



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# Heizung, Lüftung und Beleuchtung der Theater und sonstiger Versammlungssäle

**Fischer, Hermann**

**Darmstadt, 1894**

II. Wärme- und Feuchtigkeitsentwicklung durch den menschlichen Stoffwechsel.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77907](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77907)

## II.

## Wärme- und Feuchtigkeitsentwicklung durch den menschlichen Stoffwechsel.

Es bedarf keines Nachweises, daß der Mensch — je nach seiner Körperbeschaffenheit, seiner Ernährung, seiner Beschäftigung und seines Gemüthszustandes — verschiedene Mengen von Wärme und Wasserdampf abliefern. Deshalb dürfte es berechtigt sein, hier die Angaben verschiedener Beobachter zusammenzustellen.

*Péclot* giebt in der 1. Auflage seines schon genannten Werkes an, daß, nach Versuchen *Mausin's*, der Mensch stündlich 34,4 l Sauerstoff verbrauche, welche ganz zur Bildung von Kohlenfäure verwendet würden. Jene 34,4 l Sauerstoff wiegen 0,05 kg und würden, wenn zur Bildung von Kohlenfäure verbraucht, 152 Wärmeeinheiten (W.-E.) liefern. *Péclot* macht von dieser Zahl keinen Gebrauch.

*Reid* nimmt 316,8 l stündlichen Luftverbrauch an. Dies entspricht etwa dem Doppelten der Sauerstoffmenge, welche *Péclot* angiebt. Einen Gebrauch hat *Reid* von der Zahl nur in so fern gemacht, als er von derselben unmittelbar auf die erforderliche Lüftungsmenge schließt.

*Morin*<sup>12)</sup> führt folgende Werthe an:

a) *Thénard* habe nach den Versuchen von *Lavoisier* und *Laplace*, so wie von *Despretz* gefunden, daß der Mensch stündlich 119,13 W.-E. entwickle.

b) Nach neueren Versuchen ergebe sich, daß während 24 Stunden in der menschlichen Lunge verbrannt würden: 240 gr Kohlenstoff und 15 gr Wasserstoff, entsprechend 1940, bzw. 518 W.-E. Hiernach würden stündlich 102 W.-E. entwickelt.

c) Nach ganz neuen Versuchen betrage die stündliche Wärmeentwicklung für Männer und Frauen im Durchschnitt 104 W.-E.

*Morin* verwendet die erste Zahl zu einer Rechnung, welche ergibt, daß bei 38,7 cbm stündlichem Luftwechsel für eine Person die Zuluft 10 Grad kälter sein müsse, als die Abluft.

Mit besonderer Sorgfalt sind ausgedehnte Versuche von *Pettenkofer* und *Voit* durchgeführt<sup>13)</sup>. Nach denselben lieferte ein 70 kg schwerer Mann im Mittel stündlich:

	ruhend	arbeitend
bei Hunger . . . . .	94 W.-E.	—
bei mittlerer Nahrung . . . . .	100 „	146 W.-E.
bei reichlicher Nahrung . . . . .	115 „	—

Diese Beträge umfassen auch diejenige Wärme, welche für die Wasserverdunstung verbraucht, also gebunden wird.

Ueber die Menge des entwickelten Wasserdampfes liegen nicht so viele Angaben vor. *Péclot* giebt in der 1. Ausgabe seines Werkes an, daß dieselbe nach *Séguin* stündlich 46 bis 115 gr betrage, und zwar in warmer Jahreszeit mehr, als in kalter.

*Pettenkofer's* und *Voit's* oben angezogene Versuche ergeben Folgendes:

Stündliche Verdunstung eines 70 kg schweren Mannes:

	am Tage	in der Nacht	im Durchschnitt
bei Hunger und Ruhe . . . . .	37	32	34
„ „ „ „ „ . . . . .	39	29	34
„ „ „ Arbeit . . . . .	119	29	74
„ mittlerer Kost und Ruhe . . . . .	—	—	35
„ „ „ „ „ . . . . .	44	40	42
„ „ „ „ „ . . . . .	37	43	40
„ „ „ „ Arbeit . . . . .	—	—	85
„ „ „ „ „ . . . . .	86	31	59
„ eiweißreicher Kost und Arbeit . . . . .	58	34	46
„ „ „ „ „ . . . . .	54	47	50
„ eiweißfreier Kost und Arbeit . . . . .	47	30	39
„ „ „ „ „ . . . . .	57	—	—
„ „ „ „ „ . . . . .	45	45	45

Gramm.

<sup>12)</sup> A. a. O., Bd. 2, S. 154.

<sup>13)</sup> Siehe: Zeitfchr. f. Biologie, Bd. 2 (1866), S. 546.

Stündliche Verdunstung eines 52 kg schweren, schlecht genährten Mannes:

	am Tage	in der Nacht	im Durchschnitt
bei mittlerer Kost und Arbeit . . .	40 gr	36 gr	38 gr

Welchen Feuchtigkeitszustand die den beobachteten Mann umgebende Luft hatte, ist leider nicht angegeben.

Aus den vorliegenden Zahlen ist zu entnehmen:

- dafs die Verdunstung mit der Ernährung wächst;
- dafs sie bei der, auch am Tage ruhenden Person Tag und Nacht etwa gleich ist;
- dafs sie während körperlicher Anstrengung gröfser und während der folgenden Ruhe (Nacht) kleiner ist, als bei dauernder Ruhe, immerhin aber der durchschnittliche Betrag von 24 Stunden bei dem Arbeitenden gröfser ausfällt, als bei dem Tag und Nacht Ruhenden. Die von *Pettenkofer* und *Voit* gefundenen Grenzwerte decken sich übrigens im Wesentlichen mit denjenigen *Séguin's*.

Es ist nun die Frage zu erörtern, welche Werte für den vorliegenden Zweck — Lüftung der Theater und sonstiger Versammlungssäle — in Rechnung zu stellen sind?

Von den Angaben über Wärmeentwicklung beachte ich nur diejenigen, welche *Morin* anführt (119, 102, bzw. 104 W.-E.), und die von *Pettenkofer* und *Voit* gegebenen (ruhend 100, bzw. 115, arbeitend 146 W.-E.), wobei zu beachten ist, dafs die *Morin'schen* Zahlen, wenigstens die letzte derselben, einen Durchschnitt für Mann und Weib darstellen. Auch *Pettenkofer* und *Voit* geben Durchschnittswerte der Wärmeentwicklung, aber von erwachsenen Männern.

Ist es für Lüftungszwecke zulässig, die Durchschnittswerte ohne Weiteres in Rechnung zu stellen? Ich glaube, nein; denn die Lüftungsanlage soll auch den vorkommenden gröfsten Wärme- wie Wasserdampfentwickelungen gewachsen sein, Wärme und Wasserdampf auch zur Zeit gröfserer Erregung der Menschen in genügendem Grade abführen.

Auf Grund dieser Erwägung habe ich früher<sup>14)</sup> die fühlbare Wärme, welche ein erwachsener Mann stündlich liefert, zu 100 W.-E. angegeben. Die Wasserdampf-Abgabe schwankt nach den obigen Angaben etwa zwischen 40 und 140 gr stündlich. Die vorliegende oberste Grenze wird für Versammlungsräume nicht in Frage kommen; immerhin dürfte es sich empfehlen, die Anlage so zu machen, dafs sie im Stande ist, stündlich 100 gr Wasserdampf für jeden erwachsenen Mann abzuführen.

Für Frauen und für jüngere Personen wird man sowohl für die Wärme-, wie die Wasserdampf-Abgabe kleinere Werte einsetzen.

Nimmt man nun für einen erwachsenen Mann 100 W.-E. und 30, 40, 50, 60, 70, 80 kg (d. i. 23, 31, 38, 46, 54, 61 cbm) stündlichen Luftwechsel an, so erhält man als Temperaturzunahme  $\Delta$  der frischen Luft:

$$L = 30, 40, 50, 60, 70, 80 \text{ Kilogr.}$$

$$\Delta = 13,9, 10,4, 8,3, 7, 6, 5,2 \text{ Grad,}$$

also, wenn die Temperatur der Luft 23 Grad nicht übersteigen soll, als Eintrittstemperatur der frischen Luft:

$$t = 9,9, 12,6, 14,7, 16, 17, 17,8 \text{ Grad.}$$

Das Verchlückungsvermögen von 1 kg Luft steigert sich um:

$$9,9, 8,54, 7,2, 6,3, 5,55, 5,05 \text{ Gramm,}$$

also das Aufnahmevermögen der gesammten Luftmenge um:

$$297, 342, 360, 378, 388, 404 \text{ Gramm.}$$

<sup>14)</sup> Siehe: Handbuch der Architektur, Theil III, Bd. 4, 2. Aufl., Art. 99, S. 95.

Die in Aussicht genommenen Luftmengen sind daher völlig ausreichend, selbst eine grössere Wasserdampfmenge als 100 gr aufzunehmen und fortzutragen, so lange eine erhebliche Abkühlung der Abluft vermieden wird. Es braucht daher im Folgenden der entwickelte Wasserdampf nicht weiter beachtet zu werden, wenn man diese Bedingung: Vermeidung grösserer Abkühlung der Abluft — gebührend berücksichtigt.

Aus der gegebenen Rechnung folgt aber ferner, dass es unschädlich ist, die Verdunstungsmenge eines erwachsenen Mannes zu 100 gr stündlich anzunehmen. Sie ist im Durchschnitt kleiner, was aus den *Pettenkofer-Voit* schen Versuchen hervorgeht, nämlich nur gleich 47 gr, wenn die fühlbare Wärme 100 W.-E. und die Gesamtwärme 128 W.-E. beträgt.

Was die Wahl der Lüftungsmenge anbelangt, so ist dieselbe nach den verfügbaren Mitteln zu treffen. Mit der Steigerung der Lüftungsmenge wachsen Anlage-, wie Betriebskosten ganz erheblich, mindert sich aber andererseits — bei verständiger Anlage — die Zugbelästigung. Unter 40 kg (31 cbm) stündlich für eine Person wird jetzt wohl nirgends mehr in Rechnung gestellt, während 80 kg (61 cbm) die oberste Grenze sein dürfte<sup>15)</sup>.

Die Wärme- und Feuchtigkeitslieferung der Beleuchtungsflammen kann hier so weit in Betracht gezogen werden, als aus ihrer Menge die Nothwendigkeit besonderer Abfuhr folgt.

Aus einer Reihe von mir gesammelter Angaben geht hervor, dass jetzt selbst für Hörsäle oft 70<sup>l</sup> Gas für jeden Kopf und die Stunde entfallen. Andere Versammlungsräume werden nicht schlechter beleuchtet und, wenn Theater für die Verfatzstücke Gasbeleuchtung verwenden, so steigert sich der Gasverbrauch auf das Doppelte jener Zahl. 70<sup>l</sup> Gasverbrauch entspricht rund 450 W.-E. und 95 gr Wasserdampf für jeden Kopf und jede Stunde. Andere Beleuchtungsflammen liefern theils etwas weniger, theils aber mehr Wärme, so dass sie den Gasflammen etwa gleich gerechnet werden können. Daraus folgt ohne Weiteres, dass die Wärme und Feuchtigkeit der Beleuchtungsflammen so lange von der Luft des betreffenden Raumes fern gehalten werden müssen, als diese noch mit Menschen in Berührung kommt. Man kennt hierzu geeignete Einrichtungen, zieht aber für die hier in Frage kommenden Räume meistens den Ersatz der Flammenbeleuchtung durch elektrische Beleuchtung vor, deren Wärmeabgabe verschwindend ist.

### III.

#### Abfuhr der Wärme und Feuchtigkeit.

In einem gut besetzten Saal kann die unmittelbare Strahlung benachbarter kälterer Körper gegenüber dem Menschen nur in verschwindendem Grade zur Wärmeentziehung dienen, indem die Menschen sich gegenseitig bestrahlen. Vielmehr wird die Wärme in solchem Umfange von der umgebenden Luft aufgenommen, dass man rechnerisch nur diese in Betracht ziehen kann.

<sup>15)</sup> Vergl.: Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, Decbr.