

BERICHT

ÜBER DIE

VENTILATIONS-APPARATE

- 1) des neuen Gebäudes und
- 2) des allgemeinen Krankenhauses in München;
- 3) der drei Pavillons der weiblichen Abtheilung des Spitäles La Ribosière;
- 4) der drei Pavillons der männlichen Abtheilung desselben Spitäles, und
- 5) des Pavillons Nr. 4 des Spitäles Beaujon in Paris.

ERSTATTET VON

Dr. MAX PETTENKOFER

AN DIE KÖNIGLICHE COMMISSION FÜR VENTILATION DER
SPITÄLER IN MÜNCHEN.

BRUCH

1877

VENTILATIONSPAPPIER

1) die neuen Erfindungen und
 2) die allgemeinen Kenntnisse in Bezug auf
 3) die den Ventilation der weiblichen Abtheilung des ge-
 4) der Ventilation der weiblichen Abtheilung des ge-
 5) der Ventilation der weiblichen Abtheilung des ge-
 6) der Ventilation der weiblichen Abtheilung des ge-
 7) der Ventilation der weiblichen Abtheilung des ge-

Dr. M. J. KUTSCHER

AN DER KÖNIGLICHEN UNIVERSITÄT ZÜRICH

1. Ventilation des neuen Gebäudes in München.

Nachdem ich von der sehr verehrlichen Commission¹ den Auftrag zur Untersuchung der Ventilations-Apparate des allgemeinen Krankenhauses und zunächst des neuen Gebäudes erhalten und mehrere Vorversuche gemacht hatte, begann ich am 1. April 1857 die regelmässigen Beobachtungen über den Gang der Ventilation im neuen Gebäude. — Der daselbst nach dem System von Häberl ausgeführte Apparat beschränkt sich auf die Gebär- und Wochensäle des ersten und zweiten Stockwerks und hat folgende wesentliche Theile:

- I. Abführung der sogenannten verdorbenen Luft,
- II. Zufuhr frischer Luft.

I.

Am Fussboden der ventilirten Säle befinden sich an den beiden langen Seiten Oeffnungen, welche zu zwei Kanälen führen, die in das Ofenhaus und den Kamin jedes einzelnen Saales münden. Das im Ofen brennende Feuer und die in den Kaminen aufsteigende Luftsäule empfängt die Luft wesentlich nur aus den Sälen. Die Menge der aus den Sälen abgeführten Luft wird desshalb, wenn auch nicht gleich, aber doch jedenfalls proportional der Geschwindigkeit seyn, mit der sich die Luft durch den Ofen und

¹ Die Commission bestand aus den Professoren der Universität und der polytechnischen Schule: Dr. Jolly als Vorstand, dann Dr. Kaiser, Dr. Alexander und mir.

den Kamin des einzelnen Saales bewegt. Ist letztere Bewegung eine rasche, so werden die Säle viel Luft auf diesem Wege verlieren, ist sie eine schwache, wenig. Da jeder Saal seinen eigenen Ofen hat, so richtet sich das Abströmen der Luft für jeden einzelnen Saal nach den eben maassgebenden Verhältnissen. Eine gleichmässige Entfernung der Luft aus den Sälen ist bei derartigen Einrichtungen von vornherein nicht zu erwarten. Das einzige Kriterium für ihre Leistung war bisher ein brennendes Licht, welches man an die Abzugsöffnungen im Saale hielt; man beobachtete, ob die Flamme hineingezogen wurde oder nicht. Bei weitem in der Mehrzahl der Fälle beobachtete ich, dass diese Abzüge in einer Weise functionirten, dass die Flamme wirklich hineingezogen wurde, dass die Intensität aber, mit der es geschah, zu verschiedenen Tagen und Tageszeiten augenscheinlich eine sehr verschiedene war. Ja sie sank hie und da so weit, dass es wirklich zweifelhaft blieb, ob die Bewegung der Luft in der beabsichtigten Richtung stattfand oder nicht. — Eine verkehrte Bewegung, ein Herausblasen aus diesen Zugöffnungen wurde nie, wenigstens nicht für längere Zeit beobachtet. — Diesen Theil der Einrichtung trifft mithin lediglich der Vorwurf einer höchst ungleichmässigen Function, während der Luftverbrauch durch die Bewohner der Säle ein nahezu gleich fortdauernder ist. Man kann die von der Lunge eines Erwachsenen exspirirte Luft durchschnittlich per Minute zu 5 Liter annehmen.

Die Abzüge für die sogenannte verdorbene Luft sind am Boden der Säle angebracht, weil man bei der Anlage von der Voraussetzung ausging, die untern Schichten der Luft in den Sälen seyen eine verdorbenere Luft, als die obern. — Obwohl diese Annahme schon früher näher geprüft und als irrig erwiesen worden, so hielt ich es doch nicht für überflüssig, auch in dem vorliegenden Falle einige Untersuchungen darüber anzustellen. Um die Verderbniss der Luft durch Respiration

und Perspiration von Menschen zu beurtheilen, kann man sich vom Kohlensäuregehalt derselben sicher leiten lassen. Wir haben zwar kein Recht, anzunehmen, dass die Schädlichkeit der Luft überfüllter Räume lediglich von der Vermehrung der Kohlensäure herrühre, sondern sie hängt sicher auch von anderen Veränderungen der Atmosphäre, und wesentlich von der Beimischung organischer Stoffe durch Respiration und Perspiration ab, aber wir können nicht fehlen, wenn wir annehmen, dass die übrigen Schädlichkeiten aus derselben Quelle mit der Kohlensäure proportional gehen. — In der Gebäranstalt befindet sich ein Saal, 40 Fuss lang, 27 Fuss breit und 14 Fuss hoch, in welchem sich die Schwangeren den grössten Theil des Tages aufhalten, in welchem sie arbeiten und essen. Dieser Saal besitzt keine Ventilation, musste deshalb am geeignetsten seyn, um die Frage zu entscheiden, wo, ob oben oder unten, die Luft abzuführen sey, falls man ihn ventiliren wollte. Die Luft einige Zolle über dem Boden und einige Zolle unter der Decke wurde auf ihren Kohlensäuregehalt untersucht. Diese Bestimmungen wurden nach der Methode ausgeführt, welche ich im Vorhergehenden näher beschrieben und von der ich im Verlaufe meiner Untersuchungen über Ventilation vielfach Gebrauch gemacht habe. Ich nahm in diesem Saale fast gleichzeitig Proben von der Luft am Boden an drei verschiedenen Punkten (in der Nähe der Thüre, in der Mitte, und an der der Thüre gegenüberstehenden Wand). Der Kohlensäuregehalt ergab sich zu

2,20

2,24

2,27

für 1000 Volumtheile Luft. Die Luft unmittelbar unter der Decke des Saales an zwei Punkten genommen, ergab auf 1000 Volumtheile 2,69 und

2,63

Kohlensäure. Das Hauptresultat dieser Versuche ist, dass die Mischung der Luft dieses Saales eine sehr gleichmässige war, dass sie in einer Höhe, in der der Mensch athmet, kaum einige Hunderttausendtheile von der Luft des Fussbodens und der Decke differiren konnte, und endlich dass, wenn man überhaupt auf die geringe Differenz im Kohlensäuregehalt der Luft des Saales ein Gewicht legen und dieselbe dort abführen wollte, wo sie einen etwas höhern Gehalt an Kohlensäure, eine etwas grössere Verunreinigung zeigt, man die Abführungsöffnungen nicht unten, sondern oben anbringen müsste. Bei der grossen Gleichmässigkeit der Luftmischung durch den ganzen Saal kann ich es zwar für keinen Nachtheil erklären, dass das Häberl'sche System die Abzüge unten anbringt, aber ich kann auch nicht der Hypothese das Wort reden, als könne man an irgend einem Punkte eine vorwaltend verdorbene Luftschichte erhaschen und von reineren trennen, am allerwenigsten aber zunächst am Boden. Die Ansicht von Häberl ist auch nicht in Folge beobachteter Thatsachen, sondern lediglich aus einem falschen theoretischen Raisonement entstanden, indem er glaubte, dass sich die Gase nach ihrem spezifischen Gewichte schichteten, ähnlich wie Wasser und Oel. Eine solche Meinung mag zu Häberl's Zeiten für einen Laien in Physik und Chemie verzeihlich gewesen seyn — gegenwärtig muss sie jedem, der nur das Allgemeinste von dem Diffusionsbestreben der Gase, von dem Kohlensäuregehalt und der Temperatur der exspirirten Luft kennt, von vornherein als grundlos erscheinen. Die gedankenlosen und unwissenden Nachbeter Häberl's haben es aber bis zum heutigen Tage als einen wesentlichen Vortheil des Systems gepriesen, dass die schlechte Luft von unten gepackt werde.

Der Versuch wurde in einem ventilirten Saal wiederholt, nämlich im Saal Nr. 6, welcher mit fünf Wöchnerinnen und vier Neugeborenen belegt war, an einem Tage, wo die

Ventilation sichtlich gut fungirte. Sechs Zoll vom Boden zeigte die Luft in 1000 Volumtheilen 0,38 und 0,39 Kohlensäure, und zwei Fuss unter der Decke 0,68 und 0,74 Kohlensäure.

Es war also hier die untere Luftschichte reiner, als die obere. Die Luft am Boden zeigte 20,5⁰ C., die an der Decke 21,3⁰ C. Temperatur.

Auch aus rein theoretischen Gründen ergibt sich die Nothwendigkeit einer ziemlich gleichmässigen Mischung der Luft in bewohnten Räumen. Abgesehen von der Wirkung der Oefen und andern Ursachen ist jeder Mensch als warmer Körper ein Motor um die Mischung der Luftschichten zu begünstigen, denn an jedem menschlichen Körper bildet sich ein aufsteigender Luftstrom, der selbst mit dem Anemometer messbar ist, und fast an allen Wänden ein absteigender Strom. Diese fortwährende rotirende Bewegung der Luft in bewohnten Zimmern habe ich auf meiner Reise, welche ich auf Antrag der verehrlichen Commission und im Auftrage des kgl. Staatsministeriums des Innern zum Studium der Ventilationseinrichtungen in Paris unternahm, während eines kurzen Aufenthaltes in London sehr deutlich experimentell dargestellt gesehen. I. F. Campbell, Sekretär des General Board of Health hat die Strömungen in einem mit einem welschen Kamine geheizten Saale dadurch sichtbar gemacht, dass er an zahlreichen Punkten der Decke sehr dünne Stränge von Flockseide befestigte, ebenso an Stangen mit Queerarmen, die an verschiedenen Stellen des Bodens aufgestellt waren und bis nahe an die Zimmerdecke reichten. Die strahlende Wärme des Kamines wirkte weit heraus in den Saal und verursachte da einen lebhaften aufsteigenden Strom, der an den Wänden wieder herabfloss, um von Neuem aufzusteigen. Die Intensität dieses Stromes unter verschiedenen Umständen gibt Campbell als einen

Druck von 14 bis 30 Granen auf einen englischen Quadratfuss an.¹

II.

Etwas complicirter als die Anlage für die abzuführende Luft ist die für die Zufuhr frischer Luft. Das neue Gebäude besteht aus einer östlichen und westlichen Reihe von Sälen; beide Reihen sind durch einen Corridor, dessen Richtung wesentlich von Süden nach Norden läuft, getrennt und verbunden. Am höchsten Punkte des Gebäudes in der Mitte des gemeinsamen Zinkdaches ist ein sechseckiger Thurm angebracht, in dessen Inneres die frische Luft zuerst durch Jalousieen in einen sogenannten Vorhof, dann durch grosse Wachstaffentventile in die sogenannte Luftkammer tritt. Um die Wirkungen eines zu heftigen Windes zu ermässigen, sind ausserhalb der Luftkammer noch bewegliche Jalousie-Schwingen angebracht, welche sich je nach der Geschwindigkeit des Windes mehr oder minder öffnen und schliessen sollen. Die Ventile sind Fensterrahmen, auf deren innerer Seite Blätter von Wachstaffent hängen, die an der dem Winde zugekehrten Seite des Thurmes gehoben werden, während dieselbe Kraft diese Ventile auf allen übrigen Seiten schliesst, indem sie dieselben an die mit weitem Drathgitter bespannten Rahmen innen andrückt. Von der Luftkammer aus laufen vier im rechten Winkel zusammenstossende weite viereckige Kanäle, so gross, dass man gebückt in denselben gehen kann; sie führen am untern Theil des Dachs in's Freie, und sind nach dieser Seite hin mit eben solchen Rahmen und Wachstaffentblättern, wie die Luftkammer, begrenzt. Dieses hohle Kreuz hat den Namen: Grosse Luftarterien erhalten. Von der grossen innerhalb des Speicherraumes in der Richtung der Corridore von Süd nach Nord verlaufenden Arterie zweigen sich nun sowohl für die östliche als die westliche Saalreihe Seiten-

¹ Henry Roscoe — Some chemical facts, respecting the atmosphere of Dwelling Houses. Quarterly Journal of the Chemical Society.

Arterien ab, welche die frische Luft nach den Sälen führen. Zwei unmittelbar über einander liegende Säle des ersten und zweiten Stockwerks werden aus ein und derselben Seitenarterie gespeist, welche zu diesem Behufe herabgeführt ist bis in das Hochparterre, wo sie sich abermals in zwei Zweige spaltet, welche nun aufwärts, der eine nach dem Saal des ersten, der andere nach dem des zweiten Stockes führt. In den Saal tritt die Luft unmittelbar an der unteren Peripherie des Ofens. Die Oefen sind rund und von Gusseisen. Sie werden von den Corridors aus geheizt, von wo aus gut schliessende Thüren zu ihnen führen. Die zur Verbrennung nöthige Luft beziehen sie grösstentheils aus den Sälen, wie ad I. bereits bemerkt worden ist. Rings um den gusseisernen Ofen ist ein nach oben offener Mantel von Thon angebracht, der einen Zwischenraum für die aus den Luftarterien einströmende und zu erwärmende Luft lässt. Auf diese Weise gehen auf der östlichen Seite 6, auf der westlichen 4 Seitenarterien herab, welche zusammen 12 Säle auf der östlichen, und 8 Säle auf der westlichen Hälfte des Gebäudes ventiliren. Jede Seitenarterie ist im Hochparterre der Beobachtung zugänglich gemacht, indem Doppelthürchen mit Glasfenstern angebracht sind. Die an diesem Punkte von den Seitenarterien nach den einzelnen Sälen gehenden Zweigarterien sind mit hölzernen Schiebern verschliessbar, so dass man die frische Luft nach Belieben nur nach dem entsprechenden Saale des ersten oder zweiten Stockes strömen lassen kann. — Um die Bewegung der Luft in den Zweigarterien zu sehen, bediente ich mich mehrerer etwa 1 Quadratzoll grosser Flecke aus leichtem Papier, die an einen Faden gereiht waren; dieser Faden wurde an dem geöffneten Schieber der Zweigarterie in der Art befestigt, dass die Papierflecke frei in der Luft schwebten, und diese zeigten nun mit Sicherheit die Richtung des Luftstromes an, nämlich

- 1) ob der Zug von der Seitenarterie herab und durch

die Zweigarterien hinauf (mehr oder weniger) nach den Sälen ging, oder

2) ob er stille stand, oder

3) ob er aus den Sälen durch die Zweigarterien herab und durch die Seitenarterien hinauf in die grosse Arterie und durch diese in den Luftthurm ging. Die erste Bewegung werde ich fortan mit Plus (+), die zweite mit Null (0), die dritte mit minus (—) bezeichnen.

Vom 1. bis inclus. 8. April wurden die Beobachtungen über die Bewegungen der Luft in sämtlichen Zweigarterien angestellt. Wenn sich eine sehr schwache, kaum merkbare + oder — Bewegung zeigte, so wurde sie zwar notirt; ich habe sie aber bei der Zusammenstellung stets als 0 angenommen. Nebenbei wurde die Temperatur der Luft in den Sälen, die Temperatur der Luft in den Seitenarterien und am nördlichen und südlichen Ende der Hauptarterie, sowie die Temperatur auf der nördlichen und südlichen Hälfte des Speichers und des Corridors im Hochparterre aufgeschrieben. Ebenso wurde auch grösstentheils die Temperatur des untern und obern Theiles des Speichers notirt, ebenso ob die Säle leer oder belegt, ob die Fenster in denselben offen oder geschlossen waren. Die Thermometer verblieben stets an ihren Plätzen und waren zuvor verglichen.

Um alle diese Aufzeichnungen zu machen verging in der Regel eine Zeit von 45 bis 55 Minuten. Es wurden 11 Beobachtungen auf diese Art vollständig durchgeführt, und zwar

- a) am 1. April 1857 Vormittags 10 Uhr,
- b) „ 1. „ „ Nachmittags 5 Uhr 45 Minuten,
- c) „ 2. „ „ Mittags 12 Uhr,
- d) „ 2. „ „ Nachmittags 4 Uhr,
- e) „ 2. „ „ Abends 6 Uhr 30 Minuten,
- f) „ 3. „ „ Mittags 12 Uhr,
- g) „ 4. „ „ Vormittags 10 Uhr,

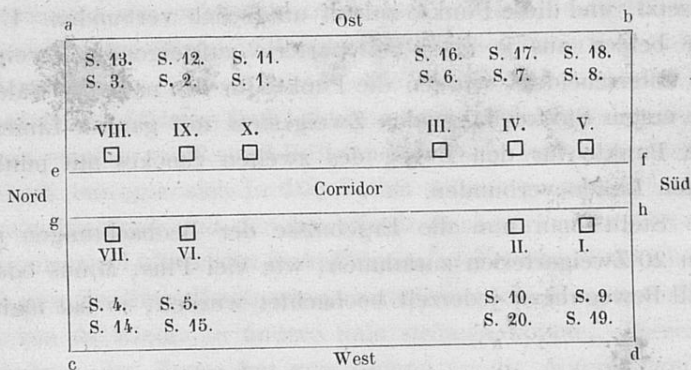
- h) am 5. April 1857 Nachmittags 5 Uhr,
- i) „ 6. „ „ Mittags 12 Uhr,
- k) „ 7. „ „ Nachmittags 4 Uhr,
- l) „ 8. „ „ Mittags 12 Uhr.

Die folgende Tabelle enthält die Temperaturverhältnisse der äussern Luft in diesen 8 Tagen, nach Beobachtungen des Herrn Professors Kuhn, welcher so freundlich war, mir dieselben mitzutheilen:

April.

Temper. in R. ^o		Tag-Max.		Nacht-Min.	
1.	8" M. : 6.0	12" M. : 8.0	4" Ab. 9.9 ^o	10.0	2.0
2.	8" 5.0	" 10.3	" 12.0	12.5	4.0
3.	" 8.0	" 8.8	" 9.9	10.5	4.0
4.	" 8.0	" 12.0	" —	13.5	2.0
5.	—	" 13.2	" —	15.0	4.0
6.	" 9.0	" 14.0	" 14.0	15.5	7.0
7.	" 7.8	" 8.3	" 9.2	9.5	7.5
8.	" 9.9	" 12.0	" 13.0	13.5	4.0

Zum leichtern Verständniss erlaube ich mir, die folgende Zeichnung beizusetzen.



Das Rechteck a b c d sey der Grundriss des Hochparterres, e f g h der zwischen der östlichen und westlichen Saalreihe befindliche Corridor. Senkrecht auf dieser Grundfläche

steigen die Seitenarterien I bis X (mit circa 1 □ Fuss Querschnitt) herab, und theilen sich da in die Zweigarterien, welche aufwärts in die darüber befindlichen Säle führen, so dass z. B. die Seitenarterie I Zweige nach den Sälen 9 und 19 schickt, die Seitenarterie V nach den Sälen 8 und 18. — Jede Seitenarterie hat somit zwei Zweige, den einen nach dem Saal im ersten, den andern nach dem Saal im zweiten Stockwerk. Die Säle mit höherer Nummer liegen stets im obern Stockwerke.

In der beiliegenden lithographirten Darstellung sind die Zweigarterien nach den 10 Seitenarterien, denen sie entstammen, gruppirt. Neben der römischen Ziffer der Seitenarterien stehen die Nummern der beiden Säle, die jede versorgt, welche zugleich als Nummern der Zweigarterien dienen können. Jeder Seitenarterie sind 3 Linien mit der Bezeichnung Plus, Null und Minus beigelegt, um die Bewegung der Luft anzuzeigen, und diese Linien sind in 11 Abschnitte a bis l getheilt, entsprechend den 11 vollständigen Beobachtungen. Je nachdem die Bewegung in einer Zweigarterie +, 0 oder — ist, wird ein Punkt auf die betreffende Linie gesetzt, und diese Punkte zuletzt unter sich verbunden. Um die beiden aus je einer Seitenarterie aufsteigenden Zweige zu unterscheiden, wurden die Punkte für den nach den Sälen im ersten Stocke führenden Zweig stets mit ganzen Linien, die Punkte für den Zweig des zweiten Stockes mit punktirten Linien verbunden.

Stellt man nun die Ergebnisse der Beobachtungen in den 20 Zweigarterien zusammen, wie viel Plus, Minus oder Null Bewegungen jederzeit beobachtet wurden, so hat man:

Beobachtung.	Luftbewegung.		
	Plus.	Minus.	Null.
a	16	3	1
b	4	3	13
c	16	1	3
d	14	1	5
e	7	4	9
f	14	6	—
g	9	6	5
h	13	5	2
i	14	1	5
k	15	5	—
l	6	3	11
Summa	128	38	54

Diese 220 Beobachtungen (binnen 8 Tagen ausgeführt) ergeben auf Procente berechnet:

58,2 Plus-

17,2 Minus-

24,6 Null-Bewegung.

Nach diesem Resultat muss die Ventilation des neuen Gebäudes als unbrauchbar erklärt werden; denn nicht nur, dass bloss 58mal in hundert Fällen der Strom der Luft in der Richtung, die er haben sollte, ging, dass mithin nur 58mal der Saal frische Luft bald in grösserer, bald geringerer Menge empfing, und sonst Stillstand gewesen wäre, sondern die Luft bewegte sich in 100 Fällen 17mal gerade in verkehrter Richtung und der betreffende Saal verlor durch die Zweigarterie Luft in die Seitenarterie, von wo sie entweder nach der Zwillings-Zweigarterie, oder nach der Hauptarterie und von da wieder in andere Säle strömen konnte. Dieses Umkehren des Zuges hat von Anfang an die Aufmerksamkeit der Beamten des Hauses und der Bautechniker auf sich gezogen, und allerlei fruchtlose Versuche zur Beseitigung des Uebelstandes hervorgerufen. Es trat unter Umständen

so bedeutend ein, dass die Säle nur mit Mühe erwärmt werden konnten, denn die Luft strömte vom Saale zwischen dem heissen Ofen und seinem Mantel mit solcher Geschwindigkeit abwärts nach den Arterien, dass in diesen die Temperatur oft weit über 30 Grade stieg. Am 26. März 1857 beobachtete ich in der Arterie I, Zweigröhre zu Saal 9, der mit 6 Wöchnerinnen belegt war, verkehrten Zug und eine Temperatur von 32° R., bei einer Temperatur der äussern Luft von 4° R. Die Temperatur oben im Luftthurme war gleichfalls auf 20° R. gestiegen und alle Ventile schlossen sich. Ich öffnete $\frac{1}{2}$ Stunde lang die Thürchen der Arterie, wo Luft vom Corridor des Hochparterres durch die Zweigarterie nach dem Saale 9 und zugleich durch die Seitenarterie I nach dem Luftthurme strömte, wodurch dieser sich abkühlte, der Saal aber sich erwärmte, weil nun die Luft über den heissen Ofen in den Saal strömte. — Auf mein Befragen, was man bei ähnlichen Vorkommnissen gethan, konnte ich keine genügende Auskunft erhalten; — ich erfuhr nur, dass es sich über Nacht oft geändert, und zwar regelmässig, wenn sich ein lebhafter Wind aus irgend einer Richtung erhob. Da wir gewohnt sind, an einem heissen Ofen im Zimmer die Luft aufsteigen zu sehen, hier aber der umgekehrte Fall vorlag, so schien es mir nicht uninteressant, die Erscheinung näher zu untersuchen. Der nächste Gedanke ist, eine Abhängigkeit von der Differenz der Temperatur der freien Atmosphäre und der Temperatur der Säle anzunehmen. Der Wärmezustand der äusseren Luft ist aus den obigen Angaben des Herrn Professors Kuhn ersichtlich. Die Temperatur der belegten Säle schwankt zwischen 16 und 19° R. Die Temperatur der leeren Säle, theils bei offenen, theils bei geschlossenen Fenstern, schwankt zwischen $8\frac{1}{2}$ und $12\frac{1}{2}^{\circ}$ R. in den einzelnen Fällen. In der Temperatur der äussern Luft und der Säle lassen sich keine Anhaltspunkte für die Erklärung der verschiedenen Richtung der

Luft in den einzelnen Zweigarterien finden. So waren z. B. bei der Beobachtung a) am 1. April

Arterie I Saal 9 und 19 die Temperatur 18° R.

„ II	„ 10	„ 20	„	„	$19\frac{1}{4}$ und $17\frac{1}{2}^{\circ}$ R.
„ III	„ 6	„ 16	„	„	17 „ 11 „
„ IV	„ 7	„ 17	„	„	12 „ $11\frac{1}{2}$ „
„ V	„ 8	„ 18	„	„	11 „ $17\frac{1}{2}$ „
„ VI	„ 5	„ 15	„	„	11 „ 18 „
„ VII	„ 4	„ 14	„	„	$13\frac{1}{2}$ „ $17\frac{1}{2}$ „
„ VIII	„ 3	„ 13	„	„	10 „ 17 „
„ IX	„ 2	„ 12	„	„	9 „ 9 „
„ X	„ 1	„ 11	„	„	12 „ $9\frac{1}{2}$ „

In den verhältnissmässig kalten Sälen Nro. 2 und 12 zeigt sich Plus-Zug, in den 18° R. warmen Sälen 9 und 19 gleichfalls, während sich in den verhältnissmässig gleich temperirten Sälen 7 und 17 bei 12 und $11\frac{1}{2}^{\circ}$ R. für den ersteren ein Minus-, für den zweiten ein Plus-Zug ergibt. Die Säle 5 und 15 zeigten Minus, während ihre Temperatur 11 und 18° R. betrug. Eben so resultatlos bleibt eine Vergleichung der Temperatur des Corridors, des Speichers, des Luftthurmes etc.

Wesentlichere Unterschiede zeigen sich, wenn man die Beobachtungen in Vormittags-, Mittags- und Nachmittagsbeobachtungen scheidet.

Die Vormittagsbeobachtungen ergeben	62,5	Procente	Plus,
	22,5	„	Minus,
	15	„	Null.
Die Mittagsbeobachtungen ergeben . .	62,5	„	Plus,
	13,75	„	Minus,
	23,75	„	Null.
Die Nachmittagsbeobachtungen ergeben	47,5	„	Plus,
	16,25	„	Minus,
	36,25	„	Null.

Man sieht, vom Morgen bis zum Abend nehmen die Plus-Bewegungen durchschnittlich ab, während Null steigt.

Wesentliche Unterschiede ergeben sich auch, wenn man das Gebäude nach Himmelsgegenden theilt. Die Arterien I bis V versorgen die südliche, und VI bis X die nördliche Hälfte des Hauses.

Auf der südlichen Hälfte ergeben sich	51,8	Proc.	Plus,
	20	„	Minus,
	28,2	„	Null.
Auf der nördlichen Hälfte ergeben sich	64,5	„	Plus,
	14,5	„	Minus,
	21	„	Null.

Auf der nördlichen Hälfte des Gebäudes geht die Ventilation somit wesentlich besser, als auf der südlichen.

Weniger Unterschied besteht zwischen der östlichen und westlichen Hälfte des Hauses in dieser Beziehung. Zur östlichen Hälfte gehören die Arterien III, IV, V, VIII, IX und X.

Sie ergeben	59,8	Proc.	Plus,
	15,9	„	Minus,
	24,3	„	Null.

Für die westliche Hälfte (Arterien I, II, VI und VII) ergeben sich:	55,6	Proc.	Plus,
	19,3	„	Minus,
	25,1	„	Null.

Gemäss den Notirungen liess sich auch untersuchen, ob es einen merklichen Einfluss auf den Gang der Luft in den Zweigarterien habe, wenn die Fenster der Säle geschlossen oder geöffnet waren. Bei geschlossenen Fenstern wurde in 137 Fällen beobachtet, und bei geöffneten in 83 Fällen. Das Ergebniss war folgendes:

Bei geschlossenen Fenstern	60,5	Proc.	Plus,
	17,5	„	Minus,
	22,0	„	Null.
Bei geöffneten Fenstern	54,2	„	Plus,
	16,8	„	Minus,
	29	„	Null.

Die offenen oder geschlossenen Fenster haben somit nur einen geringen Einfluss auf Plus und Null, aber keinen auf Minus gezeigt.

Theilt man die Beobachtungen nach den Sälen des ersten und zweiten Stockwerks, so treffen auf jedes Stockwerk 110 Beobachtungen und es zeigen sich:

Erster Stock.		Zweiter Stock.	
	Procent		Procent
Plus 55	$\left. \begin{array}{l} \text{südl. Hälfte 25} \\ \text{nördl. „ 30} \end{array} \right\} = 50.$	Plus 73	$\left. \begin{array}{l} \text{südl. Hälfte 32} \\ \text{nördl. „ 41} \end{array} \right\} = 66,2.$
Null 36	$\left. \begin{array}{l} \text{südl. Hälfte 21} \\ \text{nördl. „ 15} \end{array} \right\} = 32,7.$	Null 18	$\left. \begin{array}{l} \text{südl. Hälfte 10} \\ \text{nördl. „ 8} \end{array} \right\} = 16,3.$
Min. 19	$\left. \begin{array}{l} \text{südl. Hälfte 9} \\ \text{nördl. „ 10} \end{array} \right\} = 17,3.$	Min. 19	$\left. \begin{array}{l} \text{südl. Hälfte 13} \\ \text{nördl. „ 6} \end{array} \right\} = 17,5.$

Im zweiten Stockwerke funktionirt somit derselbe Apparat besser, als im ersten.

Eine besondere Beachtung verdient noch das merkwürdige Verhältniss, dass die beiden Zweigarterien, welche je einer Seitenarterie angehören, manchmal entgegengesetzten Zug zeigen. Ich halte dieses in sanitätischer Rücksicht für einen der wichtigsten Punkte, denn bei solchen Gelegenheiten kommt es vor, dass sich die Luft eines Saales direct in einen andern entleert. Mit Ausnahme zweier Seitenarterien wurde dieser gleichzeitige Plus- und Minus-Zug in den beiden Zweigen derselben bei allen beobachtet. Aus der obigen graphischen Darstellung über die Bewegung in den einzelnen, von den X Seitenarterien abgehenden Zweigen ist leicht zu ersehen, wie oft dieses Verhältniss eingetreten ist. Bei der Arterie I, welche ihre Zweige nach den Sälen 9 und 19 schickt, ist es nie vorgekommen, dass ein Zweig entschieden Plus und der andere entschieden Minus gezeigt hätte. Höchstens kommt vor, dass die Luft in einem Zweige ruhig war, während sie im andern eine Plus- oder Minus-Bewegung zeigte. Bei der Arterie IV aber zeigt sich diese

entgegengesetzte Strömung dreimal, bei der Beobachtung a, b und f. In den drei Fällen strömte die Luft aus dem untern Saale 7 nach dem obern 17. Doch trifft sich auch das umgekehrte Verhältniss. Ich fand solche Fälle von entgegengesetztem Zug oder, deutlicher ausgedrückt, von directer Entleerung der Luft eines Saales in einen andern bei 11 Beobachtungsreihen 14mal, und zwar in den Zweigen der

Arterie	II	1 mal	}	südliche Hälfte des Gebäudes 7 mal;
"	III	2 "		
"	IV	3 "		
"	V	1 "		
"	VII	1 "	}	nördliche Hälfte des Gebäudes 7 mal.
"	VIII	1 "		
"	IX	3 "		
"	X	2 "		

Darunter trifft sich 10 mal, dass von den beiden mit einer Seitenarterie communicirenden Sälen der eine die Fenster geschlossen, der andere offen hatte, und 4 mal, dass diese Communication bei beiderseitig verschlossenen Fenstern vor sich ging. — Dass ein Saal mit offenen Fenstern sich durch die Zweig-Arterien in einen Saal mit geschlossenen Fenstern entleerte, wurde 6 mal beobachtet, das Umgekehrte, dass ein Saal mit geschlossenem Fenster sich in einen mit offenem entleerte, 4 mal. Die Entleerung des untern Saales in den darüber liegenden wurde 10 mal, das Umgekehrte 4 mal beobachtet. Zugleich ist noch auffallend und ohne Zweifel nicht zufällig, dass die entgegengesetzte Strömung in den mit den Arterien IV und IX zusammenhängenden Zweigen am öftesten vorkam. Die Seitenarterie IV liegt unmittelbar zwischen III und V, ebenso wie IX zwischen VIII und X an correspondirenden Theilen des Hochparterres. (Siehe oben den Grundriss des Hochparterres.)

Ich will mich vorläufig nicht mit der Erklärung dieser Thatsachen befassen, sondern werde eine solche erst später

wenigstens theilweise versuchen, namentlich wenn ich die Resultate der Beobachtungen im allgemeinen Krankenhause werde mitgetheilt haben. Einstweilen genüge es, die Wahrnehmungen gemacht zu haben. Sie werden jedem die Ueberzeugung aufdrängen, dass die Bewegung der Luft in einem Hause ein höchst complicirtes Phänomen seyn müsse, welches erst durch fortgesetzte genaue Studien uns zugänglich werden wird.

In Folge meiner Beobachtungen über den Ventilationsapparat im neuen Gebäuhause dürfte eine quantitative Untersuchung seiner Leistung vollkommen überflüssig erscheinen, da es nichts nützen würde, wenn sich ergäbe, dass zu gewissen Zeiten eine hinreichende Menge frischer Luft zugeführt wird, nachdem constatirt ist, dass diese Zufuhr hie und da (unter 100 beobachteten Fällen etwa 25 mal) gänzlich stockt, ja dass sie sich sogar nicht selten (unter 100 beobachteten Fällen 17 mal) ins gerade Gegentheil umkehrt.

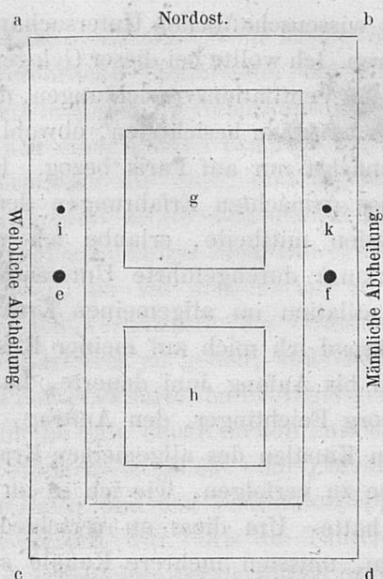
Zu erwähnen habe ich noch, dass während der Dauer meiner Beobachtungen im neuen Gebäuhause mehrere Versuche gemacht wurden, den Gang der Ventilation besser zu regeln. Man glaubte namentlich, eine Vergrößerung des Zwischenraumes zwischen den gusseisernen Oefen und ihren Thonmänteln, in welchem die frische Luft in die Säle strömt, würde Abhülfe schaffen: man trug sich mit einer verworrenen Vorstellung von Spannung der Luft zwischen Ofen und Mantel, in Folge deren sie hie und da unter unbekanntem Nebenumständen lieber den verkehrten Weg gehe, und man beschloss die Abänderung der Oefen im ganzen Hause. Um meine Ansicht befragt, konnte ich auf meine Beobachtungen gestützt nur die Erklärung abgeben, dass dieser kostspielige Versuch nicht das mindeste Resultat haben könne. Der dirigirende Arzt behandelte übrigens dieses technische Object wie einen Patienten, dem man jedenfalls etwas verschreiben müsse, und verordnete die Abänderung

der Oefen als kostbare Arznei. Vom Erfolg dieser Cur hat sich die sehr verehrliche Commission bei einem Besuche, den sie Mitte April in pleno im Gebärhause abstattete, selbst überzeugt. — Nach einer kurzen Besprechung führte uns der Director der Anstalt in die Säle, und an den obern Oeffnungen der Thonmäntel zeigte sich überall ein Einströmen von Luft. Diese gleichmässige Plus-Bewegung setzte mich in grosses Erstaunen, da ich dieselbe nie so durchgehends gefunden hatte. Ich veranlasste die Commission, in den Corridor des Hochparterres zu gehen, und es fand sich, dass alle Thürchen zu den Seitenarterien in Angel geöffnet standen, dass somit die in die Säle einströmende Luft nicht vom Luftthurme herab, sondern lediglich vom Corridor des Hochparterres hinauf kam, und der Ventilationsapparat gänzlich ausser Funktion gesetzt war. Als die Thürchen sämmtlich geschlossen und durch die Fenster derselben beobachtet wurde, zeigte sich, dass die Luft in einer grossen Anzahl der Zweigarterien stille stand, in einigen verkehrt, in andern richtig strömte. Der Director erklärte, nicht zu wissen, wer die Thürchen im Corridor mittlerweile geöffnet habe.

2. Ventilation des allgemeinen Krankenhauses in München.

Da nun feststand, dass man bei dem Häberl'schen Ventilationssysteme nicht stehen bleiben könne, so beschloss die sehr verehrliche Commission auf Antrag ihres Vorsitzenden, bei dem kgl. Staatsministerium des Innern zu beantragen, mich zur Einsichtnahme der Ventilationseinrichtungen mehrerer Spitäler nach Paris zu schicken. Einem deshalb erfolgten Allerhöchsten Auftrage unterzog ich mich um so lieber und schleuniger, als in Paris eben mehrere Ventilationsmethoden in Ausführung gekommen und genau

vergleichenden wissenschaftlichen Untersuchungen unterworfen worden waren. Ich wollte bei dieser Gelegenheit nicht versäumen, auch die Ventilationsvorrichtungen, die man in London in Gebrauch hatte, zu besichtigen, obwohl mein Comissorium sich zunächst nur auf Paris bezog. Ehe ich meine auf dieser Reise gemachten Erfahrungen der sehr verehrlichen Commission mittheile, erlaube ich mir, die nach meiner Zurückkunft durchgeführte Untersuchung über die Häberl'sche Ventilation im allgemeinen Krankenhause mitzutheilen. Während ich mich auf meiner Reise befand, die von Ende April bis Anfang Juni dauerte, hatte mein Assistent, Herr Georg Feichtinger, den Auftrag, die Bewegung der Luft in den Kanälen des allgemeinen Krankenhauses in ähnlicher Weise zu verfolgen, wie ich es im neuen Gebäuhause gethan hatte. Um diess an verschiedenen Punkten thun zu können, mussten mehrere Kanäle sowohl für die abziehende sogenannte verdorbene Luft, als auch für die zuströmende frische Luft aufgebrochen und mit Thürchen und Glasfenstern versehen werden. Die Disposition des Apparates bei übrigens ganz gleichem Principe ist im allgemeinen Krankenhause etwas verschieden von der im Gebäuhause. Das allgemeine Krankenhaus besteht wesentlich aus zwei parallelen Flügeln, die von Nordost nach Südwest sich erstrecken. Sie sind an drei Punkten, am Anfang, in der Mitte und am Ende mit Querbauten verbunden, wodurch zwei Höfe gebildet werden.



Der vorstehende Grundriss macht keinen Anspruch auf relativ genaue Maasse; er soll nur die Lagerung der Theile versinnlichen. Auf den Seiten *ac* befinden sich die Säle für die weiblichen, auf *bd* für die männlichen Kranken, und zwar in drei über einander liegenden Etagen, im Erdgeschoss, im ersten und im zweiten Stockwerk. Die Corridore liegen sämmtlich nach den Höfen *g* und *h*. Ueber dem zweiten Stockwerk erhebt sich das Dachwerk; die Bedachung selbst ist nicht Metall, wie im Gebäuhause, sondern Ziegel. Ueber dem Dache an den Punkten *e* und *f* erheben sich die von einander unabhängigen Luftthürme mit ihren sogenannten grossen Luftarterien längs der Flügel, wesentlich genau so, wie im Gebäuhause eingerichtet; für je drei über einander liegende Säle geht eine Seitenarterie ab, welche als viereckiger Kanal in der Mittelwand zwischen Corridor und den Sälen in's Erdgeschoss führt, dort unter dem Pflaster nach dem Mantelofen geht und in ähnlicher Weise, wie

im neuen Gebäuhause, zwischen Ofen und Mantel Luft in die Säle bringt. Die Oefen im allgemeinen Krankenhause sind anders als im Gebäuhause; in letzterem hat jeder Saal seinen eigenen Ofen, während im allgemeinen Krankenhause ein Ofen drei über einander liegende Säle zu heizen hat. Der Ofen ist nämlich eine colossale gusseiserne Röhre, welche sich durch die drei Etagen hinauf fortsetzt und im Erdgeschosse geheizt wird. Sie ist mit einem Mantel umgeben, der in den Sälen an verschiedenen Stellen in der Form von Zierrathen durchbrochen ist, durch welche die zwischen Mantel und Ofen strömende frische Luft in die Säle tritt. Der Abzug der sogenannten schlechten Luft ist am Boden jedes Saales, wie im Gebäuhause, geht aber nur aus den Sälen des Erdgeschosses direkt in das Ofenhaus und den Kamin, während aus den Sälen der obern Stockwerke dieselbe durch Kanäle in den Seitenwänden abwärts gesaugt werden muss, bis sie sich in den horizontalen Abführungskanal des Saales im Erdgeschoss ergießt und dann nach Ofen und Kamin strömt. Die Anlage im Krankenhause ist die ältere und noch von Häberl selbst bereits vor 46 Jahren ausgeführt. Die Anlage im Gebäuhause ist neusten Datums, und wurde mit Benützung der Erfahrungen im allgemeinen Krankenhause nach den Angaben des Hrn. Director Dr. Anselm Martin und des Hrn. Krankenhausinspectors Thorr mit, wie man erwartete, wesentlichen Verbesserungen ausgeführt, wofür namentlich gehalten wurde, dass jeder Saal seinen eigenen Abfluss und theilweise auch seinen eigenen Zufluss für die Luft erhielt. — Zur Beobachtung wählte ich eine Arterie auf der männlichen, und eine auf der weiblichen Abtheilung, nebst den Abzügen für die verdorbene Luft in den entsprechenden Sälen. Es waren auf der männlichen Abtheilung die Säle 4, 15 und 22, auf der weiblichen die Säle 31, 42 und 49. Ihre Lage ist beiläufig an den Punkten i und k des vorstehenden Grundrisses zu ersehen.

Vom 13. Mai bis 5. Juni machte Herr Feichtinger 108 Beobachtungen über das Zuströmen der frischen Luft und 108 Beobachtungen über das Abströmen der sogenannten verdorbenen Luft. Das Resultat ähnelt dem vom Gebäuhause, mit dem Unterschiede, dass das Zuströmen der frischen Luft etwas constanter war, als im Gebäuhause, hingegen das Abströmen der verdorbenen Luft viel unvollkommener sich erwies. Ich umgehe es, die Resultate im Einzelnen aufzuführen, da man einwenden kann, es sey die Zeit nicht mehr geeignet gewesen, ein Ventilationssystem zu prüfen, dessen Princip theilweise auf einer grösseren Differenz der Temperatur der freien Luft und der Säle gegründet war, denn es war die ganze Zeit über sehr warme Witterung, so dass am 22. Mai Nachmittags 3 Uhr bereits eine Temperatur von 22° R. im Freien war und man die Fenster offen haben konnte. Ich beschloss desshalb, die kältere Jahreszeit abzuwarten, und hoffte bis dahin auch im Besitze der Anemometer, welche ich bei Mechanikus Neumann in Paris bestellt hatte, zu seyn, um die Versuche über die Bewegung der Luft auch gleich quantitativ ausführen zu können.

Als ich am 10. November in den Besitz zweier Anemometer von Neumann endlich gelangte, begann ich am 16. November meine Untersuchungen. Diese Anemometer sind höchst empfindliche Windflügel, deren Umdrehungen durch ein Uhrwerk gezählt werden. Um aus der Zahl der Umdrehungen auf die wirkliche Geschwindigkeit des sie bewegenden Windes schliessen zu können, wird jedes Instrument dadurch titrirt, dass man es mit bekannter Geschwindigkeit in einer ruhigen Luft bewegt, und dadurch die Trägheit der Windflügel und den Widerstand des Uhrwerkes ermittelt. Nach diesen Untersuchungen wird jedes Instrument mit einer Formel versehen, woraus die Geschwindigkeit berechnet werden kann. Das eine Instrument Nr. 145 hat die Formel

$$V = 0,130 m + 0,090 m \times n.$$

V ist die Geschwindigkeit in einer Sekunde, und n die Anzahl der Umdrehungen der Flügelaxe in derselben Zeit. Dieses Instrument ist bereits anwendbar bei einer Geschwindigkeit der Luft von $\frac{1}{5}$ Meter in der Secunde, und widersteht noch einer Geschwindigkeit von 15 Meter. Das andere Instrument, Nr. 155, ist noch empfindlicher, widersteht aber nicht so grossen Geschwindigkeiten, wie das erstere. Seine Formel ist

$$V = 0,120 m + 0,102 m \times n.$$

Die Instrumente sind vortrefflich gearbeitet und machen sehr übereinstimmende Angaben. Sie sind fast für alle quantitativen Untersuchungen über Ventilation unentbehrlich. Sie lassen sich in Kanälen und Röhren von nur 6 Zoll Durchmesser anbringen, und das Zählwerk mittelst Schnüren auf $\frac{1}{4}$ Secunde genau leicht ein- und auslösen, ohne dass man den Kanal zu öffnen und den Zug zu stören nöthig hätte.

Zu meinen Beobachtungen wählte ich die bereits oben erwähnten Luftarterien, deren eine auf der männlichen Abtheilung die Säle 4, 15 und 22, die andere auf der weiblichen Abtheilung die Säle 31, 42 und 49 versorgt. Ich experimentirte auf beiden Seiten wesentlich nur im ersten Stockwerke, sohin im mittleren Theil. Den Abzug der sogenannten verdorbenen Luft beobachtete ich anemometrisch in den Sälen im Erdgeschosse und im ersten Stocke. Die Geschwindigkeit der Luft in den Kanälen bestimmte ich stets an dem günstigsten Punkte, so dass die Zahlen noch etwas höher ausfielen, als der Wirklichkeit entspricht. Es folgen nun drei Tabellen, welche das Wesentlichste der Beobachtungen im allgemeinen Krankenhause enthalten,

- 1) über den Luftzufluss zu den drei Sälen der männlichen Abtheilung,
- 2) zu den drei Sälen der weiblichen Abtheilung und
- 3) über den Luftabzug aus den Sälen der männlichen Abtheilung.

1) Beobachtungen über den Luftzufluss auf der südlichen (männlichen) Abtheilung zu den Sälen Nr. 4, 15 und 22.

Tag der Beobachtung.	Tageszeit.	Temperatur der Luft im		Geschwindigkeit der Luft per Sekunde in Metern.	Querschnitt des Luftkanals in Quadrat-Metern.	Luftmenge per Stunde in Kubik-Metern.
		Freien.	Kanal.			
		^o R.	^o R.			
1857.						
16. Nov.	11 Uhr Vorm.			0,1768	0,143	91,008
17. "	Mittags.	2	8	0,0159	—	8,172
	Einige Minuten später.			0	—	0
18. "	Vormittags.	2	8	0,3937	—	202,680
				0,6655	—	342,720
				0,6799	—	349,938
	Nachmittags.			0,5548	—	285,264
				0,7402	—	381,028
				0,7924	—	407,163
19. "	Vormittags.		8	0	—	0
				— 0,0159	—	— 8,172
21. "	"		5	0,5881	—	302,454
23. "	"	2	4	0,6844	—	352,122
				0,6899	—	354,990
	Nachm. 3 Uhr.		4½	0,6682	—	343,981
				0,6142	—	316,09
	5 Uhr.			0,6199	—	319,104
26. "	Nachmittags.			0,7294	—	375,480
27. "	Vormittags.	2	6	0,5593	—	287,928
				0,4945	—	254,571
	Nachmittags.	1	6½	0,6592	—	339,372
				0,6295	—	324,072

2) Beobachtungen über den Luftzufluss auf der nördlichen (weiblichen) Abtheilung zu den Sälen Nr. 31, 42 und 49.

Tag der Beobachtung.	Tageszeit.	Temperatur der Luft im		Geschwindigkeit der Luft per Sekunde in Metern.	Querschnitt des Luftkanals in Quad.-Metern.	Luftmenge per Stunde in Kubik-Metern.
		Freien.	Kanal.			
		^o R.	^o R.			
1857.						
17. Nov.	Mittags.	2	8	0,3535	0,143	182,160
				0	—	0
				minus	—	minus
18. "	Vormittags.	2	4	0,7942	—	408,852
				0,7969	—	410,256
				0,8671	—	446,400
20. "	"		4	0,6934	—	357,12
21. "	"		4 ¹ / ₂	0,6088	—	313,452
				0,6610	—	314,282
27. "	"	2	6	0,7186	—	369,936
				0,6961	—	358,352
	Nachmittags.	1	4 ³ / ₄	0,7780	—	400,514
				0,8275	—	425,997

3) Beobachtungen über den Luftabfluss auf der südlichen Abtheilung aus den Sälen Nr. 4, 15 und 22.

Tag der Beobachtung.	Tageszeit.	Temperatur der Luft im		Geschwindigkeit der Luft per Sekunde in Metern.	Querschnitt des Luftkanals in Quad.-Metern.	Luftmenge per Stunde in Kubik-Metern.
		Freien.	Kanal.			
			^o R.			
1857.						
5. Dez.	Vormittags.	II. Etage	18	0,139	0,129	64,620
		I. "	17	0	—	0
		I. "	—	0	—	0
9. "	Nachmittags.	I. "		0,274	—	127,26
		II. "		0,265	—	123,12

Aus diesen Thatsachen ersieht man zur Evidenz, dass der Luftzufluss auf beiden Flügeln ein sehr unregelmässiger ist, obwohl bei weitem regelmässiger, als er sich aus den Beobachtungen im Gebärdhause ergab. Stillstand (Null) und verkehrten Zug (Minus) beobachtete ich verhältnissmässig selten, doch kam es auf beiden Seiten vor. Wenn man die an gleichen Tagen auf der männlichen und weiblichen Abtheilung gemachten Beobachtungen vergleicht, so ergibt sich, dass die nördlich gelegene (weibliche) Abtheilung einen stärkern Zufluss hat, als die südlich gelegene (männliche). Dieses Ergebniss ist dem im Gebärdhause ganz analog. Die grösste beobachtete Geschwindigkeit auf der südlichen Seite ist 0,792 Meter per Secunde, was für einen Querschnitt von 0,143 Quadratmeter berechnet per Stunde einer Luftmenge von 407 Kubikmetern entspricht. Auf der nördlichen Abtheilung war die höchste Geschwindigkeit 0,867 Meter per Secunde, was in der Stunde 446 Kubikmetern entspricht. Nehmen wir, was viel zu günstig ist, per Stunde 400 Kubikmeter frische Luft an, so haben wir dieses Quantum auf drei Säle mit je 12 Betten zu vertheilen, und es ergeben sich für 1 Stunde und 1 Bett 11 Kubikmeter Luft. Da nach Erfahrungen, die man in Frankreich gemacht hat, und die ich im Folgenden anführen werde, es mindestens 60 Kubikmeter per Stunde und Bett bedarf, um Hospitäler genügend zu ventiliren, so bleibt die Ventilation des allgemeinen Krankenhauses selbst im günstigsten Falle noch immer mehr als $\frac{4}{5}$ des nöthigen Luftquantums schuldig. Mithin selbst abgesehen davon, dass sie zeitweise ganz stille steht, ja selbst verkehrt geht, muss sie jedenfalls als ungenügend erklärt werden. — Das ist eine Thatsache, welche durch die Erfahrungen der Kliniker längst constatirt ist; denn alle haben gefunden, dass es durchschnittlich in allen Sälen übel roch, in denen man nicht fleissig die Fenster öffnete. — Bisher habe ich angenommen, dass die Ventilation dreier Säle

durch eine Arterie gleichmässig vor sich gehe, dass mithin in maximo auf 1 Saal 133,3 Kubikmeter per Stunde kämen; das ist aber thatsächlich durchaus nicht der Fall, und es vertheilt sich die durch die Arterie einfließende Luftmasse sehr ungleich; der unterste Saal im Erdgeschosse empfängt davon nach der bestehenden Einrichtung das Meiste, der Saal im ersten Stocke wesentlich weniger und der oberste Saal (im zweiten Stockwerk) das Allerwenigste. Bei gleicher Krankenzahl nimmt erfahrungsgemäss der üble Geruch in den Sälen von unten nach oben auch sehr merklich zu.

Dieses Phänomen ist aber nicht lediglich von dieser ungleichen Vertheilung der zuströmenden Luft, sondern grossentheils auch von den communicirenden Abzugsröhren abhängig, die zur Zeit, wo nicht stark geheizt wird, sehr häufig verkehrt gehen, und die Luft verschiedener Säle mit einander sich vermischen lassen. Da die Abzüge in den Mittelmauern liegen, und ebenso wie diese zwei neben einander liegenden Sälen gemeinschaftlich sind, so ist nicht nur eine Communication dreier über einander liegender, sondern auch je zweier neben einander liegender Säle möglich, so dass stets eine ganze Reihe unmittelbar neben einander liegender Säle durch diese Abzugskanäle unter sich allmählig communiciren kann.

Herr Feichtinger fand bei seinen Beobachtungen vom 13. Mai bis 5. Juni in diesen Abzugskanälen

a) auf der männlichen Abtheilung

29,6 Procent Plus

13, „ Null und

57,4 „ Minus

Bewegung der Luft (Plus bedeutet hier die Strömung, welche Luft aus dem Saale entfernt);

b) auf der weiblichen Abtheilung

14,8 Procent Plus

16,7 „ Null

68,5 „ Minus.

Es ist oft der Fall, dass z. B. ein Saal im ersten Stocke durch die Abzugsröhren Luft nach dem Saale im Erdgeschosse abwärts, und zugleich nach dem im zweiten Stocke aufwärts schickt. Stellt man die Beobachtungen des Herrn Feichtinger nach Stockwerken zusammen, so erhält man auf der männlichen Abtheilung in 54 Beobachtungen im Saal

zu ebener Erde 8 Plus 1 Null 9 Minus

im ersten Stocke 3 „ 3 „ 12 „

im zweiten „ 5 „ 3 „ 10 „

auf der weiblichen Abtheilung in 54 Beobachtungen im Saal

zu ebener Erde 6 Plus — Null 12 Minus,

im ersten Stocke — „ 5 „ 13 „

im zweiten „ 2 „ 4 „ 12 „

Die nicht nur mangelhafte, sondern sogar verkehrte und schädliche Funktion der Luftabzugskanäle im allgemeinen Krankenhause dürfte hiemit überzeugend nachgewiesen seyn. Wenn man auch zugesteht, dass zur Zeit, wo die Oefen geheizt werden, das Resultat ein viel günstigeres ist, als zur Zeit, wo Herr Feichtinger seine Beobachtungen machte, so kann man doch nicht in Abrede stellen, dass wenigstens die Hälfte des Jahres hindurch diese Abzugskanäle viel mehr zur Verbreitung und Mittheilung, als zur Entfernung der schlechten Luft der Krankensäle dienen.

Dieser Theil der Ventilation ist im neuen Gebäuhause schon desshalb glücklicher angelegt, weil die Abzüge jedes einzelnen Saales für sich bestehen und eine Mittheilung der Luft eines Saales an einen andern wenigstens auf diesem Wege nicht möglich ist.

Ventilation des Spitäles La Riboisière in Paris.

Ich gehe nun zu dem Berichte über die Leistungen einiger in Paris zur Ventilation von Spitalern ausgeführten

Apparate über. Nach dem Jahre 1848 wurde das prachtvolle und grosse Spital Lariboisière in der Vorstadt Poissonnière errichtet. Man legte von Seite der Verwaltung auch ein besonderes Gewicht darauf, dasselbe möglichst gut zu beheizen und zu ventiliren. Man stellte ein Programm auf, welches die Forderungen enthielt, die man an die Ventilation sowohl, als an die Heizung machte, und eröffnete eine Concurrenz für verschiedene Vorschläge und Unternehmer. Das Programm (S. Grassi, *Étude comparative des deux systèmes de Chauffage et de Ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*. Paris, Rignoux 1856, p. 20) enthielt folgende 13 Punkte:

1) eine constante Temperatur von 15° in den Krankensälen und in den Zimmern der Schwestern während des ganzen Jahres, bei Tag und bei Nacht;

2) eine Temperatur von 15° während des ganzen Jahres, aber nur bei Tage, in den Zimmern und Officinen;

3) eine Temperatur von 10° das ganze Jahr, bei Tag und Nacht, auf den Stiegen der Krankenpavillone;

4) eine fortwährende Ventilation von warmer Luft während des Winters und von kalter Luft in der warmen Jahreszeit, zu mindestens 20 Cubikmetern per Stunde und Bett in den Krankensälen;

5) eine Ventilation nur während des Tages in den Zimmern des entsprechenden Pavillons zu 10 Cubikmetern auf das Bett;

6) eine Ventilation in den Abtritten, hinreichend, um in keinem Falle in diesen einen übeln Geruch sich entwickeln zu lassen, ohne dass Luftströmungen dort entstehen könnten, welche den Kranken nachtheilig wären;

7) die Ventilationsapparate müssen einen Ueberschuss an Kraft besitzen, hinreichend, um in allen Sälen oder theilweise eine zweimal so starke Ventilation wie die eben angegebene hervorbringen zu können, wenn irgend eine

grosse Epidemie eine Vermehrung der Betten nothwendig machen sollte;

8) die Einstromöffnungen der Luft müssen einen hinreichenden Querschnitt haben, um die Luft nur mit einer geringen Geschwindigkeit in die Säle eintreten zu lassen, und mit einer Temperatur, die nicht über 70° beträgt;

9) die Luft muss mit einem gehörigen Grade von Feuchtigkeit, den man nach Belieben ändern kann, in den Sälen anlangen;

10) eine besondere Einrichtung muss es möglich machen, die Luft künstlich zu kühlen, wenn es bei grosser Hitze nothwendig werden sollte;

11) die Apparate der allgemeinen Heizung oder besondere Apparate müssen eine für alle Bedürfnisse der Säle genügende Menge warmen Wassers liefern, und eine entsprechende Temperatur in den Wärmeschränken erhalten, welche in den Küchen jedes Saales angebracht sind;

12) In jeder Küche des Erdgeschosses muss für sich oder im Zusammenhange mit den Wärmeapparaten der Küchen der obern Stockwerke ein Feuerherd angebracht werden, um ein lebhaftes Feuer erzeugen zu können;

13) die Heizungs- und Ventilationsvorrichtungen müssen in der Weise angelegt seyn, dass sie allmählig in allen Pavillons in Thätigkeit oder in irgend einem Theil der Gebäude ausser Thätigkeit gesetzt werden können; sie müssen ausserdem gestatten, die Temperatur in jedem Saale zu erhöhen oder zu erniedrigen.

Eine wissenschaftliche Commission, an deren Spitze eine auch in Deutschland vollgültige Autorität, der Physiker und Chemiker Régnault, stand, hatte die eingegangenen Vorschläge zu prüfen, und sie entschied sich zuletzt für die Annahme eines gemischten Systems, für eine Ventilation durch mechanische Kraft, d. i. durch eine Dampfmaschine, welche einen Centrifugalventilator bewegt, ähnlich wie man

ihn bei Hochöfen, Schmiedfeuern etc. schon länger anwendet (System von Thomas, Laurens), und für eine Heizung mit Oefen, welche mit Wasser gefüllt sind und mit dem Dampfe geheizt werden, welcher zur Bewegung der Maschine gedient hat. Dieser entschiedene Uebertritt zur Ventilation mit mechanischer Kraft erregte in Paris vielseitige Opposition; alle Anhänger der bisherigen Methode, zur Ventilation von Spitalern und Gefängnissen wesentlich die Temperaturdifferenz der Luft im Freien und im Innern der Gebäude, d. i. den dadurch entstehenden Zug zu benützen, kamen in Aufregung. Letzteres System hatte Duvoy bis zu einer anerkennenswerthen Höhe ausgebildet und theilweise sehr befriedigende Resultate erzielt. Eine neue Commission, welche in Folge der heftigen Angriffe gegen den Beschluss der ersten aus Architekten unter dem Vorsitze des Generals Morin zusammengerufen wurde, trat dem Vorschlage ihres Vorsitzenden bei, das aus sechs Flügeln bestehende Spital Lariboisière zur Hälfte (die männliche Abtheilung) mit mechanischer Kraft (nach den Vorschlägen von Thomas, Laurens, Grouvelle und Tarcot), zur Hälfte (die weibliche Abtheilung) nach dem Systeme von Léon Duvoy zu ventiliren und zu heizen. Die Grösse der Ventilation wurde für beide Systeme von 20 Cubikmetern auf 60 per Stunde und Bett erhöht. Eintheilung und Dimensionen der zu ventilirenden Säle sind auf beiden Abtheilungen vollkommen gleich. Die völlige Gleichheit der durch die beiden concurrirenden Methoden zu ventilirenden Objekte ist ein wichtiger Umstand, und für Gewinnung eines sichern Endurtheiles maasgebend. Seit März 1854 sind beide Apparate neben einander im Gange, und wurden von Dr. Grassi einer eben so gewissenhaften als umfangreichen und streng wissenschaftlichen Untersuchung auf ihre praktischen Leistungen unterworfen. Herr Dr. Grassi hat durch seine Untersuchungen wesentlich dazu beigetragen, die für die Hygiène so wichtige Frage der Ventilation im

Sinne der objektiven Naturforschung zu beantworten. Nachdem ich durch die Güte des Chefs der ersten Division der Assistance public zu Paris, Herrn Battel, die Erlaubniss zur genauen Besichtigung der Ventilationsapparate im Spital Lariboisière und eines andern im Spital Beaujon erhalten hatte, wurde ich von Herrn Dr. Grassi auf das freundlichste unterstützt, den Zweck meiner Reise vollständig zu erreichen. Ich überzeugte mich von der Richtigkeit der Angaben dieses Gelehrten, welche er in seiner oben citirten Schrift gemacht hat.

3. Heizung und Ventilation der drei Pavillons der weiblichen Abtheilung nach dem Systeme von Léon Duvoir-Leblanc mit Zugkaminen.

Die Heizung von Duvoir ist wesentlich Warmwasserheizung. Jeder Pavillon hat seinen eigenen Heizapparat. Dieser besteht wesentlich aus einem Wasserkessel im untersten Theil des Hauses, in dem das Wasser erhitzt wird. Der hiedurch erzeugte aufsteigende Strom warmen Wassers gelangt durch ein im Kamin der Heizung geführtes Schlangrohr nach dem Speicher, in ein grösseres geschlossenes Wasser-Reservoir, von wo aus in Röhren eine der Stärke der aufwärts gehenden Strömung entsprechende, abwärts nach dem Heizkessel gehende stattfindet. Diese abwärts gehende Strömung kann nun entweder auf ganz geradem Wege nach dem Heizkessel, oder auf Umwegen durch die Säle geschehen. Im ersteren Falle werden die Säle nicht geheizt, im zweiten werden sie geheizt. Das auf dem Dachboden befindliche Reservoir von heissem Wasser dient zunächst für die Ventilation. Es befindet sich in einer wohl geschlossenen Kammer, von der Kanäle nach verschiedenen Seiten der Säle gehen. Um was die Temperatur in dieser

oberen Luftkammer, die mit einem kurzen Kamine über dem Dache ins Freie mündet, höher ist, als im Freien, um das wird ein Luftzug in den Kanälen aus den Sälen nach der Luftkammer und zum Dache hinaus entstehen. (Manche Details der Ausführung anlangend muss ich auf die Abhandlung von Dr. Grassi verweisen.) An den vier Wasseröfen jedes Saales mündet ein unter dem Fussboden aus dem Freien kommender Kanal, durch welchen die frische Luft in dem Maasse einströmen soll, als die Luft der Säle durch die Zugkanäle nach der stets erwärmten Luftkammer abströmt. Der ganze Apparat ist ohne Widerrede sinnreich ausgedacht und auch sehr solid ausgeführt, und macht Herrn Duvoyer alle Ehre.

Dr. Grassi hat sich nun bei seinen Untersuchungen mehrere Fragen gestellt, und dieselben mit wissenschaftlicher Präcision beantwortet. Einige der wichtigsten will ich hier näher erwähnen: 1) Ist die Menge Luft, welche durch die Zugkamine entweicht, gleich jener Menge, welche durch die für die Zufuhr frischer Luft bestimmten Kanäle unter den Wasseröfen in den Sälen einströmt?

Die Menge frischer Luft, welche durch die bezeichneten Oeffnungen einströmte, wurde genau mit dem Anemometer gemessen, ebenso die Menge der in den Zugkanälen abströmenden. — Es ergab sich z. B., dass nur 31 Cubikmeter frische Luft per Stunde und Kranken einströmten, während 93 Cubikmeter in der gleichen Zeit und im gleichen Verhältnisse durch die Zugkanäle den Saal verliessen. Aus zufälligen Oeffnungen, als welche Dr. Grassi lediglich die unvermeidlichen Fugen in Fenstern und Thüren zu betrachten scheint, mussten somit stündlich und per Kranken 63 Cubikmeter (circa 2520 bayer. Cubikfuss) noch überdiess zugeflossen seyn. — Dr. Grassi hat diesen Versuch vielfach mit ganz analogem Resultate in verschiedenen Sälen wiederholt.

2) Bleibt sich diese Ventilation das Jahr hindurch gleich?

Diese Frage hat Dr. Grassi aus ähnlichen Gründen auf das entschiedenste verneint, was auch ich Eingang meines Berichtes ausgesprochen habe. Die bewegende Kraft ist lediglich die Differenz der Temperatur der Luft in der Zugkammer und der freien Luft. — Die Temperatur der Luft in den Sälen kommt hiebei weniger in Betracht. Da diese Differenz, und damit die bewegende Kraft bald gross und bald klein seyn kann, so wird die Ventilation in demselben Maasse ungleich seyn. — Hierüber hat bereits vor vielen Jahren Peclet die klarsten Auseinandersetzungen gemacht, als er die Ventilation des Gefängnisses Mazas untersuchte; seine wohlgemeinten Winke scheinen aber in Frankreich ebenso den Praktikern entgangen zu seyn, wie in Deutschland. Diese beiden Thatsachen geben Dr. Grassi ein vollständiges Recht, von dem er auch Gebrauch gemacht hat, die Ventilation der drei Flügel der weiblichen Abtheilung des Spitals Lariboisière als mangelhaft und unvollständig zu erklären.

Ich finde in den Erfahrungen dieses Gelehrten noch eine Thatsache angeführt, auf die er zwar kein Gewicht legt, weil sie seinen eigenen Anforderungen an eine gute Ventilation nicht entgegentritt, welche aber nach meinen später mitzutheilenden Erfahrungen von entschiedener Bedeutung ist, nämlich den Kohlensäuregehalt der Luft in einem ventilirten Saale; er betrug 2,5 pro mille dem Volumen nach. Ich habe eine Luft, welche in Folge des Athmens von Menschen $2\frac{1}{2}$ pro mille Kohlensäure enthält, stets übelriechend gefunden. Das Nämliche fand ich auch in Lariboisière. Ich werde nachweisen, dass wir kein Recht haben, eine Luft für gut zu erklären, die mehr als 1 pro mille Kohlensäure in Folge der Respiration und Perspiration der Menschen enthält.

Der höchst bedeutende Zufluss von Luft durch die zufälligen Oeffnungen (Undichtigkeit von Fenstern und Thüren, wozu auch noch die Undichtigkeit der Wände zu nehmen

ist) ist sehr zu beachten. Er ist eine so bedeutende Grösse, dass sie fast das Doppelte mehr beträgt, als der Zufluss auf dem der frischen Luft vorgeschriebenen Wege. Sie darf, wie ich unten zeigen werde, künftig nicht nur nicht ausser Acht gelassen werden, sondern wir können diesen Wegen geradezu Funktionen bei der Ventilation gemauerter Gebäude übertragen, für die wir bis zur Stunde eigene Vorrichtungen für nöthig gehalten haben. — Dem chronologischen Gange meiner Darstellung etwas vorgreifend, erwähne ich hier eine von mir in Gegenwart des Herrn Dr. Grassi auf der männlichen Abtheilung des Spitals Lariboisière beobachtete Thatsache. Diese Abtheilung wird nicht durch einen Zugkamin, sondern durch eine Dampfmaschine ventilirt, welche einen Ventilator bewegt, der mindestens 60 Cubikmeter frische Luft per Stunde und Bett in die Säle führt. Damit die Luft wieder aus den Sälen entweichen könne, sind an vielen Punkten Abzugskanäle angebracht, welche sich unter dem Dache des Pavillons zu einem gemeinsamen Schlothe vereinigen und durch diesen ihren Inhalt in die freie Luft strömen lassen. Der Saal St. Augustin ist für die chirurgischen Kranken bestimmt. Er war am 13. Mai 1857 mit 30 Kranken belegt. Fenster und Thüren waren vollkommen geschlossen. Die Maschine hatte den Gang, wo nach den Messungen jedenfalls 60 Cubikmeter frische Luft per Stunde und Kranken in den Saal kamen. Die Luft des Saales war, nach dem Geruch zu urtheilen, vollkommen gut. Und doch blies es aus den Abzugskanälen in einer Weise in den Saal heraus, dass bei mehreren, an die eine brennende Kerze gehalten wurde, die Flamme wagrecht, wie von einem Löthrohre gestellt wurde. Der Saal empfing somit nicht nur Luft aus den Zuführungs-, sondern auch aus den Abführungsgängen, und den Abzug der Luft vermittelten in diesem Falle lediglich die zufälligen Oeffnungen. Dr. Grassi war sehr erstaunt über dieses Vorkommniss, was er noch nie

beobachtet hatte, wohl desswegen, weil man es bisher für unmöglich gehalten hat. Zur Zeit, wo die Säle nicht geheizt werden, dürfte sich häufiger ein Zufluss durch die Abzüge ergeben. Ich habe diese Thatsache einstweilen nur bemerkbar machen wollen, um sie später mit noch andern im Zusammenhang zur Verwerthung zu bringen.

4. Ventilation und Beheizung der drei Pavillons der männlichen Abtheilung nach dem Systeme von Thomas-Laurens mit mechanischer Kraft.

Ich gehe nun zur Besprechung der Leistung der Ventilation der 3 Pavillons des Spitals Lariboisière über, welche für die Aufnahme männlicher Kranker bestimmt sind. Das System rührt von den Herren Thomas, Laurens und Grouvelle her, und ist von Herrn Farcot ausgeführt. Im Souterrain zwischen dem Thurme der Spitalkirche und der Waschküche befindet sich eine Dampfmaschine, welche einen Centrifugalventilator treibt, der den grössten Theil seiner Luft aus dem Glockenthurme herab bezieht. Ein guter Theil Luft mischt sich natürlich auch aus den zufälligen Oeffnungen des Souterrains bei. Der Ventilator schleudert die Luft in eine Blechröhre, welche anfänglich 1,1 Meter Durchmesser hat und im Souterrain nach den einzelnen Pavillons läuft, sich in dem Maasse verengend, als Zweigröhren nach diesen abgehen. Es sind für ausserordentliche Fälle zwei Dampfkessel und zwei Maschinen vorhanden, jede auf 15 Pferdekkräfte berechnet; gewöhnlich befindet sich nur eine einzige im Gange. Die Luft tritt durch die Oefen der Säle in diese ein, und durch Zugkanäle, die sich auf dem Speicher jedes Pavillons, ähnlich wie beim System von Duvoir, zu einem über dem Dache mündenden Schlotte vereinigen, wieder aus den Sälen aus. Um die Luft nöthigenfalls zu heizen,

wird der Wasserdampf benützt, welcher zur Bewegung der Maschine gedient hat. Dieser wird ähnlich, wie die Luft, nur in kleineren und vollkommen dichten Röhren nach den einzelnen Pavillons und Stockwerken geleitet. In den Sälen stehen mit Wasser gefüllte Oefen, durch welche ein Dampfrohr in schlangenförmiger Windung geführt ist. Durch Hähne wird der Dampfzutritt geregelt. Diese Wasseröfen sind von Röhren vertikal durchbrochen, durch welche die frische Luft einströmt und sich erwärmt. Schon ehe die Luft in diese Oefen eintritt, befindet sie sich in näherer Berührung mit den Dampfrohren, und wird dadurch vorgewärmt. Das aus dem Dampfe condensirte Wasser läuft wieder zurück in den Kessel, so dass dieser grossentheils mit ein und demselben Wasser gespeist wird. — Ist keine Heizung in den Sälen nothwendig, so wird die Dampfleitung abgeschlossen, und der Dampf in der Waschküche oder anderwärts verwendet, oder nach Umständen auch ins Freie gelassen. Grassi fand nun, dass durch die Thätigkeit des Ventilators in den Luftzuführungsröhren den Sälen des ersten Pavillons, welchen die Maschine zunächst lag, etwas mehr Luft zugeführt wird, als den Sälen des dritten und entferntesten. Aber auch diesem wurde noch weit mehr als die bedungene Menge von 60 Cubikmetern per Stunde und Bett zugeführt. Folgendes sind seine durchschnittlichen Resultate:

- | | | | | | | | |
|----|----------|-----|------------|-----|--------|-----|-------|
| 1. | Pavillon | 132 | Cubikmeter | per | Stunde | und | Bett. |
| 2. | „ | 126 | „ | „ | „ | „ | „ |
| 3. | „ | 88 | „ | „ | „ | „ | „ |

Von der vollkommenen Güte und Geruchlosigkeit der Luft in den Sälen überzeugte ich mich mehrfach.

Grassi untersuchte auch, wie viel Luft aus den Sälen durch die Entleerungskanäle entwich. Er fand, dass von der einströmenden Luft kaum die Hälfte sich auf diesem Wege entfernte, das Uebrige durch die zufälligen Oeffnungen der Säle ging.

Grassi untersuchte auch den barometrischen Druck der Luft in den Sälen, im Vergleich mit der freien Luft zur gleichen Zeit. Man könnte nämlich auf den Gedanken kommen, es sey die Luft in den Sälen durch das Eintreiben so bedeutender Mengen binnen kurzer Zeit comprimirt, als die freie Luft. Das Resultat der sorgfältig ausgeführten Beobachtungen ist aber durchaus negativ: im Gegentheil zeigte die Luft in den geheizten Sälen einen etwas geringern Druck als die äussere, so dass noch Luft durch die zufälligen Oeffnungen von Aussen einfließen musste.

Der Kohlensäuregehalt der Luft eines ventilirten Saales betrug nur 1,1 pro mille, mithin nicht die Hälfte vom Kohlensäuregehalt der Luft auf der weiblichen Abtheilung, welche nach dem System von Duvoy ventilirt ist. Die Luft ist nicht zu trocken und kann durch Dampf und Wasser beliebig befeuchtet werden. So gross die Luftmenge für unsere gewöhnlichen Vorstellungen ist, welche die mechanische Ventilation in die Säle von Lariboisière bringt, so herrscht wenige Fusse von den Oeffnungen entfernt doch nirgends der mindeste Zug. Unsere Hautnerven nehmen Bewegungen der Luft, welche nicht mehr als 1 Meter per Sekunde Geschwindigkeit haben, noch nicht wahr.

Grassi zählt auch mehrere Einwürfe auf und widerlegt sie, die namentlich von Pariser Architecten gegen die mechanische Ventilation geltend gemacht werden wollten, welche aber in der That zu unbegründet sind, um sie vor dem deutschen Publikum zu wiederholen, bevor sie nicht etwa auch bei uns ihre Vertreter gefunden haben.

Nach meiner Ueberzeugung sind die in Lariboisière gemachten Erfahrungen vollkommen entscheidend, ob in den Fällen, wo man einer künstlichen Ventilation bedarf, oder sie überhaupt haben will, mechanische Kraft zum Eintreiben der Luft, oder das blosser Erwärmen einer Luftsäule, um Zug hervorzubringen, anzuwenden sey. Das Eintreiben durch

einen Ventilator allein lässt eine gleichmässige, unter den verschiedenen Differenzen der Temperatur und der Geschwindigkeit der äussern und innern Luft sich gleich bleibende Zufuhr von frischer Luft erwarten.

Diese principielle Ueberzeugung sollte künftig bei Anlage aller künstlichen Ventilationen in erste Linie gesetzt werden. Als untergeordnet muss man die Frage nach den Kosten betrachten. Die Kosten für Heizung und Ventilation der weiblichen Abtheilung von Lariboisière nach dem System Duvour betrugen im Laufe eines Jahres (die Unterhaltung der Apparate mit eingerechnet) 18152 Franken. Für dieselben Zwecke auf der correspondirenden männlichen Abtheilung nach dem Systeme von Thomas Laurens, 46590 Franken. Die Mehrausgabe bei der mechanischen Ventilation scheint enorm. Sie reducirt sich aber wesentlich, wenn man in Rechnung zieht, dass mit dem Apparat der männlichen Abtheilung auch noch viel andere Dienste geleistet worden sind, welche der Apparat des Herrn Duvour nicht zu leisten hatte:

- 1) Die Localitäten (Corridore, Parloir, Refectorium, Kapelle, Zellen) der barmherzigen Schwestern, welche die Krankenpflege auf beiden Abtheilungen besorgen, wurden mit dem Apparate Thomas-Laurens geheizt;
- 2) wurden die Bäder für beide Abtheilungen und ebenso
- 3) die Wäsche besorgt.

Hiebei ist noch zu bemerken, dass in der Waschküche von Lariboisière auch noch die Wäsche aus andern Spitälern gereinigt wurde. Ebenso ergibt sich noch eine Ersparniss am Aufsichts- und Heizerpersonal. Grassi schlägt den Geldwerth dieser Mehrleistungen u. s. w. auf 23000 Franken an. Ich kann natürlich nicht entscheiden, wie weit diese Annahmen etwa zu hoch gegriffen sind. Wesentlich theurer ist das System von Thomas-Laurens jedenfalls, als das von Duvour. Denn dass der erstere Apparat auch noch die Wäsche für andere Spitäler besorgte, was die höchste Ziffer

ausmacht, darf man eigentlich gar nicht in Rechnung bringen, wenn man darnach trachtet, diesen Apparat in allen Spitalern einzuführen; denn dann müsste man den überschüssigen Wasserdampf mehrerer Apparate jedenfalls verloren gehen lassen. — Ich betrachte als den eigentlichen Gewinn, den die Aufstellung des Apparates zur mechanischen Ventilation eingebracht hat, die principielle Ueberzeugung, dass nur sie den Anforderungen der Hygiëne entspricht. Die Kosten durch einfachere und wohlfeilere Construction und Betriebsart zu vermindern, kann als eine Aufgabe unserer fernern Thätigkeit auf dem Gebiete der mechanischen Ventilation fortan bezeichnet werden. Ein bedeutender Fortschritt ist in neuester Zeit hierin durch einen belgischen Ingenieur, Herrn Dr. van Hecke in Brüssel, gemacht worden.

5. Ventilation und Heizung des Pavillons Nr. 4 im Spital Beaujon nach dem Systeme von van Hecke.

Dr. van Hecke wurde vor einiger Zeit nach Paris berufen, um einen der vier Flügel des Spitals Beaujon mit seiner Heizung und Ventilation zu versehen. Die Direction der Assistance publique von Paris beabsichtigte wesentlich eine Vergleichung der Leistungen und Kosten des van Hecke'schen Apparates mit denen in Lariboisière. — Grassi hat eine höchst werthvolle Untersuchung auch über diesen Apparat angestellt und dieselbe in den *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, 2^{me} série, 1857, Tome VII, Paris, chez Baillièrre et fils, veröffentlicht.

Der van Hecke'sche Ventilationsapparat hat mich in hohem Grade befriedigt. Er war mir eine factische Bestätigung von der Richtigkeit mehrerer schon lange gehegter und auch mehrfach ausgesprochener Ansichten. Fast alle unsere bisherigen Ventilationsvorrichtungen sind unter dem

Einflüsse der Vorstellung entstanden, dass die Heizung der Localitäten zuerst ins Auge zu fassen sey, und dass man den zur Heizung verwendeten Kräften auch noch das Geschäft der Ventilation übertragen solle. Heizung und Ventilation wurden immer unzertrennlich gedacht. Das System von Duvour steht unverkennbar noch ganz unter dem Einflusse dieser Vorstellung. Mehr trennt sich bereits das System von Thomas-Laurens, obwohl auch bei diesem der Ausgangspunkt der ganzen Conception offenbar in dem Bedürfnisse der Heizung liegt; man wollte die Säle in einer Form heizen, dass man die heizende Kraft (den Wasserdampf) zugleich als ventilirende Kraft benutzen konnte. So lange es Princip war, Heizung und Ventilation, die unter sich keine principielle Abhängigkeit haben, stets fest an einander zu schmieden, oder die eine Function von der andern abhängig zu machen, so lange konnte sich namentlich die Ventilation nicht frei entwickeln, welche gewöhnlich von der Heizung ins Schlepptau genommen werden sollte. Das wäre nur dann heilsam gewesen, wenn das Bedürfniss der Ventilation und Beheizung stets Eines mit dem Andern gleichmässig zu- und abnehmen würde; das ist aber gerade nicht der Fall, denn während das Luftbedürfniss Jahr aus Jahr ein unter den verschiedensten Zuständen der Atmosphäre so ziemlich das gleiche bleibt, wechselt das Bedürfniss der Heizung in dem verschiedensten Maasse. Unter dem Einflusse der bisherigen Vorstellungen sind Apparate entstanden, welche entweder zweckmässig und ökonomisch heizen, aber ungenügend ventiliren (Duvour), oder welche hinlänglich ventiliren, dabei aber einen so enormen Ueberschuss von Heizkraft liefern, dass man in die grösste Verlegenheit kommt, dieselbe fortwährend anderweitig zu verwenden (Thomas-Laurens). Der van Heck'sche Apparat hat mit unserer bisherigen Ventilations-Tradition in manchen Stücken gebrochen; die Ausbildung seiner Grundlagen lässt

hoffen, dass das bisherige Verhältniss der Ventilation zur Heizung sich mit der Zeit geradezu umgekehrt stellen wird. Die Ventilation wird die Hauptsache werden; die Heizung hat sich dem Bedürfniss und dem Maasse der Ventilation anzuschliessen; auf diese Weise wird die Ventilation aus der Knechtschaft der Heizung befreit werden. Van Hecke's Apparat trägt sehr entwicklungsfähige Elemente in sich; er beruht auf der gleichzeitigen Benützung der natürlichen Ventilation, welche die Folge der Differenz der Temperatur im Innern und Aeussern ist, und einer mechanischen Kraft, welche soweit nachzuhelfen und Luft herbeizuschaffen hat, bis jederzeit 60 Cubikmeter per Stunde und Bett erreicht sind. Im Garten des Pavillons Nro. 4 des Spitals Beaujon ist ein kleines Lufthürmchen, kaum 10 Fuss hoch, dessen innerer Raum mit einer Zinkröhre von $\frac{3}{4}$ Meter Durchmesser communicirt, welche in einen Luftheizungssofen (Calorifère) mündet, von dem aus sich die Leitung zu einer grossen Blechröhre fortsetzt, welche durch die Mitte der drei über einander liegenden Säle, von denen jeder 20 Betten enthält, in Absätzen aufsteigt. Im Saale des Erdgeschosses mündet diese Röhre mit einem Durchmesser von 75 Centimètres. Wo diese Röhre aufhört, fängt in gleichem Centrum eine andere mit nur 60 Centimètres Durchmesser an, welche die Luft in den Saal des ersten Stockwerkes bringt. Von hier aus gelangt in ganz ähnlicher Weise durch eine abermals engere Röhre die Luft in den Saal des zweiten Stockwerkes. Die Oeffnungen der zwei sich verengenden Einsatzröhren können durch Schieber mehr oder weniger geschlossen werden, so dass man die Luftmenge regeln kann, die man in das obere Stockwerk will treten lassen. Die Einströmung in die Säle geschieht einige Fusse über dem Boden aus einer Art Käfig, welcher die Röhre umgibt, in welchem man, wenn die Luft erwärmt einströmt, Wäsche wärmen, Getränke etc. warm halten kann. Wird der Wärmeofen im Souterrain geheizt,

so entsteht ein mehr oder minder lebhafter Strom der Luft aus dem Garten nach den Sälen, ganz so, wie wir es bei den in Deutschland mehrfach üblichen Meissner'schen Luftheizungen bereits seit vielen Jahren in Anwendung sehen. Van Hecke hat auch bei Construction seines Wärmeofens darauf Rücksicht genommen, worauf ich bereits im Jahre 1850 dringlich aufmerksam gemacht habe. (S. „Ueber die Unterschiede zwischen Ofen- und Luftheizung“, Dinglers polytechn. Journal, Jahrgang 1851.) Mit dem Calorifère ist nämlich ein Wasserbecken in seitlicher Verbindung, worüber die Luft streichen muss, damit sie nicht bloss erwärmt, sondern auch in einem entsprechenden Grade befeuchtet werde. Um bei vorkommenden Fällen die Temperatur der in die Säle strömenden Luft rasch erniedrigen zu können, hat van Hecke die Vorsorge getroffen, dass die Luft den Wärmeofen nicht stets zu passiren braucht, sondern auch beliebig ausserhalb demselben nach der aufsteigenden Haupttröhre geleitet werden kann. Man lässt mit Hilfe von einfachen Schubvorrichtungen jederzeit nur so viel Luft durch den Wärmeofen gehen, als zur Erhaltung einer beliebigen Temperatur in den Sälen nothwendig ist, — das Uebrige geht ausserhalb des Ofens, und vermischt sich mit der heissen Luft aus dem Calorifère.

Es ist klar, dass auf diese Weise bei einer grösseren Temperaturdifferenz der äussern und innern Luft schon eine sehr beträchtliche Strömung auch ohne Anwendung einer mechanischen Kraft hervorgebracht werden kann. Für den Austritt der Luft sind wieder Evacuationskanäle in den Sälen angebracht, die sich auf dem Speicher zu einem gemeinsamen Schlotte vereinigen, und über dem Dache münden. Um nun die natürliche Ventilation bis zum Quantum von 60 Cubikmetern per Stunde und Bett zu erhöhen, hat van Hecke in dem Schlotte unter dem Dache einen sehr einfachen Ventilator angebracht, dessen Bewegung sehr wenig

Kraft ($\frac{1}{2}$ bis 1 Pferdekraft) consumirt, womit die Luft so zu sagen aus den Sälen ausgesaugt wird. Der Ventilator von van Hecke besteht einfach aus zwei Schaufeln (ähnlich wie die bewegende Schraube an den Schraubendampfschiffen), welche auf zwei Stielen senkrecht auf einer rotirenden Axe sitzen und in einem Winkel von 50 bis 60 Graden geneigt sind. Eine Eigenthümlichkeit dieses Ventilators ist, dass die Neigung der Paletten nicht constant ist, sondern mit der Geschwindigkeit der Rotation sich ändert. — Dieser Ventilator wird durch eine kleine Dampfmaschine von circa 1 Pferdekraft in Bewegung gesetzt, welche sich im Souterrain befindet. Von ihr geht eine Laufschnur zum Ventilator unter dem Dache, wodurch dieser bewegt wird. Um zu sehen, ob die nöthige Quantität Luft zuströme, dient die Grösse des Druckes, welchen der Luftstrom in der Hauptröhre auf eine bestimmte Fläche ausübt. Dieser Druck wird auf einen Hebel übertragen, und von diesem mittels einer Schnur auf einen Quadranten, dessen Zeiger dadurch bewegt wird. Dieser Quadrant (Indicateur) kann sich im Gange zu ebener Erde oder in jedem Stockwerke befinden, so dass der Arzt oder der Administrator des Spitals jeden Augenblick sehen kann, ob der Stand des Zeigers der festgesetzten Stromstärke entspricht oder nicht. Die Bewegung der Dampfmaschine muss nun in dem Grade gesteigert oder ermässigt werden, als es der Stand des Zeigers erfordert.

Van Hecke ventilirte somit ähnlich wie Duvoir durch einen Zugkamin, nur dass letzterer die Luft im Zugkamine durch blosser Erwärmung, ersterer aber durch eine beliebig zu steigernde mechanische Kraft in Bewegung setzte. Da aus den Untersuchungen von Grassi über die Ventilation in Lariboisière aber hervorging, dass der Zugkamin die Luft nicht nothwendig durch die dafür gemachten Wege nach den Sälen saugt, sondern dass durch alle vorhandenen zufälligen Oeffnungen sehr bedeutende Luftmassen zugleich

einfließen, so brachte van Hecke den gleichen Ventilator, wie auf dem Speicher, unten im Keller in der zinkenen Hauptzuführungsröhre, vor der Einmündung in den Calorifère an, um Luft eintreiben zu können. Man konnte nun abwechselnd den Einfluss des Zuges und des Stosses beobachten. Wie zu erwarten stand, hat sich der Stoss viel wirksamer erwiesen. Wenn man die Luft eines Saales mit stark riechenden Substanzen verunreinigte, so verschwand der Geruch aus dem Saale bei Verwendung gleicher mechanischer Kraft beim Eintreiben in $\frac{3}{4}$ Stunden, beim Ansaugen durch den Kamin in $\frac{5}{4}$ Stunden.

Der Wasserdampf, welcher zur Bewegung der kleinen Dampfmaschine in Beaujon gedient hat, wird zum geringsten Theil für Kataplasmen und warmes Wasser nutzbar gemacht, der meiste entweicht ins Freie. Trotzdem berechnen sich die Kosten des Brennmaterials für Beheizung und Ventilation des Pavillons Nro. 4 nur auf 31 Franken per Jahr und Kranken. Für den Pavillon Nro. 3, welcher nicht ventilirt, sondern nur geheizt wird, ergibt sich für Brennmaterial ein entsprechender Aufwand von 27 Franken. Im Hotel Dieu, das bekanntlich weit davon entfernt ist, eine Ventilation zu haben, macht der jährliche Aufwand an Heizung für einen Kranken 26 Franken. Man kann desshalb behaupten, ohne sich im mindesten eines Irrthums schuldig zu machen, dass durch den Apparat des Dr. van Hecke die den Anforderungen der Hygieine entsprechende Ventilation jedes grösseren Spitals ohne erhebliche Mehrkosten vollzogen werden könne.

In neuester Zeit hat man die van Hecke'sche Ventilation auch auf Schiffe angewendet. Grassi hatte ihre Leistungen auch in diesem Falle auf Befehl des französischen Marineministeriums zu prüfen Gelegenheit. Im Hafen zu Toulon wurden mehrere vergleichende Versuche mit andern üblichen Ventilationsvorrichtungen vorgenommen. Namentlich wurde

der van Hecke'sche Ventilator mit dem von Sochet verglichen, welcher wegen seiner Leistungen grosses Ansehen genoss. Beide wurden mit gleichen Kräften während gleicher Zeiten bewegt. Wenn der Ventilator von Sochet von drei Mann getrieben 5430 Cubikmeter Luft in den untersten Schiffsraum der Gironde, eines Schiffes von 1200 Tonnen Tragkraft mit einer Dampfmaschine von 160 Pferdekräften, brachte, so lieferte dieselbe Kraft mit dem van Hecke'schen Ventilator 18360 Cubikmeter Luft, so dass sich die Leistungen verhalten, wie 1 : 3,38. Auf einem kleineren Schiffe, Adour, für 900 Tonnen mit einer Maschine von 120 Pferdekräften, sollten 500 Galeerensträflinge nach Cayenne transportirt werden; der untere Schiffsraum und das Zwischendeck, wo die Gefangenen während der langen Reise verweilen sollten, hatte nur so viel Raum, dass für 1 Individuum 1,7 Cubikmeter blieb. Man hatte einen Centrifugal-Ventilator aufgestellt, der beliebig durch Dampf- oder Menschenkraft bewegt werden konnte, und der von 6 Mann getrieben in maximo per Stunde 3000 Cubikmeter Luft eintrieb. Ein van Hecke'scher Ventilator, von einem einzigen Manne getrieben, lieferte über 6000, und mit einem Windschlauche versehen bei mässigem Winde mehr als 9000 Cubikmeter (Grassi, *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*. 2^{me} série, 1857, Tome VIII). Als der Adour wirklich die Reise machte, wurde der Centrifugal-Ventilator mittels Dampfkraft nur 10 bis 12 Tage Anfangs gebraucht, wobei 3 bis 4 Pferdekräfte nothwendig waren. Die ganze übrige Zeit der langen Reise bediente man sich nur des van Hecke'schen Ventilators, von einem einzigen Manne getrieben. Während der Reise genossen die 500 Sträflinge eine vollkommene Gesundheit, und hatte Herr Arnoux, Oberarzt, nicht einen einzigen Krankenzettel zu schreiben. Auf der Rückreise nach Frankreich nahm Mr. Arnoux 196 Kranke und Reconvalescenten aus verschiedenen Spitalern der Kolonien an

Bord; er kam an, ohne einen einzigen Mann verloren zu haben.

Was an dem van Hecke'schen Ventilator als das Auffallendste und Interessanteste betrachtet werden muss, ist seine grosse Leistungsfähigkeit bei verhältnissmässig sehr geringem Kraftverbrauch. Wenn ich als Laie in der Mechanik die rechte Anschauung von der Sache gewonnen habe, so beruhen diese Vortheile auf zwei Umständen:

1) Der Ventilator hat eine Form, welche möglichst wenig Reibung und Widerstand darbietet; er begnügt sich, der Luft einen unausgesetzten Anstoss zur Bewegung zu geben, ohne sie gerade auf weite Fernen schleudern oder zusammenpressen zu wollen; seine ganze Arbeit in Beaujon ist die fortwährende Verschiebung einer equilibrirten endlosen Luftsäule von circa $\frac{3}{4}$ Quadratmeter Grundfläche.

2) Der van Hecke'sche Ventilator wird nur dann wirksam seyn, wenn der Fortbewegung der Luft so viel wie kein Hinderniss entgegen steht, wenn keine Pression hervor gebracht werden soll; er erfordert desshalb verhältnissmässig weite Leitungsröhren. Ich zweifle, ob man mit einem solchen Ventilator ein Schmiedefeuer unterhalten könnte. Während in der Hauptlufröhre des Apparates Thomas-Laurens in Lariboisière eine Pression von 32 Millimetern Wassersäule über dem Druck der freien Luft beobachtet wurde, zeigte sich in der Hauptröhre in Beaujon kaum ein Druck von $\frac{1}{2}$ Millimeter, obschon in der Stunde mehr als 3500 Cubikmeter durch dieselbe strömten.

So viel dürfte als feststehend angenommen werden, dass die Ventilation des Herrn Dr. van Hecke sehr empfehlenswerth ist. Ich habe desshalb auch keinen Anstand genommen, dem Magistrate der Stadt Augsburg, welcher eben im Baue eines grossen Krankenhauses begriffen ist und mich bezüglich der Ventilation um Rath fragte, diese Methode als die vorzüglichste zu bezeichnen. Wie ich aus sicherer

Quelle weiss, sind auch bereits die Verhandlungen mit dem Erfinder über Einführung seiner Ventilation in dem neuen Spital der Stadt Augsburg ihrem Abschlusse nahe. Wir werden dann in nicht mehr langer Zeit einen van Hecke'schen Ventilationsapparat in unserer unmittelbaren Nähe haben, der uns Gelegenheit geben wird, weitere Beobachtungen anzustellen.

München, October 1857.

Dr. Max Pettenkofer.