

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Der Maschinenbau**

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1863**

Die Gasleitung (Kanalisation)

[urn:nbn:de:bsz:31-270981](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270981)

Eine sehr wichtige aber praktisch sehr schwierige Sache ist die Führung der Glocke.

Dieselbe soll unter allen Umständen frei schwimmend und durch Nichts im Auf- und Absteigen gehindert sein. Bleibt sie festhängen, während die Füllung erfolgt, so wächst im Innern die Spannung bis das Gas am unteren Rand entweicht. Bleibt sie hängen während der Entleerung, so nimmt die innere Spannung so stark ab, dass der Druck nicht mehr hinreicht um das Gas in der Leitung fortzutreiben. Die Schwierigkeit, eine ganz verlässliche Führung herzustellen, liegt in der geringen Steifigkeit der Glocke. Bei starkem Wind ist der Druck gegen diese Glocke ungemein gross, sie wird nach der Seite gedrängt und leicht verdrückt oder deformirt. Die Führung geschieht gewöhnlich vermittelt Rollen, die theils am untern Blechrand, theils an der obern Kante der Glocke angebracht werden. Um die untern Rollen *a*, Tafel XXIII., Fig. 11, zu führen, kann man in die Seitenmauern hölzerne oder eiserne Bahnen *b* einlegen. Zur Führung der obern Rollen muss ein besonderes eisernes Gerüste aufgestellt werden, das die Führungsstangen *a* hält. Dieses Gerüst besteht, je nach der Grösse des Gasbehälters aus 8, 10 bis 12 gusseisernen Säulen oder aus eben so vielen gusseisernen Pyramiden aus Gitterwerk. Diese Säulen oder Pyramiden werden aber durch Stangen oder durch leichte Gitterbalken unter einander verbunden und gegen die Quaderung der Mauerkrone mit tief eingelassenen Schrauben befestigt.

Für jedes grössere Gaswerk sollen wenigstens zwei Gasbehälter aufgestellt werden, damit für den Fall, dass einer derselben längere Zeit nicht gebraucht werden könnte, wenigstens *Einer* vorhanden ist, mit welchem man das Gaswerk betreiben kann. Werden zwei oder mehrere Gasbehälter aufgestellt, so macht man sie so gross, dass sie alle zusammen im Stande sind die Gasmenge aufzunehmen, die im Gaswerk erzeugt wird, während keine Beleuchtung statt findet.

### Die Gasleitung (Canalisation).

**Einleitendes.** Die Anlage der Gasleitung ist von grösster Wichtigkeit, weil von derselben die mehr oder weniger vortheilhafte Verwendung des Gases abhängt. Für die Anlage einer Gasleitung gilt der allgemeine Grundsatz, dass die Leitung in der Weise geführt werden soll: 1) dass nach jedem Ort der ganzen Gasleitung die an demselben erforderliche Gasmenge mit Leichtigkeit gelangen könne, dass 2) die Pressung an jedem Ort sehr nahe derjenigen

gleich komme, welche eine für die Verbrennung des Gases vortheilhafte Ausströmungsgeschwindigkeit bewirkt, 3) dass durch Reparaturen, welche an bestimmten Stellen der Gasleitung vorzunehmen sind, keinerlei Störungen in der Benutzung der Leitung an andern Stellen eintreten, 4) dass alles vermieden werden soll, was die Kosten der Anlage und des Betriebs erhöht, ohne die Leistung der Anlage zu verbessern.

Wir werden in der Folge sehen, wodurch diese Grundsätze realisiert werden können, vorerst ist es aber nothwendig, dass wir einige die Bewegung des Gases in Röhren betreffende theoretische Aufgaben zur Lösung bringen.

**Bewegung des Gases in einer horizontalen Leitung.** Betrachten wir zunächst den einfachsten Fall, dass in einer horizontalen Röhre von constantem Querschnitt eine bestimmte Quantität Gas mit constanten Geschwindigkeit fortgeleitet werden soll. Es sei:  $L$  die Länge der Röhre,  $c$  ihr innerer Umfang,  $\Omega$  deren Querschnitt,  $u$  die Geschwindigkeit der Bewegung des Gases,  $\gamma$  das Gewicht von einem Kubikmeter Gas,  $g = 9808$  die Beschleunigung durch den freien Fall,  $\beta$  ein Erfahrungscoeffizient,  $Q$  die Gasmenge in Kubikmetern, welche in jeder Sekunde durch jeden Querschnitt der Leitung geht,

$D$  der Durchmesser der Röhre,

$P$  und  $P_1$  die Pressungen des Gases auf einen Quadratmeter in der Leitung am Anfang und am Ende derselben,

$H$  und  $H_1$  die Höhe der Wassersäulen, welche den Pressungen  $P$  und  $P_1$  entsprechen.

Dies vorausgesetzt, ist  $\Omega (P - P_1)$  die Kraft, welche das Gas in der Röhre fortschiebt, und im Beharrungszustand der Bewegung ist diese Pressung genau so gross, als der Reibungswiderstand des Gases an der innern Fläche der Röhre. Dieser Reibungswiderstand ist der Dichte  $\gamma$  des Gases, der Reibungsfläche  $c L$  und dem Quadrat  $u^2$  der Bewegungsgeschwindigkeit proportional, kann demnach ausgedrückt werden durch  $\beta \frac{\delta}{g} c L u^2$ . Wir erhalten demnach:

$$\Omega (P - P_1) = \beta \frac{\delta}{g} c L^2 u^2 \quad . . . . . (1)$$

Nun ist:

$$\Omega = \frac{D^2 \pi}{4}, \quad c = D \pi, \quad Q = \frac{D^2 \pi}{4} u, \quad u^2 = \frac{16 Q^2}{\pi^2 D^2}, \quad P - P_1 = 1000 (H - H_1)$$

Führt man diese Werthe in (1) ein, so findet man:

$$H - H_1 = \frac{4 \times 16 \times \gamma}{1000 \text{ g } \pi^2} \beta \frac{L Q^2}{D^5} \dots \dots \dots (2)$$

Der Werth der Constanten  $\beta$  ist durch *Girard* und *d'Aubuisson* aufgesucht worden. *Girard* hat gefunden für gusseiserne Röhren  $\beta = 0.005621$ , für schmiedeeiserne Röhren  $\beta = 0.003190$ ; *d'Aubuisson* hat für gusseiserne Röhren gefunden  $\beta = 0.00320$ , vorausgesetzt dass alle Abmessungen ohne Ausnahme in Metermaass ausgedrückt werden. Wir werden wohl thun, dafür zu sorgen, dass wir den Reibungswiderstand eher zu gross als zu klein in Rechnung bringen, nehmen daher den grösseren der oben angegebenen Werthe und setzen demnach:

- a) Wenn  $H_1, H, L, D$  in Metern,  $Q, \gamma$  in Kubikmetern ausgedrückt wird:

$$\beta = 0.005621 \dots \dots \dots (3)$$

- b) Wenn  $H_1, H, D$  in Centimetern,  $L$  in Metern,  $\gamma$  in Kubikmetern,  $Q$  in Liter pro 1 Sekunde ausgedrückt wird:

$$\beta = 5.621 \dots \dots \dots (4)$$

Die Dichte des Gases  $\gamma$  ist wie wir wissen veränderlich; durchschnittlich darf man dieselbe zu 0.726 annehmen. Wir werden daher für Durchschnittsrechnungen setzen:

$$\gamma = 0.726^{\text{Kilg}} \dots \dots \dots (5)$$

Bringt man die Werthe (4) und (5) in Rechnung, so gibt die Gleichung (2):

$$H - H_1 = 2.7 \frac{L Q^2}{D^5} \dots \dots \dots (6)$$

wobei also  $H, H_1, D$  in Centimetern,  $Q$  in Litern pro 1 Sekunde,  $L$  in ganzen Metern auszudrücken ist.

Wollen wir  $H, H_1, D, L$  in Metern,  $Q$  in Kubikmetern pro 1 Sekunde ausdrücken, so hat man:

$$H - H_1 = 0.0027 \frac{L Q^2}{D^5} \dots \dots \dots (7)$$

**Bewegung des Gases durch eine aus Röhrenstücken zusammengesetzte Leitung.** Betrachten wir den Fall, wenn eine Leitung aus mehreren Röhrenstücken von ungleicher Länge und ungleicher Weite besteht und wenn am Ende jedes Röhrenstückes eine gewisse Quantität Gas abgeleitet wird, Tafel XXIV., Fig. 4. Dann haben wir vermöge (6):

$$\begin{array}{l}
 H - H_1 = 2.7 \frac{L_1 Q^2}{D_1^5} \\
 H_1 - H_2 = 2.7 \frac{L_2 (Q - Q_1)^2}{D_2^5} \\
 H_2 - H_3 = 2.7 \frac{L_3 (Q - Q_1 - Q_2)^2}{D_3^5} \\
 H_3 - H_4 = 2.7 \frac{L_4 (Q - Q_1 - Q_2 - Q_3)^2}{D_4^5} \\
 \dots \dots \dots
 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} H - H_1 \\ H_1 - H_2 \\ H_2 - H_3 \\ H_3 - H_4 \\ \dots \end{array}} \right\} \dots \dots \dots (8)$$

Hieraus folgt:

$$H_1 - H = 2.7 \left[ \frac{Q^2}{D_1^5} L_1 + \frac{(Q - Q_1)^2}{D_2^5} L_2 + \frac{(Q - Q_1 - Q_2)^2}{D_3^5} L_3 + \frac{(Q - Q_1 - Q_2 - Q_3)^2}{D_4^5} L_4 \right] (9)$$

Diese Gleichungen setzen jedoch voraus, dass zwischen den Röhrenstücken konische Uebergangsstücke eingesetzt werden, so dass keine plötzlichen Querschnittsänderungen statt finden. Für den Fall, dass längs der Röhrenleitung kein Gas abgeleitet wird, dass demnach  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 0$  und  $Q_4 = Q$  ist, findet man:

$$H - H_1 = 2.7 Q^2 \left( \frac{L_1}{D_1^5} + \frac{L_2}{D_2^5} + \frac{L_3}{D_3^5} + \frac{L_4}{D_4^5} \right) \dots \dots (10)$$

Da die in der Klammer enthaltene Summe immer den gleichen Werth erhält, in welcher Ordnung man die Röhrenstücke an einander reiht, so sieht man, dass wenn eine Röhrenleitung aus Röhrenstücken von ungleicher Weite zusammengesetzt und durch dieselbe eine bestimmte Gasmenge geleitet wird, die Spannungsdifferenz  $H - H_1$  unabhängig ist von der Ordnung, in der die Röhrenstücke an einander gereiht werden.

**Bewegung des Gases in einer Röhrenleitung mit gleichförmiger Gasableitung.** Tafel XXIV., Fig. 5. Nehmen wir an, in eine Leitung von einer Länge  $L$  und durchaus gleichem Durchmesser trete eine Gasmenge  $Q$  ein, es werde jedoch längs derselben ganz stetig und gleichförmig eine Gasmenge  $q_1$  abgeleitet, so dass am Ende der Leitung eine Gasmenge  $Q - Q_1$  austritt. Wir setzen also gleichsam voraus, dass in der Leitung ihrer ganzen Länge nach eine Spalte von veränderlicher Weite vorhanden ist. Dies vorausgesetzt, erhalten wir Folgendes: Es ist die Gasmenge, welche pro 1 Sekunde durch den Querschnitt bei  $B$  geht, der vom Anfang  $A$  um  $x$  entfernt ist,  $Q - Q_1 \frac{x}{L}$ . Bei  $B$  wird eine gewisse Spannung herrschen,

welche einer Wassersäule von der Höhe  $\xi$  entspricht. Geht man nach dem von A um  $x + dx$  entfernten Querschnitt, so wird da selbst die Spannung herrschen, welche einer Wassersäule  $\xi - d\xi$  entspricht. Vermöge (6) können wir nun schreiben:

$$-d\xi = 2.7 \frac{dx \left( Q - Q_1 \frac{x}{L} \right)^2}{D^5}$$

Hieraus folgt durch Integration:

$$-\xi = \frac{2.7}{D^5} \left( Q^2 x - \frac{2 Q Q_1}{L} \frac{x^2}{2} + \frac{Q_1^2}{L^2} \frac{x^3}{3} \right) + \text{const}$$

Für  $x=0$  ist  $\xi = H$ , für  $x=L$ ,  $\xi = H_1$ , demnach findet man:

$$H - H_1 = 2.7 \frac{Q^2 L}{D^5} \left[ 1 - \frac{Q_1}{Q} + \frac{1}{3} \left( \frac{Q_1}{Q} \right)^2 \right]$$

oder wenn man  $\frac{Q_1}{Q} = m$  setzt:

$$H - H_1 = 2.7 \frac{Q^2 L}{D^5} \left( 1 - \frac{3m-1}{3m^2} \right) \dots \dots (11)$$

$$\frac{Q_1}{Q} = m \dots \dots \dots (12)$$

Dieser Ausdruck (11) darf annäherungsweise auf den Fall angewendet werden, wenn längs einer Leitung von gleicher Weite in nicht zu grossen Entfernungen von einander Brenner angebracht sind, die von der Leitung aus mit Gas versehen werden.

**Bewegung des Gases in einer geneigten Leitung.** Es sei, Tafel XXIV., Fig. 6, A der Gasbehälter, B eine ansteigende bei C endende Leitung, D ein Wassermanometer, welches die Spannung bei C angibt. Nennen wir:

$p$  den Druck des Gases auf einen Quadratmeter im Gasbehälter,  
 $p_1$  den Druck des Gases auf einen Quadratmeter in der Röhre bei C,

$z$  die Höhe des Punktes C über dem Wasserspiegel im Gasbehälter,

$\gamma_1$  das Gewicht von einem Kubikmeter atmosphärische Luft,

$H$  die Niveaudifferenz ausserhalb und innerhalb des Gasbehälters,

$H_1$  die Niveaudifferenz in den Schenkeln des Manometers,

$\mathfrak{A}$  den Druck der Atmosphäre auf einen Quadratmeter an der Oberfläche des Wassers im Gasbehälter,

so ist  $\mathfrak{A} - \gamma_1 z$  der Druck der Atmosphäre gegen den offenen äusseren Schenkel des Manometers und man hat:

$$P = \mathfrak{A} + 1000 H, \quad P_1 = \mathfrak{A} - \gamma_1 z + 1000 H_1$$

$$\Omega (P - P_1) = [1000 (H - H_1) + \gamma_1 z] \Omega$$

Diese Druckdifferenz hat das Gewicht des in der Röhre enthaltenen Gases und den Reibungswiderstand zu bewältigen; man hat daher:

$$\Omega [1000 (H - H_1) + \gamma_1 z] = \Omega z \gamma + \beta \frac{\gamma}{g} C L u^2$$

Hieraus folgt, wenn man  $\Omega = \frac{D^2 \pi}{4}$ ,  $C = D \pi$ ,  $u^2 = \frac{16 Q^2}{\pi^2 D^4}$  setzt:

$$H - H_1 = \frac{z (\gamma - \gamma_1)}{1000} + \frac{4 \times 16 \times \gamma}{1000 g \pi^2} \beta \frac{Q^2 L}{D^5} \quad \dots \quad (13)$$

Das Gas ist stets leichter als atmosphärische Luft, es ist demnach  $\gamma - \gamma_1$  negativ, daher wird  $H - H_1$  bei einer ansteigenden Leitung klein, bei einer fallenden Leitung, für welche  $z$  negativ ist, grösser als bei einer steigenden Leitung. Eine steigende Leitung erleichtert, eine fallende Leitung erschwert dagegen die Ausströmung des Gases. Für  $\gamma = 0.726$ ,  $\gamma_1 = 1.29$ ,  $\beta = 0.005621$  wird, wenn  $H, H_1, z, D, L$  in Metern ausgedrückt wird,

$$H - H_1 = 0.0027 \frac{L Q^2}{D^5} - 0.00564 z \quad \dots \quad (14)$$

dagegen wenn  $H, H_1, D$  in Centimetern,  $z, L$  in Metern,  $Q$  in Litern gemessen wird:

$$H - H_1 = 2.7 \frac{L Q^2}{D^5} - 0.0564 z \quad \dots \quad (15)$$

Auf unebenem Terrain ist es demnach vortheilhaft, das Gaswerk in dem tiefsten Punkt aufzustellen.

### Praktische Regeln zur Bestimmung der Durchmesser der Röhren.

#### A. Für die Hauptleitung.

Die im Vorhergehenden aufgefundenen Formeln sind geeignet zur Bestimmung der Durchmesser der Theile einer Hauptleitung. Für die kleine Zweigleitung werden wir später andere Formeln aufstellen.

Es sei:

- $L$  die Länge der Hauptleitung in Metern gemessen von der Gasfabrik an bis zu den von der Gasfabrik entferntesten Brennern der Hauptleitung,
- $l$  die Länge in Metern irgend eines Röhrenstückes der Hauptleitung,

$H - H_1$ , die Differenz zwischen den in Centimetern ausgedrückten Wassersäulen, welche die Pressungen in der Hauptleitung am Anfange und am Ende derselben messen,

$h$  die analoge Differenz in dem Röhrenstück von der Länge  $l$  am Anfange und Ende desselben,

$q$  die Gasmenge in Kubikmetern, welche stündlich in das Röhrenstück von der Länge  $l$  eintritt,

$q_1$  die Gasmenge in Kubikmetern, welche stündlich längs dem Röhrenstück  $l$  an eine Reihe von Brennern abgegeben wird,

$m = \frac{q}{q_1}$ . Wenn längs des Röhrenstückes keine Brenner vorkommen,

ist  $q_1 = 0$  und  $m = \infty$ . Wenn alles Gas, das in die Röhre  $l$  eintritt, durch diese Röhre seitlich abgeleitet wird, ist  $q_1 = q$  und  $m = 1$ ,

$d$  der Durchmesser der Röhre  $l$  in Centimetern.

Es ist offenbar angemessen, die ganze Hauptleitung so anzulegen, dass längs derselben die Pressungen annähernd gleichmässig abnehmen. Dies ist der Fall wenn wir setzen:

$$\frac{h}{l} = \frac{H - H_1}{L} \quad \dots \quad (16)$$

Zur Bestimmung von  $d$  dient uns die Formel (11) und wir haben in dieselbe zu setzen:  $Q = \frac{1000 q}{3600} = \frac{q}{3.6}$ .

Für  $\frac{H - H_1}{L}$  ist eigentlich  $\frac{h}{l}$  zu setzen; allein wenn wir die Regel (16) gelten lassen, so können wir auch  $\frac{H - H_1}{L}$  beibehalten. Dann wird:

$$d^5 = 2.7 \left(\frac{q}{3.6}\right)^2 \frac{L}{H - H_1} \left(1 - \frac{3m-1}{3m^2}\right) \quad \dots \quad (17)$$

oder

$$d^5 = 0.207 q^2 \frac{L}{H - H_1} \left(1 - \frac{3m-1}{3m^2}\right) \quad \dots \quad (18)$$

Die Pressung in dem vom Gaswerk entferntesten Brenner der Hauptleitung soll  $2^{\text{cm}}$  betragen. Eine grosse Pressung verursacht ein zu rasches Ausströmen und verursacht unnützen Gasverbrauch; bei einer geringen Pressung wird die Flamme flappig. Am Anfang der Gasleitung, dieselbe mag lang oder kurz sein, soll die Pressung um nicht mehr als  $2.6^{\text{cm}}$  höher sein, als am Ende. Wir dürfen also, wie lang auch die Leitung sein mag, setzen:

$$H - H_1 = 2.6^{\text{cm}}$$

dann wird aus (18):

$$d^5 = 0.08 q^2 L \left(1 - \frac{3m-1}{3m^2}\right) \quad \dots \quad (19)$$



Zur Erleichterung der numerischen Rechnungen dienen die folgenden drei Tabellen:

d	d <sup>3</sup>	d	d <sup>3</sup>	d	d <sup>3</sup>
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

m	$1 - \frac{3m-1}{3m^2}$	m	$1 - \frac{3m-1}{3m^2}$	m	$1 - \frac{3m-1}{3m^2}$
1·0	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	0·771	100	0·990

## Gasleitungsröhren.

Stündliche Gasmenge in Kubik- metern	Durchmesser der Gasröhren in Millimetern						Anzahl der Brenner zu 4 Kubikfuss englisch oder zu 0.1 Kbm
	115	132	143	152	159	164	
50	115	132	143	152	159	164	500
100	151	174	189	199	208	216	1000
150	178	205	222	235	246	256	1500
200	200	230	250	264	276	280	2000
250	219	252	273	289	302	303	2500
300	235	270	294	310	324	336	3000
400	264	304	330	348	364	377	4000
500	288	331	360	380	397	412	5000
600	310	356	387	409	427	443	6000
700	330	379	412	436	455	472	7000
800	348	400	435	459	480	498	8000
900	365	420	456	481	504	522	9000
1000	380	437	475	502	524	542	10000
1100	396	455	495	523	546	566	11000
1200	419	481	524	553	578	592	12000
	1000	2000	3000	4000	5000	6000	
Länge der Hauptleitung in Metern.							

$$d^5 = 0.08 q^2 L$$

## B. Zweigleitungen.

Für die Bestimmung der Durchmesser der Zweigleitungen, d. h. für die Leitungen in den kleinen Verbindungsstrassen, für die Leitungen, welche von den Strassen in die Häuser und Gebäude leiten, so wie für die Leitungen innerhalb der Gebäude selbst kann man einfachere Regeln anwenden, indem man von der Voraussetzung ausgeht, dass für diese Zweigleitungen die Geschwindigkeit des Gases in den Röhren eine gewisse Grösse haben soll. Für diese Zweigleitungen kann man sich der Regeln bedienen, welche Seite 223 und 224 der Resultate für den Maschinenbau aufgestellt sind. Auch innerhalb des Gaswerkes selbst können diese Regeln benutzt werden.

**Disposition der Leitung (Kanalisation).** Die leitenden Grundsätze, welche bei der Disposition einer Gasleitung für Städte zu beobachten sind, wurden bereits Seite 479 ausgesprochen. Einige ideale Beispiele werden zur Erläuterung dieser Grundsätze dienen.

Es sei erstens für einen schachbrettartigen Stadtbau eine Gas-einrichtung zu disponiren (Mannheim) Tafel XXIV., Fig. 7. In diesem Falle ist es angemessen, vom Gaswerk an die Hauptleitungen A B C, D B E, und eine peripherische Leitung F D C E F anzuordnen und in diese die Zweigleitungen der kleineren Strassen einmünden zu lassen.

Es sei zweitens für eine längs eines Flusses hingebaute Stadt eine Gasleitung zu disponiren, Tafel XXIV., Fig. 8. In diesem Falle ist es zweckmässig, eine Hauptleitung A B C D längs des Flusses und zwei Hauptleitungen C E F, G E H im Innern der Stadt anzuordnen.

Im Allgemeinen gilt die Regel, dass nicht nur die Hauptleitung, sondern auch die Nebenleitungen durch die kleineren Strassen für das Maximum der Brennerzahl anzulegen sind, die von diesen Leitungen aus unter ungünstigen Umständen, bei Reparaturen der Hauptleitung, mit Gas zu versehen sind. In den Hauptleitungen werden nie mehr als 3 bis 4 Röhrenabstufungen angewendet, z. B. für den Stadtbau Tafel XXIV., Fig. 8 eine Röhre von A bis B, welche die ganze Gasmasse von der Fabrik weg nach der Stadt leitet, eine zweite Röhre für B C, eine dritte für C E und eine vierte Röhrenabstufung für E G, E F, E H, C D.

**Wassersammler.** Das Gas tritt niemals in ganz trockenem Zustand in die Hauptleitung ein, es enthält immer noch Wasser-, Theer- und andere Dämpfe, die sich in der Hauptleitung condensiren, dieselbe mit der Zeit an einzelnen Stellen ganz anfüllen und

dadurch den Durchgang des Gases erschweren oder aufheben würden. Um dies zu vermeiden ist es nothwendig, die Röhren nicht horizontal zu legen, sondern dieselben bald schwach ansteigend, bald schwach senkend anzuordnen und in allen tieferen Punkten der Leitung kleine Wassersammler anzulegen, nach welchen das Wasser zusammenfließt und mittelst kleiner Handpumpen von Zeit zu Zeit herausgehoben wird. Tafel XXIV., Fig. 9 zeigt einen solchen Wassersammler mit dem Saugrohr. Von grösster Wichtigkeit ist die Dichte der Röhren und die Solidität der Verbindung, damit keine Gasverluste eintreten. In dieser Hinsicht ist beim Legen die grösste Vorsicht und Kontrolle zu üben, damit alle Arbeiten gewissenhaft und verlässlich ausgeführt werden. Insbesondere muss dafür gesorgt werden, dass an jeder Muffe die Erde festgestampft und ein Stein untergelegt wird. Eben so muss die Verbleiung der gusseisernen Röhren und die Zusammenschraubung der schmiedeeisernen Zweigröhren tadellos bewerkstelligt werden. Dies Alles ist leicht gesagt, aber in der Praxis doch schwer gethan und erfordert einen tüchtigen, vielerfahrenen und vielgeübten Werkmeister. Ueber das Detail der Röhrenverbindungen ist bereits im ersten Bande gehandelt worden.

### Der Erhaufstor.

Dieser Apparat ist eine Gas-Saug- und Druckpumpe, welche in der Regel zwischen dem Condensator und dem Scrubber oder Wascher aufgestellt wird. Derselbe saugt das Gas aus dem Condensator und aus der Vorlage auf und treibt es durch den Scrubber fort. Der Zweck desselben ist, die Spannung des Gases in der Vorlage, insbesondere aber in den Retorten unter allen Umständen auf einem niedrigen Grad zu erhalten, was für die Gasproduktion aus zwei Ursachen von grosser praktischer Wichtigkeit ist. Die Spannung des Gases in den Retorten muss möglichst niedrig gehalten werden, theils um die Gasverluste, welche durch die Poren der Retorten entstehen können, zu verhüten, theils aber und vorzugsweise um eine für die Gasproduktion sehr nachtheilige Wirkung, die bei höherer Gasspannung eintritt, nicht aufkommen zu lassen. Man hat nämlich die sonderbare Erfahrung gemacht, dass sich in den Retorten sehr viel Graphit bildet, wenn in denselben die Spannung einige Höhe erreicht. Diese Graphitbildung, die sich vorzugsweise am Boden der Retorten, aber auch an den Decken derselben und in den Aufsteigröhren anlegt, hat zur Folge, dass die Wärme