



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# Heizung, Lüftung und Beleuchtung der Theater und sonstiger Versammlungssäle

**Fischer, Hermann**

**Darmstadt, 1894**

III. Abfuhr der Wärme und Feuchtigkeit.

---

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

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.

Die Luft trägt die Wärme, wie die Feuchtigkeit fort, wird durch Abluft-Oeffnungen entlassen, während frische Luft zu den Menschen tritt, oder wird irgend wo abgekühlt — wobei sie auch die aufgenommene Feuchtigkeit verliert —, um aufs neue mit Menschen in Berührung zu treten.

Durch Berührung der kälteren Luft mit dem menschlichen Körper und Strahlung des letzteren gegenüber der Luft findet die Uebergabe der Wärme an letztere statt. Sie erzeugt beim Menschen ein Gefühl, welches mit »Zug« bezeichnet wird, wenn sie auf die verschiedenen Theile des Körpers anders einwirkt, als derselbe gewohnt ist, insbesondere, wenn einzelnen Theilen des Körpers eine grössere Wärmeabgabe zugemuthet wird, als anderen.

Bekanntlich<sup>16)</sup> wird die durch Leitung herbeigeführte Wärmeabgabe an Luft lebhaft durch die Geschwindigkeit beeinflusst, mit welcher die Luft den festen Körper bespült. Die den menschlichen Körper unmittelbar einhüllende Luftschicht nimmt die Wärme zunächst auf, hat deshalb eine höhere Temperatur als die entfernter liegenden Luftschichten, insbesondere auch als diejenige Luft, deren Temperatur mittels des Thermometers gemessen wird. Je lebhafter die Luftbewegung ist, um so rascher wird die Wärme weiter geführt, um so mehr also auch jene, den Körper unmittelbar einhüllende Luftschicht von Wärme entlastet, d. h. der Temperaturunterschied zwischen Körperoberfläche und einhüllender Luft und damit die Entwärmung des Körpers gesteigert. Die höhere Temperatur des Raumes wird weniger fühlbar bei lebhafter Bewegung der Luft, als bei nahezu ruhender. Dies weifs Jeder, der einmal vom Fächer Gebrauch gemacht hat.

Gelegentlich meines Besuches der Vereinigten Staaten von Nordamerika konnte ich mich überzeugen, wie allgemein dort der Gebrauch des Fächers ist. Nicht allein bedient man sich des durch die Hand bewegten Fächers, sondern vielfach auch mechanisch angetriebener Fächer<sup>17)</sup>, um den Aufenthalt in geschlossenen Räumen erträglich zu machen, und wenn künstliche Lüftung vorgesehen ist, so wirkt dieselbe — wenigstens in den von mir selbst beobachteten Fällen — mit durch die Lebhaftigkeit der Luftbewegung. Man muß oft die Speisekarte oder den Theaterzettel belasten, um das Fortspülen zu verhindern!

In gleichem Grade, wie die lebhaftere Luftbespülung die Entwärmung des menschlichen Körpers fördert, veranlaßt sie auch die sog. »Zugempfindung«, so dafs dieses Mittel zur Ueberführung der menschlichen Wärme an die umgebende Luft eben so vorsichtig behandelt werden muß, wie das eigentliche: die Zufuhr kälterer Luft. *Renk* berichtete über einen Lüftungsversuch im Königl. Odeon zu München<sup>18)</sup>: Man »konnte . . . manche Personen nach Tüchern und Ueberziehern greifen sehen, um sich gegen den empfindlichen Zug (trotz 23 Grad C.) zu schützen«.

Da jedoch die Luftbespülung, die öftere Mischung derjenigen Luft, welche den menschlichen Körper unmittelbar berührt, mit der entfernteren, gestattet, mit wärmerer Luft zu arbeiten, auch zur Sommerszeit die nöthige Entwärmung des Menschen herbeizuführen, so ist sie, verständig angewendet, ein erwünschtes Hilfsmittel.

Die behaglichste Entwärmung für den Besucher des Theaters, Sitzungsfaales u. s. w. ist immer diejenige, an welche derselbe gewohnt ist. Sie kann nicht geboten werden, weil die Wärmestrahlung durch die benachbarten Menschen behindert wird, und vor Allem, weil es unmöglich ist, jeden einzelnen Besucher nach seinen persönlichen Wünschen zu behandeln. Es muß vielmehr ein Zustand angestrebt werden, welchen man allgemein als zweckmäfsig anerkennt.

<sup>16)</sup> Vergl.: Handbuch der Architektur, a. a. O., Art. 102, S. 98.

<sup>17)</sup> Siehe: Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 1448.

<sup>18)</sup> Siehe: Journ. f. Gasb. u. Waff. 1877, S. 224. — In anderem Wortlaut: Gesundh.-Ing. 1887, S. 291.

Dies ist offenbar derjenige, welcher die geringste Zugempfindung herbeiführt. Daraus folgt ohne Weiteres, daß die Kühlmittel auf sämtliche Infassen des Raumes möglichst gleichförmig vertheilt werden sollen, weil das Weniger für den Einen ein Mehr für den Anderen bedingt, also diesem eine größere Zugbelastung zumuthet. Jeder Einzelne soll aber, so weit thunlich, über die ganze Oberfläche seines Körpers gleichmäÙig von der Entwärmung getroffen werden.

Völlig ist dieses Ziel nicht zu erreichen; es ist die Frage, welche der in Vorschlag gebrachten, bezw. ausgeführten Lüftungsarten sich demselben am meisten nähern.

Behufs Erörterung dieser Frage möge zunächst angenommen werden:

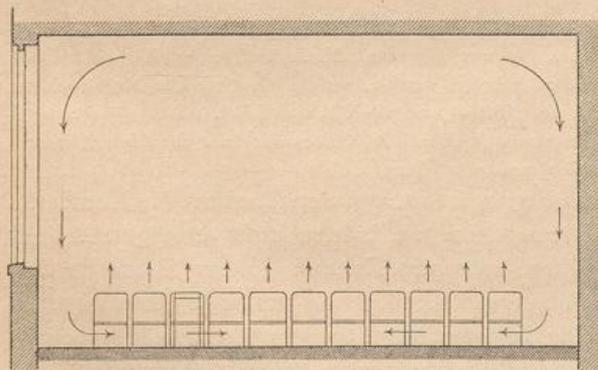
A) Der Raum sei ohne Lüftung; die von den Menschen entwickelte Wärme und Feuchtigkeit werden durch die Einschließungsflächen abgeführt. Fig. 1 stelle einen solchen Raum im Querschnitt dar.

Es kann alsdann die an die Einschließungsflächen abgegebene Wärme gleich der von den Infassen entwickelten oder größer als diese sein.

Im ersteren Falle steigt die mit den Menschen in Berührung stehende Luft, da sie Wärme aufgenommen hat, lothrecht empor und breitet sich zunächst unter der Decke aus, während die kältere Luft an den Wänden und Fenstern nach unten fließt und sich über dem Fußboden hinweg zu den Füßen der Menschen bewegt. Dort beginnt ihre Wiedererwärmung, setzt sich fort, indem die leichter werdende Luft an den Körpern der Menschen emporsteigt, breitet sich unter der Decke wieder aus und sinkt dann, sich an Wänden und Fenstern abkühlend, zu Boden und zu den Füßen der Infassen u. f. f. Die von den Menschen abgegebene Feuchtigkeit wird bei diesem Kreislauf mit nach oben genommen und an denjenigen Einschließungsflächen abgegeben, welche am kältesten sind. Für gewöhnlich dienen die Fenster als Wasserabscheider; es bilden sich aber auch feuchte Niederschläge an dicken, zufällig kalten Wänden.

Die Temperatursteigerung der an den Menschen emporsteigenden Luft wächst mit der aufgenommenen Wärme und steht im umgekehrten Verhältniß zur Luft-

Fig. 1.



menge. Nimmt man in Bezug auf Fig. 1 an, daß jeder der 11 in einer Reihe stehenden Stühle von einem Menschen besetzt ist und jeder der letzteren stündlich im Durchschnitt 80 W.-E. an die Luft abgibt, während in derselben Zeit 50 kg Luft an ihm emporsteigen, so erhält man als Temperatursteigerung  $6\frac{2}{3}$  Grad.

Die  $50 \cdot 11 \text{ kg} = 550 \text{ kg}$  von den Wänden niederfallende Luft, welche um  $6\frac{2}{3}$  Grad kälter ist, als die den Menschen verlassende

Luft, kann nur von der Seite zufließen, so daß die Untertheile derjenigen Personen, welche die Enden der Reihe einnehmen, eine sehr starke Abkühlung erfahren. Insbesondere ist die hieraus erwachsende Belastung meistens für denjenigen fühlbar, welcher das der Fensterwand nahe liegende Reihende bildet.

Ist der Wärmeabfluss durch die Einschließungsflächen größer, als die Wärmeentwicklung der versammelten Menschen, so wird der Mehrbedarf an Wärme durch Heizung geliefert. Abgesehen von einer etwaigen Wärmestrahlung der Heizkörper — welche man möglichst vermeiden wird — wird diese Wärme an Luft abgegeben, die zur Decke emporsteigt, mit der von den Menschen erwärmten sich mischt und zu Boden sinkt. Hier wählt ein Theil der abgekühlten Luft den Weg zu einem Heizkörper; der andere Theil wendet sich der Menschenanfammlng zu. Es ändert sich an der Entwärmung der letzteren also nichts; wohl aber können die Zugerscheinungen sich steigern, theils dadurch, dass die von den Heizkörpern aufsteigende wärmere Luft erheblich rascher strömt, als die von den Menschen abfließende, vor Allem aber, weil der niederfallende kalte Strom entsprechend mächtiger wird und dadurch schon mit benachbarten Menschen in Berührung tritt.

Eine im Hanfa-Saal des Rathhauses in Cöln gemachte Beobachtung beleuchtet den Vorgang in bemerkenswerther Weise. Fig. 2 ist ein Querschnitt dieses sehr alten, nebenbei bemerkt, reich geschmückten Raumes, welcher jetzt als Sitzungsaal der Stadtverordneten benutzt wird. Diese sitzen, mit dem Rücken gegen die Langwände gekehrt, in Reihen. Heizwasserröhren *a*, welche an der Stosfiste der Wände verlegt sind, dienen zur Heizung und Kronleuchter *b* zur Beleuchtung. Die Wölbung besteht aus Brettern; über ihr befindet sich nur das Dach. Früher wurde der Saal durch Gas beleuchtet; man tauchte die Gasflammen gegen elektrische Glühlampen aus. Da wurden — bei kaltem Wetter — lebhaft Klagen über Zugbelästigungen erhoben, und zwar namentlich von denjenigen Abgeordneten, welche der Fensterwand zunächst saßen.

Die Erklärung dieses Umstandes ist nicht schwer. Früher lieferten die Gasflammen so viel Wärme, wie die über ihnen gelegenen Einschließungsflächen hindurchließen, zeitweise vielleicht noch mehr. Der über den Gasflammen gelegene Raumtheil war demnach vom unteren gleichsam abgeschlossen, und im letztern wirkte nur der zugehörige Theil der Einschließungsflächen abkühlend, so dass die entstehende Luftbewegung sich in erträglichen Grenzen bewegte. Nach Einführung der elektrischen Beleuchtung muss auch diejenige Wärme von unten geliefert werden, welche die über den Kronleuchtern gelegenen Einschließungsflächen hindurchlassen, so dass — wie ein Blick auf Fig. 2 ohne Weiteres erkennen lässt — der nach unten gerichtete, kalte Strom, welcher die Rücken der nahe sitzenden Abgeordneten bespült, erheblich stärker und fühlbarer sein muss als früher.

Von den Enden der Stuhlreihe in Fig. 1, bzw. von den Rändern der Menschenanfammlng bis zur Mitte derselben bewegt sich die kältere Luft vermöge des Auftriebes, welchen hier die Menschenwärme erzeugt. Er muss größer sein, wie derjenige am Rande der Menschenanfammlng, weil die Luft bis zur Mitte einen weiteren Weg zurückzulegen hat. Sonach ist die Entwärmung der dem Rande näher befindlichen Personen auch deshalb größer, als diejenige der in der Mitte sitzenden, weil hier die Lufttemperatur höher ist als dort.

B) Der Saal werde gelüftet; durch feine Einschließungsflächen gehe aber keine Wärme verloren.

Tritt die kühlere, frische Luft mit gleichförmiger Temperatur und gleichförmig vertheilt ein (Fig. 3), so erfährt jeder Insaße nur die ihm zukommende Entwärmung;

Fig. 2.

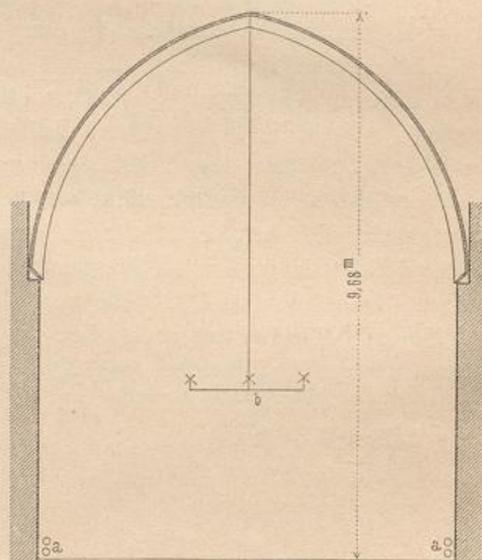
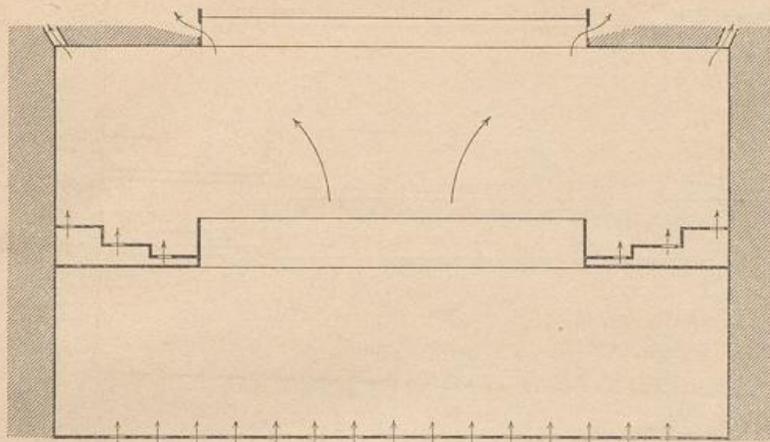


Fig. 3.



die Luft trifft die Untertheile des Körpers z. B. mit 18 Grad und verläßt den Kopf mit 23 Grad. Es sind fonach die Belästigungen im Allgemeinen geringer, als im Fall A.

Man kann zunächst der Ansicht zuneigen, daß bei umgekehrter Luftführung — Zuluftöffnungen oben,

Abluft-Oeffnungen im Fußboden (Fig. 4) — unter sonst gleichen Umständen die frische Luft mit 18 Grad auf die Köpfe der Menschen treffe, während die nahe den Füßen abfließende Luft 23 Grad warm sei. Näheres Eingehen ergibt aber, daß die den menschlichen Körper unmittelbar berührende Luft als die wärmere emporsteigt, sich mit der niederfallenden kälteren Luft mischt und diese dadurch erwärmt. Diese Nebenströmungen und Mischungen finden auf der ganzen Höhe des menschlichen Körpers statt und verhüten dadurch das unmittelbare Einwirken der kälteren Luft auf den Körper, ohne die Entwärmung desselben zu stören.

Ueber die Möglichkeit solcher Nebenströmungen gewinnt man ein Bild an Hand der folgenden kleinen Rechnung. Jeder Person sei  $0,45 \text{ qm}$  Grundriffsfläche des Raumes zugetheilt; der Querschnitt der Person sei  $0,12 \text{ qm}$ , also der freie Querschnitt für die Luftströme  $0,45 - 0,12 = 0,33 \text{ qm}$ . Innerhalb dieses Querschnittes hat die Luft 3-mal zu strömen: 2-mal nach unten und 1-mal nach oben, so daß für den einfachen Strom  $0,11 \text{ qm}$  Querschnitt verfügbar ist. Bei  $50 \text{ cbm}$  stündlichem Luftwechsel entspricht dies rund  $0,13 \text{ m}$  mittlerer Geschwindigkeit, die bei den vorliegenden kleinen Temperaturunterschieden nicht fühlbar ist.

Allerdings setzt diese günstige Wirkung eine geschickte Anordnung der Zuluft-Oeffnungen und gleichförmige Abführung durch den Fußboden voraus. Bei Vorhandensein dieser Bedingung gewährt aber dieses Lüftungsverfahren zweifellos einen angenehmeren Aufenthalt, als die von unten nach oben gerichtete Lüftung.

C) Der Saal werde gelüftet; durch seine Einschließungsflächen gehe aber eine beträchtliche Wärmemenge verloren, welche zu ersetzen ist.

Man wird versuchen, diesen Ersatz durch stärkere Erwärmung der frischen Luft zu bieten. Alsdann verhält sich die Lüftung von unten (Fig. 5) wie folgt. Ein Theil der frischen Luft strömt an den Menschen entlang nach oben, um ohne Weiteres durch die Abluft-Oeffnungen zu entweichen; der andere bewegt sich den Wänden zu, weil die hier befindliche kältere Luft nach unten fließt. Die ankommende wärmere Luft giebt Wärme an die Wände ab und sinkt dabei ebenfalls nach unten. Hier angekommen, kann sie nur über den Fußboden hinweg zu den Füßen der Menschen strömen. Sie mischt sich mit der warmen Zuluft, erwärmt sich, nach oben steigend, weiter an den Menschen und entweicht entweder durch die Abluft-Oeffnungen oder tritt aufs neue in den Kreislauf, welcher dem Ersatz der durch die Wände verloren gehenden Wärme gewidmet ist.

Fig. 4.

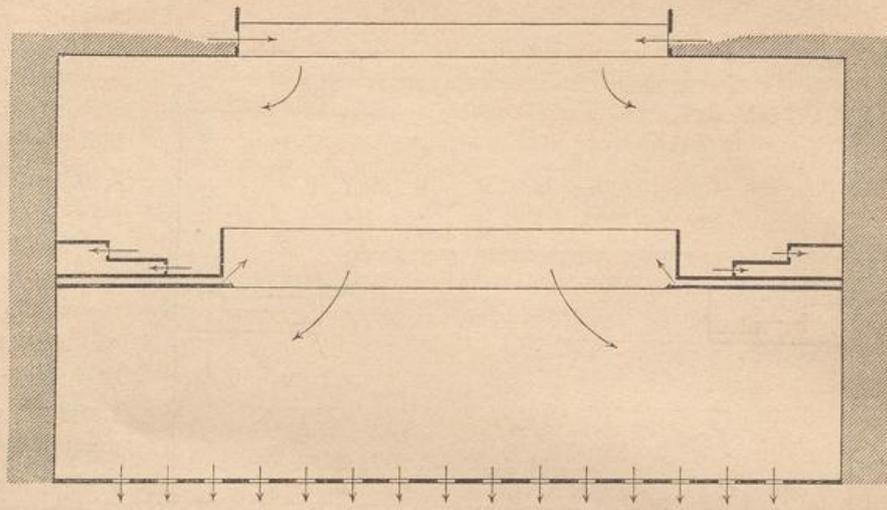


Fig. 5.

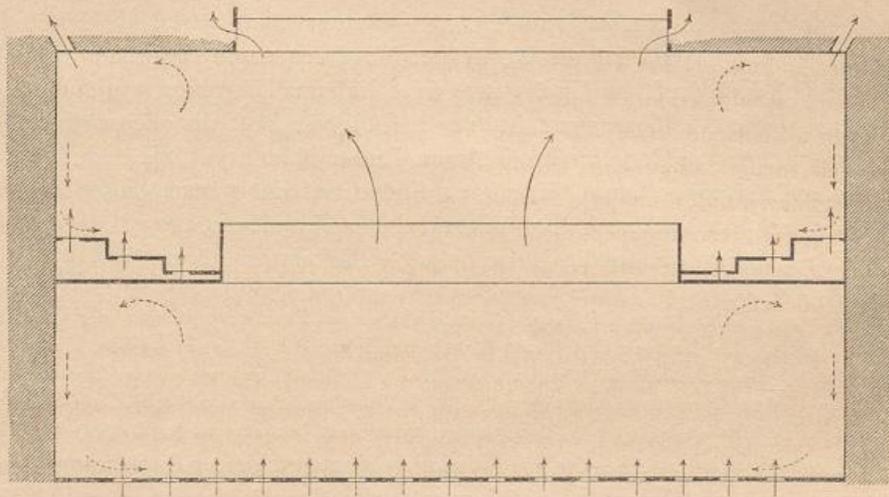
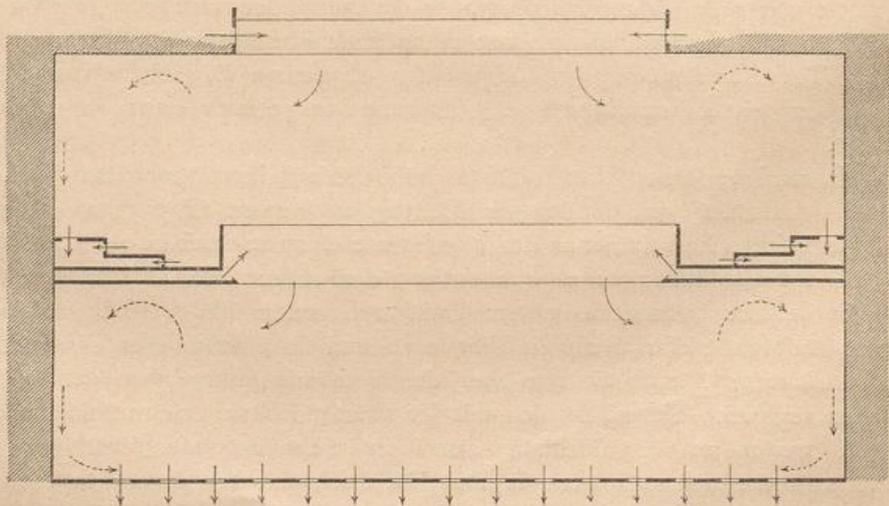


Fig. 6.



Die den Wänden, namentlich etwaigen Fenstern nahe sitzenden Personen werden daher durch kalte Luftströme an den Beinen ähnlich belästigt, wie unter A erörtert wurde.

So lange der Wärmeverlust durch die Wände nicht gröfser ist, als die von den Menschen gelieferte Wärme, so lange also die Zuluft nicht wärmer zu sein braucht, als die Luft des Raumes im Allgemeinen, so lange ist der Vorgang noch erträglich. Mufs aber die frische Luft stärker erwärmt werden, vielleicht auf 25 Grad oder mehr, so ist Niemand im Stande, die Belästigungen an den Füfsen längere Zeit zu ertragen. Zwar wird die frische Luft an den Rändern der Menschenansammlung durch Mischung mit der heranströmenden kalten Luft abgekühlt, aber in ganz unregelmässiger Weise, insbesondere theilweise zu viel. In der Mitte des Raumes wirkt aber die warme Zuluft unvermittelt auf die Menschen. Dies berechtigt zu dem Schluß: Der Eintritt der frischen Luft durch den Fußboden und die Abfuhr der Luft durch die Decke oder nahe an derselben ist unzulässig, wenn durch die Wände des Raumes erhebliche Wärmemengen verloren gehen.

Ueber eine Einschränkung dieses Satzes werde ich mich weiter unten äußern. Hier möge sofort noch darauf hingewiesen werden, dafs selbst das Anheizen des betreffenden Raumes durch warme frische Luft, bei Anwendung der vorliegenden Lüftungsart, kaum möglich ist, weil die wärmste Luft durch die Decke entweicht.

Günstiger gestalten sich im vorliegenden Falle — erheblicher Wärmeverlust durch die Wände des betreffenden Raumes —, wenn die frische Luft oben einströmt und die Abluft nach unten entweicht (Fig. 6). Die höher erwärmte frische Luft breitet sich unter der Decke aus, nimmt die von den Menschenansammlungen emporsteigende Luft auf und sinkt, an die Wände Wärme abgebend, zu Boden. Von hier aus strömt sie — wenn die Abluft-Oeffnungen unter den Menschen sich befinden — auf dem Fußboden entlang, unter die Stühle (vergl. Fall A), entweicht zum Theile und steigt zum anderen Theile an den Menschen empor. Befinden sich die Abluft-Oeffnungen in der Nähe der Wände oder in den Wänden selbst — was bei der Lüftung von oben nach unten vorkommt —, so fließt nur derjenige Theil der abgekühlten Luft unter die Menschen, welcher zur Entwärmung der letzteren erforderlich ist. Es ist daher bei der Lüftung von oben nach unten der Ersatz der nach außen verloren gehenden Wärme durch höhere Erwärmung der frischen Luft möglich; dem Anheizen des Raumes durch dasselbe Mittel steht nichts im Wege.

Die bisherigen Erörterungen ergeben, dafs beide in Frage kommende Lüftungsarten die befriedigendsten Ergebnisse liefern, wenn durch die Wände des betreffenden Raumes erhebliche Wärmemengen nicht verloren gehen. Ein Wärmeverlust durch Decke oder Fußboden stört nicht.

Dieser Vorbedingung genügt nun eine grofse Zahl der Räume, in welchen zahlreiche Menschen längere Zeit sich aufhalten, gewissermafsen von selbst. Der Zuschauerraum eines Schauspielhauses, der Sitzungsaal eines Abgeordnetenhauses sind aus anderen Gründen von — im Winter — regelmässig geheizten Räumen umschlossen. Zugangswege, Nebenräume der mannigfachsten Art decken die Wände des Versammlungsraumes in hinlänglichem Grade.

Für Einschließungsflächen, welche solchen Schutzes entbehren, werden — wenigstens bei der Lüftung von unten nach oben — Hilfsmittel nöthig, um die oben geschilderten Zustände zu mildern.

Die Bühnenwände sind oft zum Theile in der Höhe der sonstigen Bautheile des Schauspielhauses frei, sie erheben sich zum Theile über dieses, so daß an ihnen die Luftabkühlung bedeutend wird, die abgekühlte Luft heftig niederfällt und dem entsprechend belästigt. Man macht diese kalten Luftströme durch Abfangen derselben unschädlich.

Fig. 7 stellt eine diesem Zwecke dienende gute Einrichtung im Querschnitt dar. Es ist *W* die Wand, *i* eine Heizröhre, *A* ein Schirm, welcher die kalte Luft unter die Röhre lenkt, *B* ein zweiter, welcher die kalte Luft hindert, weiter nach unten zu fallen. Das Heizvermögen der Röhre *i* (oder eines sonstigen Heizkörpers) muß so bemessen sein, daß es den über ihr stattgehabten Wärmeverlust zu decken vermag, soll aber auch nicht nennenswerth mehr leisten; es muß daher regelbar sein. Nach Umständen ist die ganze Höhe der Wand in über einander liegende Gruppen zu zerlegen und am Fusse jeder der letzteren eine solche Heizvorrichtung anzubringen, welche dem Wärmeverlust zwischen ihr und der nächst höheren Heizröhre angepaßt ist.

Für Hörsäle ist das Seitenlicht fast unentbehrlich. Eine Langwand und die großen Fenster geben daher zu starkem Wärmeverlust Veranlassung. Die Lüftung von unten nach oben ist aus diesem Grunde ausgeschlossen. Man läßt die frische Luft möglichst hoch einströmen und hart am Fußboden oder durch denselben die Abluft austreten, wie vorhin erörtert.

Da namentlich die Fenster starke Abkühlung verursachen, so werden diese oft als Doppelfenster ausgeführt. Auch wird die an den Fenstern niederfallende kalte Luft abgefangen, um sie wieder zu erwärmen.

Fig. 8 zeigt eine dem entsprechende Einrichtung im Querschnitt. *F* bezeichnet das Fenster und *B* die Fensterbank. Diese ist dicht am Fensterrahmen mit einer breiten Oeffnung versehen, welche sich dem Schacht *A* anschließt. Die niederfallende Luft wird so unter den Heizkörper *H* geleitet.

Für das befriedigende Wirken beider in Frage kommender Lüftungsarten ist die Anordnung der Zu- und Abluft-Oeffnungen von einiger Bedeutung.

Zunächst mögen diejenigen für die Lüftung von unten nach oben erörtert werden.

*Reid* verfuhr die beiden großen Sitzungssäle des Parlamentshauses in London mit eisernen Fußböden, welche zahlreiche Löcher enthielten. Es sind diese Fußböden, weil die emporsteigenden Luftstrahlen die Füße zu sehr belästigten, bald mit dicken Haarteppichen belegt.

In Fig. 9 bezeichnet *a* den 18 mm dicken eisernen Fußboden, *b* den Teppich, und die gezeichneten Strahlen deuten an, wie sich *Reid* den Austritt der frischen Luft dachte.

Durch diesen Teppich wurde zwar die Zugempfindung gemildert, aber ein anderer, sehr belästigender Uebelstand hervorgerufen: die Luft nahm den von den Fußbekleidungen abgestreiftten Schmutz als Staub mit empor.

Im englischen Unterhause ist endlich — nach vielfachen Versuchen — der

Fig. 7.

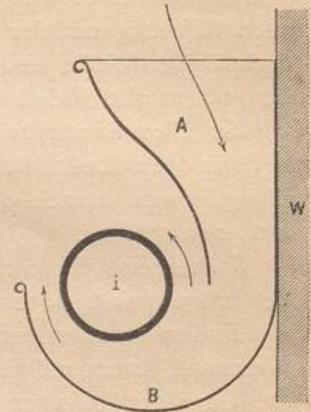


Fig. 8.

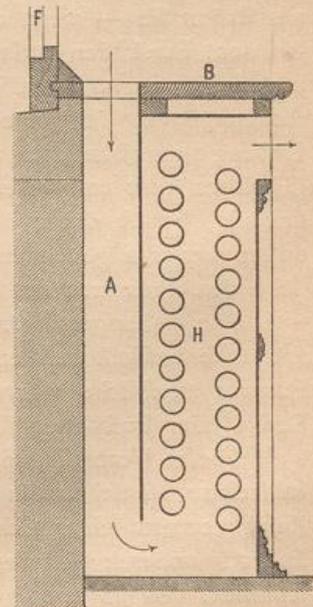
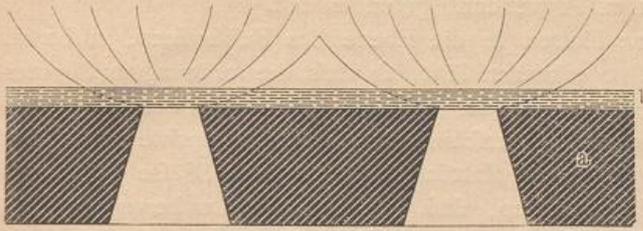


Fig. 9.

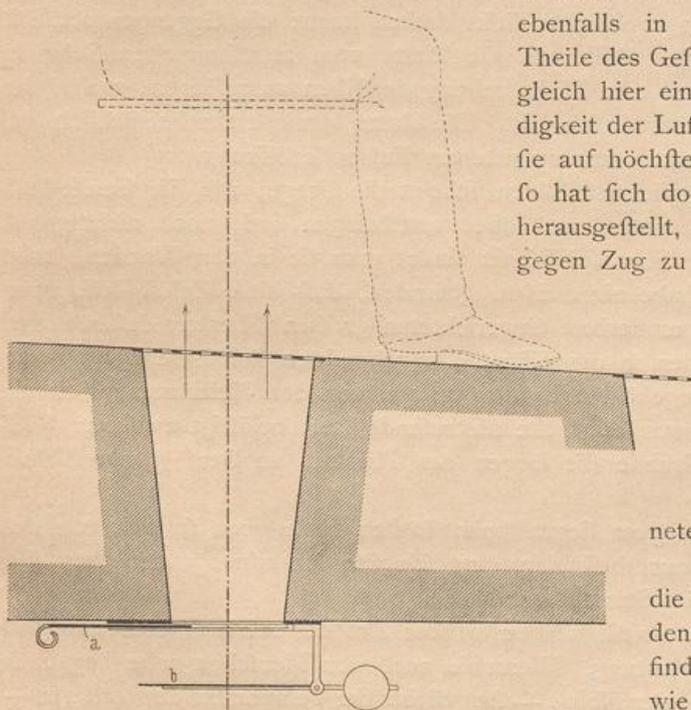


nur derjenige Theil des Fußbodens frei gelassen, auf dem das Publicum (!) verkehrt.

Es ist also der Grundfatz, daß jeder Einzelne den ihm zukommenden Theil der unvermeidlichen Belästigungen auf sich nehmen soll, durchbrochen, so daß Klagen Seitens derjenigen, welche sich das Mehr gefallen lassen müssen, selbstverständlich erscheinen.

Im Sitzungssaal des Senats zu Paris<sup>19)</sup> hat man die Zuluft-Oeffnungen in die Setzstufen des stoffelartigen Unterbaues, auf welchem das Gestühl sich befindet, gelegt, wegen der Zugbelästigungen aber dieses Lüftungsverfahren längst aufgegeben, obgleich die Zuluft-Oeffnungen etwa 70 cm von den Füßen der Abgeordneten entfernt waren. Allerdings war die wagrechte, gegen die Beine der Abgeordneten gerichtete Austrittsgeschwindigkeit der Luft etwa 1,1 m in der Secunde.

Fig. 10.



In den Sitzungssälen des Reichsrathshauses zu Wien sind die Zuluft-Oeffnungen ebenfalls in die genannten lothrechten Theile des Gestühl-Unterbaues gelegt. Obgleich hier eine geringe Austrittsgeschwindigkeit der Luft gewählt ist — ich schätze sie auf höchstens 0,3 m in der Secunde —, so hat sich doch bald die Nothwendigkeit herausgestellt, die Beine der Abgeordneten gegen Zug zu schützen. Es sind an den

Klappsitzen Vorhänge befestigt, welche beim Niederlegen der Sitze sich quer in den Luftstrom legen, so daß dieser zwischen zwei hinter einander sitzenden Abgeordneten emporsteigen muß.

Weniger fühlbar hat sich die lothrechte, hinter, bzw. vor den Füßen der Sitzenden stattfindende Luftzufuhr gemacht, wie sie von Böhm für das Wiener Opernhaus (eröffnet am 25. Mai

1869<sup>20)</sup> angewendet ist und bei zahlreichen anderen Theatern, z. B. beim Hoftheater

<sup>19)</sup> Siehe: MORIN, a. a. O., Bd. 2, S. 143.

<sup>20)</sup> Siehe hierüber: Allg. Bauz. 1878, S. 86. — Deutsche Bauz. 1873, S. 402. — *Nouv. annales de la constr.* 1881, S. 35.

in Dresden, beim Opernhaus in Frankfurt a. M.<sup>21)</sup>, beim *Lessing*-Theater in Berlin<sup>22)</sup>, beim Opernhaus zu Budapest u. a. Anwendung gefunden hat.

*Böhm* legte durchbrochene Platten in die Ebene des Fußbodens, und zwar nur unter die Stühle, wie Fig. 10 erkennen läßt, so daß die ordnungsmäßig aufgesetzten Füße außerhalb des Stromes der frischen Luft sich befinden. Nach eigenen Beobachtungen, welche ich in verschiedenen Theatern machte, kann ich berichten, daß eine Zugbelästigung nicht stattfindet, so lange die Füße an dem in der Figur angegebenen Orte sich befinden, daß sich aber die Luftbewegung fühlbar macht, sobald man die Füße unter den eigenen Stuhl zieht oder unter den Stuhl des Vormannes streckt. Da die — geringe — Luftgeschwindigkeit nach oben gerichtet ist, so trifft die Luft die unteren Körpertheile, so lange die Füße in vorgeschriebener Lage sich befinden, erst, nachdem sie sich mit der unter dem Stuhle befindlichen Luft gemischt hat, und zwar mit durch den großen Stromquerschnitt noch erheblich geminderter Geschwindigkeit.

An der unteren Mündung des zur vergitterten Fußbodenöffnung führenden kurzen Schachtes ist meistens ein Schieber *a* angebracht, welcher zum Einstellen des Durchfluß-Querschnittes dient. Es ist unvermeidlich, daß durch die vergitterte Fußbodenöffnung Schmutz nach unten fällt. Derselbe würde sich in stärkerem Grade der Luft als Staub beimischen, wenn man ihn frei auf den Fußboden des Mischraumes fallen ließe. Deshalb findet man oft eine Platte *b* angebracht, auf welcher sich der Schmutz ablagert. Im neuen Burgtheater zu Wien hängt die Platte an dem Bolzen eines an der Decke des Mischraumes befestigten Bockchens, und zwar so, daß sie sich nicht rechts, wohl aber links drehen kann; ein Gegengewicht hält sie in der wagrechten Lage. Will man die Platte vom angesammelten Schmutz reinigen, so braucht man nur eine Linksdrehung derselben auszuführen, wobei der Schmutz in ein untergehaltenes Gefäß fällt. Die Platte *b* mindert nebenächlich das Eintreten des Lichtes von unten zur vergitterten Fußbodenöffnung.

Für Räume mit beweglichen Stühlen scheint die Frage, wie die Zuluft-Oeffnungen für die Lüftung von unten nach oben anzubringen sind, noch nicht gelöst zu sein. In den Logen der Schauspielhäuser findet man sie in den Wänden, nahe über dem Fußboden; ich habe nirgend wo gefunden, daß diese Zuluft-Oeffnungen benutzt werden. In einem musterhaft eingerichteten großen Theater, dessen Logen mit nahe über dem Fußboden in den Wänden angebrachten Zuluft-Oeffnungen versehen sind, fand ich die zugehörige Lüftungsanlage von den Heizkammern ab ein für alle Mal gesperrt. Die von der Seite austretende Luft belästigt zu sehr. Vielleicht haben aus diesem Grunde die Logen des Theaters zu Genf<sup>23)</sup> nur Abluft-Oeffnungen erhalten.

Die Abluft-Oeffnungen liegen beim Lüften nach oben so weit von den Menschen entfernt, daß nur besonders ungeschickte Anordnung derselben Belästigungen herbeizuführen im Stande sein dürfte.

Bei der Luftabfuhr nach unten ist die Art der Abluft-Oeffnungen ebenfalls von geringerer Bedeutung. Wenn sie auch den Menschen nahe liegen, so können doch die Strömungen der Abluft — Angesichts der Temperatur der letzteren — kaum belästigen. Man findet daher diese Abluft-Oeffnungen regelmässig in den

21) Siehe: Deutsche Bauz. 1880, S. 520. — Bauwks.-Zeitg. 1881, S. 78, 92.

22) Siehe: Deutsche Bauz. 1888, S. 113.

23) Siehe: *Le génie civil*, Sept. 1882, S. 505.

Setzstufen des Gestühl-Unterbaues. Im Festsaal des Trocadéro-Palastes<sup>24)</sup> zu Paris sind sie in die festen Stühle selbst eingebaut.

Mehr Aufmerksamkeit erfordern die Zuluft-Oeffnungen.

Im Trocadéro-Palast besteht die Zuluft-Oeffnung aus einem Gitter von 15 m Durchmesser, welches im Scheitel der gewölbartigen Decke angebracht ist. Die austretende Luft fällt zunächst lothrecht nach unten, zerstreut sich aber, unter Einwirkung der weit vertheilten Abluft-Oeffnungen. Jenes Gitter liegt 35 m über der Mitte des Saalfußbodens, so daß reichlicher Raum für die Mischung der frischen, kühlen Luft mit der von den Menschen aufsteigenden warmen verfügbar ist.

Im großen Hörsaal des *Conservatoire des arts et métiers* zu Paris liegt die Zuluft-Oeffnung ebenfalls flach in der Decke.

Es scheint bei geringeren Höhen die Einführung der Luft in wagrechter Richtung zweckmäßiger zu sein. Die kältere Luft bedarf dann längerer Zeit, um in die Höhe der Infassen zu gelangen, so daß ihr mehr Gelegenheit zur Mischung mit der wärmeren Luft gegeben wird.

Im früheren Sitzungsfaal des Reichstages zu Berlin (welcher nunmehr 26 Jahre feiner Aufgabe genügte<sup>25)</sup>) sind zahlreiche Zuluft-Oeffnungen 11 m über dem Fußboden in die beiden Längswände gelegt.

Im Bürgerchaftsaale des neuen Rathhauses zu Hamburg<sup>26)</sup> liegen die Zuluft-Canäle an drei Seiten nahe unter der Decke und werden von einem hufeisenförmigen

Fig. 11.

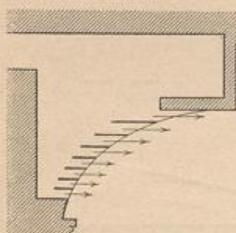


Fig. 12.

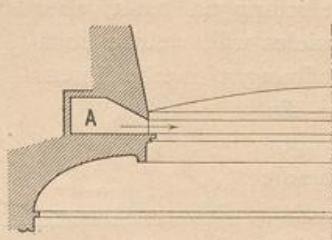
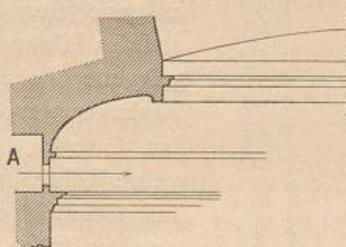


Fig. 13.



Canal aus gespeist, ähnlich wie Fig. 13 darstellt. Die Abluft entweicht unter den Sitzen. Die sonstigen Säle dieses Bauwerkes sind ähnlich eingerichtet, aber mit feitlich, hart am Fußboden liegenden Abluft-Oeffnungen versehen.

Im neuen Reichstags-Sitzungsfaal zu Berlin<sup>27)</sup> liegen die Zuluft-Oeffnungen rings um das Deckenlicht. Wie Fig. 11 erkennen läßt, besteht die Vergitterung derselben aus platten liegenden Stäben, welche der austretenden Luft die wagrechte Richtung geben. Eine andere Anordnung zeigt Fig. 12; ein Canal A, welcher rings um die Licht einlassende Deckenöffnung geführt ist, vertheilt die Luft an die lothrechten Gitter. Bei der durch Fig. 13 dargestellten Anordnung liegt der Canal A im Deckengefims.

Für manche Fälle ist, wie ich selbst beobachten konnte, die durch Fig. 14 abgebildete Anordnung zweckmäßig<sup>28)</sup>. Sie ist u. a. im Gebäude der Museums-

24) Siehe: Handbuch der Architektur, a. a. O., Art. 172, S. 155.

25) Siehe ebendaf., Art. 384, S. 363.

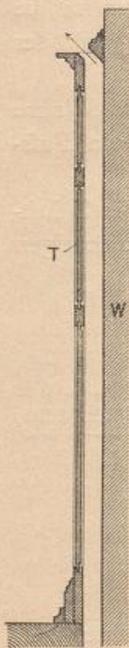
26) Siehe: Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 241.

27) Siehe ebendaf., S. 717, 733, 760, 782, 805.

28) Siehe: MORIN, a. a. O., Bd. 1, S. 68.

Gesellschaft in Bremen angewendet. Der Zuluft-Canal *A* liegt über der Decke und mündet durch eine kreisrunde Oeffnung in den betreffenden Raum; eine Platte *B* lenkt den Luftstrom nach allen Seiten wagrecht ab. Unter *B* ist eine Verzierung angebracht, welche in die hängende Krone für elektrische Glühlampen übergeht. Man kann die Platte *B* an ihrer sie tragenden Stange lothrecht verschiebbar machen, um ihr auf Grund von Versuchen die zutreffende Höhenlage zu geben.

Fig. 15.



Für die Zuluft-Oeffnungen, welche Fig. 11 bis 14 darstellen, pflegt die Austrittsgeschwindigkeit  $1 \text{ m}$  in der Sekunde nicht nennenswerth zu übersteigen; welche Geschwindigkeit die vortheilhafteste ist, entscheidet sich nach der Oertlichkeit. Nach Umständen wird man gut thun, die Querschnitte der Oeffnungen einstellbar zu machen (vergl. Fig. 14), um die geeignetste Geschwindigkeit durch Versuche feststellen zu können.

Größere Luftaustritts-Geschwindigkeiten sind anzuwenden, wenn man — aus örtlichen Gründen — die Zuluft-Oeffnungen in geringerer Höhe anbringen muß, aber dieselbe Wirkung erzielen will, welche hoch gelegene Zuluft-Oeffnungen herbeiführen. *Tobins* verwendet zu diesem Zweck kurze lothrechte Röhren, welche die Luft lothrecht nach oben austreten lassen. Letztere steigt vermöge ihrer lebendigen Kraft nöthigenfalls

bis zur Decke und breitet sich dann, gleichzeitig niederfallend, nach der Seite aus <sup>29)</sup>.

Verwandt hiermit ist die durch Fig. 15 verfinnlchte Einrichtung. Die frische Luft steigt zwischen der Wand *W* und deren hölzerner Verkleidung *T* empor und entweicht durch spaltartige Oeffnungen schräg nach oben.

Räume mit Galerien erhalten oft Zuluft-Oeffnungen in den Brüstungen der Galerien oder am Gesims derselben. Fig. 16 ist ein Schnitt durch den I. und II. Rang des *Théâtre de la gaité* zu Paris <sup>30)</sup>. Hier sind die Zuluft-Oeffnungen über dem unteren Gesims als Schlitze ausgebildet und von einem Hohlraum des Galerie-Fußbodens aus versorgt. Die Abluft-Oeffnungen befinden sich unter den Sitzen.

Fig. 14.

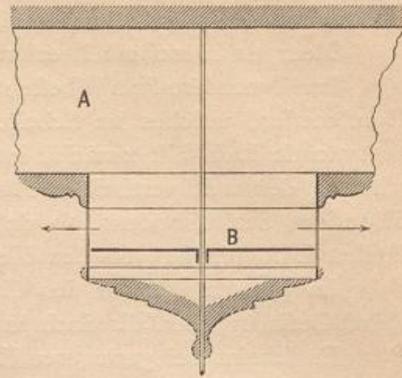
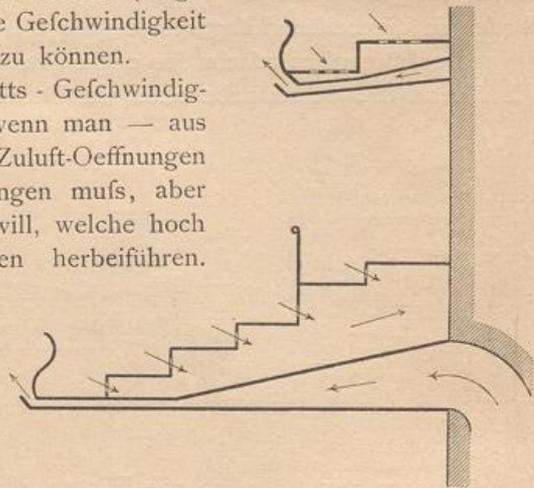


Fig. 16.



<sup>29)</sup> Siehe: STUMMER's Ing. 1875, Mai, S. 253.

<sup>30)</sup> Siehe: MORIN, a. a. O., Bd. 2, S. 260.