

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Wassercirkulationsheizung

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

in den kältesten Wintertagen -14° , die Temperatur in den Arbeitssälen soll $+14^{\circ}$ sein, dann ist nach Seite 395:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\gamma_1} + \frac{1}{\gamma_2} + \frac{\varepsilon}{\lambda}} = 1.16$$

demnach wird:

$$W = 1.2 [7600 \times 1.16 (14 + 14) + 760 \times 3.66 \times (14 + 14)] = 389659$$

daher

$$F = \frac{389659}{11400} = 34.2 \quad f = \frac{389659}{1152} = 338.9^m$$

Beträgt die Länge sämtlicher Dampfrohren $3(100 + 100) = 600^m$, so wird der Durchmesser $d = \frac{338}{600 \times 3.14} = 0.2^m$.

Wassercirkulationsheizung.

Fundamentalversuch, auf welchem die Wassercirkulationsheizung beruht.
Nimmt man eine Glasröhre, welche die Form eines Rechteckes hat, Tafel XVIII., Fig. 11, füllt dieselbe mit Wasser, stellt sie vertikal aufrecht und erwärmt die Ecke a über einer Weingeistflamme, so entsteht in der Röhre eine Cirkulation des Wassers nach der Richtung der Pfeile. Die Cirkulation erfolgt anfangs langsam, dann schneller, nimmt aber zuletzt allmählig ab und hört ganz auf. Nimmt man aber einen in kaltes Wasser getauchten Schwamm und legt denselben an das Röhrenstück, in welchem der Strom niedergeht, so wird die Cirkulation wiederum lebhaft und dauert kontinuierlich fort, so lange die Flamme einerseits erwärmend, der Schwamm andererseits erkaltend fortwirkt.

Nimmt man eine lange in sich selbst zurückkehrende mit Wasser gefüllte Röhre, Fig. 12, windet einen Theil derselben spiralig zusammen und setzt diesen Theil in einen Ofen, lässt dagegen den übrigen Theil der Röhre durch Räume ziehen, in welchen eine niedrige Temperatur herrscht und die erwärmt werden sollen, so vertritt die Ofenheizung die Flamme des Fundamentalversuches, und kalte Luft der Räume ersetzt den erkaltenden Schwamm. Es entsteht also auch hier eine Cirkulation des Wassers in dem in sich selbst zurückkehrenden Rohr. Das Wasser verlässt nun die Röhre mit hoher Temperatur, cirkulirt durch die ausserhalb des Ofens befindlichen Röhrentheile, wird allmählig an den Wänden abgekühlt und kehrt in die im Ofen befindliche Spirale zurück, um neuerdings erwärmt zu werden und abermals eine zweite Cirkulation zu beginnen. Auf diesen Thatsachen beruhen die Wassercirkulationsheizungen, deren

es zwei Arten gibt, die wir Niederdruck- und Hochdruckheizung nennen wollen. Bei der Niederdruckheizung wird das Wasser im Ofen nur mässig bis zu circa 80° erwärmt, wird zur Erwärmung nicht ein Spiralrohr, sondern eine Art Kesselapparat angewendet und haben die Röhren, welche die Wärme des Wassers abgeben, einen Durchmesser von 6 bis 10^m.

Bei der Hochdruckwasserheizung wird das Wasser im Ofen sehr stark erwärmt, herrscht im Innern der Röhre ein äusserst heftiger Druck von über 100 Atmosphären, geschieht die Erwärmung vermittelst einer spiraligen Röhre und besteht die ganze Cirkulationsröhre aus Röhren von nur 1·5^m innerem, dagegen 3^m äusserem Durchmesser. Diese Hochdruckwasserheizung wurde zuerst von *Perkins* eingeführt.

Ursache der Cirkulation. Um für die Anordnung solcher Cirkulationsheizungen rationelle Regeln aufstellen zu können, muss man zuerst über die Ursache im Klaren sein, welche die Cirkulation hervorbringt und dauernd unterhält. Es muss ein motorischer Grund vorhanden sein, denn das Wasser erleidet insbesondere bei der Hochdruckwasserheizung an den Wänden der engen und ausgedehnten Röhren einen beträchtlichen, von der Geschwindigkeit der Cirkulation abhängigen Reibungswiderstand, der durch eine motorische Kraft überwunden werden muss. An Erklärungen hat es bisher nicht gefehlt, allein die bisher aufgestellten sind unrichtig.

Bereits *Perkins* war der Meinung, dass der Grund der Cirkulation in der Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes der aufsteigenden und niedersinkenden Wassersäule zu suchen sei, allein diese Ansicht ist unrichtig, denn die Wassermenge, dem Gewicht nach, welche in einer bestimmten Zeit, z. B. in jeder Sekunde, aufsteigt, ist eben so gross als jene, welche in der gleichen Zeit niedersinkt. Die Wirkung, welche die niedersinkende Säule entwickelt, ist daher eben so gross als jene, welche die aufsteigende Säule konsumirt, bleibt also kein Ueberschuss zur Ueberwindung des grossen Reibungswiderstandes übrig.

Wenn die Differenz der spezifischen Gewichte der Wassersäulen die Ursache der dauernden Cirkulation des Wassers wäre, müsste die Geschwindigkeit der Cirkulation wesentlich vom Vertikalabstand des höchsten Punktes der Cirkulation über den niedrigsten Punkt derselben abhängen, würde daher eine Cirkulationsheizung zur Erwärmung eines thurmartigen Raumes ganz anders anzuordnen sein, als eine Cirkulationsheizung zur Erwärmung eines horizontalen kanalartigen Raumes. Dies ist aber, wie die Erfahrung

gezeigt hat, nicht der Fall, es ist im Gegentheil erfahrungsgemäss, dass es auf die Art der Erstreckung des zu erwärmenden Raumes gar nicht ankommt, und dass nur allein wegen der Anheizung ein gewisser Höhenunterschied nothwendig ist.

Nach unserer Ansicht ist die Ursache der Cirkulation und der Ueberwindung des dabei vorkommenden starken Reibungswiderstandes in der Arbeit zu suchen, welche die Wärme des Ofens entwickelt, indem sie das in den Röhren enthaltene Wasser rasch ausdehnt. Denken wir uns eine Röhre *a b*, Tafel XVIII, Fig. 13, bei *c d* mit Schiesspulver, von *a* bis *b* mit schweren massiven und von *a* bis *c* mit leichten Hohlkugeln geladen. Wird das Pulver entzündet, so werden die schweren massiven Kugeln nach rechts, die leichten Hohlkugeln nach links aus der Röhre getrieben, allein der grösste Theil der Wirkungsgrösse, welche das Pulver während seiner Expansion entwickelt, geht in die leichten Kugeln über, und nur ein geringer Theil in die schweren, ja diese Wirkungsgrössen, welche die Kugeln aufnehmen, verhalten sich genau verkehrt wie die Massen derselben, ähnlich wie bei einer Geschützkugel und dem Geschützrohr. Dass dieses Beispiel zur Erklärung der Wassercirkulation deutlich ist, wird man wohl zugeben. An die Stelle des Pulvers tritt die ausdehnende Kraft der Wärme, welche im Ofen das Wasser erwärmt und ausdehnt. Die schweren und leichten Kugeln werden durch die kalte niedersinkende und durch die warme aufsteigende Wassersäule vertreten.

Einrichtung der Niederdruckheizungen. Bei dieser Heizmethode geschieht die Erwärmung des cirkulirenden Wassers nicht in Röhren, sondern in einem ganz mit Wasser gefüllten Gefäss, das wie ein gewöhnlicher Dampfkessel (cylindrisch mit halbkugelförmigen Enden) geformt und entweder in horizontaler Lage oder in vertikaler Stellung in einen Ofen eingesetzt und eingemauert wird Tafel XVIII, Fig. 14. Die Erwärmungsröhren sind aus Gusseisen, erhalten 6 bis 8^{cm} Durchmesser, beginnen an einem der höchsten Punkte des Kessels, durchziehen die zu erwärmenden Räume und treten zuletzt in einem der tiefsten Punkte der Kesselwand in den Kessel ein. Man kann je nach Umständen eine einzige oder mehrere Cirkulationen anbringen; meistens geschieht das letztere. Da die Temperatur des Wassers in den Wärmeröhren von dem Austrittspunkte *a* an bis an den Rückkehrpunkt *b* nach einem gewissen Gesetz abnimmt, so ist die Wärmemenge, welche ein Meter Röhrenstück *m* abgibt, abhängig von der Länge *a m* und nimmt in dieser Länge allmählig ab. Um aber dennoch wenigstens eine annähernd gleichmässige Erwärmung zu

bewirken, wird jederzeit ein Vorlauf $a c$ und ein Rücklauf $c b$ übereinandergelegt, in welchem Falle die Summe der Temperaturen eines Punktes m im Vorlauf und des daneben befindlichen Punktes m_1 des Rücklaufes nahezu constant ist. Diese Summe würde vollkommen constant sein, wenn eine ganz gleichförmige Abnahme der Temperatur in der Röhre stattfände, was nicht der Fall ist, indem die Temperaturabnahme nach einem Exponentialgesetz erfolgt.

Diese Niederdruckheizungen werden vorzugsweise zur Erwärmung der Pflanzenhäuser gebraucht, und sind zu diesem Behufe sehr geeignet. Sie geben eine gleichförmige, mässige Erwärmung, können ohne Schwierigkeit dicht hergestellt und unterhalten werden, gewähren eine günstige Verwendung des Brennstoffes, haben aber insbesondere die für Treibhäuser sehr wesentliche Eigenschaft, dass sie wegen der grossen in den Röhren enthaltenen Wassermenge sehr lange nachwärmen, nachdem die Heizung des Kessels aufgehört hat. Wenn mit der Heizung Morgens um 5 Uhr begonnen und bis Abends 10 Uhr fortgesetzt wird, bleibt es die Nacht hindurch hinreichend warm.

Tafel XIX., Fig. 1 u. 2 zeigt die Einrichtung einer Niederdruckheizung eines Pflanzenhauses.

a ist der Dampfkessel, von demselben gehen vier Cirkulationen b_1, b_2, b_3, b_4 aus. Dieselben sind in gemauerte Kanäle gelegt, welche sich unter den Platten befinden, auf welche die Pflanzentöpfe gestellt werden.

Diese Wassercirkulationsheizung kann auch zuweilen zur Luft-erwärmung benutzt werden. Tafel XIX., Fig. 3 zeigt ein Wassercirkulationscalorifer. a ist der Dampfkessel, b eine gemauerte Kammer, in welche bei c reine atmosphärische Luft eintritt, und nachdem sie erwärmt worden ist, durch die Oeffnung a nach einem Kanal entweicht, der sie nach ihrem Bestimmungsort leitet. In der Kammer sind die Cirkulationsröhren aufgestellt. Die Cirkulation erfolgt nach abwärts, die Luftströmung nach aufwärts, der Apparat ist daher ein Gegenstromapparat.

Diese Cirkulationsheizung kann auch zur Erwärmung von Wohngebäuden gebraucht werden. Tafel XIX., Fig. 4 zeigt eine solche Heizung. a ist der Dampfkessel, b_1, b_2, b_3 sind mit Wasser gefüllte Blechgefässe (Oefen), das Wasser geht durch die Röhren $c c$ in die Höhe und durch die Röhren $a a$ in den Kessel zurück.

Man kann auch Dampf- und Wasserheizungen combiniren. Diese Heizmethode ist in mehreren Krankenhäusern in Paris ausgeführt worden, die Einrichtung ist im Wesentlichen folgende. In jedem Stockwerk jedes Flügels des grossen Gebäudes ist ein Wasser-

cirkulationsapparat aufgestellt, der aus einem Kessel *a* und aus den Cirkulationsröhren *b c* besteht, Fig. 5. Dieser Kessel wird aber nicht direkt geheizt, sondern es ist zu diesem Behufe im Kellerraum ein Dampfkessel aufgestellt, der mit einer den Kessel durchziehenden Dampfzirkulationsröhre versehen ist. Der Dampf steigt durch *e* auf, geht durch eine in dem Kessel angebrachte Spirale, erwärmt dadurch das Wasser, setzt es in *b* und *c* in Cirkulation, wird aber durch die Wärmeabgabe condensirt, und das Condensationswasser fließt durch *f* in den Kessel zurück.

Diese Beispiele werden genügen, um die Anwendbarkeit dieser Niederdruckwasserheizung zu erkennen.

Heizfläche des Kessels und Oberfläche der Wärmeröhren für Niederdruckwasserheizungen.

Nennen wir:

W die Wärmemenge, welche stündlich zur Erwärmung des Raumes nothwendig ist,

*T*₀ die Temperatur der Verbrennungsgase unmittelbar über dem Rost des Dampfkessels,

*T*₁ die Temperatur, mit welcher die Verbrennungsgase den Kessel verlassen,

*t*₀ die Temperatur, mit welcher das Cirkulationswasser in den Kessel eintritt,

*t*₁ die Temperatur, mit welcher das Cirkulationswasser den Kessel verläßt,

A die Temperatur, welche in dem zu erwärmenden Raum eintreten soll,

F die Heizfläche des Kessels,

f die Oberfläche der Wärmeröhren,

k = 23 den Wärmedurchgangskoeffizienten.

Sowohl der Vorgang der Wärmeübertragung an das Wasser, als auch jener der Erwärmung der Luft ist demjenigen analog, der bei einem sogenannten Kesselapparat statt findet; wir erhalten daher:

$$F = \frac{W}{k} \frac{\log_{\text{nat}} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_1}}{T_0 - t_1}$$

$$f = \frac{W}{k} \frac{\log_{\text{nat}} \frac{t_1 - A}{t_0 - A}}{t_1 - t_0}$$

In der Regel darf man für Niederdruckcirkulationen setzen:

$$T_0 = 1000, \quad T_1 = 300, \quad t_0 = 40, \quad t_1 = 80, \quad A = 14^\circ$$

und dann findet man:

$$F = \frac{W}{11500}, \quad f = \frac{W}{1000}$$

Es sei für ein Pflanzenhaus eine solche Heizung einzurichten:

Länge des Pflanzenhauses	100 ^m
Breite	10 ^m
Fläche des Bodens, der schiefen Decke, der Rückwand und der Erdfäche, zusammen	2840 ^{qm}
Glasfläche	800 ^{qm}
Temperaturdifferenz	+30°
Kontinuierliche Heizung, keine künstliche Ventilation.	
Mauerdicke (Bruchstein)	0.6 ^m

Wir dürfen die Wärmeverluste durch den Boden und die Decke so hoch anschlagen, als durch die Rückwand, dann haben wir Wärmeverluste durch Boden, Decke, Rückwand, Erdfäche:

$$30 \times 2840 \times 1.16 \dots \dots \dots = 98832$$

Wärmeverlust durch die Glasfläche:

$$30 \times 800 \times 3.66 \dots \dots \dots = 87840$$

$$\text{Summe der Verluste} \dots \dots \dots W = 186672$$

Wir erhalten daher:

$$F = \frac{186672}{11500} = 16.2\text{qm}, \quad f = \frac{186672}{1000} = 187\text{qm}$$

Nehmen wir vier Cirkulationen an, jede zu $2 \times 100 = 200\text{m}$ Länge, so wird der Durchmesser der Röhren:

$$4 d \pi 200 = 187, \quad d = 0.072\text{m}$$

Einrichtung der Hochdruckwassercirkulations-Heizungen. Eine solche Heizung besteht aus folgenden Theilen: 1) dem Spiralofen, welcher die Röhrenwindung enthält, die die Wärme der Verbrennungsgase aufzunehmen hat; 2) dem System der Wärme- oder Cirkulationsröhren, die die aufgenommene Wärme an den zu erwärmenden Raum abzugeben haben; 3) einem Sicherheits- und Nachfüllungsapparat, durch welchen die Röhren stets mit Wasser gefüllt werden, der aber auch ein Bersten der Röhren zu verhüten hat. Diese Bestandtheile der ganzen Einrichtung haben wir nun zu erklären.

Der Spiralofen wird aus feuerfesten Backsteinen aufgemauert und enthält zwei Kammern, die erste enthält den Rost und Feuerherd, die zweite ist zur Aufnahme der Spirale bestimmt. Die Cirkulation der Verbrennungsgase soll so geleitet werden, dass die

Bewegungsrichtung der Verbrennungsgase längs der Spirale jener des Wassers in der Spirale entgegengesetzt ist, so dass also ein Gegenstromapparat entsteht. Dies ist hier sehr wesentlich, indem das Wasser sehr stark erhitzt werden soll. Tafel XIX., Fig. 6 und 7 zeigt einen Spiralofen mit einer Spirale, Fig. 8 und 9 ist ein Spiralofen mit zwei in einander gewundenen Spiralen. Die Zeichnungen sind so klar, dass sie wohl keiner Erklärung bedürfen.

Das System der Wärmeröhren besteht gewöhnlich aus zwei Theilen. Ein Theil der Wärmeröhren wird gewöhnlich in kleinen im Boden angebrachten Kanälen längs den Umfassungsmauern der zu erwärmenden Räume hingeleitet. Diese Kanäle werden durch eiserne Gitterplatten gedeckt. Tafel XIX., Fig. 10 zeigt einen solchen Kanal mit Röhren. Ein anderer Theil der Röhren wird spiralig zusammengewunden und mit einem Gehäuse aus Eisenblech oder aus dünnen Gussplatten umgeben. Das Ganze bildet einen Wärmeofen, durch welchen in dem zu erwärmenden Raum so zu sagen ein Wärmecentrum entsteht, das reichlich Wärme liefert. Die Wärmeröhren der allgemeinen Cirkulation gehen nach dem Ofen, durchlaufen denselben und setzen dann ihren Weg weiter fort in andere Räume, welche ebenfalls Umlaufröhren und derlei Cirkulationsöfen erhalten können. Gewöhnlich richtet man diese Cirkulationsöfen in der Weise ein, dass man das Wasser durch dieselben cirkuliren oder neben vorbei leiten kann. Diese Öfen sind in den Figuren 11 bis 14 dargestellt. Fig. 11 und 12 ist ein Ofen mit nur einer Cirkulation, bei *a* tritt die Röhre ein, bei *b* tritt sie aus, bei *c* ist ein Zweiweghahn, der so gestellt werden kann, dass das Wasser durch alle Windungen gehen muss und zuletzt bei *b* austritt oder dass es bloß die Krümmung *a c d b* durchläuft. Fig. 13 und 14 ist ein Ofen mit zwei Windungen, jede derselben ist mit einem Zweiweghahn versehen. Fig. 15 zeigt die Einrichtung eines solchen Hahnes.

Der Apparat zur Versicherung gegen das Zerspringen der Röhren und zur Nachfüllung ist in Tafel XIX., Fig. 16 dargestellt. Derselbe wird über dem höchsten Punkt der Cirkulation aufgestellt. *a* ist ein Wassergefäß, *b* ist ein Rohr, das von dem höchsten Punkt der Cirkulation nach dem Wassergefäß geht, *c* ist ein Cylinder, in welchen ein unten kegelförmiger Stab gesteckt ist. Dieser Kegel dient als Ventil, er verschliesst die Mündung von *b*, *e* ist eine Belastung, die sich nach dem grössten Druck richtet, der in der Cirkulation eintreten darf, bei *d*, unmittelbar oberhalb des Kegelventils ist in der Wand von *c* eine Oeffnung, durch welche das Wasser aus *b* in das Gefäß *a* tritt, wenn der Druck den gestatteten Maxi-

maldruck überschreitet und in Folge dessen das belastete Ventil gehoben wird, *f* ist ein kleines Ventilgehäuse, es enthält ein nach aufwärts sich öffnendes konisches Ventil. Der Raum oberhalb des Ventils kommuniziert mittelst des Röhrenstückes *g* mit *b*, der Raum unterhalb dieses Ventiles kommuniziert durch das krumme Röhrenstück *h* mit dem Wasserkasten. Wird stark geheizt, so dehnt sich das Wasser in der ganzen Cirkulation gewaltig aus und wenn der zulässige Maximaldruck überschritten ist, wird das Gewicht *e* gehoben und fliesst das Wasser durch die Oeffnung *d* in das Gefäss *a*. Wird der Druck schwach oder hört er ganz auf, so wird das Ventil in *c* geschlossen und wenn der obere Theil der Röhre *b* kein Wasser enthält, fliesst das Wasser des Gefässes *a* durch *h f g* nach *b*.

Die Cirkulationsröhren sind aus Schmiedeeisen geschweisst. Der innere Durchmesser beträgt nur 1.25^{cm}, der äussere 2.5^{cm}, die Metalldicke 0.62^{cm}. Diese Röhren vermögen im kalten Zustand einem Druck von 200 Atmosphären zu widerstehen. Die im Spiralofen liegenden Röhren werden wenigstens aussen rothglühend, wodurch ihre Festigkeit sehr abnimmt. Die Verbindung der Röhren geschieht durch Verschraubungen und ist bereits in dem ersten Band, Seite 246, erklärt worden. Um die verschiedenen Windungen, Winkel, Ecken etc. der Cirkulation zu bilden, sind verschiedenartig geformte Verbindungsstücke nothwendig. Winkelstücke Tafel XIX., Fig. 17 und 18, Hufeisenstücke Fig. 19, T Stücke Fig. 20, Kreuzstücke Fig. 21. Die Anfertigung dieser Röhren ist ein besonderer Fabrikationszweig, denn es sind sehr verschiedene ganz spezifische Maschinen und Ofeneinrichtungen nothwendig, um alle dabei vorkommenden Prozeduren gut und mit mässigen Kosten durchzuführen. Die Fabrik von Herrn *Haak* in Augsburg befasst sich mit der Herstellung von solchen Wasserheizungen und ist mit allen zur Anfertigung der Röhren nothwendigen Maschinen, Oefen und Einrichtungen wohl ausgerüstet.

Vorausgesetzt, dass eine solche Wasserheizung ganz gut, solide und vollkommen dicht hergestellt wird, gewährt dieselbe mancherlei Vortheile. Insbesondere kann man jede beliebige dem Zweck des Gebäudes entsprechende Wärmevertheilung bewirken, man braucht nur in jedem besonderen Raum des Gebäudes so viel Röhren anzubringen, als erforderlich sind, damit in diesem Raum die vorgeschriebene Temperatur eintritt.

Soll die Temperatur eines bestimmten Raumes des Gebäudes je nach Umständen höher oder tiefer gehalten werden, so bringt man in demselben zunächst eine Umlaufcirkulation an, die das Mi-

nimum der Erwärmung gibt, die in dem Raum eintreten darf und stellt noch einen Wärmeofen auf, in dem man so viel Röhren anbringt, dass das verlangte Maximum der Temperatur eintritt, wenn man das Wasser sowohl durch den Umlauf als auch durch den Ofen cirkuliren lässt.

Der allgemeinen Anwendung dieser Wasserheizung stehen vorzugsweise die Kosten der Anschaffung im Wege. Man darf rechnen, dass eine solche Heizung wegen jedes schuhlangen Röhrenstückes einen Gulden kostet, und kann hiernach erkennen, dass es eine sehr kostspielige Einrichtung ist. Hinsichtlich des Brennstoffaufwandes kann diese Heizung unmöglich günstig sein, denn die Röhren der Ofenspirale sind fast ganz glühend, die Verbrennungsgase der Feuerung entweichen daher mit einer sehr hohen Temperatur in das Kamin.

Von besonderer praktischer Wichtigkeit ist die Beantwortung der Frage, wie lang möglicher Weise eine einzelne Cirkulation sein darf. Es scheint, dass diese Länge sehr gross sein kann, weil die Röhren eine ungemein grosse Festigkeit gewähren. Wenn es die Längenausdehnung der Lokalität erfordert, darf man der Cirkulation eine Länge von 500^m geben, allein wenn es die Lokalität gestattet, ist es gewiss immer rätlicher, die Länge der einzelnen Cirkulation nicht so gross zu machen, und die erforderliche Grösse der Erwärmungsfläche durch zwei, drei oder durch noch mehr Cirkulationen hervorzubringen. Für Lokalitäten von ungemein grosser Horizontalausdehnung wird man veranlasst, mehrere vollständige Einrichtungen getrennt von einander aufzustellen.

Bestimmung der Länge der Cirkulationsröhren. Vorausgesetzt, dass der Spiralofen so eingerichtet wird, dass die Bewegungsrichtung der Verbrennungsgase jener des Wassers in der Spirale entgegengesetzt ist, kann man den Spiralofen als einen Gegenstromapparat ansehen. Das System der Wärmeabgaberöhren muss aber als ein Kesselapparat betrachtet werden.

Nennt man:

- w die Wärmemenge, welche stündlich zur vollständigen Heizung des ganzen Gebäudes nothwendig ist,
- T_0 die Temperatur der Verbrennungsgase unmittelbar über dem Rost,
- T_1 die Temperatur, mit welcher die Verbrennungsgase den Spiralofen verlassen,
- t_0 die Temperatur, mit welcher das cirkulirende Wasser in die Spirale eintritt,

t_1 die Temperatur, mit welcher das Wasser die Spiralröhren verlässt und in die Wärmeröhren eintritt,

A die Temperatur, welche in dem zu erwärmenden Raum eintreten soll,

F die innere Fläche der Spirale, L die Länge,

f die innere Fläche der Wärmeröhren, l die Länge,

$k = 23$ den Wärmedurchgangskoeffizienten, so hat man nach Seite 352:

$$F = \frac{W}{k} \frac{\log_{\text{nat}} \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0}}{T_0 - T_1 - (t_1 - t_0)}$$

$$f = \frac{W}{k} \frac{\log_{\text{nat}} \frac{t_1 - A}{t_0 - A}}{t_1 - t_0}$$

In der Regel darf man für eine Hochdruckwasserheizung setzen:

$$T_0 = 1000, \quad T_1 = 300, \quad t_0 = 50, \quad t_1 = 150, \quad A = 14$$

und dann wird:

$$F = \frac{W}{11300}, \quad f = \frac{W}{1720}, \quad f = 7 F$$

Der innere Durchmesser der Röhren ist 0.0125 , der äussere 0.025^m , es ist demnach $F = 0.0125 \times 3.142 \times L$, $f = 0.0125 \times 3.142 \times l$, und es wird:

$$L = \frac{W}{425}, \quad l = \frac{W}{65} \text{ Meter.}$$

Um die Röhrenlänge zu bestimmen, welche erforderlich ist, um irgend einen speziellen Raum des Gebäudes bis zu einem vorgeschriebenen Grad zu erwärmen, genügt es, wenn man die Rechnung in der Voraussetzung macht, dass in der ganzen Ausdehnung des Röhrenstückes, das diesen Raum zu erwärmen hat, die mittlere Temperatur $\frac{1}{2}(t_0 + t_1)$ statt findet.

Nennt man: W_1 die Wärmemenge, welche für die Heizung dieses speziellen Raumes nothwendig ist, f_1 die innere Fläche der zur Erwärmung des Raumes nothwendigen Wärmeröhren, A_1 die Temperatur, welche in dem Raum eintreten soll, so hat man:

$$k \left[\frac{1}{2} (t_0 + t_1) - A_1 \right] f_1 = W_1$$

$$f_1 = \frac{W_1}{k \left[\frac{1}{2} (t_0 + t_1) - A_1 \right]}$$

Für $k = 25$, $t_0 = 50^\circ$, $t_1 = 150^\circ$, $A_1 = 14^\circ$ wird:

$$f_1 = \frac{W_1}{1978}, \quad l_1 = \frac{W_1}{78}$$

was nahe mit obigem Werth von f harmonirt.

Einrichtung einer Wasserheizung für einen Bahnhof. Wir wollen als Beispiel eine Hochdruckwasserheizung für einen kleineren Bahnhof berechnen und anordnen.

Tafel XIX., Fig. 22. A Wartsaal I. und II. Klasse, B Stiegenhaus, C Gepäckbureau, D Billetbureau, E Dienerzimmer, F Wartsaal III. Klasse. Im oberen Stockwerk ist die Wohnung des Bahnhofdirektors und wird durch Oefen geheizt. Man darf aber annehmen, dass in der Regel nur das Wohnzimmer geheizt ist, dass also durch die Decken des unteren Stockwerkes Wärme verloren geht. B wird nicht geheizt. Die Fläche eines Fensters beträgt 3^m , die Höhe der Säle 4.5^m . Man findet:

Lokalität	Abkühlungsflächen			
	Boden	Decke	Wände	Fenster
A	80	80	141	21
C	25	25	29	3
E	25	25	29	3
D	49	49	51	12
F	80	80	141	21

Die Wärmeverluste berechnen wir unter folgenden Voraussetzungen: 1) Temperaturdifferenz innerhalb und ausserhalb des Gebäudes 25° ; 2) Heizung nur bei Tag, demnach Coefficient wegen unterbrochener Heizung gleich 1.2; 3) Werthe von k für Boden und Decke $k = 0.225$, für Wände 1.16, für die Fenster 3.66; 4) Länge der Spirale $\frac{W}{425}$; 5) Länge einer Wärmeröhre $\frac{W}{65}$.

Man findet die in nachstehender Tabelle enthaltenen Resultate:

Lokalität	Wärme- verluste	Länge der Wärmeröhren
A	8043	124
C	1625	25
E	1625	25
D	3663	57
F	8043	124
Summe	22999	355

Für die Disposition der Heizung ergibt sich nun Folgendes: Länge der Spirale $\frac{22999}{425} = 54^m$, Totallänge aller Wärmeröhren 355^m . Zwei Umfänge der Lokalitäten A und F haben eine Länge von 72^m ; jede dieser Lokalitäten kann also hinreichend geheizt werden, entweder indem man den Röhrenstrang (Vor- und Rücklauf) zwei mal am Umfang herumleitet oder indem man den Röhrenstrang nur einmal herumleitet und den Rest von $124 - 72 = 52^m$ in einem Wärmeofen anbringt. Die Lokalitäten C und E haben 21^m Umfang, ein einfacher Umlaufstrang ist also zur Heizung derselben mehr als genügend. Die Lokalität D hat 28^m Umfang, ein einfacher Umlaufstrang ist also auch hier genügend.

Der Spiralofer, Fig. 22, befindet sich im Keller unter a. Der Strang tritt bei α in A ein, geht herum, dann durch den Wärmeofen a, hierauf durch den kleinen Wärmeofen bei c, dann um die Lokalität D herum oder auch noch durch die Mitte d, wodurch diese Leitung etwas länger ausfällt, als sie nach der Rechnung sein müsste, was aber nicht zu tadeln ist, indem insbesondere das Billetbureau gut geheizt werden soll. Aus D geht der Strang nach dem Ofen e und dann in den Ofen f, endlich um F herum und endigt bei ζ .

Da die ganze Cirkulation, Spirale und Wärmeröhren, nahe 400 Meter lang ist und jeder Meter zu 3 Gulden in Anschlag gebracht werden kann, so betragen die Kosten der Einrichtung circa 1200 Gulden, was gewiss nicht billig ist.