkohlen:

$$\frac{1}{6} \cdot \frac{W}{550}$$

- d) Heizfläche des Dampfkessels:

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{W}{550}$$

240.

Wasserheizung mit hoher Temperatur nach Perkins.

Diese Heizungen wurden bis jetzt nach folgenden praktischen Erfahrungsregeln eingerichtet.

- a) W Wärmemenge, welche stündlich zur Heizung des Raumes notwendig ist.
- b) Totale Länge der sämtlichen Wärmeröhren. . . = $\frac{W}{118}$ Metre.
- c) Grösste Länge einer Wärmeröhre, gemessen von dem Austritt aus dem Ofen bis zum Wiedereintritt 160^m.
- d) Anzahl der Circulationen. Die kleinste Anzahl der Circulationen wird gefunden, wenn man die totale Länge der Wärmeröhren durch 160 dividirt.
- e) Länge der Heizröhren, d. h. der Spirale, welche sich in dem Ofen befindet, um die Wärme des Brennstoffes aufzunehmen, gleich $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4.5}$ von der Länge einer Wärmeröhre.

- f) Verhältniss zwischen dem Volumen der Expansionsröhre und dem inneren Volumen einer Wärmeröhre $\frac{1}{5}$.
- g) Innerer Durchmesser der Spirale und der Wärmeröhre 0·012^m.
- h) Aeusserer Durchmesser dieser Röhren 0·025^m.
- i) Wanddicke dieser Röhren 0·0065^m.
- k) Innerer Durchmesser einer Expansionsröhre 0·0500^m.
- l) Temperatur des circulirenden Wassers bei dem Eintritt in die Spirale 60°.
Bei dem Austritt aus der Spirale 150° bis 200°.
- m) Brennstoffverbrauch in einer Stunde in Kilg.

$$\text{Holzfeuerung} \dots\dots\dots = \frac{W}{1500} \text{ bis } \frac{W}{1000}$$

$$\text{Steinkohlenfeuerung} \dots\dots\dots = \frac{W}{3000} \text{ bis } \frac{W}{2000}$$

Gasbeleuchtung.

Beleuchtung mit Steinkohlengas.

241.

Lichtstärke der Kerzen, Lampen und Gasbrenner.

- a) Eine Talgkerze von $\frac{1}{6}$ Pfund Gewicht brennt durch 9·5 Stunden, und gibt so viel Licht, als ein Gasbrenner, welcher per 1 Stunde 14 Litres Steinkohlengas verbrennt.
- b) Eine gemeine Lampe mit plattem Docht verbrennt per 1 Stunde 13 Grammes Oel, gibt eine Lichtstärke von 1·13 Talgkerzen und wird durch einen Gasbrenner ersetzt, welcher per 1 Stunde 16 Litres Gas verbrennt.
- c) Eine Wachskerze (5 auf 1 Pfund) gibt eine Lichtstärke von 1·1 Talgkerzen und wird durch einen Gasbrenner ersetzt, welcher per 1 Stunde 16 Litres Gas verbrennt.
- d) Eine Argand'sche Lampe, welche per 1 Stunde 30 Grammes Oel verbrennt, gibt eine Lichtstärke von 4 Talgkerzen und wird durch

einen Gasbrenner ersetzt, welcher per 1 Stunde 56 Litres Gas verbrennt.

- e) Eine Sinombralampe, welche per 1 Stunde 50 Grammes Oel verbrennt, gibt eine Lichtstärke von 7·6 Talgkerzen und wird durch einen Gasbrenner ersetzt, welcher per 1 Stunde 107 Litres Gas verbrennt.
- f) Eine Carcellampe, welche per 1 Stunde 42 Grammes Oel verbrennt, gibt eine Lichtstärke von 7·71 Talgkerzen und wird durch einen Gasbrenner ersetzt, welcher stündlich 108 Litres Gas verbrennt.

242.

Tabelle zur Vergleichung des Brennstoffverbrauches.

(Die Zahlen einer Horizontalkolumne geben die Brennstoffmengen, welche gleiche Lichtmenge entwickeln.)

Kerzenbeteuchung.		Oellampenbeteuchung.			Steinkohlengas.		Oelgas in Litres.
Talg. Kilg.	Wachs Kilg.	Carcel.	Sinom- bra.	Platte Dochte.	Gas in Litres.	Stein- kohlen in Kilg.	
1·00	0·92	0·59	0·71	1·26	1530	7·30	566
1·09	1·00	0·65	0·78	1·37	1670	7·94	619
1·67	1·54	1·00	1·19	2·11	2570	12·20	951
1·40	1·29	0·84	1·00	1·76	2140	10·00	793
0·80	0·73	0·47	0·57	1·00	1210	5·75	448
0·65	0·60	0·39	0·47	0·83	1000	4·76	370
0·14	0·13	0·08	0·10	0·17	210	1·00	78
1·76	1·61	1·05	1·26	2·23	2700	13·00	1000

Anfang und Ende der Brennzeit.	Erstes Quartal.			Zweites Quartal.			Drittes Quartal.			Viertes Quartal.			Im Jahre.				
	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Januar.	Februar.	März.					
Von der Dämmerung bis 6 Uhr . . .	—	—	—	—	—	2	31	62	80	65	33	4	—	2	173	102	277
„ 7 „ . . .	4	—	—	—	14	22	62	92	111	96	61	31	4	36	265	188	493
„ 8 „ . . .	28	4	—	—	40	52	93	122	142	127	89	62	32	92	357	278	759
„ 9 „ . . .	58	29	8	13	71	82	124	152	173	158	117	93	95	166	449	368	1078
„ 10 „ . . .	88	60	38	44	102	112	155	182	204	189	145	124	186	258	541	458	1443
„ 11 „ . . .	118	91	68	75	133	142	186	212	235	220	173	155	277	350	633	548	1808
„ 12 „ . . .	148	122	98	106	164	172	217	242	266	251	201	186	368	442	725	638	2173
Die ganze Nacht . . .	295	242	195	217	307	345	421	473	527	512	411	382	732	869	1421	1305	4327
Morgens von 4 Uhr . .	28	2	—	—	16	48	80	110	137	137	98	71	30	64	327	306	727
„ 5 „ . . .	3	—	—	—	—	18	49	80	106	106	70	40	3	18	235	216	472
„ 6 „ . . .	—	—	—	—	—	—	18	50	75	75	42	9	—	—	143	126	269
„ 7 „ . . .	—	—	—	—	—	—	—	20	44	44	14	—	—	—	64	58	122

Tabelle über die Brennstunden in den einzelnen Monaten, Quartalen und im Jahre.

Nach diesen Angaben und Tabellen kann sehr leicht die Gasmenge und der Aufwand an Kohlen berechnet werden, die für irgend eine Beleuchtung mit Gas nothwendig sind.

244.

Die Retorten.

Zweckmässigste Form der Retorten: ein Halber Cylinder.	
Länge einer Retorte	2·5 ^m
Weite	0·4 ^m
Höhe	0·3 ^m
Metalldicke	0·03 ^m
Gewicht einer Retorte	400 bis 500 Kilg.
Füllung einer Retorte mit Steinkohlen	75 Kilg.
Dauer einer Operation	5 Stund.

Wenn mit Coaks gefeuert wird, kann man annehmen, dass bei Oefen mit 5 oder mehr Retorten zur Destillation von 1 Klg. Steinkohlen $\frac{1}{4}$ Klg. Coaks auf dem Rost verbrannt werden; und dann gewinnt man für je 1 Klg. Steinkohlen:

Coaks in Kilg.	Theer in Kilg.	Amoniakwasser Kilg.	Steinkohlengas in Litres.
0·333	0·064	0·1	256

Eine Retorte destillirt per 1 Tag $5 \times 75 = 375$ Kilg. Steinkohlen; und das Resultat ist:

Coaks. Kilg.	Theer. Kilg.	Amoniakwasser. Kilg.	Steinkohlengas. Kubikm.
125	24	37	96

Nennt man:

Q den stündlichen Gasverbrauch in Kubikmetres, und

T die Beleuchtungszeit in Stunden am kürzesten Tag;

so ist:

Die kleinste Anzahl der Retorten, welche zur Gasproduktion genügt:

$$\frac{Q T}{96}$$

Wegen Reparaturen an den Oefen und Erneuerung der Retorten soll die Anzahl derselben um die Hälfte grösser gemacht werden, als zur Gasproduktion gerade hinreicht.

Die totale Anzahl der Retorten ist demnach:

$$\frac{Q T}{64}$$

Dauer einer Retorte	9 bis 12 Monate.
	Länge. Breite. Höhe.
Dimension eines Ofens für { 3 Retorten	2 ^m 1.4 ^m 1.3 ^m
{ 5 „	2 ^m 2 ^m 1.3 ^m
Coaksfeuerung auf 1 Retorte per 1 Stunde	4 Kilg.
Rostfläche auf 1 Retorte	0.04 Quadratm.
Höhe der Brennstoffschicht auf dem Rost	0.2 bis 0.3 ^m
Das Kamin muss so gross gemacht werden als für eine Dampfmaschine, deren Pferdekraft um die Hälfte grösser ist, als die kleinste Anzahl der Retorten, welche für die Gasproduktion nothwendig ist.	
Länge des Retortenhauses für jede Retorte	0.5 ^m bis 0.6 ^m
Tiefe (nach der Axe der Retorten)	7 ^m „ 8 ^m
Höhe des Hauses	6 ^m „ 8 ^m

245.

Vorlage.

Durchmesser der Vorlage	0.3 ^m
Länge derselben: übereinstimmend mit der Ausdehnung der Retortenöfen.	

246.

Condensator.

Abkühlungsfläche der Röhren:

a) für jede Retorte, welche zur geforderten Gasproduktion nothwendig ist	2 bis 3 Quadratm.
b) für je 1000 Kubikmet. Gas, welche am kürzesten Tag produziert werden müssen	26 bis 30 „
Durchmesser der Röhren im Lichten	0.16 ^m
Höhe der Röhren	4 ^m bis 5 ^m

247.

Reinigungsapparat.

Die Reinigung des Gases geschieht meistens mit angefeuchtetem Kalk. Es sind immer 2 Apparate nothwendig, damit wenigstens einer im Gang sein kann, wenn in dem andern der Kalk ersetzt wird.

Volumen der beiden Reinigungs-Apparate für jede Retorte 0.5 Kubm.

Kalkverbrauch zur Reinigung von 100 Kubikmet. Gas 20 Litres bis 30 Litres.
Auf 1 Quadratmet. Weidengeflecht werden 20 Litres Kalk ausgebreitet.

248.

Der Gasbehälter.

Nennt man:

- \mathfrak{B} das Volumen des Gasbehälters;
 D den Durchmesser desselben;
 H die Höhe desselben;
 Q den stündlichen Gasverbrauch in Kubikmet.;
 T die Beleuchtungszeit am kürzesten Tag;
 so ist m Minimum:

$$\mathfrak{B} = (24 - T) \frac{T}{24} Q$$

für $T = 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9 \quad 10 \quad 11 \quad 12$ wird $\frac{\mathfrak{B}}{Q} = 4 \quad 4.5 \quad 5 \quad 5.3 \quad 5.6 \quad 5.8 \quad 6 \quad 6$ Hat man das Volumen \mathfrak{B} berechnet, so findet man:

$$D = \sqrt[3]{\frac{8}{\pi} \mathfrak{B}} = 1.37 \sqrt[3]{\mathfrak{B}}$$

$$H = \frac{1}{2} D.$$

249.

Gasleitung.

Nennt man:

- Q die Gasmenge in Kubikmet., welche per Stunde durch eine Röhre geleitet werden soll;
 D den Durchmesser der Röhre in Millimet.;
 V die Geschwindigkeit der Bewegung des Gases in der Röhre;
 so ist zu nehmen:

$$V = 0.3 \left(1 + \frac{1}{10} Q\right) \text{ wenn } Q < 100 \text{ Kubikmet.}$$

$$V = 3^m \quad \text{wenn } Q \geq 100 \quad ,,$$

$$D = 33 \sqrt{\frac{Q}{1 + 0.1 Q}} \text{ wenn } Q < 100 \quad ,,$$

$$D = 10 \sqrt{Q} \quad \text{wenn } Q \geq 100 \quad ,,$$

Die folgende Tabelle enthält die Resultate dieser Formeln. Bei der Berechnung der Zahl der Brenner wurden 100 Litres Gas per Stunde auf 1 Brenner gerechnet:

Gasmenge, welche stündlich durch die Röhre zu leiten ist.	Anzahl der Gasbrenner, welchen das Gas zugeleitet wird.	Geschwindigkeit des Gases in der Röhre in Metres und per 1'	Durchmesser der Röhre in Millimet.
Litres.		Metres.	
100	1	0.300	10.5
500	5	0.315	23.0
1000	10	0.330	32.0
2000	20	0.360	43.0
3000	30	0.390	50.5
4000	40	0.420	74.8
5000	50	0.450	60.8
6000	60	0.480	64.9
7000	70	0.510	67.5
8000	80	0.540	70.2
9000	90	0.570	72.5
10000	100	0.600	74.5
20000	200	0.900	86.0
30000	300	1.200	91.3
40000	400	1.500	94.3
50000	500	1.800	96.3
60000	600	2.100	97.5
70000	700	2.400	98.6
80000	800	2.700	100.0
90000	900	3.000	100.0
100000	1000	3.000	100.0

250.

Die Brenner.

Einfache Brenner.

Die vortheilhafteste Höhe der Flamme ist:

für Steinkohlengas = 0.12^m

für Oehlgas = 0.10^m

Nennt man d den Durchmesser der Ausströmungsöffnung in Milimet., q die Gasmenge in Litres, welche per 1 Sekunde ausströmen soll, so ist:

$$d = \frac{1}{13} \sqrt{q}$$

Lichtstärke der Flamme nach Talgkerzen	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gasmenge in Litres per 1 Stunde (Steinkoh- lengas)	28	42	56	70	84	98	112	126	140
Durchmesser der Aus- strömungen in Millimet.	0.40	0.50	0.60	0.65	0.70	0.80	0.81	0.86	0.90
Pressung in der Gasleitung in der Nähe der Ausströmungen Atmosphären.	$\left(1 + \frac{1}{2584}\right)$								

Ringbrenner.

Durchmesser des Ringes. Millimetres.	Anzahl der Öffnungen.	Durchmesser einer Öffnung.	Gasverbrauch per 1 Stunde in Litres.	Lichtstärke in Talgkerzen.
16	10	0.8	1120	40
Vortheilhafteste Höhe der Flamme = 0.12 ^m				

251.

Verbesserte Regeln zur Berechnung der Gasleitungsröhren.

Die im Vorhergehenden aufgestellten Regeln sind den Anforderungen, welche man in der Praxis an eine Gasleitung stellen muss, nicht ganz entsprechend, indem bei denselben die totale Ausdehnung der Gasleitung nicht berücksichtigt wurde. Die folgenden Regeln sind von diesem Fehler befreit.

Der Erfahrung gemäss soll eine Gasleitung folgenden Bedingungen entsprechen:

- 1) die Leitung soll die erforderliche Gasmenge liefern, wenn die Pressung im Gasbehälter eine Wassersäule von 10 bis 12 Centimetres zu tragen vermag.
- 2) Die Pressung in der vom Gasometer entferntesten Röhre soll wenigstens eine Wassersäule von 2 Centimet. zu tragen im Stande sein.
- 3) Die Pressung soll vom Gasometer an bis zur entferntesten Röhre gleichförmig abnehmen, und es sollen überhaupt im ganzen Röhrensystem gleich lange Röhrenstücke, gleich grosse Differenzen in den Pressungen verursachen.

Auf diesen Grundsätzen beruhen die folgenden Regeln.

Nennt man:

- L die Länge des ausgedehntesten Röhrenlaufes vom Gasbehälter an gemessen in Metres;
- H die Höhe der Wassersäule in Centimet., durch welche die Differenz der Pressungen, welche an den Endpunkten von L statt finden dürfen, gemessen wird. Nach obigen Bemerkungen soll H nicht mehr als 8 bis 10 Centimet. betragen;
- l die Länge irgend eines beliebigen Röhrenstückes der ganzen Leitung in Metres;
- h die Höhe der Wassersäule, durch welche die Differenz der Pressungen gemessen wird, welche auf der Länge l eintreten darf;
- d der Durchmesser (innerer) der Röhre in Centimet.;
- q die Gasmenge in Litres, welche per 1'' in das Röhrenstück l eintreten soll;
- q₁ die Gasmenge, welche die Röhre l in jeder Sekunde an einzelne Gasbrenner, die längs ihrer Ausdehnung in gleichen Entfernungen von einander aufgestellt sind, abgibt. Für den Fall, dass längs der Röhre keine Brenner vorkommen, dass also die eingetretene Gasmenge bis an's Ende von l geleitet werden soll, ist q₁ = 0.

$\frac{q}{q_1} = m$ das Verhältniss der beiden Gasmengen;

Dies vorausgesetzt hat man:

$$h = H \frac{l}{L}$$

und

$$d^5 = 2.7 \frac{L}{H} q^2 \left(1 - \frac{3m-1}{3m^2} \right)$$

Für den Fall, dass q₁ = 0 ist, erhält man den Durchmesser d aus folgender Gleichung:

$$d^5 = 2.7 \frac{L}{H} q^2$$

Diese Formeln geben zunächst die fünften Potenzen der Diameter; um daraus ohne Mühe die Diameter selbst zu bestimmen, dient die folgende Tabelle, welche die fünften Potenzen von d enthält.

d	d ⁵	d	d ⁵	d	d ⁵
1	1	13	370 295	25	9 770 625
2	32	14	534 824	26	11 881 376
3	243	15	749 375	27	14 348 907
4	1 024	16	1 048 576	28	17 210 368
5	3 125	17	1 419 857	29	20 511 149
6	7 776	18	1 889 568	30	24 300 000
7	16 807	19	2 476 099	31	28 629 151
8	32 768	20	3 200 000	32	33 554 432
9	75 049	21	4 084 101	33	39 135 393
10	100 000	22	5 153 632	34	45 435 424
11	161 051	23	6 436 343	35	52 521 875
12	248 832	24	7 962 624	36	60 466 176

Zur Vereinfachung der Berechnung dient auch die folgende Tabelle:

m	$1 - \frac{3m-1}{3m^2}$	m	$1 - \frac{3m-1}{3m^2}$	m	$1 - \frac{3m-1}{3m^2}$
1	0.333	1.9	0.566	5	0.813
1.1	0.366	2.0	0.583	6	0.843
1.2	0.398	2.2	0.614	8	0.880
1.3	0.428	2.4	0.641	10	0.903
1.4	0.456	2.6	0.665	15	0.935
1.5	0.483	2.8	0.685	20	0.951
1.6	0.505	3.0	0.704	30	0.967
1.7	0.527	3.5	0.741	50	0.980
1.8	0.547	4	0.771	100	0.990