

Das auf dem angeführten Gedanken beruhende, 1829 von *August* erfundene, Pfychrometer genannte Geräth muß in Folge dessen für die Zwecke der Heizung und Lüftung ebenfalls als unbrauchbar bezeichnet werden.

Die Verdunstung einer Wasserfläche wächst im geraden Verhältnisse des Unterschiedes zwischen der Dampfspannung, welche der Wassertemperatur zugehört, und derjenigen, welche in der Luft herrscht. Letztere steht in unmittelbarer Beziehung zu dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Man kann somit aus der in einer gewissen Zeit verdunsteten Wassermenge auf den Feuchtigkeitsgehalt der Luft schließen.

Bei den Versuchen, welche im Auftrage des Magistrats der Stadt Berlin in den dortigen Schulen vorgenommen wurden, bediente man sich eines auf den oben ausgesprochenen Gedanken begründeten Apparates, welcher in der unten angegebenen Quelle ²⁸⁾ beschrieben ist. •

Endlich sind die hygroskopischen Eigenschaften organischer Körper, bezw. die räumlichen Veränderungen derselben in Folge Entziehung von Wasser durch Trockene und Zuführung desselben durch feuchtere Luft zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit benutzt. Das hiernach eingerichtete holländische oder Puppen-Hygrometer (Mann mit dem Regenschirm und Frau mit dem Sonnenschirm) ist sehr alt; es wurde schon 1685 von *William Molyneux* beschrieben. *Saussure* benutzte die Längenänderung eines entfetteten Menschenhaares und beschrieb das nach ihm benannte Hygrometer 1783. Andere benutzten die hygroskopischen Eigenschaften von Holz- und Strohfäden etc. Das Verhalten der in Rede stehenden organischen Körper gegenüber dem Feuchtigkeitszustande der Luft ist keineswegs ein gleich bleibendes.

Durch Staub und andere Einflüsse wird sowohl die Fähigkeit, Wasser auszutauschen, als auch diejenige, entsprechend der aufgenommenen Wassermenge eine bestimmte Größe oder Gestalt anzunehmen, erheblich beeinträchtigt, so daß auch diese Hygrometer oder besser gesagt Hygroskope keine zuverlässige Auskunft über den Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu geben vermögen.

Am empfehlenswertheften dürfte das von *Kopp* verbesserte *Saussure'sche* Hygroskop ²⁹⁾ sein, und zwar deshalb, weil dasselbe auch von einem Laien eingestellt und angenähert geprüft werden kann.

Für genaue Beobachtungen des Feuchtigkeitsgehaltes ist nur das Eingangs erwähnte, allerdings ziemlich umständliche Verfahren brauchbar, nach welchem die zu untersuchende Luft gewogen, dann vollständig vom Wasser befreit und hiernach wieder gewogen wird.

Das Messen der staubförmigen Beimengungen findet zwar zur Zeit selten statt, verdient aber dieselbe Beachtung, wie das Bestimmen gasförmiger Verunreinigungen. Es gelingt ohne Schwierigkeit, indem man eine bestimmte Menge der zu untersuchenden Luft durch Wasser drückt, hierauf den genetzten Staub durch Filtriren vom Wasser abscheidet und trocknet. Die Fehlerquellen, welche dieses Verfahren begleiten, haben eine nur geringe Bedeutung, indem die Verunreinigung der Luft durch Staub oft innerhalb sehr kleiner Zeiträume sich steigert, bezw. mildert, sonach ein genaues Messen der Staubmengen keinen besonderen Werth hat.

83.
Messen
staubförmiger
Beimengungen.

Literatur

über »Luftverunreinigung« und »Messen der Luftbeimischungen«.

- BREITING, C. Die Luft in Schulzimmern. Deutsche Vierteljahrschr. f. öff. Gesundheitspflege 1870, S. 17.
Die Luft in den menschlichen Wohnungen. Landwirth 1870, Nr. 41.
VOGT, A. Untersuchung der Luft in Krankenhäusern. Schweiz. Corr.-Bl. 1872, Nr. 5.
TREICHLER. Ueber Luftverderbnis in Schulzimmern und deren Verhütung. Schweiz. Corr.-Bl. 1873, S. 70.
JANES, C. H. Ueber die Beschaffenheit der Luft in Schulen und Arbeitsräumen. *Sanitarian*. Vol. 1, S. 35.
OIDTMANN, H. Untersuchungen der Luft in geschlossenen Räumen. Corr.-Bl. d. niederrh. Ver. f. öffentl. Gesundheitspf. 1873, S. 211.

²⁸⁾ Bericht über die Untersuchung der Heizungs- und Ventilations-Anlagen der städtischen Schulgebäude Berlins. Berlin 1879. S. 52.

²⁹⁾ Dasselbe wird später mit dem *Rietchel'schen* Luftanfeuchter beschrieben werden.

- Refultate der am 26. Mai 1874 im Marinelazareth zu Kiel ausgeführten Unterfuchungen auf den Kohlenfäuregehalt der Luft. Deutsche milit.-ärztl. Zeitschr. 1874, S. 460.
- PINZGER. Ueber Ventilation bewohnter Räume und den Einfluß der Beleuchtung auf die Verschlechterung der Luft. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1875, S. 302.
- ZELITZKI, L. Refultate der Unterfuchung der Luft in verschiedenen Claffen der Nordhäuser Schulen. Thüring. ärztl. Corr.-Bl. 1875, S. 4.
- LUNGE, G. Zur Frage der Ventilation mit Befchreibung des minimetrischen Apparates zur Bestimmung der Luftverunreinigung. Zürich 1876.
- HUDELO. Ueber die Veränderungen der Zimmerluft durch Leuchtgasheizung. *Annales d'hyg.* 1876, S. 528.
- ERISMANN, F. Unterfuchungen über die Verunreinigung der Luft durch künstliche Beleuchtung und über die Vertheilung der Kohlenfäure in gefchlossenen Räumen. Zeitschr. f. Biologie 1876, S. 315.
- HESSE. Zur Bestimmung der Kohlenfäure in der Luft. Zeitschr. f. Biologie 1877, S. 395; 1878, S. 29.
- VOGLER. Ueber Luftverderbnifs und deren Ermittlung. Schaffhaufen 1878.
- Bericht über die Heizungs- und Ventilations-Anlagen in den städtischen Schulgebäuden in Bezug auf ihre sanitären Einflüsse, erstattet im Auftrage des Magiftrats zu Berlin. Berlin 1879.
- SCHOTTKY, A. Luftunterfuchungen in Schulzimmern. Zeitschr. f. Biologie 1879, S. 505.
- WALLIS, C. Ueber die verschiedenen Methoden der Kohlenfäurebestimmung in der Luft für hygienische Zwecke. Hygiea 1879, S. 585.
- HESSE, W. Anleitung zur Bestimmung der Kohlenfäure in der Luft, nebst einer Befchreibung des hierzu nöthigen Apparates. Vierteljahrschr. f. ger. Medicin 1879, S. 357.
- REMSEN. Vorläufiger Bericht über die Unterfuchungen betr. der besten Methode, um die Menge der organischen Stoffe in der Luft zu bestimmen. *Nat. board of health bull.* Vol. 1, S. 233.
- Unterfuchungen der Heiz- und Ventilationsanlagen in den städtischen Schulgebäuden zu Darmstadt. Darmstadt 1880.
- WERNICH, A. Ueber verdorbene Luft in Krankenhäusern. *Gefundh.-Ing.* 1881, S. 77.

c) Unschädlichmachen der Luftverunreinigungen.

84.
Mittel.

Den üblen Wirkungen der erwähnten Gase und Dämpfe, so wie des Staubes tritt man auf verschiedenen Wegen entgegen: man verbreitet entgiftende Gase und Dämpfe; man reinigt die zu athmende Luft mittels Durchfeihens, indem man Mund und Nafenöffnung mit genetzten Tüchern oder Aehnlichem bedeckt; man beseitigt die schädlichen Gase und Dämpfe, bevor dieselben der zu athmenden Luft sich beifischen; man verdünnt dieselben in dem Masse mit reiner Luft, dafs sie nicht mehr schädlich einwirken können.

Die erstgenannten Verfahren bedingen keine baulichen Einrichtungen, können daher an diesem Orte vernachlässigt werden; die anderen erfordern dagegen eingehende Beachtung.

1) Abführung der schädlichen Gase, der Dämpfe und des Staubes, bevor dieselben der zu athmenden Luft sich beifischen.

85.
Anwendbarkeit
dieses
Verfahrens.

Von diesem Verfahren, welches an sich als das zweckmäfsigste und wirksamste bezeichnet werden muß, wird vielfach Gebrauch gemacht. Eine grofse Zahl gewerblicher Anlagen würde auf andere Art die zu athmende Luft nicht genügend rein erhalten können. So weit als möglich läßt man die in Rede stehenden Gase etc. in dicht verschlossenen Gefäfsen oder Räumen, die mit einem geeigneten Abzugsrohr versehen sind, sich entwickeln, während besondere Einrichtungen die Beobachtung des betreffenden Vorganges gestatten, ohne dafs ein Mensch in den fraglichen Raum einzutreten hat. Ist ein solches Verfahren nicht zulässig, so werden Gase, Dämpfe und Staub abgesaugt, indem unter einem Rauch-, Qualm- oder Dampf- fang oder einem ähnlichen Gebilde, oft in Umhüllungen, welche nur kleine Arbeits-

und Beobachtungsöffnungen haben, die Luft in dem Maße verdünnt wird, daß von allen Seiten die Luft desjenigen Raumes hinzufließt, in welchem sich die zur Bedienung der betreffenden Einrichtung erforderlichen Menschen befinden.

In Wohn- und ähnlichen Räumen kann von dem in der Ueberschrift genannten Verfahren nur in wenigen Fällen Gebrauch gemacht werden, indem die dem menschlichen Lebensvorgänge entspringenden Gase und Dämpfe frei in den Raum ausfließen müssen, wenn man die Beweglichkeit der Menschen nicht auf das Empfindlichste beeinträchtigen will. Selbst bei Kranken dürfte die Anbringung von Abfugeschirmen — die vorgeschlagen sind — in solchem Maße beengend und beunruhigend wirken, daß diese die Genesung mehr hemmen als fördern würden.

Die Verunreinigungen, welche durch die Beleuchtungsflammen entstehen, lassen sich indeffen in den meisten Fällen vermeiden, indem die betreffenden Gase sofort nach ihrer Entstehung in geeigneten Rohren abgeleitet werden. Da diese Gase eine hohe Temperatur besitzen, so bedarf es nur einer zweckmäßigen Anlage der genannten Rohre, um einen solchen Minderdruck in denselben zu erzeugen, daß durch etwa nothwendige Oeffnungen innerhalb der von Menschen benutzten Räume Luft eingefaugt, also das Austreten der schädlichen Gase nicht allein verhindert, sondern auch eine theilweise Abführung der Zimmerluft erreicht wird. In Kap. 1: Gasbeleuchtung (Art. 28, S. 20) sind bereits einschlägige Angaben gemacht und hierher gehörige Constructionen beschrieben worden; in Betreff der Berechnung der erforderlichen Maße, so wie in Betreff der besonderen Einrichtungen an Sonnenbrennern etc. verweise ich auf das weiter unten (Kap. 6) Folgende.

2) Unschädlichmachen der Luftverunreinigungen durch Verdünnen derselben.

a) Erforderliche Verdünnung. Wenn bisher von reiner Luft die Rede war, so wurde dabei stillschweigend der Vorbehalt gemacht, daß Luft von solcher Reinheit in Frage komme, wie dieselbe zu haben ist. Die Luft des Freien ist keineswegs lediglich aus den wesentlichen Bestandtheilen — etwa 76 Theilen Stickstoff, 24 Theile Sauerstoff und Wasserdunst — zusammengesetzt, sondern enthält zahlreiche andere Gase beigemischt, welche mehr oder weniger als Verunreinigungen der Luft aufgefaßt werden müssen. Sie rühren her von den Vorgängen, welche Gas entwickeln; sie entströmen den Wohnungen, den Stallungen, den thierischen Körpern; sie entstehen in Folge der Gährung und Fäulnis und bei den verschiedensten gewerblichen Arbeiten. Die Atmosphäre hat die wichtige Aufgabe zu erfüllen, die Gase von der Entstehungsstelle aus dahin zu führen, wo dieselben gleichsam verbraucht werden; sie ist daher mit den verschiedensten Gasen beladen. Vermöge der Ergießung der Gase in einander werden die an irgend einem Orte in reichlicher Menge entwickelten rasch in einem großen Raum vertheilt, demgemäß verdünnt, so fern nicht abschließende Wände im Wege sind. Die Ergießung der Gase in einander ermöglicht vorwiegend den thatsächlichen Zustand, nach welchem die Bestandtheile der atmosphärischen Luft in verschiedenen Erdtheilen fast genau dieselben sind; nur in unmittelbarer Nähe des Entstehungsortes der verunreinigenden Gase ist eine größere Menge derselben zu finden.

Die Vertheilung, bezw. Ausbreitung des Staubes innerhalb der Luft findet nur statt vermöge der Wirbelbewegungen derselben. Der Staub ist daher mehr örtlicher Natur, als die oben genannten Gase. Staubtheile pflanzlichen Ursprungs werden je-

doch vermöge ihrer Kleinheit und ihres geringen specifischen Gewichtes oft außerordentlich weit getragen, so dafs man geringe Mengen derselben auch an den staubfreiesten Orten antrifft.

Was nun die Mengen der der freien Luft beigemischten Verunreinigungen betrifft, so ist zunächst die Beimischung des Staubes, aus angegebenen Gründen, allgemein nicht zu nennen. Bei Besprechung der Construction der Luftcanäle werden die Mittel zur Beseitigung des in der frischen Luft enthaltenen Staubes beschrieben werden.

87.
Kohlenfäure-
gehalt.

Die Beimischung der Kohlenfäure schwankt zwischen 0,4 bis 0,8 in 1000 Gewichtstheilen der atmosphärischen Luft. Die Kohlenfäure tritt — abgesehen von dem Entwicklungsorte — namentlich nach heftigem Regen auf, indem dieser den höher gelegenen Luftschichten einen Theil ihrer Kohlenfäure entzieht, und denselben, bei dem Aufprallen auf das Strafsenpflaster u. dergl., fahren läßt. Da die Luft nach einem Regen sehr gern geathmet wird, so beeinträchtigt die Kohlenfäure allein die Güte der Luft nicht, wenigstens nicht, so weit ihre Menge innerhalb mäfsiger Grenzen sich bewegt. Man sollte deshalb nicht, wie in der Regel geschieht, fordern, dafs der Kohlenfäuregehalt der von Menschen zu athmenden Zimmerluft höchstens 1 bis 1,6 Gewichtstheile in 1000 Theilen enthalten dürfe, sondern zweckmäfsiger: der Kohlenfäuregehalt der Luft soll durch den Stoffwechsel der Menschen, event. auch die Beleuchtungseinrichtungen höchstens um 0,6 bis 1 Gewichtstheil in 1000 Theilen Luft vermehrt werden.

88.
Wasser-
gehalt.

Der Wassergehalt der freien Luft schwankt zwischen vollständiger Sättigung und einem Bruchtheil derselben innerhalb weiter Grenzen. Der Grad der Sättigung wird in Hunderteln derselben ausgedrückt, so dafs z. B. die Angabe, eine Luft enthalte 54 Procent Feuchtigkeit, bedeutet: es fehlen $\frac{46}{100}$ derjenigen Wassermenge, welche die Luft unter vorliegenden Umständen überhaupt aufzunehmen vermag.

In 1 cbm Luft vermag sich nun 1 cbm Wasserdampf, dessen Temperatur gleich derjenigen der Luft ist, zu ergiefsen; die Spannung des entstehenden, 1 cbm Raum ausfüllenden Gemisches ist alsdann gleich der Summe der Spannungen der Luft und des Dampfes. Sobald, wie hier immer der Fall ist, vermöge der Poren in den Einschließungsflächen das Gemisch mit der freien Luft in ungehinderter Verbindung steht, so kann dasselbe keine höhere Spannung annehmen, als diese, d. h. das Gemisch dehnt sich gleichzeitig mit feiner Bildung aus.

Heifst die Atmosphärenspannung S_1 , diejenige des Dampfes S_2 und wird mit Q_1 , Q_2 , Q das Gewicht der Raumeinheit trockener atmosphärischer Luft, bezw. Dampf, bezw. mit Dampf gesättigter atmosphärischer Luft bezeichnet, so hat die Gleichung 42. Gültigkeit, da bei Ausdehnung von Gasen sich die Gewichte der Raumeinheit gerade so verhalten, wie die Spannungen:

$$\frac{Q}{Q_1 + Q_2} = \frac{S_1}{S_1 + S_2} \dots \dots \dots 42.$$

oder:

$$Q = S_1 \frac{Q_1 + Q_2}{S_1 + S_2} \dots \dots \dots 43.$$

In dem Gewicht Q ist Luft und Dampf in demselben Verhältnifs vorhanden, wie dies ohne die Ausdehnung der Fall gewesen sein würde, d. h. es befinden sich in jedem Cubik-Meter des Gemisches Q_l kg Luft und Q_d kg Dampf, wenn

$$Q_l = Q \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} = Q_1 S_1 \frac{Q_1 + Q_2}{S_1 + S_2} \frac{1}{Q_1 + Q_2} = Q_1 \frac{S_1}{S_1 + S_2} \dots \dots 44.$$

$$Q_d = Q \frac{Q_2}{Q_1 + Q_2} = Q_2 \frac{S_1}{S_1 + S_2} \dots \dots \dots 45.$$

Auf Grund der Gleichungen 43., 44. und 45. find das Gewicht der Raumeinheit gefättigter Luft und die in derselben enthaltene Luft- und Wassermenge zu berechnen, sobald S_1 und S_2 , so wie Q_1 und Q_2 bekannt sind.

Die Spannung der Atmosphäre wird gewöhnlich zu $S_1 = 760$ mm Queckfilberfäule angenommen. Die Spannung S_2 des Wasserdampfes, so wie das Gewicht Q_2 desselben ist für die hier in Frage kommenden Temperaturen in der folgenden Tabelle enthalten. Das Gewicht der trockenen atmosphärischen Luft berechnet sich, da dieselbe bei 0 Grad und 760mm Barometerstand 1,293187 kg wiegt und dieselbe sich für jeden Grad der Temperaturerhöhung um $\alpha = 0,003665$ des Raumes ausdehnt, zu

$$Q_1 = \frac{1,293187}{1 + 0,003665 t} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}, \dots \dots \dots 46.$$

wenn t die Temperatur derselben bezeichnet. Die bereits angezogene Tabelle enthält das Gewicht Q_d des in 1 cbm gefättigter Luft enthaltenen Wasserdampfes in abgerundeten Zahlen.

Temperatur t	1 cbm trockene Luft wiegt bei 760 mm Spannung $= \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}$	Spannung des Wasser- dampfes	1 cbm Wasser- dampf wiegt	1 cbm mit Wasserdampf gefättigter Luft		
				enthält		wiegt
				Luft	Wasserdampf	
-20	1,399	0,93	1,06	1397,3	1,059	1398,359
-15	1,372	1,40	1,39	1369,5	1,387	1370,9
-10	1,346	2,09	2,30	1345,5	2,29	1347,3
-5	1,321	3,11	3,36	1315,6	3,35	1318,9
0	1,297	4,60	4,89	1289	4,36	1294
3	1,284	5,69	5,98	1274	5,93	1280
5	1,274	6,53	6,31	1263	6,75	1270
7	1,265	7,49	7,77	1253	7,69	1260
9	1,256	8,57	8,82	1242	8,72	1251
10	1,252	9,16	9,38	1237	9,27	1246
11	1,247	9,79	9,99	1231	9,86	1241
12	1,243	10,46	10,62	1226	10,48	1236
13	1,238	11,16	11,31	1220	11,14	1231
14	1,234	11,91	12,03	1215	11,84	1227
15	1,229	12,70	12,80	1209	12,59	1221
16	1,225	13,15	13,58	1204	13,34	1217
17	1,221	14,42	14,42	1198	14,15	1212
18	1,217	15,36	15,13	1193	14,83	1208
19	1,212	16,35	16,25	1186	15,91	1202
20	1,208	17,39	17,22	1181	16,33	1198
21	1,204	18,49	18,25	1175	17,31	1193
22	1,200	19,66	19,36	1170	18,57	1189
23	1,196	20,89	20,49	1164	19,94	1184
24	1,192	22,18	21,58	1158	20,96	1179
25	1,188	23,55	22,94	1152	22,25	1174

Grad C. Kilogr. Millim. Gramm.

Temperatur t	1 cbm trockene Luft wiegt bei 760 mm Spannung $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}$	Spannung des Wasser- dampfes	1 cbm Wasser- dampf wiegt	1 cbm mit Wasserdampf gefättigter Luft		
				enthält		wiegt
				Luft	Wasserdampf	
26	1,184	24,99	24,25	1146	23,47	1170
27	1,180	26,50	25,67	1140	24,80	1165
28	1,176	28,10	27,08	1134	26,11	1160
29	1,172	29,78	28,61	1128	27,53	1155
30	1,168	31,55	30,21	1121	29,01	1150
32	1,161	35,36	33,64	1109	32,14	1141
34	1,153	39,56	37,40	1096	35,55	1131
36	1,146	44,20	41,53	1083	39,25	1122
38	1,138	49,30	46,00	1069	43,20	1112
40	1,131	54,91	50,92	1055	47,49	1102
45	1,114	71,39	65,21	1018	59,61	1078
50	1,096	91,98	82,66	978	73,73	1052
60	1,063	148,79	129,71	889	108,75	998
Grad C.	Kilogr.	Millim.		Gramm.		

89.
Zweckmäsigster
Feuchtigkeits-
gehalt.

Was die Frage über den zweckmäsigsten Feuchtigkeitsgehalt betrifft, so ist dieselbe keineswegs als genügend geklärt anzusehen.

Thatfache ist, das in wenig Feuchtigkeit enthaltender Luft die Wasserverdunstung des menschlichen Körpers eine entschiedenere, in feuchterer Luft dagegen eine geringere ist. Ob eine raschere oder langsamere Verdunstung des dem Körper in Form von Speisen und Getränken zugeführten Wassers vortheilhafter ist, ist bis heute noch nicht nachgewiesen³⁰⁾. Wir wissen dagegen, das eine reichlich mit Wasserdampf gefättigte Luft (Gewitterluft, diejenige schlecht gelüfteter, stark besetzter Versammlungssäle, Theater etc.) für uns unbehaglich ist. Das ist aber die Gesamtheit dessen, was wir in Bezug auf den Feuchtigkeitsgehalt der Luft wirklich wissen. Vielleicht ist die Mangelhaftigkeit unserer Feuchtigkeitsmesser die Ursache für diese Unsicherheit³¹⁾. Aus der Vielseitigkeit der Ansichten vermag man nur zu entnehmen, das der Feuchtigkeitsgehalt nicht unter 25 Procent und nicht über 75 Procent betragen soll.

90.
Ermittelung
d. erforderl.
Luftwechsels.

β) Gröfse des Luftwechsels. Wenn festgestellt ist, welcher Kohlenäuregehalt zugelassen werden soll und welche Kohlenäuremengen in dem betr. Raume entwickelt werden, so kann man auf folgendem Wege rechnungsmäsig den erforderlichen Luftwechsel bestimmen.

Es sei:

³⁰⁾ *Lafus* erwähnt in seinem lefenswerthen Schriftchen: »Warmflutheizung mit continuirlicher Feuerung«, das in dem namentlich für Lungenkranke heilsamen Luftkurort Davos der Feuchtigkeitsgehalt der Luft häufig nur 25 Procent betrage, und das in seinem Haufe, dessen Luft während des Winters felten mehr als 35 Procent Feuchtigkeit enthielt, sich eine kranke Dame wohler fühlt, »als in der früher geathmeten feuchteren Luft.«

Im Gebäude der technischen Hochschule zu Hannover, welche sehr stark gelüftet wird, so das — nach Angaben des *Kopp'schen* Hygrometers — der Feuchtigkeitsgehalt der Luft häufig nur gegen 24 Procent betrug, hat sich, trotz wiederholter Anregung meinerseits, Niemand über zu trockene Luft beklagt.

³¹⁾ In meinem Arbeitszimmer befinden sich 4 Stück sorgfältig gepflegter Hygrometer, nämlich je eines von *Kopp* und von *Rietchel* (nach *Saussure*), von *Klinkerfues* und von *Wolpert*. Das eine derselben will mir beweisen, das der Feuchtigkeitsgehalt meiner Zimmerluft 59,6 Procent, das andere behauptet dagegen, das derselbe nur 40,4 Procent betrage; die beiden anderen geben Mittelwerthe, die jedoch nicht unter einander gleich find.

L die Luftmenge (in Cub.-Met.), welche stündlich aus dem Freien zugeführt werden muß,
 \mathcal{F} der Inhalt des in Frage stehenden Raumes (in Cub.-Met.),
 Z die Zeit (in Stunden) und zwar Z_1 die Zeit des Anfangs, Z_2 diejenige des Endes des in Frage kommenden Vorganges,
 σ der Kohlenfäuregehalt der Luft, und zwar σ_1 und σ_2 derjenige zu Anfang, bezw. am Ende des Vorganges im Raume vorhandene, σ_0 derjenige der freien Luft,
 C die Kohlenfäuremenge (in Cub.-Met.), welche stündlich im Raume entwickelt wird.

Es ist alsdann die Aenderung des Kohlenfäuregehaltes in der Zeit dZ gleich $d\sigma$, und die Zu- oder Abnahme der Kohlenfäuremenge gleich $\mathcal{F} d\sigma$. Sie wird hervorgebracht durch die Entwicklung, bezw. Zuführung von $L\sigma_0 \cdot dZ + C \cdot dZ$ Cubik-Meter und die Abführung von $L \cdot dZ + C \cdot dZ$ Cubik-Meter Luft, welche enthält $\sigma(L+C) dZ$ Cubik-Meter Kohlenfäure.

Sonach ist:

$$\begin{aligned} \mathcal{F} d\sigma &= L\sigma_0 \cdot dZ + C \cdot dZ - \sigma(L+C) dZ \\ \mathcal{F} d\sigma &= -[\sigma(L+C) - L\sigma_0 - C] dZ \quad \dots \quad 47. \end{aligned}$$

und

$$\int_{\sigma_2}^{\sigma_1} \frac{d\sigma}{\sigma(L+C) - L\sigma_0 - C} = - \int_{Z_2}^{Z_1} \frac{dZ}{\mathcal{F}} \quad \dots \quad 48.$$

$$Z_2 - Z_1 = \frac{1}{L+C} \left[\log. \text{nat.} \left\{ \sigma_1(L+C) - L\sigma_0 - C \right\} - \log. \text{nat.} \left\{ \sigma_2(L+C) - L\sigma_0 - C \right\} \right] \mathcal{F}$$

$$Z_2 - Z_1 = \mathcal{F} \frac{1}{L+C} \log. \text{nat.} \frac{\sigma_1(L+C) - L\sigma_0 - C}{\sigma_2(L+C) - L\sigma_0 - C} \quad (\text{Formel von Seidel}) \quad \dots \quad 49.$$

Dieselbe läßt sich ohne Weiteres zur Bestimmung von $Z_2 - Z_1$, bezw. L benutzen, wenn $C = 0$ ist, wenn also keine Kohlenfäure entwickelt, mit anderen Worten der betreffende Raum nicht benutzt, aber doch gelüftet wird. Es ist sodann

$$Z_2 - Z_1 = \mathcal{F} \frac{1}{L} \log. \text{nat.} \frac{\sigma_1 - \sigma_0}{\sigma_2 - \sigma_0}, \quad \dots \quad 50.$$

d. h. man findet die Anzahl Stunden, innerhalb welcher bei Anwendung einer Lüftungsmenge L der Kohlenfäuregehalt von σ_1 zu σ_2 verändert wird. Eben so erhält man die Luftmenge L , welche in einer bestimmten Zeit $Z_2 - Z_1$ die entsprechende Wirkung hervorbringt, zu

$$L = \frac{\mathcal{F}}{Z_2 - Z_1} \log. \text{nat.} \frac{\sigma_1 - \sigma_0}{\sigma_2 - \sigma_0} \quad \dots \quad 51.$$

Die obige allgemeine Formel läßt sich vereinfachen und damit bequemer lösbar machen, wenn man berücksichtigt, daß C als Summand gegenüber L verschwindet und daß der Logarithmus immer eine kleine Größe haben wird, in

$$Z_2 - Z_1 = \mathcal{F} \frac{1}{L} 2 \frac{\sigma_1 L - \sigma_0 L - C - \sigma_2 L + \sigma_0 L + C}{\sigma_1 L - \sigma_0 L - C + \sigma_2 L - \sigma_0 L - C}$$

$$Z_2 - Z_1 = 2 \frac{\mathcal{F}}{L} \frac{L(\sigma_1 - \sigma_2)}{(\sigma_1 + \sigma_2 - 2\sigma_0)L - 2C}$$

$$Z_2 - Z_1 = \mathcal{F} \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} - \sigma_0\right)L - C}$$

$$\text{und } \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} - \sigma_0 \right) L - C = \frac{\mathcal{F}}{Z_2 - Z_1} (\sigma_1 - \sigma_2), \text{ fönach}$$

$$L = \frac{\frac{\mathcal{F}}{Z_2 - Z_1} (\sigma_1 - \sigma_2) + C}{\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} - \sigma_0} \text{ (Formel von Kohlräufch) . . . 52.}$$

Für den befonderen, aber meistens vorliegenden Fall, daß der Kohlenfäuregehalt der Luft im gelüfteten Raume unverändert bleiben, fönach $\sigma_1 = \sigma_2 =$ kurzweg σ fein foll, vereinfacht fich die Formel in

$$L = \frac{\frac{\mathcal{F}}{Z_2 - Z_1} \sigma + C}{\sigma - \sigma_0} \text{ oder}$$

$$L = \frac{C}{\sigma - \sigma_0} \text{ 53.}$$

Denfelben Ausdruck gewinnt man auf geradem Wege, indem man bedenkt, daß im Beharrungszustande der Kohlenfäuregehalt σ gleich fein muß der zugeführten Kohlenfäuremenge getheilt durch die zugeführte Luftmenge oder:

$$\sigma = \frac{L \sigma_0 + C}{L} \text{ oder, wie oben, } L = \frac{C}{\sigma - \sigma_0}.$$

Die Gröfse \mathcal{F} , alfo der Cubikinhalte des zu lüftenden Raumes ift hienach ohne Einfluß auf die erforderliche Luftmenge, fobald der Beharrungszustand eingetreten ift. Bezeichnet man mit \mathcal{Q} die ftündlich erforderliche Luftmenge (in Kilogr.), mit A die ftündlich im Raum frei werdende Kohlenfäuremenge (in Kilogr.) und mit η , bezw. η_0, η_1, η_2 den Kohlenfäuregehalt der Luft (dem Gewicht nach), endlich $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}$ das Gewicht von 1 cbm Luft des Raumes \mathcal{F} bei der Temperatur t derfelben (in Kilogr.), fo werden die Formeln 50., 51., 52. und 53. zu den anderen:

$$Z_2 - Z_1 = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{Q}} \log. \text{ nat. } \frac{\eta_1 - \eta_0}{\eta_2 - \eta_0}, \text{ 50a.}$$

$$\mathcal{Q} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{\mathcal{F}}{Z_2 - Z_1} \log. \text{ nat. } \frac{\eta_1 - \eta_0}{\eta_2 - \eta_0}, \text{ 51a.}$$

$$\mathcal{Q} = \frac{\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{\mathcal{F}}{Z_2 - Z_1} (\eta_1 - \eta_2) + A}{\frac{\eta_1 - \eta_2}{2} - \eta_0}, \text{ 52a.}$$

$$\mathcal{Q} = \frac{A}{\eta - \eta_0} \text{ 53a.}$$

Man hat geglaubt, auf Grund diefer Formeln den thatfächlich stattfindenden Luftwechfel meffen zu können, indem man z. B. die beobachteten $z_2, z_1, \sigma_0, \sigma_1, \sigma_2$ und C , bezw. η_0, η_1, η_2 und A in die Formeln 36., bezw. 36a. einsetzte. Diefte Meinung ift jedoch nur in befchränktem Mafse richtig, indem die Einfchließungsflächen der von Menfchen benutzten Räume nicht dicht find, in Folge weffen fich größere oder geringere Mengen der verfchiedenen Gafe, je nach ihrer Art und ihrem Auftreten, in den Poren der Wandflächen verdichten. Die Formeln 51., 51a., 52., 52a. laffen fich dagegen verwenden, um annähernd die Luftmengen zu beftimmen, welche zur Verdünnung der Verunreinigungen erforderlich find, fo fern während der Benutzung des Raumes nicht gelüftet werden foll, was gerechtfertigt fein kann, fobald der betreffende Raum nur zeitweife, und dann nur für kurze Dauer Menfchen aufzunehmen hat, bezw. andere luftverunreinigende Vorgänge in ihnen stattfinden. Ein folches Verfahren des Lüftens ift um fo mehr in einzelnen Fällen verftändig, als, wie bereits erwähnt, in den Wänden, in den Möbeln etc.

sich erhebliche Mengen verunreinigender, übelriechender Gase zu verdichten vermögen, die nachträglich durch frische Luft gleichsam ausgepült werden, gleich wie die Kleider einen frischeren, reineren Geruch erhalten, wenn man mit denselben in freier Luft sich bewegt.

In der Regel wird man Formel 53., bzw. 53_a. zur Bestimmung der zuzuführenden Luftmengen benutzen. Soll z. B. die Zunahme des Kohlenäuregehaltes (vergl. Art. 87, S. 74) höchstens 0,6 Gewichtstheile auf 1000 Theile Luft betragen, so nach $\eta - \eta_0 = \frac{0,6}{1000}$ sein, so wird für einen erwachsenen Menschen, da derselbe (vergl. Art. 76, S. 68) im Durchschnitt stündlich 40 g = 0,04 kg Kohlenäure entwickelt, eine Luftmenge:

$$Q = \frac{0,04}{\frac{0,6}{1000}} = 66,6 \text{ Kilogr.}$$

oder, bei einer Temperatur von 20 Grad, so das 1 cbm = 1,2 kg wiegt,

$$L = \frac{66,6}{1,2} = 55,5 \text{ Cub.-Met.}$$

erforderlich.

In Anbetracht jedoch, das der Kohlenäuregehalt lediglich ein Mafstab sein soll für die Verunreinigungen, welche die Luft enthält, in Erwägung, das dieser Mafstab nur unter gleichen Umständen in geradem Verhältnisse zu den eigentlich verunreinigenden Gasen steht, dürfte es zweckmäfsig sein, die Luftmengen für jede einzelne Person, bzw. andere Quelle der Luftverunreinigung anzunehmen, die vorhin angeführte Rechnung also zu unterlassen, dieselbe vielmehr nur in so weit zu verwenden, als die vier Formeln 51., 51_a., 52. und 52_a. hierzu in bereits erwähnter Weise Veranlassung geben.

Ein solches Verfahren ist eben so genau, als das auf die Formeln 53., bzw. 53_a. begründete, da es die Berücksichtigung der Umstände, unter welchen die Gasausscheidungs-Quellen auftreten, in eben demselben Mafse gestattet; es ist aber weit übersichtlicher und führt deshalb rascher zum Ziele. Man wird, aus schon ange deuteten Gründen, gröfsere Luftmengen durch einen Raum strömen lassen, wenn derselbe dauernd, namentlich wenn derselbe Tag und Nacht benutzt wird, geringere dagegen — so fern man ununterbrochen lüftet, bzw. die Fenster öffnet, sobald der Raum nicht benutzt wird — bei kürzerer Dauer der Benutzung.

Da die uns unbekanntem Gase und Dünste am unheimlichsten erscheinen, indem dieselben am wenigsten Vertrauen verdienen, sobald sie von einem Kranken ausgestofsen sind, so ist den Krankenzimmern ein besonders starker Luftwechsel zuzumessen; handelt es sich um Fieberkranke oder solche, die mit eiternden Wunden behaftet sind, so tritt noch die Erwägung hinzu, das von jeder Person überhaupt gröfsere Mengen gefährlicher oder doch unangenehmer Gase frei werden. Auf der anderen Seite ist zu beachten, das durch Wachsen der Luftgeschwindigkeit die schädlichen Einflüsse des »Zuges« wachsen. Unter denselben Umständen wird aber die Luftgeschwindigkeit um so gröfser sein, je kleiner die für jeden Kopf vorhandene Grundfläche des betreffenden Raumes ist; so nach ist für jede Person stark besetzter Räume eine geringere Luftmenge zu rechnen, als für jede Person in weniger angefüllten Räumen.

Auf Grund der angedeuteten Erwägungen und der Angaben Anderer habe ich folgende Tabelle zusammengestellt, welche die stündlich erforderliche Luftmenge nennt. Für in dieser Tabelle nicht genannte Fälle (wie z. B. für Wohnräume etc.) wird man, unter Berücksichtigung der sie begleitenden Umstände, ohne Schwierigkeit auf Grund der früheren Erörterungen und der Tabelle zutreffende Zahlenwerthe gewinnen können.

91.
Bestimmung
der
zuzuführenden
Luftmenge.

92.
Erforderl.
Luftmenge.

Benennung der Quellen.	Stündlich erforderliche Luftmenge ℓ.
Für jeden gewöhnlichen Kranken	60 bis 80
» » Verwundeten oder jede Wöchnerin	80 » 120
» » Kranken bei Epidemien	120 » 180
» » Gefangenen	25 » 50
» » Kopf in Werkstätten, Cafernen, Schauspielhäusern, Versammlungsräumen, Hörfälen	25 » 50
» » Schüler oder jede Schülerin der höheren Classen	20 » 40
» » jüngeren Schüler oder jede jüngere Schülerin	15 » 30
» » Reifenden im Eifenbahnwagen	20 » 40
» « stündlich 100 ^l Gas verbrauchenden Gasbrenner	5 » 10
	Kilogr.

93.
Wasserdampf-
gehalt.

γ) Einfluss der Lüftung auf den Feuchtigkeitsgehalt der Luft. In dem man die in Rede stehenden Luftmengen durch den betreffenden Raum führt, beeinflusst man nicht allein den Kohlen säuregehalt, so wie den Gehalt an solchen Gasen, welche sich mit der Kohlen säure in gleichem Masse entwickeln sollen, sondern auch den Gehalt an Wasserdampf. Man kann zur Verfolgung des betreffenden Vorganges die Formeln 50_{a.}, 51_{a.}, 52_{a.} und 53_{a.} benutzen, wenn bedacht wird, dass der Dampfgehalt niemals grösser werden kann, als der Sättigung (vergl. Art. 88, S. 74) entspricht und dass die die Luft sättigende Dampfmenge mit der Temperatur sich ändert.

Nach Früherem (Art. 77 u. 78, S. 68 u. 69) wird der Zimmerluft von den Gasflammen und von den in dem Zimmer sich aufhaltenden Menschen fortwährend Wasserdampf zugeführt.

Es heisse das Gewicht (in Kilogr.) des Wasserdampfes, welches auf diesem Wege stündlich geliefert wird, w und bezeichne η_0 , η_1 und η_2 für den vorliegenden Zweck den Gehalt der Luft an Wasserdampf, bezw. der freien Luft, der eingeschlossenen Luft zur Zeit Z_1 und derselben zur Zeit Z_2 ; alsdann entsteht unter dem gemachten Vorbehalt, dass die Luft nie übersättigt werden kann, ohne Weiteres:

$$Z_2 - Z_1 = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{Q}} \log. \text{ nat. } \frac{\eta_1 - \eta_0}{\eta_2 - \eta_0}, \quad \dots \dots \dots 50_b.$$

$$\mathcal{Q} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{\mathcal{F}}{Z_2 - Z_1} \log. \text{ nat. } \frac{\eta_1 - \eta_0}{\eta_2 - \eta_0}, \quad \dots \dots \dots 51_b.$$

$$\mathcal{Q} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{\mathcal{F}}{Z_2 - Z_1} (\eta_1 - \eta_2) + w \frac{\eta_1 - \eta_2 - \eta_0}{2}, \quad \dots \dots \dots 52_b.$$

$$\mathcal{Q} = \frac{w}{\eta - \eta_0}, \quad \dots \dots \dots 53_b.$$

aus welchen Gleichungen die Zustandsänderung des Wassergehaltes abgeleitet werden kann.

Für den Beharrungszustand entsteht aus 53_{b.}:

$$\eta = \frac{w}{\mathcal{Q}} + \eta_0, \quad \dots \dots \dots 54.$$

ein Ausdruck, welcher besagt, dass der Dampfgehalt der Luft im geschlossenen

Raume gleich ist desjenigen der zugeführten frischen Luft, vermehrt um denjenigen Theil des in diesem Raume entwickelten Wasserdampfes, der auf jedes Kilogramm der zugeführten frischen Luft entfällt. Der Satz ist ohne Schwierigkeit auch unmittelbar abzuleiten.

Beispielsweise sei die -20 Grad zeigende Luft des Freien mit 70 Procent der Sättigung gefeuchtet. Im geschlossenen Raume herrsche die Temperatur $+20$ Grad; g sei für jede Person zu 40 kg bestimmt, während jede Person 100 g Wasser verdunstet. Es ist alsdann:

$$w = 0,1; g = 40; \gamma_0 = 0,0007; \text{sonach } \gamma = 0,0032 \text{ kg.}$$

Die Luft von $+20$ Grad vermag 0,0168 kg Wasserdampf zu enthalten; folglich ist die vorliegende nur mit 20 Procent ihrer Sättigung mit Wasserdampf behaftet. Bei 0 Grad Temperatur des Freien und im Uebrigen gleichen Verhältnissen würde der entstehende Zustand schon innerhalb der oben angegebenen Grenzen fallen, indem der Feuchtigkeitsgehalt der Luft 35 Procent würde.

Im Allgemeinen nimmt somit der Procentatz der Feuchtigkeit der eingeschlossenen Luft um so mehr ab, je niedriger die Temperatur des Freien gegenüber derjenigen des geschlossenen Raumes ist. Sobald jedoch die Temperaturen nahezu gleich sind, so muß nothwendiger Weise die eingeschlossene Luft, in welcher Menschen sich befinden, feuchter sein, als die freie Luft. Wenn gar die Temperatur des Zimmers eine niedrigere ist, als diejenige der frischen Luft, so tritt bald ein hoher Feuchtigkeitsgrad ein, welcher nicht selten die volle Sättigung erreicht, ja zur Ausscheidung von Wasser führt. Es entsteht, wenn Flächen vorhanden sind, die eine geringere Temperatur, als diejenige der Luft ist, haben, auf diesen der sog. Schweiß, welchen man in ungeheizten, mit geheizten und stark bevölkerten Räumen in Verbindung stehenden Zimmern so häufig beobachtet und der als »Feuchtigkeit der Wände« einer mangelhaften Bauweise in die Schuhe geschoben wird. Fehlt es an derartigen kälteren Wänden, so scheidet sich der Wasserdampf in Nebelform aus.

Im Winter dienen die Fensterflächen meistens als Lufttrockner; im Sommer muß man besondere Lufttrockner aufstellen, wenn man in stark besetzten Räumen nicht eine höhere Temperatur, als diejenige der freien Luft zulassen will. Genau genommen sollte man den Feuchtigkeitsgehalt der Luft regelmäsig beobachten und hiernach Vorrichtungen regeln, welche die Be- oder Entfeuchtung der Luft zu bewirken haben. Dies ist vielfach versucht worden; in dem Folgenden mögen einige der hierher gehörenden Einrichtungen besprochen werden.

δ) Mittel zum Befeuchten der Luft. Sehr entschieden wirken die Einrichtungen, welche eigentlich zum Waschen der Luft, behuf Entfernung des Staubes, angewendet werden. Dieselben werden weiter unten (Kap. 6, unter d.) beschrieben werden; es sei hier nur bemerkt, daß durch dieses Anfeuchtungsverfahren eine annähernde Sättigung der Luft erfolgt.

Offene, mit Wasser gefüllte Schalen stellt man häufig in den Heizkammern, in den Mündungen der Luftleitungscanäle und auch in den Zimmern auf. Erstere Anordnung hat den Vortheil, daß verhältnismäsig kleine Wasserflächen eine reichliche Verdunstung zu vermitteln vermögen, indem das Wasser durch den Heizkörper erwärmt wird und mit der relativ trockensten Luft in Berührung kommt. In den Mündungen der Luftleitungscanäle aufgestellte Schalen vermögen auch reichliche Wassermengen zu verdunsten, indem — so lange eine Anfeuchtung überhaupt nothwendig wird — die über dem Wasser hinweg streichende Luft wärmer, also relativ trockener ist, als die Zimmerluft. Im Zimmer selbst angebrachte Wasserflächen müssen sehr umfangreich sein, um eine nennenswerthe Verdunstung zu veranlassen.

94.
Schwitzen
der
Wände etc.

95.
Be- und Ent-
feuchten
d. Luft.

96.
Befeuchten
der Luft.

97.
Regelung d.
Luftanfeuchtungs-

Eine Regel über die zweckmäßige Gröfse solcher Schalen ist nicht bekannt; thatsfächlich erhalten sie von den verschiedenen Constructeuren nicht allein an sich, sondern namentlich auch in so fern äußerst verschiedene Ausdehnungen, als ihr Platz in Frage kommt, so dafs es z. Z. unmöglich sein dürfte, auch nur annähernd zutreffende Angaben zu machen. Man hat nun, abgesehen von der grössten Leistung, nach dem früher Erörterten Rücksicht zu nehmen auf sehr verschiedene Verdampfungsmengen, je nachdem die Temperatur des Freien eine niedrigere oder höhere, der Feuchtigkeitsgehalt der Luft geringer oder gröfser und die Dampfung im geschlossenen Raume mehr oder weniger entschieden auftritt; es ist somit eine Regelung des Verdampfens erforderlich.

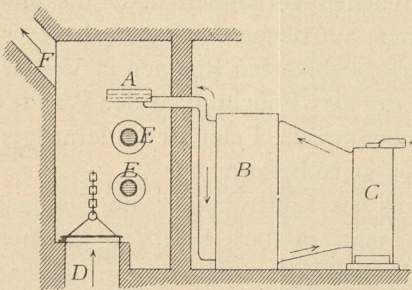
Die meisten Anlagen der vorliegenden Art sind ohne Rücksicht auf eine derartige Regelung ausgeführt; Seitens einzelner Heiztechniker ist jedoch an dieselbe gedacht worden.

98.
Luft-
anfeuchtungs-
Apparate.

Im Jahre 1876 stellte die »Anonyme Gesellschaft für Metallfabrikation zu St. Petersburg« in Brüssel eine Anordnung (in Abbildung) aus³²⁾, welche durch Fig. 51 ihrem Grundgedanken nach wiedergegeben ist.

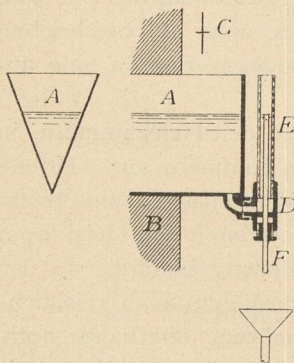
Es bezeichnet *A* die flache, theilweise mit Wasser gefüllte Schale, die über den Heizrohren *E, E* aufgestellt ist. Letztere haben nur den Zweck, die frische, durch *D* zugeführte, durch *F* zu dem betreffenden Raum gelangende frische Luft zu erwärmen. *C* bezeichnet einen aufrechten Kessel zum Erwärmen des Wassers, welches zunächst in den Behälter *B* und dann zur Schale *A* steigt; das kältere Wasser aus dieser sinkt in gleichem Masse nach *B* und *C*, um hier erwärmt zu werden. Man ist somit im Stande, das Wasser der Schale *A* auf eine beliebige Temperatur zu bringen, bezw. dasselbe (innerhalb gewisser Grenzen) beliebig rasch verdampfen zu lassen. Der geräumige Behälter *B* dient zur Aufspeicherung der Wärme, wodurch die Ungleichheiten der Heizung in *C* ausgeglichen werden sollen.

Fig. 51.



Kelling in Dresden zeigte 1877 eine Anordnung, vermöge welcher das Wasser der Verdunstungschale ebenfalls durch besondere Feuerung erwärmt wird. Ein kleiner, außerhalb der Heizkammer aufgestellter Kessel, der mittels Umlaufrohren mit den Verdunstungschalen in Verbindung steht, wird durch Gas geheizt, so dafs die betreffende Wärmeentwicklung bequem geregelt werden kann.

Fig. 52.



Luftanfeuchtungs-Apparat von
Hermann Fischer.

Endlich ist noch einer Einrichtung zu gedenken, welche — meines Wissens — zuerst (1868) von mir ausgeführt wurde.

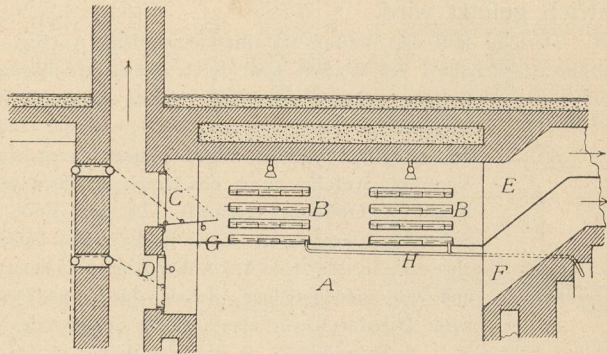
Die Schale *A* (Fig. 52) hat einen keilförmigen Querschnitt; sie ragt um so viel aus der Heizkammerwand *B* hervor, dafs der an einem Ausläufer der Wasserleitung angebrachte Hahn *C* der Schale *A* das nöthige Wasser zuzuführen vermag. Am Kopfende der Schale *A* befindet sich eine Fassung *D*, welche ein Glasrohr *E* zur Beobachtung des Wasserstandes und ein Ueberlaufrohr *F* trägt. Letzteres ist in der unten befindlichen Stopfbüchse der Fassung *D* verschiebbar, so dafs jeder gewünschte Wasserstand erzielt werden kann. Mit der Höhenlage des Wasserpiegels in der Schale *A* oder in mehreren mit derselben verbundenen, eben so geformten Schalen ändert sich offenbar die Verdampfung des Wassers.

³²⁾ FISCHER, H. Die Heizung und Lüftung geschlossener Räume auf der internationalen Ausstellung für Gesundheitspflege und Rettungswesen in Brüssel 1876. Polyt. Journ., Bd. 222, S. 17.

Fischer und Stiehl in Essen stellen ihre Verdunstungschalen in einem besonderen, über der Heizkammer befindlichen Raum auf, wie die Fig. 53 erkennen läßt.

Es ist von der Gesamthöhe der Heizkammer *A* mittels einer wagrechten Blechwand der Raum *B* abgetrennt, in welchem die Verdunstungschalen, über einander gesetzt, Platz finden. Die Verdunstungsfläche ist eine sehr große³³⁾; das betreffende Wasser soll nicht besonders erwärmt werden. Die oberen Schalen erhalten das Wasser zugeführt und speisen die unteren Schalen vermöge der sehr weiten Ueberlaufrohre; das zu viel herangeflossene Wasser fließt durch eine Rohrleitung *H* ab. Die Querschnitte der erwähnten weiten Ueberlaufrohre sind gleich der Summe der Querschnitte der zugehörigen Luftcanäle, so daß die gefammte frische Luft durch diese Ueberlaufrohre zu strömen vermag. Je nach der Stellung der Klappen *C* und *D*, bzw. solcher in den Canälen *E* und *F* vermag man hiernach sämtliche Luft ohne Weiteres aus der Heiz-

Fig. 53.

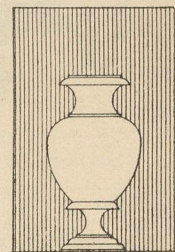
Luftanfeuchtungs-Apparat von *Fischer und Stiehl* in Essen.

kammer, also relativ trocken, den zugehörigen Räumen zu liefern, oder sämtliche Luft durch den Befeuchtungsraum strömen zu lassen, oder endlich nur einen Theil über die Wasserflächen hinweg, den anderen unmittelbar aus der Heizkammer dem betreffenden lothrechten Canal zuzuführen. Die Regelbarkeit dieser Einrichtung ist offenbar eine sehr weit gehende, aber auch eine viel Aufmerksamkeit erfordernde.

Auch durch feuchte Flächen hat man die Verdunstung vermittelt. *Wolpert* in Kaiserslautern benutzt die Haarröhrchenkraft dochtartiger Gewebe, die einerseits in Wasser tauchen, andererseits ihre Flächen der zu feuchtenden Luft darbieten³⁴⁾. Die Flächen werden durch Staub sehr bald beschmutzt und dadurch häßlich.

Gefäße mit porösen Wandungen können in derselben Absicht verwendet werden und gewähren gleichzeitig eine gewisse Regelbarkeit. Fig. 54 stellt eine Wandöffnung dar, aus welcher die frische Luft in das Zimmer tritt. In dieselbe ist eine Vase aus porösem Thon gestellt, welche verschieden hoch mit Wasser gefüllt wird, je nachdem man eine größere oder geringere Verdunstungsfläche wünscht. Auch diese Wandungen werden durch Staub beschmutzt; sie können jedoch bequem gereinigt werden. Eine große Leistung darf man jedoch von diesen Verdunstungsflächen nicht erwarten, indem es unmöglich sein dürfte, ihnen die hierfür erforderliche Ausdehnung zu geben.

Fig. 54.



Als letzte Art der Luftbefeuchtungsvorrichtungen sind diejenigen zu nennen, welche das Wasser fein zertheilt in die Luft spritzen lassen. Man verwendet zu dem Ende Brausen, welche feststehen oder mit ihrem Rohr, nach Art des *Segner'schen* Rades, sich drehen.

Wolpert läßt die aus sehr leichtem Blech gefertigten Flügel eines vor der Luftzufröhmungsöffnung des betreffenden Zimmers gelagerten Windrades in das Wasser einer Schale leicht eintauchen, so daß die sich rasch drehenden Flügel das an ihnen haftende Wasser zu zerstreuen vermögen. Wenn auch in vielen Fällen die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft mit dem Anfeuchtungsbedürfnis der letzteren wächst,

³³⁾ Die Constructeure geben an, daß bei 46 Grad Lufttemperatur jedes Quadratmeter Wasseroberfläche stündlich 1,4 kg Wasser verdunstet; ich füge die Angabe hier an mit dem Bemerkten, daß die Verdunstung, wie schon erwähnt, von dem Feuchtigkeitsgrade der das Wasser bespülenden Luft und der Temperatur des Wassers abhängig ist.

³⁴⁾ WOLPERT, A. Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung. 2. Aufl. Braunschweig 1880. S. 913.

fo dürfte doch die durch die grössere Luftgeschwindigkeit hervorgerufene raschere Drehung der Flügel nicht im gleichen Masse das genannte Bedürfnis befriedigen. Uebrigens bezweifle ich, daß überhaupt eine genügende Befeuchtung durch das Zerstäubungsrädchen hervorgerufen werden kann, sobald die Befeuchtung wirkliches Bedürfnis ist.

99.
Selbstregul.
Anfeuchtungs-
Apparate.

Rietschel in Dresden hat eine eigenartige Vorrichtung patentirt erhalten, vermöge welcher die Zerstäubungsbrause je nach Bedarf selbstthätig in oder ausser Betrieb gesetzt wird.

Derfelbe läßt das Wasser aus einer feinen Düse *N* (Fig. 55) ausströmen und an einer Platte *P* verspritzen. Der Zufluß des Wassers wird durch das elektro-magnetische Ventil (Fig. 56) geregelt. Von der Leitung gelangt das Wasser durch das Ansatzstück *W* zunächst zu dem Filter *B*, welches beigemischte Unreinigkeiten, die sowohl die Thätigkeit des Ventiles, als auch die Wirkbarkeit der Düse beeinträchtigen könnten, zurückzuhalten hat. Das Wasser tritt nun zu dem Ventil *v*₁, welches durch den Druck desselben verschlossen gehalten bleibt, bis eine äußere Kraft die Oeffnung veranlaßt. Zu dem Ende ist die Ventiltange bis zu der Spitze der Schraube *D* verlängert. Diese steckt in dem äußeren Ende eines einarmigen Hebels *H*, welcher etwa in der Mitte den Anker *A* trägt. Dieser liegt über den beiden Elektromagneten *E*, *E* und wird niedergezogen, sobald durch die Drahtwindungen derselben ein Strom geleitet wird. Hierdurch wird aber auch die Stange *S* des Ventiles *v*₁, unter Vermittelung des Hebels *H* und der Schraube *D*, niedergedrückt, so daß das Wasser in den Hohlraum *Ÿ* zu treten vermag. Gleichzeitig ist auch der weiter oben an der Stange *S* befestigte Ventilkugel *V* gegen seinen Sitz gedrückt und in Folge

Fig. 55.

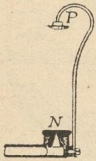
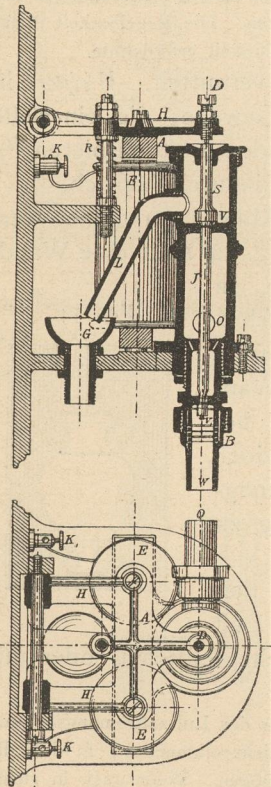


Fig. 56.



Selbstregulirender Luftanfeuchtungs-
Apparat von *Rietschel*.

dessen dem Wasser nur ein Ausweg, nämlich der durch das Rohr *o*, zu dem Zerstäuber frei gelassen. Nach Unterbrechung des elektrischen Stromes schwindet der Magnetismus der Elektromagnete *E*, *E*; der Hebel *H* mit Zubehör hebt sich vermöge der Feder *R*, die Ventiltange mit den Ventilen in Folge des Wasserdruckes; es ist also der Apparat in den Ruhezustand versetzt. Das Ventil *V* hat sich gleichzeitig geöffnet, um sowohl das in *Ÿ* zu viel eingedrungene Wasser, als auch dasjenige durch das Rohr *L* in den Trichter *G* abfließen zu lassen, welches eine etwaige Undichtheit des Ventiles *v*₁ nach *Ÿ* entchlüpfen ließe. *K* und *K*₁ bezeichnen die Klemmschrauben zum Anschluß der Leitungsdrähte. Die rechtzeitige Unterbrechung und der Schluß des elektrischen Stromes wird nun durch den »hygrokopischen Schlüssel« (Fig. 57) hervorgebracht.

Zwei Hebel *h* und *h*₁ drehen sich um am Bockchen *a* befestigte Zäpfchen; ihre Gewichte sind so angeordnet, daß *h* links und *h*₁ rechts sinkt, wenn sie nicht durch die Haare *i* und *i*₁ hieran gehindert werden. Die Haare *i* und *i*₁ sind doppelt; in ihren unten hängenden Schleifen ruhen die Röllchen *g* und *g*₁, die mittels eines Stängelchens unter einander verbunden sind. Das Gewicht desselben nebst denjenigen der beiden Röllchen ist groß genug, um mit Hilfe der Haare *i* und *i*₁ das Uebergewicht der Hebel *h* und *h*₁ in dem Maße zu überwinden, daß die Enden *t* und *t*₁ der Hebel *h* und *h*₁ sich berühren. Hierdurch entsteht die Schließung des Stromes einer Leitung, in welche der hygrokopische Schlüssel mit Hilfe der Klemmschrauben *b*, *b* eingeschaltet ist. Hebt man nun das Gewicht *g*, *g*₁, so entfernen sich die Berührungsenden *t* und *t*₁ von einander, so daß der beregte Strom unterbrochen wird. Die dem vorliegenden Apparat gestellte Aufgabe wird somit erfüllt, wenn man die Haare *i* und *i*₁ belafet oder anfannt, sobald die Luft angefeuchtet werden soll, und entlafet, wenn keine Anfeuchtung verlangt wird. Dieses Be- und Entlafen erfolgt nun durch die hygrokopischen Eigenschaften der Haare *i* und *i*₁ einerseits und durch eine Stützfläche, welche die Röllchen *g* und *g*₁ unter Vermittelung des gemeinsamen Stängelchens zu tragen vermag. Bei dem Wachsen des Feuchtigkeitsgrades der Luft verlängern sich die Haare; durch trockene Luft werden sie verkürzt. Hat man somit die erwähnte Stützfläche in solcher Höhe angebracht, daß das Stängelchen auf derselben ruht, sobald der gewünschte

Feuchtigkeitsgrad der Luft vorhanden ist, so wird die verringerte Spannung der Haare *i* und *i*₂ die Entfernung der Berührungspitzen *t* und *t*₁ gestatten, somit der elektrische Strom unterbrochen werden. Sobald

zunehmend der Feuchtigkeitsgrad der Luft entsprechend sinkt, verkürzen sich die Haare in dem Masse, daß g und g_1 wieder an ihnen hängen, die Spitzen t und t_1 sich berühren, der Strom geschlossen wird, also das in die Leitung eingeschaltete elektro-magnetische Ventil Wasser zum Zerstäuber gelangen läßt.

Die mehrgenannte Stützfläche ist nun hier in Form einer um eine festgelagerte Achse drehbaren un-runden Scheibe d vorhanden; an neueren Apparaten drückt diese unrunde Scheibe gegen einen in loth-rechten Bahnen gleitenden Körper, dessen obere Fläche so-dann die Stützung des Stängelchens bewirkt. An der Achse der un-runden Scheibe ist der Zeiger n befestigt, welcher die Skala s bestreicht. Durch Drehen des Zeigers ist so-nach die Stützfläche in eine gröfsere oder geringere Höhe zu bringen, so daß man den Feuchtigkeitsgrad der Luft nach der Skala s zu regeln vermag.

Behuf Prüfung der richtigen Wirksamkeit des Appa-rates ist mit dem »hygrokopischen Schlüssel« ein gewöhn-liches *Sauffure'sches* Hygrometer verbunden. An dem Bol-zen g ist ein drittes Haar i_2 befestigt, welches weiter unten um das Röllchen gelegt ist, das mit dem Zeiger n_1 der Skala s_1 in fester Verbindung steht. Ein kleines Gegen-gewicht, dessen Faden sich umgekehrt als das Haar i_2 auf eine mit dem Röllchen des letzteren verbundene Rolle wickelt, erhält das Haar i_2 in regelmäfsiger Spannung, bezw. dreht den Zeiger in einer Richtung; verkürzt sich das Haar in Folge Austrocknung, so wird der Zeiger in der entgegengesetzten Richtung gedreht. Auf der Skala s_1 ist somit der thatfächliche Feuchtigkeitsgrad abzulesen.

Die *Rietschel'sche* Einrichtung ist sehr sinn-reich; jedoch beansprucht dieselbe augenschein-lich sorgfältige Bedienung, so daß man erst abzuwarten haben wird, in welchem Masse letztere die Verwendbarkeit der Einrich-tung erschwert³⁵⁾.

Endlich ist ein einfaches, sich selbst regelndes Mittel zur Regelung der Luft-anfeuchtung zu nennen, welches darin besteht, daß man die Luft bei entsprechend niedriger Temperatur vollständig sättigt, so daß der gewünschte Feuchtigkeitsgrad nach Eintreten derjenigen Temperatur entsteht, welche für den in Frage kommen-den Raum bestimmt ist.

Es sei beispielsweise diese Temperatur 20 Grad; dann hat die Luft bei 50 Procent der Sättigung pro 1 kg 8,4 g Wasserdampf zu enthalten. Nach der Tabelle auf S. 75 enthält gesättigte Luft von 9 Grad diese Dampfmenge, so-nach muß die Sättigung der Luft bei dieser Temperatur erfolgen, wenn dieselbe bei 20 Grad zu 50 Procent mit Wasserdampf geschwängert sein soll und zwar ohne weiteren Zuflufs von Dampf. Würde dagegen für je 40 kg zugeführter frischer Luft die Dampfentwicklung eines erwachsenen Menschen berücksichtigt werden müssen, so würde nach Formel 54.

$$\eta_0 = \eta - \frac{w}{Q}, \dots \dots \dots 55.$$

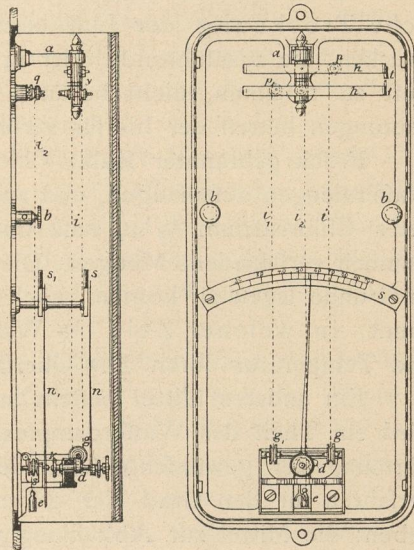
also

$$\eta_0 = 0,0084 - \frac{0,1}{40} = 0,0084 - 0,0025 = 0,0059$$

sein. Es muß daher jedes Kilogramm der zugeführten Luft 5,9 g Wasserdampf enthalten, oder dieselbe, im gesättigten Zustande (vergl. Tabelle auf S. 75) + 3 Grad warm sein.

Das in Rede stehende Verfahren ist offenbar nur dann anzuwenden, wenn die Luft zweimal erwärmt wird, nämlich einmal bis zu der Temperatur, bei welcher

Fig. 57.



Hygrokopischer Schlüssel.

³⁵⁾ Ueber RIETSCHEL's selbstregulirenden Luftbefeuchtungsapparat siehe auch: Polyt. Journ. Bd. 235, S. 113. — Rohr-leger 1879, S. 133. — Elektrotechn. Zeitchr. 1880, S. 65.