

die Sättigung der Luft stattfinden soll und hierauf bis zu der Temperatur, welche man der Luft überhaupt geben will³⁶⁾.

100.
Trocknen
der Luft.

ε) Mittel zum Trocknen der Luft. Fast Alle, welche über Lüftung schreiben oder sprechen, betonen die Nothwendigkeit einer künstlichen Luftanfeuchtung; von Niemand habe ich bisher — so weit die Lüftung solcher Räume in Frage kommt, in welchen Menschen sich aufhalten — das viel Wichtigere: die künstliche Trocknung der Luft hervorheben hören. Da Ausführungen, welche bezwecken, die zuzuführende oder in den von Menschen benutzten Räumen vorhandene Luft zu trocknen, nicht bekannt sind, so will ich mich an diesem Orte auf Andeutungen betreff der hierfür verfügbaren Mittel beschränken.

Frisch gebrannter Kalk, Chlorcalcium und Schwefelsäure vermögen erhebliche Wassermengen aufzufaugen, und zwar pro 1 kg der Kalk $\frac{1}{3}$ kg, bei 200 Grad getrocknetes Chlorcalcium $\frac{1}{2}$ kg, wasserfreies Chlorcalcium 1 kg, Schwefelsäure je nach ihrer Reinheit verschiedene Mengen. Diese Zahlen bedürfen, um dieselben einer Ausführung zu Grunde legen zu können, noch einer Ergänzung. Es ist nämlich noch nicht bekannt, in welcher Zeit 1 kg Wasserdampf aus Luft von gegebener Feuchtigkeit und Temperatur durch 1 qm Oberfläche jener Körper aufgesaugt zu werden vermag.

Ein anderes Mittel besteht in der künstlichen Kühlung der Luft. Durch diese wird ein Theil des Wasserdampfes ausgeschieden, so daß nach der folgenden Erwärmung der gewünschte Grad der Feuchtigkeit erreicht wird. Das Berechnungsverfahren für den Grad der erforderlichen Abkühlung ist bereits auf S. 85 angegeben; die Mittel zur Abkühlung werden weiter unten (Kap. 9) besprochen.

d) Verfahren des Zuführens frischer und des Abführens verunreinigter Luft.

101.
Zug.

Bewegte Luft bewirkt einen lebhafteren Wärmeaustausch an der Oberfläche des Körpers als ruhende, aus Gründen, welche in Art. 52, S. 47 näher erörtert wurden. Dieser Wärmeaustausch ist besonders fühlbar an den unbedeckten Körpertheilen und unter diesen an denjenigen Theilen, welche zeitweise bedeckt sind. Das dem erwähnten Wärmeaustausch entsprechende Gefühl wird gemeinlich »Zug« genannt; man denkt vielleicht, daß das Aufstoßen der Lufttheilchen dieses Gefühl erzeuge, irrt sich aber hierin, da hierdurch an sich keine unangenehme Empfindung entsteht.

Da die Entwärmung des Körpers theils durch Abgabe der Wärme an die Luft, theils durch Verdunstung erfolgt, so spielt die Verdunstungsfähigkeit der Körperoberfläche sowohl, als der Feuchtigkeitsgrad der sie treffenden Luft eine nicht geringe Rolle in Bezug auf die Entschiedenheit der Empfindung, welche wir »Zug« zu nennen pflegen. Eine durch Schweiß oder auf andere Weise genetzte Hautfläche oder ein mit nassen Kleidern bedeckter Körpertheil empfindet die durch Luftbewegung entstehende Kühlung in weit unangenehmerer Weise, als eine trockene Haut oder ein in trockenen Kleidungsstücken steckender Körpertheil. Eben so bewirkt trockene Luft eine stärkere Kühlung als Luft mit höherem Feuchtigkeitsgehalt; tritt aber trockene Luft mit genetzten Hauttheilen in Berührung und zwar unter lebhafter Bewegung, so daß die Wasserdämpfe nicht allein durch Ergießung, sondern auch durch Spülung von der betreffenden Hautfläche entfernt werden, ist endlich die Luft verhältnißmäßig kühl; so findet eine so erhebliche einseitige Ab-

³⁶⁾ Siehe auch: WOLPERT, A. Ueber Lufttrockenheit und Luftbefeuchtung. Zeitschr. d. Bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1876—77, S. 75. — WOLPERT. Ueber Messung und Vermehrung der Luftfeuchtigkeit in Wohnungen. Deutsche Bauz. 1880, S. 265.

kühlung statt, dafs auch weniger empfindliche Körpertheile erkranken können. Die Empfindlichkeit der Hautoberfläche ist eine sehr verschiedene bei einer und derselben Person, mehr noch bei verschiedenen Personen; es ist daher nicht allgemein die Grenze festzustellen, bis zu welcher die besprochene einseitige Kühlung stattfinden darf, ohne Krankheitserrscheinungen wach zu rufen, noch viel weniger aber diejenige Grenze, an welcher die in Rede stehende Wärmeentziehung unangenehm wird. Die Frage des »Zuges« ist sonach eine der dunkelsten auf dem Gebiete der Lüftung. Sie wird erst geklärt werden können, wenn geeignete Versuchsobjecte in verschiedenartigster Weise dem »Zuge« ausgesetzt worden sind und die Ergebnisse der hierbei gemachten Beobachtungen in Zahlen vorliegen.

Man vermag jedoch auf Grund der bisher vorliegenden Kenntnifs der der Zugwirkung zu Grunde liegenden Vorgänge einige allgemeine Gesichtspunkte aufzustellen.

Zunächst kann die Frage in so fern vereinfacht werden, als benutzte Hautoberflächen und nasse Kleider nicht beachtet zu werden brauchen, indem dieselben innerhalb geschlossener Räume feltener vorkommen und daher, wenn sie vorkommen, besonderer Schutz angewendet werden kann.

Dann ist zu beachten, dafs von unbedeckten Körperoberflächen nur der Kopf und Hals, allenfalls auch die Schultern zu berücksichtigen sind, weil die Hände im Allgemeinen genügend an Temperaturwechsel gewöhnt sind. Besonders ist daher Sorge zu tragen, dafs das oberste Fünftel des menschlichen Körpers der Einwirkung stark bewegter, kalter und trockener Luft nicht ausgesetzt werde.

Die bekleideten Körpertheile lassen den Zug empfinden, wenn die Geschwindigkeit der Luft grofs genug ist, um gröfsere Luftmengen durch die Poren der Kleider zu treiben. Die Temperatur der Luft macht sich hierbei geltend, sobald sie eine entsprechend niedrige ist; der Feuchtigkeitsgrad ist von geringem Einflufs. Je dichter die Kleidungsstücke sind, um so weniger vermag man den Zug zu merken, wengleich die betreffende Empfindung selbst bei ledernen Kleidungsstücken sich geltend macht, so fern Luftgeschwindigkeit und Temperatur entsprechende sind.

Der Zug ist auch in Räumen zu empfinden, welche ohne Lüftungseinrichtungen sind.

Man öffne (im Winter) die Thür zwischen einem gut geheizten und einem kalten Zimmer und stelle oder setze sich einige Zeit vor die Thüröffnung, so wird man sehr bald, je nach der Empfindlichkeit mehr oder weniger, von dem Luftstrom berührt werden, welcher von dem ungeheizten Zimmer nach dem geheizten gerichtet ist. Man begeben sich (namentlich bei grofser Kälte) in eine geheizte Kirche, und zwar in unmittelbare Nähe der Fenster, so wird man sich von einem kalten Luftstrom übergossen fühlen. Auch die Wände hoher Räume, welche nur selten geheizt werden, so dafs sie durch das Heizen nicht nennenswerth erwärmt werden, bringen einen solchen kalten Luftstrom hervor.

Solche Luftströmungen veranlassen die Anbringung besonderer Vorrichtungen, welche die Geschwindigkeit der Luft zu brechen bestimmt sind. Auch im Interesse dieser würde eine genauere Kenntnifs der Grenzen der zulässigen Luftbewegung erwünscht sein.

Bis zur Erlangung dieser Kenntnifs wird man sich begnügen müssen mit der allgemeinen Regel: Je weiter die Temperatur der bewegten Luft unter derjenigen des Blutes ist, um so geringer mufs die Luftgeschwindigkeit sein. An mir selbst gemachten Beobachtungen zufolge ist eine Luftgeschwindigkeit von $0,4^m$ zulässig, so lange die Temperatur der bewegten Luft von derjenigen des Zimmers nur sehr wenig abweicht; ich bemerke jedoch hierzu sofort, dafs ich selbst unter Männern empfindlichere Naturen gefunden habe.

1) Zufällige Lüftung.

Dieselbe wird auch spontane Lüftung geheissen, bisweilen auch mit dem wenig zutreffenden und auch noch für andere Lüftungsverfahren gebräuchlichen Namen »natürliche« Lüftung bezeichnet.

103.
Porosität
u. Permeabilität
d. Wände etc.

Die Stoffe³⁷⁾, aus denen unsere Gebäude hergestellt werden, sind meistens mit kleinen Hohlräumen durchzogen, welche theilweise so im Zusammenhange stehen, das sie fortlaufende, an den Aussenflächen mündende, allerdings unregelmässig gestaltete enge Canäle bilden. Diese Canäle vermögen, so weit sie quer durch die Wände hindurchgehen, einen Luftaustausch zu vermitteln, indem die Luft durch sie hindurchfließt, so fern eine bewegende Kraft vorhanden ist. Eben so sind die Undichtheiten der Fenster, Thüren etc. zur Beförderung des Luftwechsels geeignet.

104.
Spannungs-
unterschied.

Die immer erforderliche Kraft kann bestehen in dem Bestreben, die Spannung auszugleichen, sobald das Mischungsverhältniß der Luft an der einen Seite der Wand ein anderes ist, als an der entgegengesetzten Seite. Bevor jedoch eine Verschiedenheit der Luft im Inneren eines Zimmers gegenüber der freien Luft so erheblich wird, das durch dieselbe eine nennenswerthe Wirkung hervorgebracht zu werden vermag, ist dieselbe als unathembar zu bezeichnen.

105.
Temperatur-
unterschied.

Besser wirkt die bewegende Kraft, welche von dem Temperaturunterschied der freien und der eingeschlossenen Luft herrührt. Die wärmere, leichtere Zimmerluft wird durch die kältere, schwerere Aussenluft aufwärts getrieben. Der untere Theil der Wand läßt die kalte, frische Luft eintreten, während die Poren des Wandobertheils der wärmeren Luft des Zimmers den Austritt gewähren. Größere Temperaturunterschiede können in dieser Weise recht günstig wirken; mit der Abnahme des Temperaturunterschiedes schwindet jedoch auch die bewegende Kraft, also auch der Luftwechsel.

106.
Wind.

Am entschiedensten wirkt der Wind. Bei starkem Wind kann der durch denselben hervorgebrachte Druck 50 kg und mehr auf 1 qm Wandfläche betragen, so das in den erwähnten Canälchen eine lebhafte Strömung entsteht, trotz der vielen Bewegungshindernisse, welche die Wandungen der Canälchen bieten. Das Einströmen der entsprechenden Luftmenge bringt einen Ueberdruck im Zimmer gegenüber einem angrenzenden von der Windrichtung abliegenden Raume hervor, so das die Canälchen der Scheidewand ebenfalls benutzt werden, und zwar zum Abströmen eines Theiles der im ersten Zimmer befindlichen Luft. Dadurch wird zwar der Ueberdruck in zwei Theile zerlegt; trotzdem ist der entstehende Luftwechsel, so lange die Windgeschwindigkeit eine große ist, beträchtlich, wenn sonst die Umstände günstig sind.

Zu der Wirksamkeit dieses Luftwechsels ist nun zunächst erforderlich, das überhaupt ein entsprechend lebhafter Wind weht, ferner, das die Aussenwand des zu lüftenden Zimmers von dem Winde getroffen wird, endlich, das die Canälchen in der erforderlichen Zahl und Größe vorhanden sind.

Zunächst darf ich hier einschalten, das in seltenen Fällen diese drei Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind, so das die Lüftung nur hin und wieder stattfindet; ferner, das jedes Mittel fehlt, die Lüftungsmenge zu regeln, welche sonach, unbekümmert um den Bedarf, sich lediglich nach der veränderlichen Stärke und

37) Vergl. Theil I, Bd. 1: Die Technik der wichtigeren Baustoffe (Art. 28, S. 88—90) dieses »Handbuches«.

Richtung des Windes richtet. Die durch Wind hervorgebrachte Lüftung hat somit einen geringen Werth; sie kann fogar eine sonst vorhandene künstliche Lüftung in erheblichem Mafse beeinträchtigen und macht — wenn man ihr nicht entsprechend Rechnung getragen hat — oft fogar die Beheizung von Räumen unmöglich.

Aus letzterem Grunde mufs ich hier noch einige Worte über die Luftdurchlässigkeit der Wände anfügen. Ueber die Durchlässigkeit einer Zahl von Baustoffen liegen Versuchsergebnisse vor³⁸⁾, welche indessen nicht derartig sind, dafs Rechnungen auf sie gestützt werden könnten, indem die Durchlässigkeit der einzelnen Stoffe zu verschiedenartig ist.

Jedoch läfst sich aus derselben ersehen, dafs die Durchlässigkeit im geraden Verhältnifs zur Wanddicke abnimmt, und dafs die Durchlässigkeit der einzelnen Stoffe etwa folgende Reihe³⁹⁾ bildet, wobei die durchlässigsten zuerst aufgeführt sind:

Kalktuffstein, künstlicher Stein aus zerkleinerten Schlacken und Mörtel, Fichtenholz in der Längsrichtung, Kalkmörtel, Beton, Backstein, Portland-Cement, unglafirter Klinker, Grünandstein, gegoffener Gyps, Eichenholz; glafirter Klinker ist undurchlässig.

Von den gebräuchlichen Bekleidungsmitteln hindert Kalkanstrich den Luftdurchgang am wenigsten; Oelfarbeanstrich sperrt die Luftwege zunächst nahezu ganz ab, wird aber mit zunehmendem Alter etwas porös; Wasserglasanstrich soll bei einigem Alter undurchlässig sein. Tapeten hindern das Durchströmen wesentlich durch den Kleister, welcher sie festhält. Sog. Isolirungen (Asphaltanstriche, Asphaltpapier, Metallblätter etc.) hindern natürlich die Luft erheblich an ihrem Austritt, bezw. verchliessen ihr jeden Weg. Durchnässte Stoffe sind gleichfalls mehr oder weniger undurchlässig.

Wenn hierdurch noch mehr Gründe geschaffen sind gegen ein Vertrauen auf zufällige Lüftung, so giebt die Zusammenstellung vor allen Dingen Winke betreff der Mittel, welche die störenden Einwirkungen der zufälligen Lüftung unschädlich machen.

Die zufällige Lüftung ist sonach ausnahmslos unzuverlässig.

2) Künstliche Lüftung.

Unter diesem Namen fasse ich alle diejenigen Lüftungsverfahren zusammen, bei welchen wenigstens eine gewisse, von Zufälligkeiten unabhängige Regelbarkeit möglich ist. Man nennt dieselben auch wohl absichtliche Lüftungen; ich vermag mich jedoch dieser Benennungsweise nicht anzuschliessen, da eine gewisse Absichtlichkeit auch der zufälligen Lüftung unterzuliegen pflegt.

Die einfachste Art des künstlichen Lüftens besteht in der Freilegung von Oeffnungen, durch welche Luft des Freien in den zu lüftenden Raum ein-, bezw. von diesem in das Freie auszufließen vermag. Als die Luftbewegung veranlassende Kräfte sind wieder der Wind und der durch Temperaturunterschied veranlasste Auftrieb zu nennen. Fehlt fowohl das eine, als auch das andere, so hört die Wirksamkeit der Lüftung auf; ist die eine oder die andere der Kräfte vorhanden, oder

107.
Zufällige
Lüftung.

108.
Künstliche
Lüftung.

109.
Freilegung
von
Luftöffnungen.

³⁸⁾ Die Porosität der Mauern und ihre Bedeutung für die Ventilation. *Baugwks.-Ztg.* 1870, S. 254.

MÄRCKER. Untersuchungen über natürliche und künstliche Ventilation, vorzüglich in Stallgebäuden, sowie über die Porosität einiger Baumaterialien. Göttingen 1871.

SCHÜRMAN. Jahresbericht der chemischen Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege. 1874.

LANG, C. Ueber die Porosität einiger Baumaterialien. *Zeitschr. f. Biologie* 1875, S. 313.

HAUSSOULLIER, CH. *De la perméabilité des sols et des murs considérée au point de vue de l'hygiène et de la ventilation. Gaz. des arch. et du bât.* 1875, S. 92, 100.

SCHULZE u. MÄRCKER. Ueber den Kohlenfäuregehalt der Stall-Luft und der Luftwechsel in Stallungen. *Landwirthschaftl. Jahrbücher* 1876.

LANG, C. Ueber natürliche Ventilation und Porosität von Baumaterialien. Stuttgart 1877.

BALTES und FINKLER. Ueber die Behinderung der Mauerventilation durch Oelanstrich des Hauses. *Deutsche milit.-ärztl. Zeitschr.* 1877, S. 51.

OERTMANN. Ueber die Gröfse der Mauerventilation bei Oelanstrich des Hauses. *Deutsche milit.-ärztl. Zeitschr.* 1877, S. 557.

WEISS. Ueber natürliche Ventilation und die Porosität von Baumaterialien. *Civiling.* 1878, S. 205.

³⁹⁾ Vergl. auch die Angaben über die Porositätsgrade der Bausteine in Theil I, Bd. 1, S. 89 dieses »Handbuches«.

treten beide gleichzeitig auf, so dienen die »künstlichen« Einrichtungen zur Abschwächung der Wirkung, bezw. zum Unterbrechen der Lüftung.

110.
Benutzung
der
Fenster.

Sehr häufig fehlt zu diesem Zweck jede besondere Einrichtung; man öffnet alsdann nach Bedarf die Fenster des betreffenden Raumes. Solche Fenster, welche nicht in gewöhnlicher Weise mit Flügeln versehen sind, rüstet man mit fog. Luftscheiben aus, d. h. mit kleinen Flügeln, welche meistens nur die Größe einer Fenster Scheibe haben. Die Regelung des Luftwechsels ist eine rohe, indem man meistens die Fensterflügel entweder vollständig öffnen oder schließen muß; auch ist dieses Lüftungsverfahren bei Regenwetter meistens deshalb unbenutzbar, weil durch die Fensteröffnungen der Regen einzufallen vermag.

Man verhütet diese Uebelstände, indem man den oberen Theil des Fensters um eine in der Mitte desselben liegende wagrechte Achse drehbar anordnet und eine feststellbare Zugtange mit ihm so in Verbindung bringt, daß man dem Fenstertheil sehr verschiedene Lagen geben kann. So lange das Fenster genügend weit hinter die Außenfläche des Gebäudes zurückspringt, ist die obere der beiden, durch Drehen des Fenstertheils entstehenden Oeffnungen gegen das Eindringen der Regentropfen geschützt, während die untere Oeffnung von der nach außen gekehrten Hälfte des Fenstertheils überragt wird. Auch dreht man ähnliche Fenstertheile um Achsen, die an dem einen oder anderen der wagrechten Ränder sich befinden etc. (Vergl. auch das im vorhergehenden Bande über »Construction der Fenster« Gefagte.)

Derselbe Gedanke hat zur Construction fog. Jalousien geführt, welche aus zahlreichen schmalen, um wagrechte Achsen drehbaren und feststellbaren, aus Holz, Blech oder Glas gefertigten Platten bestehen, die sich nach Art sonstiger Jalousie-Anordnungen über einander legen, sobald die Oeffnungen derselben geschlossen sind. Die gläsernen Jalousien sind wegen ihres guten Aussehens am beliebtesten und nehmen meistens den Raum einer Fenster Scheibe ein.

Außer derartigen Glasjalousien sind noch anderweitige Vorkehrungen in den Fenstern oder in unmittelbarer Verbindung mit denselben angewendet worden. Betreff der Construction solcher Anordnungen, die naturgemäß nur eine geringe Wirkksamkeit entfalten können, sei auf die unten stehenden Quellen verwiesen⁴⁰⁾.

111.
Befondere
Luftöffnungen.

In höherem Maße verdienen diejenigen Lüftungseinrichtungen den Namen »künstliche«, welche mit besonders gestalteten Luftzu- und Luftabfuhrwegen, so wie eigens für ihren Zweck eingerichteten Mündungen derselben im zu lüftenden Raume versehen sind, so daß dieselben mehr als die vorhin besprochenen Einrichtungen von Zufälligkeiten unabhängig machen.

Von besonderer Bedeutung ist zunächst die Art der Luft-Ein-, bezw. -Abfuhrung, bezw. die Lage und Form der Mündungen. Der Ueberblicklichkeit halber mögen die verschiedenen Aufgaben der Lüftungsanlagen einzeln behandelt werden.

40) KNOBLAUCH, E. Construction gläserner Jalousie-Fenster. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1858, S. 111.
Jalousie-Fenster aus Glas. Zeitschr. f. Bauw. 1866, S. 403.
Glas-Jalousien. Deutsche Bauz. 1868, S. 270.
SANDER's Ventilationseinrichtung für Zimmer. Polyt. Centralbl. 1871, S. 70. Polyt. Journ. Bd. 199, S. 248.
FLAVITSKY, J. Notice sur un procédé de chauffage et de ventilation par les doubles fenêtres. Paris 1876.
Glas-Jalousien als Ventilationsfenster. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1872, S. 13.
FRIESE, F. M. Ventilationsfenster von A. P. DE RIGEL. Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1866, S. 114.
BELLEROUCHE. Sur un système de chauffage et de ventilation à l'aide de doubles fenêtres. Annales du génie civil 1876, S. 460.
Window ventilation. Building News, Vol. 32, S. 103.
Neue Glas-Jalousie. Deutsche Bauz. 1880, S. 188.

a) Die einzuführende Luft soll wärmer sein, als diejenige des Raumes. In diesem Falle ist die Lösung der Aufgabe eine leichte. Man wird die Einführungsöffnungen so hoch legen, dass die hereinströmende Luft nicht gegen die Körper der in dem betreffenden Raum sich aufhaltenden Personen stoßen kann. Die warme Luft steigt, ihres geringeren Gewichtes halber, nach oben, verbreitet sich unter der Decke und sinkt von dort in dem Masse nieder, als unten die Zimmerluft abgeführt wird, bezw. fernere warme Luft zuströmt. Die Strömungen der eingeführten Luft finden sonach in dem Raume über den Köpfen der Menschen statt, können also nicht stören. Mehr Aufmerksamkeit erheischt die Lage und Anordnung der Abströmungsöffnung. Dass dieselbe möglichst nahe über dem Fußboden liegen muss, ist selbstverständlich, indem sie die kälteste, also die auf dem Fußboden liegende Luft abführen soll. Es muss aber auch dafür gesorgt werden, dass die am Boden liegende Luft zu der Abströmungsöffnung gelangen kann, ohne die Menschen zu belästigen. Hier schon würde die Beantwortung der Frage von hohem Werth sein, welche Luftgeschwindigkeit angewendet werden darf, ohne das Gefühl des Zuges an den Füßen und Beinen der Menschen hervorzurufen. So lange es sich um eine geringere Menschenzahl, also um eine kleine Lüftungsmenge handelt, so genügt eine Oeffnung, welche in einiger Entfernung von der zunächst befindlichen Person angebracht wird, und eine derartige Anordnung der etwaigen Tische und Bänke, dass von allen Stellen des Fußbodens die kältere Luft der Abströmungsöffnung zuzufließen vermag. Bei starkem Luftwechsel müssen dagegen die Abzugsöffnungen vertheilt werden, um eine zu große Geschwindigkeit in der Nähe der Personen zu verhüten.

112.
Einführung
warmer
Luft.

β) Die einzuführende Luft soll kälter sein, als diejenige des zu lüftenden Zimmers. Die frische Luft ist in diesem Falle schwerer, als diejenige, welche aus dem Raume abzuführen ist. Demnach erscheint es zunächst richtig, die erstere unten einzuführen, die letztere aber in der Nähe der Decke abzuleiten, indem alsdann die Lufttheile ihrer Temperatur entsprechend in den Gesamtstrom selbstthätig sich einreihen.

113.
Einführung
kalter Luft
von unten.

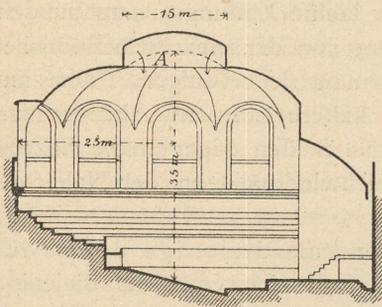
Viele Lüftungsanlagen, welche (außer ihrem eigentlichen Zweck) auch die Aufgabe haben, die betreffenden Räume zu kühlen, sind dementsprechend eingerichtet. Jedoch verbietet sich in den meisten Fällen die Einführung der frischen Luft von den Wandflächen aus, indem die nöthige Luftgeschwindigkeit in Verbindung mit der niedrigen Temperatur sehr leicht eine unangenehme Zugempfindung hervorruft. Man hat deshalb für größere Räume den Fußboden aus durchbrochenen Eisenplatten gebildet und diese mit doppelten Teppichen bedeckt, so dass die Luft in unzählige, sehr dünne Strahlen zerlegt in das Zimmer gelangt, der aufwärts gerichtete Strom in diesem deshalb von Vornherein den ganzen Querschnitt des Raumes, abzüglich des von Menschen und Möbeln beanspruchten, ausfüllt und damit die Geschwindigkeit der Luft auf das denkbar geringste Maß beschränkt wird. Dieses Zuführungsverfahren wurde zunächst von Reid im Hause des englischen Parlaments ausgeführt und hat ferner in Theatern des Festlandes vielfache Anwendung erfahren. Dasselbe hat sich jedoch nicht allgemein einzuführen vermocht, da trotz der genannten, weit gehenden Zerlegung des Luftstromes die Zugempfindung an Füßen und Beinen sich in unangenehmer Weise geltend macht und außerdem ein Aufwirbeln des Staubes unvermeidlich ist. Vielerorts sind sogar die betreffenden Einrichtungen abgeändert worden.

114.
Einführung
kalter Luft
von oben.

Die Einführung kälterer Luft in dem oberen Theil des Raumes hat vielfache und erhebliche Bedenken. Die kalte Luft sinkt, ungeschickt zugeführt, in Form eines Stromes nieder und belästigt die Personen, auf welche sie trifft, auf die unangenehmste Weise. Bei zweckmäßiger Zuführung und nicht zu großem Temperaturunterschied ist es jedoch möglich, die Luftzuführung von oben nach unten stattfinden zu lassen, ohne hierdurch nennenswerthe Unannehmlichkeiten für die Personen, welche in dem Raum sich aufhalten, hervorzurufen. Hierzu ist zunächst ein reichlicher Raum über den Köpfen der Menschen erforderlich, um hier diejenige Zerstreung des Stromes zu bewirken, welche eine möglichst gleichmäßig abwärts gerichtete Geschwindigkeit bedingt. In sehr hohen Räumen ist es möglich, von einer Stelle aus die gesammte Luft einzuführen, indem diese Oeffnung so vergittert wird, daß die Luft in vielen dünnen, divergirenden Strahlen in den Raum gelangt. In dem Festsaal des Trocadero-Palastes zu Paris findet die Lufteinführung in dieser Weise statt⁴¹⁾.

Der im Wesentlichen runde Saal, dessen Kuppel an die Sparren des Daches gehängt ist, hat etwa 50 m Durchmesser. In der Mitte der Kuppel befindet sich eine kleinere Kuppel A (Fig. 58) von etwa

Fig. 58.



Festsaal des Trocadero-Palastes in Paris.
1/1200 n. Gr.

15 m Durchmesser, über welche die frische Luft geführt und durch deren zahlreiche Oeffnungen dieselbe in den Saal gelangt. Damit die kältere frische Luft nicht geraden Weges nach unten fließt, hat man die Abzugsöffnungen, von denen gegen 15 000 vorhanden sein dürften, über den ganzen Saal vertheilt. Im Parquet ist die Anordnung so getroffen, wie die Fig. 59 und 60 erkennen lassen. Zwischen den Rückenlehnen der Sessel sind aufrechte Rohre *a* angebracht, welche mit den unter dem Fußboden liegenden Sammelrohren in Verbindung stehen. Die Rohre *a* haben zunächst nahe über dem Fußboden vergitterte Oeffnungen *c, c*, außerdem noch je eine ebenfalls vergitterte Oeffnung *b*. Der Saal hat 4665 Plätze und außerdem Raum für 350 Musiker, bezw. Sänger und soll stündlich 200 000 cbm oder etwa 240 000 kg frische Luft zugeführt erhalten. Ich habe einer der großen Musikaufführungen, welche gelegentlich der 1878-ger Weltausstellung

in dem fraglichen Saale stattfanden, beigewohnt, und hierbei einen lothrecht unter der Lufteintrittsöffnung befindlichen Platz benutzt; trotz sorgfältiger Beobachtung vermochte ich keine Belästigung durch Zug zu bemerken. Die Entfernung der einzelnen Lufteinströmungsöffnungen von den Köpfen der Menschen ist hier

Fig. 59.

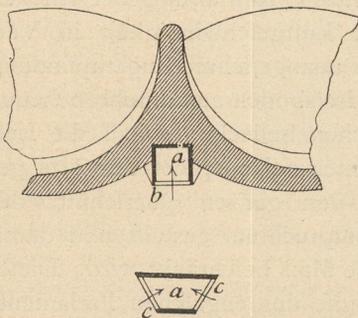
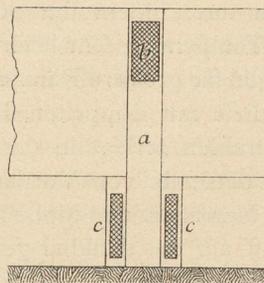


Fig. 60.



30 m und mehr, so daß, außer der Zerlegung des Luftstromes, ein Anwärmen, bezw. ein Binden der frei gewordenen Wärme stattfinden dürfte, bevor die Luft mit den Köpfen der Zuhörer in Berührung kommt.

Eine ähnliche Anordnung, die, was Annehmlichkeit für die Besucher anbelangt, sich eben so bewährt hat, findet sich in dem

großen Hörsaal des *Conservatoire des arts et métiers* zu Paris. Hier sind 12 Einströmungsöffnungen an der Decke vertheilt, während zahlreiche Abzugsöffnungen unter den Sitzen und an anderen geeigneten Orten des Raumes angebracht sind.

⁴¹⁾ Vergl. *Le palais du Trocadero*. Paris 1878. — Eisenb. Bd. 8, S. 127. — *Nouv. annales de la const.* 1878, S. 78 u. 99. — *Annales industr.* 1879, S. 595. — *Rohrleger* 1878, S. 136. — *Polyt. Journ.* Bd. 231, S. 387.

Man kann eine ähnliche Wirkung hervorbringen, indem man die kalte Luft durch nach der Decke gerichtete, freistehende Rohre einführt, welche in geeigneter Weise in dem zu lüftenden Raume vertheilt sind. Die lebendige Kraft der ausströmenden Luft befähigt dieselbe zunächst, trotz ihres größeren Gewichtes, durch die wärmeren Luftschichten des zu lüftenden Raumes emporzusteigen und vielleicht die Decke zu erreichen. Von hier aus bewegt sie sich in sehr vertheiltem Zustande nach unten und zwar, wenn alle Verhältnisse gut gewählt sind, in eben so vortheilhafter Weise, wie wenn sie durch Oeffnungen der Decke in den Raum gelangt. Die Höhe der Lufteinführungsrohre kann, wenn für die entsprechende Luftgeschwindigkeit geforgt wird, eine geringe sein.

Häufiger ist die Einführung der Luft durch in den Seitenwänden liegende Oeffnungen, wohl deshalb, weil diese Oeffnungen bequemer anzubringen sind. Bei dieser Anordnung bildet die Einströmungsgeschwindigkeit mit derjenigen Geschwindigkeit, welche die Luft in dem zu lüftenden Raume nach unten führen soll, einen ziemlich großen Winkel. Es ist allerdings Thatfache, daß der Luftstrom von der Eintrittsstelle ab an Querschnitt zunimmt, also seine Geschwindigkeit abnimmt, so daß das Gewicht der kälteren Luft desto mehr zur Geltung kommt, je weiter die Luft von der Eintrittsstelle entfernt ist. Man kann aber mit dieser im Allgemeinen bekannten Thatfache nicht in dem Maße rechnen, daß sie unmittelbar zum Aufzeichnen des Luftweges, bezw. zum Bestimmen der Geschwindigkeitsgröße an den einzelnen Punkten des Raumes führt. Ein in der Nähe der Decke wagrecht oder in wenig aufwärts gerichteter Neigung eintretender Luftstrom verfolgt die Decke, je nach der Anfangsgeschwindigkeit, mehr oder weniger lange. Sobald derselbe auf eine lothrechte Fläche stößt, wird derselbe sofort nach unten abgelenkt und trifft die Köpfe, welche sich unter dieser lothrechten Fläche befinden, in recht empfindlicher Weise. Bei 1,5 m Einströmungsgeschwindigkeit beobachtete ich an der gegenüberliegenden, 8,5 m von der Eintrittsstelle entfernten Wand eine sehr unangenehme, nach unten gerichtete Strömung. In der hannoverschen Hochschule wird häufig beobachtet, daß die lothrechten Flächen des Gebäudes in ähnlicher Weise die kältere Luft niederwerfen. Deshalb dürfte es nothwendig sein, die Einströmungsgeschwindigkeit (durch Erweitern der Einströmungsöffnungen und Zerlegen des Stromes in denselben) möglichst zu vermindern, jedenfalls nicht größer als 0,5 m werden zu lassen.

Diese Zerfreuung kann stattfinden durch Leitbleche, wie der wagrechte Schnitt Fig. 61 erkennen läßt, oder durch einfache Vergitterungen, welche an die Erweiterungen der Canäle sich anschließen. Fig. 62 zeigt eine derartige Anordnung. *A* bezeichnet den lothrechten Luftzuführschacht; derselbe erweitert sich bei *B* nach beiden Seiten und mündet mittels zahlreicher Oeffnungen des Wandgesimses. Außer den verschiedenartigsten Gittern kann die Zerfreuung erfolgen durch poröse Wände und Gewebe, wie von *Scharrath*⁴²⁾ vorgeschlagen wurde.

Immer ist großer Werth zu legen auf eine entsprechende Höhenlage der Einströmungsöffnungen über den Köpfen derjenigen Personen, welche den betreffenden

Fig. 61.

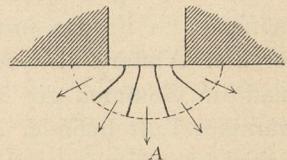
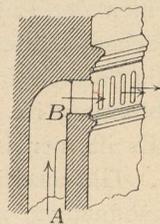


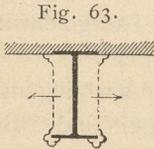
Fig. 62.



⁴²⁾ Siehe: SCHARRATH. Bekanntmachung der Vorzüge einer neuen Erfindung zur Erhöhung der Gesundheits- und Krankenpflege durch Anwendung der Poren-Ventilation. Halle 1869. Ferner: Deutsche Bauz. 1870, S. 315; 1871, S. 219 u. 272; 1876, S. 398. — ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1873, S. 137 u. 237. — Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1870, S. 128.

Raum benutzen. Räume gröfserer Tiefe wird man nicht von einer Seite aus mit frischer Luft versorgen können; vielmehr wird eine Zuführung von den beiden gegenüberliegenden Seiten nothwendig.

Der grofse Sitzungsfaal des Reichstagsgebäudes in Berlin hat, bei einer Tiefe von 22 m, derartige einander gegenüberliegende Oeffnungen, welche etwa 9 m über den höchsten Sitzen der Abgeordneten sich befinden; die Abfaugung der Luft findet durch Oeffnungen statt, welche in den lothrechten Theilen des aufsteigenden Fußbodens sich befinden. Man sagte mir, dafs eine Belästigung durch Zug nicht stattfindet, selbst wenn die einströmende Luft 3 bis 4 Grad kälter sei, als diejenige des Saales⁴³⁾.



Eine noch bessere Vertheilung der Einströmungsöffnungen ist zu erreichen, indem man die lothrechten Wandungen kastenartig hergestellter Unterzüge (die eigentlichen Tragbalken sind dann aus Eisen zu fertigen) etc. als solche verwendet (Fig. 63). Man nähert sich dann mehr und mehr der im Allgemeinen besten Einführungsart, nämlich derjenigen von der Decke aus.

116.
Lage der
Abströmungs-
öffnungen.

Was die Abströmungsöffnungen anbelangt, so wird man sie, so weit irgend möglich, über den Grundriß des in Frage kommenden Raumes vertheilen, um eine möglichst gleichförmige, also für jeden Ort möglichst geringe Luftgeschwindigkeit zu erhalten. Bei festen Plätzen der Insassen ist das immer zu erreichen. In Hörsälen, Sitzungsräumen, Theatern, Krankenhäusern (bei letzteren unter den Betten) sind un schwer geeignete Plätze für die Abführungsöffnungen zu finden. In Tanzsälen u. dergl. wird man sich mit feilich liegenden Abzugsöffnungen begnügen müssen; bei Wohnräumen kann man dasselbe Verfahren anwenden, theils weil dieselben nicht sehr groß sind, theils weil die in demselben sich aufhaltenden Menschen nur gering an Zahl sind.

117.
Winter-
u. Sommer-
lüftung.

Das Ergebniß der vorliegenden Erörterung ist sonach, dafs regelmäfsig die Eintrittsöffnungen oben, die Austrittsöffnungen in Fußbodenhöhe sich befinden müssen. Es ist das um so angenehmer, als eine und dieselbe Anordnung sowohl für den Winter, als auch für den Sommer gebraucht werden kann. Vielfach will man im Sommer die Luft in der Nähe der Decke abführen, weil sich hier die wärmere Luft befindet. Im geheizten Raume ist thatsächlich die Luft der höheren Schichten wärmer, als diejenigen der unteren Schichten; im ungeheizten Raume liegt kein Grund für einen derartigen Temperaturunterschied vor. Das Heizen oder Erwärmen der Luft findet nun, wie bekannt, nicht allein durch die eigentlichen Heizflächen, sondern auch durch die in dem betreffenden Raume lebenden Menschen und die Beleuchtungseinrichtungen statt. Man wird deshalb in einzelnen Fällen die Luftabführung im Sommer oben stattfinden lassen.

Es ist hier immer die Rede von der Abführung der Luft am Fußboden gewesen. Gleichzeitig wurde erwähnt, dafs man für eine geeignete Vertheilung der Abzugsöffnungen zu sorgen habe. Hieraus kann man ohne Weiteres schliessen, dafs z. B. die Logen und Galerien der Theater, die Tribünen der Versammlungssäle etc. in der Nähe ihrer Fußböden besondere Abzugsöffnungen haben müssen; ich halte es für nothwendig, hierauf besonders aufmerksam zu machen⁴⁴⁾.

3) Entnahmestellen für die frische Luft.

118.
Entnahme
der Luft.

Die zufällige Lüftung läßt sich die Stellen, von wo aus die frische Luft entnommen werden soll, nicht vorschreiben.

43) Vergl. auch die am Schluss des 11. Kapitels aufgenommenen Beispiele ausgeführter Heizungs- u. Lüftungs-Anlagen (unter 2).

44) Vergl. übrigens: FERRINI, R. Technologie der Wärme etc. Deutsch von M. SCHRÖTER. Jena 1878, S. 415 u. ff. — HUEDELO. Die Eintritts- und Austrittsöffnungen der Luft bei der Ventilation. *Revue d'hyg.* 1879, S. 213.