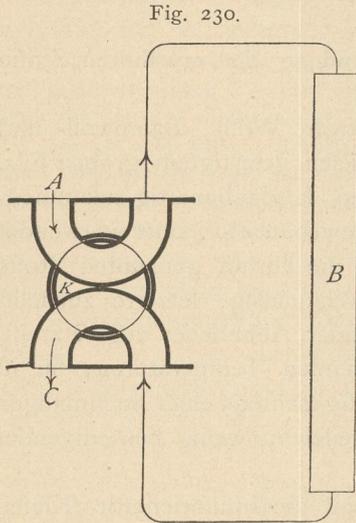


wöhnlicher Einrichtung erreichen; offenbar wird es jedoch angenehmer sein, wenn man mit Hilfe eines Apparates, durch Stellung eines Ventiles oder Hahnes dasselbe erreichen kann.

Es finden zu dem Ende ähnliche Anordnungen Verwendung, wie (in Art. 213, S. 173) für Luftleitungen besprochen wurden; dieselben sind in ihren Theilen natürlich so auszubilden, wie die hier vorliegenden Flüssigkeiten erfordern.

Einen Wechselhahn nach *Wiman-Klein*<sup>84)</sup> giebt Fig. 230 wieder.



Wechselhahn von *Wiman-Klein*.

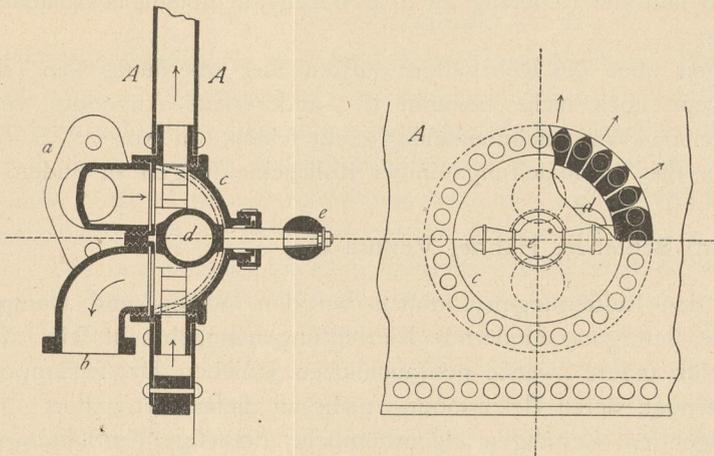
Die Aufgabe verlangt, daß die in Frage kommende Flüssigkeit entweder von *A* aus den Wärme abgebenden Körper *B* durchfließen und bei *C* abfließen, oder dieselbe auf kürzestem Wege von *A* nach *C* gelangen soll. Zu dem Ende ist das Hahnkücken *K* mit zwei bogenförmigen Canälen versehen, die, je nach der Stellung des Kükens, die Verlängerung von je zwei der vier Ansatzrohre des Hahngehäufes bilden. Bei 45 Grad Verdrehung des Hahnkükens (gegen die gezeichnete Stellung) sind sämmtliche Wege geschlossen.

Will man die Flüssigkeit theils durch den Wärme abgebenden Körper, theils auf kürzestem Wege durch den Hahn leiten, so erhält das Kücken *K* die Gestalt einer Platte.

Einen von mir für Warmwasser-Heizungen verwendeten Wechselhahn verinnlicht Fig. 231 in einem lothrechten Querschnitt, einer theilweisen Vorderansicht und einem zu dieser parallel liegenden Schnitt.

*A* bezeichnet den Wafferofen, welcher aus Blechplatten, zwischen deren Ränder Flacheifen genietet sind, verfertigt ist. Zwischen diesen Blechwänden, nahe dem unteren Ofenrande, ist der Wechselhahn ein-

Fig. 231.



Wechselhahn von *Hermann Fischer*.  $\frac{1}{5}$  n. Gr.

genietet. Derselbe besteht aus den hinter dem Ofen liegenden Mündungsstücken *a* und *b*, dem eigentlichen Hahnkörper, dessen Deckel *c*, und dem U-förmig gebogenen Rohr *d*, an welchem der Griff *e* befestigt ist. Der eigentliche Hahnkörper ist ringsum mit Oeffnungen versehen (die in der Figur etwas zu eng gezeichnet sind), so daß sein Inneres mit dem Ofeninneren in freier Verbindung steht. In der ausgezogenen Stellung des Rohres *d* fließt das durch *a* eintretende Wasser durch den Hahnkörper nach oben, während das

im unteren Theile des Ofens befindliche kältere Wasser, die untere Hälfte des Hahnkörpers durchfließend, durch *b* in das Rücklaufrohr gelangt. Da das Rohr *d* in der vorliegenden Stellung den Hohlraum des Hahnkörpers in eine obere und eine untere Hälfte zerlegt, so ist das Wasser gezwungen, zunächst in das Ofeninnere zu treten, bevor dasselbe in das Rücklaufrohr gelangen kann. Dreht man das Rohr *d* mit Hilfe des Griffes *e* um 90 Grad, so vermittelt dasselbe einen kurzen Weg zwischen dem Einströmungsstutzen *a* und dem Rücklaufrohr *b* und verhindert das Wasser zugleich, in das Ofeninnere zu treten. Jede Zwischen-

<sup>84)</sup> Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1871, S. 679; 1872, S. 745.

ftellung des Rohres  $d$  fchickt einen Theil des Waffers in den Ofen, den anderen Theil fofort in das Rücklaufrohr. Die Verchlüffe, welche das Rohr  $d$  hervorbringt, find keine vollständig dichten. Dies dürfte in deffen nicht gegen die Anordnung fprechen, da es, wenn die Heizung im Betriebe ift, erwünfcht fein muß, dem betreffenden Ofen wenigftens fo viel Wärme zuzuführen, daß das Gefrieren des Waffers unmöglich ift.

Aehnliche Wechfelhähne verwendet man für Mitteldruck-Heizungen.

Eine kurze Erörterung erfordern noch die felbftthätigen Dampfdruck-Reducirventile oder fchlechtweg Druckregler. Diefelben haben den Zweck, in einer Leitung oder einem Dampfafen die Dampfspannung nie über ein gewiffes Maß fteigen zu laffen.

Ihre Wirkfamkeit wird entweder auf die Aenderung des hier in Frage kommenden Druckes oder auch die Aenderung des größeren, vor dem Regler vorhandenen Druckes begründet. Durch beide Erfcheinungen vermag man Ventile oder Schieber zu bewegen, welche die Durchftromungsweiten entfprechend ändern und fomit den Druckunterschied in dem gewünfchten Sinne regeln, nicht aber in dem gewünfchten Maße. Bei Verwendung der erft genannten Erfcheinung muß zunächft eine Druckänderung an derjenigen Stelle eintreten, an welcher man einen gleichmäßigen Druck haben will. Diefe Druckänderung muß, da man vollkommen entlaftete Ventile etc. nicht kennt, um fo größer werden, je größer der verlangte Druckunterschied ift; fonach kann die verlangte Verminderung des vor dem Regler vorhandenen Druckes nur angenähert erreicht werden. Anfcheinend verfpriht die Benutzung der Druckänderung vor dem Regler beßere Erfgebniffe, indem, wenn hier der Druck fich fteigert, der Durchgangsquerschnitt des Reglers nur entfprechend zu verringern ift und umgekehrt. Jedoch fetzt eine folche Regelung voraus, daß jenseits des Reglers in derfelben Zeit immer gleiche Dampfmenge verbraucht werden. Zieht man noch die wechfelnden Widerftände der Stopfbüchfen etc. in Betracht, fo fetzt die Thatfache nicht in Erftaunen, daß die felbftthätigen Druckregler bisher wenig befriedigt haben. Ich beziehe mich defhalb wegen des Weiteren auf die unten genannten Quellen <sup>85)</sup>.

## 6. Kapitel.

### Erwärmung der Luft.

#### a) Brennstoffe.

Die den vorliegenden Zwecken dienenden Brennstoffe entftammen (vielleicht mit Ausnahme des Erdöls) ausschließlich der Holzfafer. Holz und Torf enthalten die Holzfafer wenig oder nicht verändert; Braunkohle, Steinkohle und Erdöl find Erzeugnisse der natürlichen Verkohlung; Holzkohle und Coke einerfeits, Leuchtgas und fog. Waffergas andererfeits entftammen der künstlichen Verkohlung. Bis jetzt find von hervorragender Bedeutung nur die Steinkohle und die Coke, während die übrigen genannten Brennstoffe geringere Verwendung finden; letztere follten daher, fo weit ihre mittlere Zufammenfetzung, ihr Wärmentwickelungsvermögen und ihre Rauchzufammenfetzung in Frage kommen, in der auf S. 202 folgenden Tabelle berücksichtigt werden, während erstere außerdem näher befprochen werden mögen.

<sup>240.</sup>  
Materialien.

<sup>85)</sup> *Société des ingénieurs civiles. Résumé.* Aug. 1879, S. 241. — *Comptes rendus des travaux de la société des ingénieurs civiles* 1879, S. 710. — *Wochschr. des Ver. deutsh. Ing.* 1878, S. 7. — *Polyt. Journ.*, Bd. 234, S. 276, 301.

Die fog. präparirte Kohle, welche aus Holzkohlenklein, Kalifalpete und einem Bindemittel zusammengesetzt und in Ziegelform namentlich zur Beheizung der Eisenbahnwagen dient, die fog. Steinkohlen-Briquettes, Prefstorf, Lohkuchen und andere Brennstoffe, welche nur in Sonderfällen Verwendung finden, sollen hier übergangen werden.

241.  
Wärme-  
entwicklung.

Die Steinkohle besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel, Wasser und verschiedenen unverbrennlichen Körpern, welche als Asche, bezw. Schlacke nach der Verbrennung der Kohle zurückbleiben. Durch Verbindung von 1 kg Kohlenstoff mit  $\frac{16}{12}$  kg Sauerstoff entsteht Kohlenoxyd und werden  $\approx 2470$  Wärmeeinheiten entwickelt. Verbindet sich dagegen 1 kg Kohlenstoff mit  $\frac{2 \cdot 16}{12}$  kg Sauerstoff zu dem im gewöhnlichen Leben Kohlenäure genannten Gase, so werden  $\approx 8080$  Wärmeeinheiten frei. 1 kg Wasserstoff verbindet sich mit  $\frac{16}{2}$  kg Sauerstoff zu Wasserdampf, bei welchem Vorgange  $\approx 29\,060$  Wärmeeinheiten entbunden werden. Die Wärmeentwicklung bei Verbrennung des Sumpfgases ( $CH_4$ ) ist 11 713, des ölbildenden Gases ( $C_2H_4$ ) ist 11 087 und des Butylen ( $C_4H_8$ ) ist 10 840 Wärmeeinheiten. Der im Brennstoff enthaltene Sauerstoff vermag bei der Verbrennung keine Wärme zu entwickeln, da derselbe zur Verbrennung der anderen Stoffe benutzt wird.

Die Steinkohle enthält durchschnittlich 1 bis 2 Procent Schwefel; die Geringfügigkeit der durch diesen gelieferten Wärme gestattet, daß man den Schwefel bei Berechnung der Wärmeentwicklung vernachlässigt.

Das der Kohle anhaftende Wasser vermindert die bei der Verbrennung frei werdende Wärmemenge, indem dasselbe in Dampf verwandelt wird und hierzu für 1 kg Wasser etwa 650 Wärmeeinheiten erforderlich sind.

Die Aschenteile sind für die Wärmemenge, welche eine Feuerung zu entwickeln vermag, nur mittelbar von Bedeutung, indem dieselben erwärmt werden müssen und demnach einen gewissen Theil der entbundenen Wärme verbrauchen und indem sie den Verbrennungsvorgang zu stören vermögen.

242.  
Verbrennungs-  
vorgang.

Bei Erhitzung der Steinkohle entweicht der Wasserstoffgehalt und ein Theil des Kohlenstoffs in Form von Kohlenwasserstoffen, während der Rest des Kohlenstoffs als Coke zurückbleibt. Findet die Erhitzung unter Zutritt atmosphärischer Luft, also deren Sauerstoff statt, so ist der Vorgang nur in so fern ein anderer, als die Kohlenwasserstoffe vorwiegend und zwar mit lebhafter Flamme verbrennen und nur in geringem Maße der wasserstofffreie Rest der Kohle; nach vollzogener Vercokung verbrennt die Coke mit kurzer Flamme.

Während der Vercokung schmilzt die Kohle mehr oder weniger und bildet eine zähe Masse, die, nachdem sämmtlicher Wasserstoff ausgetrieben ist, die poröse Coke bildet.

Der wechselnde Verbrennungsvorgang und namentlich das theilweise Schmelzen, »Backen«, der Steinkohle erschwert die Regelung des Feuers außerordentlich, weshalb vielfach solche Kohlen vorgezogen werden, welche nur in geringem Maße oder gar nicht backen, ja häufig die theuerere, in besonderen Werken verfertigte Coke verwendet wird.

Wenn auch die Ursache des »Backens« im Allgemeinen bekannt ist, so vermag man doch aus der Zusammensetzung der Kohlen auf den Grad des Backens nicht zu schließen.

Nach *Grashof* rechnet man den in der Kohle vorhandenen Sauerstoff mit Wasserstoff als chemisch gebundenes Wasser vereinigt und nennt das Mehr des vorhandenen Wasserstoffes »freien« Wasserstoff. Es enthalten alsdann durchschnittlich:

	<i>C</i>	$H_2O$	<i>H</i>
magere (nicht backende) Flammkohlen . . .	80,9	15,6	3,5
finternde (wenig backende) Flammkohlen . . .	83,4	12,7	3,9
backende Flammkohlen . . . . .	84,8	11,3	3,9
Fettkohle . . . . .	89,0	6,6	4,4
Efskohle . . . . .	90,7	5,3	4,0
Anthracit-Kohle (nicht backend) . . . . .	91,9	4,6	3,5,

so daß die Menge des freien Wasserstoffes auf das Backen Einfluß zu haben scheint.

Bezeichnet man mit *C* den Kohlenstoffgehalt, mit *H* den Wasserstoffgehalt, mit  $H_2O$  den Gehalt an chemisch gebundenem Wasser, mit *W* den Gehalt an hygroskopischem Wasser, mit *A* den Aschengehalt des Brennstoffs und eben so mit  $CH_4$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_4H_8$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  und *N* den Gehalt gasförmiger Brennstoffe an den diese Zeichen führenden Gasen, so gewinnt man in Folge vollkommener Verbrennung aus 1 kg des betreffenden Brennstoffes die in umstehender Tabelle unter *E* genannten Wärmemengen. Die Verbrennung erfordert die unter  $\mathcal{L}$  verzeichneten Luftmengen und erzeugt die unter  $A_c$  gegebenen Kohlen säuremengen, die unter  $A_q$  genannte Wasserdampfmenge, so daß, unter Berücksichtigung des Stickstoffgehaltes der benutzten atmosphärischen Luft, der unter  $\mathcal{N}$  genannt ist, das unter *G* gegebene Gewicht an Rauch entsteht. Wie weiter unten näher erörtert werden wird, ist es nothwendig, dem Brennstoff mehr Luft zuzuführen, als die Rechnung ergibt. Deshalb sind die Reihen für *G* sowohl, als auch die Reihen für  $\delta$  (Dichte des Rauches bezogen auf atmosphärische Luft) und *c* (Wärmemenge, die 1 kg Rauch bei 1 Grad Abkühlung abgiebt) zweimal aufgeführt und zwar einmal für die Annahme, daß die Verbrennung nur mit derjenigen Luftmenge erfolgt, deren Sauerstoffgehalt zur Verbrennung genügt, ferner für die Annahme, daß das Doppelte der soeben genannten Luftmenge dem Feuer zugeführt wird. Die Zahlen der Tabelle sind fast ausschließlich dem mehrfach angezogenen Werke *Grashof's*<sup>86)</sup> entnommen.

Die atmosphärische Luft enthält, wenn man von den geringen Beimischungen an Kohlen säure, Wasserdampf und anderen Gasen abieht, etwa 0,24 Gewichtstheile Sauerstoff und 0,76 Gewichtstheile Stickstoff. So oft die Brennstoffe einen Theil Sauerstoff auffuchen, stehen ihnen sonach 3 Theile Stickstoff gleichsam im Wege. Deshalb gelingt es nur schwer, selbst bei gasförmigen Brennstoffen, sämmtlichen Sauerstoff zur Verbrennung zu bringen, während bei festen Brennstoffen eine vollständige Benutzung des in Form atmosphärischer Luft zugeführten Sauerstoffs unmöglich sein dürfte. Man kann bei geschicktester Anordnung der Feuerung und Bedienung des Feuers die zugeführte Luft nicht so vertheilen, daß an jede Stelle der richtige Theil derselben hingelangt; die Brennstoffstücke, die Aschen- und Schlackentheile und — bei backenden Kohlen — die entstehende breiartige Masse stehen aber einem Austausch vielfach hemmend entgegen. Um daher den Brennstoff vollständig in Kohlen säure, bezw. Wasserdampf zu verwandeln, muß man einen Ueberschuß an Luft gewähren, damit überall mindestens genug Sauerstoff vorhanden ist.

Ein solcher Luftüberschuß beeinträchtigt aber die Leistungsfähigkeit der

243.  
Zuzuführende  
Luftmenge.

<sup>86)</sup> Theoretische Maschinenlehre. Bd. I. Leipzig 1875. S. 902 u. ff.

	C	H	H <sub>2</sub> O	W	A	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N	E	Q	A <sub>c</sub>	A <sub>q</sub>	R	Einfache Luftmenge			Doppelte Luftmenge		
																	G	δ	ε	G	δ	ε
Lufttrockenes Holz . . . . .	0,39	—	0,40	0,195	0,015	—	—	—	—	—	—	2731	4,52	1,43	0,60	3,48	5,50	1,003	0,266	10,02	1,002	0,254
Lufttrockener Torf . . . . .	0,35	0,01	0,29	0,25	0,10	—	—	—	—	—	—	2743	4,41	1,28	0,68	3,40	5,31	0,993	0,268	9,72	0,996	0,256
Lufttrockene Braunkohle . . . . .	0,50	0,015	0,205	0,20	0,08	—	—	—	—	—	—	4176	6,32	1,33	0,54	4,87	7,24	1,023	0,258	13,56	1,012	0,250
Steinkohle . . . . .	0,80	0,04	0,09	0,03	0,04	—	—	—	—	—	—	7483	10,67	2,93	0,48	8,22	11,68	1,043	0,250	22,30	1,022	0,245
Holzkohle . . . . .	0,85	0,01	0,03	0,06	0,05	—	—	—	—	—	—	7034	10,20	3,12	0,18	7,85	11,15	1,071	0,244	21,35	1,038	0,242
Coke . . . . .	0,87	0,005	0,015	0,05	0,06	—	—	—	—	—	—	7065	10,26	3,19	0,11	7,90	11,20	1,077	0,242	21,46	1,039	0,241
Rohes Erdöl . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Steinkohlen - Leuchtgas . . . . .	—	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10113	14,19	2,29	1,90	11,00	15,19	0,937	0,270	—	—	—
Wassergas . . . . .	—	0,053	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4780	5,62	1,85	1,02	4,33	7,20	0,936	0,254	—	—	—