

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Luftheizung und künstliche Ventilation

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

Beantwortung der Frage beschäftigt, welche Ventilationsweise (ob die mit Zugkaminen oder jene mit Windflügeln) unter gegebenen Umständen den Vorzug verdiene. Die zur Beantwortung dieser Frage angestellten umfassenden experimentalen Studien haben in einer unwiderlegbaren Weise dargethan, dass durch die Lufterwärmung in Zugkaminen unter allen Umständen eine hinreichend energische und gleichförmige Ventilation erzielt werden kann, dass dagegen die ventilirende Wirkung der Windflügel in den meisten Fällen weder hinreichend energisch noch hinreichend gleichförmig sei.

Nach diesen Erfahrungen wird man gezwungen, die Windflügelventilation ganz zu verwerfen, dagegen die Ventilation durch Lufterwärmung in Zugkaminen unter allen Umständen zu empfehlen. Wir unterlassen daher hier, eine Theorie der Windflügelventilationen aufzustellen, um so viel mehr, da in der Folge, wenn überhaupt die Gebläse zu behandeln sind, eine Theorie der Ventilatoren entwickelt werden muss.

Luftheizung und künstliche Ventilation.

Allgemeine Einrichtung. Eine Luftheizung mit gleichzeitiger künstlicher Ventilation ist eine Einrichtung, bei welcher zuerst reine kalte atmosphärische Luft in einem ausserhalb der zu erwärmenden Räume aufgestellten Calorifer erwärmt, hierauf im warmen Zustand durch Kanäle in die zu erwärmenden Räume geleitet wird. Dasselbst verliert sie an den Wänden und Fensterflächen einen Theil ihrer Wärme und wird durch verschiedene Vorgänge verunreinigt, zuletzt aber durch den künstlichen Ventilationsapparat aus den erwärmten Räumen weggeleitet. Die Luftmenge, welche in dem Calorifer erwärmt werden muss, ist gleich derjenigen, welche stündlich in die Räume zu- und abgeleitet werden muss, damit im Beharrungszustand die in den Räumen enthaltene Luft nur bis zu einem gewissen Grade verunreinigt ist. Die Wärmemenge, welche der Calorifer stündlich der kalten reinen Luft mitzutheilen hat, ist gleich derjenigen, welche durch Abkühlen an den Wänden und Fensterflächen stündlich verloren geht, mehr noch derjenigen Wärmemenge, die in der unreinen Luft enthalten ist, welche stündlich aus den Räumen wegzuleiten ist. Eine gute Einrichtung muss aber von der Art sein, dass die Luftzuführung von der Wärmezuführung ganz unabhängig ist, so dass also die cirkulirende Luftmenge innerhalb gewisser Grenzen beliebig geändert werden kann, ohne dass eine Temperaturänderung in der cirkulirenden Luft eintritt, und

dass auch die Temperatur der Luft geändert werden kann, ohne Aenderung des durchströmenden Luftquantums. Diese Unabhängigkeit der Heizung von der Ventilation ist aus verschiedenen Gründen, insbesondere aber schon deshalb nothwendig, weil die den Räumen zuzuleitende Wärmemenge mit der Jahreszeit veränderlich ist, während zur Erhaltung eines leidlichen Luftzustandes in den Räumen im Winter und Sommer gleich viel Luftzuführung nothwendig ist. Die Einrichtung muss also insbesondere so sein, dass im Sommer gar keine Wärme, sondern nur reine kalte Luft durch die Räume geleitet wird.

Eine solche Heizung und Ventilationseinrichtung besteht aus folgenden Theilen: 1) einem Zugkamin, das die Verbrennungsgase und die unreine Luft ableitet, aber auch die Cirkulation der Luft bewirkt; 2) einem Calorifer, in welchem die stündlich für die Ventilation erforderliche Luftmenge so stark erhitzt wird, dass sie eine Wärmemenge enthält, welche gleich ist derjenigen, die durch Abkühlung an den Wänden und Fensterflächen verloren geht, mehr noch derjenigen, die in der unreinen Luft enthalten ist, welche stündlich aus den Räumen weggeleitet wird; 3) einem Kanalsystem, durch welches die im Calorifer erwärmte reine Luft nach den Räumen des Gebäudes geleitet wird; 4) einem zweiten Kanalsystem, durch welches die in den Räumen unrein gewordene Luft direkt oder indirekt in das Zugkamin geleitet wird; 5) einem gewöhnlichen Feuerherd, der nur Verbrennungsgase zu liefern hat, die in das Zugkamin geleitet werden, um in Verbindung mit den Verbrennungsgasen des Calorifers die hinreichende Erwärmung der Luft im Kamin zu bewirken. Die Feuerungen des Calorifers und des Feuerherdes können je nach Umständen durch reine Luft genährt werden oder durch die aus den Räumen abgeleitete unreine Luft. Zur Versinnlichung dieser Einrichtung mögen folgende ideale Figuren dienen. Tafel XXI., Fig. 11 bezieht sich auf den Fall, wenn die Feuerungen des Calorifers und des Feuerherdes durch reine Luft unterhalten werden. Fig. 12 stellt die Einrichtung dar, wenn die Feuerungen des Calorifers und des Feuerherdes durch die aus den Räumen abgeleitete unreine Luft genährt werden. Fig. 11. C der Calorifer, H der Feuerherd, R das Kanalsystem für die reine erwärmte Luft, U das Kanalsystem für die abgekühlte unreine Luft, G die zu erwärmenden und zu ventilirenden Räume, K das Kamin. Die reine kalte Luft tritt bei a in den Calorifer c ein, entweicht im erwärmten Zustande bei b, gelangt durch das Kanalsystem R in die Räume G des Gebäudes, entweicht aus denselben und gelangt durch das Kanalsystem U bei e direkt in das Kamin. Die reine

Luft, welche die Verbrennung in C unterhält, tritt bei *a* in denselben ein, die Verbrennungsgase gelangen durch den Kanal *e* in das Kamin. Die reine Luft, welche die Verbrennung im Feuerherd H unterhält, tritt bei *f* in den Feuerherd ein; die Verbrennungsgase entweichen durch den Kanal *g* nach dem Kamin. Soll die Cirkulation verstärkt werden ohne Temperaturerhöhung in G, so muss in C und H stärker geheizt werden. Soll die Temperatur in G erhöht werden ohne Aenderung der Cirkulation, so wird in C stärker geheizt. Soll nur ventilirt aber nicht geheizt werden (im Sommer), so wird C nicht geheizt, werden die Kanäle *e* und *b* geschlossen und lässt man bei *m* reine kalte Luft in das Röhrensystem R eintreten.

Tafel XXI., Fig. 12. C, R, G, U, H haben die Bedeutung wie in Fig. 11. Die Cirkulation der reinen Luft ist wie im vorhergehenden Falle. Der aus G durch U entweichende Strom von unreiner Luft theilt sich bei *h* in drei Ströme e_1, e_2, e_3 . Ein Theil dieser unreinen Luft geht direkt durch e_1 in das Kamin; ein anderer Theil geht durch e_2 in den Feuerherd, unterhält daselbst die Verbrennung und die Verbrennungsgase entweichen durch *g* in das Kamin K. Ein dritter Theil geht durch e_3 nach dem Feuerherd des Calorifers, bewirkt die Verbrennung und die Verbrennungsgase entweichen durch *e* in das Kamin K. Auch hier hat man die Erwärmung und die Ventilation von G ganz in seiner Gewalt, wenn man die eine oder die andere oder beide Heizungen verstärkt oder schwächt. Wenn G nicht gewärmt, sondern nur ventilirt werden soll, wird die Heizung in C aufgehoben, werden die Kanäle e_2, e_3 geschlossen und lässt man bei *m* kalte reine Luft direkt in R eintreten.

Es muss hervorgehoben werden, dass die Kanäle R und U in solchen Mauern angebracht werden sollen, welche Räume von einander trennen, die beide erwärmt werden sollen, indem dann keine Wärme verloren geht.

Das Kanalsystem R wird am zweckmässigsten in der Weise angelegt, wie durch Tafel XXI., Fig. 13 angedeutet ist. N ist ein bei *b* beginnender, in einer Scheidewand angebrachter vertikaler Kanal, durch welchen die reine warme Luft aufsteigt, n_1, n_2, n_3, \dots sind horizontale Kanäle, die in N einmünden und in der Höhe der Böden der einzelnen Stockwerke in Scheidewänden hinziehen, $o_1, o_1, \dots, o_2, o_2, \dots, o_3, o_3, \dots$ sind kleine Kanäle, welche aus den Kanälen n_1, n_2, \dots in die zu erwärmenden Räume führen, und zwar in geringer Höhe über dem Fussboden. Die Einmündungen dieser Kanäle sind mit Schieberregister versehen, so dass man mehr oder

weniger Luft in die Räume eintreten lassen und auch den Luftzutritt ganz aufheben kann.

Aehnlich wird auch das Kanalsystem U für die Ableitung der unreinen kalten Luft eingerichtet. Die Ausströmungsöffnungen bringt man am besten den Einströmungsöffnungen gegenüber an, und zwar in der Höhe der Zimmerdecken. Auf diese Weise kann eine sehr gleichförmige Vertheilung der erwärmten Luft selbst in einem sehr ausgedehnten Raum bewirkt werden.

Bestimmung der Dimensionen. Es müssen nun die Dimensionen der einzelnen Apparate und die Brennstoffmengen bestimmt werden, die in C und H zu verbrennen sind, damit ein Beharrungszustand eintritt, der die vorgeschriebenen Eigenschaften besitzt.

Um die Bedeutung verschiedener bei der Rechnung vorkommender Grössen leicht zu erkennen, sind in der Tafel XXI., Fig. 14 die Temperaturen, Luftmengen etc. angedeutet. Es sei für die Anordnung Fig. 12, bei welcher die Verbrennungen in C und H mit unreiner Luft unterhalten werden:

- w die totale Wärmemenge, welche stündlich zur Heizung und Ventilation des Gebäudes nothwendig ist. Diese ist also gleich der Wärmemenge, die durch die Mauern, Decken, Böden und Fensterflächen des Gebäudes verloren geht, mehr die Wärmemenge, welche in der unreinen Luft enthalten ist, die aus dem Gebäude abgeleitet wird;
- w , die Wärmemenge, welche stündlich durch die Mauern, Decken, Böden und Fenster verloren geht;
- L die Luftmenge in Kilogrammen, welche stündlich im erwärmten Zustand durch das Kanalsystem R nach dem Raum G strömt und im abgekühlten und verunreinigten Zustand aus G durch U entweicht;
- t die äussere Temperatur der atmosphärischen Luft;
- t_2 die Temperatur der Luft in R , d. h. die Temperatur, bis zu welcher die Luft L im Calorifer erhitzt werden muss;
- B_2 die Brennstoffmenge, welche stündlich auf dem Herd des Calorifers C verbrannt werden muss;
- l_1 die Luftmenge, welche im Calorifer die Verbrennung des Brennstoffs B_2 bewirkt;
- t_1 die Temperatur, mit welcher die Luftmenge l_1 aus dem Calorifer nach dem Kamin entweicht;
- ϑ die Heizkraft von einem Kilogramm Brennstoff;
- F die Heizfläche des Calorifers, den wir als einen Gegenstromapparat annehmen wollen;

- B_4 die Brennstoffmenge, welche stündlich in dem Heizapparat H verbrannt wird;
- l_4 die Luftmenge in Kilogrammen, welche stündlich auf dem Rost von H die Verbrennung von B_4 bewirkt,
- t_4 die Temperatur, mit welcher die Verbrennungsgase aus H nach dem Kamin entweichen;
- t_1 die Temperatur, welche im Beharrungszustand in den Räumen des Gebäudes eintreten soll oder die Temperatur, mit welcher die unreine Luft aus G durch U entweicht;
- T die Temperatur der Luft im Kamin;
- λ das Verhältniss zwischen der Luftmenge in Kilogrammen, welche die Verbrennungen in C und H bewirkt und der Brennstoffmengen, welche stündlich in C und H verbrannt werden;
- $c = 0.237$ die Wärmekapazität der Luft.

Von diesen Grössen sind folgende als bekannt anzunehmen:

$$c, L, W, t, t_3, t_1, \Phi, \lambda, W_1, T$$

zu suchen sind dagegen:

$$B_3, t_2, t_4, B_4, F$$

Diese fünf Grössen werden auf folgende Weise bestimmt.

Die Wärmemenge W_1 ist die Differenz zwischen der in G eintretenden und aus G austretenden Wärmemenge; man hat daher:

$$W_1 = c L (t_3 - t_1)$$

Hieraus folgt:

$$t_3 = t_1 + \frac{W_1}{c L} \dots \dots \dots (1)$$

Die Wärmemenge $B_3 \Phi$, welche stündlich in C erzeugt wird, erhitzt die Luft l_3 von t_1 bis t_3 und die Luft L von t_1 bis t_2 ; man hat daher:

$$B_3 \Phi = c l_3 (t_3 - t_1) + L c (t_2 - t_1)$$

Es ist aber $l_3 = \lambda B_3$; führt man diesen Werth ein und sucht sodann B_3 , so findet man:

$$B_3 = \frac{L c (t_2 - t_1)}{\Phi - \lambda c (t_3 - t_1)} \dots \dots \dots (2)$$

Die Wärme, welche stündlich in H durch Verbrennung von B_4 Kilogramm Brennstoff erzielt wird, erwärmt die Luftmenge $l_4 = \lambda B_4$ von t_1 bis t_4 ; man hat demnach:

$$\Phi B_4 = l_4 c (t_4 - t_1) = \lambda B_4 c (t_4 - t_1)$$

Hieraus folgt:

$$t_4 = t_1 + \frac{\Phi}{\lambda c} \dots \dots \dots (3)$$

Die Wärmemenge $B_3 \phi + B_4 \phi$, welche stündlich in den beiden Feuerungen von C und H entwickelt wird, entweicht durch die Mauern, Decken, Böden, Fenster und durch das Kamin; man hat daher:

$$B_3 \phi + B_4 \phi = W_1 + L c (T - t) = W$$

Hieraus folgt:

$$B_1 = \frac{W_1 + L c (T - t)}{\phi} - B_3 \dots \dots \dots (4)$$

Da wir annehmen, dass der Calorifer ein Gegenstromapparat ist, so hat man Folgendes:

Die Wärmemenge, welche stündlich an die in C zu erwärmende Luft abgegeben wird, ist $L c (t_2 - t)$ oder wenn man für t_2 seinen Werth aus (1) einführt,

$$L c (t_2 - t) = L c \left(t_1 + \frac{W_1}{L c} - t \right) = W_1 + L c (t_1 - t)$$

Nennt man T_0 die Temperatur der Verbrennungsgase unmittelbar über dem Rost von C, so erhält man die Heizfläche des Calorifers, wenn wir für den Ausdruck von F_g , Seite 215 der Resultate für den Maschinenbau, setzen

statt:	W	...	W ₁ + L c (t ₁ - t)
"	T ₀	...	T ₀
"	T ₁	...	t ₂
"	t ₀	...	t
"	t ₁	...	t ₂

Es ist demnach:

$$F = \frac{W_1 + L c (t_1 - t)}{k} \frac{\log_{\text{nat}} \frac{T_0 - t_2}{t_2 - t}}{T_0 - t_2 - (t_2 - t)} \dots \dots \dots (5)$$

und dabei ist $k=14$ zu setzen.

Hiermit sind nun alle unbekanntenen Grössen bestimmt.

Heizung und Ventilation eines Krankenhauses. Wir wollen die gewonnenen Resultate auf die Einrichtung eines Krankenhauses anwenden.

Tafel XXII., Fig. 1. Das Gebäude habe drei Stockwerke. Das untere Stockwerk enthalte Bureaus, Zimmer für die Krankenschwäger, Küche etc., aber keine Krankensäle. Die beiden oberen Stockwerke jedes 10 Krankensäle, jeder mit 12 Betten, ferner Zimmer für die Aerzte und das dienende Personal.

Alle Räume und selbst auch die Koridors sollen geheizt werden, damit beim Oeffnen der Thüren der Säle keine kalte Luft eintritt.

Die Wärmeverluste finden also statt durch die Umfangswände des Gebäudes und die Fenster, ferner durch den untersten Boden und durch die oberste Decke.

Länge des Gebäudes	89 ^m	
Tiefe " "	15 ^m	
Höhe bis an das Dachgesimse	14 ^m	
Doppel- { Höhe eines Fensters	2 ^m	
Fenster { Breite	1 ^m	
{ Anzahl	180	
Anzahl der Kranken	240	
Dienstpersonal	50	
Temperatur, welche im Innern überall herrschen soll, im Winter	+ 20°	
Temperatur, äussere, an kalten Tagen	- 10°	
Luftmenge, welche durch die Ventilation für jede einzelne Person geliefert werden soll, 120 ^{Kbm} oder stündlich	90 ^{Klg}	
Fläche eines Fensters	2 ^{qm}	
Fläche aller Fenster	360 ^{qm}	
Wärmeverlust $1.2 \times 2 \times 360 \times 30$	=	25920 Wärmeeinheiten
Fläche einer Decke 89×15	1335 ^{qm}	
Wärmeverlust durch die oberste Decke und durch den untersten Boden:		
$1.2 \times 2 \times 1335 \times 30 \times 0.225$	=	21627 "
Umfassungswände ohne Fenster gerechnet $2912 - 360$	2552 ^{qm}	
Wärmeverlust durch die Mauern:		
$1.2 \times 2552 \times 30 \times 1.36$	=	125048 "
Wärmeverluste durch Mauern, Decken, Böden, Fenster	$W_1 =$	172595 Wärmeeinheiten
Luftmenge für $240 + 50 = 290$ Menschen 290×90 , stündlich	$L =$	26100 ^{Klg}
Temperatur der Luft im Kamin $T =$	60°	
Wärmemenge um 26100 ^{Klg} Luft von -10° auf +60° zu erwärmen:		
$cL(T-t) = 0.237 \times 26100 \times 70$	433260	"
Vernachlässigen wir die Wärme- produktion durch die Menschen, so ist nun:		
die totale Wärmemenge, welche in beiden Heizungen zusammen stündlich produziert werden muss:		
$W = W_1 + cL(T-t)$	=	605593 "

Es ist:

$$t_1 = 20^\circ, W_1 = 172595, L = 26100, c = 0.237$$

demnach findet man: Gleichung (1)

$$t_2 = t_1 + \frac{W_1}{cL} = \dots \dots \dots 48^\circ$$

Setzen wir: $L = 26100, c = 0.237, t_2 = 48^\circ, t = -10^\circ, \Phi = 6000,$
 $t_3 = 150^\circ, t_1 = 20^\circ, \lambda = 18,$
 so findet man: Gleichung (2)

$$B_3 = \frac{L c (t_2 - t)}{\Phi - \lambda c (t_3 - t_1)} \dots \dots \dots 61 \text{ Kl}_k$$

Wegen $t_1 = 20^\circ, \Phi = 6000, \lambda = 18, c = 0.237$ wird: Gleichung (3)

$$t_4 = t_1 + \frac{\Phi}{\lambda c} \dots \dots \dots = 1420$$

Nun findet man ferner wegen $W_1 + L c (T - t) = 358106, \Phi = 6000,$
 $B_3 = 61:$

$$B_4 = \frac{W_1 + L c (T - t)}{\Phi} - B_3 \dots \dots \dots = 40 \text{ Kl}_k$$

Zur Berechnung von F, Gleichung (5) setzen wir:

$$W_1 = 172595, L = 26100, c = 0.237, k = 14, T_0 = 1420, t_2 = 48,$$

$$t_3 = 150^\circ, t = -10^\circ, t_1 = 20^\circ$$

und finden:

$$F = \frac{W_1 + L c (t_1 - t)}{k} \frac{\log \text{nat} \frac{T_0 - t_2}{t_3 - t}}{T_0 - t_3 - (t_2 - t)} \dots \dots = 42 \text{ qm}$$

Zur Berechnung des Kamins hat man in den Formeln (5) und (6), Seite 450, zu setzen:

$$m = 100, g = 9.81, H = 40, h = 14, \alpha = 0.00367, T = 60^\circ,$$

$$t = -10^\circ, t_1 = 20^\circ, L = 26100, \gamma_0 = 1.3$$

und dann findet man:

$$U = \sqrt{\frac{2g}{1+m} \left\{ H \frac{\alpha(T-t)}{1+\alpha t} - h \left[\frac{\alpha(T-t)}{1+\alpha t} - \frac{\alpha(T-t_1)}{1+\alpha t_1} \right] \right\}} = 1.33 \text{ m}$$

$$\Omega = \frac{L(1+\alpha T)}{3600 U \gamma_0} \dots \dots \dots = 5 \text{ qm}$$