

wird eine gesicherte Wirkung nicht eintreten. Dagegen behalten sie ihren Werth als ergänzende Theile des Systems auch im Winter, so weit sie der ganzen gewählten Anordnung entsprechend gehandhabt werden und diese ihnen angepaßt ist. Das erstere läßt sich in einzelnen Fällen durch Instructionen regeln, das letztere ist schon bei der Planung der Anlage zu berücksichtigen.

Lüftung und Heizung müssen getrennt neben einander bestehen können, und ihre Regelung vom Saal aus soll die denkbar einfachste sein. Einfachheit und Uebersichtlichkeit der gesammten Anordnung ist bei möglichst vollkommener Leistung nicht leicht zu erzielen. Dies beweisen die zum Theil sehr verwickelten Systeme, zu deren Ausführung es gekommen ist; sie müssen aber die zu erstrebenden Ziele bleiben. Der erste Schritt dazu wird mit der einheitlichen Gestaltung von Lüftung und Heizung gethan sein, die *Wolffhügel* dringend befürwortet. Die Menge von regelmäsig und unregelmäsig wirkenden Lüftungsvorrichtungen, das Vorhandensein von 3, 4 und noch mehr Heizstätten für verschiedene Zwecke in einem eingeschlossenen Pavillon führt nur zu Vernachlässigungen und oft zu Wirkungen, die den beabsichtigten entgegenesetzt sind⁸⁹⁵).

Die Lüftung und Heizung behandelt Theil III, Band 4 dieses »Handbuches« so ausführlich, das im Folgenden nur über die besonderen Gesichtspunkte, Vorschläge und Ausführungen zu berichten ist, zu welchen der Krankenhausbau angeregt hat.

a) Lüftung.

Nach den in Art. 363 bis 365 (S. 345 bis 347) mitgetheilten heutigen Ansichten über das Verhalten pathogener Mikroorganismen, über ihre Verbreitung durch Staub und durch bewegte Luft und über die Gefahr einer Luftinfection kann man schliessen, das die letztere nur bei einer Lagerung der Kranken im Freien unter einem Schutzdach oder einem Zelt mit aufgezogenen oder herabgelassenen Seitenwänden bis zu einem gewissen Grade eingeschränkt werden kann. In geschlossenen Räumen erwächst der Lüftung die Aufgabe, der Luftinfection möglichst vorzubeugen. Zu diesem Zweck verlangt *Wolffhügel* Verhütung plötzlicher Steigerungen des Luftwechsels, wie nach dem Gebrauch der Bettchüffel durch Oeffnen der Fenster, Vermeidung stoßweise auftretender stürmischer und wirbelnder Luftströmungen, welche Staubtheilchen von Fußböden, Wänden und Gegenständen losreißen können, und Verhinderung der Umkehr von Luftströmungen in den ihnen vorgeschriebenen Luftwegen⁸⁹⁶). Hierzu gehört eine möglichst gleichmäsig und gesicherte Wirkung der beabsichtigten Luftbewegung, die zugfrei erfolgt. Die Lüftung soll mit diesem Vorbehalt die Wegführung der übrigen Producte, welche der Kranke in noch höherem Grade als der Gefunde ausscheidet, aus seiner Nähe bis in die freie Luft bewirken. Die Natur dieser Stoffe entzieht sich, mit Ausnahme der Kohlenäure und des Anthropotoxins, noch mehr unserer Kenntniß, als diejenige der vorher besprochenen Krankheitserreger. Man begnügt sich damit, den Betrag der Kohlenäure fest zu stellen, welcher in der Luft eines Krankenraumes vorhanden sein darf. Die Lüftung hat die Aufgabe, einen Luftwechsel zu bewirken, bei welchem diese Grenze in 1 Stunde für 1 Bett nicht überschritten wird.

⁸⁹⁵) Siehe: WOLFFHÜGEL, G. Zur Lehre vom Luftwechsel. München 1893. S. 26 u. ff.

⁸⁹⁶) Siehe ebendaf., S. 15 u. ff.

Der nöthige Luftwechsel foll nach *v. Pettenkofer* die Einhaltung eines Kohlenfäure-Gehaltes von 0,0007 oder nach *Rietschel* diejenige einer bestimmten, nicht zu überschreitenden Temperatur bewirken und kann hiernach oder nach Erfahrungsfätzen bemessen werden. Unter Berücksichtigung dieser drei Gesichtspunkte und vorausgesetzt, daß die Räume keine oder elektrische Beleuchtung besitzen, gelangte *Rietschel*⁸⁹⁷⁾ zur Forderung eines Luftwechsels in Krankenzimmern von 75 cbm für Erwachsene und 35 cbm für Kinder. Da man in solchen Sälen Gas- oder Petroleumbeleuchtung durch unmittelbaren Abzug der Gase unschädlich zu machen pflegt, bedürfen diese Werthe für Allgemeinkranke keiner Abänderung.

In vielen Programmen für Krankenhausbauten wird eine beträchtlich höhere Leistung vorübergehend oder dauernd für den Fall von Epidemien gefordert, wo ein doppelt starker Belag der Krankenzimmer eintreten kann. Fieberkranke, welche schneller athmen, scheiden mehr Kohlenfäure aus⁸⁹⁸⁾. *Rubner* steigert den Luftbedarf bei Epidemien auf 150 cbm. Will man diesen Anforderungen in allgemeinen Krankenhäusern gerecht werden, so ist bei der Lüftungsanlage die Möglichkeit einer dauernden Verdoppelung des normalen Bedarfes von 75 cbm zu bedingen. Man würde dann bei doppelt starkem Belag doch nur 75 cbm jedem Bett in jeder Stunde zuführen. (Vergl. Art. 373, S. 352.) In den allgemeinen Sälen des Johns-Hopkins-Hospitals zu Baltimore waren 102 cbm und die Möglichkeit der Steigerung auf 204 cbm gefordert.

Zu gewissen Zeiten, wie in den Stunden des öffentlichen Besuches, zur Zeit von Verbandwechsel und in klinischen Lehranstalten während des Besuches Seitens der Studirenden findet eine beträchtlich größere Luftverschlechterung als sonst statt, die nach den angeführten Worten *Wolffhügel's* nicht durch plötzlich stärkeres Lüften beseitigt werden soll. Man wird daher gut thun, das von *Rietschel* bestimmte Mindestmaß lieber zu erhöhen und nach der preussischen ministeriellen Vorschrift 80 oder noch besser 90 cbm, wie *Degen*⁸⁹⁹⁾ auf Grund eines Kohlenfäure-Gehaltes von 0,0006 der Luft fordert, als Norm zu Grunde zu legen. Das zeitweise Leerstehen von Betten tritt in stark besuchten Krankenhäusern meist nur in einzelnen Abtheilungen ein und kann nicht in Gegenrechnung gestellt werden, da eine Lüftungsanlage für den ungünstigsten Fall berechnet werden muß. Dasselbe gilt vom Leerbleiben der Betten der Reconvalescenten, welches Nachts ohnehin in Wegfall kommt. Eine Steigerung des Luftwechsels auf das 6-fache hat *Romanin-Jacqur* ohne Zugerfcheinung erreicht.

In Einzelzimmern oder in kleineren Räumen für Schwerkranke ist ein stärkerer Luftwechsel nöthig. Das Nürnberger Programm⁹⁰⁰⁾ fordert 100 cbm in Isolierzimmern. Schläft hier zugleich eine pflegende Person oder ist das Zimmer für einen Leichtkranken und einen Schwerkranken bestimmt, so würde Durchschnittsberechnung eintreten können. In den Einbettenzimmern des Pavillons für Zahlende im Johns-Hopkins-Hospital zu Baltimore soll die Luftzuführung 153 cbm (= 5400 Cub.-Fuß) und in denjenigen der Isolir-Pavillons 204 cbm (= 7200 Cub.-Fuß) betragen. In einzelnen Zellen des letzteren läßt sie sich bis zu 816 cbm (= 28800 Cub.-Fuß) steigern.

⁸⁹⁷⁾ Siehe: RIETSCHEL, H. Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungs-Anlagen. Berlin 1893. S. 13.

⁸⁹⁸⁾ Siehe: DEGEN, L. Das Krankenhaus und die Caferte der Zukunft. München 1882. S. 76.

⁸⁹⁹⁾ Siehe ebendaf., S. 76 u. ff.

⁹⁰⁰⁾ Siehe: Programm für die Herstellung der Lüftungs- und Heizungsanlage, so wie für die Warmwasserverforgung des neu zu erbauenden Krankenhauses der Stadt Nürnberg. Nürnberg den 13. Juni 1893. Stadtmagistrat. S. 4.

439.
Ausdehnung
der
Lüftung.

Oft hat man als das zu erstrebende Ziel einer guten Krankenhausanlage die selbständige Lüftung jedes einzelnen Krankenraumes betrachtet. Häufig begnügte man sich, jedes Gebäude selbständig zu lüften, den Krankenzimmern darin gemeinsame Luft-Zuführung und -Abführung zu geben, letzteres indem man sie an einen gemeinsamen Lüftungsschlott angeschlossen. In einzelnen Fällen centralisirte man die Zuleitung der reinen Luft zu allen Krankengebäuden oder die Ableitung ihrer verdorbenen Luft.

*Fischer*⁹⁰¹⁾ hat auch gegen die selbständige Entlüftung eines Gebäudes geltend gemacht, daß die Luft oft wie der Rauch sich in geschlossenen Zügen bewegt, daß sie auch tief streichen und in die Luftleitung der anderen Häuser gelangen kann. Von diesem Gesichtspunkte sei die centralisirte Ableitung nach einem gemeinschaftlichen, hohen Schornstein, dessen saugende Kraft sicher gestellt werden könne, wie in Halle, zu prüfen. Doch hält er schließlic für die beste Lösung der Frage diejenige, die Krankengebäude einzeln, die übrigen Gebäude des Krankenhauses central zu entlüften, aber den Krankengebäuden hohe Abluft-Schlote zu geben, um die Keime zu zerstreuen, bevor sie zur Erde fallen.

Diese Forderung hoher Abluft-Schlote läßt sich auch mit einer weit gehenden Decentralisation der Entlüftung innerhalb eines jeden Gebäudes durchführen, wenn man die Schlote verschiedener Geschosse oder Räume getrennt hält, aber um eine Wärmequelle gruppiert, sobald es sich um Abfaugung handelt. Die Luftzuführung wird man für ein Gebäude gemeinsam organisiren, wenn man die Luft entstauben oder weiter reinigen muß. Die Trennung der Zuleitung zu den einzelnen Räumen beginnt dann erst mit dem Eintritt der Luft in die einzelnen Heizkammern.

Die Ausdehnung der Lüftung wird außerdem sehr wesentlich durch die Art derselben bedingt. Die Zuführung neuer Luft muß centralisirt sein, wenn man sie durch einen Ventilator eintreibt. Das Gleiche gilt von der Ableitung, wenn man die Luft durch einen Exhaustor abfaugt und mehrere Räume oder, wie in größeren Krankenhäusern, mehrere Gebäude zu einer solchen Anlage vereinigt.

Gegen centrale Zuführung und Abführung für mehrere Gebäude ist der Einwand erhoben worden, daß durch die Canäle ein Verschleppen von Keimen erfolgen kann und die sonst streng durchgeführte Trennung der Gebäude aufgehoben wird.

Die Lüftung der Räume kann durch Eintreiben, durch Abfaugen oder durch Beides gleichzeitig erfolgen. Ersteres läßt sich nur mittels Ventilators, das Abfaugen mittels eines solchen oder durch Temperatur-Unterschied bewirken. Vergleichende Untersuchungen über die Vorzüge und Nachteile des einen oder anderen Verfahrens in der Anwendung auf Krankenzimmer sind zuerst von *Grassi* gemacht worden, welcher drei nach einander entstandene frühe Anlagen dieser Art untersuchte. Es kamen zum Vergleich: in *Lariboisière*⁹⁰²⁾ drei mit Warmwasserheizung und Sauglüftung gegen drei mit Dampfwasserheizung und Drucklüftung ausgestattete Pavillons, im *Hôpital Beaujon* und im *Hôpital Necker* Warmwasserheizung und Sauglüftung gegen je einen Pavillon mit Feuerluftheizung und Drucklüftung⁹⁰³⁾. Die Ergebnisse dieser Studien wurden später zum Theile von *Morin* u. A. berichtet. Die später im

440.
Art der
Lüftung.

⁹⁰¹⁾ Siehe: FISCHER, H. Ueber die Heizung und Lüftung der Krankenhäuser. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1887, S. 397 u. ff.

⁹⁰²⁾ Siehe: GRASSI. *Études comparatives sur les deux systèmes de chauffage et ventilation à l'hôpital Lariboisière.* Paris 1856.

⁹⁰³⁾ Alle drei Berichte finden sich in: DEGEN, L. Der Bau der Krankenhäuser mit besonderer Berücksichtigung der Ventilation und Heizung. München 1862. S. 38—156.

Friedrichshain angeestellten Untersuchungen erstreckten sich nur auf Sauglüftung, welche in Verbindung mit Warmwasserheizung gegenüber Feuerluftheizung zum Vergleich kam.

Haupteinwände gegen die Abfaugung waren: das Anfaugen von Thür- und Fensterluft, die Schwierigkeit, die an der Lüftung des Raumes wirklich theilnehmende Luftmenge fest zu stellen, und die Möglichkeit einer rückläufigen Bewegung. *Graffi* hatte nachgewiesen, das in einem durch einen Saugschornstein gelüfteten Saal von *Lariboisfière*⁹⁰⁴⁾ ein sehr beträchtlicher Theil der in die Säle eingeführten Luft durch Fenster und Thürspalten in den Saal eingetreten war, was *Livet*⁹⁰⁵⁾ bei Controle-Messungen annähernd bestätigte. Die hierbei in Frage kommende Fensterpaltenluft kam der Saallüftung nicht zu Gute, da sie in Folge der Anordnung der Abluft-Oeffnungen am Fuß der Fensterpeiler unmittelbar nach diesen abgefaugt wurde, was *Graffi* durch Aufhängen von Papierstreifen, die in essigsaures Bleioxyd getaucht waren, und durch Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas hinter einem Bohrloch im Fenster nachwies, wobei sich die Papierstreifen fast nur in der Richtung nach den Abluftlöchern färbten⁹⁰⁶⁾. Das gleiche Anfaugen der Fensterluft trat im Sommer ein, wo die zur Einführung bestimmten Luftwege durch die Oefen gar nichts lieferten; man schloß daher die Lüftungs-Canäle im Sommer und lüftete mittels der Fenster.

441.
Sauglüftung.

Bei den Versuchen, welche *v. Weltzien* und *Henneberg* im Friedrichshain⁹⁰⁷⁾ anstellten, ergab sich, das im Schornstein beträchtlich größere Luftmengen entwichen, als durch die Lüftungsöffnungen abgeführt wurden, weil sich die Luft im Schornstein ausdehnt und derselbe nicht ausschließlich Luft vom Saal entnahm. Das Verhältniß der im Schornstein abgeführten Luft zu der durch die Lüftungsöffnungen abgeführten war im Pavillon VII am 25. Februar 7660 : 5307, am 3. März 4165 : 3000 und am 7. März 9090 : 6814 bei verschiedener Stellung der Klappen.

Pfuhl beobachtete in der preussischen Lazareth-Baracke mit Pappbekleidung mehr als die Hälfte der Menge Spaltenluft (311 cbm) im Vergleich zur abgefaugten Luft (530 cbm⁹⁰⁸⁾. Hier vertheilt sie sich auf die zahlreichen Fugen in Fußboden, Wand und Decken, tritt zuglos ein und fördert die Lüftung.

Ein Anziehen von Luft durch Thür- und Fensterpalten tritt bei Sauglüftung auch in Gebäuden mit gut schließenden Doppelfenstern und Thüren ein und ist namentlich bei einfachen Fenstern Ursache zu besonderen Vorkehrungen in der Heizanlage geworden. Das Anfaugen von Luft durch Thürspalten, namentlich auch durch offene Thüren, bewirkt Luftgemeinschaft mit Nachbarräumen, was sich durch Herstellung selbständiger, gleich kräftiger Abfaugung der Luft in den Nebenräumen hindern läßt. Das Oeffnen von zwei Fenstern in *Lariboisfière* steigerte bei Sauglüftung den Abzug in den Abluft-Canälen von 119 cbm bei geschlossenen Fenstern und Thüren auf 156 bis 170 cbm⁹⁰⁹⁾; dagegen nahm die durch die Oefen eingeführte Zuluftmenge um mehr als $\frac{1}{6}$ ab. Das Oeffnen von zwei Fenstern übte keinen nachtheiligen Einfluß auf die Entlüftung in den anderen Sälen des Pavillons aus.

Morin empfahl für Krankensäle Sauglüftung, da sie wenig kostspieligen Unterhalt erfordere, bessere Gewähr gegen Rückströmungen beim Oeffnen von Fenstern

904) Siehe ebendaf., S. 58.

905) Siehe ebendaf., S. 129.

906) Siehe ebendaf., S. 127.

907) Siehe: GROPIUS & SCHMIEDEN. Das städtische allgemeine Krankenhaus in Berlin. Zeitschr. f. Bauw. 1875, S. 453 bis 482.

908) Siehe: LANGENBECK v., v. COLER & WERNER, a. a. O., S. 260.

909) Siehe: DEGEN, a. a. O., S. 62.

und Thüren biete und weil es nicht nur auf die Menge der Zuluft, sondern auch hauptsächlich auf das gleichmäßige und stete Abziehen der Abluft aus allen Theilen des Raumes ankomme. Zur Sicherung dessen bedarf jedes Abluftrohr, welches in das Freie mündet, an seinem Fuße einer Wärmequelle, die ununterbrochen wirkt und die Abluft im Schornstein stets 25 Grad höher hält, als diejenige der Außenluft. Um dies zu erreichen, hat *Schumburg*⁹¹⁰⁾ eine Selbstregelung der Temperatur im Schornstein durch ein Quecksilber-Thermometer vorgeschlagen. Die Wärmequelle wird am besten an diejenige, welche das ganze Jahr hindurch Wärme liefert, angeschlossen. Lockfeuer werden selten Tag und Nacht regelmäßig unterhalten. Gasfeuerungen sind theuer. Bei Sauglüftung kann die Luft auf kürzestem Wege von außen in jedes einzelne Gebäude oder auch in einen einzelnen Raum eingeführt und unter Umständen unmittelbar ohne Zwischencanäle von einem oder mehreren erwärmten Saugschloten abgefaugt werden. Dieser Vortheil geht verloren, wenn man nicht nur verschiedene Räume, sondern verschiedene Gebäude, wie in Halle, an einen einzigen Abluft-Schornstein anschließt.

442.
Drucklüftung.

Die Drucklüftung erfordert eine centralisirte Luftzuführung, wenn man nicht für jedes Krankengebäude zwei eigene Ventilatoren beschaffen und unterhalten will. Die Kosten ihrer treibenden Kraft sind in vielen Fällen Ursache geworden, daß man den Betrieb der Drucklüftung auf 14 bis 15 Stunden täglich einschränkte, wie dies selbst im *Hôpital Necker* geschah. Aehnliche Fälle berichtet u. A. *Gruber* vom Lazareth des Knappchafts-Vereines zu Völklingen⁹¹¹⁾, das nur im Winter, und vom Marine-Lazareth zu Kiel, welches im Winter nur bei Tage, im Sommer nur dann so gelüftet wurde, wenn man des Kessels für andere Zwecke bedurfte. Bei Abstellen der Lüftung drangen hier Abortgase in die Krankenzimmer. Auch im *London fever hospital* wurde der Ventilator außer Thätigkeit gesetzt. (Siehe Art. 216, S. 208.)

Die Versuche von *Graffi* zeigten beim Oeffnen von Fenstern und Thüren eine Verminderung der abziehenden Luftmenge im Abzugscanal⁹¹²⁾. Die Hauptvorteile, welche *Graffi* bei Drucklüftung fest stellte, waren: Meßbarkeit der zugeführten Luft, zugfreie Lüftung im Winter bei Zuführung von warmer Luft aus einer nachweisbaren Quelle, gleich starke Sommer- und Winterlüftung und größerer Luftwechsel ohne Zugerscheinungen. Für die Drucklüftung sind u. A. *Pettenkofer* und neuerdings *Wolffhügel* besonders auch wegen der Gefahr von Rückströmungen bei Sauglüftung, eingetreten. (Vergl. Art. 148, S. 146.) Eine Drucklüftung besitzt das gynäkologische Institut in Bonn; die Abluft entweicht hier durch lothrechte Rohre nach einem Sammelcanal im Dach und aus diesem durch Zinkrohre in das Freie. Hauptbedingung für die befriedigende Wirkung einer Drucklüftung ist ein ununterbrochenes und gleichmäßiges Wirken des Ventilators, zu welchem Zweck ein solcher eben so, wie ein Motor, in Reserve zu halten ist und die Mittel für Unterhaltung und Betrieb der Anlage schon zur Zeit der Planung nachgewiesen werden müssen.

443.
Vereinigte
Druck- und
Sauglüftung.

Ser hat in Paris beide Systeme verbunden, indem er im *Hôtel-Dieu* daselbst die Ventilationsluft durch einen Druckventilator von einer Centralstelle aus einfuhrte und in jedem Pavillon gefondert durch einen Saugschlot abfaugte. Vereinigte Druck- und Sauglüftungen in diesem Sinne sind häufiger zur Ausführung gelangt, so u. A. im *Hôpital Tenon* zu Paris, im Kinder-Hospital zu

910) Siehe: SCHUMBURG, a. a. O., S. 340.

911) Siehe: GRUBER, a. a. O., S. 28.

912) Siehe: DEGEN, a. a. O., S. 86 u. ff.

Dresden, in dem von *Marx* erbauten Theil des städtischen Krankenhauses zu Magdeburg für Innerlichkranke und im Sabbatsberg-Hospital zu Stockholm. Bei der gleichen Anlage im Gafhuis Stuivenberg zu Antwerpen wurde die geforderte Leistung durch die Sauglüftung allein erzielt. Im Bergwerks-Hospital zu Hazleton erfolgt das Eintreiben frischer Luft in den Frischluft-Canal, so wie das Abfaugen im Abluft-Canal mittels je eines Ventilators; durch passende Grösse derselben ist erzielt, daß ein gewisser Ueberdruck besteht, so daß kein Fensterzug stattfindet. Es kann ein 4-maliger Luftwechsel erzielt werden. Bei solchen Anlagen kann für die Zuluft und für die Abluft je ein eigenes centrales Canalsystem nöthig werden.

Eine Verbindung von Druck- und Sauglüftung kann dort, wo besonders starker Luftwechsel gefordert wird, und in Gebäuden, die ohnehin ein Canalsystem fordern, in Blockbauten und zur Sanirung alter Corridorbauten in Frage kommen. Man braucht dann auch nicht alle Krankengebäude einer Anstalt an die Canalleitung einer Drucklüftung zu reihen, wenn nur einer derselben eine solche verlangen sollte. Die Sauglüftung erreicht bei regelrechter Warmhaltung der Abluft-Canäle und bei richtiger Berechnung der Querschnitte einen Luftwechsel von über 200 cbm, wie die Anlagen im Friedrichshain, in *Ste.-Eugénie* zu Lille und im Johns-Hopkins-Hospital ergeben haben, und dieser genügt in den meisten Krankengebäuden.

Die Entnahmestellen für die Zuluft sollen möglichst entfernt von Orten liegen, wo die Abluft des Gebäudes in die Atmosphäre übergeht und nicht unter dem Wind von solchen Abluft-Ausflüssen. Im Uebrigen hängt ihre Wahl von den örtlichen Verhältnissen und von der Art der Luftvorwärmung ab.

Centralisirt man die Luftzuführung für ein Gebäude, so kann man sich mit einer einzigen Luftentnahmestelle begnügen, bezw. zwei gegenüber liegende vorsehen, um die Luftzuführung vor faugenden oder drückenden Einflüssen des Windes zu sichern. Die Zuluft soll möglichst staub-, ruf- und rauchfrei sein. Man bewirkt daher die Luftentnahme auf den Rasenplätzen zwischen den Gebäuden, unmittelbar an den Umfassungsmauern des Sockelgefchoffes oder oberhalb des Daches. Gegen den ersteren dieser drei Wege spricht die Nothwendigkeit einer Luftleitung von der Entnahmestelle bis zur Staubkammer, die meist unterirdisch geführt wird, was das Herabsetzen der Temperatur im Sommer bis zu 4 Grad und eine Erhöhung derselben im Winter zur Folge hat. *Wylie* schlug vor, solche Zuluft-Canäle über die Erde zu legen und aus Glas herzustellen, was, ohne die Benutzung der Gartenplätze für den allgemeinen Verkehr und für die Reconvalescenten einzuschränken, sich nur brückenartig ausführen ließe und die entgegengesetzten Wirkungen, wie die unterirdische Leitung auf die Temperaturen der Zuluft ausüben würde. Gegen die Luftentnahme dicht am Haufe ist häufig geltend gemacht worden, daß diese Luft wegen Oeffnens der Fenster im Krankenraum als unrein betrachtet werden müsse. *Schumburg* führt die Zusammenstellung dreier Fälle durch *Villaret* an, in welchen bei Zuführung unreiner Ventilationsluft Erkrankungen an Diphtherie vorgekommen sind⁹¹³⁾. Man wird daher gut thun, die Luftentnahmestelle an eine Seite des Gebäudes zu legen, an welcher keine Fenster eines Krankenzimmers liegen.

Die Entnahme der Luft über dem Dach wäre einwandsfrei, wenn keine Rauchrohre in derselben Höhenlage münden. Aber gegen diese Lage spricht der Umstand, daß die höheren Theile der Atmosphäre die geeignetsten Stellen für die Abführung der Abluft sind.

444.
Entnahme
der Zuluft.

⁹¹³⁾ Siehe: SCHUMBURG, a. a. O., S. 344.

Wird die Luftzuführung für ein Gebäude nicht centralisirt, so entnimmt man sie, wo man sie braucht, und führt sie möglichst unmittelbar zu den kleinen Heizkammern, welche die für Erwärmung der Zuluft in oder neben den Räumen aufgestellten Heizkörper umgeben. Diese Luftzuführung, die bei der Ofenheizung zuerst ausgebildet wurde, hat man auch den Sammelheizungen angepaßt, welche durch die fast jeder gewünschten Form und Gröfse sich anpassenden Heizkörper gut dafür geeignet sind. Sie ist mit besonderer Vorliebe in England angewendet worden, wo man gern die Luft möglichst unmittelbar dem Freien entnimmt; sie wurde u. A. von *Morin* vorgeschlagen und auch in Frankreich ausgebildet. Im Johns-Hopkins-Hospital hat man sogar jedem Saal der eingefchoffigen Pavillons 12 unmittelbar mit aufsen verbundene Heizkammern gegeben. Bei dieser sich auf viele Punkte vertheilenden Luftzuführung entnimmt man die Luft, wie bei der Fensterlüftung, ohne Reinigung. Die etwaigen Canäle können zu Staubablagerungsstellen werden, müssen daher kurz, übersichtlich und leicht zugänglich, auch für eine Controle, sein. Die Luftentnahme soll auch hier so gestaltet werden, daß sie vor Einflüssen der Winde geschützt ist.

445.
Filtriren
der Luft.

Wünschenswerth ist die Reinigung der Zuluft durch eine Staubkammer. Das Filtriren derselben ist nur nöthig, wo die Lage des Krankenhauses keinen guten Zustand der Luft sichert. Man hat es mit Hinweis darauf, daß dieselbe Luft zu anderen Jahreszeiten durch die Fenster eingelassen wird, für überflüssig erklärt; dies brauchte nicht zu hindern, daß man in der Heizperiode reinere Luft einführt, als sonst. Der Haupteinwand gegen das Filtriren der Luft liegt in der groben Vernachlässigung, in welcher man Filter gefunden hat, wie beispielsweise im *Hôtel-Dieu* zu Paris⁹¹⁴). Sie gehören zu den Dingen im Krankenhause, die einer strengen Ueberwachung bedürfen. Wo diese nicht gesichert ist, wird man das Filtriren unterlassen müssen.

446.
Befeuchten
der Luft.

Auch das Befeuchten der Luft wird selten geregelt durchgeführt. Nach *Rubner* ist die in geheizten Räumen entstehende Trockenheit nicht bedenklich, eher günstig⁹¹⁵). Im Urban hat man nachträglich eine sehr einfache Vorrichtung zum Befeuchten angebracht, weil sie sich als nöthig erwies. * Das Nürnberger Programm schreibt eine Befeuchtung der Luft auf 50 Procent absoluter Sättigung, bezogen auf eine Luft von 20 Grad, vor. Jedenfalls wird man gut thun, das nachträgliche Einfügen von entsprechenden Vorrichtungen zum Befeuchten vorzusehen.

447.
Lage der
Oeffnungen für
Luft-Zu- und
Austritt.

Durch eine passende Wahl der Stellen für den Zutritt und Austritt der Ventilationsluft im Krankenraum hat man die Bewegung der Luft in demselben derart sichern wollen, daß die an die Luft übergehenden Ausscheidungen des Kranken unmittelbar aus seiner Umgebung entfernt werden, ohne ein anderes Krankenbett auf ihrem Weg in das Freie zu treffen. Zu diesem Zweck hat man in solchen Räumen die sich bildenden Hauptluftströme bei Rauchentwicklung oder auf andere Weise beobachtet; dies kann nur zu einer Zeit geschehen, wenn der Raum nicht belegt ist. Das Bild ist daher bloß als ein theoretisches zu betrachten, wie es auch die beabsichtigten Bewegungen sind, da das Zwischenfluthen abgelenkter Ströme so mannigfaltig ist, daß sich die gedachten Bewegungen häufig ändern werden.

448.
Luft-Eintritt
und -Austritt
in einer Ebene.

Bei der Lüftung durch Kamine mit dahinter befindlicher Heizkammer, wie sie die Commission für Casernen und Hospitäler in England einfuhrte, liegt die Eintritts-

⁹¹⁴) Siehe: GRUBER, a. a. O., S. 13.

⁹¹⁵) Siehe: RUBNER, a. a. O., S. 440.

und Austrittsöffnung in derselben lothrechten Ebene. Die erwärmte Zuluft tritt über dem Kamin in den Raum ein, um sie an der von ihm ausgehenden Luftbewegung theilnehmen zu lassen. Die Luft zieht bei offenen Feuerplätzen am Fußboden zum Verbrennungspunkt, wo der größere Theil von Luft und Wärme durch den Kaminfornstein entweicht. Der Rest steigt, bevor er zum Feuer gelangt, durch die strahlende Wärme verdünnt am Kamin zur Decke empor, breitet sich von da an den Seitenwänden und der gegenüber liegenden Wand aus, fällt zu Boden und strömt wieder nach der Feuerstelle. In der Hauptsache ist diese Bewegung also eine sphärische, wenn auch nach dem graphischen Bild, das Galton⁹¹⁶⁾ giebt, an der Decke Wirbel innerhalb dieser Bahn eintreten. Steht ein solcher Kamin an der Stirnwand eines Saales, so geht der Strom der abziehenden Luft zur Kaminöffnung über alle Betten hinweg. Erst mit der freien, paarweisen Aufstellung derselben mit den Rücken gegen einander wurde dies eingeschränkt, wenn auch nicht ganz beseitigt.

In *Lariboisfère* liegen die Eintritts- und Austrittsöffnungen über dem Fußboden; die Zuluft tritt durch mehrere in der Längsaxe des Saales aufgestellte Warmwasseröfen ein und entweicht am Fuß der Außenwände durch Canäle

Fig. 80.

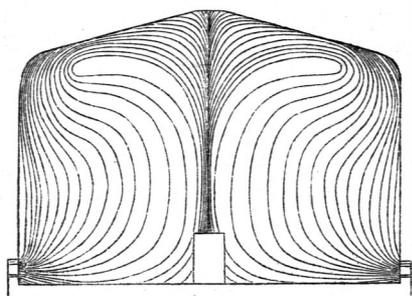
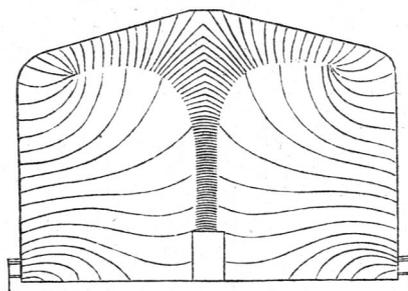


Bild der Luftbewegung.

Fig. 81.

Luftschichten von gleicher Temperatur⁹¹⁷⁾.

in allen Fensterpfeilern. Hierdurch ist erreicht, daß die Luft am Krankenbette entführt wird. Derselben Hauptanordnung folgte die Lüftung der eingeschossigen Pavillons im Friedrichshain, wo durch *v. Weltzien* und *Henneberg* bei Rauchentwicklung die durch Fig. 80 u. 81⁹¹⁷⁾ veranschaulichten Bilder der Luftbewegung und der Luftschichten von gleicher Temperatur im Raume beobachtet wurden. Da hier in der Längsaxe drei Eintrittsöffnungen für die Luft vorhanden sind, bildet diese drei Garben, deren Enden unten an den Außenwänden aufgenommen werden.

*Deny*⁹¹⁸⁾ will die reine Luft ebenfalls unterhalb der Athmungshöhe, aber mit Raumtemperatur, oder unter derselben einführen und die verdorbene am Fuß der Außenwände durch Sammler — über dem Fußboden liegende Canäle längs der Fensterwände — abziehen lassen. Die in den vorher auf normale Temperatur erwärmten Raum eingeführte Luft soll sich dann auf dem Fußboden lagern, in wagrechten Schichten schweben, mit den Ausathmungsgasen gemengt, zur Decke emporsteigen und von da an den abkühlenden Außenwänden herabfallen.

⁹¹⁶⁾ Siehe: GALTON, a. a. O., S. 106, Fig. 12.

⁹¹⁷⁾ Facf.-Repr. nach: Zeitfchr. f. Bauw. 1875, S. 459.

⁹¹⁸⁾ Siehe: DENY, E. Die rationelle Heizung und Lüftung. Preisgekrönte Schrift. — Deutsche Ausgabe mit einem Anhang über die Vervollkommnung der Heiz- und Lüftungsanlagen von E. HAESCKE. Berlin 1886. S. 21 u. ff.

Alle diese Luftbewegungen setzen voraus, daß die Außenwände die Hauptabkühlungsflächen im Raume darstellen. Hat derselbe auch eine mehr oder weniger kühle Decke, wie in allen Sälen, wo dieselbe unmittelbar unter der Dachfläche liegt, so würden sie beeinflusst, bzw. gekreuzt werden.

449.
Luft Eintritt
und Austritt
in gegenüber
liegenden
Ebenen.

Bei Oeffnungen in gegenüber liegenden Ebenen geht die Luft scheinbar nur einmal durch den Saal. Es kommt dabei für geschlossene Räume nur die Fußboden- und Deckenfläche in Betracht. Man spricht von der abwärts gerichteten Lüftung, wenn die Zuluft unter der Decke oder durch dieselbe eingeführt wird und die Abluft unter oder hinter dem Krankenbett entweicht, und von aufwärts gerichteter Lüftung, wenn die Zuluft an den unteren Theilen der Umfassungswände oder durch Fußbodenöffnungen eintritt und durch die Decke oder unter derselben abzieht.

450.
Luft Eintritt
oben,
Austritt
unten.

In Theil III, Band 4 (Art. 116, S. 94⁹¹⁹) dieses »Handbuches« kommt *Fischer* zu dem Ergebniss, daß regelmäßig die Eintrittsöffnungen oben, die Austrittsöffnungen unten liegen sollen. *Rietschel* hält für das Vortheilhafteste, die Luft mit großer Geschwindigkeit (etwa 2 m) unter der Decke und nahezu parallel mit dieser über einem Heizkörper eintreten zu lassen, um eine schnelle Luftvertheilung im Raume und eine gleichmäßigere Temperatur an allen Stellen des Raumes zu erzielen. Man könne dann selbst bei Einführung einer Zuluft, die 4 bis 5 Grad C. unter der Zimmertemperatur gehalten ist, 5-fachen Luftwechsel ohne Zugercheinungen erreichen, der sich bei größerer Raumhöhe und höherer Temperatur der Zuluft vielleicht steigern lasse.

Romanin-Facqur läßt die Luft in feinem bei den Infections-Pavillons zu besprechenden Plan durch zahlreiche Oeffnungen in der Decke, unter denen Blechschirme angebracht sind, eintreten und unter den Betten, wie in der Mitte des Saales abziehen und erzielte hierbei feine großen Erfolge.

451.
Luft Eintritt
unten,
Ableitung
oben.

Während der abwärts gerichteten Bewegung die im Raum aufsteigende leichtere Abluft entgegensteht, werden der aufwärts gerichteten Bewegung die an den abkühlenden Flächen herabfallenden Luftströme hinderlich. Um diese zu beseitigen, hat man zuerst in Moabit Heizstränge längs der Außenwände gelegt, an denen sich zugleich die durch kleine, kastenförmig sie umhüllende Heizkammern eintretende Ventilationsluft erwärmt, die schräg über das Krankenbett hinweg zum Dachreiter abziehen soll. Diese Anordnung wird jetzt in England vielfach angewendet, u. A. in dem schon in Art. 378 (S. 355) genannten kreisrunden Saal des *Burnley hospital*. Auch *Rochard*⁹²⁰) wollte die aufsteigende Bewegung durch Heizen der Mauern oder durch strahlende Heizflächen ringsum fördern und reine Luft unmittelbar an die Krankenbetten führen. Diese Art Lüftung erfordert geringere Geschwindigkeit der eintretenden Luft, die in der Nähe der Menschen nach dem Programm von Friedrichshain nicht mehr als 0,5 m und nach *Rietschel*, wenn möglich, weniger als 0,2 m in der Secunde betragen soll. Sie ist die natürliche Folge einer Heizung durch Erwärmung des Fußbodens oder der Wände; sie führt, wenn man die letzte Folgerung aus dem System ziehen will, zur Einführung der Zuluft durch zahlreiche Oeffnungen im Fußboden, wie *Greenway* vorschlug (siehe Art. 376, S. 354) und wie dies in einigen Zellen des Infections-Pavillons im Johns-Hopkins-Hospital und im Scharlach-Pavillon

⁹¹⁹) 2. Aufl.: Art. 173, S. 157.

⁹²⁰) Siehe: *Revue d'hyg.* 1883, S. 312, 314.

des *Hôpital Trouffseau* zur Ausführung kam. Wenn der Wunsch, über dem Saal keinen Dachboden anzuordnen, in Moabit und verschiedenen anderen Orten zum Einfügen eines Dachreiters in das Lüftungssystem geführt hat, so kann natürlich die Entlüftung nach oben in einem Pavillon mit wagrechter Decke auch durch Canalisirung der Abluft erfolgen, was beispielsweise im Pocken-Pavillon des *Bradford fever hospital* zu dem interessanten Versuch eines geeigneten Sammelcanales geführt hat. (Vergl. auch *Putzeys'* Baracke in Fig. 76 bis 78 (S. 392).

Die genannten Beispiele sind im Nachstehenden theils bei den Lüftungs- und Heizungsanlagen, theils bei den Infections-Pavillons zu finden.

Die auf diese Weise in einer bestimmten Richtung geleitete Lüftung genügt nicht allen Verhältnissen. Bei Ueberhitzung des Raumes bedarf man hoch gelegener Oeffnungen auch dort, wo man sonst nur unten ableitet, und da bei aufwärts gerichteter Lüftung, selbst bei Erwärmung von Fußboden und Wand, die Decke kalt bleibt, müßte auch bei solcher Lüftung die Möglichkeit bestehen, abgekühlte, herabfallende und verdorbene Luft unten abzuziehen, auch wenn sonst nach oben entlüftet wird. Solche und manche andere Erwägungen haben dazu geführt, das gleichzeitige oder wechselnde Abführen von Zuluft oben und unten zu empfehlen. In den eingeschossigen Pavillons des Johns-Hopkins-Hospitals hat man ein vollständiges Canalsystem für Abzug unter den Betten und ein anderes zur Ableitung unter der Decke. Das letztere dient dort vorzugsweise der Sommerlüftung; doch hat man die Möglichkeit, dasselbe neben dem anderen verwenden zu können. Die Luftzuführung erfolgt hier an den Fensterfeilern.

452.
Luftzuführung
und Luftabzug
unten und
oben.

*Haefsecke*⁹²¹⁾, welcher vorzugsweise nach oben ableiten will, wünscht nicht, daß man deshalb ausschliesse, die an den kalten Wänden niederfallende Luft unten zu entfernen.

Wylie will die von oben nach unten gerichtete Bewegung durch Einführen erwärmter Luft in den unteren und kalter Luft in den oberen Theilen des Raumes fördern, und der warmen Luft auch Abzug nach oben gestatten.

Das Einführen der erwärmten Luft soll 1,07 m (= 3,5 Fuß) hoch über dem Fußboden, das der kalten Luft 2,29 m (= 7,5 Fuß) über demselben erfolgen. Zum Einlassen der letzteren sind drei über Dach geführte, lothrechte Kaltluft-Schloten zwischen, vor und hinter den zwei Doppelkaminen in der Längsaxe des Saales angeordnet. Sie haben Klappenverschluss und Kappe. Eine Zerstreungsplatte am unteren Ende dient dazu, die herabfallende Luft zu vertheilen und nach oben zu richten. Die kalte Luft soll beim Herabsinken sich mäßig erwärmen. Die in den unteren Schichten einzuführende warme Luft wird von Heizkammern hinter den zwei Doppelkaminen und bei starker Kälte durch solche in den Saalecken geliefert. Die verdorbene Luft zieht unter dem Fußboden nach den Schornsteinen der Kamine und durch Klappen über den Fenstern, so wie im Dachreiter nach Bedarf ab.

Wylie hat dieses System in einer Hütte erprobt, welche bei den Infections-Pavillons besprochen werden wird. Er beabsichtigte dadurch das Zubodensinken von Keimen, schweren Gasen und organischen Materien, welche die Form von festen Partikelchen haben, zu fördern.

Große Sorgfalt verlangt die Gestaltung der Luft- und Heizkammern, so wie der Zu- und Abluft-Canäle. Geräumige Luftkammern sollen hell, begehbar und mit dicht schließender Eingangsthür versehen sein. Das Gleiche gilt von den Heizkammern; sie werden am besten mit weißen Kacheln ausgekleidet. Das Nürnberger Programm schreibt vor, daß diese Kammern durch dreifache Aufs Fenster und durch Fenster nach dem Corridor zu erhellen und so weit zu machen sind, daß eine bequeme

453.
Luft- und
Heizkammern.

⁹²¹⁾ Siehe: DENY, a. a. O., S. 94 u. ff.

Befichtigung und Reinigung aller in demselben befindlichen Heizkörper u. f. w. stattfinden kann.

454.
Zuleitungs-
Canäle.

Die Canäle zwischen den Heizkammern und dem Krankenraum sind aus verzinktem Eisenblech, aus glasierten, eng gefugten Ziegeln oder Kacheln oder aus einem anderen leicht zu reinigenden Material und zugänglich herzustellen. (Vergl. Art. 435, S. 392.)

455.
Abluft-
Leitungen.

Zu Abluft-Leitungen von geringerem Durchmesser, welche nahezu wagrechte Lage erhalten müssen, hat man gußeiserne Rohre mit emaillirten Innenwänden verwendet. *Wylie* schlug vor, sie mit mässiiger Steigung zu verlegen und in der Art aus einzelnen Theilen zusammenzusetzen, daß man letzteren an den Enden aufgeschraubte Deckel geben kann, welche das Reinigen mittels Auswischen oder Eingießen desinficirender Flüssigkeit gestatten. Ersteres würde gebogene Stücke ausschließen. Jedenfalls dürfen solche Rohrfränge, um sie reinigen und die Dichtigkeit ihrer Stöße controliren zu können, nicht im Fußboden liegen, sondern müssen frei unter demselben angeordnet werden.

Lothrechte Abluft-Rohre von kleinem Durchmesser können aus innen glasierten, gut gedichteten Thonröhren bestehen, mit besonderen Anfätzen für die an der Decke und über dem Fußboden anzuordnenden Entlüftungsöffnungen. Sie müssen sich dann von oben durch Wischer reinigen lassen. Im Kinderkrankenhaus zu Dresden hat man die gemauerten und gefugten Canäle durch Blechthüren zwischen beiden Oeffnungen zugänglich gemacht. Weite Rohre, die besteigbar sind, kann man aus glasierten Ziegeln mit engen Fugen mauern. Die Ecken der Canäle sind auszurunden, bedürfen also entsprechender Formsteine.

Man verbindet die beiden Verschlüsse der Auslassöffnungen im Saal oft durch Ketten, damit stets ein Luftweg geöffnet bleibt, und stellt sie unter Umständen durch Schlüssel fest, um sie dem Eingreifen der Kranken zu entziehen. In England fertigt man alle Verschlussteile aus verzinktem Eisen an.

Die Erwärmung der Luft in den Abluft-Leitungen kann nur dort, wo ein ununterbrochenes Feuer brennt, durch das Rauchrohr desselben erfolgen. Sonst erwärmt man sie durch einen Heizkörper der Sommerheizung. Selbständige Lockfeuer werden meist nicht angezündet. Wo angängig, wird man mehrere Abluft-Rohre um ein erwärmtes Rohr oder um einen Heizkörper gruppiren. Gehören sie verschiedenen Räumen an, so muß man sie auch in verschiedenen Höhen endigen lassen (vergl. Art. 439, S. 396). Wo Gas zur Erwärmung von Einzelcanälen verwendet wird, bringt man die Flamme so an, daß sie vom Saal aus durch eine Glascheibe im Abluft-Canal zu sehen ist. Zur Verstärkung des Abzuges dienen u. A. Nachts dort, wo kein elektrisches Licht benutzt wird, die in die Vorderwand des Canals eingesetzten Laternen für die nächtliche Beleuchtung. Die in das Freie endenden Abluft-Rohre sind bis über den Dachfirst zu führen. In größeren Sälen, wo man die Abluft von lothrechten Canälen durch Sammelrohre zu einem Lüftungschornstein geleitet hat, kann in letzterem der Zug geregelt werden.

β) Heizung.

456.
Allgemeines.

Im Krankengebäude bedarf man der Heizung zur Erwärmung der Räume und der Zuluft, die während der Heizperiode warm einzuführen ist, zur Erwärmung der Luft in den Abzugschlotten und zur Warmwasserbereitung. Die für die beiden ersteren erforderlichen Einrichtungen wird man unter sich trennen, um im Herbst