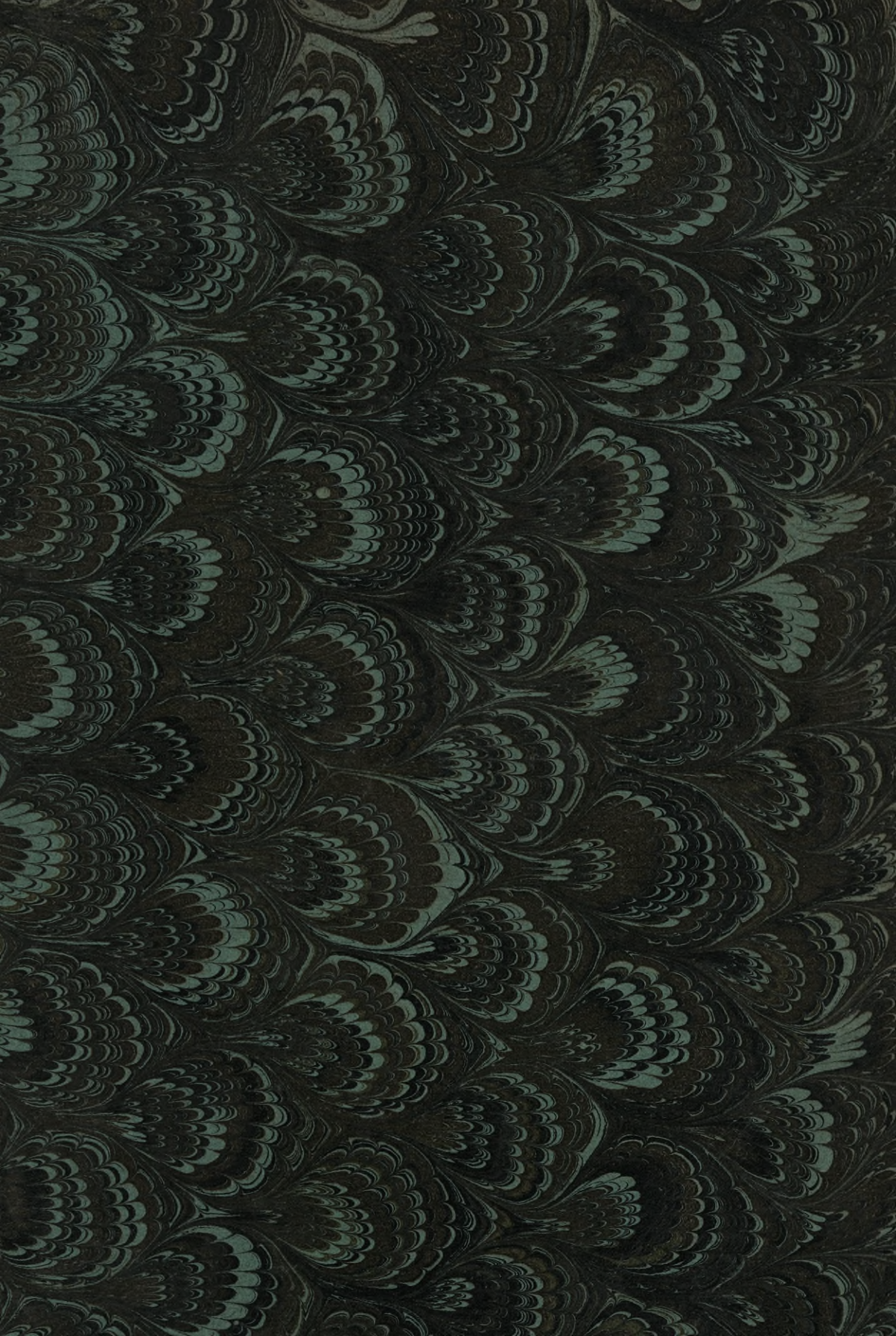




Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300528



HANDBUCH
DER
ARCHITEKTUR.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen

herausgegeben von

Baurath Professor **Josef Durm**
in Karlsruhe,

Baurath Professor **Hermann Ende**
in Berlin,

Professor Dr. **Eduard Schmitt**
in Darmstadt

und

Professor **Heinrich Wagner**
in Darmstadt.

Dritter Theil.

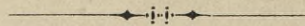
DIE HOCHBAU-CONSTRUCTIONEN.

4. Band:

Künstliche Beleuchtung der Räume.

Heizung und Lüftung der Räume.

Wasserversorgung der Gebäude.



VERLAG VON JOH. PH. DIEHL IN DARMSTADT.

1881.

DIE
HOCHBAU-CONSTRUCTIONS.

DES
HANDBUCHES DER ARCHITEKTUR
DRITTER THEIL.

4. Band:

Anlagen zur Versorgung der Gebäude mit Licht und Luft, Wärme und Wasser.

Künstliche Beleuchtung der Räume.

Von Hermann Fischer,
Professor an der technischen Hochschule in Hannover.

Heizung und Lüftung der Räume.

Von Hermann Fischer,
Professor an der technischen Hochschule in Hannover.

Wasserversorgung der Gebäude.

Von B. Salbach,
Königlicher Baurath in Dresden.

Mit 331 in den Text eingedruckten Abbildungen, so wie 10 in den Text eingehafteten Farbendruck-Tafeln.

DARMSTADT 1881.

VERLAG VON JOH. PH. DIEHL.



III-306419

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen bleibt vorbehalten.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

~~III 17843~~

Holzchnitte aus der xylogr. Anstalt von WOLFGANG PFNOR in Darmstadt.
Zink-Hochätzungen aus dem graphischen Institut von FRIEDRICH WOLF in München.
Farbendruck-Tafeln aus der lithogr.-artift. Anstalt von FERD. WIRTZ in Darmstadt.
Druck von GEBRÜDER KRÖNER in Stuttgart.

Akc. Nr. 3548/51

BPK-B-307/2017

Handbuch der Architektur.

III. Theil.

Hochbau-Constructionen.

4. Band.

INHALTS-VERZEICHNISS.

Constructionen des inneren Ausbaues.

4. Abschnitt.

Anlagen zur Versorgung der Gebäude mit Licht und Luft, Wärme und Wasser.

	Seite
Allgemeines	I
Literatur: Neuere Bücher und Zeitschriften über »Gesundheitstechnik (Bauhygiene)« und über »Gesundheitspflege (Hygiene)«	2
A. Künstliche Beleuchtung der Räume	5
Literatur über »künstliche Beleuchtung der Räume«	5
1. Kap. Gasbeleuchtung	6
a) Lichtentwicklung und Lichtmenge	6
b) Gasleitungen und Druckregulatoren	11
Tabelle über Widerstandshöhen in Millimetern Wasserfäule	16
c) Flammengruppen	20
Literatur über »Sonnenbrenner etc.«	22
Tabelle über Kosten der Gasbeleuchtung	23
Literatur über »Gasbeleuchtung«	24
2. Kap. Beleuchtung mit elektrischem Licht	26
Tabelle über Kosten der elektrischen Beleuchtung	35
Literatur über »Beleuchtung mit elektrischem Licht«	37
B. Heizung und Lüftung der Räume	39
Literatur über »Heizung und Lüftung im Allgemeinen«	41
1. Kap. Zu- und abzuführende Wärmemenge	43
a) Wärmemenge, welche in Folge der Benutzung der Räume frei wird	43
b) Wärmestrahlung und Wärmeleitung	44
c) Wärmeüberführung durch feste Wände (Wärme-Transmission)	48
Tabelle über Wärmemengen, welche in ebene Wände übergeleitet werden	48

d) Wärmespeicherung in Wänden und anderen Körpern	61
Tabelle über die Wärmemengen, welche für 1 Grad Temperaturerhöhung erforderlich sind	64
e) Durchschnittliche Zahlenwerthe zur Berechnung des Wärmeaustausches durch Wände, Decken etc.	65
I. Coefficienten für die Wärmeüberführung lothrechter Wände	65
II. Coefficienten für die Wärmeüberführung von Decken und Oberlichtern	65
III. Gebräuchliche Temperaturen	66
f) Wärmemenge, welche der frischen Luft zuzuführen oder zu entziehen ist	66
2. Kap. Luftverreinigung und Unschädlichmachen derselben	67
a) Quellen der Luftverreinigung	67
b) Messen der Luftbeimischungen	70
Literatur über »Luftverreinigung« und »Messen der Luftbeimischungen«	71
c) Unschädlichmachen der Luftverreinigungen	72
1) Abführung der schädlichen Gase, der Dämpfe und des Staubes, bevor dieselben der zu athmenden Luft sich beimischen	72
2) Unschädlichmachen der Luftverreinigungen durch Verdünnen derselben	73
α) Erforderliche Verdünnung	73
Tabelle über das Gewicht des in 1 ^{cbm} gefättigter Luft enthaltenen Wasserdampfes	75
β) Gröfse des Luftwechsels	76
Tabelle über die stündlich erforderlichen Luftmengen	80
γ) Einfluss der Lüftung auf den Feuchtigkeitsgehalt der Luft	80
δ) Mittel zum Befeuchten der Luft	81
ε) Mittel zum Trocknen der Luft	86
d) Verfahren des Zuführens frischer und des Abführens verunreinigter Luft	86
1) Zufällige Lüftung	88
2) Künstliche Lüftung	89
3) Entnahmestellen für die frische Luft	94
3. Kap. Bewegung von Flüssigkeiten in Rohrleitungen und Canälen	95
a) Widerstände der Bewegung	95
b) Einfluss der Verschiedenheit der Gewichte geleiteter Flüssigkeiten	97
c) Einfluss der Wärmeleitung der Canal-, bezw. Rohrwände	98
Tabellen zur Berechnung von Dampfleitungen	102
d) Mittel zum Bewegen der Flüssigkeiten	104
α) Bewegen der Flüssigkeiten durch Auftrieb	104
β) Bewegen der Luft durch den Wind	107
Literatur über »Saug- und Blasköpfe«	113
γ) Strahlapparate	114
δ) Bewegung durch feste Flächen (Gebläse)	115
e) Messen der Geschwindigkeit bewegter Flüssigkeiten	116
α) Uebertragung der Geschwindigkeit an die Flügel eines sich drehenden Rades	117
β) Messen des Druckes, welchen der Stofs der bewegten Flüssigkeit auf eine ruhende Fläche ausübt	118
γ) Messen des durch eine Leitung strömenden Flüssigkeitsvolums	119
Literatur über »Anemometer«	119
4. Kap. Canäle für Luft und Rauch (Luftcanäle, Rauchcanäle, Lock- und Rauchschornsteine)	120
a) Abmessungen	120
Tabelle zur Berechnung der Luftcanäle	123
b) Lage und Längenprofil	143
c) Construction	146
Literatur über »Schornsteine«	154
d) Sicherung gegen atmosphärische Einflüsse, gegen Staub, Ungeziefer etc.; Schornstein- auffätze und sonstige Einrichtungen	155
e) Schieber, Klappen etc.	167
5. Kap. Rohrleitungen für Wasser und Dampf	173
a) Abmessungen	173

	Seite
b) Lage und Längenprofil	180
c) Construction und Einrichtung	189
d) Schieber, Hähne, Ventile etc.	197
6. Kap. Erwärmung der Luft	199
a) Brennstoffe	199
Tabelle über Zusammenfetzung, Wärme- und Rauchentwicklung etc. der Brennstoffe	202
b) Feuerstellen	203
Tabelle mit Maßangaben für Feuerstellen	207
c) Wärmeabgabe der Feuergase an die Luft	212
α) Wärmeabgabe ohne Zwischenmittel. (Kamine.)	212
Literatur über »Kamine und Kaminöfen«	212
β) Vermittlung durch eine feste Wand. (Oefen für Einzel- und Sammelheizungen. Canal- und Feuerluftheizung.)	212
Literatur über »Gasöfen«	219
Literatur über »Oefen für Einzelheizungen«	224
Literatur über »Oefen für Sammelheizungen«	226
Literatur über »Feuerluftheizung«	227
γ) Vermittlung durch feste Wände und Wasser, bezw. Dampf. (Wasser- und Dampfheizung.)	227
Tabelle der Dampfspannung, -Temperatur und -Wärme	235
Literatur über »Wasserheizung und Wasserluftheizung«	239
Literatur über »Dampf-, Dampfwasser- und Dampfluftheizung	240
7. Kap. Abkühlung der Luft	241
a) Mittel zur Abkühlung	241
b) Verwendung der Mittel	243
Literatur über »Abkühlung der Luft«	245
8. Kap. Regelung der Wärme-Zufuhr, bezw. -Abfuhr	245
a) Mittel zur Regelung	245
b) Erkennung der Temperaturen	248
c) Ausführung der Regelung	251
9. Kap. Heizungs- und Lüftungsanlagen	252
a) Lüftungsanlagen	253
b) Heizungsanlagen	255
Literatur über »Heizungs- und Lüftungsanlagen«	259
Befprechung einiger bewährten Heizungs- und Lüftungsanlagen	260
α) Heißwasser-Luftheizung des Hauses Kahn in Mannheim	260
β) Feuerluftheizung mit Drucklüftung und Warmwasser-Heizung mit Sauglüftung im Arbeiter-Kost- und Logirhaus des Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahlfabrikation	261
γ) Feuerluftheizung in der Leibnitz-Realschule in Hannover	262
δ) Feuerluftheizung mit Sauglüftung der medicinischen Klinik zu Bonn	264
e) Dampfluftheizung, Druck- und Sauglüftung des Sitzungsfaales des deutschen Reichstages in Berlin	265
ζ) Feuerluftheizung der St. Johannis-Kirche in Hannover	266
Literatur über anderweitige ausgeführte, bezw. projectirte Heizungs- und Lüftungsanlagen	267
C. Wasserverforgung der Gebäude	273
1. Kap. Beschaffung des Wassers	274
Literatur über »Beschaffenheit und Prüfung des Wassers«	278
Literatur über »Filtration des Wassers«	280
Literatur über »städtische Wasserverforgungen«	280
Literatur über »Construction und Ausführung von Brunnen«	283
2. Kap. Rohrleitungen, Zapfstellen und Hausfilter	291
Literatur über »Wassermesser«	296
Wasserverforgung eines Miethhauses	312
Wasserverforgung einer herrschaftlichen Residenz	312

	Seite
Wasserverforgung öffentlicher Gebäude	313
Literatur über »ausgeführte Hauswasserleitungen«	313
Tabelle über Kosten der Hauswasserleitungen	314
3. Kap. Warmwasserleitungen	315
Verforgung einer Villa mit kaltem und warmem Wasser	318
Literatur über »Hauswasserleitungen«	319

Verzeichniss

der in den Text eingelehteten Farbendruck-Tafeln.

- Zu Seite 260: Heißwasser-Luftheizung des Hauses Kahn in Mannheim.
- » » 261: Feuerluftheizung mit Drucklüftung und Warmwasser-Heizung mit Sauglüftung im Arbeiter-Kost- und Logirhaus des Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahlfabrikation (2 Tafeln).
- » » 262: Feuerluftheizung in der Leibnitz-Realchule in Hannover (2 Tafeln).
- » » 264: Feuerluftheizung mit Sauglüftung der medicinischen Klinik zu Bonn.
- » » 265: Dampfluftheizung, Druck- und Sauglüftung des Sitzungsfaales des deutschen Reichstages in Berlin.
- » » 266: Feuerluftheizung der St. Johannis-Kirche in Hannover.
- » » 312: Wasserverforgung eines Miethhauses.
- » » 318: Verforgung einer Villa mit kaltem und warmem Wasser.

4. Abschnitt.

Anlagen zur Versorgung der Gebäude mit Licht und Luft,
Wärme und Wasser.

Die »Anlagen zur Versorgung der Gebäude mit Licht und Luft, Wärme und Wasser«, so wie die im folgenden Abschnitte zu behandelnden »Reinigungs-Anlagen« haben ausser den rein technischen Zwecken des »inneren Ausbaues« auch in hervorragender Weise sanitären Zwecken zu genügen. Sie bilden dem entsprechend einen wesentlichen Bestandtheil der sog. Gesundheitstechnik (Bauhygiene, bauliche Gesundheitslehre), und diese steht wieder mit der Hygiene oder Gesundheitspflege — der privaten, wie der öffentlichen — in innigem Zusammenhange.

Es wurde bereits im Vorwort (Grundsätze für die Construction) zum III. Theile dieses »Handbuches« darauf hingewiesen, daß unsere Hochbauten auch stets den sanitären Anforderungen zu entsprechen haben. Die Beobachtung und Einhaltung hygienischer Grundsätze tritt indeß bei den sog. gesundheitstechnischen Anlagen am maßgebendsten auf. »Zur Einführung« sagt *Reclam* im Vorwort zu seiner Zeitschrift »Gesundheit (Zeitschrift für körperliches und geistiges Wohl. Elberfeld)« über das Zusammengehen des Arztes und des Baumeisters bei den in Rede stehenden baulichen Anlagen: »... Die Aerzte allein vermögen die Urfachen des Erkrankens »in den einwirkenden Schädlichkeiten aufzufinden und die Hilfsmittel zu bezeichnen. »Den ausführenden Technikern erwächst die Pflicht, die von ärztlicher Seite gestellten Aufgaben zu lösen; freilich müssen sie dieselben wie die Schädlichkeiten »erst kennen lernen, wie auch die Aerzte zuvor von der Leistungsfähigkeit der »Techniker Kenntniß erlangen müssen...«

Diesem Ausspruche kann völlig beigetreten werden, sobald aus der zuletzt gedachten »Kenntniß der Leistungsfähigkeit der Techniker«, die sich ja naturgemäß immer nur auf einige Elemente des bautechnischen Wissens beziehen kann und wird, nicht etwa die Befähigung abgeleitet wird, über das Ganze der technischen Ausführung und ihre constructiven Einzelheiten in entscheidender Weise aburtheilen zu können, und sobald man die »Pflicht, die von ärztlicher Seite gestellten Aufgaben zu lösen«, nur dahin auffasst, daß der Architekt in jedem concreten Falle das ihm von hygienisch-ärztlicher Seite gestellte Problem so weit zu lösen bestrebt sein muß, als die jeweiligen Verhältnisse und die disponibeln Mittel dies gestatten, und so weit es sich mit den baulichen Anforderungen vereinbaren läßt.

Die ärztlichen Hygieniker übernehmen bei allen gesundheitstechnischen An-

lagen die Rolle des Bauherrn; ihnen kömmt es zu, das »Bauprogramm« zu entwerfen; Sache des betreffenden Architekten ist es dagegen, die im Programm gestellte Aufgabe »technisch« zu lösen. Allein eben so, wie in anderen Fällen das Bauprogramm durch die »künstlerischen« und »technischen« Erwägungen des mit der Herstellung des Bauprojectes beauftragten Baumeisters, durch die Bedenken, die er vom ästhetischen und vom constructiven Standpunkte aus gegen den Umfang und die Lösung der ihm gestellten Aufgabe geltend macht, so wie durch die ihm zur Seite stehenden eigenen und fremden Erfahrungen nicht selten Modificationen erfährt, so wird und kann es auch niemals als »Pflicht« des Baumeisters angesehen werden, die vom Arzte, bezw. Chemiker gestellte Aufgabe *pure* »technisch« zu lösen. Vielmehr wird es in nicht seltenen Fällen, mit Rücksicht auf die obwaltenden Verhältnisse und die zu Gebote stehenden Mittel, seine »Pflicht« sein, auf die Modification, bezw. die Herabminderung der gestellten Anforderungen hinzuweisen; der Architekt wird demnach in gewissem Sinne in das Gebiet des Hygienikers hinüberzugreifen haben. Eben so kann auch der letztere veranlaßt werden, beim Entwurf des technischen Projectes berathend mitzuwirken, durch sanitäre Bedenken eine Abänderung desselben hervorzurufen und bei der Wahl zwischen Alternativ-Projecten entscheidend mitzuwirken.

Deshalb ist es, wie *Reclam* ganz richtig bemerkt, von Vortheil, wenn dem Hygieniker die Elemente der Bautechnik, wenn dem Baumeister die Elemente der Hygiene nicht unbekannt sind. Aus diesem Grunde bringen wir — da es im Rahmen des »Handbuches der Architektur« nicht gelegen sein kann, auch die letztgedachten Elementarkenntnisse aufzunehmen — im Nachstehenden ein Verzeichniß der wichtigeren Schriften über »Gesundheitspflege« und müssen es den medicinischen Werken überlassen, in ähnlicher Weise für die Verbreitung bautechnischer Elementarkenntnisse in ihren Kreisen zu sorgen. Gleichzeitig haben wir aber den Architekten davor zu warnen, daß er — sobald er sich die Kenntniß von den Elementen der Hygiene erworben hat — sich nicht zu weit in das Gebiet des Arztes und Chemikers hinüber wage, eben so wie wir wünschen müssen, daß auch der Hygieniker bei der Ausführung gesundheitstechnischer Anlagen sein Urtheil nur auf jenes enge Gebiet beschränke, das ihm sein »Können« vorschreibt. Noch ist es je ausgeblieben, noch wird es je ausbleiben, daß wenig erfpriessliche, ja unheilvolle Resultate zum Vorschein kommen, sobald der Arzt in das eigentliche Gebiet des Technikers, sobald der letztere in das dem Arzte eigenthümliche Reffort eingreift ¹⁾.

Literatur.

Neuere Bücher und Zeitschriften über »Gesundheitstechnik (Bauhygiene)« und über »Gesundheitspflege (Hygiene)«.

- STEIN. Verwaltungslehre. 3. Theil. Das öffentliche Gesundheitswesen etc. Stuttgart 1867.
 PAPPENHEIM. Handbuch der Sanitätspolizei. 2. Aufl. Berlin 1867—70.
 REICH, E. System der Hygiene. Leipzig 1871.
 GEORGE, H. *Traité élémentaire d'hygiène*. Paris 1870.
 GUY, W. A. *Public health: a popular introduction to sanitary science* etc. London 1870.
 ROUGET, A. *Études d'hygiène*. Poligny 1871.

¹⁾ Vergl. auch: ROBINS, E. C. *Sanitary science and its relation to civil architecture*. *Builder*, Vol. 39, S. 666. *Building news*, Vol. 39, S. 641.

- MICHAEL, W. H. *A manual of public medicine* etc. London 1873.
- LION. Handbuch der Medicinal- und Sanitätspolizei. Iserlohn 1862—75.
- GEIGEL, L. HIRT u. G. MERKEL. Handbuch der öffentlichen Gefundheitspflege und der Gewerbekrankheiten. 2. Aufl. Leipzig 1875.
- KLEYER, A. Gefundheitspflege im Zusammenhang mit Canalbau und Wasserverforgung, nebst einem Anhang über den Zweck und die Einrichtung der Hausentwässerung. Frankfurt a/M. 1875.
- ACKERMANN, A. Literarifcher Wegweifer für die öffentliche Gefundheitspflege und das Wohl der Menschen. Enthaltend die Schriften und Journalartikel der letzten 20 Jahre (1854—1874). München 1875.
- ALBU, J. Handbuch der allgemeinen persönlichen und öffentlichen Gefundheitspflege etc. Berlin 1875.
- CAMERON, CH. A. *Manual of hygiene and compendium of sanitary laws*. London 1875.
- LEVIEUX. *Études de médecine et d'hygiène publique*. Paris 1875.
- PICHLER, W. u. L. G. KRAUS. Compendium der Hygiene, Sanitätspolizei und gerichtlichen Medicin. Stuttgart 1876.
- BLYTH, A. W. *A dictionary of hygiene and public health*. London 1876.
- OESTERLEN, F. Handbuch der Hygiene, der privaten und der öffentlichen. 3. Aufl. Tübingen 1876.
- SCHAUENBURG, C. H. Handbuch der öffentlichen und privaten Gefundheitspflege. Berlin 1876.
- BECQUEREL, A. *Traité élémentaire d'hygiène privée et publique*. 6e édit. par E. BEAUGRAND et F. L. HAHN. Paris 1877.
- PROUST, A. *Traité d'hygiène publique et privée*. Paris 1877.
- SANDER, F. Handbuch der öffentlichen Gefundheitspflege. Leipzig 1877.
- DENTON, B. *Sanitary engineering* etc. London 1877.
- HART, E. *A manual of public health* etc. London 1877.
- Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876. Herausgegeben von der österreichischen Commifion. Heft 17. Heizung, Ventilation und Wasserleitungen. Wien 1878.
- KRAUS, L. G. Die Hygiene etc. Leipzig 1878.
- PARKES, E. A. *A manual of practical hygiene*. Edited by F. DE CHAUMONT. 5. edit. London 1878.
- LÉVY, M. *Traité d'hygiène publique et privée*. 6e édit. Paris 1879.
- BUCK, A. H. *A treatise on hygiene and public health*. London 1879.
- SLAGG, CH. *Sanitary work in the smaller towns and villages*. Crosby 1879.
- LACASSAGNE, A. *Précis d'hygiène privée et sociale*. 3e édit. Paris 1879.
- PAULIER, A. B. *Manual d'hygiène publique et privée* etc. Paris 1879.
- ERISMANN, F. Gefundheitslehre für Gebildete aller Stände. 2. Aufl. Herausg. v. A. SCHUSTER. München 1879.
- FRESCHI, F. *Dizionario d'igiene pubblica et di polizia sanitaria* etc. 1879.
- HELLYER, S. *The plumber and sanitary houses. A practical treatise on the principles of internal plumbing work, or the best means of effectually excluding noxious gases from our houses*. 2. edit. London 1880.
- WIEL, J. u. R. GNEHM. Handbuch der Hygiene. Karlsbad 1880.
- WILSON, G. *A handbook of hygiene and sanitary science*. 4. edit. London 1880. Deutsche Uebersetzung der 3. Aufl. von P. BÖRNER. Berlin 1877.
- NOWAK, J. Lehrbuch der Hygiene. Wien. Im Erfcheinen begriffen.
- Ferner:
- Annales d'hygiène publique et de médecine légale*. Paris. Erfcheint feit 1829.
- Journal für Gasbeleuchtung und Wasserverforgung. Red. v. N. H. SCHILLING u. H. BUNTE. München. Erfcheint feit 1858.
- Zeitschrift für Biologie. Herausg. von L. BUHL, M. v. PETTENKOFER und C. VOIT. München. Erfcheint feit 1865.
- Correspondenzblatt für die mittelrheinifchen Aerzte. Organ für die Epidemiologie und öffentliche Gefundheitspflege. Red. v. H. PFEIFFER. Darmstadt 1867—68.
- Zeitschrift für Epidemiologie und öffentliche Gefundheitspflege. Herausg. v. H. PFEIFFER u. B. SCHUCHARDT. Neue Folge. Darmstadt. Erfcheint feit 1868.
- Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gefundheitspflege. Red. v. G. VARRENTAPP und A. SPIESS. Braunschweig. Erfcheint feit 1869.
- Correspondenzblatt des niederrheinifchen Vereins für öffentliche Gefundheitspflege. Red. v. LENT. Erfcheint feit 1872.
- The sanitarian*. Erfcheint feit 1873.

- The sanitary record. A journal of public health.* Herausg. von E. HART. Erscheint seit 1874.
Gefundheit. Zeitschrift für körperliches und geistiges Wohl. Herausg. von C. RECLAM. Elberfeld. Erscheint seit 1875.
- The practitioner.* Herausg. von T. BRUNTON. London. Erscheint seit 1875.
Archiv für öffentliche Gefundheitspflege in Elfas-Lothringen. Red. v. H. WASSERFUHR. Strafsburg. Erscheint seit 1876.
- Journal für öffentliche Gefundheitspflege und Volkswirthschaft. Herausg. von D. BISENZ. Wien. Erscheint seit 1877.
- Monatsblatt für öffentliche Gefundheitspflege. Herausg. vom Verein für öffentliche Gefundheitspflege im Herzogthum Braunschweig. Braunschweig. Erscheint seit 1878.
- The plumber and sanitary engineer.* New York. Erscheint seit 1878.
- Der Rohrleger. Herausg. v. G. STUMPF. Berlin 1878—79.
- Der Rohrleger und Gefundheits-Ingenieur. Herausg. v. G. STUMPF. Berlin 1880.
- Der Gefundheits-Ingenieur. Herausg. v. G. STUMPF. Berlin. Erscheint seit 1880.
- Revue d'hygiène et de police sanitaire.* Red. von E. VALIN. Erscheint seit 1879.
- Giornale della Società Italiana d'igiene.* Mailand. Erscheint seit 1879.
- Public health. Reports and papers presented at the meetings of the American public health association.* New York. Erscheint nicht mehr.

A. Künstliche Beleuchtung der Räume.

VON HERMANN FISCHER.

Der Erhellung der Räume durch Tageslicht steht die künstliche Beleuchtung derselben gegenüber. Die letztere kann, je nach den Mitteln zur künstlichen Lichterzeugung, in äußerst mannigfaltiger Weise geschehen. Kerzenlicht, Oelbeleuchtung, Erhellung mittels Magnesium-, Kamphin-, Photogen- und Paraffinlicht, Beleuchtung mittels Steinkohlengas, Naphtha-Aether, Solaröl, Oelgas, Holzgas, Boghead-Gas, die elektrische Beleuchtung etc. sind bald in größerem, bald in kleinerem Mafsstabe zur Anwendung gekommen. Indefs ist für den Architekten zur Zeit nur die »Gasbeleuchtung« und die »elektrische Beleuchtung« von Wichtigkeit.

Das Maf oder die Einheit, welche bei den Vergleichen oder Lichtstärken zu Grunde gelegt wird, ist in den einzelnen Ländern verschieden gewählt worden.

In Deutschland hat der »Verein der deutschen Gas- und Wasserfachmänner« als Einheit der Lichtstärke eine Paraffinkerze von 20 mm Durchmesser und von genau beschriebener Zusammensetzung des Dochtes empfohlen; 12 solcher Kerzen wiegen 1 kg und sollen eine Flammenhöhe von 50 mm geben.

In Frankreich dient als Einheit das Licht einer Carcel- (Moderateur-) Lampe größten Formats von 20 mm Dochtweite, welche in einer Stunde 42 g gereinigten Colzalöls (Kohlfaat- oder Rüböls) verbrennt; man nennt dort diese Lichtmenge einfach »*bec Carcel*« oder auch nur schlechtweg »*bec*«.

In England wendet man als Lichteinheit die sog. Parlamentskerze (*London standard spermaceti candle*) an, die bei einer Flammenhöhe von 45 mm stündlich 120 Grains (= 7,77 g) Spermaceti (Walrath) verbrennt.

Um Vergleiche in den verschiedenen Angaben zu ermöglichen, sei erwähnt, dafs annähernd:

- 1 deutsche Normkerze = 0,10 *becs Carcel* = 0,98 Parlamentskerzen,
1 *bec Carcel* = 9,83 (oder rund 10) Vereinskerzen = 9,6 Parlamentskerzen und
1 engl. Parlamentskerze = 1,02 Vereinskerzen = 0,104 *becs Carcel*.

Literatur

über »künstliche Beleuchtung der Räume«.

- ECLET, E. *Traité d'éclairage*. Paris 1827. — Deutsche Uebersetzung von J. G. CH. WEISE. 3. Aufl. von HARTMANN. Weimar 1853.
- BOLLEY, P. *Handbuch der chemischen Technologie*. I. Bd., 2. Gruppe. Das Beleuchtungswesen. Braunschweig 1862.
- The artificial lighting of buildings, and gas*. Builder, Vol. 31, S. 25.
- Les sources de lumière. Des divers systèmes d'éclairage public et privé*. *Revue gén. de l'arch.* 1875, S. III.
- PERL, E. *Die Beleuchtungstoffe und deren Fabrikation*. Wien 1876.
- Bericht über die Weltausstellung in Paris 1878. Herausgegeben von der k. k. österreichischen Commission. 4. Heft. Gas- und elektrische Beleuchtung. Von H. NACHTSHEIM. Wien 1877.
- Illuftrirte Patentberichte. Nr. 2: Patent-Classe 4. Beleuchtungsgegenstände. Sachliche Zusammenstellung der bis zum 1. Jan. 1879 in dieser Classe ertheilten Patente, nebst Anhang über elektrische Beleuchtung. Bearbeitet von M. MÜLLER. Berlin 1879.
- STROTT, G. R. *Ueber Leuchtmaterialien, deren Eigenschaften, Bestimmung der Lichtstärke, Leuchtkraft und des Leuchtwertes etc.* Holzminde 1880.
- UHLAND, W. H. *Handbuch für den praktischen Maschinen-Constructeur*. II. Band. 3. Beleuchtung. Leipzig. Seit 1880 im Erscheinen begriffen.
-

I. Kapitel.

Gasbeleuchtung.

a) Lichtentwicklung und Lichtmenge.

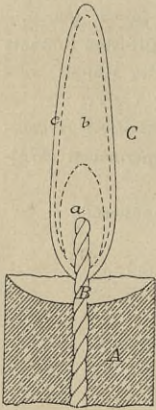
Die Quellen, welche das Licht für künstliche Beleuchtung liefern, sind durchweg — mit theilweiser Ausnahme des elektrischen Lichtes — gleicher Art. Grundsätzliche Unterschiede treten nur in so fern auf, als in dem einen Falle der Brennstoff für die Lichtentwicklung bereits weiter vorbereitet ist, als in dem anderen Falle.

1.
Kerzen-
flamme.

In Form einer Kerze von Wachs, Stearin, Paraffin etc. bedarf der Brennstoff der weitgehendsten Umwandlung; deshalb möge das Kerzenlicht für die Erkennung der Vorgänge des Leuchtens, so wie der Bedingungen, unter welchen die grösste Lichtmenge mit Hilfe einer und derselben Brennstoffmenge erreicht werden kann, als Vorbild dienen.

Fig. 1 ist ein lothrechter Durchschnitt einer Kerze. Durch die von der Lichtflamme *C* entwickelte Wärme wird die Oberfläche des Brennstoffes *A* geschmolzen, und zwar, da die Wärme nur durch Strahlung übertragen werden kann, bis auf

Fig. 1.



eine sphärische Fläche, die einen Behälter für den geschmolzenen Brennstoff bildet. In der Mitte der Kerze befindet sich der Docht *B*, welcher vermöge der Haarröhrchenkraft den nunmehr flüssigen Brennstoff in die Flamme führt. Die Temperatur der Flamme bewirkt die Ueberführung der Flüssigkeit in die Gasform. Das grösstentheils aus Kohlenwasserstoffen bestehende Gas entströmt dem Docht nach allen Seiten und wird in steigendem Masse von der eigentlichen Flamme erwärmt, zunächst bis die Temperatur desselben genügend geworden ist, um eine Zerlegung wenigstens eines Theiles der Kohlenwasserstoffe, bezw. eine Ausscheidung festen Kohlenstoffes in äusserst fein zertheiltem Zustande hervorzubringen. Nunmehr ist der Rohstoff, welcher leuchten soll, gegeben: die glühenden Kohlenstofftheilchen bringen die Lichterscheinung hervor, und zwar wächst die Entschiedenheit des Lichtes mit der Temperatur von Dunkelroth zu Kirschroth, weiter zu Orange und endlich zu Weiss. Der in Fig. 1 einerseits von dem Raum *a*, andererseits von der Hülle *c* eingeschlossene Raum *b* der Lichtflamme ist angefüllt mit glühenden Kohlentheilchen und leuchtet allein.

Behuf Hervorbringung der Wärme, welche die Kohlentheilchen zum Glühen zu bringen, welche den flüssigen Brennstoff zu vergafen, welche endlich den festen Brennstoff zu schmelzen hat, werden die zum Leuchten benutzten Kohlentheilchen sowohl, als auch der sie begleitende Wasserstoff mit dem Sauerstoff der die Flamme umgebenden atmosphärischen Luft verbunden. Dieser Verbrennungsvorgang findet innerhalb des Raumes statt, welcher in Fig. 1 mit *c* bezeichnet ist, und welcher den leuchtenden Körper *b* einschliesst. Die dünnwandige Verbrennungszone *c* erwärmt den Körper *b*, welcher seinerseits einen Theil der empfangenen Wärme an die Vergafungszone *a* abgibt u. f. w. Die Temperatur des Dochtendes ist eine niedrige; hält man dasselbe nur in der Vergafungszone *a* (durch regelmässiges Kürzen des Dochtes), so wird es kaum gebräunt.

Die Wärme gebende Zone *c* erwärmt nun nicht allein den Flammenkern,

fondern sie strahlt eine nicht unbedeutende Wärmemenge nach außen, welche demnach für die Lichtentwicklung nicht benutzt werden kann.

Eine Flamme wird die denkbar größte Lichtmenge aus einem gegebenen Brennstoff entwickeln, wenn aller Kohlenstoff in fester Form ausgefchieden, wenn derselbe möglichst lange im Glühen erhalten wird und nur in dem Maße zur Verbrennung gelangt, als der Wärmebedarf es fordert. Es liegt auf der Hand, daß das Genannte für einen bestimmten Brennstoff nur eintreten kann bei einem bestimmten Verhältniß der mit der atmosphärischen Luft in Berührung stehenden Flammenoberfläche zu dem Inhalt der Flammentheile b und a und zu der Menge des durch den Docht zugeführten Brennstoffes. Wird dieses Verhältniß nach der einen Seite überschritten, so verbrennt der Kohlenstoff zu früh; es wird daher seine Leuchtfähigkeit nicht genügend benutzt; findet dagegen die Ueberschreitung nach der anderen Seite statt, so gelangt der Kohlenstoff nicht vollständig zum Glühen und zur Verbrennung, verläßt vielmehr die Flamme als Ruß. Es ist sonach erklärlich, daß diejenige Lichtflamme, welche in Bezug auf den Brennstoffverbrauch als die vortheilhafteste bezeichnet werden muß, in Folge geringer äußerer Einflüsse zu rufen beginnt.

Will man in einer Lichtflamme mehr Brennstoff verbrauchen, mehr Licht entwickeln, als die bisher besprochene, einen Rotationskörper bildende Flamme in vortheilhafter Weise zu entwickeln vermag, so muß eine Form der Flamme gewählt werden, welche größer ist als diese, welche aber dasselbe Verhältniß zwischen Oberfläche und Rauminhalt hat. Offenbar genügt eine platte Flamme dieser Anforderung und eben so die Flamme, deren Form entsteht, indem man eine breite platte Flamme so biegt, daß die Seitenränder zusammenstoßen, also die Flamme einen Hohlzylinder bildet. Derartige Flammenformen sind für feste Brennstoffe nicht gebräuchlich, wohl aber für flüssige. Sie wurden zuerst (1789) von *Aimé Argand* in Paris mittels des nach ihm benannten Brenners hervorgebracht.

2.
Form
der
Flamme.

Für den vorliegenden Zweck ist noch nothwendig, auf eine weitere Erörterung derjenigen Flammen einzugehen, deren Brennstoff bereits an anderen Orten in Gas verwandelt ist, bei welchen also der oben geschilderte Vorgang in dem Raume a beginnt, so daß nur die drei Räume oder Körper a , b und c in Frage kommen. Das unter dem Namen Leuchtgas in unseren Gasanstalten gefertigte Erzeugniß ist eine aus vielen verschiedenen Gasen zusammengesetzte und in der Zusammensetzung wechselnde Mischung²⁾. Als Licht gebende Bestandtheile sind zu nennen: Kohlenwasserstoffdämpfe und Kohlenwasserstoffe, als verunreinigende: Kohlenäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff etc.

3.
Leucht-
gas.

Je nach der Art des Rohstoffes, je nach der Herstellungsart sind die Gase in anderen Mengenverhältnissen vorhanden, so daß man genau genommen für jede Flammenanordnung vorher die Zusammensetzung des betreffenden Gases feststellen sollte. Praktisch ist ein solches Verfahren undurchführbar und auch überflüssig, da andere wesentliche Einflüsse eben so veränderlich sind. Es mag deshalb in dem Folgenden die Zusammensetzung des Leuchtgases nur durch die Bezeichnungen »kohlenstoffärmer« und »kohlenstoffreicher« näher angegeben werden.

Die Flamme, welche Fig. 2 darstellt, und welche entsteht, indem das Gas aus einem runden Loch ausströmt, giebt schon Veranlassung zur Berücksichtigung des

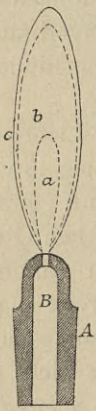
4.
Leuchtgas-
flammen.

2) Vergl. SCHILLING, N. H. Handbuch der Steinkohlengas-Beleuchtung. 3. Aufl. München 1878. S. 82.

genannten Unterschiedes. Je kohlenstoffreicher das Gas ist, um so mehr Kohlentheilchen werden unter denselben Umständen aus derselben Gasmenge gebildet, um so dichter werden dieselben sowohl in der Leuchtzone *b*, als auch in der Verbrennungszone *c* auftreten. Es genügt daher ein kleinerer Raum *b*; es muß aber die Außenfläche von *c* im Verhältniß zur Flammengröße größer sein, als bei kohlenstoffärmerem Gase, da Raum geboten werden muß zur Verbrennung der verhältnißmäßigeren Kohlenmenge. Dasselbe gilt von den platten Flammen Fig. 3 u. 4, so wie von der Flamme des Argand-Brenners, indem diese für kohlenstoffreicheres Gas dünner, für kohlenstoffärmeres Gas dagegen dicker sein müssen, sofern sie eine möglichst gute Ausnutzung des Brennstoffes herbeiführen sollen.

5.
Brenner.

Fig. 2.



Sofern in dem Hals *B* des Brenners *A* eine größere Spannung herrscht, so wird die Geschwindigkeit des ausströmenden Gases ebenfalls eine größere. Die unmittelbare Folge hiervon ist, daß die ausgeschiedenen Kohlentheilchen in *b* weiter aus einander getrieben werden und der Gasraum *a* größer ausfällt; die Lichtmenge der Flamme steigt hierdurch zwar im Ganzen, aber in geringerem Maße, als die verbrauchte Gasmenge. Außerdem bringt die rasche Bewegung des Gases Luftwirbelungen hervor, so daß eine stärkere Mischung des Gases mit Luft, sonach eine frühere Verbrennung der Kohlentheilchen eintritt. Die Erfahrung hat das Gesagte bestätigt, indem durch sorgfältige Versuche nachgewiesen ist, daß die beste Ausnutzung des Gases bei niedrigstem Druck in dem Brennerhals *B* erzielt wird.

Die Brenner werden von Metall, Porzellan oder Speckstein hergestellt. Erstere sind am wenigsten zu empfehlen, da sie sowohl durch Rosten leiden, als auch die Lichtflamme durch ihr Wärmeleitungsvermögen schädigen; letztere sind allen anderen Brennern vorzuziehen.

6.
Loch- u.
Flachbrenner.

Für geringe Lichtmengen verwendet man den Einlochbrenner (Fig. 2). Derselbe giebt im Durchschnitt ein gutes Licht bei einem Druck von 2 bis 6 mm Wasserfäule im Brennerhals und einem stündlichen Gasverbrauch von 25 bis 50^l. Auf die Lichtstärke einer Vereinskerze (vergl. S. 5) bezogen, gebraucht die gut behandelte Flamme durchschnittlich etwa 21^l an Gas.

Die Flachbrenner sind für einen stündlichen Gasverbrauch von 90 bis 125^l am meisten zu empfehlen. Man verwendet zwei Arten der Flachbrenner, nämlich

Fig. 3.

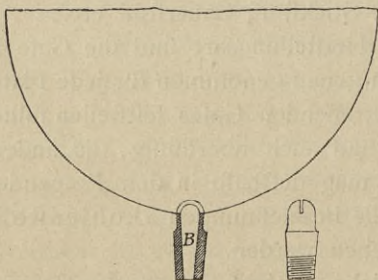
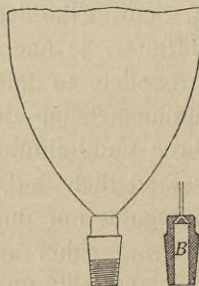


Fig. 4.



den Fledermaus- oder Schnittbrenner (Fig. 3) und den Fischschwanz- oder Zweilochbrenner (Fig. 4). Die zylindrische oder besser bauchförmige Halshöhlung *B* des letzteren ist mit einer Platte geschlossen, welche zwei gegen einander geneigte Löcher durchbrechen; das

aus diesen Löchern strömende Gas stößt auf einander und bildet, wenn entzündet, eine platte Flamme, deren Ebene winkelrecht zu derjenigen gerichtet ist, in welcher die Axen der bei-

den Löcher liegen. Der Schnittbrenner (Fig. 3) hat entweder einen cylindrischen, besser aber einen sich erweiternden Hals *B*, welcher vermöge eines Schlitzes mit dem Freien in Verbindung steht. Die Form der Flamme ist bei diesem Brenner breiter, als bei dem Zweilochbrenner.

Der Schnittbrenner ist — mit Hilfe eines dünnen Metallstreifens — leicht zu reinigen, was besonders bei metallenen Brennern von großem Werth ist; der Zweilochbrenner soll sich vorwiegend für kohlenstoffreiche Gase eignen.

Die vorliegenden Flachbrenner bedürfen eines Gasdruckes von 3 bis 4 mm Wasserfäule — ersterer ist passend für Schnitt-, letzterer für Zweilochbrenner — damit die Flamme durch die gewöhnlichen Luftströmungen nicht zu sehr gestört wird. Der Gasverbrauch auf die Lichtstärke einer Vereinskerze bezogen beträgt 13 bis 16^l in der Stunde.

Der Argand-Brenner (Fig. 5 u. 6) ist für Gasmengen von 120 bis 160^l in der Stunde am geeignetsten.

Derselbe unterscheidet sich, wie Fig. 5 erkennen läßt, abgesehen von der röhrenförmigen Gestalt der Flamme, dadurch von den eigentlichen Flachbrennern, daß er von einem Glasrohr *C* umgeben ist, welches einen schädlichen Einfluß zufälliger Luftströmungen, sofern dieselben vorwiegend wagerecht gerichtet sind, hindert. Diese Einrichtung ermöglicht, den Argand-Brenner mit sehr geringem Gasdruck zu gebrauchen, was wohl die wesentlichste Ursache für die vortheilhafte Verbrennung des Gases in dem Brenner ist. Die Verbrennungsluft tritt sowohl in das Innere des Flammenringes, als auch an die Außenfläche desselben.

Der für letztern bestimmte Luftstrom wird durch den Blechkegel *D* so geleitet, daß er sich der Flamme zuneigt. Da die Geschwindigkeit der Luftströme, abgesehen von Reibungswiderständen, von der Temperatur innerhalb des als Schornstein wirkenden Glasrohres *C* und von der Höhe desselben abhängt, da ferner für die zweckmäßigste Verbrennung eine bestimmte Luftmenge erforderlich ist, so müssen, will man die vortheilhafteste Leistung des Brenners erreichen, Glasrohr *C*, Gasmenge und Querschnitte für den Luftstrom zu einander genau passen, was gewöhnlich nicht der Fall zu sein pflegt.

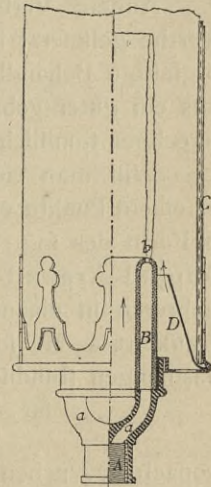
Dem Brenner wird das Gas von *A* aus durch die beiden Röhren *a, a* zugeführt. Das Gas verbreitet sich dann in dem ringförmigen Hohlraum *B*, um bei *b* durch zahlreiche — 18 bis 40 — Löcher zur Flamme zu gelangen. Unmittelbar über dem Brenner vereinigen sich die einzelnen Gasströme zu der Röhrenform, so daß an der Flamme die Zuführungsart nicht erkannt werden kann. Selten wendet man statt der vielen Löcher einen engen, ringförmigen Schlitz an.

Sugg in London hat sich den in Fig. 6 abgebildeten Argand-Brenner patentiren lassen, welcher in Bezug auf Ausnutzung des Gases das Hervorragendste leistet.

Zunächst ist an diesem Brenner bemerkenswerth, daß der Blechschirm *D*, welcher die Luft der Außenfläche der Flamme zuführen soll, den Brennerkopf überragt, daß ferner im Inneren des Brenners ein Stift mit Knopf *E* angebracht ist, welcher hier dafür zu sorgen hat, daß der Luftstrom sich der Flammenfläche zuneigt, und daß endlich auch zwischen dem Blechkegel *D* und dem Glasrohr *C* Luft zugeführt wird. Diese Luftzuführung ist bestimmt, die Wirbelungen zu vermindern, welche entstehen, sobald die innerhalb des Blechkegels *D* emporsteigende Luft plötzlich den Querschnitt des Glasrohres *C* ausfüllen soll. Wesentlich sind aber außerdem die Verbesserungen, welche in der beliebigen Herabminderung des Gasdruckes im Brenner bestehen. Die drei engen Röhren *a*, welche das Gas dem Hohlraum *B* zuführen, münden andererseits in der Kammer *d*. Diese steht mit dem Glasrohr *A* mittels einer kreisförmigen Oefnung ihres

7.
Argand-
Brenner.

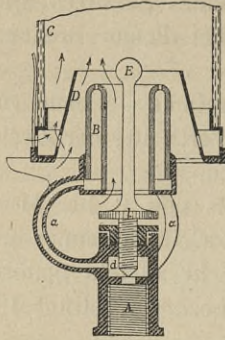
Fig. 5.



Argand-Brenner. 1/2 n. G.

8.
Sugg'scher
Brenner.

Fig. 6.



Bodens in Verbindung, in welche die untere, kegelförmige Spitze des Stiftes *E* ragt. Das Gewinde des unteren Theiles von *E* findet fein Muttergewinde in dem Deckel der Kammer *d*; je nachdem man durch Drehen an der gerändelten Scheibe *l* diese genannte kegelförmige Spitze tiefer oder höher stellt, wird der Gaszufluss vermindert oder vergrößert, somit der Gasdruck im Brenner beliebig verändert. Die Einstellung kann recht wohl während des Brennens der Flamme gefchehen, so dass man im Stande ist, den vortheilhaftesten Gasdruck durch Veruche zu finden.

Durch verschiedenartige Einrichtungen ist die Wirkungsart der Argand-Brenner verschieden, was man aus folgender kleinen Zusammenstellung ersehen wolle:

Sugg'scher Brenner. 1/2 n. G.	Leuchtkraft für 100 ¹ stündlichen Gasverbrauch.
Gewöhnlicher Porzellan-Argand-Brenner	9,6 Kerzen.
» Speckstein-Argand-Brenner	9,5 »
Parifer Normal-Argand-Brenner	9,0 »
Londoner » » »	10,2 »
Sugg's verbefferteter Brenner	12,3 »

Andere Veruche haben für die verbefferten Brenner noch vortheilhaftere Werthe geliefert; indess haben dieselben für die Praxis wenig Werth, da sie eine zu sorgfältige Behandlung zur Bedingung haben. Man kann im Allgemeinen annehmen, dass ein guter gebräuchlicher Argand-Brenner für die Helligkeit einer Vereinskerze berechnet stündlich 10 bis 12¹ Gas verbraucht.

Will man eine grössere Lichtmenge, als etwa die von 14 Kerzen gleichsam an einem Punkte erzeugen, so vereinigt man eine Zahl von Einzelbrennern, entweder in Form des fog. Sonnenbrenners, von dem später die Rede sein wird, oder als Doppel-Argand-Brenner. Letztere ³⁾ rühren von Sugg her; sie bestehen aus mehreren in einander gesteckten Argand-Brennern. Nach Veruchen von Faas in Frankfurt a. M. sollen diese Brenner, je nach Grösse und Lichtstärken, folgende Gasmengen stündlich verbrauchen:

	für	50	80	100	120	200	Kerzen
		420	570	700	850	1400	Liter Leuchtgas,

wonach sie, neben der massenhaften Lichtentwicklung, die bis zu 200 Kerzen getrieben werden kann, den Vortheil sehr geringen Gasverbrauchs haben.

Die stärkere Lichtentwicklung mittels des genannten neuen Brenners dürfte auf die entstehende höhere Verbrennungstemperatur zurückzuführen sein. Die letztere wird dadurch hervorgebracht, dass verhältnismässig weniger Wärme durch Strahlung verloren geht.

Fr. Siemens ⁴⁾ will eine höhere Temperatur der Lichtflammen hervorbringen durch Vorwärmen der Verbrennungsluft. Die Wärme der Verbrennungsgase soll hierzu benutzt werden, indem man diese wärmeleitenden Flächen entlang führt, die andererseits von der zugeführten Luft bespült werden.

Aus den bisherigen Erörterungen folgt, dass keine genauen Verhältniszahlen zwischen Lichtmengen und verbrauchten Gasmengen gegeben werden können. Behuf Bestimmung der Lichtmenge, welche ein zu beleuchtender Raum bedarf, kann man

³⁾ Vergl. Neuerungen an Lampen und Laternen. Polyt. Journ. Bd. 233, S. 306.

⁴⁾ Vergl. SIEMENS, FR. Regenerative Gasbeleuchtung. Sitzungsber. d. Ver. z. Bef. d. Gwbl. in Preussen 1879, S. 106.

9.
Doppel-
Argand-
Brenner.

10.
Vorwärmen
d. Verbrennungs-
luft.

11.
Erforderl.
Licht-
menge.

indeffen ohne folche genauen Werthe auskommen, da diefe felbft noch viel weniger in genauen Zahlen genannt zu werden vermag. Sie hängt zunächft ab von dem gröfseren oder geringeren Glanz, welchen man dem Raume geben will, ferner von Form und Farbe der Wandbekleidung, endlich von der Art der Benutzung des betreffenden Raumes. Sollen einzelne Punkte, kleine Arbeitsplätze beleuchtet werden, fo kann als Anhalt dienen, dafs ein Argand-Brenner, welcher ftündlich etwa 130^l Gas verbraucht, auf ca. 1,5^m Entfernung noch genügend für das Schreiben und Zeichnen auf weifsem oder doch nur wenig gefärbtem Papier erhellt. Zu genaueren Zeichnungen und ähnlichen, viel Licht erfordernden Arbeiten ift die Lichtquelle näher zu rücken oder zu vergrößern.

Für Hörfäle bedarf man — nach zahlreichen von mir in deutschen und öfterreichifchen Hochschulen gemachten Beobachtungen — durchfchnittlich für jeden Hörer die Lichtftärke von 1¹/₂ bis 3 Kerzen.

Nennt man *Z* die Zahl der erforderlichen Kerzen-Lichtftärken, *C* den Inhalt des zu beleuchtenden Raumes (in Cubik-Met.), fo kann man für mittlere Ansprüche und Verhältniffe fetzen:

$$Z = \frac{C}{(1,3 \text{ bis } 2,5) + 0,0005 C}, \dots \dots \dots 1.$$

wobei eine zweckmäfsige Vertheilung der Flammen und eine angenäherte Höhenlage *h* über dem Fußboden angenommen ift, nach der Formel:

$$h = (1,3 \text{ m bis } 1,6 \text{ m}) + 0,25 H \text{ Meter}, \dots \dots \dots 2.$$

in welcher Formel *H* die lichte Höhe des Raumes (in Metern) bezeichnet.

Weitere Angaben über die erforderliche Lichtmenge vermag ich zur Zeit nicht zu machen. Die genannten Ziffern find in die Zahl folcher Flammen umzurechnen, die man anzuwenden gedenkt; weiter oben find die hierzu nöthigen Angaben bereits gemacht.

Im Allgemeinen find für eine Kerzen-Lichtftärke 0,6 Einlochbrenner mit 21^l, 0,12 Flachbrenner mit 14^l oder 0,08 Argand-Brenner mit 11^l ftündlichem Gasverbrauch zu rechnen.

b) Gasleitungen und Druckregulatoren.

Die erforderliche Weite und die Lage der Gasleitung läßt fich nach den zuletzt gemachten Angaben beftimmen. Was zunächft die Lage betrifft, fo ift zweifellos, dafs das Zuleitungs-Röhrenwerk von dem Brenner ab zunächft an eine der Einfchließungsflächen des Raumes, hiernach aber den Wänden, Decken etc. entlang geführt wird. Den erftgenannten Theil des Röhrenwerkes werde ich fpäter noch befprechen; in Bezug auf den letzteren, ausgedehnteren Theil ift zunächft die gegenfeitige Lage der zu beleuchtenden Räume, fo wie die Benutzungsart derfelben ins Auge zu faffen.

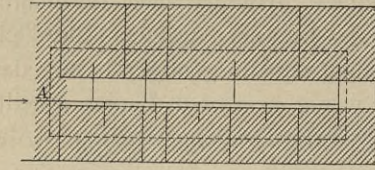
12.
Lage
der
Leitung.

Von einem Punkte, und zwar von der Gasuhr (fiche Art. 14) aus, ift eine Zahl von Räumen mit der geforderten Gasmenge zu verforgen. Liegen diefe Räume in einer Reihe neben einander, fo wird man ein Rohr derfelben entlang führen und für jeden Raum ein oder mehrere Zweigrohre anfchließen. Sind dagegen die Räume in mehreren Reihen neben oder über einander angeordnet, fo ift es zweifelhaft, ob jene erfte Anordnung zu einem Grätenfyftem ausgebildet werden foll, oder ob eine Kreisordnung des Hauptrohres vorzuziehen ift. Fig. 7 ift eine schema-

13.
Anordnung
des
Rohrnetzes.

tische Darstellung der Rohrlage nach den beiden genannten Arten. Die dünnen ausgezogenen Linien sollen das Grätensystem, die gefrichelten Linien das Kreis-

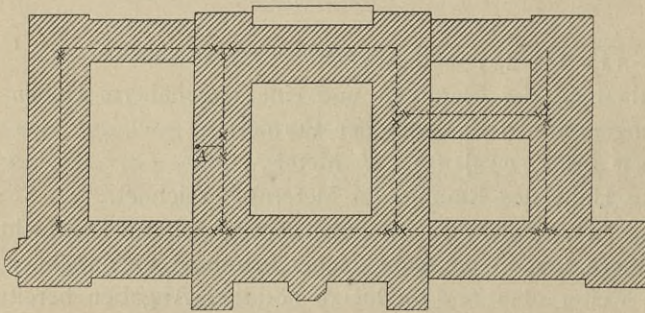
Fig. 7.



system vorstellen. Man erieht aus der Abbildung, das in Bezug auf den Preis der Anlage in vielen Fällen beide Systeme einander gleich fein werden. Ist der Preis nicht ausschlaggebend, so ist die Benutzungsart der Räume zu berücksichtigen. In dem Falle, das sämtliche Räume immer gleichzeitig beleuchtet werden, sind beide Systeme ebenfalls gleichwerthig; findet dagegen eine wechselnde Benutzung der Beleuchtung statt,

werden gewöhnlich die einen der Räume benutzt, während die anderen unbeleuchtet bleiben, so gewährt das Kreisystem den nicht unbedeutenden Vorzug, einigen

Fig. 8.



Haupt-Gasleitung im Gebäude der technischen Hochschule zu Hannover.

1/2000 n. G.

Räumen, die etwa sehr reichlich beleuchtet werden sollen, das Gas von zwei Seiten zuzuführen. Da die Zuleitung von zwei Seiten ermöglicht ist, so gestattet das Kreisystem auch, einzelne Gebäudetheile, vielleicht behuf einer Reparatur, von der Gaszuleitung überhaupt auszuschließen, ohne die übrigen im Gasbezug zu beschränken. Mehr noch als in Fig. 7 treten diese Vortheile in Fig. 8 hervor,

welche die Hauptleitung der neuen technischen Hochschule in Hannover darstellt. Die liegenden Kreuze innerhalb der Leitung bezeichnen Absperr-Schieber, bezw. -Hähne, unter deren Benutzung das bei A eintretende Gas in verschiedenartiger Weise geleitet werden kann.

Bei Eintritt des Gases in das zu erleuchtende Gebäude muß dasselbe zunächst die fog. Gasuhr durchströmen, welche die Menge desselben mißt, behuf Berechnung des zu zahlenden Preises. Diese Gasuhren sind, genau genommen, keine gerechten Messer des Gases, da dessen Preis eigentlich auf Grund des Gewichtes und der Güte festgestellt werden sollte. Wenn auch in Bezug auf letztere von Zeit zu Zeit amtliche Beobachtungen gemacht werden, so genügen diese doch nicht, den Käufer des Gases vor Schaden zu schützen. Ein genaueres als das gebräuchliche Messverfahren, welches gleichzeitig praktisch durchführbar ist, giebt es aber zur Zeit nicht; man muß daher bestrebt sein, die wesentlichsten Mängel des Cubicirens zu mildern. (Vergl. auch das in Kap. 5, unter e. γ . über Gasuhren Gesagte.)

In Folge von Temperaturschwankungen nimmt eine und dieselbe Gasmenge verschiedene Räume ein, sowohl in Folge der unmittelbaren Ausdehnungen, bezw. Zusammenziehungen desselben, als auch namentlich durch Aenderung des Vermögens, Wasser zu verdunsten. Durch Abkühlung des Gases wird dasselbe gezwungen, den aufgenommenen Wasserdampf zum Theil als Wasser abzugeben; nach Erwärmung

des Gases sucht dasselbe mit Begier Wasser zu verdunsten und in sich aufzunehmen. Deshalb gilt als erste Regel: die Gasuhr soll an einem möglichst kühlen Orte und so aufgestellt werden, daß das Gas auf seinem Wege von der Straßenleitung zur Gasuhr keine Gelegenheit findet, sich zu erwärmen. Selbstverständlich muß der betreffende Raum frostfrei sein, da in Folge des Gefrierens des etwa mitgerissenen Wassers empfindliche Störungen eintreten. Sonach ist der geeignetste Platz für die Gasuhr im Kellergeschoß zu suchen. Bei den mit Recht beliebten fog. nassen Gasuhren ist die Möglichkeit des Verdampfens von Wasser am größten; man hat die Wasserfüllung der Uhren durch andere Flüssigkeiten, und zwar solche, die nicht trocknen oder gar hygroskopisch sind, z. B. Glycerin, Chlorcalcium-Lösung etc., zu ersetzen gesucht, jedoch bisher ohne den genügenden Erfolg.

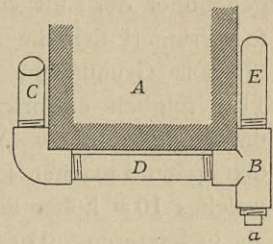
Eine gewisse Menge von Wasserdampf führt das Leuchtgas fast immer mit sich. Wird es daher durch Räume geführt, welche kälter sind, als der Gasuhr-Raum, so ist es wahrscheinlich, daß ein Theil des Wasserdampfes verdichtet wird. Da nun die Räume, durch welche die Leitung führt, in der Regel zeitweise ungeheizt sind, so ist für eine zweckmäßige Ableitung des Wassers Sorge zu tragen. Bei kürzeren Leitungen erreicht man dieselbe in der Regel durch eine von der Gasuhr fortlaufend steigende Lage der Rohre, so daß das gebildete Wasser zur Gasuhr zurückfließt. Nicht selten ist eine solche allmählich steigende Lage nicht überall durchzuführen, z. B. wenn den Rohren ein Träger *A* (Fig. 9) den Weg versperrt. Man schaltet alsdann in den Rohrstrang *CDE* bei *B* statt eines Bogens oder Winkels ein T-Stück ein und benutzt das eine Ende desselben, welches mittels des Pflockes *a* verstopft ist, zum Ablassen des Wassers, welches sich etwa ansammelt. In ausgedehnteren Leitungen müssen gewöhnlich besondere Wasserfänger (Siphons) angeordnet werden, welche mit einem Hahn versehen werden, um das angesammelte Wasser bequem entfernen zu können. Der an der inneren Fläche der Rohre sich bildende Rost löst sich zuweilen von diesen ab und rutscht in stark steigenden Leitungen nach unten, wofelbst eine theilweise Verstopfung der Leitung hervorgerufen werden kann. Behuf Befreiung derselben schaltet man an dem unteren Ende des stark steigenden Rohres in ähnlicher Art ein T-Stück ein, wie in Fig. 9 angegeben ist.

Zwischen der Straßenleitung und der Gasuhr sollte immer ein Hahn oder für größere Rohrweiten ein Schieber eingeschaltet werden, um sowohl bei Ausbesserungen der Gasanlage, als auch namentlich bei Unfällen das Gas völlig abschließen zu können. Nicht selten empfiehlt es sich, in Rücksicht auf Unfälle irgend welcher Art, den genannten Haupthahn außerhalb des Gebäudes zugänglich zu machen. Außer dem ersten Haupthahn sollten in umfangreicheren Leitungen an geeigneten Stellen noch fernere Haupthähne zweiter Ordnung zum Anschluß einzelner Gebäudetheile oder auch einzelner Räume angebracht werden.

Die Leitungsrohre sollen nach Möglichkeit zugänglich bleiben. Sie sollen daher in den Zimmern auf, nicht unter den Verkleidungen, dem Putz der Wände und Decken liegen. Die Gasleitung ist in denjenigen Gebäuden, in welchen sie angebracht wird, ein vollberechtigter Gebäudetheil; sie verdient daher künstlerisch angebildet, nicht aber versteckt zu werden. Zur Unterbringung der dickeren

15.
Ableitung
des
Wassers.

Fig. 9.



16.
Haupt-
hähne.

17.
Führung
der
Rohre.

Hauptleitungsrohre, welche schwer in die Decoration der Wände und Decken einzuführen sind, benutzt man die Kellerräume oder den Dachboden. So weit die Rohre nicht frei gelegt werden können, sollen sie mindestens frei von Verbindungsstellen sein.

18. Weite der Rohre. Die erforderliche Weite der Rohre ist nach den gegebenen Drücken an der Gasuhr und an den Brennern, nach den Widerständen der Bewegung in der Leitung und nach der Höhenlage des in Frage kommenden Brenners gegenüber der Gasuhr zu berechnen. Der Druck an der Gasuhr ist in verschiedenen Städten und auch innerhalb derselben Stadt an verschiedenen Orten derselben verschieden. Man hat sich daher nach den örtlichen Verhältnissen zu erkundigen. In der Regel kann man auf 16 mm Wasserfäule vor der Gasuhr rechnen. Die Gasuhr leistet einen Widerstand von 3 bis 4 mm Wasserfäule; der am Hahn des Brenners nothwendige Druck — welcher also durch den Hahn und die Leitung von diesem zum Brenner noch verringert wird — ist zu etwa 8 mm Wasserfäule anzunehmen.

Die Höhenlage des Brenners macht sich in folgender Weise bemerklich. Das specifische Gewicht des Leuchtgases schwankt nach seiner Zusammenfetzung; im Mittel kann man dasselbe zu 0,42 annehmen, wenn dasjenige der atmosphärischen Luft gleich 1 gesetzt wird. Es wiegt 1 cbm Luft bei 10 Grad Temperatur 1,2 kg, 1 cbm Gas unter der obigen Annahme $1,2 \cdot 0,42 = 0,5$ kg. Folglich bringt jedes steigende Meter einer Gasleitung eine Vermehrung des Drucküberschusses des Gases gegenüber der Luft von $1,2 - 0,5 = 0,7$ kg hervor; wiegt dagegen 1 cbm Gas 0,7 kg, so verringert sich die Druckerhöhung für das steigende Meter auf $1,2 - 0,7 = 0,5$ kg für 1 qm Grundfläche. Eine Wasserfläche von 1 qm Grösse und 1 mm Dicke wiegt 1 kg; folglich entspricht die genannte Ueberdruckzunahme einer Wasserfäule von 0,7 mm, bezw. 0,5 mm. Wenn kein Gas verbraucht wird, also keine Reibungswiderstände sich geltend machen können, so ist hiernach der Ueberdruck in einem Leitungstück, welches 10 m höher liegt, als ein anderes, um 7 mm, bezw. 5 mm Wasserfäule gröfser, als in letzterem. Dies ist die Ursache, warum man im Allgemeinen vorzieht — was in den meisten Fällen örtliche Verhältnisse allein schon empfehlenswerth erscheinen lassen — das Gas von unten nach oben zu führen, da die entstehenden Reibungsverluste durch die angegebene Ueberdruckzunahme eine Ausgleichung finden.

19. Widerstandshöhen. Nennt man die Länge eines geraden Rohres l , den Durchmesser desselben d , die secundliche Geschwindigkeit des Gases v (Alles in Metern), ferner g die bekannte Zahl 9,81, γ_0 das Gewicht von 1 cbm Gas bei 0 Grad, α den Ausdehnungs-Coefficienten und t die Temperatur des Gases, so ist, wie in den Kapiteln über »Heizung und Lüftung« näher erörtert werden wird, die durch Reibung entstehende Widerstandshöhe z (in Millim. Wasserfäule):

$$z = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \cdot \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} \left\{ 0,0003 \text{ bis } 0,001 \right\} 4 \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \dots \cdot 3.$$

Die Geschwindigkeit v des Gases wird sehr selten geringer als 0,5 m oder gröfser als 3 m angenommen; man kann daher den Summand $\frac{1}{v}$ des ersten eingeklammerten Werthes vernachlässigen. Der Zustand der Rohroberfläche ist im Allgemeinen ein guter, weshalb für den Werth der zweiten Klammer 0,0004 genommen werden darf. Das Gewicht von 1 cbm Gas $= \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}$ darf durchschnittlich zu 0,5 kg angenommen werden.

Nach Einführung dieser Durchschnittswerthe und Erfatz des Ausdruckes v durch Q , welches die Zahl der stündlich geförderten Gasmenge (in Cubik-Met.) bezeichnet, endlich nach Erfatz der Gröfse d (in Met.) durch d_1 (in Centim.) erhält man für die Widerstandshöhe folgende einfache Formel:

$$z_1 = l \cdot \frac{Q^2}{d_1^5} \dots \dots \dots 4.$$

Die Widerstandshöhe z_2 , die aus einer Querschnittsveränderung der Leitung hervorgeht, ist schwer in bequemer Weise auszudrücken. Bei guten Leitungen sind die Querschnittsveränderungen gewöhnlich nicht erheblich, weshalb diese Widerstandshöhe vernachlässigt werden mag. Der Widerstand in einem Knie ist

$$z_3 = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,4 \cdot \frac{Q^2}{d_1^4} \dots \dots \dots 5.$$

und derjenige eines Bogens durchschnittlich gleich

$$z_4 = 0,3 \cdot \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,12 \cdot \frac{Q^2}{d_1^4} \dots \dots \dots 6.$$

zu setzen. Die auf der folgenden Seite befindliche Tabelle enthält eine Zahl von mit den Formeln 4., 5. und 6. gewonnenen Werthen. Die Benutzungsart dieser Tabelle dürfte ohne Weiteres verständlich sein.

Trotz sorgfältigster Bestimmung der Rohrweiten und Anordnung der Rohrfränge ist man nicht im Stande, auch nur annähernd gleiche Drücke in den Brennern zu erhalten, was eine gute Ausnutzung des Gases, wie oben näher erörtert, voraussetzt. Aber selbst, wenn es gelungen wäre, diese gleichmäßige Druckvertheilung für einen Zustand zu gewinnen, so würde dieselbe für alle übrigen Benutzungsarten der Anlage nicht eintreten können, indem durch Ausschließen eines Zimmers von der Beleuchtung, oft durch Absperren einiger Brenner, die Bewegungshindernisse des Gases vermindert werden, also der Gasdruck eine Erhöhung erfährt. In weit höherem Mafse als durch die Wechsel, die in der Benutzung der Brenner eines Hauses stattfinden, wird der Gasdruck beeinflusst durch den wechselnden Gasverbrauch einer Strafe oder eines Stadtviertels. Man ist daher gezwungen, die Leitung so einzurichten, dafs mindestens der erforderliche, sonst ein höherer Druck in jedem Brenner vorhanden ist. Die Hähne, mit welchen der Gaszuflufs sonst abgeperrt wird, dienen alsdann gleichzeitig zur Droffelung oder entsprechenden Verminderung des Druckes.

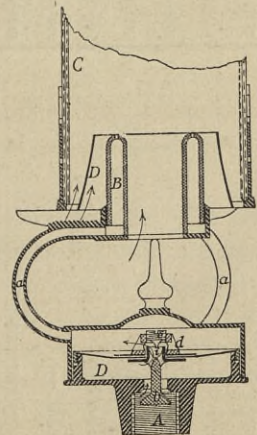
Da die Bedienung der Hähne einige Sorgfalt und viel Zeit beansprucht, so hat man durch Einschaltung sog. Druckregulatoren in das Rohrnetz die Druckschwankungen in engere Grenzen geschlossen oder aber unter jeden Brenner einen solchen Druckregulator angebracht. Durch erstere wird in geringerem, durch letztere in höherem Mafse eine Gleichmäßigkeit des Druckes erzielt.

Die grundsätzliche Anordnung der Druckregulatoren ist im Wesentlichen gleich; ich darf mich daher auf die Beschreibung eines derselben in feiner Verbindung mit dem Argand-Brenner beschränken.

Fig. 10 ist ein Durchschnitt desselben; der obere Theil der Figur besteht aus dem Argand-Brenner, der keiner weiteren Erläuterung bedarf. Das Gas gelangt aus dem in die Tülle A geschraubten Rohr zunächst in den Druck-

20.
Druck-
regulatoren.

Fig. 10.



Argand-Brenner mit Druckregulator. 1/2 n. G.

Widerstandshöhen in Millimetern Wasserfäule

Stündliche Gasförderung Q in Cubik-Met.

	Z_1 für 1 m gerader Leitung bei einer Rohrweite $d_1 =$										Z_2 für ein Knie bei einer Rohrweite $d_1 =$					Z_4 für einen Bogen bei einer Rohrweite $d_1 =$													
	0,6	0,95	1,25	1,6	1,9	2,55	3,2	3,8	5,1 cm		0,6	0,95	1,25	1,6	1,9	2,55	3,2	3,8	5,1 cm	0,6	0,95	1,25	1,6	1,9	2,55	3,2	3,8	5,1 cm	
0,1	0,13	0,61									0,031	0,005								0,009	0,002								
0,2	0,51	0,05	0,016								0,125	0,020	0,007							0,037	0,006	0,002							
0,3	1,15	0,12	0,029	0,008							0,28	0,045	0,015	0,005						0,084	0,013	0,005	0,002						
0,5		0,32	0,082	0,024	0,010						0,125	0,041	0,015	0,005	0,068					0,037	0,012	0,005	0,002	0,002					
0,7		0,63	0,16	0,047	0,019	0,005					0,25	0,08	0,013	0,007	0,168					0,075	0,024	0,009	0,005	0,002	0,002				
1,0			0,41	0,039	0,040	0,019					0,16	0,06	0,03	0,016						0,05	0,015	0,009	0,005	0,005	0,005				
1,5			0,72	0,21	0,09	0,021	0,007				0,37	0,14	0,07	0,035	0,009					0,11	0,04	0,02	0,011	0,003	0,003				
2,0				0,38	0,16	0,037	0,012	0,005				0,24	0,12	0,063	0,015	0,008					0,07	0,04	0,019	0,005	0,002	0,002			
3,0				0,56	0,36	0,083	0,027	0,011				0,54	0,27	0,14	0,033	0,017					0,16	0,08	0,04	0,010	0,005	0,005			
4,0					0,64	0,15	0,048	0,020					0,48	0,25	0,06	0,030						0,14	0,08	0,018	0,009	0,009			
5,0						0,23	0,075	0,031	0,007			0,41	0,10	0,048	0,015							0,12	0,03	0,014	0,005	0,005			
6,0						0,33	0,11	0,045	0,011			0,56	0,14	0,068	0,021							0,17	0,04	0,020	0,006	0,006			
7,0						0,45	0,15	0,061	0,014				0,76	0,18	0,09	0,029						0,23	0,05	0,027	0,009	0,009			
8,0							0,19	0,080	0,019					0,24	0,12	0,038						0,07	0,036	0,011	0,011				
9,0							0,24	0,102	0,024					0,31	0,15	0,048						0,09	0,045	0,014	0,014				
10,0							0,30	0,13	0,029					0,38	0,19	0,059						0,11	0,057	0,018	0,018				
12,0							0,43	0,18	0,042					0,53	0,27	0,085						0,16	0,08	0,025	0,025				
15,0							0,67	0,31	0,065					0,85	0,42	0,13						0,25	0,13	0,039	0,039				
20,0							0,50	0,116						0,76	0,24							0,23	0,13	0,072	0,072				

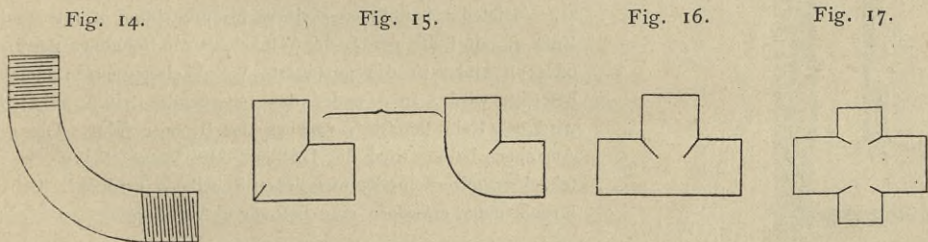
regulator, durchflömt denselben in der Weise, wie die eingezeichneten Pfeile angeben, und gelangt durch die drei Röhrchen *a* in den Brennerkopf *B*. Ueber *A* befindet sich eine ventilartige Verengung, gegen deren kegelförmige Fläche sich unter Umfländen der Kegel *b* legt. Der letztere ist an einer Gummiplatte befestigt, welche die Decke der kreisrunden Kammer *D* bildet. Sofern nun der Gasdruck in *D* ein gewisses Maß überschreitet, wird die Gummiplatte und mit ihr der Kegel *b* gehoben, somit die ringförmige Gaszuflörmungsöffnung verengt und der Druck in *D* vermindert. In *D* muß ein höherer Druck herrschen als in *B*, weil die Bewegungshindernisse von *D* nach *B* überwunden werden müssen. Die Verfertigung des Ganzen kann nicht so sorgfältig fein, daß die Widerstände immer dieselben sind; deshalb hat man in den kronenförmigen Körper *d* eine Schraube mit Spitze *e* gesetzt, durch welche die Ausflörmungsöffnung im Hals *i* nach Bedarf verengt werden kann.

Die Hausleitungen werden meistens aus schmiedeeisernen Röhren und zugehörigen Verbindungsstücken hergestellt und mittels Rohrhaken (Fig. 11) an den Wänden oder Decken befestigt.

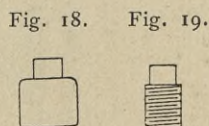
Die im Handel vorkommenden schmiedeeisernen Röhre haben die im I. Theile des vorliegenden Handbuches (Band 1: Die Technik der wichtigeren Baustoffe, Abchn. 1, Kap. 6: Eisen und Stahl, unter g.) angegebenen Abmessungen.

Die einzelnen Rohrstücke, welche in Längen von 2,5 bis 3,6 m geliefert werden, verlängert man mittels Muffen (Fig. 12), in welche die mit Gewinden versehenen Röhrenden je bis zur Mitte — unter Anwendung von Mennige-Kitt und Hanf — eingeschraubt werden. Ist man nicht im Stande, zu diesem Zwecke eines der Röhre zu drehen, so muß man ein sog. Langgewinde anwenden. Das Ende des einen Rohres ist alsdann mit einem so langen Gewinde versehen, daß die Muffe auf demselben vollständig Platz hat. Nachdem das Rohr dem anderen gegenüber in die richtige Lage gebracht ist, dreht man die Muffe so lange, bis sie den Rohrstoß richtig deckt.

Verjüngungen des Rohrstranges erzielt man mittels der Verjüngungsmuffe (Fig. 13), Biegungen desselben durch Biegen des Rohres, meistens aber mit Hilfe



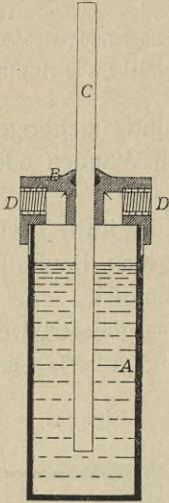
von Bogen- (Fig. 14) oder Kniestücken (Fig. 15). Zweigrohre werden mit Hilfe der T-Stücke (Fig. 16) oder Kreuzstücke (Fig. 17) angegeschlossen. Beide sind mit innerem Gewinde versehen und verbinden demnach mit ihrem eigentlichen Zweck denjenigen der Muffen. Indem man den einzelnen Zweigen der Kreuz- und T-Stücke verschiedene Weiten giebt, kann man dieselben auch zur Verjüngung der Leitung benutzen. Den Endabschluss der Leitungen bringt man hervor durch Kappen (Fig. 18), die mit innerem Gewinde, oder durch Stöpsel oder Pföcke (Fig. 19), welche mit äußerem Gewinde versehen sind.



22.
Prüfung
der
Leitungen.

Die größte Sorgfalt beim Legen der Rohre bietet allein keine sichere Bürgschaft für die genügende Dichtheit der Leitung; es bedarf hierzu vielmehr einer regelmäßigen Prüfung. Die Gasarbeiter begnügen sich oft, nach der Herstellung einer Verbindung die Luft aus dem andererseits abgESPerrten Rohrstrang zu saugen und dann die Zunge vor das freie Ende des Rohres zu legen. Ist nach einiger Zeit das Abheben der Zunge noch erschwert, so erklären sie den betreffenden Theil der Leitung für dicht. Dieses Verfahrensverfahren ist indessen nicht genügend; man sollte vielmehr immer mit dem Manometer arbeiten. Eine zweckmäßige Form eines solchen Manometers läßt Fig. 20 erkennen.

Fig. 20.



Wasser-Manometer.
1/4 n. G.

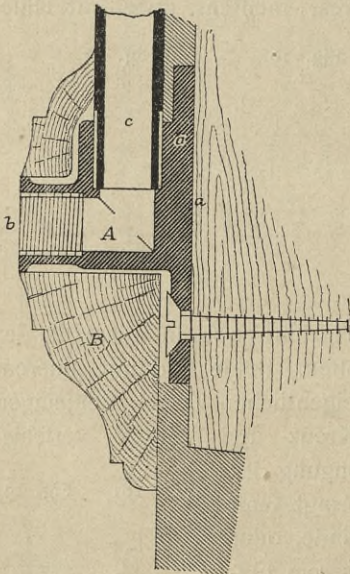
Ein schmiedeeisernes Rohr *A* ist an einem Ende zugeschweißt und oben mit einer Kappe *B* luftdicht verschlossen. In *B* sind drei Bohrungen angebracht, nämlich eine in der Mitte, in welche ein Glasrohr *C* eingedichtet ist, und zwei seitwärts liegende *D, D*. Eine der letzteren ist mit dem Anfang der Leitung verbunden, während die andere eine Art Mundstück enthält. In *A* ist Wasser gegossen. Nachdem ein Theil der Leitung gelegt ist, schließt man deren Ende und bläst kräftig in das Mundstück *D*, so daß das Wasser entsprechend hoch in *C* aufsteigt. Nunmehr schließt man das Mundstück mit dem Daumen oder auch mittels eines eingeschalteten Hahnes und beobachtet den Wasserpiegel; sinkt derselbe nicht, so ist die Leitung dicht; senkt er sich aber, so muß die undichte Stelle aufgesucht werden. Dies geschieht, indem man die verdächtigen Stellen mit Seifenwasser bestreicht; die austretende Luft bildet Blasen, welche den Ort der Undichtheit leicht erkennen lassen. Wiederholt man den Versuch nach Fertigstellung je einer ferneren Strecke, so hat man die etwaigen Fehler immer nur innerhalb eines

kleineren Raumes zu suchen und kann, wenn die Leitung verdeckt werden soll, die Putzarbeit dem Rohrlegen unmittelbar folgen lassen.

23.
Decken-
u. Wand-
scheiben.

Die nach den Brennern führenden Rohre werden an den Leitungen entweder mit Hilfe der Knie- oder T-Stücke befestigt, in welchem Falle in unmittelbarer Nähe derselben ein Rohrhaken eingeschlagen ist, oder es wird eine Wand- oder Deckenscheibe (Fig. 21) eingeschaltet.

Fig. 21.



Wandscheibe. 1/2 n. G.

Dieselbe besteht aus einem Messingwinkel *A* mit breitem Fuß *a*, mit Hilfe dessen der Winkel an die Schalung der Decke oder an einen in die gemauerte Wand eingegypsten Holzklötzchen befestigt wird. In *c* endet das betreffende Leitungsrohr; in *b* wird das Rohr befestigt, welches zum Brenner führt. Des guten Aussehens halber wird die Decken- oder Wandscheibe *Aa* mittels einer hölzernen oder metallenen Scheibe *B* verdeckt. Schwere Kronleuchten erfordern eine besondere Aufhängung.

24.
Kugelgelenke.

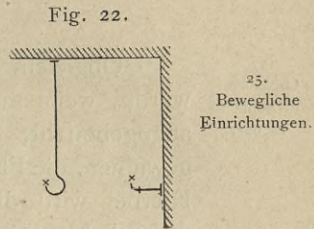
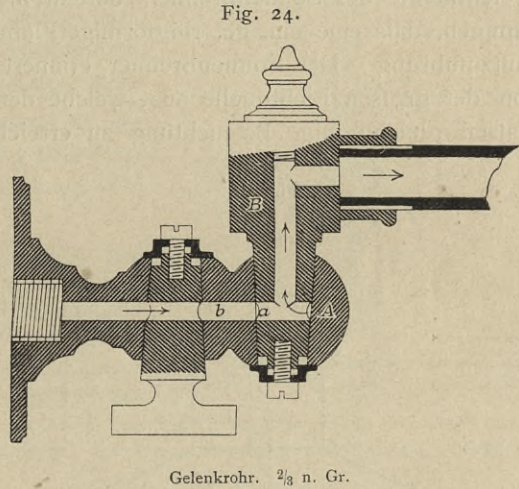
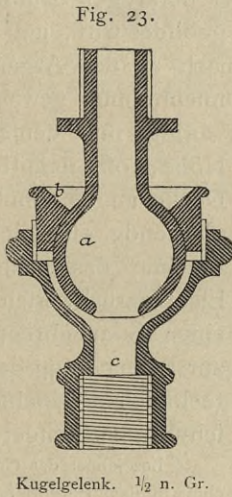
Das in *b* (Fig. 21) zu schraubende schmiedeeiserne oder Messingrohr wird sehr häufig als Steifrohr ohne Weiteres, nur unter Einschaltung eines Hähnchens, bis zum Brenner fortgeführt, wie Fig. 22 erkennen läßt. Lange hängende Steifrohre geben, in Folge zufälliger Seitendrucke, Veranlassung zu Undichtheiten an der Deckenscheibe. Man schaltet, um diese zu vermeiden, Kugelgelenke (Fig. 23) ein. Der Deckel *b* derselben wird durch das Gewicht des Rohres *c* nebst Zubehör so gegen die

Kugel *a* gedrückt, das eine vollständige Dichtigkeit der beweglichen Verbindung gesichert ist.

Behuf Gewinnung der Möglichkeit, den Ort des Brenners verändern zu können, sind die folgenden Einrichtungen im Gebrauch.

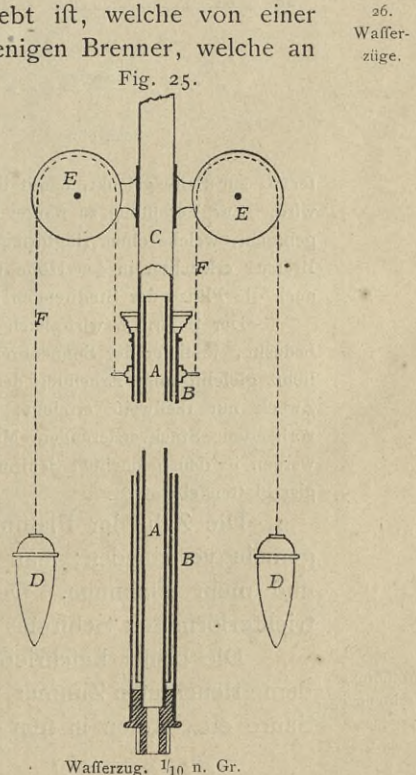
Die freieste Beweglichkeit gewährt die Einschaltung eines Schlauches zwischen Wand Scheibe und Brenner, bezw. Lampe. Der Gummischlauch pflegt nach einigem Gebrauch einen unangenehmen Geruch zu verbreiten, weshalb das Gelenkrohr (Fig. 24) häufiger im Gebrauch ist.

Dasselbe enthält ein oder mehrere Gelenke; der Rohrkopf *A* ist kegelförmig gebohrt und nimmt den Zapfen des Rohrkopfes *B* auf. Dieser Zapfen ist bei *a* mit einer Rille versehen, so das das von *b* zuflömende Gas den Zapfen von *B* ringsum bespülen, also in jeder Stellung des Kopfes *B* gegenüber *A* in die Bohrung des ersten gelangen kann.



Während das Gelenkrohr für solche Flammen beliebt ist, welche von einer Wand aus mit Gas gespeist werden, zieht man für diejenigen Brenner, welche an der Decke hängen, in der Länge veränderliche Rohre vor. Theils wird die Veränderlichkeit der Länge durch stopfbüchsenartige Verbindungen erzielt, theils verwendet man den sog. Wafferzug (Fig. 25).

Das mit den Brennern in fester Verbindung stehende Rohr *A* ist von einem concentrischen Rohr *B* so umgeben, das ein ringförmiger, unten geschlossener Hohlraum entsteht. In diesen mit Wasser gefüllten Hohlraum taucht das untere Ende des an der Decke befestigten Gasrohres *C*. Das Wasser bildet hiernach einen dichten Verschluss zwischen dem festen Rohr *C* und dem beweglichen Rohr *A*. Das Gewicht des letzteren nebst allem Zubehör muss ausgeglichen werden, was durch Gegengewichte *D*, welche an den über die Rollen *E* gelegten Ketten *F* hängen, erfolgt. Dasjenige Wasser, welches durch Verdunstung aus dem Verschluss entfernt wird, muss von Zeit zu Zeit ersetzt werden ⁵⁾.



⁵⁾ Die Bauordnung von Cassel, die neuen Entwürfe für die Bauordnungen von Berlin und Hamburg etc. enthalten Bestimmungen über die Anlage von Gasleitungen in privaten und öffentlichen Gebäuden, auf deren Grundlage *Baumeister* in feiner »Normalen Bauordnung« (Wiesbaden 1881) den §. 37 (S. 53) formulirte: »Gasleitungen müssen außerhalb und innerhalb der Gebäude von Eisen ausgeführt und gegen Ausströmungen sichergestellt sein. Hausleitungen sollen gegen die Strafsenleitung an einem gesicherten, aber leicht zugänglichen Ort innerhalb des Gebäudes abschliessbar sein. Bei grossen Gebäuden muss ein solcher Abschluss für jedes einzelne Geschoss, bezw. für jede einzelne Wohnung hergestellt werden. Zweigleitungen für umfassende Bau-Complexe, gewerbliche Anlagen u. dergl. sind mit einem Verschluss auf der Strafe zu versehen, welcher leicht aufgefunden werden kann . . .«

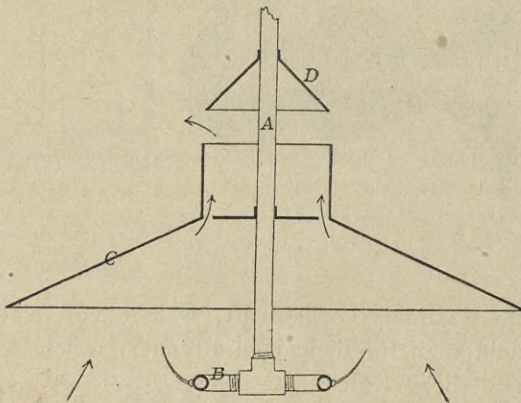
Wafferzug. 1/10 n. Gr.

c) Flammengruppen.

27.
Gaskronen
u. Sonnen-
brenner.

Obgleich die vortheilhafteste Ausnutzung des Leuchtgases gewonnen werden würde, wenn man die einzelnen Flammen in einer Ebene, deren Höhenlage früher angegeben ist, gleichmäÙig vertheilt, so pflegt man, um ein besseres Aussehen zu gewinnen, die Flammen in Gruppen zusammenzufassen, fog. Gaskronen anzuwenden. Hierbei wird die Zahl der lothrechten, den freien Raum durchschneidenden Rohre wesentlich verringert. In einzelnen Fällen ist man in der Sammlung der Flammen zu Gruppen noch weiter gegangen: man hat fog. Sonnenbrenner conßruirt. Das Wesentlichste des Sonnenbrenners besteht in einer derartigen Sammlung der Einzelflammen, das eine einzige, ringförmige Flamme gebildet wird, und in einer sicheren Luftzuführung. Der Sonnenbrenner erinnert sonach an den Argand-Brenner. Um von der groÙen Lichtquelle aus, welche der Sonnenbrenner gewährt, eine einigermassen gleichförmige Beleuchtung zu erreichen, bringt man denselben in gröÙerer

Fig. 26.

Sonnenbrenner. $\frac{1}{10}$ n. Gr.

Höhe, oft unmittelbar unter der Decke an und muß deshalb durch glänzende oder doch hell gefärbte Flächen das nach oben fallende Licht zurückwerfen. Fig. 26 stellt einen Sonnenbrenner dar, welcher zur Beleuchtung der Hörsäle in der technischen Hochschule zu Braunschweig verwendet wird.

A bezeichnet das Gaszuführungsrohr, welches in dem ringförmigen, mit 18 Brennern versehenen Rohr *B* endigt. An dem Rohr *A* hängt zunächst ein unten weis gefrichener Schirm *C*, welcher sowohl das Licht nach unten zu werfen hat, als auch für die Führung der Luft sorgt. Die Verbrennungsproducte entweichen durch einen trommelförmigen Aufsatz und werden mittels des Trichters

D zur Seite gelenkt, damit die Zimmerdecke möglichst vor der Einwirkung der heißen Gase geschützt wird. Zur Verhütung zu starker Luftströmungen ist in dem Hals des Schirmes eine wagrechte Platte angebracht, welche einen ringförmigen Spalt von nur 1 cm Weite für die Abströmung der Gase freiläßt. Der Brenner erleuchtet in 4 m Höhe über dem Fußboden sowohl die 3,9 m entfernte Wand (mit Tafel), als auch die Plätze der Studirenden in einem Kreis von 3 m Halbmesser vollkommen deutlich.

Der Schirm *C* wirft nach der Decke zu einen intensiven Schatten, der eine um so größere Fläche bedeckt, je tiefer der Sonnenbrenner unter der Decke angebracht ist. In Fällen, in denen es auf möglichst gleichförmige Erhellung des betreffenden Raumes ankommt, wird in Folge dessen der beabsichtigte Zweck nur theilweise erreicht; bei reicherer Ausstattung der Decken werden aus gleichem Grunde etwa vorhandene Stuckverzierungen, Malereien, Täfelungen etc. verdunkelt. Um diese Uebelstände zu verhüten, werden in dem gedachten Schirm zahlreiche Schlitzte angebracht und in diese Glimmer- (*Mica*-) oder Milchglas-Platten eingesetzt.

Die Zahl der Flammen, die in einem Sonnenbrenner vereinigt werden, ist ungleich verschieden; man hat Sonnenbrenner mit nur 6, allein auch solche mit 200 und mehr Flammen. Dementsprechend variirt auch der untere Durchmesser des trichterförmigen Schirmes etwa zwischen 40 und 170 cm.

Die bisher beschriebenen Brenner mit Zubehör führen die Verbrennungsgase dem erleuchteten Zimmer zu. Die besonders unangenehmen derselben, als: schweflige Säure etc., treten in sehr geringen Mengen auf; dagegen wirken die eigentlichen

28.
Abführung
d. Verbrennungs-
producte.

Verbrennungsgase, Wasserdampf und Kohlenäure, ihrer großen Menge halber sehr verunreinigend auf die Luft des beleuchteten Raumes. Auch kann die Wärmeentwicklung oft höchst belästigend sein.

Als Mittelwerthe kann man annehmen, daß 1 cbm Gas 0,9 kg bis 1,6 kg Kohlenäure, 0,8 kg bis 1,3 kg Wasserdampf und 4000 bis 7000 Wärmeinheiten entwickelt. Hiernach liegt die Berechtigung des Wunsches vor, die Mischung der Verbrennungsgase mit der Zimmerluft zu verhindern.

Man hat zu dem Zwecke die Lichtflammen durch Glaswände von dem Zimmer abgeperrt oder dafür geforgt, daß die Verbrennungsgase sicher abgeführt werden. Fig. 27 stellt einen einzelnen Argand-Brenner dar, welcher dementsprechend eingerichtet ist.

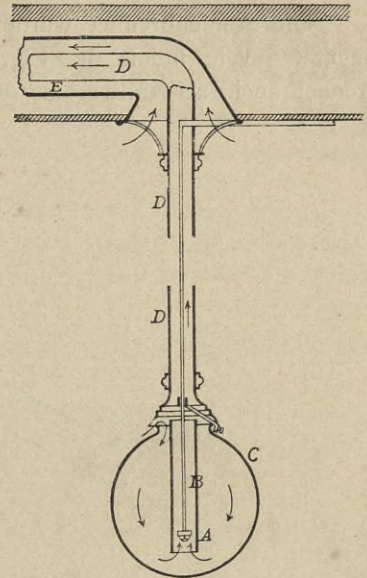
A bezeichnet den Brenner, *B* dessen Glasrohr, *C* eine Milchglaskugel, welche an ihrem oberen Ende so aufgehängt ist, daß man sie behuf des Entzündens der Flamme abnehmen kann. In Folge der Erwärmung der Luft im Glasrohr *B* wird von dem oberen Rand der Kugel die erforderliche Verbrennungsluft herabgezogen. Die Verbrennungsgase entweichen durch das Rohr *D* nach oben und faugen eine, wenn auch kleine Luftmenge durch den Spalt über dem Rande der Kugel *C* an; sie werden ferner durch ein weiteres, im Gebälk untergebrachtes Rohr *E* geführt, dessen Luft sie erwärmen, so daß, wenn *E* schliesslich in einen lothrechten Schacht mündet, auch diese Luft in lebhaften Fluß gelangt. Die hierdurch hervorgebrachte Luftabführung hat vorwiegend den Zweck, eine genügende Wärmeabfuhr von dem Rohr *D* zu veranlassen.

Fig. 28 stellt einen ähnlich eingerichteten Kronleuchter in lothrechtem Schnitt dar.

Es sind zwei Flammenringe über einander angebracht, die ihr Licht durch die Glasflächen *A* und *B* in den Raum senden. Der Gaszufluß erfolgt durch das in der Mitte von *D* liegende schmiedeeiserne Rohr; er wird mit Hilfe eines Hahnes geregelt, der bei *C* gedreht werden kann. Das Rohr *D* führt die Gase ab. Behuf des Anzündens wird der Deckel *E*, dessen Gewicht durch Gegengewichte ausgeglichen ist, gehoben.

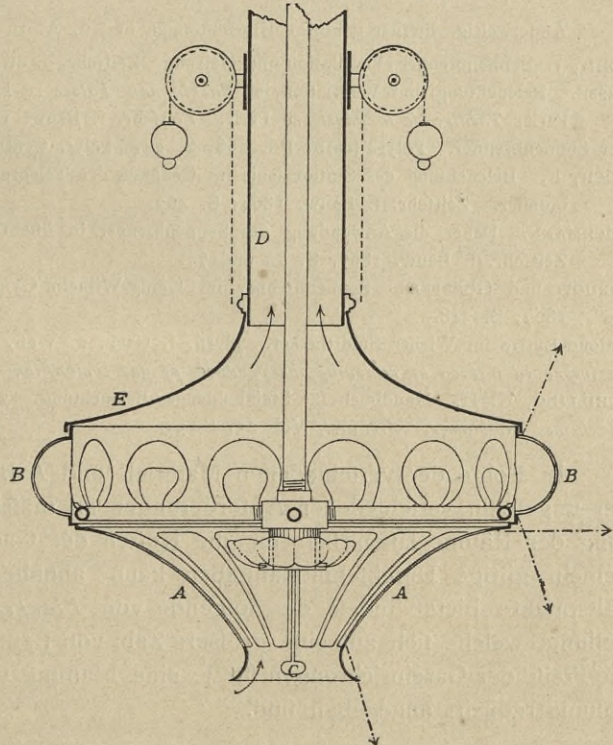
Endlich giebt Fig. 29 einen Sonnenbrenner im Schnitt. Derselbe ist in die Decke gelegt gedacht. Es ist zu der Figur noch zu bemerken, daß *E* auf dem Gasrohr ver-

Fig. 27.



Ricketts' Globe-light. (Benham & Sons in London.)
1/15 n. Gr.

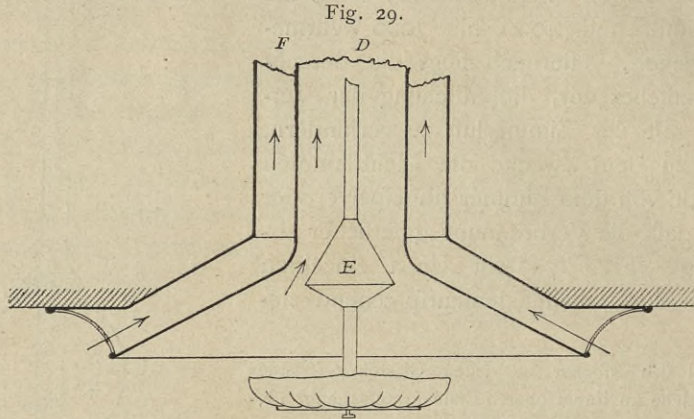
Fig. 28.



1/10 n. Gr.

schiebbar ist, um die Weite des Luftabströmungsrings genau einstellen zu können.

Die Sonnenbrenner wurden im Vorstehenden nur als „Beleuchtungsmittel« betrachtet. Wie indess die Fig. 28 und 29 bereits andeuten, dienen die Sonnenbrenner auch als »Mittel zur Lüftung« der betreffenden Räume; hiervon und von



Sonnenbrenner. $\frac{1}{10}$ n. Gr.

den Sicherungen, welche in Folge der starken Wärmeentwicklung an Decken- und Dachgebälken vorgenommen werden müssen, wird noch bei der »Heizung und Lüftung der Räume« (Kap. 6, unter a.) gesprochen werden; auch finden sich dort weitere Abbildungen von Sonnenbrennern.

Anderweitige hierher gehörige Einrichtungen sind u. A. zu finden in:

- BÖHM, J. Sonnenbrenner, Ventilation und Heizung. *Zeitfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1860, S. 82 u. 94.
 HESSE. Beleuchtung und Ventilation im *Buckingham Palace* zu London, *Théâtre impérial de Chatelet* zu Paris, *Théâtre de la gayeté* zu Paris. *Zeitfchr. f. Bauw.* 1863, S. 538.
 Der Sonnenbrenner. *Polyt. Journ.* Bd. 168, S. 24. *Polyt. Centralbl.* 1863, S. 672.
 KOCH, F. Beleuchtung des Stationsfaals im Gebäude der Telegraphen-Direction in Berlin durch Sonnenbrenner. *Zeitfchr. f. Bauw.* 1864, S. 462.
 BÖCKMANN. Ueber die Anwendung der Sonnenbrenner in öffentlichen und Geschäftslocalen in London. *Zeitfchr. f. Bauw.* 1867, S. 72 und 75.
 PARDOW und GOEBBELS. Sonnenbrenner im König-Wilhelm-Gymnasium in Berlin. *Zeitfchr. f. Bauw.* 1867, S. 348.
 Plafond-Luftre im Wiener Stadttheater. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1873, S. 391.
An improved method of removing the products of gas combustion. *Building News*, Vol. 39, S. 698.
 SCHILLING, N. H. Handbuch für Steinkohlengas-Beleuchtung. 3. Aufl. München 1878. S. 550.
The Fisher sun-burner. *Architect*, Vol. 25, S. 35.

29.
Kosten.

In Folge der verschiedenen Material- und Arbeitspreise, noch mehr in Folge der ungemein verschiedenen Anforderungen an mäfsigere oder reichlichere Beleuchtung der Räume lassen sich für die Kosten der Gasbeleuchtungs-Einrichtungen allgemein gültige Durchschnittsangaben kaum annähernd aufstellen. Werthvolle Anhaltspunkte bietet indess die folgende von *Blankenstein* ⁶⁾ herrührende Zusammenstellung, welche sich auf eine grössere Zahl von Bauten in Berlin bezieht, und worin die Preise der Gaseinrichtungen für je eine Flamme und auf je 100 cbm des Gebäudevolums reducirt angegeben sind.

⁶⁾ In: *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1880, S. 39.

Berliner Bauwerke. Bezeichnung.	Zahl der Gas- flammen im Gebäude.	Kosten der Gaseinrichtung in Mark	
		pro Flamme.	pro 100 cbm Gebäude.
Gärtnerhaus im Humboldthain	8	32,00	5,12
Wohnhaus für Krankenpflegerinnen im Friedrichshain	28	16,46	14,15
69. Gemeindefchule	69	22,40	15,00
75. Gemeindefchule	16	49,50	8,97
83./93. Gemeindefchule: Schulhaus	99	31,45	15,80
Turnhalle	13	28,45	22,03
65./77. Gemeindefchule: Schulhaus	72	17,38	6,06
Turnhalle	14	20,40	17,98
82./90. Gemeindefchule: Schulhaus	102	19,26	9,84
Turnhalle	13	25,38	17,52
12./64. Gemeindefchule: Schulhaus	86	26,43	11,90
Turnhalle	11	16,55	12,53
73. Gemeindefchule: Schulhaus	57	16,65	8,40
Turnhalle	13	15,23	14,69
89. Gemeindefchule	67	20,49	10,00
96. Gemeindefchule: Schulhaus	15	36,00	5,40
Turnhalle	14	25,80	20,71
95. Gemeindefchule	20	22,12	4,80
80. Gemeindefchule: Schulhaus	81	16,73	14,20
Wohnhaus nach der Strafe	37	43,70	33,15
78./97. Gemeindefchule: Schulhaus	108	13,73	6,83
Turnhalle	14	17,99	16,13
88. Gemeindefchule	80	16,80	10,98
Sophien-Schule	419	17,54	31,12
Ascanisches Gymnasium: Gymnasium	315	23,17	33,87
Directoratsgebäude	17	28,30	14,15
Turnhalle	68	13,25	14,92
Humboldt-Gymnasium: Gymnasium	314	19,10	26,80
Directoratsgebäude	25	23,68	9,72
Turnhalle	58	16,10	18,89
Leibnitz-Gymnasium: Gymnasium	298	29,90	49,07
Directoratsgebäude	29	33,20	32,00
Turnhalle	84	20,29	28,62
Gymnasium und Realfchule in der Dorotheen- und Georgen-Strafe:			
Gymnasium	340	35,66	49,32
Realfchule	347	36,82	53,58
Directoratsgebäude	33	43,82	26,92
Turnhalle	28	49,04	19,58
Königstädter Gymnasium und Realfchule: Claffengebäude	748	13,76	23,50
Directoratsgebäude	36	32,80	15,98
Turnhalle	61	15,00	13,70
Waifenhaus in der alten Jakobstraße	217	25,18	23,80
Krankenhaus in Friedrichshain: Zwei Verwaltungsgebäude mit Verbin-			
dungsbau und Portal	158	62,52	47,88
Oekonomiegebäude	192	14,00	15,74
Zwei Thorgebäude	34	17,92	22,20
Sechs dreieckhoffige Pavillons	421	48,58	23,75
Vier zweieckhoffige Pavillons	192	33,77	22,69

Berliner Bauwerke. Bezeichnung.	Zahl der Gas- flammen im Gebäude.	Kosten der Gaseinrichtung in Mark	
		pro Flamme.	pro 100 cbm Gebäude.
Zwei Ifolirgebäude	124	44,81	22,57
Badehaus	11	29,00	25,12
Leichenhaus	48	35,63	44,77
Neues Rathhaus	3253	49,97	83,15
St. Thomas-Kirche	264	28,15	20,48
Rathswage-Gebäude am Gartenplatz	47	25,15	12,84
Feuerwacht-Gebäude am Spittelmarkt	28	20,98	18,18
Feuerwacht-Gebäude in der Tieck-Straße	26	23,70	16,69
Pferdestall für die Schutzmannschaft	17	39,65	8,27

Literatur

über »Gasbeleuchtung« 7).

- WERNEKINCK, H. Der Berliner Circus. Gasbeleuchtung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1853, S. 213.
- HUGHES. Ueber Ausfluß und Bewegung des Gases in Röhren. *Polyt. Centralbl.* 1854, S. 66.
- MACCAUD. Vorrichtung, um das Entweichen von Gas zu entdecken. *Bulletin de la soc. d'encourag.* 1854, S. 363. *Polyt. Centralbl.* 1854, S. 1311. *Polyt. Journ. Bd.* 134, S. 133.
- MARX. Ueber die zweckmäsigste Weite der Gasbrenner. *Polyt. Journ. Bd.* 137, S. 49. *Polyt. Centralbl.* 1855, S. 994.
- Tuyaux de conduite pour le gaz; application à cet usage de la gutta-percha.* *Revue gén. de l'arch.* 1853, S. 374; 1857, S. 53.
- CARTER. Verschluss an Gasröhren. *Polyt. Centralbl.* 1858, S. 63.
- Gas and gas-lighting.* *Builder*, Vol. 17, S. 769.
- FOURNIER. Neues Verfahren, die undichten Stellen in den Leitungsröhren der Gasbeleuchtungen zu entdecken. *Allg. Bauz.* 1860, S. 235.
- WAESEMANN. Beleuchtung eines Juwelierladens und dessen Schaufenster. *Zeitschr. f. Bauw.* 1860, S. 478. *Éclairage au gaz des musées et des galeries de tableaux.* *Revue gén. de l'arch.* 1860, S. 238.
- SCHNUHR. Ueber Anlage der Gasleitungen und über Urfachen und Ermittlung der Undichtheiten derselben. *Zeitschr. f. Bauw.* 1862, S. 537.
- Éclairage des écoles.* *Revue gén. de l'arch.* 1862, S. 11.
- Nombre total de becs de gaz d'une école, et nombre des becs en raison du nombre d'enfants.* *Revue gén. de l'arch.* 1862, S. 13.
- Rauch zu verhindern beim Beleuchten mit Gas. *Scientif. americ.* Vol. 3, S. 337.
- AUDOUIN u. BERARD. Die Leitungen verschiedener Gasbrenner. *Polyt. Centralbl.* 1863, S. 267.
- Gasbeleuchtung im Gebäude der Telegraphen-Direction zu Berlin (Sonnenbrenner). *Zeitschr. f. Bauw.* 1864, S. 461.
- HEEREN. Der Cantagrel'sche Apparat zum Auffuchen undichter Stellen. *Mith. d. Gwbver. f. Hannover* 1865, S. 211. *Polyt. Journ. Bd.* 179, S. 143. *Polyt. Centralbl.* 1866, S. 29.
- KNOBLAUCH. Die neue Synagoge in Berlin. Gasbeleuchtung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1866, S. 483.
- ARSON, MONARD et HONORÉ. *Expériences sur l'écoulement des gaz en longues conduites faites dans les usines de la Compagnie Parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz, par ordre de M. DE GAYFFIER et DE M. CAMUS.* Paris 1867.
- ANSELL. Apparat zur Ermittlung von Gas-Entweichungen. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1867, S. 498. *Polyt. Journ. Bd.* 223, S. 546.
- HEIDMANN. Ueber einen dem Sonnenbrenner ähnlichen Brenner für Privatzimmer. *Zeitschr. f. Bauw.* 1867, S. 79.

7) So weit dieselbe für den Architekten in Frage kommt.

- ARSON, MONARD et HONORÉ. Versuche über die Bewegung des Leuchtgases in langen Röhren. *Civiling.* 1869, S. 66.
- BOHNSTEDT. Stadttheater in Riga. Plafond-Beleuchtung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1869, S. 200.
- Éclairage du théâtre du Vaudeville, à Paris. Revue gén. de l'arch.* 1869, S. 275.
- Ueber Beleuchtung von Theatern: Hof- und Nationaltheater in München. Rampenbeleuchtung in der Scala zu Mailand. Berliner Theater, sowie die Säle des Postgebäudes und Telegraphengebäudes. Pariser Theater, sowie einige grössere Säle in Paris. *Bayer. Ind.- u. Gwbl.* 1870, S. 9. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1870, S. 22, 87, 89, 94.
- POLE. Zur Theorie der Gasbrenner. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1870, S. 765.
- Éclairage des écoles de dessin de la ville de Paris. Revue gén. de l'arch.* 1870—71, S. 129.
- LADD. *Lighting of the Royal Albert Hall. Mechan. magaz.* Vol. 25, S. 189.
- Éclairage de l'école vétérinaire d'Alfort. Revue gén. de l'arch.* 1872, S. 115.
- Éclairage des théâtres. Revue gén. de l'arch.* 1861, S. 102; 1873, S. 133.
- GIROUD's Apparate für Gasleitungen und Gasprüfung. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1874, S. 126.
- BARTL. Vorrichtung zur selbstthätigen Ableitung des Condensationswassers aus Gasleitungen. *Polyt. Journ.* Bd. 214, S. 256.
- LAUNAY's Alarmvorrichtung, um Druckveränderungen des Leuchtgases zu verhüten. *Polyt. Journ.* Bd. 216, S. 36.
- KUHLMANN, F. *De l'éclairage et du chauffage par le gaz au point de vue de l'hygiène.* Paris 1876.
- GERMINET, G. *Chauffage et éclairage par le gaz.* Paris 1876.
- MONNIER, D. *Aide-mémoire pour le calcul des conduites de distribution du gaz d'éclairage et de chauffage.* Paris 1876.
- Éclairage de nuit de la salle de séances de la chambre des députés, au palais de Versailles. Revue gén. de l'arch.* 1876, S. 14.
- La lumière artificielle. Le gaz et ses sousproduits. Monit. indust. Belge* 1876, S. 87.
- LEMOINE, E. *Note sur l'éclairage au gaz. Journ. de l'éclairage* 1876, S. 180.
- PATTISON, J. Gasbrenner-Untersuchungen. *Journ. of gaslighting* 1876, Feb. 1. u. März 28.
- The history of gas-lighting. Builder,* Vol. 34, S. 1092, 1141.
- Common sense for gas users. A catechism of gas-lighting.* London 1877.
- Der amerikanische Gas-Sonnenlicht-Apparat. *Ill. Zeitg. f. Blechind.* 1877, S. 19.
- Procédés pour reconnaître les fuites de gaz. Gaz. des arch. et du bât.* 1877, S. 251.
- EYNDHOVEN. Ein praktischer Wink für Gasbeleuchtung. *Polyt. Journ.* Bd. 229, S. 449.
- ILGEN. Die Herstellung von Privat-Gaseinrichtungen. *Ill. Zeitg. f. Blechind.* 1878, S. 2, 18, 30, 46, 61, 106, 171.
- LÜDICKE, A. *Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinen-Schlosser.* Weimar 1878.
- MÜNKE, R. Mehrflammige Gaslampen mit Flammenmantel. *Polyt. Journ.* Bd. 229, S. 68.
- SCHILLING, N. H. *Handbuch für Steinkohlengas-Beleuchtung.* 3. Aufl. München 1878.
- Neuerungen an Gasregulatoren; von HIRZEL, BULLING, FLÜRSCHHEIM, DRESCH, PINTSCH, PIEPERSBERG und ULBRICH. *Polyt. Journ.* Bd. 231, S. 513.
- GRIMM's Kugelgelenk für Röhrenverbindungen für Gasleitungen. *Polyt. Journ.* Bd. 233, S. 360.
- MÜLLER, K. Ueber die neuesten Fortschritte der Gasbeleuchtung. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 260.
- HUGHES, S. *The construction of gas works and the manufacture and distribution of coal gas.* 6. edit. by W. RICHARDS. London 1880.
- HARRISON's Gaslicht-Verstärkungs-Apparat. *Rohrl. u. Gefundh.-Ing.* 1880, S. 14.
- ANSELL, G. F. Gas-Ausströmungs-Anzeiger. *Gefundh.-Ing.* 1880, S. 247.
- FABIAN, H. W. Luftzuführungsrohr für Beleuchtungsgegenstände. *Baugwks.-Ztg.* 1880, S. 423.
- SCHAAR, G. F. Die Steinkohlengasbereitung. 2. Aufl. Leipzig 1880.
- BÉRARD, P. *Sur des becs de gaz donnant une lumière d'une grande intensité. Bulletin de la soc. d'encourag.* 1880, S. 304.
- MÜLLER, A. Die Gasbeleuchtung im Haus etc. Wien 1881.
- Ferner:
- Journal für Gasbeleuchtung und Wasserverforgung.* München. Red. von H. SCHILLING u. BUNTE. Erscheint seit 1858.
- Journal de l'éclairage au gaz.* Herausgegeben von CHARBONNIER. Paris. Erscheint seit 1852.
- The journal of gas-lighting.*
- American gaslight-journal.*

2. Kapitel.

Beleuchtung mit elektrischem Licht.

30.
Licht-
entwicklung.

Das elektrische Licht wird entweder in Form des sog. *Volta'schen*, richtiger *Davy'schen* Lichtbogens oder eines durch den elektrischen Strom bis zur Weißgluth erhitzten Körpers (Incandescenz-Licht) gewonnen. Beide Lichtquellen sind gebräuchlich, empfehlen sich aber für verschiedene Zwecke.

Indem eine Kohlen spitze *A* (Fig. 30) mit dem positiven, eine Kohlen spitze *B* mit dem negativen Pol einer Batterie oder dynamo-elektrischen Maschine in Verbindung gesetzt wird, entsteht zwischen beiden Spitzen die Lichtentwicklung, welche den Namen *Volta'scher* Bogen führt. Die Spitzen, namentlich die $+$ Spitze *A*, kommen in lebhaftere Gluth, so daß wenigstens der größte Theil der Lichtentwicklung durch Glühen der Spitzen stattfindet.

Fig. 30.



Leitet man einen elektrischen Strom durch einen festen Körper, welcher, in Folge verhältnißmäßig geringen Querschnitts, dem Strom einen großen Widerstand bietet, so veranlaßt die frei werdende Wärme ein Erglühen des Körpers und damit die Lichtentwicklung.

Die elektrischen Lampen, welche bisher mit Erfolg in die Praxis eingeführt sind, benutzen ausschließlich stark glühende Kohle, sowohl zur Hervorbringung des *Volta'schen* Bogens, als auch zur Erzeugung des Weißgluthlichtes, so daß auch hier die glühende Kohle als lichterzeugender Körper auftritt.

In Folge der starken Erwärmung der Kohlenstücke und des Vorhandenseins atmosphärischer Luft findet eine entsprechende Verbrennung derselben statt, welche bei den genannten beiden Lichtarten verschiedenartige Einrichtungen zur Erhaltung einer dauernd gleichartigen Lichtentwicklung erfordern und welche den Namen elektrische Lampen führen.

31.
Regulatoren.

Bei Beobachtung des *Volta'schen* Bogens findet man zunächst, daß einer bestimmten Stromstärke eine bestimmte Entfernung der Kohlenstippen entspricht. Es muß sonach die Spitzenentfernung eine mit der Stromstärke wechselnde sein. Man findet ferner, daß die $+$ Spitze weit mehr erwärmt wird, als die $-$ Spitze; demzufolge ist die Abnutzung der ersteren erheblicher, als diejenige der letzteren, und zwar verbrennt, unter sonst gleichen Verhältnissen, von der $+$ Spitze doppelt so viel als von der $-$ Spitze. Die Spitzen müssen daher, wenn der Lichtpunkt feinen Ort nicht verändern soll, mit verschiedener Geschwindigkeit gegen diesen sich bewegen. Diesen Umständen wird durch geeignete mechanische Vorrichtungen Rechnung getragen, wodurch die sog. Regulatoren (elektrische Lampen mit Mechanik) entstehen.

Faßt man das Gefagte zusammen, so sind die Bedingungen, die ein Regulator zu erfüllen hat, folgende:

- 1) Geht kein Strom durch die Leitung, so müssen die beiden Kohlenstäbe einander berühren.
- 2) Sobald der Strom entstanden ist, so muß er die Stäbe aus einander treiben.
- 3) So lange der Strom andauert, muß der Abstand der beiden Stäbe, um ein ruhiges Licht zu erhalten, ein gleicher bleiben.
- 4) Der Lichtpunkt muß ein unveränderlicher bleiben, wenn Reflectoren, Linfen

etc. in Anwendung kommen sollen; indess kommt diese Bedingung für Beleuchtungszwecke nur selten in Frage.

Die Zahl der Regulator-Constructions ist zur Zeit bereits eine sehr bedeutende. Es kann nicht im Rahmen der vorliegenden Betrachtung gelegen sein, auch nur sämmtliche besseren und wichtigeren Einrichtungen hier vorzuführen. Eine Beschränkung auf die Beschreibung einiger Lampen, die in der Beleuchtungspraxis bereits Eingang gefunden haben, ist deshalb angezeigt.

Einer der älteren Regulatoren, der die genannten Constructionsbedingungen erfüllt, ist der *Serrin'sche*, welcher in Fig. 31 in einem lothrechten Schnitt schematisch dargestellt ist.

Ein F-förmiger, in lothrechter Bahn verschiebbarer Körper *A* trägt an seinem wagrechten Arm die + Spitze. Dieser gegenüber ist die Tragstange *B* der — Spitze, welche in der Hülse *C* verschiebbar ist, angebracht. *A* ist an seiner unteren Hälfte verzahnt und steht mit dem Stirnrad *D* im Eingriff, so dass, wenn *A* sich nach unten bewegt, *D* in der Pfeilrichtung gedreht wird. Mit *D* ist eine Trommel verbunden, deren Durchmesser genau halb so groß ist, als das Zahnrad *D*, und auf welche sich, sobald *D* gedreht wird, das Kettchen *E* wickelt. Dieses Kettchen ist über eine an *C* gelagerte Rolle *H* geführt und an dem wagrechten Arm der Tragstange *B* befestigt. In Folge dieser Einrichtung wird die Tragstange *B* und mit ihr die — Spitze um einen Theil gehoben, wenn *A* mit der + Spitze um zwei Theile niedersinkt. Beide Bewegungen endigen, sobald sich beide Spitzen berühren. Zur Hervorbringung eines der verlangten Lichtstärke entsprechenden Widerstandes müssen, wie schon erwähnt, die Spitzen einen gewissen Abstand haben. Deshalb ist die Hülse *C* in lothrechter Richtung beweglich angeordnet. Sie steht mit dem Gestell der Lampe durch die vier um feste Bolzen *K* schwingenden Arme *J* und durch die Schraubenfeder *L* in Verbindung; letztere ist so einzustellen, dass sie das Gewicht der Hülse *C* mit allem Zubehör in einer gewissen Höhenlage zu tragen vermag. Nahezu am unteren Ende der so aufgehängten Construction befindet sich ein Sperrkegel, welcher unter Umständen gegen die Arme des von *D* aus in rasche Umdrehung versetzten Sternrädchens *N* flößt und damit dieses sowohl, als auch das Rädchen *D* und den Arm *A* an jeder ferneren Bewegung hindert.

Der zur Hervorbringung des Lichtes dienende Strom wird durch die einen Eisenkern umgebende Drahtschraube *P* geleitet; der Eisenkern wird in Folge dessen magnetisch und wirkt so auf einen mit der Hülse *C* in Verbindung stehenden Anker *O*, dass dieser, der Stromstärke entsprechend, angezogen wird, also *C* und mit ihm die — Spitze sich entsprechend senkt. Mit der hierdurch entstehenden gegenseitigen Entfernung der Spitzen wächst der Widerstand; folglich tritt eine Schwächung des Stromes und eine Abnahme der erwähnten magnetischen Wirkung ein, so dass die Feder *L* im Stande ist, die — Spitze um eine gewisse Größe zu heben. Nach entsprechender Abnutzung der Spitzen hebt *L* die Hülse *C* mit Zubehör in dem Maße, dass der Sperrkegel das Sternrädchen *N* nicht mehr berührt, der Arm *A* niederzusenken vermag und hierdurch die Spitzen wieder in Berührung treten.

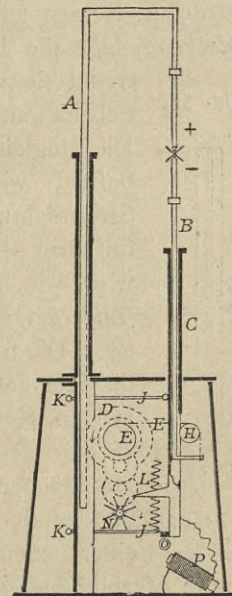
Bei einer von mir längere Zeit beobachteten Lampe fand das Nachrücken der + Spitze in Zeitabschnitten von etwa 0,5 Sekunden statt; bei anderen Lampen soll es möglich gewesen sein, die Spannung der Feder *L* so zu regeln, dass die selbstthätige Einstellung der + Spitze in Zeitabschnitten von nur 0,1 Sekunden erfolgte.

Man sieht, dass der beschriebene Regulator thatächlich allen oben genannten Bedingungen Rechnung trägt.

Siemens und *Halske* haben diesen Regulator (außer Anderen) mit einer Verbesserung versehen, vermöge welcher die Geschwindigkeit des Rades durch eine gewöhnliche Pendeluhrhemmung auch dann ein gewisses Maß nicht überschreitet, wenn ein größeres Stück von einer der Spitzen abbricht, also plötzlich ein größerer Weg der Spitzen erforderlich wird. Auch haben dieselben die elektromagnetische Einwirkung wesentlich vortheilhafter gestaltet, als *Serrin*.

32.
Regulator
von
Serrin.

Fig. 31.



Regulator von *Serrin*.

Will man eine Veränderlichkeit in dem Ort des Lichtpunktes zulassen, so vereinfacht sich die Einrichtung. Eine Anordnung des Ganzen, vermöge deren es ermöglicht wird, den Kasten, welcher den Regulator einschließt, über dem Licht anzubringen, ist leicht zu entwerfen.

33.
Ungetheilte
u. getheilte
Ströme.

Durch alle älteren Lampen wurde für die Einführung der elektrischen Beleuchtung in größerem Umfange die Schwierigkeit hervorgerufen, daß jeder Stromerzeuger (jede Lichtmaschine) nur ein Licht — allerdings von großer Lichtstärke — hervorbringen konnte. Eine Vertheilung des elektrischen Lichtbogens in mehrere kleinere war mit Hilfe der älteren Regulatoren gar nicht oder doch nur in sehr unsicherer Weise ausführbar, weil das Princip, auf dem diese Lampen beruhen, eine solche von vornherein ausschließt.

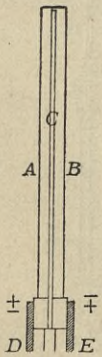
Eine Vertheilung des elektrischen Lichtes, bezw. eine Verbreitung desselben auf eine größere Fläche ist indefs, da man das Licht an Orte der Lichtentwicklung sehr selten unmittelbar gebrauchen kann, in hohem Grade erwünscht. Würde die gedachte Fläche eine um den Lichtpunkt concentrische Kugeloberfläche sein, so würde offenbar alles Licht gleichmäßig und voll zur Wirkung kommen, indem man den Halbmesser der Kugel proportional der Wurzel aus der Lichtstärke wählt. Die Einschließungsflächen eines cubischen Raumes sind weniger gleichmäßig zu beleuchten; hat ein zu beleuchtender Raum aber geringere Höhe und Breite als Länge, so kann von einem Lichtpunkte aus die Beleuchtung nicht mehr mit der nothwendigen Gleichförmigkeit erfolgen; man muß mehrere Lichter anbringen, sonach mehrere Stromquellen benutzen oder einen Strom so zerlegen, daß derselbe an mehreren Punkten das Licht erzeugt. Hiernach giebt es zwei Arten der elektrischen Beleuchtung: diejenige, welche ungetheilte und diejenige, welche getheilte Ströme verwendet.

Die Zertheilung eines Stromes ist möglich und im Gebrauch; man hat bis zu 20 Lampen von einem Strom gespeist.

34.
Kerzen
von
Fablockhoff.

Den ersten wesentlichen Fortschritt in dieser Richtung machte *Fablockhoff*, indem derselbe das mechanisch selbstthätige Einstellen der Länge des Lichtbogens gänzlich bei Seite ließ und an Stelle der Regulatoren die von ihm erfundenen sog. elektrischen Kerzen setzte, bei denen die Bogenlänge eine stets gleich bleibende ist. *Fablockhoff* legt die beiden Kohlenstifte *A* und *B* (Fig. 32) neben einander und trennt sie durch einen schlechten Leiter *C*; der Strom springt über die Scheidewand *C* hinweg und erzeugt dort die bekannte Lichterscheinung. Die Ungleichheit, welche zwischen der Abnutzung der $+$ und $-$ Spitze besteht, wird ausgeglichen, indem innerhalb kleinerer Zeitabschnitte die Stromrichtung wechselt, so daß jede der Spitzen gleich lange sowohl mit dem $+$, als auch mit dem $-$ Pol in Verbindung steht. Hierdurch wird, wie hier nicht weiter erörtert werden kann, die Anwendbarkeit der *Fablockhoff'schen* Kerzen einigermaßen erschwert.

Fig. 32.



Fablockhoff'sche
Kerze.

Die trennende Schicht *C* muß sich in derselben Weise verkürzen, wie die Kohlenstifte abnehmen; an einer in meinem Besitz befindlichen dergleichen Kerze besteht die Wand *C* aus Gyps. Die drei Theile *A*, *B* und *C* der Kerze sind zusammengekittet und können bequem zwischen die Maulflächen *D* und *E* einer Klemme, die mit den Leitungsdrähten verbunden sind, gesteckt werden. Die oberen Enden der Stifte *A* und *B* einer neuen Kerze sind mittels einer dünnen Graphitplatte oder dergl. in leitende Verbindung gebracht, welche zunächst durch den Strom zerstört wird; sie ist nothwendig, um den Strom in Thätigkeit treten zu lassen.

Die Lichtstärke einer *Fablockhoff*'schen Kerze kann auf etwa 400 Vereinskerzen geschätzt werden; sie erfordert zum Betriebe der Lichtmaschine etwa 1 Pferdestärke. Von diesen Kerzen können 4 bis 5 in denselben Leitungskreis eingeschaltet werden; indess muß man, wie schon angedeutet, Ströme wechselnder Richtung (sog. Wechselströme) in Anwendung bringen.

Der wesentlichste Mangel, woran die *Fablockhoff*'schen Kerzen leiden und der ihrer allgemeinen Einführung hinderlich ist, besteht darin, daß alle Kerzen erlöschen, wenn eine der in demselben Leitungskreis befindlichen ausgeht oder wenn die Geschwindigkeit der treibenden Maschine nur wenig variirt, und daß sie sich dann nicht wieder von selbst anzünden. Die dadurch bedingte Unsicherheit schließt die Anwendung einer solchen Kerzenbeleuchtung für manche Fälle geradezu aus.

In neuerer Zeit gelang es *v. Hefner-Alteneck* (in Firma *Siemens und Halske*), das Problem der Theilung des elektrischen Bogens bei Anwendung von selbstthätigen Regulatoren zu lösen. Es geschieht dies im Wesentlichen dadurch, daß nicht nur, wie bei den früheren elektrischen Lampen, die im gesammten Leitungskreise thätige Stromstärke den Abstand der Kohlenstäbe regulirt, sondern daß durch eine angebrachte Nebenschließung der Leitungswiderstand jedes einzelnen Lichtbogens sich selbstthätig regulirt.

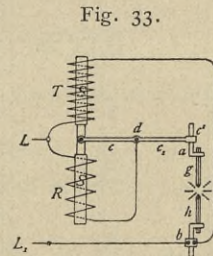
Die sog. Differential-Lampen haben vor den *Fablockhoff*'schen Kerzen den großen Vortheil, daß ein Erlöschen der Lichter des Kreises nicht eintreten kann (außer es tritt ein Bruch der Leitung oder Stillstand der Lichtmaschine ein) und daß die Lampen jederzeit selbstthätig ihr Licht wieder anzünden, so oft die Lichtmaschine in Gang gesetzt wird; auch kann man vorübergehend die eine oder die andere Lampe erlöschen lassen, ohne die übrigen Lichter im gleichen Stromkreise zu schädigen. Endlich sind auch die Kosten der Kohlenstäbe geringer, als jene der Kerzen.

Während bei den älteren Lampen die Regulirung der Länge des Lichtbogens dadurch bewirkt wird, daß der elektrische Strom zu einer Kraftäußerung unter Ueberwindung einer Feder oder eines Gewichtes, in Verbindung mit entsprechenden Mechanismen, verwendet wird, ist bei der neuen, von *v. Hefner-Alteneck* construirten Differential-Lampe an die Stelle der Gewichts- oder Federkraft die Anziehung einer zweiten Spule oder eines Elektromagnetes etc., welcher von einem Zweigstrom durchlaufen wird, gesetzt.

Das Regulirungsprincip dieser neuen Lampe ist durch Fig. 33 veranschaulicht⁸⁾. Die beiden Kohlenhalter sind mit *a*, *b*, die beiden Kohlenstäbe mit *g*, *h* bezeichnet; *cc*₁ ist ein um *d* drehbarer Hebel; bei *c'* ist der Halter *a* mit dem Theile *c*₁ des Hebels so gekuppelt, daß in der tiefsten Stellung des Hebelsarmes *c*₁ die Kuppelung des Hebels ausgelöst wird; in letzterem Falle sinkt der Halter *a* gegen die untere Kohle herab. Die tiefste Stellung des Hebelsarmes *c*₁ tritt jedesmal in der Ruhe ein und wird bei der älteren *Siemens*'schen Lampe durch ein verschiebbares Gegengewicht hervorgebracht.

Tritt ein elektrischer Strom ein, so zieht dieser den Eisenstab *S* in die Spule *R* hinein; das rechte Ende des Hebels *cc*₁ verläßt seine tiefste Stellung, wobei der Halter *a* sofort mit ihm gekuppelt und mit in die Höhe gehoben wird. Hierdurch entsteht der elektrische Lichtbogen bis zu der Länge, in welcher er den elektrischen Strom durch den mit seiner Länge wachsenden Leitungswiderstand so weit schwächt, daß die Anziehung der Spule *R* dem erwähnten entgegenwirkenden Laufgewicht das Gleichgewicht hält.

Das letztgedachte Gegengewicht ist bei der neuen Differentiallampe durch eine zweite, mit feinem Drahte und vielen Umwindungen bewickelte Spule *T* ersetzt, welche auf eine Verschiebung des Stabes *S* in entgegengesetztem Sinne wirkt und welche in eine Abzweigung zwischen den beiden Aufsenklemmen



35.
Vertheilung
d. elektr.
Lichtes.

36.
Lampe von
*v. Hefner-
Alteneck*.

⁸⁾ Nach: Zeitfchr. f. ang. Electricitätslehre 1880, S. 2. — Journ. f. Gasb. u. Waff. 1880, S. 36.

der Lampe eingefaltet ist. Da das bewegliche System durchaus equilibriert ist, so erfolgt die Regulierung des Lichtbogens durch die alleinige Differentialwirkung der elektrischen Ströme in den beiden Spulen.

Die Wirkungsweise ist die folgende. Angenommen, beim Eintritt des elektrischen Stromes seien die beiden Kohlenstäbe weit getrennt; alsdann hat nur die dünndrähtige Spule T Strom, da der andere durch die dickdrähtige Spule R gehende Zweig an der Trennstelle der Kohlenstäbe unterbrochen ist. Die Spule T zieht demnach den Stab S in sich hinein und bringt den Hebelsarm c_1 in seine tiefste Stellung. In dieser Lage löst sich der Kohlenhalter a vom Hebelsarm c_1 los und sinkt langsam herab, bis sich die Kohlen treffen. In diesem Momente wird der Zweig, in welchem sich die dünndrähtige Spule T befindet, fast stromlos, während in den starken Windungen von R der Strom kräftig auftritt.

Durch die Anziehung dieses Stromtheiles in der Spule R wird der Stab nach unten gezogen; hierdurch hebt sich der Hebelsarm c_1 ; im ersten Momente dieser Hebung stellt sich die vorher gelöste Kuppelung zwischen c_1 und a wieder her; die Kohlenstäbe gehen aus einander, und der Lichtbogen wird entzündet. In Folge des im Stromkreise der Spule R hinzutretenden Widerstandes des Lichtbogens (welcher bekanntlich mit der Länge des Lichtbogens zunimmt) wächst wieder der Strom in T , während er in R schwächer wird, bis bei einem bestimmten Widerstande des Bogens sich die von R und T auf den Stab S ausübten Anziehungen das Gleichgewicht halten.

Hierauf brennen die Kohlenstäbe langsam ab; allein die gleiche Bogenlänge stellt sich immer wieder her, indem die Gleichgewichtslage bei einer entsprechend höheren Stellung des Eisenstabes S eintritt. Es steigt sonach der letztere langsam in die Höhe, während der Hebelsarm c_1 mit dem oberen Kohlenhalter sich senkt. Ist der Hebelsarm c_1 in seiner untersten Stellung angelangt, so löst sich die Kuppelung mit dem Kohlenhalter a ; derselbe sinkt langsam herab, jedoch nur sehr wenig; denn die eintretende Verkürzung des Lichtbogens hat wieder das Aufwärtsgehen des Hebelsarmes c_1 zur Folge und stellt dabei die Kuppelung zwischen diesem und dem oberen Kohlenhalter wieder her.

Der Eisenstab S spielt von nun an nahezu in seiner höchsten, der Hebelsarm c_1 dementsprechend nahezu in seiner tiefsten Stellung nur um ein Geringes auf- und abwärts, wobei in kurzen Intervallen die obere Kohle um so viel nachsinkt, als zum Ausgleich der Verbrennung der Kohlenstäbe nöthig ist.

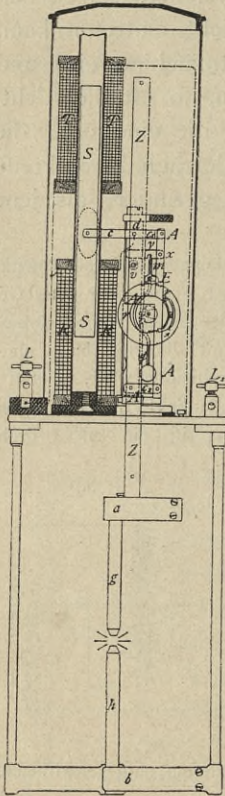
In Fig. 34 ist die Differentiallampe im Verticalschnitt dargestellt, unter Weglassung der unwesentlicheren Theile. Man ersieht daraus, daß der Kohlenhalter a mit der ihn tragenden Zahnstange Z nicht unmittelbar an den um d drehbaren Hebel cc_1 angehängt ist, wie dies im Schema (Fig. 33) angedeutet war; vielmehr hat die Zahnstange Z ihre Führung in dem Theile A , welcher an dem Hebelnde c_1 angehängt und durch eine Gelenkstange c_2 an seinem unteren Ende so geführt ist, daß er sich bei den Schwingungen von c_1 nur parallel mit sich auf- und abbewegen kann. Die Zahnstange kann an dem Theile A nur langsam abwärts gleiten, indem sie dabei das Steigrad r und das kleine Echappement in Bewegung und dadurch das Pendel p mit seinem nach oben gehenden Arme m in Schwingung setzen muß, welche Theile fämmtlich am Stücke A gelagert sind und mit ihm auf- und abwärts gehen.

In einer gehobenen Lage des Stückes A ist der Arm m durch eine Kerbe im kleinen Hebel y , welcher bei x gleichfalls an dem Stücke A gelagert ist, festgehalten und damit das Echappement arretirt und die Zahnstange mit dem Stücke A gekuppelt. Wenn aber letzteres und damit der Hebel y sich seiner tiefsten Stellung nähert, so wird dieser durch den am Gestell feststehenden Stift v ausgehoben und das Echappement und damit die Zahnstange z vom Stücke A frei, worauf in der bereits vorhin beschriebenen Weise die nöthige Nachschiebung der oberen Kohlen sich bewerkstelligt.

In einer gehobenen Lage des Stückes A ist der Arm m durch eine Kerbe im kleinen Hebel y , welcher bei x gleichfalls an dem Stücke A gelagert ist, festgehalten und damit das Echappement arretirt und die Zahnstange mit dem Stücke A gekuppelt. Wenn aber letzteres und damit der Hebel y sich seiner tiefsten Stellung nähert, so wird dieser durch den am Gestell feststehenden Stift v ausgehoben und das Echappement und damit die Zahnstange z vom Stücke A frei, worauf in der bereits vorhin beschriebenen Weise die nöthige Nachschiebung der oberen Kohlen sich bewerkstelligt.

Da jede derartige Lampe, unabhängig von jeder anderen, ihren Lichtbogen auf einen genau gegebenen Widerstand und die dadurch bestimmte Länge und Helligkeit einstellt, ist die Einschaltung von mehreren Lampen in einen Stromkreis ermöglicht und das Problem der fog. Theilung des Lichtes unter Anwendung von Regulatoren praktisch gelöst. Eben so ist durch die Einschaltung von mehreren Lampen in verschiedene von derselben Stromquelle ausgehende Zweigleitungen oder parallel neben einander ermöglicht. Man kann fogar beide Methoden des Einschaltens gleichzeitig für die nämliche Stromquelle in Verwendung bringen.

Fig. 34.



Differential-Lampe
von Siemens u. Halske
(v. Hefner-Alteneck).

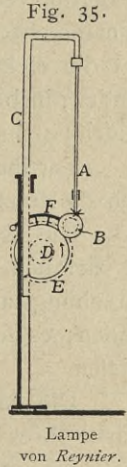
In Amerika hat *Brush* einen Regulator conſtruirt, der das Einſchalten mehrerer Lampen in einen Stromkreis gefattet; die Kohlenſpitzen ſind mit einem dünnen Ueberzug von Kupfer verſehen, um ihre Leitungsfähigkeit zu erhöhen.

Für *Fablochhoff'sche* Kerzen, welche durch Wechſelſtrom-Maſchinen von *Siemens* und *Halske* betrieben werden, iſt es nicht rathſam, mehr als 4 derſelben in einen Stromkreis zu legen. Differential-Lampen können in ungleich größerer Zahl hinter einander eingefchaltet werden; gegenwärtig werden, wie ſchon erwähnt, 12 und mehr Lampen in einem Stromkreiſe betrieben. *Brush* betreibt 18 Lampen von je 2000 Kerzenſtärken mit einer einzigen Lichtmaſchine, die einen Motor von 16 Pferdeſtärken erfordert.

Beim Glüh- oder Contact-Licht (Incandescenz-Beleuchtung) wird, wie ſchon erwähnt, in den Schließungsbogen ein Leiter mit fehr großem Widerſtand eingefetzt, welcher durch den elektriſchen Strom zur heftigſten Weißgluth erhitzt wird und als Lichtquelle dient.

Von den betreffenden Lampen mag hier nur die von *Reynier* (D. R. P. Nr. 4054) kurz beſchrieben werden.

Der Kohlenſtift *A* (Fig. 35) iſt mit dem poſitiven, die Kohlenſcheibe *B* mit dem negativen Pol der Leitung verbunden. Indem der Strom von dem unteren Ende des Stiſtes *A* nach *B* hinübertritt, erzeugt derſelbe ein Weißglühen des unteren Endes von *B*, welches die Lichteſcheinung hervorbringt. Die in Folge der Verbrennung der Kohle erforderliche Näherung beider Theile wird durch das Gewicht des Armes *C*, welcher den Stiſt *A* trägt, bewirkt. Der Arm *C* iſt an ſeinem unteren Ende verzahnt und dadurch befähigt, das Rädchen *D*, deſſen Welle und das Rädchen *E* zu drehen. *E* greift in ein auf der Welle der Scheibe *B* befeſtigtes Rädchen, ſo daſs bei dem Niederſinken von *C* die Scheibe *A* ſich verhältnißmäßig rafch dreht. Es treten ſonach fortwährend andere Theile des Scheibenumfanges mit dem Stiſt *B* in Berührung, wodurch die Abnutzung der Scheibe eine gleichartige wird; gleichzeitig wird die entſtehende Aſche von dem Lichtpunkte entfernt. Die Welle von *B* iſt in einem Rahmen *F* gelagert, welcher um zwei am Geſtell der Lampe befeſtigte Stiſte ſchwingt. Die Arme des Rahmens *F* ſtützen ſich auf Rollen, welche auf der Welle der Rädchen *D* und *E* ſtecken, und erſchweren ſomit das Niederſinken des Armes *C* in größerem oder geringerem Maße, je nachdem der Stiſt *A* mehr oder weniger auf *B* drückt. Hierdurch ſoll verhütet werden, daſs das untere Ende von *A* durch die Drehung von *B* in zu hohem Maße leidet.



Fontaine berichtet⁹⁾ über mit einer *Reynier'schen* Lampe angeſtellte Verſuche, welche die folgenden Ergebniffe hatten:

Anzahl der von einem Strom geſpeisten Lampen:	5	6	7	10	
Lichtſtärke jeder Lampe:	15	13	10	5	<i>bees Carcel</i>
Gefammt-Lichtſtärke:	75	78	70	50	» »

Sämmtliche Lampen wurden von einer gemeinſchaftlichen *Gramme'schen* Maſchine geſpeist; die Kohlenſtiſte waren 2mm dick; die Kohlenſcheibe hatte 30mm Durchmesser.

Aus dieſer kleinen Zuſammenſtellung geht hervor, was übrigens auch vorauszuſehen iſt, daſs das Weißgluthlicht ſich für geringere Lichtſtärken eignet; es wird biſher auch nur für dieſe verwendet.

Der elektriſche Strom kann mittels galvaniſcher Batterien, ſo wie mittels magnet- und dynamo-elektriſcher Maſchinen erzeugt werden. Die Batterien leiden an dem Uebelſtande, daſs ſie eine wechſelnde Stromſtärke liefern, ſo daſs das Licht, trotz guter Regulatoren, unruhig wird; der Strom, welcher durch magnet- und dynamo-elektriſche Maſchinen erzeugt wird, iſt dagegen, wenn die Geſchwindigkeit der Betriebsmaſchine gleichförmig iſt, ein gleichmäßiger.

37.
Lampen
für Contact-
Licht.

38.
Strom-
erzeuger.

⁹⁾ In: *Revue industr.* 1878, S. 477. — *Rohrleger* 1878, S. 379.

Es ist ferner zu erwähnen, daß die Erzeugung des elektrischen Stromes mittels Batterien eine umständliche und auch kostspielige ist. Deshalb konnte der *Davy-Volta'sche* Bogen für Beleuchtungszwecke in größerem Maße erst dann brauchbar werden, als durch Vervollkommung der magnet-elektrischen Maschinen das Mittel gefunden war, starke elektrische Ströme auf billige und weniger umständliche Weise zu erzeugen, als durch galvanische Batterien.

Im Anfange der sechziger Jahre gelang dies den Physikern *Nollet*, *Berlioz* und *van Malderen*, welche die magnet-elektrischen Maschinen der *Compagnie d'Alliance* in Paris herstellten. Hierauf verbesserten *Siemens* und *Halske*, später *Wilde* (1866) diese Maschinen durch Einführung der Cylindermagnete (*Siemens armature*) und erzeugten elektrische Ströme von bis dahin unbekannter Stärke. 1867 entdeckte *W. Siemens* das Princip der dynamo-elektrischen Maschinen, durch welche die Möglichkeit gegeben war, Arbeitskraft direct — ohne Vermittelung von schwachen und unsicheren Stahlmagneten — in elektrischen Strom und umgekehrt elektrischen Strom in Arbeitskraft umzuwandeln. *Gramme* in Paris stellte 1870 zuerst eine dynamo-elektrische Maschine her, welche zwar im Princip nichts Neues enthielt, aber durch geschickte Ausbildung der Dimensionen und Detailanordnung einen für praktische Beleuchtungszwecke, so weit diese mit ungetheiltem Lichte erreicht werden konnten, durchaus geeigneten Stromerzeuger abgab.

Für den Betrieb der *Fablockhoff'schen* Kerzen konnten, da diese Wechselströme erfordern, Anfangs nur magnet-elektrische Maschinen (jene der *Alliance-Compagnie*) verwendet werden. Doch gelang es bald *Gramme* in Paris, so wie *Siemens* und *Halske* in Berlin, Wechselstrom-Maschinen mit Elektromagneten zu construiren, welche durch dynamo-elektrisch erzeugte Ströme polarisirt werden. Mit Hilfe dieser Maschinen hat die elektrische Beleuchtung durch *Fablockhoff'sche* Kerzen ihre Verbreitung gefunden; insbesondere zeichnet sich die von *v. Hefner-Alteneck* entworfene Wechselstrom-Maschine durch geringen Kraftbedarf, soliden Bau und unerhebliche Erhitzung aus.

Für ihre Differential-Lampen verwenden *Siemens* und *Halske* zur Zeit ausschließlich die letztgedachten, ihrem Etablissement entstammenden Wechselstrom-Maschinen.

Die dynamo-elektrischen Maschinen werden für Beleuchtungszwecke zur Zeit in ziemlich mannigfaltiger Anordnung und Construction hergestellt. Eine Besprechung auch nur der wichtigeren derselben kann an diesem Orte nicht Raum finden; es sei deshalb nur auf die bezüglichen zwei *Schellen'schen* Schriften¹⁰⁾ verwiesen.

Die Lichtmaschinen liefern je nach Größe und Construction für jede Pferdestärke ihres Motors 300 bis 2000 Kerzen Lichtstärke; für neuere mittelgroße Lichtmaschinen pflegt man im großen Durchschnitt pro Pferdestärke 1000 Normalkerzen Lichtmenge zu rechnen.

39.
Motor.

Zum Betriebe der Lichtmaschinen ist stets ein Motor erforderlich. Ist in dem betreffenden Gebäude bereits für andere Zwecke ein solcher, z. B. eine Dampfmaschine oder ein hydraulischer Motor, vorhanden, so wird eine unmittelbare Benutzung desselben in den allermeisten Fällen zulässig sein. Muß für ein neu zu errichtendes Gebäude die Aufstellung eines Motors (für Heizungs- und Lüftungszwecke, für Aufzüge, für die darin vorzunehmenden mechanischen Arbeiten etc.) projectirt werden und ist die Beleuchtung mit elektrischem Licht in Aussicht genommen, so wird der Motor in solcher Stärke zu bemessen und so aufzustellen und einzurichten sein, daß man ihn auch für Beleuchtungszwecke benutzen kann.

Treffen solche Voraussetzungen nicht zu, so ist für die Lichtmaschine ein besonderer Motor aufzustellen; man verwendet alsdann meist Heißluftmaschinen,

¹⁰⁾ Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen, ihre Entwicklung, Construction und praktische Anwendung. Köln 1879. — Die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung und der Kraftübertragung. Köln 1880.

Petroleum- und Gasmotoren. Letztere empfehlen sich durch ihre leichte und rasche Inbetriebsetzung ganz besonders für den vorliegenden Zweck.

Zur Herstellung eines ruhigen Lichtes ist erforderlich, daß die Lichtmaschine ganz gleichmäßig sich bewege; deshalb dürfen auch nur ganz regelmäßig arbeitende Motoren verwendet werden.

Als näheren Anhaltspunkt für die Leistung der Motoren und Lichtmaschinen mögen die nachstehenden von *Schellen* herrührenden Angaben dienen. Eine gute Dampfmaschine leistet eine Arbeit von 1 Pferdestärke bei 1 kg Kohlenverbrauch pro Stunde; mit diesem Kraftaufwande giebt eine *Gramme'sche* Maschine eine Lichtstärke von 800 Kerzen. Verwendet man dagegen 1 kg Kohle zur Gaserzeugung, so erhält man 0,28 cbm Leuchtgas, dessen Verbrennung in einer Stunde nur eine Lichtstärke von 25 Kerzen hervorbringt. Nimmt man an, daß bei der Gaserzeugung 50 Procent der aufgewandten Kohle als Coke zurückbleiben, so beträgt der Verbrauch an Kohle bei der Gasbereitung, um eine Lichtstärke von 800 Kerzen zu erzielen, 16 kg, während bei der *Gramme'schen* Maschine dieses Licht durch den Aufwand von 1 kg erzeugt wird.

Tresca fand die Lichtstärke einer großen *Gramme'schen* Maschine bei 1000 Touren in der Minute unter Anwendung einer *Serrin'schen* Lampe gleich 1860 *Carcel*-Brennern. *Siemens* und *Halske'sche* große Maschinen liefern 14800 Vereinskерzen, und *Gramme* hat eine Lichtmaschine von 5000 *becs Carcel* gebaut.

Aus einer Reihe von vergleichenden Versuchen, die hauptsächlich in England ausgeführt worden sind, stellte *Schellen*¹¹⁾ die nachstehende Tabelle zusammen.

Name der Lichtmaschine.	Preis.	Dimensionen.			Gewicht.	Kraftverbrauch.	Umdrehungen pro Minute.	Lichtstärke				Querschnitt der Kohlen- spitzen.	Rangnummer.
		Länge.	Breite.	Höhe.				insgesamt		pro 1 Pferdestärke			
								verdichteter	zerstreuter	verdichteter	zerstreuter		
		Strahl.		Strahl.									
<i>Holmes</i>	11000	1499	1321	1575	2607	3,2	400	1523	1523	476	476	9,5 × 9,5	VI
<i>Alliance</i>	9880	1321	1372	1473	1851	3,6	400	1953	1953	543	543	9,5 × 9,5	V
<i>Gramme</i> Nr. 1	6400	787	787	1245	1295	5,1	420	6663	4016	1257	758	12,7 × 12,7	IV
» Nr. 2	6400	787	787	1245	1295	5,7	420	6663	4016	1257	758	12,7 × 12,7	IV
<i>Siemens</i> , große	5300	1143	737	356	592	9,9	480	14818	8932	1512	911	17,5 × 17,5	III
» kleine Nr. 58	2000	660	737	254	191	3,5	850	5539	3339	1582	954	12,7 × 12,7	II
» » Nr. 68	2000	660	737	254	191	3,3	850	6864	4138	2080	1254	12,7 × 12,7	I
	Mark.	Millim.			Kilogr.	Pferdestärke.		englische Normalkerzen.				Millim.	

So große Lichtmengen, wie sie die größeren Lichtmaschinen mit einem einzigen Regulator zu liefern im Stande sind, kommen nur in Frage, wenn man große Räume und Flächen von einem Punkte aus erhellen will. Die ganz großen Lichtmaschinen werden nur in Ausnahmefällen, für Leuchttürme etc., angewendet. In den meisten anderen Fällen geht man gegenwärtig durch Theilung des elektrischen Stromes in der Lichtstärke bedeutend herab und erzeugt jetzt vielfach elektrische Lichte, deren Stärke nicht größer ist, als 400 Vereinskерzen und weniger.

Findet eine Zertheilung des elektrischen Stromes statt, so ist das Licht, welches der ungetheilte Strom erzeugen würde, weit größer, als die Summe der Lichte, welche durch mehrere von ihm gespeiste Lampen hervorgebracht wird. Je weiter die Theilung fortgesetzt wird, um so größer ist der durch sie herbeigeführte Verlust, so daß zur Zeit eine weitere, als etwa 12-fache Theilung für wenig empfehlenswerth gehalten wird.

Die Erzeugung vieler schwachen Ströme ist ebenfalls wenig zu empfehlen, so daß, nach dem heutigen Stande des elektrischen Beleuchtungswesens, Lichte von weniger als 100 Kerzen Größe praktisch nicht zu verwerthen sind, wogegen Lam-

40.
Stärke
der Einzel-
lichter.

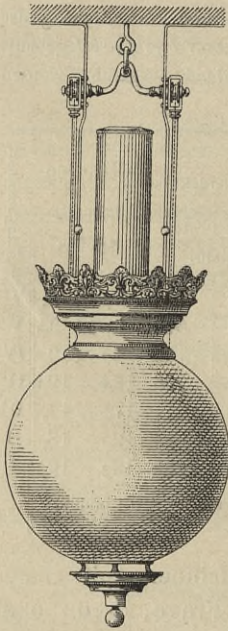
11) SCHELLEN, K. Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen. Köln 1879. S. 298.

pen, welche eine Lichtstärke von 2000 bis 3000 Kerzen entwickeln, sofern sie überhaupt gut zu verwenden sind, als höchst ökonomisch bezeichnet werden müssen.

Da das einzelne elektrische Licht regelmäßig, selbst bei vertheiltem Strome, eine sehr große Helligkeit hat, so muß man dasselbe, sofern es nicht z. B. hoch genug über den zu beleuchtenden Gegenständen angebracht werden kann, durch Vertheilung oder Zerstreung mildern.

Man umschließt zu dem Ende den Lichtpunkt mit einer Milch-, Alabafter- oder Opal-Glaskugel, wodurch das Licht so sehr zerstreut wird, daß die Schatten, welche bei freiem, direct wirkenden Licht sehr scharf ausfallen, nur wenig zu bemerken sind. In Fig. 36 ist eine mit der Differential-Lampe von *Siemens und Halske* verfehene elektrische Laterne von sehr gebräuchlicher Form dargestellt. Die Glaskugel ist durch über zwei Röllchen geführte Ketten mit einem in der Krone verborgenen Gegengewicht verbunden und läßt sich herabziehen, um neue Kohlenstäbe einlegen zu können. Das Milchglas verschluckt reichliche Mengen des Lichtes (durchschnittlich 40 Procent desselben); das genannte Verfahren ist deshalb nicht sparsam zu nennen und wird vorwiegend angewendet, wenn die Beleuchtung sich durch Eleganz auszeichnen soll.

Fig. 36.



Dasselbe gilt von der Anbringung der Lampe über einer Glasdecke des zu beleuchtenden Raumes. Ueber dieser Glasdecke befindet sich zunächst die elektrische Lampe, welche durch weiß gefrichene oder mit weißem Papier beklebte Schirme so überdeckt ist, daß letztere als Reflectoren wirken.

Sparfamer, aber auch weniger schön ist die Beleuchtung, wenn man das Licht gegen die ebene, weiße Decke oder gegen besonders angebrachte weiße Flächen strahlen läßt, von denen dasselbe weit zerstreut wird.

Man wendet alsdann Lampen an, deren positive Spitze sich unten befindet, damit möglichst viel Licht nach oben geworfen wird, und setzt die Lampen in Kübel mit Krämpfen, so daß das Auge nicht direct von dem Lichte getroffen werden kann. Durch entsprechende Formgebung der oben ebenfalls weiß gefrichenen Kübelkrämpfen und der als Reflectoren wirkenden, über der Lampe angebrachten Flächen ist man im Stande, das Licht genügend gleichmäßig in dem zu beleuchtenden Raume zu vertheilen.

Nähere Angaben sind aus den Quellen, welche in dem am Schluß dieses Kapitels angefügten Literaturverzeichniß namhaft gemacht sind, zu entnehmen.

Unter den Vorzügen des elektrischen Lichtes ist in erster Linie die Farbe desselben zu nennen, wodurch es sich anderem künstlichen Licht gegenüber auszeichnet. Sie ermöglicht die Erkennung der Farben, selbst des zartesten Blaugrün mindestens in demselben Maße, wie das Tageslicht. Das elektrische Licht ist daher für eine Zahl von Fabriken, z. B. Teppich- und Band-Webereien, allein zu empfehlen, und gewährt für Gesellschaftsräume, Straßen etc. eine so glänzende Beleuchtung, daß ein Vergleich mit dem gelblichen Gaslicht kaum stattfinden kann. Die reine Farbe des elektrischen Lichtes dürfte ausschließlic durch die hohe Temperatur der Kohlenpitzen entstehen. Während man die Temperatur der leuchtenden Kohlenkörperchen

41.
Dämpfung
d. elektrischen
Lichtes.

42.
Vorzüge
d. elektrischen
Lichtes.

in der Gas- und Petroleum-Flamme zu 1400 bis 1600 Grad schätzt, will *Rosetti*¹²⁾ am negativen Pol einer elektrischen Lampe mindestens 2200 bis 2500 Grad, am positiven Pol derselben mindestens 2400 bis 3900 Grad gefunden haben.

Dieser Hauptvorteil des elektrischen Lichtes wird noch dadurch erhöht, daß das elektrische Licht nicht wie das Gaslicht, die Luft des Raumes, worin es leuchtet, verdirbt. Der elektrische Lichtbogen verändert die Luft in so geringer Weise, daß sich aus diesem Grunde die elektrische Beleuchtung für solche Räume empfiehlt, die von vielen Menschen besucht werden.

Als fernere Vorzüge des elektrischen Lichtes nenne ich das Fehlen jeder Feuersgefahr dieser Beleuchtungsart und die geringe Wärmeentwicklung derselben. Die Bequemlichkeit, mit welcher die Leitungen verlegt werden können, ist für gewisse Fälle ebenfalls von Werth.

Der Preis des elektrischen Lichtes wird, Angesichts der genannten Vorzüge desselben, in vielen Fällen nicht in Frage kommen; in anderen Fällen wird derselbe jedoch eine ausschlaggebende Rolle spielen. Er setzt sich zusammen aus den Zinsen und der Amortisation des Anlagekapitals und den Unterhaltungskosten, und ist je nach den örtlichen Umständen so sehr verschieden, daß genaue Angaben nur auf Grund eines vollständigen Planes gemacht werden können.

Eine große Rolle spielen in den Kosten der elektrischen Beleuchtung die Anlags- und Betriebskosten für die Motoren-Anlage. Je nachdem man einen vorhandenen Motor mitbenutzen kann oder einen besonderen Motor aufstellen muß, werden die Kosten pro Lampe und Brennstunde sehr verschieden. Deshalb schwanken die Gesamtkosten auch innerhalb ziemlich weiter Grenzen; die Lichteinheit des elektrischen Lichtes kostet 0,1 bis 2,0 derjenigen des Gaslichtes.

Das »Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung« hat Anfangs 1880 (S. 16) folgende vergleichende Tabelle für die Kosten der elektrischen Beleuchtung aufgestellt:

	Die gleiche Beleuchtung kostet pro Brennstunde						
	mit elektrischem Licht		mit Gasbeleuchtung				
	bei vorhandener Dampfmaschinen-Anlage.	mit Otto'schem Gasmotor.	bei einem Gaspreise ¹³⁾ pro 1 cbm von				
			16 Pf.	18 Pf.	20 Pf.	22 Pf.	24 Pf.
Bei 1000 jährlichen Brennstunden:							
die Helligkeit einer <i>Serrin'schen</i> Lampe = 30 Gasflammen	96—102	138—142	77	86	94	102	111
die Helligkeit einer <i>Fablockhoff'schen</i> Kerze = 15 Gasflammen	64—66	85—87	39	43	47	51	56
die Helligkeit einer <i>Siemens'schen</i> Differential-Lampe = 20 Gasflammen	51—54	69—74	51	57	63	68	74
bei 500 jährlichen Brennstunden:							
die Helligkeit einer <i>Serrin'schen</i> Lampe = 30 Gasflammen	145—150	211—215	86	95	103	112	120
die Helligkeit einer <i>Fablockhoff'schen</i> Kerze = 15 Gasflammen	88—90	121—123	43	47	52	56	60
die Helligkeit einer <i>Siemens'schen</i> Differential-Lampe = 20 Gasflammen	78—80	105—113	57	63	69	74	80
	Pfennige.		Pfennige.				

Nach der »*Gazette des architectes et du bâtiment*« (1881, S. 40) kostete früher die Beleuchtung des Hippodroms in Paris jeden Abend 1100 bis 1200 Francs; gegenwärtig belaufen sich die Unkosten der viel glänzenderen elektrischen Beleuchtung auf 250 bis 260 Francs pro Abend.

¹²⁾ Berichte d. deutsch.-chem. Gesellschaft 1879, S. 1700.

¹³⁾ Zu diesen Gaspreisen sind in der Berechnung die Kosten für Verzinsung, Amortisation, Bedienung etc. hinzugefchlagen.

44.
Nachtheile
d. elektrischen
Lichtes.

Außer dem Nachtheile, daß die elektrische Beleuchtung in manchen Fällen sehr hohe Kosten verursacht, ist zunächst noch der Uebelstand zu erwähnen, daß Betriebsunterbrechungen am Motor, also auch an der Beleuchtung viel häufiger zu befürchten sind, als bei der Erhellung mit Gaslicht. Ferner gewährt letztere den Vortheil, daß man die Lichtintensität einer Gasflamme von der Maximalstärke an bis auf ein äußerst geringes Maß herabsetzen kann; das elektrische Licht hingegen gestattet eine so einfache und so weit gehende Regulirung nicht.

45.
Anwendung
d. elektrischen
Lichtes.

Sind auch die Resultate, welche bislang auf dem Gebiete der elektrischen Straßenbeleuchtung, die nicht in den Rahmen der vorliegenden Betrachtung gehört, noch nicht besonders befriedigende zu nennen, so hat man doch das elektrische Licht mit entschiedenem Erfolge zur Erhellung von geeigneten geschlossenen Räumen, wie großen Sälen und Hallen, Verkaufsläden, Arbeitsräumen und Werkstatlocalitäten etc., eingeführt.

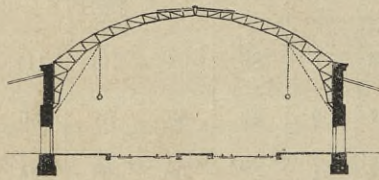
Vorläufig scheinen es die *Fablockhoff'schen* Kerzen nicht zu sein, denen der Vorzug zu geben ist, sondern die Lampen, wie man sie zum Theile schon vor Erfindung jener Kerzen gekannt und angewendet hat. In Frankreich verwendet man z. Z. ziemlich häufig den *Serrin'schen* Regulator, der mittels *Gramme'scher* Lichtmaschinen betrieben wird; in Deutschland dagegen hat die *v. Hefner-Alteneck'sche* Differential-Lampe von *Siemens* und *Halske*, gespeist durch die dynamo-electrische Wechselstrom-Maschine derselben Firma, die meiste Anerkennung gefunden. In Amerika scheint die Maschine von *Wallace-Farmer* und das System *Brush*, in England das letztere System und die *Siemens'sche* Lampe am meisten Eingang gefunden zu haben.

Nach *Schellen* kann man bei richtiger Aufstellung des Lichtes in einer Spinnerei, einer Buchdruckerei, einer Weberei etc., wo eine größere Helligkeit erforderlich ist, mit einem einzigen Lichte eine Fläche von 250 qm, in einer Maschinenfabrik 500 qm und auf einem offenen Arbeitsplatze 2000 qm gut beleuchten.

46.
Beispiel.

Als Beispiel der Beleuchtung eines größeren Raumes mit elektrischem Licht sei die Personenhalle des Königl. Ostbahnhofes in Berlin herausgegriffen. Diese Halle enthält zwei Haupt- und einen Mittelperron mit dazwischen liegenden Gleisen. Zur Erleuchtung dienen im Ganzen 14 Lampen, welche in zwei Reihen zu je 7 über den Borden der Seitenperrons aufgehängt sind (Fig. 37); es sind Differential-Lampen von *v. Hefner-Alteneck* zur Anwendung gekommen, die durch eine kleine dynamo-electrische Maschine und eine größere Wechselstrom-Maschine gespeist werden.

Fig. 37.



Personenhalle des Königl. Ostbahnhofes
in Berlin¹⁴⁾. 1/1000 n. Gr.

Die erste liefert den kontinuierlichen Strom, der die im ganzen Systeme thätigen Elektromagnete erregt; die größere Maschine entfendet Wechselströme mit ganz außerordentlich rascher Aufeinanderfolge derselben; die Ströme sind in zwei von einander getrennten Stromkreisen durch die Differential-Lampen geleitet.

Je eine Reihe von Lampen, also 7, liegen in einem Stromkreise; der Leitungsdraht ist unmittelbar von einer Lampe zur anderen geführt, und zwar mit so viel Durchhang, daß das Herablassen einer Laterne nicht behindert ist. Hinter der siebenten Lampe jeder Reihe sind beide Stromkreise an das eiserne Dach geführt, welches zur gemeinsamen Rückleitung zur Maschine benutzt ist. Die Laternen hängen an über Rollen gehenden und nach den Wänden geführten Seilen, welche das Herablassen behuf Einfsetzen neuer Stäbe gestatten. Jede Laterne trägt zur Milderung des Lichtglanzes eine Kugel von 50 cm Durchmesser aus Alabafter-Glas.

Die Entfernung der einzelnen Lampen in einer Reihe beträgt im Mittel 23 m und der Abstand der

¹⁴⁾ Nach: Deutsche Bauz. 1879, S. 446 und Zeitchr. f. Bauw. 1870, Taf. 3.

beiden Reihen ebenfalls ca. 23^m. Da die Halle 187,65^m lang und 37,66^m breit ist, so hat jede Lampe eine Grundfläche von rot. 505^{qm} zu erhellen. Es geschieht dies in solcher Stärke, daß man an allen Stellen der Halle Diamantdruck zu lesen vermag. Die Kohlenstäbe in den Lampen brennen etwa 4 Stunden lang; das Auswechseln derselben wird im Allgemeinen in den Beleuchtungspausen vorgenommen; es kann aber auch jede einzelne Lampe heruntergelassen und mit neuen Stäben versehen werden, während die übrigen Lampen weiter brennen. Das Entzünden und Verlöfchen der Lampen geht gleichzeitig und selbstthätig vor sich, sobald die Maschine in Gang gesetzt, bezw. angehalten wird. Es ist nicht erforderlich, daß beide Reihen von Flammen gleichzeitig brennen; wohl aber ist es Erforderniß, daß mindestens 7 Flammen einer Reihe gleichzeitig brennen.

Der Betrieb der Beleuchtung wird von der Firma *Siemens und Halske* in Berlin gestellt und nach einem bestimmten Zeitplane ausgeführt. Die Verwaltung vergütet derselben für die Betriebsstunde 7,50 Mark, in welcher Entschädigung etwaige Reparaturkosten für Maschinen etc. einbegriffen sind¹⁵⁾.

Von der architektonischen Ausstattung der Beleuchtungskörper war bereits im Abschnitt über »decorativen Ausbau« (Theil III, Band 3) die Rede.

Literatur

über »Beleuchtung mit elektrischem Licht«¹⁶⁾.

Électricité appliquée à l'éclairage. Revue gén. de l'arch. 1843, S. 479.

Ueber die große elektrische Lichtproduction auf dem alten Museum in Berlin am 22. October 1861. *Polyt. Journ.* Bd. 162, S. 313.

Elektrische Beleuchtung auf dem Carouffelpplatz in Paris. *Annales télégr.* Vol. 4, S. 84.

Die elektrische Beleuchtung in Paris. *Mechan. magaz.* Vol. 5, S. 433.

KEISER u. SCHMIDT. Anwendung des elektrischen Lichtes bei der Feier des Truppeneinzuges in Berlin. *Polyt. Journ.* Bd. 200, S. 502. *Polyt. Centralbl.* 1871, S. 1048.

La lumière électrique. Sa production, son prix de revient et ses applications. Revue gén. de l'arch. 1875, S. 114.

Beleuchtung der Warte- und Gepäckfäle vermittelt des elektrischen Lichtes. *Engng. D. A. Polyt. Zeitg.* 1876, S. 166.

Éclairage à la lumière électrique de la gare du Nord. Portefeuille éconóm. des mach. 1876, S. 45.

Ueber die praktische Anwendung des elektrischen Lichtes. *Maschinenb.* 1876, S. 145.

OECHELHÄUSER, W. Die elektrische Beleuchtung in ihrem Concurrrenzverhältniß zum Gas. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1877, S. 433.

The electric light and its application in workshops. Iron, Vol. 9, S. 612. *Scientif. Americ.* Vol. 37, S. 116, 195.

Lumière électrique. Expériences comparatives faites à la station du Midi, Bruxelles. Monit. industr. Belge 1877, S. 591.

Éclairage à l'électricité. Applications industrielles. Gare des marchandises de la Chapelle-Paris. Revue industr. 1877, S. 185.

L'éclairage électrique à Paris. Portefeuille éconóm. des mach. 1878, S. 100.

OECHELHÄUSER, W. Ueber die Kosten der elektrischen Beleuchtung mit JABLOCHKOFF'schen Kerzen. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1878, S. 614.

SHOOLBRED. *On the present state of electric lighting. Engng.* Vol. 26, S. 362.

CLARK u. BRIGGS. *The lighting of the hall of representatives by the Brush dynamo-electric machine. Engng.* Vol. 26, S. 206, 225.

FERRINI, R. *Technologie der Elektrizität und des Magnetismus. Deutsch von M. SCHRÖTER.* Jena 1878. S. 414.

GROSSE-TESTE, W. *Note sur une application de l'éclairage électrique faite à la filature du Champ du Pin à Epinal. Bulletin de la soc. de Mulhouse* 1878, S. 22.

FONTAINE, H. *Éclairage à l'électricité. Revue industr.* 1878, S. 248.

Machines for the electric light. Journ. of the soc. of arts 1878, Dec. 13.

KILLINGWORTH HEDGES. *Useful information on practical electric lighting.* London u. New-York 1879.

HIGGS, P. *The electric light in its practical application.* London 1879.

¹⁵⁾ Vergl. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 446.

¹⁶⁾ So weit dieselbe für den Architekten in Frage kommt.

- Elektrisches Licht für ein Hôtel. Deutsche Bauz. 1879, S. 316.
- Die Erleuchtung der Bahnhof-Halle des Königlichen Ostbahnhofes in Berlin durch elektrisches Licht. Ann. f. Gwb. u. Bauw. Bd. 5, S. 297. Deutsche Bauz. 1879, S. 446. Organ f. d. Fortsch. d. Eisenbahnw. 1880, S. 61.
- FORGES, TH. Ueber die Principien der elektrischen Beleuchtung. Techn. Bl. 1879, S. 48.
- Éclairage électrique des villes, des magasins, ateliers et appartements, au moyen de moteurs généraux d'une grande puissance, avec réseaux de distribution à domicile. Portefeuille écon. des mach.* 1879, S. 33.
- HEPWORTH, T. C. *The electric light: its past history and present position.* London 1879.
- Elektrische Lampen. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1879, S. 83.
- Revue des progrès des sciences dans leurs rapports avec l'architecture. L'éclairage électrique. Revue gén. de l'arch.* 1879, S. 21, 71.
- L'éclairage électrique. Revue gén. de l'arch.* 1879, S. 126.
- SHOOLBRED, J. N. *Electric lighting and its practical application.* London 1879.
- SCHELLEN, H. Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen, ihre Entwicklung, Construction und praktische Anwendung. Köln 1879.
- FONTAINE, H. *Éclairage à l'électricité, 2e édit.* Paris 1879. Deutsch bearbeitet von F. ROSS. 2. Aufl. Wien 1880.
- SCHELLEN, H. Die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung und der Kraftübertragung. Köln 1880.
- BERNSTEIN, A. Die elektrische Beleuchtung. Berlin 1880.
- LEONHARDT, E. Elektrische Beleuchtung des Wiener Südbahnhofes. Wochsch. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1880, S. 132.
- Elektrische Beleuchtung der Packet-Annahme im Hofpost-Amtsgebäude zu Berlin. Skizzen-Buch f. d. Ing.- u. Mach. Heft 127.
- URQUHART, J. W. *Electric light. Its production and use etc.* London 1880.
- The Fablockhoff electric light at the Palais de l'industrie, Paris. Engng.* Vol. 29, S. 62, 64.
- The electric light at St. Enoch's railway station. Engng.* Vol. 30, S. 76.
- GÉRALDY, F. *Le gaz et l'électricité. Lumière électrique* 1880, No. 20.
- Installations diverses et prix de revient de l'éclairage électrique. Portefeuille écon. des mach.* 1880, S. 124.
- FONVIELLE, U. DE. *L'éclairage électrique au palais des beaux arts. L'électricité* 1880, No. 10.
- La lumière électrique à l'exposition de Bruxelles. Revue industr.* 1880, S. 433.
- La lumière électrique et le gaz à l'Eden-théâtre à Bruxelles. Monit. industr.* 1880, No. 33.
- The electric light in the South Kensington museum. Electrician,* Vol. 5, No. 16.
- OELWEIN, A. Ueber die Anwendung der elektrischen Beleuchtung auf deutschen Bahnhöfen. Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1881, S. 11, 20.
- DUPUY. Ueber die Kosten der elektrischen Beleuchtung. Maschinenb. 1881, S. 6.
- HOSPITALIER, E. *Les principales applications de l'électricité.* Paris 1881.
- Ferner:
- Zeitschrift für angewandte Elektrizitätslehre. Herausg. von PH. CARL. München u. Leipzig. Erscheint seit 1879.
- Elektrotechnische Zeitschrift. Red. von K. E. ZETSCHE. Berlin. Erscheint seit 1880.
- La lumière électrique.* Red. von E. HOSPITALIER. Paris. Erscheint seit 1879.

B. Heizung und Lüftung der Räume.

VON HERMANN FISCHER.

Das Bestreben, lebende wie leblose Wesen gegen die Einflüsse der Atmosphäre möglichst zu schützen, sie vom Wechsel des Wetters unabhängig zu machen, führte zur Herstellung mehr oder weniger geschlossener Wohn-, Werkstätten-, Lager- etc. Räume.

Die Wände, Decken etc. dieser Räume vermögen dem Inhalt derselben ohne Weiteres den erforderlichen Schutz gegen Regen und Wind, wie gegen die Macht der Sonnenstrahlen zu gewähren; nicht aber sind sie im Stande, die Unannehmlichkeiten zu beseitigen, welche der Temperaturwechsel der Atmosphäre im Gefolge hat. Es giebt Stoffe, welche für Wasser, Luft und Licht undurchlässig sind, nicht aber solche, welche den Durchgang der Wärme verhüten könnten. So ist man gezwungen, so fern man in einem geschlossenen Raum eine von dem Zustande der Atmosphäre unabhängige Temperatur sich schaffen will, in diesem Raume Wärme frei zu machen oder zu binden, Einrichtungen zu schaffen, welche nach Bedarf erwärmend oder abkühlend wirken.

Der Stoffwechsel der Warmblüter erfordert eine bestimmte Temperatur des Blutes, die nur wenig über- oder unterschritten werden darf, wenn Störungen des Lebensvorganges vermieden werden sollen. Sie wird unterhalten durch fortwährende Wärme-Zufuhr, herrührend von der Verbrennung der abgängigen Körpertheile, und durch fortwährende Wärme-Abfuhr von der Oberfläche der hierzu geeigneten Hauttheile. Die Wärme-Abfuhr setzt einen Temperatur-Ueberschuss voraus; da der Stoffwechsel ununterbrochen Wärme frei macht, so muß die Temperatur des Körpers diejenige der ihn umgebenden Luft um eine bestimmte, von der Wärme-Zufuhr abhängige Gröfse überragen. Die Entwärmung des Körpers, das Maf und die Art derselben sind von so erheblichem Einflufs auf den Stoffwechsel, daß ihre Fehler den letzteren theilweise oder ganz zu stören vermögen.

Es ist hier nicht der Ort, die Erscheinungen zu erörtern, welche eine gröfsere oder geringere Entwärmung der einzelnen Körpertheile hervorrufen; Bekleidung und Gewohnheiten regeln in dieser Beziehung. Für den vorliegenden Zweck genügt es, als Ziel der Beheizung eine gleichförmige Entwärmung der Körper zu bezeichnen. Die Wärme-Abfuhr erfolgt theilweise durch Berührung der kühleren Luft mit der wärmeren Haut, theils durch Strahlung gegenüber der Luft, den Wänden und anderen Flächen des betreffenden Raumes. Ihr Erfolg hängt daher ab von der Temperatur der den Körper umgebenden Luft, so wie von der Temperatur der Wände und sonstigen Gegenstände, welche sich in der Nähe des in Frage kommenden Körpers befinden.

Die Aufgabe der Beheizung läßt sich hiernach in die folgenden zwei Sätze zusammenfassen:

1. Der Inhalt wie die Einschließungsflächen eines Raumes sind auf bestimmte Temperaturen, welche nicht unter sich gleich zu sein brauchen, zu erwärmen, bezw. abzukühlen;
2. nach Erreichung der geforderten Temperaturen sind dieselben dauernd zu erhalten, entweder durch Zuführung oder durch Abführung von Wärme.

Die oben erwähnte Verbrennung der abgängigen Körpertheile entzieht der Luft Sauerstoff und führt derselben Kohlenäure und Wasserdampf zu. Es finden außerdem Gasbildungen, bezw. Luftverunreinigungen statt, die weniger leicht oder gar nicht zu verfolgen sind, und — theils, weil man sie nicht kennt — im Verdacht besonderer Gefährlichkeit stehen. Endlich stammen Verunreinigungen der Luft her von Zersetzungen des Schmutzes, von den Mitteln, welche zur künstlichen Beleuchtung benutzt werden, und von den Arbeitsvorgängen, die in dem betreffenden Raume stattfinden.

Der ordnungsmäßige Verlauf des Stoffwechsels erfordert Unschädlichmachung der genannten Luftverunreinigungen. Diefem Zwecke dient die Lüftung oder Ventilation, indem dieselbe entweder:

- 3a. die nicht athembaren Gase oder sonstige Gebilde, welche geeignet sind, die Luft zu verunreinigen, — unter gleichzeitigem Ersatz der verbrauchten reinen Luft abführt, bevor sie Gelegenheit hatten, sich der Luft beizumischen, oder
- 3b. die Verunreinigung durch Zuführen fog. reiner Luft und Abführen einer entsprechenden Menge verunreinigter Luft auf ein entsprechendes Maß verdünnt.

Man bemerkt, daß die Lüftung nicht ohne die Heizung bestehen kann, indem die zuzuführende Luft, welche dem Freien entnommen werden muß, in der Regel eine andere Temperatur hat, als diejenige des zu lüftenden Raumes.

Das einfachste Mittel zum Erwärmen eines geschlossenen Raumes ist das offene Feuer, welches seine Wärmestrahlen theils der Luft unmittelbar sendet, theils auf die zu erwärmenden Körper wirft und durch Vermittelung dieser die Luft erwärmt. Es wird als Luxusgegenstand noch heute in Form der fog. Kamine verwendet.

Die Alten, wenigstens die Römer, beheizten ihre Bäder — in den Wohnungen scheint das Bedürfnis einer Heizung selbst zur Zeit der Glanzperiode des alten Rom wenig empfunden worden zu sein, was sich aus dem milden Klima erklärt — indem sie die im Feuerraum (Hypocaustis) entwickelten Rauchgase durch einen niedrigen, unter dem Steinfußboden befindlichen Raum (das Hypocaustum) und von diesem aus in zahlreichen lothrechten, in den Wänden angebrachten Schächten über Dach führten. Sie erwärmten somit die Einschließungsflächen des Raumes und namentlich den Fußboden desselben. Dieses Beheizungsverfahren hat, trotz lebhafter Fürsprache¹⁷⁾ und trotz einiger Vorzüge, bisher sich nicht einzuführen vermocht, da erhebliche Mängel die Vorzüge dieser Beheizungsart bei Weitem überragen.

Das dritte z. Z. allgemein gebräuchliche Mittel besteht in der Erwärmung der Luft, welche die Erwärmung der Wandflächen vermittelt.

Die Luft spielt hierbei die Rolle eines Wärme-Trägers und -Vertheilers; sie entnimmt die Wärme den fog. Heizflächen, welche sich innerhalb oder außerhalb des zu beheizenden Raumes befinden können, und vertheilt sie schließlich an alles in dem betreffenden Raum zu Erwärmende. Vermöge ihrer großen Beweglichkeit vermag sie den angedeuteten Dienst auf größere Entfernungen zu verrichten, und

¹⁷⁾ BERGER, J. Moderne und antike Heizungs- und Ventilationsmethoden. Berlin 1870.

ermöglicht damit die Erwärmung eines Raumes und seiner Einschließungsflächen von einer verhältnißmäßig kleinen Wärmequelle, den Heizflächen aus.

So fern die Heizflächen in dem zu beheizenden Raume untergebracht sind, läßt man die Wärmestrahlen derselben nicht selten unvermittelt in den Raum treten. Diejenigen Wärmestrahlen, welche den Körper eines lebenden Geschöpfes treffen, beeinflussen dieselben einseitig, weshalb sie auf die Dauer höchst lästig werden. Jedoch wird von einigen Personen behauptet, daß eine gewisse Wärmestrahlung, wenn nicht das Wohlbefinden fördernd, so doch angenehm sei, weshalb der unvermittelten Wärmestrahlung neben der Lufterwärmung nicht jede Berechtigung abgesprochen werden kann.

Die erste Aufgabe zur Erreichung oben genannter Ziele ist die Bestimmung derjenigen Wärmemenge, welche den Räumen zugeführt, bzw. entzogen werden muß, so wie die Untersuchung, welche Mengen von Luftverunreinigungen zu beseitigen sind. Erst nach Lösung dieser Vorfragen können die Mittel zur Erreichung des Verlangten ihrer Art und ihrem Umfange nach näher bestimmt werden.

Die Mittel zur Erreichung einer genügend reinen Luft sind in den S. 40 unter 3a. und 3b. angeführten Sätzen vorläufig genügend gekennzeichnet.

Literatur

über »Heizung und Lüftung im Allgemeinen«.

- MEISSNER, P. T. Die Heizung mit erwärmter Luft. 3. Aufl. Wien 1827.
- HEIGELIN, C. M. Handbuch der Heizung. Stuttgart 1827.
- WHITWELL, S. *On warming and ventilating houses and buildings* etc. London 1834.
- INMAN, W. S. *Principles on ventilation, warming, and the transmission of sound*. London 1836.
- TREGOLD, TH. *Principles of warming and ventilating public buildings*. London 1836. Deutsche Uebersetzung von KÜHN. Leipzig 1837.
- TREGOLD, TH. *Treatise on warming and ventilating*. London 1842.
- REID, D. B. *Illustrations of the theory and practice of ventilation*. London 1844.
- BERNAN, W. *History of the art of warming and ventilating*. London 1845.
- HOOD, CH. *On warming buildings and on ventilation*. London 1846.
- BURN, R. S. *Practical handbook of the ventilation of public, private and agricultural buildings*. London 1849. Deutsche Uebersetzung von C. HARTMANN. Leipzig 1851.
- PÉCLET, E. *Nouveaux documents relatifs au chauffage et à la ventilation des établissements publics* etc. Paris 1853. Deutsche Uebersetzung von C. HARTMANN. 2. Aufl. Weimar 1863.
- Des appareils de chauffage et de ventilation. Revue gén. de l'arch.* 1855, S. 149, 193, 230, 419.
- Ventilation öffentlicher und Privatgebäude, Fabriken, Werkstätten, Abtritte und öffentlicher Unraths-Depots. Allg. Bauz. 1856, S. 27.
- PETTENKOFER. Ueber den Luftwechsel in Wohngebäuden. München 1859.
- Ueber Lufterneuerung. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1859, S. 72.
- ARTMANN, F. Allgemeine Bemerkungen über Ventilation und die verschiedenen auf die Güte der Luft Einfluß nehmenden Verhältnisse. Prag 1860.
- WOLPERT, A. Principien der Ventilation und Heizung. Braunschweig 1860.
- SCHINZ, C. Die Heizung und Ventilation in Fabrikgebäuden etc. Stuttgart 1861.
- PÉCLET, E. *Traité de la chaleur considérée dans ses applications, 3e édit.* Paris 1861. Deutsche Uebersetzung von C. HARTMANN. Neue (Titel-) Ausg. Leipzig 1866.
- WEISS, TH. Allgemeine Theorie der Feuerungsanlagen. Zürich 1862.
- RITCHIE, C. E. *A treatise on ventilation natural and artificial*. London 1862.
- REDTENBACHER, F. Der Maschinenbau. 2. Band. Mannheim 1863.
- RUTTER, H. *Ventilation and warming of buildings*. New-York 1863.
- MORIN, A. *Études sur la ventilation*. Paris 1863.
- DEBO. Ueber Ventilation. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1864, S. 89.

- Ueber Lüftung (Ventilation). HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1864, S. 1, 29, 61.
- VEIT MEYER. Ueber Ventilation und Heizung. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 113.
- DYMOND, C. W. *On the ventilation of buildings.* *Builder*, Vol. 24, S. 140.
- HEIDMAN. Studien über die Ventilation von MORIN. Mittheilungen daraus. Zeitschr. f. Bauw. 1866, S. 85 u. 537; 1867, S. 49.
- Ueber die frische Luft in den menschlichen Wohnungen. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1867, S. 74.
- Ueber Ventilation. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1867, S. 311.
- Ventilation.* *Builder*, Vol. 25, S. 676.
- JOLY, V. CH. *Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières.* Paris 1868.
- LEEDS, W. *Lectures on ventilation: being a course delivered in the Franklin Institute of Philadelphia, during the winter of 1866—67.* New-York 1868.
- Ventilation.* *Builder*, Vol. 26, S. 43.
- TEMPLETON, R. Ventilation. *Builder*, Vol. 26, S. 294.
- WEBER, K. Luft und Licht in menschlichen Wohnungen. Vortrag in der Reihe der von dem »Frauenverein für Krankenpflege« veranstalteten populären Vorlesungen. Darmstadt 1869.
- CASTARÈDE-LABARTHE, P. *Du chauffage et de la ventilation des habitations privées.* Paris 1869.
- On ventilation.* *Builder*, Vol. 27, S. 162.
- The heat emitted from the human body as an element to be regarded in arranging the ventilation and warming of buildings.* *Builder*, Vol. 27, S. 819.
- GROTHE, H. Die Brennmaterialien u. die Feuerungsanlagen f. Fabrik, Gewerbe u. Haus. Weimar 1870. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge. Herausg. von R. VIRCHOW u. F. v. HOLTZENDORF. Heft 112. Moderne und antike Heizungsmethoden. Von J. BERGER. Berlin 1870.
- TRONQUOY, C. *Un chapitre sur le chauffage et la ventilation.* Paris 1871.
- LEEDS, L. W. *Treatise on ventilation: seven lectures in Philadelphia.* 1866—68. New-York 1871.
- PINZGER, L. Beitrag zur Ventilationsfrage. Zeitschr. f. Bauw. 1872, S. 223.
- HAYWARD, J. W. *Practical experiences in ventilation and warming.* *Builder*, Vol. 30, S. 182.
- Recherches sur la ventilation naturelle et sur la ventilation artificielle.* Bruxelles 1873.
- BUTLER, W. F. *Ventilation of buildings.* London 1873.
- POPPER, M. Die Heizung vom Standpunkt der Hygiene. Öft. Zeitschr. für prakt. Heilk. 1873, Nr. 24—27.
- MORIN, A. *Salubrité des habitations. Manuel pratique du chauffage et de la ventilation.* Paris 1874.
- Du minimum de ventilation.* *Encyclopédie d'arch.* 1874, S. 28.
- Ventilation. An A-B-C hint from America.* *Builder*, Vol. 32, S. 28.
- HINE, TH. C. *Warming and ventilation.* *Builder*, Vol. 32, S. 1050.
- GRASHOF, F. Theoretische Maschinenlehre. I. Band. Mechanische Wärmetheorie, Hydraulik, Heizung. Leipzig 1875.
- BOSC, E. *Traité complet théorique et pratique du chauffage et de la ventilation des habitations particulières et des édifices publics.* Paris 1875.
- Des différentes modes de chauffage chez les anciens et les modernes.* *Gaz. des arch. et du bât.* 1875, S. 45.
- The art of warming.* *Building News*, Vol. 28, S. 120.
- Systems of ventilating.* *Building News*, Vol. 28, S. 616.
- LEEDS, L. W. *A treatise on ventilation.* New edit. Philadelphia 1876.
- BOSC, E. *Nouvelle étude sur le chauffage et la ventilation des édifices.* *Gaz. des arch. et du bât.* 1876, S. 177, 192, 212.
- Air and ventilation.* *Building News*, Vol. 31, S. 197.
- MUNDE, C. Zimmerluft, Heizung und Ventilation etc. 2. Aufl. Leipzig 1877.
- FERRINI, R. Technologie der Wärme, Feuerungsanlagen, Oefen, Heizung und Ventilation der Gebäude etc. Deutsch von M. SCHRÖTER. Jena 1877.
- Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876. Herausgegeben von der Oesterreichischen Commission. 17. Heft. Heizung, Ventilation und Wasserleitungen. Von L. STROHMAYER. Wien 1877.
- STROTT, G. K. Ventilation und Desinfection der Wohnräume, nebst Conservirung der in Wohnhäusern vorkommenden organischen Körper. Holzminden 1877.
- HAESECKE, E. Theoretisch-praktische Abhandlung über Ventilation in Verbindung mit Heizung. Berlin 1877.
- Ventilation geschlossener Räume. Deutsche Bauz. 1871, S. 161, 171, 198, 210, 219; 1872, S. 115; 1876, S. 48; 1877, S. 78.

- Die Heizung und Lüftung gefchlossener Räume. HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1877, S. 89, 111, 128. *Ventilation. Builder*, Vol. 35, S. 1231.
- CONSTANTINE, J. *The ventilation and warming of public buildings. Building News*, Vol. 32, S. 510.
- C. L. STAEBE'S Preischrift über die zweckmäßigsten Ventilations-Systeme. Redigirt, durch Anmerkungen und einen Anhang vervollständigt von A. WOLPERT. Berlin 1878.
- DEGEN, L. Praktisches Handbuch für Einrichtungen der Ventilation und Heizung von öffentlichen und Privatgebäuden nach dem System der Aspiration. 2. Aufl. München 1878.
- Ueber Luftwechsel und Heizung. Rohrleger 1878, S. 3.
- Theorie des Luftwechsels. Rohrleger 1878, S. 22.
- Ventilation der Wohnräume. Rohrleger 1878, S. 140.
- PAUL. Ueber Heizungen und Ventilation. Wochschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1878, S. 87.
- BIRD, P. H. *On the ventilation of rooms, house-drains, soil-pipes, and sewers.* London 1879.
- WAZON, A. *Chauffage et ventilation des édifices publics et privés.* Paris 1879.
- STREBEL. Mittheilungen über Heizung und Ventilation auf der Pariser Ausstellung. Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879, S. 41.
- Mittheilungen von der Weltausstellung in Paris 1878. Die Heizung und Lüftung gefchlossener Räume. *Polyt. Journ.* Bd. 231.
- MEINERS, H. Das städtische Wohnhaus der Zukunft oder wie sollen wir bauen und auf welche Weise ventiliren und heizen? 2. Aufl. Stuttgart 1880.
- Deutsche bautechnische Taschenbibliothek. 49. Heft. Die Ventilation der bewohnten Räume. Von AHRENDTS. Leipzig 1880.
- WOLPERT, A. Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung. Braunschweig 1880.
- UHLAND, W. H. Handbuch für den praktischen Maschinen-Constructeur. II. Band. 2. Feuerungsanlagen, Heizung und Ventilation. Leipzig. Erfcheint seit 1880.
- SCHWATLO, C. Heizung und Ventilation. ROMBERG'S Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1880, S. 365, 386.
- VALÉRIUS, H. *Les applications de la chaleur, avec un exposé des meilleurs systèmes de chauffage et de ventilation.* 3e édit. Gand 1880.
- PLANAT, P. *Cours de construction civile. 1e partie. Chauffage et ventilation de lieux habités.* Paris 1880.
- HOOD, CH. *Practical treatise on warming buildings by hot water, steam and hot air, on ventilation etc.* 5. edit. London 1880.
- SCHOLTZ, A. Feuerungs- und Ventilations-Anlagen. Carlsruhe 1881.
- NAUMANN, A. Die Heizungsfrage, mit besonderer Rücksicht auf Wassergaserzeugung und Wassergasheizung. Gießen 1881.

I. Kapitel.

Zu- und abzuführende Wärmemenge.

a. Wärmemenge, welche in Folge der Benutzung der Räume frei wird.

Wenn man von Sonderfällen absieht, so sind im vorliegenden Sinne nur zwei Wärmequellen zu nennen, nämlich der Stoffwechsel der Menschen und die Beleuchtung mit Gas. Alle übrigen regelmäsig auftretenden Wärmequellen können den genannten gegenüber vernachlässigt werden.

Die Wärmeentwicklung in Folge Verbrennung der abgängigen Körpertheile ist außerordentlich schwankend. Sie hängt ab von der Menge und Art der Nahrung, von dem körperlichen Zustande und der Beschäftigung der Menschen. Auch der Gemüthszustand dürfte nicht ohne Einfluß sein. Im Allgemeinen entwickeln kräftige Menschen mehr Wärme als schwächliche, Erwachsene mehr als Kinder, Männer mehr als Frauen.

Nach v. Pettenkofer und Voit¹⁸⁾ liefert der Stoffwechsel eines erwachsenen Menschen in der Stunde durchschnittlich 125 Einheiten, wenn unter einer Wärme-

49.
Stoffwechsel
der
Menschen.

¹⁸⁾ PETTENKOFER, M. v. Kleidung, Wohnung, Boden. Populäre Vorlesungen. Braunschweig 1872, S. 6.

einheit, wie hier immer, diejenige Wärmemenge verstanden wird, welche 1 kg Wasser um 1 Grad C. zu erwärmen vermag. Diese Wärmemenge wird indeffen nicht vollständig zum Erwärmen des betreffenden Raumes benutzt; vielmehr ein erheblicher Theil, zuweilen bis zu $\frac{1}{3}$, durch die Wasserverdunstung der Körperoberfläche gebunden. So fern die Zimmerluft geeignet ist, entsprechende Wassermengen aufzunehmen, also unter den gewöhnlichen Verhältnissen eines gut gelüfteten Raumes, wird man für einen erwachsenen Mann eine stündliche Zufuhr von 100 Einheiten rechnen können, während für Kinder durchschnittlich 50 Einheiten stündlich gerechnet werden dürfen.

50.
Gas-
beleuchtung.

In Art. 28, S. 21 wurde bereits angegeben, daß 1 cbm Gas je nach seiner Zusammensetzung bei der Verbrennung 4000 bis 7000 Einheiten entwickle; als Mittelwerth dürften 6000 Einheiten anzunehmen sein. Angesichts der erheblichen Verschiedenheiten wird man in besonderen Fällen sich Kenntniss von der Zusammensetzung des Gases verschaffen und die Wärmeentwicklung nach dem Verfahren berechnen, welches weiter unten, bei Besprechung der Brennstoffe, angegeben werden wird.

Die übrigen Beleuchtungstoffe, Oel, Erdöl, Stearin etc. liefern, nach Versuchen von *Erismann*, für gleiche Lichtstärke grössere Wärmemengen, als Leuchtgas. Eine reiche Beleuchtung wird jedoch durch diese Beleuchtungstoffe nur selten bewirkt werden können, weshalb die entstehende Wärmeentwicklung in der Regel vernachlässigt werden kann.

Beide genannten Quellen können hiernach oft erhebliche Wärmemengen liefern, welche ernstliche Beachtung verdienen, so fern die Bindung oder Abfuhr derselben in Frage kommt.

b. Wärmestrahlung und Wärmeleitung.

Die Wärmemenge, welche die Fläche eines von der Luft oder einer anderen Flüssigkeit berührten Körpers austauscht, ist auf Grund der bisherigen Beobachtungen nur schwer zu bestimmen. Sie wird theils durch Berührung der in Rede stehenden Fläche mit der Flüssigkeit, sonach durch Ueberleitung, theils durch Strahlung übertragen.

51.
Wärme-
strahlung.

Die Menge der Wärme, welche durch Strahlung ausgetauscht wird, ist abhängig von dem Unterschied der Temperaturen der ersten Fläche gegenüber der von den Wärmestrahlen getroffenen Fläche und von dem Zustande der beiden Flächen. Den Zustand der getroffenen Fläche vernachlässigt man gemeinlich, obgleich derselbe in eben dem Masse sich geltend macht, wie derjenige der ersten Fläche im vorliegenden Sinne, wohl nur um die Rechnungen zu vereinfachen.

Den Zustand der strahlenden Fläche berücksichtigt man durch Erfahrungszahlen, welche hier mit s bezeichnet werden sollen.

Dulong und *Petit* haben, auf Grund zahlreicher Versuche, folgenden Ausdruck für die durch Strahlung stündlich von 1 qm Fläche abgegebene Wärme W_s aufgestellt:

$$W_s = 125 s (1,0077^{t_1} - 1,0077^{t_2}), \quad \dots \quad 1.$$

worin t_1 die Temperatur der strahlenden, t_2 diejenige der bestrahlten Fläche bedeutet. Die Formel gilt für Temperaturunterschiede bis zu 260 Grad.

Nach *H. Buff*¹⁹⁾ verschluckt die atmosphärische Luft im gewöhnlichen Zustande etwa die Hälfte der Wärmestrahlen, während die andere Hälfte freien Durchlaß findet. Demnach würde der eingeklammerte Werth in zwei Theile zerlegt werden

¹⁹⁾ *POGGENDORF'S Annalen*, Bd. 158, S. 177.

müssen; der eine derselben würde die beiden Temperaturen t und t_1 , d. h. diejenigen der strahlenden Fläche und der Luft, die andere die Temperaturen t und t_2 , d. h. diejenigen der strahlenden und der hinter der Luft befindlichen bestrahlten Fläche enthalten müssen.

Letztere Fläche besteht, wenn es sich z. B. um die Wärmeausstrahlung der Außenwand eines Hauses handelt, aus den Wänden der gegenüberliegenden Gebäude. Diese sind häufig wärmer, als die zwischen beiden Flächen befindliche Luft, bei grosser Kälte, die vorzugsweise berücksichtigt werden muss, niemals kälter als dieselbe. Häufig fehlen derartige bestrahlte feste Flächen. In vielen Fällen muss daher für t_2 die Temperatur t_1 eingeschaltet werden. Die auszuführende Anlage zur Erreichung einer von dem Freien unabhängigen Temperatur muss dem grössten Wärmeaustausch gewachsen sein, weshalb es zulässig erscheint, in der Regel t_1 für t_2 einzusetzen. Die von einem Heizkörper bestrahlte, jenseits der denselben umgebenden Luft befindliche Fläche ist regelmässig kälter, als die Luft; ihre Temperatur ist jedoch schwer vorab zu bestimmen. Da nun bei Berechnung des Heizkörpers die möglicher Weise eintretende ungünstigste Wärmeabgabe ausschlaggebend ist, so ist es nicht weniger berechtigt, auch für diesen Fall in der Regel t_1 für t_2 einzusetzen.

Das Verschlucken der Wärmestrahlung Seitens der Luft findet in dem der strahlenden Fläche zunächst liegenden Raume statt. Die Temperatur dieses Luftraumes ist, wie später näher erörtert werden wird, nur schwer oder gar nicht zu bestimmen; jedenfalls ist sie grösser, als die mittels eines Thermometers gemessene Temperatur. Wenn trotzdem diese Temperatur für diejenige der bestrahlten Lufttheilchen eingesetzt wird, so findet eine Ausgleichung des Fehlers statt, welcher in der Einführung der Grösse t_1 für t_2 liegt.

Für die gleichsam negative Strahlung der kälteren Innenflächen der Wände auf die Luft, so wie auf Menschen, Möbel und andere Geräthe, die sich in einem Raum befinden, gelten dieselben Erwägungen, wie leicht übersehen werden kann.

Für die Strahlung einer Fläche, welche von Luft berührt wird, soll deshalb allgemein die Formel 1. in die andere

$$W_s = 125 s (1,0077^t - 1,0077^{t_1}) \dots \dots \dots 2.$$

verwandelt werden, wobei vorbehalten bleiben mag, in besonderen Fällen auf Formel 1. zurückzugreifen.

Für Temperaturunterschiede bis zu 60 Grad liefert die *Péclet'sche* Formel, welche unter 3. angeführt wird, fast genau dieselben Werthe, wie Formel 2., weshalb sie, ihrer Einfachheit halber, für die Wärmestrahlung derjenigen Flächen, welche zwischen der freien Luft und dem in Frage kommenden geschlossenen Raume eintritt, benutzt werden soll. Sie lautet:

$$W_s = s [1 + 0,0056 (t - t_1)] [t - t_1] \dots \dots \dots 3.$$

Was endlich den Werth s anbelangt, so liegt über denselben eine Zahl von Versuchen vor, welche nachstehend, so weit sie für das Beheizungsverfahren Bedeutung haben, zusammengestellt sind. Aus der Benennung der Oberflächen geht hervor, dass die Zahlen, welche die hier folgende Tabelle enthält, keine vollständig genauen sein können. Ich mache in dieser Hinsicht aufmerksam auf die Gegenüberstellung des gewöhnlichen Eisenbleches (mit $s = 2,7$) und des oxydirten Eisenbleches (mit $s = 3,3$). Für den vorliegenden Zweck müssen die Zahlen genügen, weil keine besseren vorhanden sind.

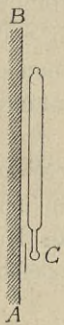
Bezeichnung der Oberfläche :	s	Bezeichnung der Oberfläche :	s
Blankes Kupfer	0,16	Neues Gufseifen	3,2
Zinn	0,22	Oxydirtes Eifenblech	3,3
Zink	0,24	Kohlenstaub	3,1
Meffing	0,26	Holz, Gyps, Baufteine, Baumwollen-, Wol-	
Polirtes Eifenblech	0,45	len- und Seiden-Stoffe, Oelfarbenanfrich	3,6
Weifsblech	0,65	Papier	3,3
Gewöhnliches Eifenblech	2,7	Rufs	4,0
Glas	2,9	Waffer	5,3

52.
Wärme-
leitung.

Die Wärmeübertragung, welche vermöge der Berührung von Luft und Körperoberfläche stattfindet, ist ihrer Menge nach weit weniger genau festzustellen, als die gefahlte Wärme. Sie scheint lediglich von dem Temperaturunterschiede abzuhängen, welcher zwischen der Oberfläche und der sie berührenden Luft herrscht. Wenn man im Stande ist, die Oberflächen-Temperatur eines Körpers einigermaßen genau zu bestimmen, so fehlen doch bisher noch die Mittel zur Bestimmung der Temperatur derjenigen Lufttheilchen, welche die Körperoberfläche bespülen; diejenige Lufttemperatur, welche wir messen können, ist eine andere als die soeben genannte.

Die Thermometerkugel C (Fig. 38) erlaubt sowohl wegen ihrer Größe, als auch wegen des Einflusses der Strahlung der Fläche AB — welche durch geeignete Schirme möglichst unschädlich gemacht werden muß — ein Eintauchen in die mit der Fläche AB in Berührung stehende Luft, welches nothwendig fein würde, wenn man die Temperatur derselben messen wollte, nicht. Es sei AB wärmer, als die berührende Luft. Alsdann wird die mit AB in Berührung stehende Luftschicht erwärmt; sie führt einen Theil der aufgenommenen Wärme durch Leitung der benachbarten Luftschicht zu. Wegen der geringen Leitungsfähigkeit der Luft kann hierdurch nur eine geringe Wärmemenge weiter geführt werden; der größere Theil der von AB abgegebenen Wärme wird daher in der diese Fläche unmittelbar berührenden Luftschicht aufgespeichert, wonach deren Temperatur erhöht. Weil die Raumeinheit der so leichten Luft nur geringe Wärmemengen aufzunehmen vermag, so ist die Temperatursteigerung der Luft eine sehr rasche, wenn nicht noch andere Einflüsse sich geltend machen.

Fig. 38.

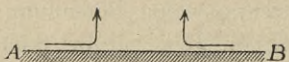


In Folge der Temperaturerhöhung wird die den Körper berührende Luftschicht spezifisch leichter; ist nun AB lothrecht, so bewegt sich die Luftschicht nach oben und macht anderer, kälterer Luft Platz, d. h. es wird die Temperatur der Luft in unmittelbarer Nähe von AB verringert, der Temperaturunterschied vergrößert. Ist AB dagegen wagrecht gelegen und abwärts gerichtet (Fig. 39), so vermag die wärmere Luft nicht nach oben zu steigen; sie bleibt also in Berührung mit AB , erwärmt sich mehr und mehr und verhindert schließlich die Wärmeabgabe bis auf die geringe Menge, welche durch Leitung der Luft weiter befördert wird. Einen dritten möglichen Fall stellt Fig. 40 vor. Die Fläche AB ist wagrecht, aber nach oben gerichtet. In diesem Falle wird die durch AB unmittelbar erwärmte Luft mit großer Entschiedenheit nach oben sich bewegen und durch kältere Luft ersetzt werden.

Fig. 39.



Fig. 40.



Auch die Begrenzung der Fläche AB , so wie die Ausdehnung derselben spielt hierbei eine nicht unwichtige Rolle. Würde z. B. AB in dem Falle der Fig. 40 sehr groß, vielleicht auch von lothrechten Wänden umrahmt sein, so würde die kalte Luft ausschließlich von oben nach unten zufließen müssen, hierbei der wärmeren Luft begegnen und wegen der vielfachen Berührung mit dieser in Folge entstehender Wirbel von dieser Wärme aufnehmen, während eine kleine nicht umrahmte Fläche AB den größten Theil der kälteren Luft durch wagrechte Ströme zugeführt erhält.

Andere Flächenlagen, als die hier kurz besprochenen, haben Erscheinungen im Gefolge, welche zwischen den genannten liegen.

So fern die Fläche AB kälter ist, als die umgebende Luft, treten die erwähnten Erscheinungen in umgekehrter Richtung auf.

Von noch entschiedenerem Einfluss auf die wirkliche Lufttemperatur in unmittelbarer Nähe der Körperoberfläche ist die Bewegung der Luft durch äussere Einflüsse. In einem stark besetzten Saal kann der Aufenthalt ein unangenehmer dadurch sein, dass die Entwärmung der menschlichen Körper durch Strahlung eine mangelhafte ist: nach allen Seiten fast sind die Körper von solchen mit gleicher Oberflächen-Temperatur umgeben, so dass das t unserer Formel 1. dem t_2 derselben nahezu oder vollständig gleich ist. Der Werth W_s wird sonach sehr klein oder gleich Null.

Die von einer Person entwickelte Wärme, welche vielleicht durch Tanzen, Reden, Singen etc. den oben genannten Durchschnitt wesentlich überschreitet, muss deshalb nahezu ausschliesslich durch Leitung an die Luft abgegeben werden. Unsere Damen ergreifen in diesem Fall den Fächer und verursachen hierdurch grössere oder geringere Luftwirbel. Die Temperatur der Luft im Raum wird hierdurch keine andere, trotzdem ist die durch die Luftbewegung entstehende Kühlung eine deutlich fühlbare; sie entsteht, indem die die Haut unmittelbar berührende, von ihr erwärmte Luftschicht theilweise oder ganz verdrängt, weggeführt wird und kältere Luftschichten, solche, deren Temperatur die im Saal gemessene ist, an ihre Stelle treten.

Bei Berechnung der Wärmemenge, welche durch Berührung einer festen Fläche mit der Luft übergeleitet wird, ist sonach nicht allein die Lage der Fläche, sondern der Bewegungszustand der Luft überhaupt gebührend zu berücksichtigen.

Schon *Péclet* hat die durch Leitung übertragene Wärmemenge W_l durch die Formel

$$W_l = l [1 + 0,0075 (t - t_1)] [t - t_1] \dots \dots \dots 4.$$

ausgedrückt, in welcher l eine von der Art der Luftbewegung abhängige Erfahrungszahl, t die Temperatur der Oberfläche, t_1 diejenige Temperatur der Luft bedeutet, welche in mässiger Entfernung von der Oberfläche gemessen wird.

Nach *Grashof*²⁰⁾ ist $l = 3$ bis 6 zu setzen und zwar im Mittel für eingeschlossene Luft $l = 4$, für freie ruhige Luft $l = 5$.

Bei besonders grosser Geschwindigkeit der Luft scheint l erheblich höher zu sein, so dass für Wind, welcher die Oberfläche der Häuser trifft, mindestens $l = 6$ gesetzt werden muss.

Die Summe beider Wärmemengen, also $W_s + W_l$, multiplicirt mit der in Frage kommenden Flächengrösse F (in Quadr.-Met.) ist die gesammte, von dieser abgegebene Wärme, welche mit W_1 bezeichnet werden mag, so dass entsteht:

$$W_1 = F (t - t_1) \left[s \{1 + 0,0056 (t - t_1)\} + l \{1 + 0,0075 (t - t_1)\} \right] \dots \dots \dots 5.$$

Diese Gleichung lässt sich auch wie folgt schreiben:

$$W_1 = \psi F (t - t_1) \dots \dots \dots 6.$$

Die Berechnung von ψ , d. h. desjenigen Ausdrucks, welcher in Gleichung 5. in die []-Klammer eingeschlossen ist, bietet, ausser den schon genannten Unsicherheiten, in so fern Schwierigkeiten, als die Grösse des Factors $t - t_1$ noch nicht bekannt, auch, wie später erörtert werden wird, zur Zeit nur auf Grund des als bekannt vorauszusetzenden ψ gewonnen werden kann. Für die geringen Temperaturunterschiede, welche bei den Einschliessungsflächen der Wohnräume vorkommen, ist indess die genannte Schwierigkeit nicht erheblich, indem die mit $t - t_1$ innerhalb der Klammer verbundenen Factoren sehr klein sind, also $t - t_1$ schätzungsweise bestimmt werden kann.

53.
Gesammte
Wärmemenge.

²⁰⁾ GRASHOF, F. Theoretische Maschinenlehre. Bd. I. Leipzig 1875, S. 944.

Beispielsweise berechnet sich ψ für die Flächen einer Fenster Scheibe wie folgt. Es sei die Temperatur des Freien = - 20 Grad, diejenige des Zimmerinneren = + 20 Grad. Für $t - t_1$ ist alsdann mit ziemlicher Sicherheit höchstens 20 Grad anzunehmen. Die Außenfläche liefert alsdann ein ψ_a , da $s = 2,9$ und $l = 6$ (wegen möglicher Weise während der Kälte auftretenden Windes), welches ausgedrückt wird durch:

$$\psi_a = 2,9 \left\{ 1 + 0,0056 \cdot 20 \right\} + 6 \left\{ 1 + 0,0075 \cdot 20 \right\} = 2,9 \left\{ 1 + 0,112 \right\} + 6 \left\{ 1 + 0,15 \right\} = \infty 10,1.$$

Die Innenfläche dagegen, wegen $s = 5,3$ (Fensterchweifs = Waffer) und $l = 4$:

$$\psi_i = 5,3 \left\{ 1 + 0,112 \right\} + 4 \left\{ 1 + 0,15 \right\} = \infty 10,5.$$

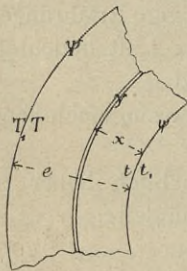
Man erfieht aus der gegebenen Rechnung, dafs für den vorliegenden Fall selbst ein erheblicher Irrthum in der Schätzung von $t - t_1$ einen nennenswerthen Einfluss auf das Endergebnifs nicht gehabt haben würde. Das ist offenbar bei dickeren, weniger gut leitenden Einschließungsflächen in noch höherem Grade der Fall, weil bei diesen $t - t_1$ an sich kleiner wird.

c. Wärmeüberführung durch feste Wände (Wärme-Transmission).

Die Ueberleitung der Wärme von einer Wandfläche zur gegenüberliegenden eines festen, gleichartigen Körpers steht im geraden Verhältnifs zum Temperaturunterschied und zur Flächengröße, so wie im umgekehrten Verhältnifs zur Entfernung beider Flächen.

Fig. 41 stelle den Querschnitt einer irgend wie gekrümmten, aber überall gleich dicken, aus gleichartigem Stoff bestehenden Wand dar. Irgend eine um x von derjenigen Fläche, welche die Temperatur t besitzt, entfernte Schicht, deren räumliche Ausdehnung mit f bezeichnet werden mag, habe die Temperatur y . Sie wird, wenn die Temperatur T größer als t ist, und λ diejenige Wärmemenge bezeichnet, welche stündlich durch eine ebene Wand desselben Stoffes, die 1 qm Flächengröße und 1 m Dicke hat, bei 1 Grad Temperaturunterschied geleitet wird (vergl. unten stehende Tabelle), in derselben Zeit eine Wärmemenge W_2 überführen, welche durch die Gleichung auszudrücken ist:

Fig. 41.



$$W_2 = + \lambda f \frac{dy}{dx} \dots \dots \dots 7.$$

Hieraus entsteht sofort:

$$dy = \frac{W_2}{f\lambda} dx \dots \dots \dots 8.$$

Für die Größe λ sind nachstehende Werthe einzuführen:

Wärmemengen λ ,

welche durch 1 qm einer ebenen Wand nachbenannter Art von 1 m Dicke stündlich übergeleitet wird, wenn der Temperaturunterschied der Außenflächen der Wand 1 Grad beträgt:

Ruhende Luft	$\lambda = 0,04$	Tannenholz, gleichlaufend mit der	
(nach Redtenbacher 0,1 ²¹⁾		Fafer	$\lambda = 0,17$
Wolle, Baumwolle, Flaum	$\approx 0,04$	Eichenholz	$\approx 0,21$
Holzafche	$\approx 0,06$	Gyps, angemacht und hierauf an	
Kreidepulver	$\approx 0,09$	der Luft getrocknet	$\approx 0,35$ bis $0,5$
Gefoßene gebrannte Erde	$\approx 0,15$	Gebrannte Erde	$\approx 0,5$ » $0,8$
Zerstoßene Coke	$\approx 0,26$	Backsteinmauer	$\approx 0,7$
Sand	$\approx 0,27$	Glas	$\approx 0,75$ » $0,88$
Tannenholz, winkelrecht zur Fafer	$\approx 0,1$	Feinkörniger Kalkstein	$\approx 1,2$ » $2,0$

²¹⁾ Der höhere von Redtenbacher angegebene Werth dürfte in so fern berechtigt sein, als in der Praxis vollständig ruhende Luft in Schichten kaum vorkommt.

54.
Einfache
Wände.

Marmor	$\lambda = 2,3$ bis $3,4$	Zink	$\lambda = 18$
Dichte Coke	$\lambda = 5$	Eifen	$\lambda = 20$ bis 28
Blei	$\lambda = 13$	Messing	$\lambda = 30$ » 45
Zinn	$\lambda = 17$	Kupfer	$\lambda = 60$ » 70 .

Die Wand sei diejenige einer Hohlkugel, deren Halbmesser r , bez. R bezeichnen; die Fläche f ist alsdann:

$$f = 4 \pi (r + x)^2,$$

so dass, durch Einsetzen dieses Werthes, die Gleichung 8. zu der anderen wird:

$$dy = \frac{W_2}{4 \pi \lambda} \frac{dx}{(r + x)^2},$$

oder

$$y = -\frac{W_2}{4 \pi \lambda} \frac{1}{r+x} + C \dots \dots \dots 9.$$

Für $x = 0$ ist $y = t$; für $x = e$ ist $y = T$, sonach

$$T - t = \frac{W_2}{4 \pi \lambda} \left\{ \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right\} \dots \dots \dots 10.$$

Die durch die Wand geführte Wärmemenge ist offenbar gleich der Wärmemenge

$$W_1 = \psi \cdot 4 r^2 \pi (t - t_1), \dots \dots \dots 6_a.$$

welche die innere Fläche mit der Luft auswechselft, und eben so gleich der Wärmemenge

$$W_3 = \Psi 4 R^2 \pi (T_1 - T) \dots \dots \dots 6_b.$$

Durch Einsetzen von W_1 statt W_2 in Gleichung 10. ändert sich diese in

$$T - t = \frac{4 r^2 \pi \psi (t - t_1)}{4 \pi \lambda} \left\{ \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right\}$$

oder

$$t = \frac{T + t_1 r^2 \psi \frac{1}{\lambda} \left\{ \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right\}}{1 + r^2 \psi \frac{1}{\lambda} \left\{ \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right\}} \dots \dots \dots 11.$$

Diesen Werth von t setzt man in Gleichung 6_a. ein und vertauscht gleichzeitig den Werth W_1 derselben mit dem Werth für W_3 aus Gleichung 6_b., so dass

$$\psi \cdot 4 r^2 \pi \left(\frac{T + t_1 r^2 \psi \frac{1}{\lambda} \left\{ \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right\}}{1 + r^2 \psi \frac{1}{\lambda} \left\{ \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right\}} - t_1 \right) = \Psi \cdot 4 R^2 \pi (T_1 - T)$$

oder

$$T = \frac{\psi r^2 t_1 + \Psi R^2 T_1 + \psi r^2 \Psi R^2 \frac{1}{\lambda} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) T_1}{\psi r^2 + \Psi R^2 + \psi r^2 \Psi R^2 \frac{1}{\lambda} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)} \dots \dots \dots 12.$$

Der so gewonnene Werth von T noch in Gleichung 6_b. eingesetzt, ergibt:

$$W_3 = W_k = 4 \pi \frac{T_1 - t_1}{R^2 \Psi + r^2 \psi + \frac{1}{\lambda} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)}, \dots \dots \dots 13.$$

in welcher Gleichung ausschliesslich bekannte Grössen sich befinden.

Eine sphärische Wand, welche einen bestimmten Theil der Hohlkugelwand bildet, überträgt einen entsprechenden Theil von W_k .

56.
Ebene
Wände.

Die Wärmemenge W_e , welche eine ebene Wand überträgt, gewinnt man leichter, wie folgt.

Hier ist in jeder zu einer der Außenflächen gleich laufenden Schicht $f = F$, so daß Gleichung 8. durch Integration die Form

$$W_2 = F \lambda \frac{T - t}{e} \dots \dots \dots 14.$$

erhält. Zunächst setzt man $W_2 = W_3$ oder:

$$F \lambda \frac{T - t}{e} = \Psi F (T_1 - T),$$

fonach

$$T = \frac{\Psi T_1 + \frac{\lambda}{e} t}{\Psi + \frac{\lambda}{e}} \dots \dots \dots 15.$$

Der so gefundene Werth wird in die Gleichung

$$W_3 = \Psi F (T_1 - T)$$

eingefügt und gleichzeitig $W_3 = W_1$ gesetzt, wobei W_1 den Werth hat:

$$W_1 = \psi F (t - t_1).$$

Man erhält hierdurch

$$t = \frac{\Psi T_1 \frac{\lambda}{e} + \psi t_1 \frac{\lambda}{e} + \Psi \psi t_1}{\Psi \frac{\lambda}{e} + \psi \frac{\lambda}{e} + \Psi \psi} \dots \dots \dots 16.$$

Schaltet man diesen Ausdruck für t in die Gleichung für W_1 und bedenkt, daß $W_1 = W_e =$ der Wärmemenge ist, welche durch die ebene Wand geführt wird, so erhält man

$$W_e = F \frac{T_1 - t_1}{\frac{1}{\Psi} + \frac{1}{\psi} + \frac{e}{\lambda}} \dots \dots \dots 17.$$

57.
Trommelförm.
Wände.

Für die Wärmemenge, welche durch eine trommelförmige Wand mit den Halbmessern r und R und der Länge l hindurchgeht, erhält man auf ähnlichem Wege:

$$W_e = 2 \pi l \frac{T_1 - t_1}{\frac{1}{\Psi R} + \frac{1}{\psi r} + \frac{1}{\lambda} \log. \text{ nat. } \frac{r}{R}} \dots \dots \dots 18.$$

Oben wurde vorausgesetzt, daß die Temperaturen T , bezw. T_1 höhere seien, als die Temperaturen t , bezw. t_1 . Dies geschah, um die Richtung der Wärmebewegung bequemer festzuhalten. Aus der Entwicklung und der Form der Endgleichungen geht nun zweifellos hervor, daß es gleichgültig ist, ob man T , bezw. T_1 oder t , bezw. t_1 als wärmer annimmt; es müssen nur die zugehörigen anderen Werthe in richtiger Weise eingesetzt werden, also z. B. das R als zu T_1 , das ψ als zu t_1 gehörig behandelt werden. Uebrigens führt die Erwägung, daß die Erhöhung der Temperatur als positive, die Verminderung derselben als negative Temperaturänderung aufzufassen ist, zu demselben Ergebniss.

Die Formeln 13., 17. und 18. gewähren uns die Möglichkeit, in Verbindung mit denjenigen Gleichungen, welche zu ihrer Entwicklung führten, die unbekanntenen Temperaturen T und t zu berechnen. Für die kugelförmige Wand ist die betr. Formel unter 12., für die ebene Wand durch die Formel 16. fogar bereits gegeben.

Die letztere mag beispielsweise für die Berechnung der Oberflächentemperaturen einer Backsteinwand benutzt werden, welche von außen durch ($T =$) $- 20$ Grad kalter Luft lebhaft bespült wird, während die Innenseite mit Tapete bekleidet ist und ein auf ($t_1 =$) $+ 20$ Grad geheiztes Zimmer begrenzt; die Dicke der Wand sei $0,5 \text{ m}$.

Alsdann ist Ψ für die Außenfläche, wegen $s = 3,6$, $T_1 - T$ (Schätzungsweise) $= 10$, $l = 6$,

$$\Psi = 3,6 (1 + 0,056) + 6 (1 + 0,075) = 10,25,$$

und ψ für die Innenfläche, wegen $s = 3,8$ und $l = 4$,

$$\psi = 8,3,$$

folglich nach Gleichung 16.

$$t = \frac{\Psi T_1 \frac{\lambda}{e} + \psi t_1 \frac{\lambda}{e} + \Psi \psi t_1}{\Psi \frac{\lambda}{e} + \psi \frac{\lambda}{e} + \Psi \psi} = \approx 14,8 \text{ Grad}$$

und eben so

$$T = \frac{\Psi T_1 \frac{\lambda}{e} + \psi t_1 \frac{\lambda}{e} + \Psi \psi T_1}{\Psi \frac{\lambda}{e} + \psi \frac{\lambda}{e} + \Psi \psi} = -15,8 \text{ Grad.}$$

Zur Prüfung der Rechnungsergebnisse berechnen wir nach Formel 17. die Wärmemenge, welche stündlich durch 1qm dieser Wand von + 20 Grad warmer in - 20 Grad kalter Luft übergeführt wird. Dieselbe ist:

$$W_e = 1 \cdot \frac{20 - (-20)}{\frac{1}{10,25} + \frac{1}{8,3} + \frac{0,5}{0,7}} = \approx 42,9 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Bei einem Temperaturunterschied von 14,8 + 15,8 = 30,6 Grad der beiden Oberflächen der Wand muß der Wärmedurchgang, da die Wand nur 0,5m dick ist,

$$30,6 \cdot \frac{0,7}{0,5} = \approx 42,8 \text{ Wärmeeinheiten}$$

betragen. Beide Ergebnisse stimmen genügend genau mit einander überein.

Zur Berechnung der Wärmeüberführung mehrfacher Wände ist folgender Weg einzuschlagen.

Fig. 42 sei der Durchschnitt einer dreifachen Wand, deren e_1, e_2 und e_3 dicke Theile aus verschiedenen Stoffen bestehen. Die Ueberleitungs-Coefficienten seien $\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_3$, die Coefficienten der inneren Leitung $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, die Temperaturen der Oberflächen der Wandtheile Δ , bzw. δ mit dem entsprechenden Index, endlich die Temperaturen der die Wand von außen bespülenden Luft T_1 , bzw. t_1 . Alsdann ist die durch die Wand übertragene Wärme:

$$W = F \lambda_1 \frac{\Delta_1 - \delta_1}{e_1} = F \lambda_2 \frac{\Delta_2 - \delta_2}{e_2} = F \lambda_3 \frac{\Delta_3 - \delta_3}{e_3} = F \psi_0 (T_1 - \Delta_1) = F \psi_1 (\delta_1 - \Delta_2) = F \psi_2 (\delta_2 - \Delta_3) = F \psi_3 (\delta_3 - t_1) \dots 19.$$

Aus diesen Gleichungen erhält man, indem man allmählich die drei Werthe der oberen Reihe mit denjenigen der zweiten Reihe, welche mit ψ_0, ψ_1 , und ψ_3 behaftet sind, vergleicht:

$$\left. \begin{aligned} \delta_1 &= \Delta_1 - \frac{\psi_0 (T_1 - \Delta_1) e_1}{\lambda_1} \\ \delta_2 &= \Delta_2 - \frac{\psi_1 (\delta_1 - \Delta_2) e_2}{\lambda_2} \\ \delta_3 &= \Delta_3 - \frac{\psi_2 (\delta_2 - \Delta_3) e_3}{\lambda_3} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 20.$$

Ferner, wenn man den ersten Ausdruck der zweiten Reihe mit allen übrigen derselben Reihe vergleicht:

$$\left. \begin{aligned} \delta_1 &= \Delta_2 + \frac{\psi_0}{\psi_1} (T_1 - \Delta_1) \\ \delta_2 &= \Delta_3 + \frac{\psi_0}{\psi_2} (T_1 - \Delta_1) \\ \delta_3 &= t_1 + \frac{\psi_0}{\psi_3} (T_1 - \Delta_1) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 21.$$

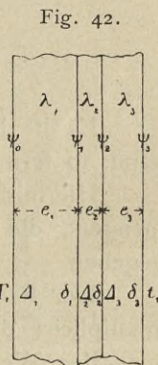


Fig. 42.

58.
Mehrfache
Wände.

Berücksichtigt man nun, dafs nach 19. $\psi_0 (T_1 - \Delta_1) = \psi_1 (\delta_1 - \Delta_2) = \psi_2 (\delta_2 - \Delta_3)$ ist, und setzt die Werthe δ_1 , δ_2 und δ_3 aus 20. und 21. gleich, so entsteht durch Addition:

$$\left. \begin{aligned} \Delta_2 + \frac{\psi_0}{\psi_1} (T_1 - \Delta_1) &= \Delta_1 - \frac{\psi_0 (T_1 - \Delta_1) e_1}{\lambda_1} \\ \Delta_3 + \frac{\psi_0}{\psi_2} (T_1 - \Delta_1) &= \Delta_2 - \frac{\psi_0 (T_1 - \Delta_1) e_2}{\lambda_2} \\ t_1 + \frac{\psi_0}{\psi_3} (T_1 - \Delta_1) &= \Delta_3 - \frac{\psi_0 (T_1 - \Delta_1) e_3}{\lambda_3} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 22.$$

$$t_1 + \psi_0 (T_1 - \Delta_1) \left(\frac{1}{\psi_1} + \frac{1}{\psi_2} + \frac{1}{\psi_3} \right) = \Delta_1 - \psi_0 (T_1 - \Delta_1) \left(\frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} \right)$$

Der bequemeren Rechnung halber sei vorübergehend:

$$\frac{1}{\psi_1} + \frac{1}{\psi_2} + \frac{1}{\psi_3} = \mathfrak{A} \quad \text{und} \quad \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} = \mathfrak{B}.$$

Durch Einsetzen dieser vorläufigen Werthe und geeignete Umformung erhält man aus der vorigen Summe

$$\Delta_1 = \frac{t_1 + T_1 \psi_0 \mathfrak{A} + T_1 \psi_0 \mathfrak{B}}{1 + \psi_0 \mathfrak{A} + \psi_0 \mathfrak{B}} \dots \dots \dots 23.$$

Der so gewonnene Ausdruck von Δ_1 wird in den Theil der Gleichung 19. eingesetzt, welcher lautet:

$$W = F \psi_0 (T_1 - \Delta_1),$$

wodurch dann ohne Schwierigkeiten erhalten wird:

$$W = F \frac{T_1 - t_1}{\frac{1}{\psi_0} + \frac{1}{\psi_1} + \frac{1}{\psi_2} + \frac{1}{\psi_3} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3}} \dots \dots \dots 24.$$

Es ist leicht zu übersehen, in welcher Weise man den Ausdruck erweitern kann, so fern die Wand aus mehr als drei Schichten besteht.

Hiermit sind die erforderlichen Unterlagen für die Berechnung der Wärmemengen, die während des Beharrungszustandes durch Wände übergeführt werden, gegeben.

59.
Wärme-
übertrag-
Coefficient.

Der Factor, welcher mit der Flächengröße und dem Temperaturunterschied multiplicirt diese Wärmemenge liefert, hat eine recht unbequeme Form, weshalb man den Werth desselben für die gebräuchlichen Fälle ein für alle Male auszurechnen pflegt.

Man schreibt alsdann die Formeln 17. und 24.:

$$W = F (T_1 - t_1) k \dots \dots \dots 25.$$

so dafs k bedeutet:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\psi} + \frac{1}{\psi} + \frac{e}{\lambda}}, \quad \text{bezw.} \quad k = \frac{1}{\frac{1}{\psi_0} + \frac{1}{\psi_1} + \frac{1}{\psi_2} + \frac{1}{\psi_3} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3}} \dots \dots \dots 26.$$

Es ist dieses Verfahren um so mehr zulässig, als in dem Ausdruck für ψ (Gleichung 5. auf S. 47) die mit s und l behafteten Theile von $(t - t_1)$ nur eine unbedeutende Rolle spielen, so fern diese Temperaturunterschiede geringe sind.

Für eine Reihe einfacher lothrechter gemauerter Wände sind die zugehörigen, nach der hier angegebenen Rechnung gefundenen Werthe von k in der Spalte F.

der unter e. (S. 65) zusammengestellten Tabelle aufgeführt. Behuf des Vergleichs habe ich die von *Redtenbacher* angegebenen Zahlen in derselben Tabelle in der Spalte R. mit aufgeführt.

Zu der Tabelle ist noch anzuführen, daß die gebräuchlichen Mauerflärken, vermehrt um die Dicke des Putzes einer Seite, zu Grunde gelegt sind und angenommen wurde, daß Außenwände in Frage kommen. Scheidewände im Inneren der Häuser führen geringere Wärmemengen über, da beiderseitig ein kleineres l im Ausdruck für ψ (vergl. S. 47) in Frage kommt.

Lothrechte, in der Außenwand liegende Fenster haben (vergl. S. 48) ein $\psi_a = 10,1$ und ein $\psi_i = 10,5$. Wird eine Wandflärke der Fensterscheiben von $0,003$ m angenommen, so entsteht nach Formel 17., bezw. 26.:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{10,1} + \frac{1}{10,5} + \frac{0,003}{0,8}} = \frac{8484}{840 + 808 + 32}, \text{ oder } k = 5.$$

Aus dem Zahlenbeispiel geht zur Genüge hervor, daß das Glied $\frac{e}{k}$, welches sich auf die Wärmeleitung im Glase bezieht, genügend gegen die anderen Glieder verschwindet, um es vernachlässigen zu können. Die Dicke der Fensterscheiben ist hiernach für die Wärmeüberführung gleichgiltig.

Redtenbacher setzt dieses $k = 3,6$. So fern kräftige, breite hölzerne Fensterrahmen angewendet und diese mit als Fensterfläche behandelt werden, dürfte die Zahl $3,6$ genügen; in anderen Fällen ist sie ungenügend. Für einfache Fenster in Scheidewänden, welche weder von verdichtetem Wasser bedeckt sein, noch von heftiger Windströmung bespült werden können, werden beide $\psi = 7,4$ und damit gewinnt man $k = 3,7$.

Wagrechte Fenster (Oberlichter), welche von unten durch wärmere, von oben durch kältere Luft berührt werden, haben große Werthe von ψ , weil (vergl. S. 46) die unten abgekühlte Luft rasch wärmerer, die oben erwärmte Luft rasch kälterer Luft Platz macht. Es dürfte deshalb das l der Formel 5. zu 6 angenommen werden müssen, so daß, da Schweißbildung selten eintritt, $\Psi = \psi = 10,7$ und $k = 5,4$ wird.

Für hölzerne lothrechte Wände, Thüren u. dergl., welche mit Oelfarbe angefrichen sind und einseitig von heftigem Winde bespült werden, erhält man

$$\Psi = 10,25 \text{ und } \psi = 8,1,$$

somit folgende Werthe von k :

e in Met.	k (für 1 Stunde, 1 qm Fläche und 1 Grad Temperaturunterschied.)	
	Eichenholz.	Tannenholz.
0,02	2,92	2,94
0,04	2,2	1,5

Hierbei ist in Bezug auf Thüren zu bemerken, daß e die durchschnittliche Dicke derselben ist; diese ist gemeinlich kleiner, als das Maß, mit dem man die betreffende Thür bezeichnet.

Thüren der Scheidewände überführen selbstverständlich weniger Wärme, weil beide $\psi = 8,1$ zu nehmen sind.

Andere loth- und wagrechte Constructionen, welche die Räume nach der Seite, nach oben und unten begrenzen, sind meistens aus mehreren Schichten zusammengesetzt. Von zusammengesetzten Wänden, Decken etc. sind namentlich diejenigen bemerkenswerth, welche eine oder mehrere Luftschichten enthalten.

Die Luftschichten lothrechter Wände erschweren den Wärmedurchgang weniger, als in gewissen, noch zu erörternden Fällen die wagrechten Luftschichten. Fig. 43 stelle den lothrechten Schnitt einer hohlen Wand dar. Es sei die linke Seite derselben gegen das Freie gerichtet, so daß $\psi_0 = 10,25$ (vergl. S. 51) gesetzt werden kann; ψ_1 und ψ_2 gehören zu den Oberflächen, welche die Luftschicht berühren. Die letztere erwärmt sich an der einen Seite und wird an der anderen Seite abgekühlt, so daß eine Strömung innerhalb des Hohlraumes eintritt. Diese hängt, ihrer Entschiedenheit nach, von der Höhe und Weite des Hohlraumes ab; sie wird im Besonderen mit zunehmender Höhe des Hohlraumes wachsen. Vermöge dieser Strömung findet die Ueberleitung der Wärme von einer Fläche zur anderen weit rascher statt, als der Fall sein würde, wenn die Luft den Hohlraum ruhend ausfüllte.

60.
Fenster
und
Oberlichter.

61.
Holzwände
u. Thüren.

62.
Hohle
Wände.

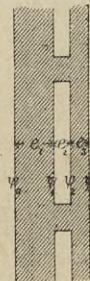


Fig. 43.

Da nun der denkbar größte Wärmedurchgang für den vorliegenden Zweck berechnet werden muß, so ist zu empfehlen, den Widerstand der Luftschicht gegen den Wärmedurchlaß ganz zu vernachlässigen, aber für l im Ausdruck für ψ den kleinsten Werth anzunehmen, so daß $\psi_1 = \psi_2 = 6,6$ wird. Für die an das Zimmer grenzende Fläche war ψ_3 früher (S. 51) zu 8,3 berechnet. Die Mauer sei aus Backsteinen hergestellt, so daß $\lambda = 0,7$ ist, und es sei $e_1 = e_3 = 0,25$ m. Hiernach berechnet sich

$$k = 0,82.$$

Ist nun noch $e_2 = \frac{1}{2}$ Stein, so ist die Gesamtdicke der Mauer $\approx 0,64$ m; für eine volle Mauer dieser Dicke ist nach der Tabelle auf S. 65 $k = 0,86$ gefunden. Die Anbringung eines solchen Hohlraumes erschwert somit den Durchgang der Wärme, wenn auch nicht in hohem Maße.

Doppelte lothrechte Fenster bringen ein noch günstigeres Ergebniss hervor, obgleich auch bei ihnen der Widerstand, welchen die Luftschicht dem Wärmedurchgang entgegensetzt, vernachlässigt werden muß. Es ist dies die Folge der geringeren Temperaturunterschiede zwischen Glasfläche und Luft, die das Verdichten von Wasserdampf an der Oberfläche derselben in der Regel ausschließen. Man erhält für dieselben:

$$\psi_0 = 10,1, \quad \psi_1 = \psi_2 = 6,3, \quad \psi_3 = 7,4, \quad \text{sonach } k = 1,77,$$

statt $k = 5$ für einfache Fenster.

63. Decken. Wagrechte hohle Einchiessungs-Constructionen, wie hohle Decken etc., sind wieder in solche zu unterscheiden, welche an ihrer oberen Fläche von kälterer, an ihrer unteren Fläche von wärmerer Luft berührt werden, und in solche, bei denen das Umgekehrte stattfindet.

Der Deckendurchschnitt Fig. 44 gehöre zunächst der ersteren Art an. Die Luft, welche sich am Fußboden erwärmt, steigt empor, kälterer Luft Platz machend, so daß $\psi_0 = 10$ genommen werden muß.

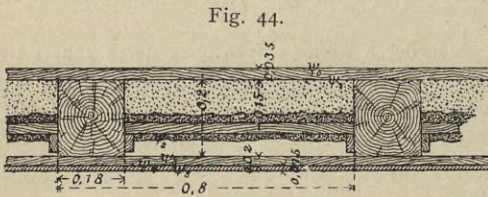


Fig. 44.

Der Wärmeübergang vom Sand in den Bretterfußboden kann nur durch Leitung stattfinden; die Leitung wird aber wegen der innigen Berührung sehr entschieden wirken, so daß für ψ_1 die Zahl 10 als zutreffend zu bezeichnen sein dürfte. So fern geringe Spielräume vorhanden sind, wird Leitung und Strahlung gemeinschaftlich auftreten, wobei ebenfalls $\psi_1 = 10$ entsteht. ψ_2 wird, weil die sich an der Wellerung abkühlende Luft rasch niederfinkt und wärmerer Platz macht, ebenfalls groß ausfallen, wahrscheinlich = 10 sein. ψ_3, ψ_4 und ψ_5 verhalten sich eben so, wie ψ_0, ψ_1 und ψ_2 , so daß, da $\lambda_1 = \lambda_4 = 0,1$ (Tannenholz), $\lambda_2 = 0,27$ (Sand), λ_3 , d. i. die Leitung der Luftschicht, wegen der Strömung derselben sehr groß, also der Widerstand derselben gegen die Ueberleitung von Wärme sehr gering ist, vernachlässigt werden kann, endlich $\lambda_5 = 0,5$ (Gypssputz) ist, entsteht

$$k = \frac{1}{\frac{1}{10} 6 + \frac{0,035}{0,1} + \frac{0,15}{0,27} + \frac{0,02}{0,1} + \frac{0,015}{0,5}} = \approx 0,58.$$

Da, wo Balken sich befinden, ist k einfacher

$$k = \frac{1}{\frac{1}{10} 5 + \frac{0,035}{0,1} + \frac{0,2}{0,1} + \frac{0,02}{0,1} + \frac{0,015}{0,5}} = \approx 0,32;$$

folglich die durchschnittliche Wärmeüberführungszahl für eine derartige Decke

$$k_0 = \frac{0,58 (0,8 - 0,18) + 0,32 0,18}{0,8} = 0,5.$$

Ist dagegen unter der in Fig. 44 abgebildeten Decke die kältere, über derselben die wärmere Luft, dient die Decke z. B. zum Abschluß des Kellers gegen das beheizte Erdgeschloß, so erhält man zunächst für den gewellten Theil derselben aus nicht mehr zu erörternden Gründen $\psi_0 = \psi_2 = \psi_3 = \psi_5 = 7$, $\psi_1 = \psi_4 = 10$; außerdem ist die Luftschicht eine ruhende, so daß entsteht:

$$k = \frac{1}{3 \frac{1}{7} + 2 \frac{1}{10} + \frac{0,035 + 0,02}{0,1} + \frac{0,15}{0,27} + \frac{0,015}{0,5} + \frac{0,05}{0,04}} = 0,3.$$

k ist also in diesem Falle fast nur halb so groß, als für dieselbe Stelle der Decke vorhin gefunden wurde. Es erhellt hieraus, daß Luftschichten in wagrechten Constructionen, welche oben von wärmerer, unten von kälterer Luft befüllt werden, von großem Werth sind, während sie im umgekehrten Falle als nahezu werthlos bezeichnet werden müssen.

Diejenigen Stellen, an denen sich Balken befinden, haben, da das ψ für die Fußbodenoberfläche und

dasjenige der Deckenunterfläche = 7 gefetzt werden mufs, ein $k = 0,35$. Das durchschnittliche k ist fonach

$$k = \frac{0,3 \cdot 0,62 + 0,35 \cdot 0,18}{0,8} = 0,31.$$

Die Kellerdecke (Fig. 45), welche von unten mit kälterer, von oben mit wärmerer Luft in Berührung steht und welche aus Backsteingewölbe, Sandfüttung und tannem Fufsboden besteht, überführt für jeden Grad Temperaturunterschied, jedes Quadratmeter Fläche und jede Stunde

$$k = 0,71 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Nach den gegebenen Beispielen dürften die Wärmemengen, welche anders geartete Einschließungsflächen überführen, leicht zu berechnen sein, so lange dieselben beiderseitig von Luft berührt werden.

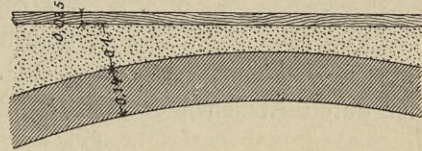
Es ist jedoch noch darauf hinzuweisen, dafs für Dampf und Wasser erheblich gröfsere Werthe für ψ in Ansatz zu bringen sind, als für Luft. Wasser nimmt, vermöge seiner hohen specifischen Wärme, bei geringer Temperaturerhöhung schon verhältnismäfsig grofse Wärmemengen auf, so dafs der wahre Temperaturunterschied an der Berührungsfläche nur wenig von dem beobachteten abweicht. In Folge der Wärmeabgabe des Dampfes wird dieser zu Wasser verdichtet; vermöge dieses rasch abzufliessen, so bleibt der wahre Temperaturunterschied dem beobachteten fast genau gleich.

Der Luftgehalt des Wasserdampfes stört die Wärmeabgabe desselben, indem die Lufttheilchen sich selbstverständlich wie immer verhalten. Ein Gemisch von gleichen Raumtheilen Wasserdampf und Luft wird sich daher etwa zur Hälfte so verhalten, wie Luft, und zur anderen Hälfte, wie Dampf.

Genauere Zahlen sind jedoch für die einzelnen Werthe von ψ nicht bekannt; da Wasser sowohl als Dampf fast ausschliesslich mit Metallen in Berührung treten, und Angesichts der hohen Leitungsfähigkeit dieser die meistens geringe Wandstärke derselben unberücksichtigt bleiben kann, so sind unter e. (S. 66) lediglich die Coefficienten k angegeben.

Die Formel 25. und ihre Vorgängerinnen setzen unveränderliche Temperaturen T_1 und t_1 voraus. Mit solchen läfst sich nicht immer rechnen, weil z. B. die eine Wandfläche berührende Luft an verschiedenen Stellen verschiedene Temperaturen hat. Behuf Gewinnung eines Anhaltes für die Berechnung mögen die drei — in

Fig. 45.



64.
Dampf
u. Wasser.

65.
Veränderliche
Temperatur.

Fig. 46.

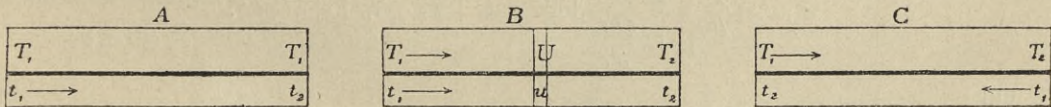


Fig. 46 unter A, B, C angeführten — möglichen Fälle näher betrachtet werden, dafs nämlich:

- A. die eine Flüssigkeit nur Nebenströmungen unterworfen ist, so dafs sie an der berührten Wand überall gleiche Temperatur besitzt, während die andere Flüssigkeit längs der festen Wand sich fortbewegt;
- B. beide Flüssigkeiten sich an der festen Wand entlang in gleicher Richtung bewegen (fog. Parallelströmung);
- C. beide Flüssigkeiten längs der festen Wand fließen, jedoch in entgegengesetzter Richtung (fog. Gegenströmung).

Es bezeichnen T_1 , bzw. t_1 die anfänglichen, T_2 , bzw. t_2 die Endtemperaturen der Flüssigkeiten; c , bzw. c die Wärmemengen, welche 1 kg der betr. Flüssigkeit um 1 Grad zu erwärmen vermögen; Q , bzw. q die Gewichte der stündlich längs der Wände strömenden Flüssigkeit; W , F und k haben die bisherige Bedeutung. Zwei unendlich kurze Theile der beiden Ströme (Fig. 46 B) haben die unbekanntenen Temperaturen U und u und sind durch eine Flächengröße dF von einander gefchieden.

Es ist alsdann die durch die Fläche dF übertragene Wärmemenge

$$dW = k \cdot dF (U - u) \dots \dots \dots 27.$$

In Folge dieser Wärmeüberführung verliert der U Grad warme Stromtheil diese Wärmemenge, während der gegenüberliegende Stromtheil sie aufnimmt, so daß

$$dW = -QC \cdot dU = qc \cdot du \dots \dots \dots 28.$$

wird, oder durch Integration

$$- QCU = qcu + Const. \dots \dots \dots 29.$$

Für $U = T_1$ ist $u = t_1$, fonach:

$$- QCT_1 = qct_1 + Const. \dots \dots \dots 30.$$

oder durch Abziehen der Gleichung 30. von 29.:

$$QC \{ T_1 - U \} = qc \{ u - t_1 \},$$

woraus ohne Weiteres abzuleiten ist:

$$u = \frac{QC}{qc} \{ T_1 - U \} + t_1 \dots \dots \dots 31.$$

Aus der Gleichsetzung der Werthe von dW in 27. und 28. folgt:

$$k(U - u) dF = -QC \cdot dU \dots \dots \dots 32.$$

Führt man in die letzte Gleichung den Ausdruck für u aus Gleichung 31. ein, so erhält man, nach einigen Umformungen:

$$dF = -\frac{QC}{k} \frac{dU}{\left(1 + \frac{QC}{qc}\right) U - \frac{QC}{qc} T_1 - t_1}, \dots \dots \dots 33.$$

also:

$$F = -\frac{QC}{k} \frac{1}{1 + \frac{QC}{qc}} \log. \text{ nat. } \left\{ \left(1 + \frac{QC}{qc}\right) U - \frac{QC}{qc} T_1 - t_1 \right\} + Const. \dots 34.$$

Für $U = T_1$ ist $F = 0$; für $U = T_2$ ist $F = F_B$; fonach:

$$0 = -\frac{1}{k} \frac{QC}{1 + \frac{QC}{qc}} \log. \text{ nat. } \{ T_1 - t_1 \} + Const.$$

und

$$F_B = -\frac{1}{k} \frac{QC}{1 + \frac{QC}{qc}} \log. \text{ nat. } \left\{ T_2 - \frac{QC}{qc} (T_1 - T_2) - t_1 \right\} + Const.$$

oder nach Subtraction der Gleichungen

$$F_B = \frac{1}{k} \frac{QC}{1 + \frac{QC}{qc}} \log. \text{ nat. } \frac{T_1 - t_1}{T_2 - \frac{QC}{qc} (T_1 - T_2) - t_1} \dots \dots \dots 35.$$

Es ist aber, wie aus 28. abgeleitet werden kann, übrigens ohne Weiteres zu übersehen ist,

$$W = QC \{ T_1 - T_2 \} = qc (t_2 - t_1) \dots \dots \dots 36.$$

also

$$\frac{QC}{qc} = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - T_2},$$

welche Werthe in 35. eingeführt den Ausdruck für den Parallelstrom liefern:

$$F_B = \frac{W}{k} \frac{\log. \text{ nat. } \frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_2}}{\{ T_1 - T_2 + (t_2 - t_1) \}} \dots \dots \dots 37b.$$

Da in dem Fall *A* die Temperatur der mit den kleinen Buchstaben bezeichneten Flüssigkeit unverändert bleibt, so ist die Gleichung für diesen Fall sofort zu schreiben:

$$F_A = \frac{W}{k} \log. \text{ nat. } \frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_1} \dots \dots \dots 37a.$$

Der dritte Fall, derjenige des fog. Gegenstromes, wird genau so behandelt, wie der zweite, unter Berücksichtigung der anderen Richtung. Man gelangt indeffen zu demselben Ergebnisse, wenn man bedenkt, dass beim Gegenstrom *T*₁ dem *t*₂ und *T*₂ dem *t*₁ gegenübersteht. Es ist die betreffende Gleichung:

$$F_C = \frac{W}{k} \log. \text{ nat. } \frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1} \dots \dots \dots 37c.$$

Die Gleichung für den Werth des log. nat. ist nun:

$$\log. \text{ nat. } x = 2 \left(\frac{x - 1}{x + 1} + \frac{1}{3} \left[\frac{x - 1}{x + 1} \right]^3 + \frac{1}{5} \left[\frac{x - 1}{x + 1} \right]^5 + \dots \dots \right)$$

Verwendet man von dieser Reihe zur Umwandlung der Gleichungen 37. nur das erste Glied, was für kleine Werthe von *x* zulässig ist, so erhält man:

$$F_A = F_B = F_C = \frac{W}{k} \frac{1}{\frac{T_1 + T_2 - (t_1 + t_2)}{2}} = F \dots \dots 38.$$

oder

$$W = F \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{t_1 + t_2}{2} \right) k ; \dots \dots \dots 39.$$

d. h. die Wärmeüberführung ist proportional dem Unterschiede der mittleren Temperaturen.

Das zweite Glied der logarithmischen Reihe lässt jedoch Abweichungen erkennen; es beträgt

$$\text{für } A: \frac{1}{3} \frac{W}{k} \frac{1}{T_1 - T_2} \left\{ \frac{T_1 - T_2}{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)} \right\}^3 \dots \dots \dots 40a.$$

$$\text{für } B: \frac{1}{3} \frac{W}{k} \frac{1}{(T_1 - T_2) + (t_2 - t_1)} \left\{ \frac{(T_1 - T_2) - (t_1 - t_2)}{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)} \right\}^3 \dots \dots \dots 40b.$$

$$\text{für } C: \frac{1}{3} \frac{W}{k} \frac{1}{(T_1 - T_2) + (t_2 - t_1)} \left\{ \frac{(T_1 - T_2) + (t_1 - t_2)}{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)} \right\}^3 \dots \dots \dots 40c.$$

Man sieht, dass die vor den grossen Klammern stehenden Ausdrücke einander gleich sind. Dasselbe ist der Fall mit den Nennern innerhalb der grossen Klammern; ein Unterschied ist nur bezüglich der Zähler vorhanden. Der Ausdruck *t*₁—*t*₂ ist nun immer negativ; folglich muss der Zähler, zu welchem derselbe addirt wird, kleiner, derjenige aber, von welchem er subtrahirt wird, gröfser werden, und endlich derjenige, in welchem der Ausdruck *t*₁—*t*₂ gar nicht vorkommt, seiner Gröfse nach mitten zwischen beiden ersteren liegen. Bei gleichem *W* und *k*, so wie *T*₁, *T*₂, *t*₁ und *t*₂ wird sonach *F*_C am kleinsten, *F*_B am gröfsten, während *F*_A den Mittelwerth besitzt. Man macht hiervon Gebrauch bei Bestimmung der Heizflächen, so fern *t*₁—*t*₂ grofs ist.

Die Ausdrücke 40a., 40b., und 40c. gewähren auch einen sicheren Ueberblick über die Zulässigkeit der Anwendung der Formeln 38. und 39. Benutzt man diese, so vernachlässigt man das zweite Glied und alle folgenden Glieder. Da in den folgenden Gliedern nur der Exponent der grossen Klammer sich ändert, so

ist mit Hilfe von 40_a , bezw. 40_b , oder 40_c , in jedem einzelnen Falle der Fehler, dessen man sich durch Gebrauch von 38., bezw. 39. schuldig macht, genau zu bestimmen.

Im Allgemeinen ist dieser Fehler am grössten bei dem Fall B , am kleinsten bei C ; A liegt auch in dieser Beziehung zwischen jenen beiden. Ferner wächst der in Rede stehende Fehler, wenn auch nicht im geraden Verhältniss, mit der Differenz $T_1 - T_2$ und der Summe $t_1 + t_2$.

66.
Unebene
Wände.

Wenn bei Berechnung der Beispiele ausschliesslich schlichte Wände mit gleich laufenden Oberflächen angenommen wurden, so ist noch zu erörtern, wie bei nicht ebenen Wänden und Decken, so wie wechselnden Wandstärken zu verfahren ist.

Je reicher die Gliederung einer Wand, bezw. einer Decke ist, um so grösser wird die wärmeüberführende Fläche. Da die Berechnung des Einflusses der einzelnen Gliederungstheile unmöglich, mindestens aber zu umständlich fein würde, so vernachlässigt man die ausserhalb der eigentlichen Wand-, bezw. Deckenfläche liegenden Flächen sowohl, als auch den Leitungswiderstand der zugehörigen Dicken. Bei besonders reicher Gliederung dürfte ausserdem ein schätzungsweise festzustellender Zuschlag zu dem berechneten k erforderlich werden.

Bei gebogenen oder Ecken bildenden Wänden und Decken wählt man für F diejenige Fläche, welche etwa das Mittel zwischen den beiden Begrenzungsflächen der Wände bildet. In der Regel sind die Dicken der Wände und Decken gegenüber der Flächenausdehnung derselben so gering, dass ein nennenswerther Fehler durch dieses Verfahren nicht entstehen kann. In zweifelhaften Fällen wird man, da die gefammte Rechnung den Zweck hat, die grösste etwa eintretende Wärmeabführung zu bestimmen, reichlicher greifen, um sicher zu sein, dass nicht zu wenig in Rechnung gestellt wurde.

67.
Anzunehmende
Temperaturen.

Auch die Grösse der anzunehmenden Temperaturen bedarf einer Auseinandersetzung.

Die Temperatur im Freien kann nur erfragt werden; in den Städten pflegt dieselbe 1 bis 3 Grad hinter derjenigen des freien Feldes zurückzubleiben, weil die von den Häusern abgegebene Wärme die Strassen gleichsam heizt.

Die Temperatur der geschlossenen Räume benennt man gemeinlich nach derjenigen, welche in Kopfhöhe herrschen soll. Auf S. 66 sind einige Angaben über die gebräuchlichen Temperaturen zusammengestellt.

Diese Temperaturen dürfen indess nicht unmittelbar zur Berechnung der Wärmeüberführung verwendet werden, indem dieselben, wie schon erwähnt, in Kopfhöhe gemessen, keineswegs aber gleichmässig im ganzen Raume vorhanden sind. Beheizt man den betr. Raum mittels solcher Flächen, welche in dem Raume selbst aufgestellt sind, oder mittels solcher, die in einer besonderen Heizkammer sich befinden, so ist immer die Luft die Trägerin der Wärme, so weit von der unmittelbaren Wärmestrahlung der Heizflächen gegen den menschlichen Körper abgesehen wird. Die an den Heizflächen erwärmte Luft steigt, ihres geringeren Gewichtes halber, sofort nach oben und breitet sich unter der Decke des Raumes aus. Hier giebt sie einen Theil ihrer Wärme ab, nämlich denjenigen, welcher durch die Decke verloren geht. In dem Masse, wie die Luft vom Fussboden abgesaugt wird, sei es zu abermaliger Erwärmung, sei es zur Beseitigung der Luft, sinken die wärmeren Luftschichten nach unten. Sie geben unterwegs einen ferneren Theil ihrer Wärme ab, nämlich denjenigen, welcher durch die lothrechten Wände des Raumes verloren geht. Unten angekommen, findet die letzte Abkühlung der Luft statt, nämlich durch den Fussboden. Die höchste Temperatur muss somit unter der Decke

vorhanden sein, während die niedrigste unmittelbar über dem Fußboden gefunden werden wird. Die in den verschiedenen Höhen herrschenden Temperaturen können für den Beharrungszustand berechnet werden, so fern man vorher die Wärmemengen bestimmt hat, welche für 1 Grad Temperaturunterschied zwischen den Innen- und Außenflächen der Wände übergeführt werden.

Um den Rahmen dieses »Handbuchs« nicht zu sehr auszudehnen, will ich hier eine solche Rechnung nicht durchführen, mich vielmehr darauf beschränken, einige beobachtete Temperaturen anzugeben.

In meinem Arbeitszimmer machte ich Beobachtungen, als das im Freien aufgehängte Thermometer + 8 Grad und als dasselbe — 13 Grad zeigte. Es ergaben sich die in Fig. 47 und 48 eingeschriebenen Temperaturen.

Sie bekunden in Zahlen zunächst, was allerdings bekannt ist, daß in der Nähe der Decke eine wesentlich höhere Temperatur herrscht, als in der Höhe, in welcher die Temperaturen abgelesen zu werden pflegen. Sonach muß für die Temperatur der die Decke berührende Luft eine entsprechend größere Zahl in Ansatz gebracht werden, als für die Kopfhöhe vorgeschrieben wurde. Wie viel höher die in Rede stehende Temperatur ist, kann genau nur in jedem einzelnen Falle bestimmt werden. Annähernd kann dieselbe bestimmt werden durch die Temperatur der einströmenden warmen Luft, da die durchschnittliche Temperatur unter der Decke etwas niedriger sein muß, als diejenige der Heizluft. Man wird daher die Temperatur der letzteren, nicht aber

diejenige des Zimmers in Rechnung setzen, und zwar unter Abtrieb eines Theiles derselben, der abhängig ist von der Art der Zuführung und dem Wärmeübertragungsvermögen der Decke. Eine Decke, welche viel Wärme zu übertragen vermag, entzieht der Luft mehr Wärme, als eine sorgfältig ausgeführte. Dem entsprechend wird erstere eine niedrigere durchschnittliche Temperatur der die Decke bespülenden Luft veranlassen, als letztere.

Im Durchschnitt dürfte die Temperatur in der Nähe der Decke 5 bis 15 Grad niedriger sein, als diejenige der Heizluft. Bei Wahl der Zahlen zwischen 5 und 15 Grad ist die Höhenlage der Luftzuführungsöffnung zu beachten. So fern die Heizluft in einiger Entfernung von der Decke oder gar unmittelbar über dem Fußboden zu der Zimmerluft tritt, verliert sie einen Theil ihrer Wärme an diese, während sie emporsteigt. Bei besonders hohen Räumen geringer wagrechter Ausdehnung und geschickter Vertheilung der Luft-Ausströmungs-, so wie Abströmungsöffnungen ist fogar die Temperatur der Luft an der Decke oft wesentlich niedriger, als am Fußboden.

Berechnet man die durchschnittliche Innentemperatur der lothrechten Wand (Fig. 48), indem man annimmt, daß die Begrenzungscurve ihre Richtung bis an die Decke und den Fußboden beibehält und zwischen zwei benachbarten Punkten gerade ist, so entsteht:

$$\frac{43,5 + 41}{2} 0,27 + \frac{41 + 25}{2} 1,8 + \frac{25 + 19}{2} 0,9 + \frac{19 + 15,2}{2} 1,4 + \frac{15,2 + 15}{2} 0,1 = 26 \text{ Grad.}$$

Sonach ist die durchschnittliche Temperatur nicht unbedeutend höher, als diejenige in Kopfhöhe, welche etwa 20 Grad war. Hieraus geht hervor, daß die für die Wärmeüberführung der Wände in Rechnung zu setzende Temperatur höher ist, als diejenige, welche man zu nennen pflegt. Der Unterschied wird um so größer sein müssen, je höher der beheizte Raum ist, indem die feste Höhe von etwa 1,8 m

Fig. 47.

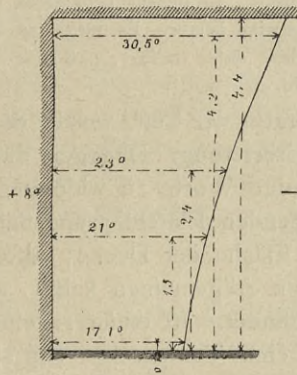
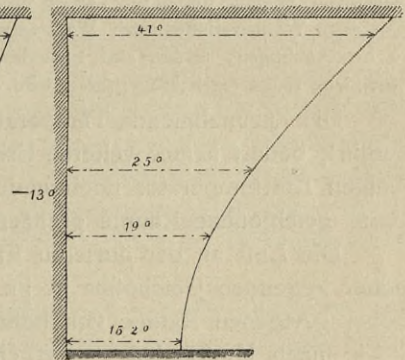


Fig. 48.



immer von dem unteren Ende der Curve gemessen wird. Derselbe wächst ferner mit der Fähigkeit der lothrechten Wände, Wärme zu übertragen, da hierdurch der Verlauf der Curve bedingt ist.

Endlich ist zu beachten, daß der Unterschied der Temperaturen in verschiedenen hohen Schichten mit der Temperatur der Heizluft wächst. Man wird daher eine um so gleichmäßigere Temperatur erzielen, je niedriger die Temperatur der Heizluft ist.

Ich erwähnte schon, daß man im Stande ist, die Curve durch Rechnung festzustellen; in der Regel begnügt man sich jedoch mit einem Zuschlag, welcher bei 3^m Zimmerhöhe = 0, für jedes überschiefsende Meter derselben 5 bis 15 Procent beträgt.

Bei Zusammenstellung der Einzelbeobachtungen zu der in Fig. 48 gegebenen Curve fiel mir auf, daß die untere Temperatur eigentlich niedriger sein müßte. Nach einigem Nachdenken ergab sich jedoch die Ursache der Abweichung von dem Erwarteten: der unter meinem Zimmer befindliche Raum war geheizt; somit wurde meinem Zimmer diejenige Wärme durch den Fußboden zugeführt, welche das unter mir befindliche Zimmer durch die Decke verlor. In diesem besonderen Falle brachte somit der Fußboden statt eines Wärmeverlustes einen Wärmegewinn hervor. Es dürfte gerechtfertigt sein, diesen Wärmegewinn zu berücksichtigen, so fern eine Sicherheit dafür vorliegt, daß der unter einem in Frage kommenden befindliche Raum regelmäßig geheizt wird.

Die anzunehmende Temperatur der Luft, welche die Außenwände eines Hauses berührt, bedarf keiner weiteren Erörterung. Dagegen dürfte es nothwendig sein, derjenigen Lufttemperatur noch einige Worte zu widmen, welche an den an benachbarte geschlossene Räume grenzenden Einschließungsflächen herrscht.

Die Luft an der äußeren Fläche der Decke, also dem Fußboden des nächst höher liegenden Geschosses ist im Allgemeinen kälter, als die Luft, welche in dem höher gelegenen Raume sich befindet. Ist dieser regelmäßig beheizt, so wird man — je nach Umständen — auf eine Temperatur von +10 bis +16 Grad rechnen können; ist derselbe nicht beheizt, so sinkt die Lufttemperatur desselben nicht selten unter 0 Grad; ich habe auf einem Dachboden, bei -17 Grad Temperatur des Freien über dem Fußboden desselben -6½ Grad gemessen. Der Temperatur des Freien ist die in Rede stehende Lufttemperatur niemals gleich zu setzen, da diejenige Wärme, welche die Decke überträgt, zur Erwärmung der Luft dient. Das Gleiche gilt von den Temperaturen an den lothrechten Wänden benachbarter Räume. Auch hier dient selbstverständlich die übergeführte Wärme zur Erwärmung dieser Räume. Lediglich die genaue Kenntniss der örtlichen Verhältnisse und der gebräuchlichen Benutzung der in Frage kommenden Räume befähigt, die zutreffenden Werthe zu wählen.

Wenn die benachbarten Räume in unregelmäßiger Weise beheizt werden, so muß man selbstverständlich den Wärmebedarf jedes einzelnen Zimmers nach den ungünstigsten Umständen berechnen; vollständig falsch würde es aber sein, die so für die einzelnen Zimmer gefundenen Wärmeerfordernisse einfach zu addiren, um die Wärmemenge, welche von den gemeinschaftlichen Feuerungen frei gemacht werden müssen, zu bestimmen. Vielmehr sind für diesen Zweck die ganzen Gebäude oder Theile derselben als von ihren äußeren Einschließungsflächen begrenzte Räume aufzufassen.

In den vorliegenden Erörterungen ist meistens nur der regelmäßige Fall ins Auge gefaßt, daß die Temperatur des Freien niedriger ist, als diejenige, welche man in den geschlossenen Räumen haben will. Es dürfte in denjenigen Fällen, in denen der künstlichen Kühlung nicht besonders gedacht ist, leicht zu erkennen sein,

in welcher Richtung sich die Vorgänge verschieben, so fern die Temperatur der geschlossenen Räume geringer sein soll, als diejenige des Freien. Bisher sind über die künstliche Kühlung noch so wenige Erfahrungen gemacht, daß bezügliche Zahlenwerthe nur durch Speculation gewonnen werden können. Ich enthalte mich deshalb der Angabe solcher Zahlen.

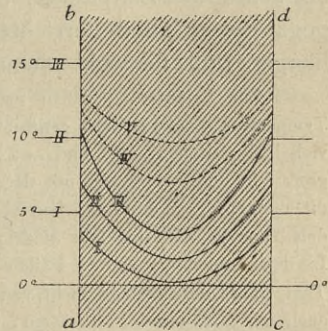
d. Wärmespeicherung in Wänden und anderen Körpern.

Die bisherigen Besprechungen des Wärmeaustausches durch Wände bezogen sich ausschließlich auf den Beharrungszustand des Heizens. Dieser Beharrungszustand ist zunächst zu schaffen, sodann die Temperatur der Wände zu derjenigen zu machen, welche die früher (S. 50) gegebenen Rechnungen lieferten. Man wird je nach Umständen die vorhandenen Temperaturen der den Raum einschließenden Flächen erhöhen oder vermindern müssen, um zum Beharrungszustand zu gelangen. Auch andere in dem betreffenden Raum vorhandene Körper beanspruchen in dieser Hinsicht unsere Aufmerksamkeit, indem auch diese, je nachdem ihre Temperatur eine niedrigere oder höhere ist, als die verlangte Lufttemperatur, Wärme aufnehmen oder abgeben. Hierher gehören Möbel und vor allen Dingen Pfeiler und andere Freistützen. Die Bestimmung der auszuwechselnden Wärmemengen ist leicht, wenn die spezifische Wärme der Körper und deren Gewicht bekannt ist. Indessen hat die Kenntniß dieser Wärmemengen nur geringen Werth, so fern unbekannt ist, innerhalb welcher Zeit und nach welchem Gesetze der Wärmeaustausch stattfindet.

Fig. 49 mag Gelegenheit zu näherer Darlegung des in Rede stehenden Vorganges bieten. ab und cd seien die lothrechten Begrenzungslinien einer Freistütze von kreisrundem Querschnitt. Von der Wagrechten 00 ab sollen die Temperaturen auf lothrechten Linien abgetragen und deren Endpunkte durch Linien verbunden werden. Man gewinnt auf diese Weise ein übersichtliches Bild der Temperaturen. Es sei ferner seit sehr langer Zeit die Temperatur der Luft, welche die Freistütze umgiebt, unverändert gleich 0 Grad gewesen, so daß die gerade Linie 00 den Anfangszustand bezeichnet, d. h. sowohl in der umgebenden Luft, als auch in der Stütze die Temperatur von 0 Grad herrscht. Erwärmt man nunmehr die Luft, so entsteht ein Temperaturunterschied zwischen derselben und der Oberfläche der Freistütze, vermöge dessen eine entsprechende Wärmemenge in die Stütze abfließt. Diese vertheilt sich aber nicht sofort auf den ganzen Querschnitt der Freistütze, sondern dient vorzugsweise zur Erwärmung desjenigen Theiles, welcher in der Nähe der Oberfläche sich befindet. Man kann sich vorstellen, daß, nachdem die Temperatur der Luft auf 5 Grad gestiegen ist, die Temperaturen im Inneren der Freistütze durch die Curve I wiedergegeben werden. In derselben Weise gehört die Curve II zu der Lufttemperatur 10 Grad etc. Bei 15 Grad Lufttemperatur bleibe man beispielsweise stehen; alsdann erhöht sich die Temperatur der Stützenoberfläche nur noch langsam, während der Erwärmungsvorgang im Inneren der Stütze verhältnißmäßig rascher fortschreitet, in dem Sinne, welchen die Curven IV und V an-

68.
Wärme-
aufspeicherung.

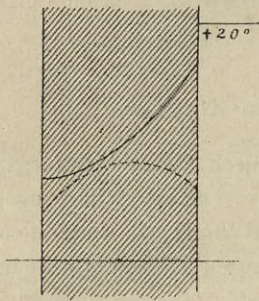
Fig. 49.



69.
Frei-
stützen.

deuten. Die Geschwindigkeit der Erwärmung nimmt mit den Temperaturunterschieden ab, so daß genau genommen erst nach unendlich langer Zeit die Temperatur der Freistütze gleich derjenigen der Luft sein kann. Ist die Stütze erwärmt und sinkt wegen Einstellung des Heizens die Temperatur der umgebenden Luft, so fließt die Wärme der Freistütze der Luft zu, erwärmt sie sonach mehr oder weniger. Die betreffende Wärmemenge wird zunächst denjenigen Theilen der Stütze entnommen, welche in der Nähe der Oberfläche derselben sich befinden; erst allmählich bewegt sich, des Leitungswiderstandes halber, die Wärme des Stützeninneren nach außen, so daß dieselben Curven entstehen, welche Fig. 49 erkennen läßt, nur in umgekehrter Lage. Beispielsweise würden in einer Wand, in welcher die Temperaturvertheilung des Heizungs-Beharrungszustandes durch die ausgezogene Linie der Fig. 50 dargestellt ist, nach längerer Einstellung des Heizens die Temperaturen durch die punktirte Linie sich wiedergeben lassen.

Fig. 50.



70.
Bestimmung
der aus-
getauschten
Wärmemengen.

Aus dem fortwährenden Wechsel der äußeren Temperaturen geht nun hervor, daß der Beharrungszustand selbst bei ununterbrochener Beheizung niemals erreicht wird, derselbe aber noch mehr zur Unmöglichkeit wird, wenn — wie in der Regel — zeitweise nicht geheizt wird. Billigerweise sollte man deshalb behuf Bestimmung der ausgetauschten Wärmemengen niemals vom Beharrungszustande ausgehen, sondern diejenigen Vorgänge zu Grunde legen, welche soeben kurz besprochen wurden. Indes ist bisher noch keine wirklich brauchbare analytische Form für die in Rede stehenden Vorgänge gefunden²²⁾; sollte sie jedoch gefunden werden, so würde ihre Anwendung schwierig bleiben, da die Erwärmungszustände der Wände und Decken abhängig sind von den Temperaturverhältnissen des Freien, welche vor einem zu betrachtenden Zeitpunkte, und zwar oft innerhalb mehrerer diesem Zeitpunkte vorangegangenen Tage herrschten. Diese sind von so vielen anderen Umständen abhängig, daß sie wohl niemals in einer Formel ausgedrückt werden können.

Zur Erläuterung dessen mache ich auf Grenzfälle aufmerksam. Es soll eine Kirche bei 0 Grad Temperatur auf 12 Grad erwärmt werden. Vorher herrschte eine sehr niedrige Temperatur, welche vielleicht zwischen —17 und —22 Grad schwankte. Es wird deshalb die erforderliche Wärmemenge sehr groß sein und keineswegs mit der z. Z. herrschenden Temperatur von 0 Grad im Einklang stehen. War die mehrere Tage hindurch herrschende äußere Temperatur dagegen eine milde, an dem in Frage kommenden Tage jedoch eine sehr niedrige, so wird man, im Verhältniß zu letzterer, wenig Wärme bedürfen. In den beiden genannten Fällen ist die Sachlage noch einigermaßen zu übersehen. Ist dagegen die Temperatur der Vortage nicht von erheblichen Wechseln frei gewesen, so wird Niemand im Stande sein, auch nur annähernd zu schätzen, welche Wärmemengen zum Anheizen erforderlich sind.

Hierzu kommt noch ein Einfluß, welcher meines Wissens bisher vollständig übersehen wurde, nämlich derjenige, welcher aus den Feuchtigkeitsverhältnissen der Wände entspringt. Je feuchter die Luft, um so mehr Feuchtigkeit wird sich in den umgebenden Wänden ansammeln, namentlich, wenn dieselben kälter sind als die Luft. Die Menge der Feuchtigkeit hängt ferner in hohem Maße von der Natur der Wände ab. In Folge einer stattfindenden Erwärmung der Wände wird eine gewisse Menge des in Rede stehenden Wassers verdampft und hierzu oft erhebliche Wärme verbraucht. Wer will diese Wärmemengen berechnen?

²²⁾ REDTENBACHER, F. Der Maschinenbau. Bd. II. München 1863. S. 397 u. ff. — FERRINI, R. Technologie der Wärme. Deutsch von M. SCHRÖTER. Jena 1878. S. 341 u. ff.

Da die vorliegende Aufgabe vorwiegend auf Bestimmung des größten Wärmebedarfs gerichtet ist, so findet sich ein praktischer Weg zur Lösung derselben.

Zunächst lassen sich die äußersten Grenzen des Wärmebedarfs bestimmen.

Die untere derselben ist ohne Weiteres gegeben. Führt man einem Raume mehr Wärme zu, als durch die Einschließungswände abgeleitet wird, so wird der Ueberschufs zur Erwärmung der Massen dienen, also ein Anheizen, ein allmähliches Nähern zum gedachten Beharrungszustande stattfinden. Die Luft giebt hierbei mehr Wärme an Wände, Freistützen, Möbel etc. ab, als jener Ueberschufs beträgt; sie wird deshalb längere Zeit eine niedrigere, als die gewünschte Temperatur besitzen; dieselbe steigt aber regelmäfsig bis zur verlangten Höhe. Hier ist uns lediglich unbekannt, innerhalb welcher Zeit die geforderte Lufttemperatur erreicht werden wird.

Die obere Grenze entspringt dem Verlangen, gleichsam auf der Stelle die in Aussicht genommene Lufttemperatur zu erlangen. Da die Erwärmung der Luft des Raumes nur wenig Wärme verlangt — jedes Kilogramm für jeden Grad der Temperaturerhöhung 0,2377 Einheiten, also jedes Cubikmeter etwa 0,29 Einheiten — so kann die hierfür erforderliche Wärme vernachlässigt werden. Es handelt sich sonach nur um diejenige Wärme, welche in die Oberflächen der Wände eintritt. Aus dem Früheren ist bekannt, dafs der Ausdruck ψ (Art. 53, S. 47) diejenige Wärmemenge bezeichnet, welche für 1 Grad Temperaturunterschied zwischen Wandfläche und Luft stündlich von diesen ausgetauscht wird. Ist somit die Oberflächentemperatur ermittelt, so ist die Berechnung der in Rede stehenden Wärme sehr einfach. Das letztere Rechnungsverfahren liefert einen gröfseren Wärmebedarf, als das erstere. Je nachdem man in kürzerer oder längerer Zeit die verlangte Lufttemperatur erreichen will, wird man sich mehr dem einen oder dem anderen Grenzwerte des Wärmebedarfs nähern.

Um Fehlschlüssen vorzubeugen, mufs ich nochmals auf die Wärmevertheilung aufmerksam machen, welche schon in Art. 67, S. 58 besprochen wurde.

In Folge der grofsen Wärmefähigkeit der Wände ist diejenige Wärmemenge, welche der Luft auf dem Wege zwischen der Decke und dem Fußboden entzogen wird, somit auch der Temperaturunterschied zwischen den höher und den tiefer gelegenen Punkten eines Raumes verhältnismäfsig gröfser. Je rascher man anzuheizen bestrebt ist, um so gröfser wird, unter sonst gleichen Verhältnissen, jener Unterschied, d. h. man wird während des Anheizens in höherem Grade das Gefühl zu hoher Temperatur am Kopf und zu niedriger an den Füfsen haben, als während des Beharrungszustandes. Je mehr Wasser die Wände aufzufaugen vermögen, um so empfindlicher wird der genannte Uebelstand sein. Daher ist ein allmähliches Anheizen für die Behaglichkeit eines Raumes unbedingtes Erfordernifs, obgleich dasselbe mehr Wärme erfordert, als plötzliches Anheizen, da der Raum bis zu Erreichung der gewünschten Lufttemperatur als unbenutzbar bezeichnet werden mufs und trotzdem bis zu dieser Zeit eine gewisse Wärmemenge an das Freie abführt.

Unter Berücksichtigung der genannten Umstände pflegt man für Räume, welche ununterbrochen beheizt werden, lediglich die Wärmemengen in Ansatz zu bringen, welche oben näher angegeben wurden. Bei Räumen, welche nur am Tage beheizt werden, macht man für das Anheizen einen Zuschlag von 10 bis 25 Procent, welcher bei gröfseren Unterbrechungen des Heizens wohl auf 50 Procent gesteigert wird.

71.
Grenzen
des
Wärmebedarfs.

72.
Wärmebedarf.

Die für die Beheizung (christlicher) Kirchen erforderliche Wärme sollte nicht auf diesem Wege bestimmt werden. Diefelben werden in der Regel nur Sonntags beheizt, so dafs das Beheizen vorwiegend in dem Anheizen besteht. Ich habe früher zahlreiche Kirchenheizungen auszuführen gehabt, wobei das folgende Verfahren der Wärmeberechnung zufriedenstellende Ergebnisse lieferte.

Zunächst berechnet man, in der früher besprochenen Weise, diejenige Wärmemenge, welche im Beharrungszustande durch die Wandungen des Raumes abgeführt werden würden, und macht einen Zuschlag von etwa 50 Procent. Alsdann nimmt man an, dafs eine Schicht derselben von gewisser Dicke — ich habe 12 bis 15 cm gewählt — innerhalb der geplanten Anheizdauer (6 bis 10 Stunden) auf die volle Temperatur der Luft gebracht werde, während der Rest der Wände, auch der Freiftützen, überhaupt nicht erwärmt werde, vertheilt die berechnete Wärmemenge auf die Stunden des Anheizens und zählt die von Fenstern und Thüren überführte Wärme hinzu. Das gröfsere Ergebnis, welches diese beiden Rechnungen liefern, betrachtet man als maßgebend.

Die folgende Tabelle enthält einige Angaben über die Wärme, welche 1 kg des betr. Stoffes für 1 Grad Temperatursteigerung verlangt, das Eigengewicht des Stoffes und endlich die Wärmemenge, welche 1 cbm des Stoffes für 1 Grad Temperaturerhöhung verlangt, in abgerundeten Zahlen.

Stoffe.	Eigengewicht pro 1 cbm des Stoffes.	Wärmemenge, welche für 1 Grad Temperaturerhöhung erforderlich ist,	
		pro 1 kg	pro 1 cbm
		des Stoffes	
Wasser	1000	1	1000
Eisen	7500 bis 7800	0,11 bis 0,13	825 bis 1000
Eis	920	0,9	828
Kupfer	8600 bis 9000	0,09	770 bis 800
Kalkstein	2500 » 2800	0,2	500 » 560
Glas	2500 » 2900	0,18	450 » 520
Backsteine	1400 » 2300	0,19 bis 0,24	270 » 500
Steingut	2300 » 2500	0,12	270 » 300
Holz (trocken)	450 » 660	0,5 bis 0,53	230 » 380
Coke	1400	0,2	280
Atmosphärische Luft (0 Grad)	1,29	0,238	0,3
	Kilogr.	Wärmeeinheiten.	

Aus dieser Tabelle geht die bemerkenswerthe Thatfache hervor, dafs zwar die specifische Wärme der Backsteine und diejenige der Kalksteine fast gleich sind, so fern dieselbe auf die Gewichtseinheit bezogen wird, dagegen letztere für gleichen Raum bei Weitem mehr Wärme für eine gleiche Temperaturerhöhung beanspruchen, als erstere. Aus dem Schwanken der einzelnen Werthe folgt ferner, dafs für eine Zahl von Stoffen eine genaue Rechnung erst dann möglich ist, wenn man die specifische Wärme des gerade in Frage kommenden Stoffes vorher bestimmt.

Diejenige Wärmemenge, welche während des Anheizens zur Erwärmung der Wände etc. benutzt wurde, wird nach dem Aufhören des Heizens theilweise an die Luft des betreffenden Raumes wieder zurückgegeben, wie schon angedeutet wurde. Eine Verwerthung dieser Thatfache findet nur in so fern statt, als man die Heizung schon während der Benutzung des Raumes einzustellen vermag. Der geeignete Zeitpunkt hierfür wird durch nachherige Erfahrung bestimmt; derselbe ist ohne Einfluß auf die Anlage, braucht deshalb in dieser Richtung hier nicht erörtert zu werden.

Von Wichtigkeit ist dagegen der Abkühlungsvorgang, so fern man den betreffenden Raum künstlich zu kühlen gedenkt. Alsdann handelt es sich offenbar um dieselben Vorgänge, welche bei dem Anheizen besprochen wurden; nur ist die Richtung gegenüber dem Anheizen gleichsam negativ, wie auch die künstliche Kühlung als negative Beheizung bezeichnet werden kann.

Während in mehrfachen Beziehungen das Wärmeaufspeicherungsvermögen der Wände für das Anordnen von Heizungsanlagen Schwierigkeiten bietet, gewährt dasselbe in anderer Richtung nicht unwesentliche Erleichterungen. Ich erwähne hier nur, daß bei Berechnung der Heizanlage für gut ausgeführte Steingebäude wegen des Wärmeaufspeicherungsvermögens der Massen nicht die niedrigste der vorkommenden Wintertemperaturen, sondern höchstens die Durchschnittstemperatur des kältesten Tages in Ansatz zu bringen sind. Hierdurch vermindert sich der Temperaturunterschied ($T_1 - t_1$) oft erheblich.

e) Durchschnittliche Zahlenwerthe

zur Berechnung des Wärmeaustausches durch Wände, Decken etc.

I. Coefficienten k (in Wärmeeinheiten für 1 qm Fläche, 1 Stunde und 1 Grad Temperaturunterschied) für die Wärmeüberführung lothrechter Wände.

1. Gemauerte, dem Freien zugekehrte Wände.
(Vergl. Art. 59, S. 52.)

Wand- stärke in Met.	k			
	Backsteinmauern.		Bruchsteinmauern.	
	F.*	R.*	F.*	R.*
0,14	2,31	—	—	—
0,27	1,66	—	—	—
0,30	—	1,80	2,45	2,00
0,40	1,27	1,37	2,12	1,63
0,50	—	1,17	1,87	1,36
0,53	1,03	—	—	—
0,60	—	1,00	1,68	1,16
0,66	0,86	—	—	—
0,70	—	0,87	1,52	1,01
0,78	0,74	—	—	—
0,80	—	0,77	1,39	0,90
0,90	—	0,70	1,28	0,81
0,92	0,66	—	—	—
1,00	—	0,63	1,18	0,73
1,05	0,59	—	—	—

2. Gemauerte Scheidewände.

Wandstärke in Met.	k	
	Backsteinmauern.	Bruchsteinmauern.
0,14	2,20	—
0,27	1,82	2,14
0,40	1,23	1,74

3. Beiderseitig geputzte Holz-
Scheidewände.

Einfache Bretterwand $k = 1,5$.
Doppelte hohle Holzwand $k = 0,9$.

4. Dem Freien zugekehrte Thüren.

Dicke der Thüren in Centim.	k	
	Eichenholz.	Tannenholz.
2	2,92	2,24
4	2,2	1,5

5. Dem Freien zugekehrte Fenster.

Einfache Fenster $k = 5$.
Doppelfenster $k = 1,77$.

II. Coefficienten k (in Wärmeeinheiten für 1 qm Fläche, 1 Stunde und 1 Grad Temperaturunterschied) für die Wärmeüberführung von Decken und Oberlichtern.

Einfache ungeputzte Bretterdecken, unter denselben die wärmere Luft $k = 2$
Decken nach Art der Fig. 44 (S. 54), unter denselben die wärmere Luft $k = 0,5$
Decken nach Art der Fig. 44 (S. 54), über denselben die wärmere Luft $k = 0,3$
Decken nach Art der Fig. 45 (S. 55), unter denselben die kältere Luft $k = 0,71$
Einfache wagrechte Fenster (Oberlichter), unter denselben die wärmere Luft $k = 5,1$
Doppelfenster, desgl. $k = 2,6$.

* Vergl. Art. 59, S. 52.

III. Gebräuchliche Temperaturen.

Für Treibhäufer	$T_1 = 20$ bis 25 Grad.
» Wohnräume, Warmhäufer, Sitzungsfäle, Hörfäle, Zeichenfäle etc.	$T_1 = 17$ » 20 »
» Tanzfäle	$T_1 = 15$ bis 18 Grad.
» Kirchen und Kalthäufer	$T_1 = 10$ » 15 »
» Synagogen	$T_1 = 15$ » 20 »

Für die Temperatur des Freien ist in Ansatz zu bringen:

Bei Treibhäufern, Warmhäufern und ähnlichen Bauwerken, in deren Wänden etc. nur wenig Wärme gesammelt wird: die niedrigste der vorkommenden Wintertemperaturen = t_1 .

Bei kräftigen Steinbauten: die mittlere Temperatur des kältesten Tages = t_1 .

IV. Zuschläge zu den Temperaturunterschieden ($T_1 - t_1$), wenn die Räume erwärmt werden sollen.

1. Ueber der Decke befindet sich ein ungeheizter Raum, dessen niedrigste Temperatur zu 0 Grad angenommen wird: Zuschlag = + 20 Grad.
2. Der Raum über der Decke wird regelmäsig geheizt: Zuschlag = + 25 Grad.
3. Der Raum unter der Decke wird nicht geheizt: Zuschlag = 0 Grad.
4. Der Raum unter der Decke wird regelmäsig geheizt: Zuschlag = - 20 Grad.
5. Für lothrechte Wände, so fern die Zimmerhöhe 3m nicht übersteigt: Zuschlag = 0 Grad.
6. Für lothrechte Wände der Zimmer, welche höher sind, als 3m: Zuschlag = 0,5 bis 0,15 ($T_1 - t_1$) für jedes überschiefsende Meter Zimmerhöhe.
7. Für das Anheizen: Zuschlag = 0,1 bis 0,25 ($T_1 - t_1$).

V. Einige andere mittlere Werthe von k .

Stündliche Wärmeüberführung für 1 Grad Temperaturunterschied und 1qm Fläche:

Aus Luft oder Rauch durch eine etwa 1 cm dicke Thonplatte in Luft (nach <i>Redtenbacher</i>)	$k = 5$.	
Aus Luft oder Rauch durch eine Wand von Gufseifen oder Eifenblech	$k = 7$ bis 10.	
Aus Luft oder Rauch durch eine gufseiferne oder schmiedeeiserne Wand in Waffer und umgekehrt	$k = 13$ bis 20.	
Aus Wafferdampf durch eine gufs- oder schmiedeeiserne Wand in Luft	$k = 11$ bis 18.	
Aus Dampf durch eine metallene Wand in Waffer	$k = 800$ bis 1000.	
Aus Dampf durch eine bekleidete Metallwand in Luft:		
nackte Wand	$k = 14,3$	} nach <i>Ishervood</i>
Wand mit 6,5 mm dicker Filzdecke	$k = 5,1$	
» » 12,7 » » »	$k = 2,8$	
» » 19 » » »	$k = 2,0$	
» » 25 » » »	$k = 1,5$	
» » 50 » » »	$k = 1$	
Kiefelgur-Umhüllung 15 bis 30 mm dick bedeckt	$k = 1,2$ bis 2.	

f) Wärmemenge, welche der frischen Luft zuzuführen oder zu entziehen ist.

Wie weiter unten angegeben werden wird, führt man in einzelnen Fällen die frische Luft mit denjenigen Temperaturen in die Zimmer, welche in diesen herrschen. Alsdann steht der Luftwechsel außer aller Beziehung zu dem Wärmebedarf. Besondere Heiz- oder Kühlflächen sorgen für Hervorbringung der entsprechenden Lufttemperatur; sie haben einen Wärmeaustausch zu vermitteln, der, wenn die Temperatur des betr. Raumes mit T_1 , diejenige der freien Luft mit t_1 und die stündlich zugeführte Luftmenge (in Kilogr.) mit Q bezeichnet wird, nach der Formel:

$$W_g = Q \cdot 0,24 (T_1 - t_1) \dots \dots \dots 4I.$$

zu berechnen ist.

Weit häufiger wird der zugeführten frischen Luft eine solche Temperatur gegeben, daß sie gleichzeitig die erforderliche Wärmezufuhr, bzw. Wärmeabfuhr allein

73.
Ermittlung
der Wärme-
menge.

zu vermitteln hat. Alsdann ist der früher berechneten Wärmemenge die durch Formel 41. ausgedrückte hinzu zu zählen, und zwar nach Umständen im positiven oder negativen Sinne, um diejenige Wärmemenge zu gewinnen, welche von den betreffenden Heiz- oder Kühlflächen auszuwechseln ist.

Endlich ist der Fall zu erwähnen, daß der frischen Luft zwar an besonderen Flächen eine höhere oder niedrigere Temperatur, als diejenige des Freien gegeben wird, nicht aber eine solche, die in dem betreffenden Raume herrschen soll, dessen Wärmeaustausch durch eigene Heiz- oder Kühlflächen vermittelt wird. Das in diesem Falle anzuwendende Rechnungsverfahren ist so leicht zu übersehen, daß ich für überflüssig halte, dasselbe hier weiter zu erörtern.

2. Kapitel.

Luftverunreinigung und Unschädlichmachen derselben.

a) Quellen der Luftverunreinigung.

In Art. 47, S. 40 wurde schon auf die Quellen der Luftverunreinigung hingewiesen, und zwar zunächst auf die Gasentwickelungen, welche der thierische Stoffwechsel im Gefolge hat. Die Gas-, bezw. Dampentwickelungen sind sehr verschiedener Art, indem sowohl der Athmungsvorgang, als die Ausdünstung der Haut und auch andere Ausscheidungen des thierischen Körpers der umgebenden Luft nicht unbedeutende Gasmengen zuführen. Neben denselben ist die Zerfetzung pflanzlicher und thierischer Stoffe, welche in dem betreffenden Raume vorhanden sind, als Erzeugerin solcher Gase zu bezeichnen, welche die Athembarkeit der Luft beeinträchtigen.

74.
Quellen.

Die den genannten beiden Quellen entstammenden Gas- und Dampfmengen lassen sich zum Theil durch Reinlichkeit und gesunde Ernährungsweise wesentlich vermindern; sie sind aber niemals ganz zu vermeiden.

Die künstliche Beleuchtung der Räume liefert nicht unbedeutende Mengen zum Theil übelriechender, zum Theil nicht athembarer Gase. Die dem Freien zu entnehmende frische Luft ist häufig mit erheblichen Staubmengen behaftet, welche organischen — herftammend von den Excrementen der Pferde etc. — oder unorganischen Ursprungs sind. Häufig wird es nothwendig, immer aber wünschenswerth sein, diese Staubtheile von der Luft zu trennen, bevor dieselbe in die zu lüftenden Räume tritt.

Endlich entstehen in Folge gewerblicher Thätigkeit oft größere Mengen von dem thierischen Lebensvorgange schädlichen Gasen und Dämpfen, so wie die Lungen angreifender Staub. Diese Luftverunreinigungen können, ihrer Vielseitigkeit halber, nicht allgemein behandelt werden; ich verzichte daher an diesem Orte auf dieselben näher einzugehen.

Die Verunreinigung durch den Stoffwechsel der Menschen, durch Zerfetzung pflanzlicher und thierischer Stoffe und durch künstliche Beleuchtung treten fast überall in annähernd gleicher Weise auf, weshalb sie ihrer Natur und ihrer Menge nach eingehender besprochen werden sollen.

Die Gasausscheidungen der Lungen bestehen der Hauptsache nach aus Kohlen- säure und Wasserdampf; diejenigen der Oberfläche des thierischen Körpers sind zu-

75.
Menschlicher
Stoffwechsel.

fammengesetzter Natur; sie bestehen vorwiegend aus Wasserdampf, enthalten aber nicht selten die Zersetzungsergebnisse abgängiger Hauttheile und — rechnet man die Kleidung des Menschen als zu dessen Körper gehörig — an den Kleidern aufgehäuften Schmutzes. Noch verschiedener, sowohl nach ihrer Natur, als auch nach ihrer Menge sind diejenigen Gase, welche dem Eingeweide des thierischen Körpers entweichen. Man hat sich gewöhnt, nach dem Vorgange *v. Pettenkofer's*, die vorhandene Kohlenäuremenge als Maass der Luftverunreinigung anzunehmen, unter der allerdings nicht immer zutreffenden Voraussetzung, dass die übrigen Verunreinigungen im geraden Verhältniss zur Kohlenäuremenge stehen.

Da diese Annahme für den vorliegenden Zweck genügt, so werde ich mich auf die nähere Erörterung der auftretenden Kohlenäuremengen beschränken, ausserdem aber, als für die Beheizung und Lüftung wichtig, die Dampfentwicklung gebührend würdigen.

76.
Kohlenäure-
Entwicklung.

Nach den Versuchen und Angaben von *Pettenkofer* und *Voit*²³⁾, so wie *Scharling* und *Breiting*²⁴⁾ darf man im Durchschnitt auf folgende stündlich entwickelte Kohlenäuremengen rechnen:

für einen erwachsenen Mann	40 Gramm
» eine Frau oder einen Jüngling	34 »
» eine Jungfrau	28 »
» ein Kind	22 »

Diese Zahlen entsprechen, wie schon angegeben, Durchschnittswerthen und werden vielfach über- und unterschritten, je nach den Ernährungs- und Bewegungsverhältnissen des Menschen.

77.
Wasserdampf-
Entwicklung.

Noch mehr ist die Wasserdampfentwicklung wechselnd. Sie hängt nicht allein von der Ernährung des Menschen und davon ab, ob derselbe in Ruhe sich befindet oder arbeitet, sondern auch von dem Feuchtigkeitszustande der ihn umgebenden Luft. So fern letztere trocken ist, wird sie dem Körper grössere Feuchtigkeitsmengen in Form von Dampf entziehen; ist sie dagegen nahezu mit Feuchtigkeit gefättigt, so vermag die Haut nur wenig oder gar keinen Wasserdampf an die Luft abzugeben, so dass die ausgestossene Flüssigkeit in Form von Schweiß die Hautoberfläche bedeckt. Wie bereits oben bemerkt, steht hiermit die Art der Entwärmung des menschlichen Körpers in unmittelbarer Beziehung, indem demselben natürlich durch Verdunsten des ausgestossenen Wassers entsprechende Wärme entzogen wird.

In der angedeuteten Richtung sind meines Wissens keine genauen Versuche gemacht, so dass allein die Durchschnittswerthe der Verdunstung bei mittlerem Feuchtigkeitsgehalte der Luft genannt werden können. Sie dürften stündlich betragen:

für einen erwachsenen Mann	100 Gramm
» eine Frau oder einen Jüngling	80 »
» » Jungfrau	65 »
» ein Kind	50 »

78.
Gas-
beleuchtung.

Die Kohlenäuremengen, welche die Gasbeleuchtung liefert, wurden schon unter A. Kap. 1: Gasbeleuchtung (Art. 28, S. 20) genannt. Im Durchschnitt dürfte dieselbe für 1 cbm verbrannten Leuchtgases mit 1,3 kg in Rechnung gesetzt werden müssen.

²³⁾ Zeitschr. f. Biologie. Bd. 2, S. 546.

²⁴⁾ LEHMANN, C. G. Handbuch der physikalischen Chemie. Leipzig 1854. Bd. 3, S. 320.

Gleichzeitig wird durch die Verbrennung des Leuchtgases Wasserdampf entwickelt und zwar im Durchschnitt 1 kg für 1 cbm Leuchtgas.

Die Verunreinigung der Luft durch andere künstliche Beleuchtungsmittel sind derjenigen durch Steinkohlengas, gleiche Lichtentwicklung vorausgesetzt, im Allgemeinen gleich zu setzen ²⁵⁾.

Wenn man auch, als dem Bedürfnisse entsprechend, sich begnügt, lediglich die Kohlen säuremengen, die dem Stoffwechsel entstammen, zum Maßstabe der gesammten Luftverunreinigung anzunehmen, so dürfte es doch nicht gerechtfertigt sein, die von der künstlichen Beleuchtung her stammende Kohlen säure eben so zu behandeln. Dieselbe ist zwar auch von Gasen begleitet, welche die Luft verunreinigen, indeffen keineswegs in demselben Verhältniss, als die dem Stoffwechsel entstammende Kohlen säure. Meiner Ansicht nach sollte man deshalb die Kohlen säure der künstlichen Beleuchtung nur zum Theil in Rechnung ziehen.

Die vielfältigen Gase und der Staub, den die Vermoderung von Möbeln, Kleidern etc. und die Benutzung derselben erzeugen, können nicht in Zahlen genannt werden. Man berücksichtigt dieselben gleichsam, indem man annimmt, dass sie im geraden Verhältniss zu derjenigen Luftverunreinigung stehen, welche dem menschlichen Körper entstammen.

Die Kohlen säure selbst ist für den Menschen nicht schädlich, so fern nicht sehr große Mengen derselben der Luft beigemischt sind; man hält vielmehr die sie begleitenden, nicht näher angegebenen Gase für das Schädliche, bezw. Gefährliche. Lediglich die Schwierigkeit, bezw. die Unmöglichkeit, die letzteren Gase nach Art und Menge zu bestimmen, hat Veranlassung gegeben, die leichter zu bestimmende Kohlen säure als Maßstab der Luftverunreinigung zu benutzen. In diesem Sinne verlangt *v. Pettenkofer*, dass 1 cbm Luft höchstens 1 l, möglichst aber nur 0,7 l Kohlen säure enthalten soll. Die Zahlen sind gewonnen auf Grund des Geruches derjenigen Luft, welche durch die gasförmigen Auscheidungen des Menschen verunreinigt war; sie müssen hiernach subjective genannt werden und können keineswegs den Anspruch auf unbefreitbare Giltigkeit erheben. Mit Recht macht *Weiss* ²⁶⁾ auf die Einseitigkeit aufmerksam, welche zur Begründung jener Zahlenangaben geführt hat. Indem derselbe zugiebt, dass mit zunehmendem Kohlen säuregehalt die Athembarkeit der Luft abnimmt oder, mit anderen Worten, die Gesundheit der Menschen beeinträchtigt wird, verlangt derselbe von den Aerzten die Angabe des Gesetzes, nach welchem die Gesundheitschädlichkeit der Luft sich ändert, so dass dasselbe in Form einer Curve, deren Abscissen den Kohlen säuregehalt und deren Ordinaten den schädlichen Einfluss der betreffenden Luft auf die Gesundheit darstellen, wiedergegeben werden kann. Da ein Luftwechsel im geschlossenen Raume nur durch Zu- und Ableiten der Luft hervorgebracht werden kann, so ist mit demselben eine Luftbewegung verbunden. Je größer diese Luftbewegung, d. h. je stärker der Luftwechsel ist, um so mehr wird im Allgemeinen die Gesundheit der Menschen durch Zugluft beeinträchtigt. *Weiss* verlangt auch die Angabe des Gesetzes für diese Schädigung der Gesundheit. Würde dasselbe ebenfalls durch eine Curve derselben Axen aufgetragen, so würden sich beide in Frage kommenden Curven an irgend einer Stelle schneiden müssen und in dem Schnittpunkte diejenigen Verhält-

79.
Sonstige
Verunrei-
nungen.

80.
Zulässiger
Kohlen säure-
gehalt.

²⁵⁾ Vergl. ERISMANN. Untersuchungen über die Verunreinigung der Luft durch künstliche Beleuchtung etc. Zeitfchr. f. Biologie 1876, S. 315.

²⁶⁾ Vergl. Civiling. 1877, S. 355.

niffe angeben, unter denen die betreffende Luft am zuträglichsten für den Menschen ist.

Vorläufig dürften sich die genannten Gesetze nicht in die erforderlichen Formen bringen lassen; man wird bis zur Erreichung derselben berechtigt sein, die genannten Zahlen zwar als willkommene Anhaltspunkte zu betrachten, ihre absolute Richtigkeit aber zu bestreiten. (Vergl. S. 1 und 2, so wie Art. 87, S. 74.)

b) Messen der Luftbeimischungen.

81.
Messen
der
Kohlenäure.

Das einzig zuverlässige Verfahren, die Mengen der Luftbeimischungen zu bestimmen, besteht in dem Abmessen einer bestimmten, mit Beimischungen behafteten Luftmenge und Auscheiden der einzelnen Beimischungen unter gleichzeitigem Wägen derselben. Es würde jedoch zu weit führen, an diesem Orte genauer auf das Messen von Kohlenoxyd-Gas, Kohlenäure etc. einzugehen, zumal dasselbe, um zuverlässig zu sein, von der Hand eines geübten Chemikers ausgeführt werden muß. Hierzu kommt noch die Thatfache, daß man die Gasbeimischungen nur in besonderen Fällen zu bestimmen hat, so daß ich mich begnüge, auf die unten genannte Quelle hinzuweisen²⁷⁾.

82.
Messen
des
Wasserdampfes.

Das Messen des Wasserdampfgehaltes der Luft scheint leichter zu sein, als das Messen der übrigen Gasmengen. Ich werde daher ausführlicher auf dasselbe eingehen.

Außer dem auch hier allein zuverlässigen Verfahren, welches Eingangs erwähnt wurde, sind Meßeinrichtungen im Gebrauch, welche auf einer der folgenden physikalischen Eigenschaften des Gemisches von Luft und Wasserdampf beruhen.

In der Raumeinheit Luft vermag sich genau eine Raumeinheit Dampf zu verbreiten, dessen Spannung der Temperatur der Luft entspricht, wobei die entstehende Spannung gleich der Summe der beiden Einzelspannungen wird. Sinkt die Temperatur der Luft, bezw. des Gemisches von Luft und Dampf, so vermindert sich die Fähigkeit der Luft, Wasserdämpfe in sich aufzunehmen, indem die zugehörige Dampfspannung eine geringere, also das Gewicht der Raumeinheit des Dampfes kleiner wird.

Durch Vermindern der Temperatur derjenigen Luft, welche weniger Wasserdampf enthält, als sie aufzunehmen vermag, vermag man sonach zunächst die Sättigung der Luft mit Wasserdämpfen herbeizuführen; wird die Luft weiter abgekühlt, so muß eine entsprechende Dampfmenge zu Wasser werden. Die in Rede stehende Abkühlung der Luft kann nun durch kältere Flächen fester Körper stattfinden, so daß das gebildete Wasser auf den erwähnten Flächen einen Ueberzug bildet. Diejenige Temperatur der betreffenden festen Fläche, bei welcher die Wasserhaut sich zu bilden beginnt, nennt man die Thaupunkttemperatur; ihr entspricht die Spannung des Dampfes, so daß das Gewicht der in der Raumeinheit vorhandenen Dampfmenge nach ihr berechnet werden kann.

Das von *Daniell* 1819 erfundene Hygrometer benutzt diese Thatfache. Leider ist dasselbe nur unter Anwendung äußerster Vorsicht anzuwenden, so daß dasselbe im vorliegenden Falle unbeachtet bleiben kann.

So fern die Luft nicht bis zur Sättigung mit Wasserdampf gefüllt ist, ist sie bestrebt jede Gelegenheit zu weiterer Wasserverdunstung zu benutzen und zwar mit um so größerer Entschiedenheit, je weiter das Gemisch von der Sättigung oder dem Thaupunkte entfernt ist. Die Wasserverdunstung erfordert Wärme, so daß am Ort derselben eine Abkühlung erfolgt, die sich um so mehr fühlbar macht, je größere Wärmemengen gebunden werden, bezw. je rascher die Verdunstung stattfindet, indem die Ausgleichung der Temperaturen des Verdunstungsortes und der umgebenden Luft Zeit erfordert. Man ist somit im Stande, aus dem Unterschied der Temperatur des Verdunstungsortes und derjenigen der umgebenden Luft auf die Neigung der Luft zur Wasserverdunstung, d. h. auf ihren Feuchtigkeitszustand zu schließen. Es bedarf nach dem Gefagten kaum hervorgehoben zu werden, daß nur unter bestimmten Voraussetzungen, die schwer zu erfüllen sind, gleichartige Ergebnisse gewonnen werden können.

27) FISCHER, F. Technologie der Brennstoffe. Braunschweig 1880. S. 180.

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, bzw. 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 Strohsafern etc. Das Verhalten der in Rede stehenden organischen Körper gegenüber dem Feuchtigkeitszustande der Luft ist keineswegs ein gleich bleibendes.

Durch Staub und andere Einstrüfe wird sowohl die Fähigkeit, Wasser auszutauchen, 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 angefähert 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, bzw. mildert, so daß 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 *Riefel'schen* Luftanfeuchter beschrieben werden.

- Refultate der am 26. Mai 1874 im Marinelazareth zu Kiel ausgeführten Unterfuchungen auf den Kohlenfäuregehalt der Luft. *Deutsche milit.-ärztl. Zeitchr.* 1874, S. 460.
- PINZGER. Ueber Ventilation bewohnter Räume und den Einfluss der Beleuchtung auf die Verfehleterung der Luft. *Zeitchr. 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. *Zeitchr. f. Biologie* 1876, S. 315.
- HESSE. Zur Bestimmung der Kohlenfäure in der Luft. *Zeitchr. f. Biologie* 1877, S. 395; 1878, S. 29.
- VOGLER. Ueber Luftverderbnifs und deren Ermittlung. Schaffhausen 1878.
- Bericht über die Heizungs- und Ventilations-Anlagen in den städtischen Schulgebäuden in Bezug auf ihre fanitären Einflüsse, erfattet im Auftrage des Magiftrats zu Berlin. Berlin 1879.
- SCHOTTKY, A. Luftunterfuchungen in Schulzimmern. *Zeitchr. 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. *Vierteljahrsschr. f. ger. Medicin* 1879, S. 357.
- REMSSEN. 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 beifmischen; 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 beimischen.

85.
Anwendbarkeit
dieses
Verfahrens.

Von diesem Verfahren, welches an sich als das zweckmäfsigste und wirksamste bezeichnet werden mufs, 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 läfst man die in Rede stehenden Gase etc. in dicht verfehlossenen 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 abgfaugt, indem unter einem Rauch-, Qualm- oder Dampfng oder einem ähnlichen Gebilde, oft in Umhüllungen, welche nur kleine Arbeits-

und Beobachtungsöffnungen haben, die Luft in dem Masse verdünnt wird, das 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 ausströmen müssen, wenn man die Beweglichkeit der Menschen nicht auf das Empfindlichste beeinträchtigen will. Selbst bei Kranken dürfte die Anbringung von Abtafgeschirmen — die vorgeschlagen sind — in solchem Masse beengend und beunruhigend wirken, das diese die Genesung mehr hemmen als fördern würden.

Die Verunreinigungen, welche durch die Beleuchtungsflammen entstehen, lassen sich indessen 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, das durch etwa nöthwendige 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, das 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 thatfächlichen 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, bzw. 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 daß 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.
Kohlenäure-
gehalt.

Die Beimischung der Kohlenäure schwankt zwischen 0,4 bis 0,8 in 1000 Gewichtstheilen der atmosphärischen Luft. Die Kohlenäure tritt — abgesehen von dem Entwicklungsorte — namentlich nach heftigem Regen auf, indem dieser den höher gelegenen Luftschichten einen Theil ihrer Kohlenäure entzieht, und denselben, bei dem Aufprallen auf das Straßsenpflaster u. dergl., fahren läßt. Da die Luft nach einem Regen sehr gern geathmet wird, so beeinträchtigt die Kohlenäure allein die Güte der Luft nicht, wenigstens nicht, so weit ihre Menge innerhalb mäßiger Grenzen sich bewegt. Man sollte deshalb nicht, wie in der Regel geschieht, fordern, daß der Kohlenäuregehalt der von Menschen zu athmenden Zimmerluft höchstens 1 bis 1,6 Gewichtstheile in 1000 Theilen enthalten dürfe, sondern zweckmäßiger: der Kohlenäuregehalt 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 daß 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 ergießen; 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 seiner Bildung aus.

Heißt 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 gefättigter 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 Verhältniß 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 Quecksilberfäule 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 760 mm 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 Wasserdampfes	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	4,86	1294
3	1,284	5,69	5,98	1274	5,93	1280
5	1,274	6,53	6,81	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	11,81	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	16,83	1198
21	1,204	18,49	18,25	1175	17,81	1193
22	1,200	19,66	19,36	1170	18,37	1189
23	1,196	20,99	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 <i>t</i>	1 cbm trockene Luft wiegt bei 760 mm Spannung $= \frac{70}{1 + \alpha t}$	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	1,068	148,79	129,71	889	108,75	998
Grad C.	Kilogr.	Millim.		Gramm.		

89.
Zweckmäßigkeit
d. Ermittlung
Feuchtigkeits-
gehalt.

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

Thatfache ist, daß 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, daß eine reichlich mit Wasserdampf gefättigte Luft (Gewitterluft, diejenige schlecht gelüfteter, stark besetzter Versammlungssäle, Theater etc.) für uns unbehaglich ist. Das ist aber die Gefammtheit 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, daß der Feuchtigkeitsgehalt nicht unter 25 Procent und nicht über 75 Procent betragen soll.

β) GröÙe 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 rechnungsmäßig den erforderlichen Luftwechsel bestimmen.

Es sei:

³⁰⁾ *Lafus* erwähnt in seinem leßenswerthen Schriftchen: »Warmluftheizung mit continürlicher Feuerung«, daß in dem namentlich für Lungenkranke heilsamen Luftkurort Davos der Feuchtigkeitsgehalt der Luft häufig nur 25 Procent betrage, und daß in seinem Hause, dessen Luft während des Winters selten 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 daß — 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 *Riätchel* (nach *Saußure*), von *Klinkerfues* und von *Wolpert*. Das eine derselben will mir beweisen, daß der Feuchtigkeitsgehalt meiner Zimmerluft 59,6 Procent, das andere behauptet dagegen, daß derselbe nur 40,4 Procent betrage; die beiden anderen geben Mittelwerthe, die jedoch nicht unter einander gleich sind.

90.
Ermittlung
d. erforderl.
Luftwechsels.

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, bzw. 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, bzw. 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 $Z_2 - Z_1$, bzw. 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Die Gröſſe \mathcal{F} , alſo der Cubikinhalte des zu lüftenden Raumes iſt hier nach ohne Einfluſs auf die erforderliche Luftmenge, ſobald der Beharrungszuſtand eingetreten iſt. Bezeichnet man mit \mathcal{Q} die ſtündlich erforderliche Luftmenge (in Kilogr.), mit A die ſtündlich 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 derſelben (in Kilogr.), ſo werden die Formeln 50., 51., 52. und 53. zu den anderen:

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

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

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

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

Man hat geglaubt, auf Grund dieſer Formeln den thatſächlich ſtattfindenden Luftwechſel meſſen zu können, indem man z. B. die beobachteten $\sigma_2, \sigma_1, \sigma_0, \sigma_1, \sigma_2$ und C , bezw. η_0, η_1, η_2 und A in die Formeln 36., bezw. 36a, einſetzte. Dieſe Meinung iſt jedoch nur in beſchränktem Maſſe richtig, indem die Einſchließungsflächen der von Menſchen benutzten Räume nicht dicht ſind, in Folge weſſen ſich gröſſere oder geringere Mengen der verſchiedenen Gaſe, je nach ihrer Art und ihrem Auftreten, in den Poren der Wandflächen verdichten. Die Formeln 51., 51a., 52., 52a. laſſen ſich dagegen verwenden, um annähernd die Luftmengen zu beſtimmen, welche zur Verdünnung der Verunreinigungen erforderlich ſind, ſo fern während der Benutzung des Raumes nicht gelüftet werden ſoll, was gerechtfertigt ſein kann, ſobald der betreffende Raum nur zeitweiſe, und dann nur für kurze Dauer Menſchen aufzunehmen hat, bezw. andere luftverunreinigende Vorgänge in ihnen ſtattfinden. Ein ſolches Verfahren des Lüftens iſt um ſo mehr in einzelnen Fällen verſtändig, 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 ausgefüllt 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., bezw. 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:

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

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 Mafsstab sein soll für die Verunreinigungen, welche die Luft enthält, in Erwägung, das dieser Mafsstab nur unter gleichen Umständen in geradem Verhältnisse zu den eigentlich verunreinigenden Gasen steht, dürfte es zweckmäsig sein, die Luftmengen für jede einzelne Person, bezw. 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., bezw. 53_a. begründete, da es die Berücksichtigung der Umstände, unter welchen die Gasauscheidungs-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, grössere Luftmengen durch einen Raum strömen lassen, wenn derselbe dauernd, namentlich wenn derselbe Tag und Nacht benutzt wird, geringere dagegen — so fern man ununterbrochen lüftet, bezw. die Fenster öffnet, sobald der Raum nicht benutzt wird — bei kürzerer Dauer der Benutzung.

Da die uns unbekanntes Gase und Dünfte 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 grössere Mengen gefährlicher oder doch unangenehmer Gase frei werden. Auf der anderen Seite ist zu beachten, das durch Wachen der Luftgeschwindigkeit die schädlichen Einflüsse des »Zuges« wachen. Unter denselben Umständen wird aber die Luftgeschwindigkeit um so grösser 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 ange deuteten 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 ℔.
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, Verfammlungsräumen, Hörfälen	25 » 50
» » Schüler oder jede Schülerin der höheren Classen	20 » 40
» » jüngeren Schüler oder jede jüngere Schülerin	15 » 30
» » Reisenden 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. Indem 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:

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

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

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

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

aus welchen Gleichungen die Zustandsänderung des Wassergehaltes abgeleitet werden kann.

Für den Beharrungszustand entsteht aus 53_b:

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

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 un- mittelbar abzuleiten.

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

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

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 Procentsatz der Feuchtigkeit der einge- schlossenen 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 Aus- scheidung 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 Verbin- dung 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 be- wirken 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 Ein- richtungen, welche eigentlich zum Wafchen 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 an- nähernde Sättigung der Luft erfolgt.

Offene, mit Wasser gefüllte Schalen stellt man häufig in den Heizkammern, in den Mündungen der Luftzuleitungscanäle und auch in den Zimmern auf. Erstere Anordnung hat den Vortheil, daß verhältnismäsig kleine Wasserflächen eine reich- liche 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 Luftzuleitungscanäle aufgestellte Schalen vermögen auch reichliche Wassermengen zu verdunsten, indem — so lange eine Anfeuchtung überhaupt noth- wendig 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.
Luftanfeuchtung.

Eine Regel über die zweckmäßige Gröfse folcher Schalen ist nicht bekannt; thatsfächlich erhalten sie von den verschiedenen Constructeuren nicht allein an sich, sondern namentlich auch in so fern äufserst 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 Dampfentwicklung 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 Mafse 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, bzw. 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.

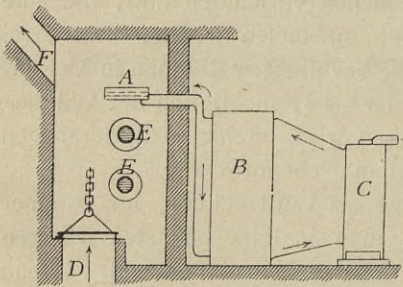
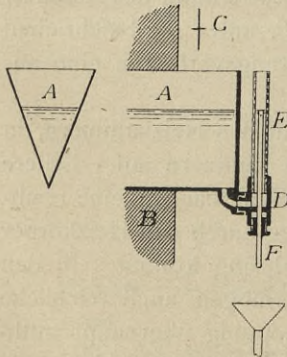


Fig. 52.



Luftanfeuchtungs-Apparat von
Hermann Fischer.

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.

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 nötige 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.

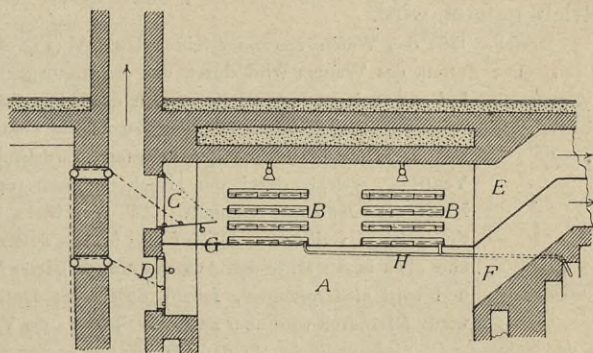
³²⁾ FISCHER, H. Die Heizung und Lüftung geschlossener Räume auf der internationalen Ausstellung für Gesundheitspflege und Rettungswesen in Brüssel 1876. Polyt. Journ., Bd. 222, S. 17.

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

Es ist von der Gesammthöhe der Heizkammer *A* mittels einer wagrechten Blechwand der Raum *B* abgetrennt, in welchem die Verdunstungschalen, über einander gefetzt, 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 Ueberlaufschalen vermöge der sehr weiten Ueberlaufrohre; das zu viel herangefaschte 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 gesammte frische Luft durch diese Ueberlaufrohre zu strömen vermag. Je nach der Stellung der Klappen *C* und *D*, bezw. 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.

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 Luftzuflromungsöffnung 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,

Fig. 54.



³³⁾ Die Constructeure geben an, daß bei 46 Grad Lufttemperatur jedes Quadratmeter Wasseroberfläche stündlich 1,4 kg Wasser verdunfte; ich füge die Angabe hier an mit dem Bemerkung, 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, das 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.

Derselbe 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 Wirksamkeit 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 Ventilstange 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 das das Wasser in den Hohlraum *Ÿ* zu treten vermag. Gleichzeitig ist auch der weiter oben an der Stange *S* befestigte Ventilkegel *V* gegen seinen Sitz gedrückt und in Folge 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 Ventilstange 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 liess. *K* und *K*₁ bezeichnen die Klemmschrauben zum Anschluß der Leitungsdrähte. Die rechtzeitige Unterbrechung und der Schluss des elektrischen Stromes wird nun durch den »hygroskopischen Schlüssel« (Fig. 57) hervorgebracht.

Fig. 55.

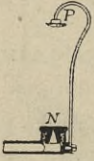
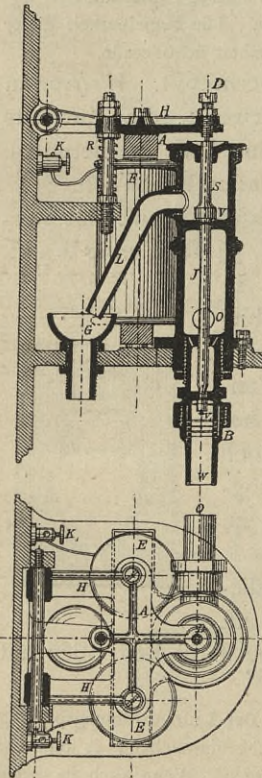


Fig. 56.



Selbstregulirender Luftanfeuchtungs-
Apparat von *Rietschel*.

Zwei Hebel *h* und *h*₁ drehen sich um am Böckchen *a* befestigte Zäpfchen; ihre Gewichte sind so angeordnet, das *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 doppel; 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, das 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 hygroskopische Schlüssel mit Hilfe der Klemmschrauben *b*, *b* eingeschaltet ist. Hebt man nun das Gewicht *g*₁, so entfernen sich die Berührungsenden *t* und *t*₁ von einander, so das der beregte Strom unterbrochen wird. Die dem vorliegenden Apparat gestellte Aufgabe wird somit erfüllt, wenn man die Haare *i* und *i*₁ belastet oder anspannt, sobald die Luft angefeuchtet werden soll, und entlastet, wenn keine Anfeuchtung verlangt wird. Dieses Be- und Entlasten erfolgt nun durch die hygroskopischen 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, das das Stängelchen auf derselben ruht, sobald der gewünschte

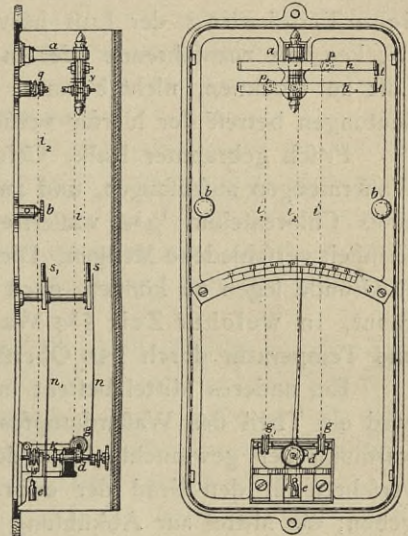
Feuchtigkeitsgrad der Luft vorhanden ist, so wird die verringerte Spannung der Haare *i* und *i*₂ die Entfernung der Berührungspitzen *t* und *t*₁ gestatten, somit der elektrische Strom unterbrochen werden. Sobald

nunmehr der Feuchtigkeitsgrad der Luft entsprechend sinkt, verkürzen sich die Haare in dem Maße, das 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 unrunder Scheibe d vorhanden; an neueren Apparaten drückt diese unrunder Scheibe gegen einen in lothrechten Bahnen gleitenden Körper, dessen obere Fläche fodann die Stützung des Stängelchens bewirkt. An der Achse der unrunder Scheibe ist der Zeiger n befestigt, welcher die Skala s bestreicht. Durch Drehen des Zeigers ist sonach die Stützfläche in eine grössere oder geringere Höhe zu bringen, so das man den Feuchtigkeitsgrad der Luft nach der Skala s zu regeln vermag.

Behuf Prüfung der richtigen Wirkfamkeit des Apparates ist mit dem »hygrokopischen Schlüssel« ein gewöhnliches Sauffure'sches Hygrometer verbunden. An dem Bolzen q 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 Gegengewicht, 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 regelmässiger 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 tatsächliche Feuchtigkeitsgrad abzulesen.

Fig. 57.



Hygrokopischer Schlüssel.

Die Rietschel'sche Einrichtung ist sehr sinnreich; jedoch beansprucht dieselbe augenscheinlich sorgfältige Bedienung, so das man erst abzuwarten haben wird, in welchem Maße letztere die Verwendbarkeit der Einrichtung erschwert³⁵⁾.

Endlich ist ein einfaches, sich selbst regelndes Mittel zur Regelung der Luftanfeuchtung zu nennen, welches darin besteht, das man die Luft bei entsprechend niedriger Temperatur vollständig sättigt, so das der gewünschte Feuchtigkeitsgrad nach Eintreten derjenigen Temperatur entsteht, welche für den in Frage kommenden 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 gefättigte Luft von 9 Grad diese Dampfmenge, sonach 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 Zufluss von Dampf. Würde dagegen für je 40 kg zugeführter frischer Luft die Dampfenwicklung eines erwachsenen Menschen berücksichtigt werden müssen, so würde nach Formel 54.

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

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 gefättigten 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

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

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

100.
Trocknen
der Luft.

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

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

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

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

101.
Zug.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1) Zufällige Lüftung.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Aus letzterem Grunde mufs ich hier noch einige Worte über die Luftdurchlässigkeit der Wände anfügen. Ueber die Durchlässigkeit einer Zahl von Baustoffen liegen Versuchsergebnisse vor⁸⁸⁾, welche indessen nicht derartig sind, dafs Rechnungen auf sie gestützt werden könnten, indem die Durchlässigkeit der einzelnen Stoffe zu verschiedenartig ist.

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

Kalktuffstein, künstlicher Stein aus zerkleinerten Schlacken und Mörtel, Fichtenholz in der Längsrichtung, Kalkmörtel, Beton, Backstein, Portland-Cement, unglasierter Klinker, Grün sandstein, gegoffener Gyps, Eichenholz; glasierter Klinker ist undurchlässig.

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

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

Die zufällige Lüftung ist sonach ausnahmslos unzuverlässig.

2) Künstliche Lüftung.

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

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

107.
Zufällige
Lüftung.

108.
Künstliche
Lüftung.

109.
Freilegung
von
Luftöffnungen.

⁸⁸⁾ Die Porosität der Mauern und ihre Bedeutung für die Ventilation. *Baugwks.-Ztg.* 1870, S. 254.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

110.
Benutzung
der
Fenster.

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

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

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

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

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

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

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

111.
Besondere
Luftöffnungen.

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

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

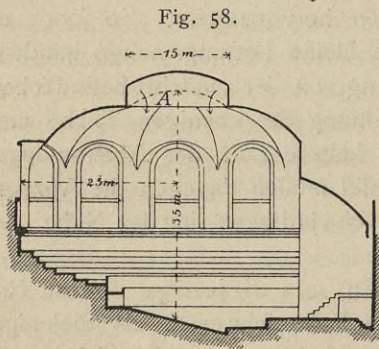
Viele Lüftungsanlagen, welche (außer ihrem eigentlichen Zweck) auch die Aufgabe haben, die betreffenden Räume zu kühlen, sind dementsprechend eingerichtet. Jedoch verbietet sich in den meisten Fällen die Einführung der frischen Luft von den Wandflächen aus, indem die nöthige Luftgeschwindigkeit in Verbindung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

112.
Einführung
warmer
Luft.

113.
Einführung
kalter Luft
von unten.

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

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



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

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

in dem fraglichen Saale stattfanden, beigewohnt, und hierbei einen lothrecht unter der Lufttrittsöffnung befindlichen Platz benutzt; trotz sorgfältiger Beobachtung vermochte ich keine Belästigung durch Zug zu bemerken. Die Entfernung der einzelnen Luft-eintrittsöffnungen von den Köpfen der Menschen ist hier 30 m und mehr, so daß, außer der Zerlegung des Luftstromes, ein Anwärmen, bezw. ein Binden der frei gewordenen Wärme stattfinden dürfte, bevor die Luft mit den Köpfen der Zuhörer in Berührung kommt.

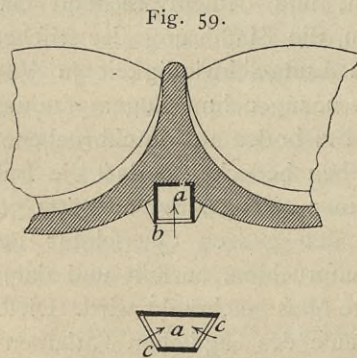


Fig. 59.

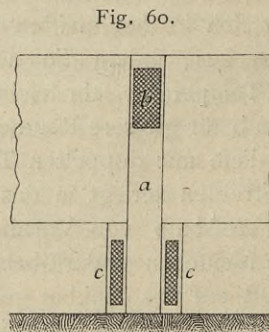


Fig. 60.

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

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

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

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

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

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

Fig. 61.

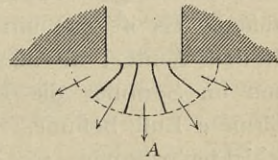
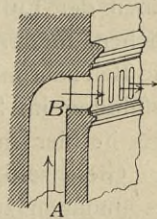


Fig. 62.

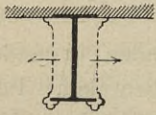


⁴²⁾ Siehe: SCHARRATH. Bekanntmachung der Vorzüge einer neuen Erfindung zur Erhöhung der Gesundheits- und Krankenpflege durch Anwendung der Poren-Ventilation. Halle 1869. Ferner: Deutsche Bauz. 1870, S. 315; 1871, S. 219 u. 272; 1876, S. 398. — ROMBERG'S Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1873, S. 137 u. 237.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

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

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

Fig. 63.



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

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

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

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

3) Entnahmestellen für die frische Luft.

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

⁴³⁾ Vergl. auch die am Schluß des 11. Kapitels aufgenommenen Beispiele ausgeführter Heizungs- u. Lüftungs-Anlagen (unter 5).

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

116
Lage der
Abströmungs-
öffnungen.

117.
Winter-
u. Sommer-
lüftung.

118.
Entnahme
der Luft.

Die künstliche Lüftung dagegen gestattet eine Auswahl der Schöpfstellen. Dieselben sollen sich selbstverständlich da befinden, wo auf möglichste Reinheit der Luft gerechnet werden kann. Wegen der Ausdünstungen der Erdoberfläche und auch, weil der Staub im Allgemeinen in unmittelbarer Nähe der Erdoberfläche stärker vertreten ist, als in einiger Höhe über derselben, entnimmt man die Luft gern wenigstens 0,5 bis 1 m über der Erdoberfläche. In Rücksicht auf Staub sucht man die Luftschöpforte möglichst von verkehrsreichen Wegen entfernt zu halten oder doch an solche Plätze zu legen, die durch Gebüsch und dergleichen einigermaßen gegen Staub geschützt sind. Demnach sind Gärten für den vorliegenden Zweck beliebte Orte. Sauber gehaltene Höfe, die nicht begrenzt werden von Grundstücken mit rauchenden Schornsteinen, sind jedoch ebenfalls zweckmäßige Entnahmestellen; in eng gebauten Städten dürften dieselben meistens als die besten bezeichnet werden müssen. Eben so bilden die Außenflächen der Gebäude unter Umständen geeignete Orte zur Luftentnahme. Die vielfach geäußerte Ansicht, daß die Wandflächen, da sie (vermöge der zufälligen Lüftung) die verdorbene Luft der von ihnen umschlossenen Räume ausathmeten, als Luftentnahmestellen nicht zu gebrauchen seien, ist nur wenig begründet. Nur bei ruhiger Luft und wenn die in Rede stehenden Räume wärmer sind, als die freie Luft, ist ein solches Ausathmen verdorbener Luft an derjenigen Gebäudefläche möglich, an welcher frische Luft entnommen werden kann. Alsdann bewegt sich aber die ausgestoßene, wärmere Luft sofort nach oben und kann nur wenig schaden.

Vielfach wählt man die über dem Erdboden befindlichen Wandflächen der Kellergeschosse zur Unterbringung der Lufteintrittsöffnungen, wodurch, wenigstens in der Regel, eine weniger reine Luft gewonnen wird, als bei Benutzung der höher gelegenen Wandflächen. Jedoch muß man sich mit der Thatfache ausöhnen, wenn andere Entnahmeorte nicht zur Verfügung stehen. Schöpft man doch zuweilen die frische Luft über Dach, also an einem Orte, nach welchem die verdorbene Luft sowohl, als auch der Rauch ausgestoßen wird; findet doch in eng gebauten Städten an dieser Stelle, wo der Wind sich frei zu bewegen vermag, wo die Ergießung der Gase nicht gehemmt ist, die Verdünnung, bezw. Erfrischung der Luft fast ausschließlich statt.

Die richtige Wahl der Entnahmestellen kann nur nach örtlichen Verhältnissen getroffen werden und auf Grund der Erwägung, daß man von den verfügbaren Orten den besten auszusuchen hat.

3. Kapitel.

Bewegung der Flüssigkeiten in Rohrleitungen und Canälen.

a) Widerstände der Bewegung.

Der sog. Reibungswiderstand, hervorgerufen durch die Verschiebung der Flüssigkeit längs der Rohr- oder Canal-Wand und durch Verschiebungen im Inneren der bewegten Flüssigkeit, wird gemessen durch den Druck p (in Kilogr.) auf die Flächeneinheit des Rohr-, bezw. Canalquerschnittes q (in Quadr.-Met.). Derselbe steht in geradem Verhältniß zu dem Umfange u des von der Flüssigkeit erfüllten Querschnittes, zu der Länge l des Rohres und der Dichte γ (Gewicht pro 1 cbm in Kilogr.)

der Flüssigkeit. Die Abhängigkeit von der Stromgeschwindigkeit v wird von verschiedenen Autoren verschieden angegeben. Ich bin der Ansicht, daß die *Prony-Redtenbacher'sche* Beziehung nicht allein genügend zutreffende Werthe liefert, sondern auch noch einigermaßen bequem zu benutzen ist, drücke dieselbe aber so aus, daß der zur Ueberwindung des Widerstandes erforderliche Druck p im geraden Verhältniß zu $\left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} \frac{v^2}{2g}$ wächst.

Bezeichnet man einen durch Erfahrung festzustellenden Coefficienten mit κ , mit γ_0 die Dichte der Flüssigkeit bei 0 Grad, mit α die Ausdehnung derselben für 1 Grad Temperaturänderung und mit t die Temperatur der Flüssigkeit, so entsteht, unter dem Vorbehalt, daß die Spannung der Flüssigkeit sich nur sehr wenig ändert, bzw. durch die Spannungsänderung eine nennenswerthe Aenderung der Dichtigkeit nicht hervorgerufen wird, die Gleichung für den Reibungswiderstand:

$$p q = \kappa \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} l u \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots 56.$$

oder:

$$p = \kappa \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} l \frac{u}{q} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots 57.$$

Die Erfahrungszahl κ schwankt zwischen 0,0003 und 0,001. Für Leuchtgas, Wasser etc., die in guten glattwandigen Rohren sich bewegen, darf man $\kappa = 0,0003$ bis 0,0004, für Luft, welche in gemauerten Canälen fließt, je nach dem Zustande der Canalwände, $\kappa = 0,0004$ bis 0,0007, für Rauch $\kappa = 0,0006$ bis 0,001 setzen. Hierbei muß noch bemerkt werden, daß außer der Glätte der Wandflächen auch die Luftdurchlässigkeit gemauerter Canalwände die Bewegung der Luft und des Rauches beeinträchtigt. Richtiger würde man diesen Einfluß besonders berechnen; in Ermangelung genügenden Anhaltes für diese Berechnung schliesse ich, dem Gebrauch gemäß, den Einfluß der Luftdurchlässigkeit in die Größe κ für Rauch und Luft ein und bemerke hierzu, daß derselbe sich besonders fühlbar macht bei freistehenden Schornsteinen, aber auch bei mit dünnen Wänden ausgestatteten Luftleitungscanälen.

Für große Werthe von v verschwindet der Quotient $\frac{1}{v}$ gegen 20, für sehr kleine Geschwindigkeiten dagegen 20 gegen $\frac{1}{v}$, so daß für diese Sonderfälle die Gleichung, welche den Reibungswiderstand ausdrückt, in die einfacheren übergeführt werden kann:

$$p = 20 \kappa \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} l \frac{u}{q} \frac{v^2}{2g}, \dots \dots \dots 57a.$$

$$\text{bezw. } p = \frac{\kappa}{2g} \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} l \frac{u}{q} v. \dots \dots \dots 57b.$$

Der Widerstand, welcher eine rechtwinkliche Ablenkung der Bewegungsrichtung verursacht, kann ausgedrückt werden durch

$$p = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots 58.$$

Richtungsänderungen, welche bewegte Flüssigkeiten in gut gerundeten rechtwinklichen Canal- oder Rohrknien erfahren, verursachen einen geringeren Widerstand, nämlich etwa

$$p = (0,3 \text{ bis } 0,5) \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots 59.$$

120.
Richtungs-
u. Querschnitts-
änderungen.

Querschnittsveränderungen verursachen, abgesehen von dem entstehenden, bzw. hervorzubringenden anderen v , ebenfalls Bewegungshindernisse. Man wird dieselben möglichst zu vermeiden und in unvermeidlichen Fällen möglichst sanfte Uebergänge zu schaffen suchen. Alsdann können die entstehenden Widerstände vernachlässigt werden. In einigen unvermeidlichen Fällen muß man jedoch auf einen entsprechenden Widerstand Rücksicht nehmen. So bei geöffneten Ventilen, bei welchen der Widerstand:

$$p = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} (0,5 \text{ bis } 1) \frac{v^2}{2g}; \dots \dots \dots 60.$$

bei geöffneten Hähnen, bei welchen derselbe:

$$p = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} (0,1 \text{ bis } 0,3) \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots 61.$$

ist, und bei Vergitterungen, die einen Widerstand erzeugen:

$$p = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} (0,8 \text{ bis } 1,3) \frac{v^2}{2g}, \dots \dots \dots 62.$$

sofern die Querschnitte keine grössere, als die Geschwindigkeit v verlangen.

Bedeutende Querschnittserweiterungen, wie dieselben z. B. bei Eintritt des Wassers in Heizkörper, bei Eintritt der Luft in die Zimmer etc. eintreten, finden dadurch gebührende Berücksichtigung, daß man die der Flüssigkeit bisher eigene Geschwindigkeit als verloren gehend betrachtet.

Endlich ist der Druck zu berücksichtigen, welcher die Geschwindigkeit v überhaupt hervorruft; derselbe ist oft in ein und derselben Leitung wegen bedeutender Querschnittserweiterungen mehrere Male in Ansatz zu bringen. Der betreffende Druck hat die GröÙe

$$p = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} 1 \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots 63.$$

Bezeichnet man mit ξ die Factoren der Gleichungen 58. bis 63., welche mit $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{2g}$ multiplicirt die einzelnen Widerstände p geben, so ist der Gesamtwiderstand zwischen zwei Punkten der Leitung auszudrücken durch:

$$p_1 - p_2 = \sum p = \left[x l \frac{u}{q} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} + \sum \xi \right] \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{2g} \dots \dots 64.$$

Man mißt die Preßung der eingeschlossenen Flüssigkeit, indem man durch die Wand des Rohres oder des Canales A (Fig. 64) ein U-förmig gebogenes, an beiden Enden offenes Rohr B steckt, welches eine genügend schwere Flüssigkeit enthält. Der lothrechte Abstand der beiden Flüssigkeitsspiegel in B stellt den Druckunterschied dar, welcher zwischen dem Inneren des Rohres A und seiner Umgebung herrscht. Verwendet man für die Flüssigkeit des U-förmigen Rohres B Wasser, so entspricht 1 mm des Flüssigkeitsspiegel-Abstandes z genau genug 1 kg Druckunterschied für 1 qm Fläche, da eine Wasserplatte von 1 qm GröÙe und 1 mm Dicke 1 l mißt und im Zustande größter Dichte 1 kg wiegt. Verwendet man in dem Rohr B Quecksilber, so entspricht jedes Millimeter des Flüssigkeitsspiegel-Abstandes 13,6 kg Druckunterschied pro 1 qm.

b) Einfluss der Verschiedenheit der Gewichte geleiteter Flüssigkeiten.

Der vorhin genannte Druckunterschied ist in verschiedenen Höhenlagen (abgesehen von den eigentlichen Bewegungshindernissen) verschieden, sobald die Flüssig-

121.
Erzeugung
der
Geschwindigkeit.

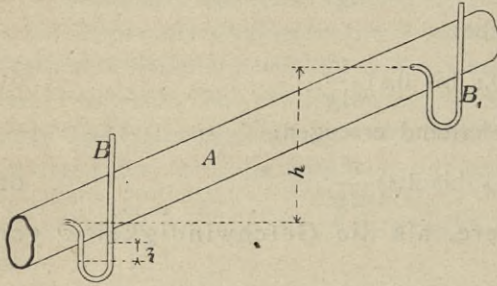
122.
Gesamtwiderstand.

123.
Einfluss v. Gewichtsverschiedenheiten.

keit, welche die Rohrleitung oder den Canal füllt, schwerer oder leichter ist, als die auf den freien Schenkel des Druckmessenrohres drückende Flüssigkeit, also die atmosphärische Luft.

Heiße die Höhe, um welche zwei Druckmesser B und B_1 (Fig. 64) von einander entfernt sind, h , das Gewicht pro 1 cbm der in A geleiteten Flüssigkeit Γ , das Gewicht pro 1 cbm der umgebenden Luft γ , so wirkt, wenn bei B_1 im Inneren des Rohres A der Druck P herrscht, auf den mit A verbundenen Schenkel des Druckmessers B der Druck $P + h \Gamma$; dagegen, wenn der Druck auf den freien Schenkel des Druckmessers $B_1 = p$ ist, auf den freien Schenkel des Druckmessers B der Druck $p + \gamma h$. Der Unterschied der Druckunterschiede ist sonach

Fig. 64.



$$\{ (P + h \Gamma) - (p + \gamma h) \} - \{ P - p \} = \mathfrak{B}$$
 oder
$$\mathfrak{B} = h \{ \Gamma - \gamma \} \quad . \quad . \quad 65a.$$

Bestehe z. B. die geleitete Flüssigkeit aus Leuchtgas von 0,6 kg Gewicht pro 1 cbm, während 1 cbm der umgebenden Luft das Einheitsgewicht 1,2 kg habe, so wird für $h = 1$ m:

$$\mathfrak{B} = 1 (0,6 - 1,2) = -0,6 \text{ kg,}$$

d. h. der Druck in der Rohrleitung vermindert sich dem Aufsendrucke gegenüber für jedes Meter geringerer Höhenlage um 0,6 kg.

Man wird deshalb von dem den Bewegungswiderstand darstellenden Druck einen entsprechenden Betrag abziehen, wenn die Bewegung in der Leitung nach oben gerichtet ist, dagegen den Ausdruck für die Bewegungswiderstände um die in Frage kommende Größe vermehren, sobald die leichtere Flüssigkeit nach unten fließt.

124.
Auftrieb.

Ein Gleiches ist natürlich der Fall, wenn zwar eine gleichartige Flüssigkeit, also z. B. Luft, in und außerhalb des Rohres A (Fig. 64) sich befindet, wenn sie jedoch verschiedene Temperaturen hat. Bezeichnet noch t die Temperatur der freien, t_1 diejenige der in A eingeschlossenen Luft, γ_0 das Gewicht von 1 cbm Luft bei 0 Grad und $\alpha = 0,00366$ die Ausdehnung derselben für 1 Grad, so sind die Gewichte der Luftsäulen zwischen B_1 und B für 1 qm Grundfläche:

$\frac{h \gamma_0}{1 + \alpha t}$, bzw. $\frac{h \gamma_0}{1 + \alpha t_1}$, somit der

Unterschied des Ueberdruckes zwischen B_1 und B

$$p_1 - p = h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} \right\}, \quad . \quad . \quad . \quad 65.$$

welcher Druckunterschied der Auftrieb des Höhentheiles h genannt wird und in erwähnter Weise von der die Bewegungswiderstände ausdrückenden Größe abzuziehen oder ihr hinzuzuzählen ist.

Hierbei kann offenbar der Fall eintreten, daß der Auftrieb die Bewegungswiderstände ganz aufhebt.

c) Einfluss der Wärmeleitung der Canal-, bzw. Rohrwände.

Die soeben besprochene Beeinflussung der Flüssigkeitsbewegung ist nicht allein von Bedeutung, wenn die geleitete Luft überhaupt eine andere Temperatur hat, als die freie Luft, sondern selbstverständlich auch, wenn die Temperatur in der Leitung sich ändert, sei es durch Wärmezufuhr oder Wärmeabfuhr.

125.
Einfluss
d. Temperatur-
änderungen.

Eine Verminderung der Temperatur des aufsteigenden Stromes, wie eine Vergrößerung der Temperatur im absteigenden Strome haben eine Hemmung der Bewegung, das Umgekehrte eine Förderung der Bewegung zur Folge. Angesichts des meistens unregelmäßigen Verlaufs der Canäle ist eine analytische Behandlung des in Rede stehenden Einflusses nur in besonderen Fällen gerathen. Meistens sucht man derartige Temperaturänderungen möglichst zu verhüten (durch Lage der Canäle und Rohrleitungen, grössere Wandstärken, Umhüllungen etc.) und vernachlässigt sie alsdann. Ist man nicht im Stande, die Temperaturänderungen in genügendem Mafse zu verhindern, so wird aus dem mittleren Temperaturunterschied (vergl. Formel 39.) die Aenderung besonders berechnet.

Nicht zu berechnen sind die Wirkungen des Auftriebes bei Inbetriebsetzung der Leitungen. Alsdann sind die Wände der Leitungen entweder kälter oder wärmer, als die zu leitende Flüssigkeit; ein Zufall könnte eine Gleichheit der Temperaturen hervorbringen. Ich will hier nur die Vorgänge besprechen, die bei Inbetriebsetzung von Luft- und Rauchleitungen eintreten und oft von recht unangenehmen Folgen sind. Die Anordnung eines Canalnetzes sei derartig, dafs der Auftrieb allein die Bewegung hervorzubringen und zu erhalten hat; die Canäle seien kälter, als die Luft oder der Rauch. Alsdann kühlt sich die Luft ab und bringt einen dem entsprechend geringeren Auftrieb hervor. Die Widerstände sind (im Grofsen und Ganzen) dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional; somit ist der geringe Auftrieb im Stande, eine geringe Bewegung zu erzeugen, vermöge welcher mehr und mehr warme Luft dem Canalnetz zugeführt wird, also dieses mehr und mehr auf diejenige Temperatur erwärmt wird, die dem Beharrungszustande entspricht. Nach der Inbetriebsetzung verstreicht somit eine gewisse Zeit, die oft recht lang ist, bevor der Beharrungszustand eintritt. Bei der gegebenen Auseinandersetzung wurde angenommen, dafs die Canalwände nicht kälter seien, als die freie Luft. In Folge des Temperaturwechsels, oft schon des regelmässigen, der zwischen Tag und Nacht stattfindet, kann nun der Fall eintreten, dafs die Canalwände kälter sind, als die freie Luft. Die Folge hiervon ist, dafs die in den Canälen befindliche Luft kälter als diejenige des Freien ist, so dafs ein fog. verkehrter Auftrieb eintritt, der, wenn die Mündungen der Canäle freigelegt werden, also die Inbetriebsetzung der Anlage erfolgen soll, die Luft in den steigenden Theilen des Canales nach unten drückt, d. h. die der beabsichtigten entgegengesetzte Bewegung hervorbringt. Die gewünschte Bewegungsrichtung ist alsdann nur nach einem entgegengesetzten Temperaturwechsel der freien Luft möglich.

Das weifs Jeder, welcher versucht, am Tage einen Schornstein in Betrieb zu setzen, welcher mehrere Tage lang nicht benutzt wurde; das müssen unsere Hausfrauen erfahren, wenn sie nach kühlen Nächten erst am späten Vormittag während warmen Sonnenscheines das Küchenfeuer entzünden lassen. Im Volksmunde sagt man: »Die Sonne drückt den Rauch im Schornstein herab«. Versucht man dasselbe am kühlen Abend nach einem warmen Tage, so gelingt die Inbetriebsetzung spielend. Damit ist angedeutet, was für Mittel gegen den genannten Uebelstand anzuwenden sind: neue Schornsteine oder solche, welche selten benutzt werden, aber eine solche Lage haben, dafs sie sich erheblich abzukühlen vermögen (z. B. die Schornsteine der Kirchen), setze man regelmässig am Abend in Betrieb; andere nicht dauernd benutzte Schornsteine schütze man gegen Wärmeverluste, so dafs ihre Wandungen bei erneuter Inbetriebsetzung von der vorigen Benutzung noch genügende Wärme enthalten.

Immer ist nöthig, so fern man auf eine rasche Inbetriebsetzung Werth legt, den nach dem Beharrungszustande berechneten Mafsen einen Zuschlag zu geben.

Die der Temperaturänderung entsprechende Raumänderung vernachlässigt man bei Wasser in so weit, wie die Geschwindigkeit durch dieselbe beeinflusst wird. Bei

126.
Inbetrieb-
setzung der
Leitungen.

127.
Wasser- u.
Luftleitungen.

Luftleitungen setzt man häufig die Geschwindigkeit v als mit der Temperatur veränderlich ein, wie weiter unten geschehen wird, rechnet aber häufiger mit demjenigen v , welches der mittleren Temperatur entspricht.

128. Dampfleitungen.
 Zur Berechnung der Dampfleitungen ist der Raum, welchen der Dampf an jedem Orte der Leitung einnimmt, bezw. die diesem entsprechende Geschwindigkeit, wegen der stattfindenden theilweisen Verdichtung des Dampfes, unbedingt in Rechnung zu ziehen. Es sei Q die stündlich an den Ort des Verbrauchs zu fördernde Dampfmenge (in Kilogr.); p die Spannung des Dampfes (in Kilogr.) für 1 qm, und zwar p_1 diejenige am Anfange, p_2 diejenige am Ende der Leitung; γ das Gewicht von 1 cbm Dampf; v die secundliche Geschwindigkeit des Dampfes (in Met.), und zwar v_1 diejenige am Anfange, v_2 diejenige am Ende der Leitung; l die Länge der Leitung (in Met.); x ein Theil derselben; D die Weite derselben (in Met.); δ die doppelte Wandstärke des Rohres, nach Umständen vermehrt um die einfache Dicke der Umhüllung derselben.

Sodann ist der Widerstand, welcher in einer dx Meter langen Rohrleitung auftritt, nach 57.:

$$d p = x \gamma \frac{D \pi}{D^2 \frac{\pi}{4}} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} \frac{v^2}{2g} dx \dots \dots \dots 66.$$

In dieser Gleichung ist $x = 0,00036$ zu setzen und kann der Ausdruck $\frac{1}{v}$ gegen 20 vernachlässigt werden, da v selten unter 10^m genommen wird. Alsdann erhält man die einfachere Gleichung

$$d p = 0,0015 \gamma \frac{dx}{D} v^2 \dots \dots \dots 67.$$

Es ist fowohl v als auch γ veränderlich; letzteres, weil die Spannung p des Dampfes wegen des Reibungswiderstandes von dem Endpunkte der Leitung ab zunimmt, also p_1 grösser sein muß als p_2 ; ersteres, weil eine gewisse Dampfmenge, unvermeidlicher Wärmeverluste halber, verdichtet wird, somit die Menge des Dampfes ebenfalls von dem Endpunkte der Leitung ab wächst. Das Gewicht pro 1 cbm Dampf, also γ , ist nach der Navier'schen Näherungsformel:

$$\gamma = \frac{o + p}{n}, \dots \dots \dots 68.$$

worin die Erfahrungszahlen o und n folgende GröÙe haben:

$$\begin{aligned} &\text{für } p < 36\,000 \text{ ist } n = 19\,995; o = 1200 \} \\ &\text{» } p > 36\,000 \text{ » } n = 21\,224; o = 3000 \} \dots \dots \dots 69. \end{aligned}$$

Der Wärmeverlust des Dampfes ist abhängig von der Art der Rohrwandung, dem Temperaturunterschied, welcher zwischen dem Dampf und der Umgebung des Rohres herrscht, und dem Bewegungszustande der umgebenden Luft. Die zuletzt genannten beiden Einflüsse sind nicht allgemein zu verfolgen, indem die betreffende Dampfleitung gewöhnlich durch verschiedene Räume mit wechselnden Lufttemperaturen geführt wird; es mag deshalb nur die Art der Rohrwandung berücksichtigt werden. So fern bestimmte Zustände der umgebenden Luft bekannt sind, wird man dieselben durch Wahl der in dem Folgenden näher bezeichneten Coefficienten K gebührend in Rechnung stellen.

Die Rohrwandungen werden ausschliesslich aus Metall hergestellt und sind verhältnismäÙig dünn, weshalb man, ohne einen erheblichen Fehler zu machen, den

Wärmeverlust im geraden Verhältnifs zu der Rohraußenfläche setzen kann, so dafs, bei nackten Rohren jedes Längenmeter des Rohres stündlich $(D + \delta) \pi (T - t) k$ Wärmeeinheiten verliert, wenn $\frac{\delta}{2}$ die Wanddicke des Rohres, $T - t$ den mehr erwähnten Temperaturunterschied und k die Zahl der Wärmeeinheiten bezeichnet, welche stündlich für 1 Grad Temperaturunterschied und durch 1 qm Fläche überführt wird.

Meistens werden die Rohre eingehüllt, um den Wärmeverlust zu vermindern. Alsdann dürfte der Wärmeverlust derjenigen Fläche proportional sein, welche in der Mitte zwischen der äufseren und inneren Fläche der Hülle sich befindet; der vorhin gegebene Ausdruck ist somit auch für diesen Fall zutreffend, wenn $\frac{\delta}{2}$ gleich der Wanddicke des Metalles, vermehrt um die halbe Wanddicke der Hülle gesetzt wird.

Die Wärmemenge, welche bei Verdichtung von 1 kg Dampf frei wird, bzw. welche verloren gehen mufs, um 1 kg Dampf in Wasser zu verwandeln, schwankt (für Dampf, dessen Spannung 10 000 bis 50 000 kg für 1 qm, oder dessen Ueberdruck etwa 0 bis 4 Atm. beträgt) nur zwischen 537 und 502 Wärmeeinheiten. Daher dürfte es für den vorliegenden Zweck genügen, für jedes Kilogramm Dampf 520 Wärmeeinheiten in Rechnung zu stellen. Es ist somit die von 1 m Rohrlänge stündlich verdichtete Dampfmenge (in Kilogr. ausgedrückt):

$$\frac{(D + \delta) \pi (T - t) k}{520} = (D + \delta) K, \dots\dots\dots 70.$$

in welcher Gleichung K einen für den einzelnen Fall zu bestimmenden Coefficienten bezeichnet.

Am Ende der Leitung sollen Q Kilogr. Dampf zur Verfügung stehen; somit mufs einen Rohrquerschnitt, welcher um x Meter von dem Ende der Leitung entfernt ist, die Dampfmenge

$$Q + (D + \delta) K x$$

durchströmen, so dafs die in diesem Querschnitt herrschende Geschwindigkeit v auszudrücken ist durch:

$$v = \frac{4}{D^2 \pi} \frac{Q + (D + \delta) K x}{3600} \frac{n}{o + p}, \dots\dots\dots 71.$$

und der Reibungswiderstand, welcher an dieser Stelle eine Rohrlänge dx verursacht, nach den Gleichungen 67. und 68.

$$dp = 0,0015 \frac{o + p}{n} \frac{1}{D} \frac{4^2}{D^4 \pi^2} \left\{ \frac{Q + (D + \delta) K x}{3600} \right\}^2 \left(\frac{n}{o + p} \right)^2 dx \dots\dots 72.$$

Es sei nun für kurze Zeit

$$\frac{0,0015 \cdot 4^2}{3600^2 \pi^2} = \mathfrak{A}; \dots\dots\dots 73.$$

dann erhält man aus Gleichung 72. nach wenigen Umänderungen:

$$(o + p) dp = n \frac{\mathfrak{A}}{D^5} \left\{ Q + (D + \delta) K x \right\}^2 dx \dots\dots\dots 74.$$

und durch Integriren beider Seiten:

$$\frac{(o + p)^2}{2} = n \frac{\mathfrak{A}}{D^5} \frac{\{Q + (D + \delta) K x\}}{3(D + \delta) K} + Const. \dots\dots 75.$$

Für $p = p_1$ ist $x = l$; für $p = p_2$ ist $x = o$, sonach

$$o^2 + 2 o p_1 + p_1^2 = \frac{2 n \mathfrak{A}}{D^5 \cdot 3(D + \delta) K} \{ Q^3 + 3 Q^2 (D + \delta) K l + 3 Q (D + \delta)^2 K^2 l^2 + (D + \delta)^3 K^3 l^3 \} + Const. \dots\dots\dots 76.$$

$$o^2 + 2 o p_2 + p_2^2 = \frac{2 n \mathfrak{A}}{D^5 \cdot 3(D + \delta) K} \{ Q^3 \} + Const. \quad 77.$$

Durch Abziehen der Gleichung 77. von 76. verschwindet die unbekannte Constante und entsteht die folgende Gleichung:

$$p_1^2 + 2 o p_1 - p_2^2 - 2 o p_2 = \frac{2 n \mathfrak{A}}{D^5 \cdot 3(D + \delta) K} \{ 3 Q^2 (D + \delta) K l + 3 Q (D + \delta)^2 K^2 l^2 + (D + \delta)^3 K^3 l^3 \} \quad 78.$$

oder, nach entsprechender Umformung,

$$p_1^2 + 2 o p_1 - p_2^2 - 2 o p_2 - \frac{2 n \mathfrak{A} l}{3 D^5} \{ 3 Q^2 + [3 Q + (D + \delta) K l] (D + \delta) K l \} = 0$$

und

$$p_1 = -o \pm \sqrt{o^2 + 2 o p_2 + p_2^2 + \frac{2 n \mathfrak{A} l}{3 D^5} \{ 3 Q^2 + [3 Q + (D + \delta) K l] (D + \delta) K l \}} \quad 79.$$

In dieser Gleichung gilt zweifellos das + Zeichen vor der Wurzel; nach Einsetzen des Werthes für \mathfrak{A} aus Gleichung 73. und einigen Umformungen wird sie zu der anderen

$$p_1 = \sqrt{(o + p_2)^2 + \frac{20,0015 \cdot 4^2 n l}{33 \cdot 600^2 \pi^2 D^5} \{ 3 Q^2 + [3 Q + (D + \delta) K l] (D + \delta) K l \}} - o \quad 80.$$

Hieraus gewinnt man, nach Einsetzen der Werthe von n und o aus 69, für:

$$p_1 \text{ und } p_2 < 36\,000:$$

$$p_1 = \sqrt{(1200 + p_2)^2 + \frac{l}{400\,000 D^5} \{ 3 Q^2 + [3 Q + (D + \delta) K l] (D + \delta) K l \}} - 1200 \quad 81.$$

$$p_1 \text{ und } p_2 > 36\,000:$$

$$p_1 = \sqrt{(3000 + p_2)^2 + \frac{l}{37\,600 D^5} \{ 3 Q^2 + [3 Q + (D + \delta) K l] (D + \delta) K l \}} - 3000 \quad 82.$$

Was den Werth $K = \frac{\pi (T - t) k}{520}$ anbelangt, so darf man denselben im

Allgemeinen für nackte Rohre = 10, für eingehüllte Rohre = 2 setzen.

Beispielsweise sei:

- für nackte Rohre mit $D = 0,05 \text{ m}$ und mehr (Gufseifen) . . . $\delta = 0,003 \cdot 2 = 0,015 \text{ m}$
- » » » mit $D = 0,044$ und weniger (Schmiedeeifen) $\delta = 0,003 \cdot 2 = 0,006 \text{ m}$
- » eingehüllte » mit $D = 0,05 \text{ m}$ und mehr $\delta = 0,003 \cdot 2 + 0,03 = 0,048 \text{ m}$
- » » » mit $D = 0,044 \text{ m}$ und weniger $\delta = 0,003 \cdot 2 + 0,03 = 0,036 \text{ m}$;

es sei ferner Q am Ende einer $l = 100 \text{ m}$ langen Rohrleitung bei größtem Dampfbedarf = 120 kg, bei durchschnittlichem Dampfbedarf = 30 kg, so giebt die Formel 81. folgende Werthe:

a.) Nackte Rohre, $l = 100 \text{ m}$.

D	$Kl (D + \delta)$	$\frac{Kl (D + \delta)}{Q}$	Q	p_2	p_1	$p_1 - p_2$	v_1	v_2
0,025	31	0,26	120	12 000	38 600	26 600	43,6	102,9
0,031	37	0,31	120	»	24 800	12 800	44,4	66,9
0,037	43	0,36	120	»	18 600	6 600	42,5	47,1
0,044	50	0,42	120	»	15 200	3 200	37,8	33,2
0,050	68	0,57	120	»	14 000	2 000	35,0	25,7
0,060	78	0,65	120	»	13 000	1 000	27,4	17,8
0,070	88	0,73	120	»	12 460	460	21,7	13,1
0,080	98	0,82	120	»	12 250	250	17,9	10,0
0,090	108	0,90	120	»	12 215	150	14,9	7,9
0,100	118	0,98	120	»	12 090	90	12,7	6,4

β) Nackte Rohre, $l = 100$ m.

D	$Kl(D + \delta)$	$\frac{Kl(D + \delta)}{Q}$	Q	p_2	p_1	$p_1 - p_2$	v_1	v_2
0,025	31	1,03	30	10 800	17 600	6 800	36,7	28,28
0,031	37	1,23	30	»	13 200	2 400	34,2	18,40
0,037	43	1,43	30	»	12 000	1 200	28,5	12,91
0,044	50	1,66	30	»	11 400	600	23,2	9,13
0,050	68	2,26	30	»	11 240	440	22,29	7,07
0,060	78	2,60	30	»	11 040	240	17,33	4,91
0,070	88	2,93	30	»	10 913	113	14,06	3,61
0,080	98	3,26	30	»	10 867	67	11,79	2,76
0,090	108	3,60	30	»	10 842	42	10,04	2,18
0,100	118	3,93	30	»	10 828	28	6,59	1,77

γ) Gut umkleidete Rohre, $l = 100$ m.

D	$Kl(D + \delta)$	$\frac{Kl(D + \delta)}{Q}$	Q	p_2	p_1	$p_1 - p_2$	v_1	v_2
0,025	12,2	0,10	120	12 000	36 100	24 100	40,11	102,9
0,031	13,4	0,11	120	»	23 400	11 400	39,92	66,9
0,037	14,6	0,12	120	»	17 300	5 300	37,60	47,1
0,044	16,0	0,13	120	»	14 600	2 600	31,52	33,2
0,050	19,6	0,16	120	»	13 450	1 450	25,16	25,7
0,060	21,6	0,18	120	»	12 610	610	20,15	17,8
0,070	23,6	0,20	120	»	12 290	290	15,37	13,1
0,080	25,6	0,21	120	»	12 150	150	12,05	10,0
0,090	27,6	0,23	120	»	12 090	90	9,70	7,9
0,100	29,6	0,24	120	»	12 040	40	8,00	6,4

δ) Gut umkleidete Rohre, $l = 100$ m.

D	$Kl(D + \delta)$	$\frac{Kl(D + \delta)}{Q}$	Q	p_2	p_1	$p_1 - p_2$	v_1	v_2
0,025	12,2	0,41	30	10 800	14 400	3 600	30,61	28,28
0,031	13,4	0,44	»	»	12 200	1 400	23,84	18,40
0,037	14,6	0,48	»	»	11 400	600	18,29	12,91
0,044	16,0	0,53	»	»	11 070	270	13,69	9,13
0,050	19,6	0,65	»	»	10 960	160	11,54	7,07
0,060	21,6	0,72	»	»	10 870	70	8,40	4,91
0,070	23,6	0,79	»	»	10 833	33	6,45	3,61
0,080	25,6	0,85	»	»	10 818	18	5,12	2,76
0,090	27,6	0,92	»	»	10 810	10	4,14	2,18
0,100	29,6	0,98	»	»	10 806	6	3,513	1,77

Aus den gegebenen Tabellen ist zunächst (was hier nebenfächlich) zu ersehen, welchen hohen Werth eine gute Rohrumhüllung in Bezug auf Dampferparnis hat. Ferner erieht man aus denselben die Bedeutung des Wärmeverlustes für den Reibungswiderstand, sobald man die Zahlenreihen unter $p_1 - p_2$ vergleicht; endlich geht aus dem Vergleich der Zahlenreihen v_1 und v_2 hervor, wie nothwendig es ist, die allerdings unbequemen Formeln 81. und 82. anstatt solcher zu verwenden, welche die Wärmeverluste vernachlässigen.

Die Reihen $\frac{Kl(D + \delta)}{Q}$ in den Tabellen α) und β), namentlich aber in β)

lehren, daß man den Dampfleitungen oft eine erheblich größere Dampfmenge überliefern muß, als die am Bestimmungsorte geforderte ist. Die Frage, welche Mittel zu ergreifen sind, um die großen Dampfverluste zu mindern, beantwortet die Formel 82. gleichfalls, wie die hier folgende kleine Zusammenstellung ergibt.

l	D	$Kl (D + \delta)$	$\frac{Kl (D + \delta)}{Q}$	Q	p_2	p_1	$p_1 - p_2$	v_1	v_2
100	0,025	12,2	0,10	120	37 000	38 500	1 500	38,2	36,1
100	0,031	13,4	0,11	120	37 000	37 870	870	25,5	23,4

Eine Erhöhung der Endspannung des Dampfes p_2 auf 37 000 kg oder 2,7 Atm. Ueberdruck vermindert den Reibungswiderstand in gut eingehüllten 25 mm weiten Röhren von 24 100 auf 1500 kg für 1 qm, ermöglicht also, die verlangten 120 kg Dampf mittels eines nur 25 mm weiten Rohres zu fördern.

d) Mittel zum Bewegen der Flüssigkeiten.

129.
Mittel.

Die Bewegungswiderstände können überwunden werden, indem man absichtlich den oben erwähnten Auftrieb erzeugt, die lebendige Kraft der bewegten freien Luft, des Windes benutzt, Flüssigkeiten mit entsprechenden Spannungen mittels fog. Strahlapparate auf die zu bewegende Flüssigkeit wirken läßt, oder endlich, indem man feste Flächen zum Fortschieben der zu bewegenden Flüssigkeiten verwendet. Ein fünftes Mittel, welches zur Bewegung des Dampfes verwendet wird und lediglich die Erzeugung der erforderlichen Dampfspannung bedingt, bedarf nur der Erwähnung.

a) Bewegen der Flüssigkeiten durch Auftrieb.

130.
Auftrieb
durch Er-, bezw.
Entwärmung.

Der Auftrieb kann sowohl im positiven, als auch im negativen Sinne gebraucht werden, indem durch Erwärmen der Flüssigkeit der positive Auftrieb, die nach oben treibende Kraft erzeugt wird, während durch Abkühlen der Flüssigkeit eine Kraft gewonnen wird, die zum Bewegen in niedergehender Richtung benutzt werden kann. Die Erwärmung, bezw. Abkühlung kann innerhalb derjenigen Temperaturen stattfinden, welche eine Aenderung des Zusammenhangszustandes der Flüssigkeit ausschließt, oder sie kann bis zur Aenderung desselben, so daß die elastische Flüssigkeit tropfbar wird oder umgekehrt, getrieben werden.

Vorerst mag die Rede sein von dem durch mäßige Er-, bezw. Entwärmung hervorgebrachten Auftrieb.

Nach Formel 65. ist derselbe

$$p = h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} \right\}, \dots \dots \dots (65.)$$

wenn p die gewöhnliche Bedeutung hat, h die Höhe der Säule, welche von der Temperatur t auf die Temperatur t_1 erwärmt ist, und γ_0 das Gewicht von 1 cbm der Flüssigkeit bei 0 Grad bezeichnet.

Zu derselben Formel gelangt man, wenn man den Canal der Fig. 65 sich, wie durch Punktirung angedeutet, durch einen U-förmig gebogenen Canal zu fog. »communicirenden Röhren« vervollständigt denkt, bei welcher die oberen Oeffnungen beider Canalschenkel unter gleichem Druck stehen, sei es, daß sie hier ein und demselben Atmosphärendruck ausgesetzt sind, sei es, daß sie auch oben mit einander verbunden sind.

Vermöge der Kraft p wird, wenn $t_1 > t$ ist, die t_1 Grad warme Flüssigkeit emporsteigen und über den Rand B des Canales oder des Rohres (Fig. 65) AB abfließen, während zu gleicher Zeit im Rohr $A_1 B_1$ oder dem dieses ersetzenden Raum die

t Grad warme Flüssigkeit niederfinkt. Soll dieser Umlauf dauernd erhalten bleiben, so muß offenbar bei A eine Erwärmung von t auf t_1 , bei B_1 eine Abkühlung von t_1 auf t stattfinden. Der betreffende Temperaturaustausch kann längs eines grösseren Theiles der Höhe h stattfinden, oder auch innerhalb eines sehr kleinen Theiles derselben. In dem letzteren Falle ist die in Rechnung zu stellende Höhe h ohne Weiteres zu finden; im ersteren Falle muß sie noch gesucht werden.

Die Erwärmung erfolge bei A (Fig. 65) mittels einer Heizfläche ab (Fig. 66 u. 67), deren eine Seite von einer Flüssigkeit berührt wird, deren Temperaturen T_1 und T_2 grösser sind, als die Temperaturen t_1 und t_2 derjenigen Flüssigkeit, welche ab an der entgegengesetzten Seite berührt. Die Erwärmung der links von ab befindlichen Flüssigkeit möge nun durch die Fläche $abc a_1$ dargestellt sein, in welcher $aa_1 = t_1$, d. h. gleich der Anfangstemperatur, $bc = t_2$, d. h. gleich der Endtemperatur ist. Der Verlauf der Curve a_1c ist ein verschiedener. Sobald die beiden wärmeaustauschenden Flüssigkeiten in entgegengesetzter Richtung sich bewegen (Fig. 66, Gegenstrom), so kann der Sonderfall eintreten, daß $T_2 - t_1 = T_1 - t_2$ und in derselben Weise der Temperaturunterschied längs der ganzen Höhe h_1 unverändert bleibt; alsdann nimmt die Temperatur der links von ab aufsteigenden Flüssigkeit für jeden Theil der Höhe h_1 derselben Grösse um gleich viel zu, d. h. die Curve a_1c wird eine gerade

Fig. 65.

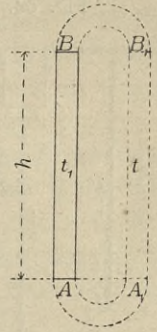


Fig. 66.

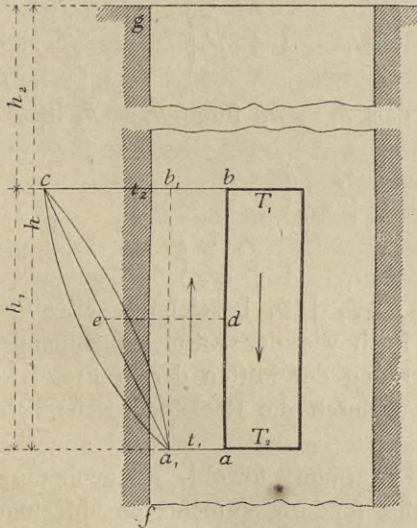
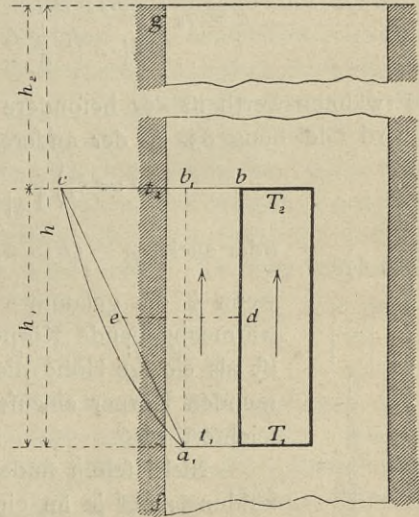


Fig. 67.

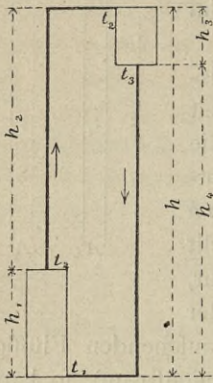


Linie. Ist bei Gegenstrom $T_1 - t_2 < T_2 - t_1$, so fällt die Curve a_1c links; ist dagegen $T_1 - t_2 > T_2 - t_1$, so fällt sie rechts der geraden Linie a_1c .

Bei Parallelstrom (Fig. 67) ist der Temperaturunterschied bei b immer kleiner, als bei a , eben so, wenn T unverändert bleibt; folglich muß in diesen beiden Fällen die Curve a_1c immer auf die linke Seite der geraden Linie fallen. Wenn man daher bei Berechnung des Auftriebes innerhalb der Höhe h_1 annimmt, daß die Curve a_1c mit der geraden Linie zusammenfällt, oder die mittlere Temperatur,

durch die Länge ed dargestellt, gleich $\frac{t_1 + t_2}{2}$ sei, so erhält man in den meisten Fällen einen kleineren Werth für die GröÙe des Auftriebes, als in Wirklichkeit eintritt; man geräth daher nur sehr selten in die Gefahr, den Auftrieb gröÙer in Rechnung zu stellen, als derselbe wirklich ist. Es mag daher im Folgenden immer die mittlere

Fig. 68.



Temperatur innerhalb h_1 zu $\frac{t_1 + t_2}{2}$, bezw. das Einheitsgewicht der in der Höhe h_1 befindlichen Flüssigkeit gleich

$$\frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}}$$

gesetzt werden. Für besondere Fälle wird man eine, beiläufig bemerkt, recht umständliche Rechnung anwenden müssen.

Für die Berechnung des Gewichtes innerhalb der Höhe h_3 (Fig. 68), innerhalb welcher die Abkühlung von t_2 Grad auf t_1 Grad stattfindet, ist genau dasselbe Verfahren anzuwenden, so dafs für den Auftrieb, welcher der schematischen Anordnung Fig. 68 eigen ist, folgender Ausdruck gewonnen wird:

$$p = \left\{ h_3 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} + h_4 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - h_1 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} - h_2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\}$$

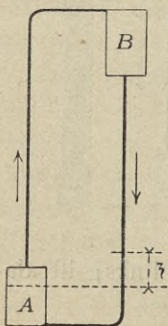
oder:

$$p = \gamma_0 \left\{ \frac{h_3 - h_1}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} + \frac{h_4}{1 + \alpha t_1} - \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} \right\} \dots \dots \dots 83.$$

Erwähnenswerth ist der besondere Fall, dafs $h_3 = h_1$, womit $h_2 = h_4$ ist. Alsdann wird Gleichung 83. zu der anderen:

$$p = h_2 \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\} \dots \dots \dots 83_a.$$

Fig. 69.



oder auch: $p = (h - h_1) \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\}$,

wenn h die gesammte Höhe = $h_1 + h_2$ bezeichnet. Ist also der wärmeabgebende Körper so hoch wie der wärmeaufnehmende, so ist als einzige Höhe die Entfernung der Mitten der in Frage kommenden Körper einzusetzen, wodurch die Rechnung wesentlich erleichtert wird.

Nicht selten findet die Erwärmung fowohl, als auch die Abkühlung nicht je an einer Stelle, sondern an mehreren auf einander folgenden Orten statt. Alsdann sind offenbar die Höhen weiter zu zerlegen, im Uebrigen so zu verfahren wie vorhin.

Das mit Hilfe der Gleichung 83. gewonnene p ist nun der Summe der Widerstände gleich zu setzen, um die Bedingungen zu finden, unter denen der Auftrieb im Stande ist, die geforderte Bewegung hervorzubringen.

Eine besondere Art der Verwendung des Auftriebes kommt bei Dampfheizungen vor. Es bezeichne (Fig. 69) A den Dampfzylinder, B den Wärmestrahlter;

der Dampf strömt nach oben, während das gebildete Wasser zum Dampferzeuger zurückkehrt. In dem Rücklaufrohr wird nun nothwendigerweise der Wasserpiegel um eine Gröfse z höher stehen, als im Dampferzeuger, welche Gröfse in derselben Weise berechnet werden kann, wie der Auftrieb bisher berechnet wurde. Da jedoch das Gewicht des Dampfes gegen das Gewicht des Wassers verschwindet, so ist das einfachere Verfahren im Gebrauch und zulässig, die Wasserfäule z (in Millim.) der Summe der Widerstände, welche bei dem Umlauf der Flüssigkeit auftreten, gleich zu setzen.

Der Auftrieb wird, wie so eben erwähnt, benutzt, um den in niedriger gelegenen Räumen erzeugten Dampf nach höher gelegenen zu fördern; er findet Anwendung zur Fortbewegung erwärmten Wassers, dessen Wärme man in höher gelegenen Räumen benutzen will; er ist fast immer die treibende Kraft, um die an Heizflächen erwärmte Luft dem zu erwärmenden Raume zuzuführen und die hier abgekühlte zu den Heizflächen zurückzuholen; er dient auch in vielen Fällen zur Herbeiführung des Luftwechsels.

Zu dem Ende kann man die frische Luft erwärmen oder abkühlen, je nachdem die Temperatur des zu lüftenden Raumes eine höhere oder niedrigere, als die des Freien ist. Bei annähernd gleichen Temperaturen des Freien und des Zimmerinneren ist der Auftrieb gering oder gleich Null, so dafs er hier die zuletzt genannte Verwendung nicht finden kann; gröfsere Temperaturunterschiede bringen dagegen genügende Kräfte hervor. Man ist sonach in der Benutzung des Auftriebes, so weit derselbe durch Temperaturänderung der frischen Luft hervorgebracht wird, abhängig von den zufälligen Temperaturen des Freien, weshalb auf diesem Wege keine zuverlässige Lüftung hervorgebracht werden kann.

Indem man die aus dem zu lüftenden Raume abzuführende Luft erwärmt und in einen entsprechend hohen Canal treten läfst, kann man ohne Schwierigkeit einen Auftrieb erzeugen, welcher nicht allein die Widerstände in diesem Abführungscanal zu überwinden, sondern auch die Spannung in dem betreffenden Raume so weit zu vermindern vermag, dafs der äufsere Luftdruck die frische Luft durch geeignete Canäle eintreibt. Man nennt die lothrechten Schachte, welche den entsprechenden Auftrieb im vorliegenden Sinne hervorzubringen haben, Lüftungs-, Ventilations- oder Lockschornsteine, wohl auch Saugessen oder Saugschlote, und die Art des Lüftens Lüftung durch Saugen oder Aspiration. Es wird von demselben weiter unten eingehender die Rede sein.

β) Bewegen der Luft durch den Wind.

Der Gedanke, die lebendige Kraft des Windes zum Hervorbringen des Luftwechsels zu benutzen (nur hierfür wird der Wind benutzt), liegt sehr nahe; es erscheint gleichsam selbstverständlich, dieses von der Natur kostenfrei gelieferten Mittels sich zu bedienen für Zwecke der Reinigung unserer Häuser, wie es benutzt wird zum Betriebe der Windmühlen und zum Forttreiben der Schiffe. Die Erinnerung an die beiden zuletzt genannten Verwendungsarten mahnt jedoch schon zur Vorsicht, indem die Dampfmaschine in sehr vielen, wenn nicht in den meisten Fällen, sobald alle Umstände in Betracht gezogen werden, eine billigere Betriebskraft zu liefern vermag, als der Wind.

Wenn man beachtet, welche aufmerksame Bedienung durch Menschenhand erforderlich ist, um die Unregelmäßigkeiten des Windes für die Benutzung desselben bei Windmühlen und Segelschiffen in erträglichem Mafse auszugleichen, eine Be-

132.
Benutzung
des
Auftriebes.

133.
Aspiration.

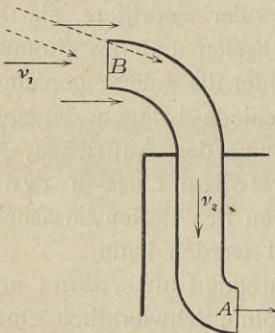
134.
Werthschätzung
dieses Mittels.

dienung, welche die Benutzung desselben für Lüftungszwecke zu einer recht theueren macht, wenn man ferner bedenkt, daß bei starken Luftströmungen im Freien der zufällige Luftwechsel durch die Poren der Wände, in sehr vielen Fällen wenigstens, eine künstliche Lüftung unnöthig macht, bei ruhiger Luft aber die auf Benutzung des Windes begründeten Lüftungseinrichtungen unwirksam werden; so bedarf es keiner eingehenden Ueberlegung, um zu erkennen, daß der Wind nur in einzelnen Fällen ein willkommenes Mittel zum Bewegen der Luft sein kann.

Aus diesem Grunde werde ich nur eine kleine Auswahl einschlägiger Einrichtungen beschreiben, von einer rechnungsmäßigen Behandlung derselben aber ganz absehen.

Die unmittelbarste Benutzung des Windes zum Einblasen der Luft, also zum Bewegen der frischen Luft, findet statt, indem man das Luftleitungsrohr AB (Fig. 70) mit feinem Ende B so gegen den Wind richtet, daß die Windrichtung mit der

Fig. 70.

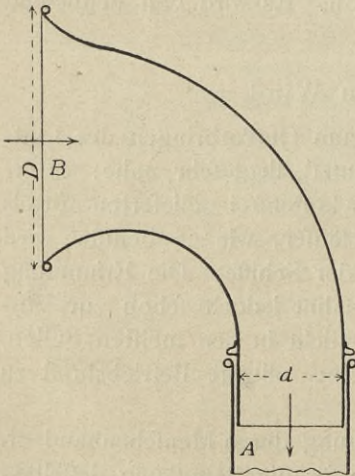


Axe des offenen Rohrendes zusammenfällt. Würden der Bewegung der Luft in dem Rohr AB und eben so an der Mündung A keine Hemmnisse bereitet, so würde die Geschwindigkeit v_2 in der Leitung der Geschwindigkeit v_1 des Windes gleich sein. Die angedeuteten Hemmnisse sind jedoch vorhanden, so daß zur Ueberwindung derselben die lebendige Kraft $\frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2}$ verbraucht

wird, wenn m die Masse der secundlich in Frage kommenden Luftmenge bedeutet. Es muß somit $v_2 < v_1$ sein; folglich tritt den Widerständen noch der Druckverlust durch Stofs an der Mündung B des Rohres hinzu.

Um eine grössere Geschwindigkeit v_2 als die durch Fig. 70 wiedergegebene Einrichtung gestattet, hervorzubringen, erweitert man die Mündung B trichterförmig, wie Fig. 71 erkennen läßt, so daß der Unterschied der lebendigen Kräfte nicht mehr $\frac{m}{2} (v_1^2 - v_2^2)$, sondern $\frac{m_1 v_1^2}{2} - \frac{m_2 v_2^2}{2}$ wird,

Fig. 71.



in welchem Ausdrucke m_1 die Masse der auf den Durchmesser D treffenden Luft, m_2 die Masse derjenigen Luftmenge bezeichnet, welche die Rohrweite d durchströmt. Die Form der Fig. 71 hat nebenbei noch den Vortheil, bei wechselnder Neigung des Windes gegen die Wagrechte, welche (wie in Fig. 70 punkirt angedeutet) bei der erstgenannten Anordnung die Wirksamkeit schwächt, den Zutritt des Windes zu erleichtern.

Der trichterförmig erweiterte Kopf B ist in dem festen Rohr A drehbar, um die Mündung der wechselnden Windrichtung folgen lassen zu können. Das entsprechende Einstellen erfordert regelmässige Beaufsichtigung; man findet den Kopf Fig. 71 deshalb fast nur auf Schiffen, wo das Richten des Kopfes Seitens der Mannschaft gelegentlich befohrt wird, und bei Eisenbahnzügen, deren Geschwindigkeit meistens grösser ist, als diejenige des Windes, so daß die hier zur Verwendung kommende relative Geschwindigkeit der Luft angenähert der Fahrtrichtung entgegengesetzt ist,

also die Einstellung des Kopfes nur selten erforderlich wird.

Der Kopf, welchen Fig. 72 im lothrechten Schnitt darstellt, dreht sich selbstthätig nach dem Winde.

Zu dem Ende ist mit dem festen Rohr *A* der Steg *C* und die Spindel *D* fest verbunden. Der Kopf *B* stützt sich mit Hilfe der Pfanne *a* auf die Spitze, mit Hilfe des Steges *b*, der in der Mitte eine geeignete Bohrung besitzt, an dem Fuß der Spindel, so daß er sich um *D* leicht zu drehen vermag. Die Fahne *E* wird Seitens des Windes einseitig getroffen, so fern die Mündung des Kopfes *B* der Windrichtung nicht gehörig entgegengesetzt ist, und dreht in Folge dessen den Kopf in die richtige Lage.

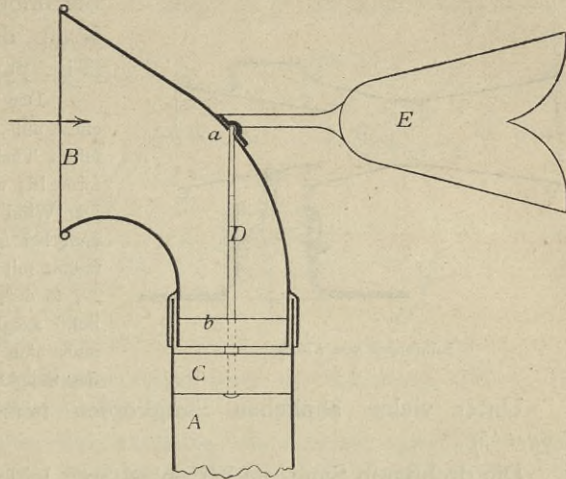
Das Abfaugen der Luft findet mit Hilfe ähnlicher Köpfe statt, wie die beiden Constructions in Fig. 73 und 74 zeigen.

Beim Kopfe in Fig. 73 ist die Mündung *B* des Luftrohres *AB* von dem Winde ab gerichtet. In dem der Wind rings um den Rand in seiner bisherigen Richtung hervorrömt, reiben sich die Theilchen desselben, welche mit der hinter der Mündung *B* (nämlich bei *C*) befindlichen Luft sich berühren, an dieser und veranlassen sie, unter Verlust an eigener Geschwindigkeit, sich an ihrer Bewegungsrichtung sowohl, als auch an ihrer neuen Geschwindigkeit zu betheiligen. Es wird hierdurch der Druck vor der Mündung verringert, so daß der Druck an dem entgegengesetzten Ende der Leitung die Luft durch die Leitung treibt. In Folge des Zusammentreffens der mit der Geschwindigkeit v_2 die Mündung *B* verlassenden Luft mit dem Winde, welcher sich mit der größeren Geschwindigkeit v_1 bewegt, entstehen, außer der beabsichtigten Wirkung, Wirbelungen, die zu Verlusten an lebendiger Kraft führen und die Leistung beeinträchtigen. Letztere hängt, wie leicht zu übersehen, nicht allein von der Größe der Geschwindigkeit v_1 und dem soeben erwähnten Verlust durch Wirbelungen, sondern auch von der Größe der Berührungsfläche zwischen bewegter und zu bewegender Luft ab.

Der Kopf in Fig. 73 dreht sich selbstthätig nach der Windrichtung. Zu dem Ende ist an dem Kopf eine Spindel *ab* befestigt, deren unteres Ende am Boden, deren obere Rundung im oberen Ende des mit dem festen Rohr *A* verbundenen engen Rohres *c* Stützung findet. Die Spitze *d* nebst deren Verbindungsstück dient zur Gewichtsangleichung des drehbaren Kopfes, so daß die Reibung der Spindel im Halslager eine möglichst geringe ist.

Fig. 74 stellt einen anderen drehbaren Saugkopf im Grundriss und lothrechten Schnitt dar. Hier besteht der drehbare Kopf *B* aus einem Blechkegel, dessen Wand, nachdem man zwei wagrechte und einen lothrechten Schnitt in derselben angebracht hat, aufgebogen ist, so daß diese Wandtheile *d, d* mit der Windrichtung gleichlaufend sind. In dem festen Rohr *A* ist, mit Hilfe des Steges *C*, die Spindel *a* befestigt, deren Spitze den drehbaren Kegel *B* an dessen Spitze und deren unterer runder Theil, unter Vermittelung des Steges *b*, die Grundlinie des Kegels stützt und führt. *e* bezeichnet ein Gegengewicht zur Angleichung des durch das Ausbiegen der Lappen *d, d* einseitig gewordenen Gewichtes des drehbaren Kegels.

Fig. 72.



136.
Abfaugen
der Luft.

Fig. 73.

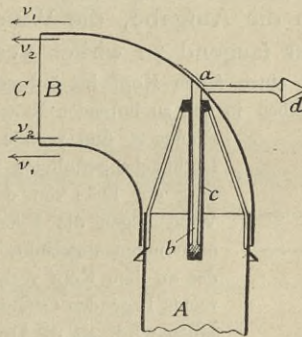
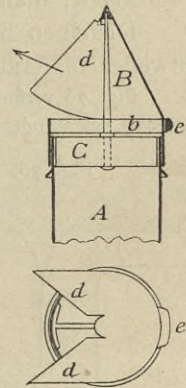
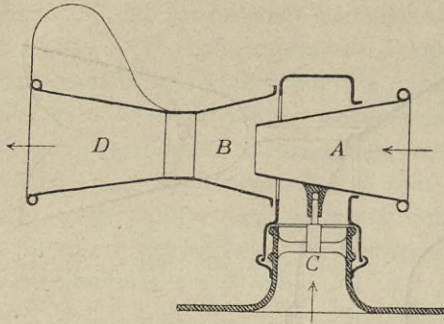


Fig. 74.



137.
Drehbare
Luftfauger.

Fig. 75.



Luftfauher von Körtling.

Unter vielen ähnlichen Saugköpfen nenne ich hier noch diejenigen von *Banner*⁴⁵⁾.

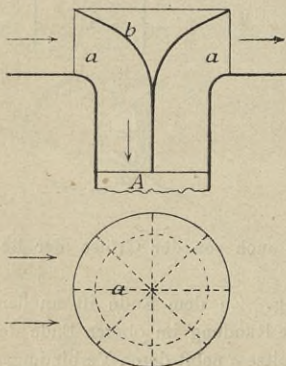
138.
Unbewegliche
Saug- und
Blasköpfe.

Die drehbaren Saug- und Einblasköpfe leiden an großer Abnutzung, da sie fast ausnahmslos den Unbilden der Witterung ausgesetzt sind. Namentlich werden die Zapfen und Lager sehr bald aufgeschliffen, indem die Oberflächen derselben verrosten und der Rost leicht abgerieben wird. Man hat deshalb die Zapfen und Lager häufig von Glas oder Quarz gemacht, dadurch aber den Preis der Köpfe nicht unwesentlich erhöht. Diejenigen Köpfe, welche ohne bewegliche Theile sind, jedoch Aehnliches leisten, wie die drehbaren Köpfe werden daher im Allgemeinen vorgezogen; man bezeichnet sie häufig mit dem Namen »Deflectoren«.

Dieselben haben die Aufgabe, die Windrichtung so abzulenken, daß dieselbe entweder blasend oder faugend zu wirken vermag.

Fig. 76 verinnlicht einen festen Kopf im lothrechten Schnitt und Grundriß, welcher bei jeder Richtung des Windes denselben in den zu lüftenden Raum lenken soll. Im oberen erweiterten Theil des Rohres *A* sind radiale Wände *a* angebracht, welche sich an den als Drehfläche gestalteten Deckel *b* anschließen. Indem der in der Richtung der links von der Figur gezeichneten Pfeile den Kopf treffende Wind gegen die Fläche *b*, bzw. die Wände *a* trifft, wird derselbe nach unten abgelenkt. Gleichzeitig faugt, in früher erörterter Weise, der an dem Kopf vorbeiströmende Wind an den vom Winde ab, hier rechts liegenden Oeffnungen. Da indeffen die Saugwirkung geringer ausfallen wird, als die Druckwirkung, so vermag der absteigende Luftstrom unter Verluft eines Theils seiner Geschwindigkeit die Saugwirkung zu überwinden, so daß die Luft des Rohres *A* thatfächlich die abwärts gerichtete Bewegung ausführt; die Leistung des Kopfes kann jedoch niemals groß sein.

Fig. 76.



Ein Luftstrom, welcher winkelrecht gegen eine ebene Fläche *AB* (Fig. 77) stößt, verliert seine Geschwindigkeit in seiner bisherigen Bewegungsrichtung; die lebendige Kraft verwandelt sich in Druck, welcher die Luft nach allen Seiten längs der ebenen Platte *AB* fortstößt. Diese Ablenkungsart wird für viele Saugköpfe benutzt, indem man den Windstrom winkelrecht gegen eine ebene Fläche, wie in Fig. 77, geneigt gegen eine solche, wie in Fig. 78, oder gegen erhabene oder hohle Flächen, wie in Fig. 79, führt. Vielfach wird jedoch die Saugwirkung an den Rändern der Flächen überschätzt; in dem Fall der Fig. 79 bewegt sich die auf die

138.
Unbewegliche
Saug- und
Blasköpfe.

45) *Iron*, Vol. 8, S. 424; Vol. 15, S. 307.

Fläche AB treffende Luft zwar zunächst längs der Fläche, z. B. nach dem Punkte B ; in Folge anderer Windtheile, welche in der Richtung BD am Rande der in Rede

Fig. 77.

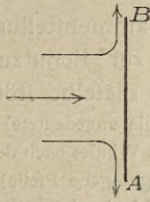


Fig. 78.

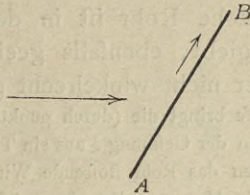
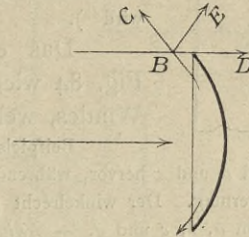


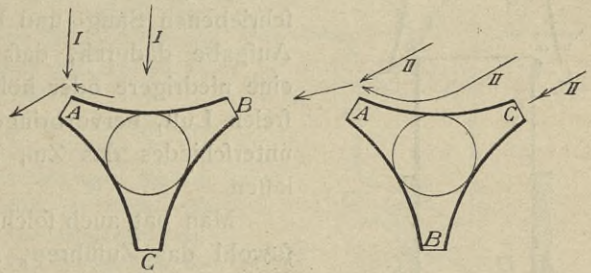
Fig. 79.



stehenden Fläche vorbei zu strömen suchen, wird aber die Richtung BC in die Richtung BE abgelenkt.

Die Saugwirkung des dreieckigen Kopfes, dessen Einrichtung die wagrechten Schnitte der Fig. 80 verinnlichen, ist daher ziemlich gering, so lange der Wind im Sinne der Pfeile I gegen denselben trifft, indem sowohl an dem Spalt C , als auch an den Spalten A und B der Wind nur in ungünstiger Weise zu fangen vermag. Die Pfeilrichtung II beeinflusst die Spalten A und B in vortheilhafterer Art, während durch den Spalt C geradezu Luft eingblasen wird. Der in Rede stehende Saugkopf, so wie seine Abarten sind sonach wenig zu empfehlen; ich begnüge mich daher, in Bezug auf derartige Köpfe auf die angezogene Quelle ⁴⁶⁾ zu verweisen.

Fig. 80.



Vortheilhafter ist die Wirkung

des einfachen, außen glatten Rohres (Fig. 81), so lange der Wind winkelrecht oder gegen das lothrechte Rohr in steigender Richtung trifft. *Wolpert* ⁴⁷⁾ giebt folgende Versuchsergebnisse, welche gewonnen wurden, indem ein Luftstrom winkelrecht gegen ein lothrechtetes Rohr geführt wurde:

Rohrweite . .	0,02				0,04				0,06				0,092		Meter
Gefchwindigkeit des Windes	31	17,6	12	8	31	18,4	12	8	31	17,6	12	8	28,3	12	Meter
Gefchwindigkeit der Luft im Rohr . .	22	12,4	10,4	5,8	23,6	12,4	10,4	5,8	17,6	9,6	8,8	4,8	16,8	8,8	Meter
Verhältniß :															
einzeln . . .	0,71	0,70	0,88	0,70	0,76	0,67	0,86	0,70	0,57	0,54	0,73	0,60	0,59	0,73	
im Mittel .	0,72				0,75				0,61				0,66		

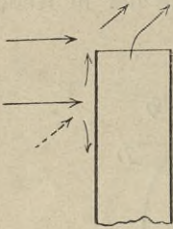
Das einfache Rohr wird untauglich, sobald, was häufig der Fall ist, der Wind in nach unten geneigter Richtung gegen dasselbe stößt.

Der *Wolpert'sche* Saugkopf (Fig. 82) ist für alle möglichen Windrichtungen geeignet, eine, wenn auch geringere Saugwirkung zu erzeugen. In den gemauerten Schacht A ist das Rohr B gesteckt, welches den hohlen Drehkörper C und schließlich die Deckplatte D trägt. Der wagrechte Wind (ausgezogene, einfache Pfeile) hemmt an den Stellen a und b der ringförmigen Spalten das Eintreten desselben, während

⁴⁶⁾ *Iron*, Vol. 11, S. 552.

⁴⁷⁾ *Zeitfchr. f. Biologie*, 1877, S. 406.

Fig. 81.

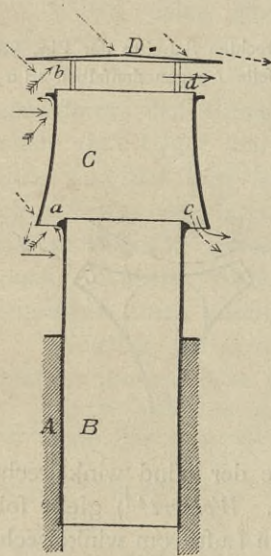


er bei *c* und *d* faugend wirkt; der nach unten geneigte Wind (punktirte Pfeile) faugt bei *d*, *a* und *c*, während — je nach der Neigung des Windes — ein Theil desselben bei *b* in den Kopf einzudringen vermag; der nach oben geneigte Wind endlich (ausgezogene, gefiederte Pfeile) läßt mehr oder weniger große Luftmengen bei *a* und *b* eintreten, während bei *c* und *d* die Luft aus dem Kopf gefaugt wird⁴⁸⁾.

Das einfache Rohr ist in der Zusammenstellung, welche Fig. 84 wiedergibt, ebenfalls geeignet zur Benutzung solchen Windes, welcher nicht winkelrecht gegen dieselbe stößt.

Beispielsweise bringt die (durch punktirte Pfeile angedeutete) Windrichtung ein Saugen bei *a* und *c* hervor, während von der Oeffnung *b* aus ein Theil des Windes nach dem Saugrohr *A* zu gelangen vermag. Der winkelrecht gegen das Rohr stoßende Wind (ausgezogene Pfeile) faugt an den vier Oeffnungen *a*, *b*, *c* und *d*. — *Knigar* in Hannover hat eine größere Zahl der lothrechten Rohre *a b*, bzw. *c d* rings um das Saugrohr *A* angebracht⁴⁹⁾; jedoch liegen keine Versuchsergebnisse über die Leistung des Kopfes vor.

Fig. 82.



Die besprochenen Köpfe vermitteln entweder das Einblasen oder das Ausaugen der Luft. Es muß aber eben so viel Luft aus einem Raume abgeführt werden, als in denselben eingeleitet wird. Die Mittel, welche die Luftbewegung so einseitig beeinflussen, wie die vorhin beschriebenen Saug- und Blas-Köpfe, vermitteln die andere Aufgabe dadurch, daß sie in dem zugehörigen Raume eine niedrigere oder höhere Spannung, als diejenige der freien Luft, hervorbringen, und vermöge des Spannungsunterschiedes das Zu-, bzw. Abfließen der Luft veranlassen.

Man hat auch solche Einrichtungen geschaffen, welche sowohl das Zuführen, als auch das Abführen der Luft unmittelbar besorgen.

Fig. 83 ist ein wagrechter Schnitt durch eine derartige, auf einen Eisenbahnwagen gesetzte Haube. An den lothrechten Langseiten *AB* und *CD* der Haube sind Taschen *E*, *F*, *G*, *H* angebracht, deren Hohlräume mit dem Inneren der Haube, bzw. des Wagens vermöge vergitterter Oeffnungen in Verbindung stehen. So fern nun der Wagen in der Richtung des (ausgezogenen) Pfeiles *I* sich bewegt, so wird die Luft durch die Taschen *E* und *F* eingeblasen, während an den Oeffnungen der Taschen *G* und *H* eine Saugwirkung eintritt. Die Bewegungs-

Luftfänger von *Wolpert*.

⁴⁸⁾ Die Ergebnisse der durch *Wolpert* selbst mit dem beschriebenen Kopf angestellten Versuche sind, nach voriger Quelle, folgende:

Rohrweite.	Windrichtung.	Windgeschwindigkeit.		Luftgeschwindigkeit im Rohr <i>B</i> .			Verhältniß					
							einzeln		im Mittel			
0,04	wagrecht	34,8	17,6	12,4	18,4	9,6	6,8	0,53	0,54	0,55	0,54	
"	30 Grad von oben	34,6	17,6	12,4	22,6	12,4	8,0	0,65	0,70	0,64	0,67	
"	60 " von oben	33,5	17,6	12,4	22	12,4	8,8	0,66	0,70	0,71	0,69	
"	90 " von oben	33,5	18	10,4	17,6	10,4	6,8	0,52	0,58	0,65	0,58	
"	30 " von unten	33,5	16,8	12	14,4	6,8	3	0,43	0,40	0,25	0,36	
"	60 " von unten	32,9	16,8	12	4,8	9,6	0	0,15	0,57	0	0,24	
0,06	wagrecht	31	17,6	12 8	15,2	8	6,8	4	0,49	0,45	0,57	0,50
0,1	wagrecht		28,3	12		10,4	6,8		0,37	0,57		0,47

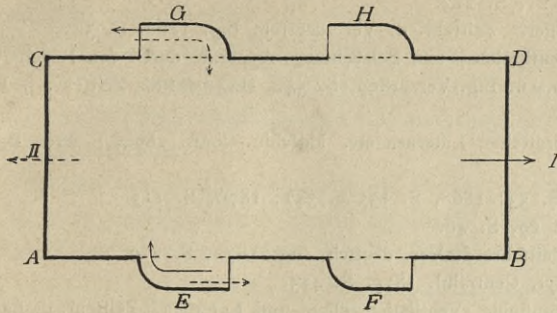
Meter.

Meter.

Hiernach ist die Wirkung des *Wolpert*'schen Saugers am vortheilhaftesten, wenn der Wind mit 30 bis 60 Grad von oben einfällt.

⁴⁹⁾ Hannov. Wochbl. f. Handel u. Gwb. 1880, S. 372.

Fig. 83.



richtung II (punktirt) des Wagens veranlaßt ein Saugen an den Tafchen *E* und *F* und ein Einblafen durch die Taschen *G* und *H*.

Die Anordnung der Fig. 83 ist nur für zwei Richtungen brauchbar. Fig. 85 verinnlicht dagegen eine Einrichtung, welche jede relative Luftbewegung nutzbar macht, die winkelrecht auf die Axe derselben trifft.

Das Rohr *A* ist mittels einiger Wände in mehrere Rohre zerlegt, von denen jedes für sich in derselben Weise die Wirkung des Windes vermittelt, wie Seitens der durch Fig. 71 und 72, bzw. 73 und 74 dargestellten Köpfe der Fall ist.

Die in den zu lüftenden Raum mündenden Oeffnungen *b, b* werden hier, eben so wie bei der Anordnung der Fig. 83 zuweilen als Eintritts-, zuweilen als Austritts-Oeffnungen benutzt. Man ist daher ohne besondere Umstände nicht im Stande, die eingeblafene Luft behuf ihrer Erwärmung den Heizflächen zuzuführen, woraus hervorgeht, daß die mit Fig. 83 und 85 beschriebenen Einrichtungen bloß dann zu benutzen sind, wenn die Temperatur des Freien nur wenig von derjenigen des betreffenden Raumes abweicht.

Angefihts der schon erwähnten geringen Verläßlichkeit der besprochenen Mittel zur Bewegung der Luft verdienen dieselben nicht die Beachtung, welche ihnen meistens geschenkt wird.

Fig. 84.

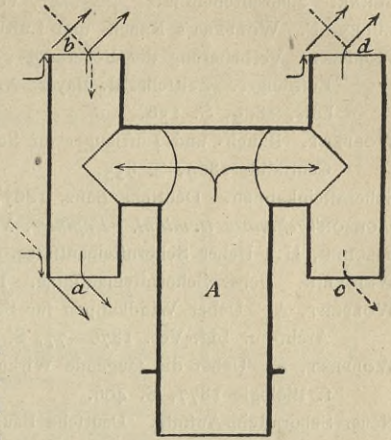
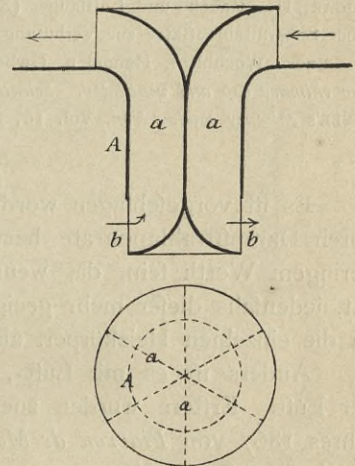


Fig. 85.



Literatur

über »Saug- und Blasköpfe«.

- REDER. Effsenkopf. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1854, S. 307. *Polyt. Centralbl.* 1854, S. 850. *Polyt. Journ.* Bd. 133, S. 98.
- MUIR, G. W. Der Vier-Richtungs-Ventilator (*Four-pointed-Ventilator*). *Zeitsch. d. Ver. deutsh. Ing.* 1859, S. 21.
- KNOBLAUCH. Schornstein-Aufsatz von PETERS zur Abführung des Rauches unabhängig von Wind und Luftströmungen. *Zeitschr. f. Bauw.*, 1860, S. 620.
- FISHER. Schornsteinkappe. *Engineer*, Vol. 11, S. 5.
- Ueber die Formen der Schornsteine und Schornsteinkappen. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1862, S. 43.
- Le cone préservateur. Appareil gradué servant à coiffer les faîtes de cheminée.* *Revue gén. de l'arch.* 1862, S. 19.
- Schornsteinköpfe, Kappen. *Builder*, 1862, S. 96.
- GRÄFF. Schornsteinaufsätze. *Polyt. Centralbl.* 1863, S. 772.
- ELBERG. Schornsteinköpfe zur Erhaltung des Zuges bei regnerischem und windigem Wetter. *Scientif. Americ.* Vol. 7, S. 384.
- SWEET. Schornsteinaufsatz zur Verhinderung des Rauchens. *Scientif. Americ.* Vol. 10, S. 264.

- HASE. Ueber den MUIR'schen Lüftungsapparat. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1866, S. 225.
- BERNE. Schornsteinaufsatz. *Engineer*, Vol. 21, S. 213.
- EULER, F. WOLPERT's Rauch- und Luftfauger. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1869, S. 323.
- WOLPERT. Verbefferung der Feuerungs-, Ventilations- und Beleuchtungs-Apparate durch den Rauch- und Luftfauger. *Zeitschr. d. Bayer. Arch.- u. Ing.-Ver.* 1869, S. 54. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1869, S. 156.
- WOLPERT. Rauch- und Luftfauger für Schornsteine, Laternen etc. *Maschin.-Conft.* 1869, S. 219. *Polyt. Centralbl.* 1869, S. 855.
- Schornsteinkappen. *Deutsche Bauz.* 1867, S. 53; 1868, S. 135 u. 347; 1870, S. 113.
- JACKSON's chimney terminal. *Engineer*, Vol. 29, S. 49.
- FISCHER, H. Ueber Schornsteinaufsätze. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1872, S. 219.
- WEIGELIN. Ueber Schornsteinaufsätze. *Polyt. Centralbl.* 1875, S. 415.
- WOLPERT, A. Ueber Windkappen für Schornsteine, Ventilationsröhren und Laternen. *Zeitschr. d. Bayer. Arch.- u. Ing.-Ver.* 1876—77, S. 3.
- WOLPERT, A. Ueber die faugende Wirkung des Windes an Rohrmündungen und Rohraufsätzen. *Zeitschr. f. Biologie* 1877, S. 406.
- Neuer Schornstein-Aufsatz. *Deutsche Bauz.* 1878, S. 164; 1881, S. 116.
- Ueber Schornsteinaufsätze von G. HEGER, HAMILTON, HEINR. FISCHER und KALLENSEE. *Polyt. Journ.* Bd. 230, S. 325.
- VOGDT. HANEL's neuer Schornsteinaufsatz. *Polyt. Journ.* Bd. 228, S. 376.
- KRIGAR, H. Rauch- und Luftfauger (Schornsteinaufsatz). *Polyt. Journ.* Bd. 231, S. 328.
- Ueber Schornsteinaufsätze zur Verhütung des Rauchens der Zimmeröfen, für Ventilationszwecke etc. *Hannov. Wochbl. f. Handel u. Gwbe.* 1880, S. 370.
- New chimney cap and ventilator. Scientif. Americ.*, Vol. 43, S. 275.
- BOYLE's chimney cowl. *Iron*, Vol. 16, S. 399. *Building News*, Vol. 39, S. 614.

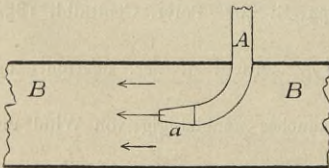
γ) Strahlapparate.

Es ist vorgeschlagen worden, die Bewegung des Waffers der Wasserheizungen durch Dampfstrahlapparate hervorzurufen. Der Vorfchlag dürfte indeffen von nur geringem Werth fein, da, wenn man überhaupt gefpannten Dampf zur Verfügung hat, jedenfalls dieser mehr geeignet ist zur unmittelbaren Ueberführung der Wärme an die einzelnen Heizkörper, als das durch den Dampf erwärmte Wasser.

Anders ist es mit Luft-, Dampf- und Wasserstrahlapparaten zur Bewegung der Luft. Erstere wurden zuerst im Großen für die pariser Weltausstellung des Jahres 1867 von Piarron de Mondésir ausgeführt und haben später wiederholt Verwendung gefunden⁵⁰).

Mondésir führt z. B. mittels des Rohres A (Fig. 86) die gefpannte Luft zur Düse a. Der gebildete Luftstrahl trifft auf die Luft des Rohres B und veranlaßt diese, sich in der Richtung des Luftstrahles mit fort zu bewegen. Von der gefpannten Luft gebraucht man weniger, als von der ungespannten; außerdem nimmt die erstere einen verhältnißmäßig kleineren Raum ein und gestatten die Pumpen, die zum Hervorbringen der Spannung dienen, eine solche Steigerung derselben, daß größere Bewegungshindernisse, also größere Geschwindigkeiten im Rohrnetz der gefpannten Luft zulässig werden. Alles zusammen genommen ermöglicht kleine Querschnitte für das soeben genannte Rohrnetz; man vermag daher von der Be-

Fig. 86.



⁵⁰) Vergl. PIARRON DE MONDÉSIR et LEHAITRE. *Communication relative à la ventilation par l'air comprimé.* Paris 1867.

PIARRON DE MONDÉSIR. *Ventilation par l'air comprimé.* Paris 1876.

Ferner: *Polyt. Journ.*, Bd. 222, S. 16. — *Bulletin de la société industrielle de Mulhouse.* 1877, S. 5. — *Scientif. Americ.*, 1880, Febr., S. 86. — *Deutsche Bauz.* 1867, S. 481.

139.
Strahlapp.
f. Wasser-
bewegung.

140.
Strahlapp.
f. Luft-
bewegung.

triebsstelle aus verhältnißmäßig bequem die Betriebskraft auf eine große Zahl von Stellen zu vertheilen; man vermag an diesen Stellen Luft des Freien einzufaugen oder gebrauchte Luft auszublasen, also trotz gemeinschaftlicher unabhängiger Triebkraft das Canalnetz für die Luftab- und Luftzuleitung in einzelne kürzere Theile zu zerlegen.

Wegen der Leitungswiderstände ist die Spannung der Treibluft in den verschiedenen Strahlapparaten eines und desselben Gebäudes verschieden. Man schaltet deshalb Hähne, Ventile oder ähnliche Drosselmittel in das Rohrnetz, um die Endspannungen auszugleichen.

Die Green'schen Düsen (Fig. 87) haben die Aufgabe, die Regelung der Spannung selbständig zu vermitteln. Das Rohr *C* führt die gespannte Luft in den Düsenkopf *B*. Vermöge der Luftspannung wird der Körper *d*, welchen die in der Hülfe *A* untergebrachte Feder in der gezeichneten Stellung zu erhalten sucht, nach oben geschoben, wodurch ein freier Spalt zwischen der Mündung des Düsenkörpers *B* und dem nach unten sich verjüngenden Körper *d* entsteht. Dieser Spalt gestattet der gespannten Luft, mit großer Geschwindigkeit auszufließen, und die im Rohre *D* befindliche Luft nach *E* zu schleudern. Je größer die Spannung der Luft in *B* ist, um so mehr wird *d* nach oben geschoben, also um so breiter der Spalt. Mit Hilfe der veränderlichen Federspannung vermag man aber dem gegen *d* wirkenden Luftdruck einen veränderlichen Widerstand entgegen zu setzen, d. h. man vermag die Luftausströmung den Verhältnissen anzupassen.

Lediglich zum Abfaugen der Luft ist das Körting'sche Strahlgebläse⁵²⁾ verwendbar. Dasselbe ist indess zu geräuschvoll, als daß es für Wohnräume, Versammlungssäle etc. verwendbar wäre. Für die Lüftung der Bergwerke soll es häufig gebraucht werden.

Wasserstrahlaparate zum Einblasen der frischen Luft sind erst in der neuesten Zeit zur Verwendung gelangt. (Vergl. Deutsche Bauz. 1881, S. 147.)

δ) Bewegung durch feste Flächen (Gebläse).

Die Cylinder- oder Kolbengebläse finden für die Zwecke der Heizung und Lüftung höchst selten Verwendung; eben so die Kapselgebläse. Sie können daher hier übergangen werden. Dagegen wird häufig von den Flügelgebläsen Gebrauch gemacht.

Für kleine Drücke *p* (etwa bis 10 kg für 1 qm aufwärts) sind die Windflügel oder axialen Gebläse Fig. 88 zu empfehlen.

Die Flügel derselben sind schräg gegen die Drehachse gestellt, oder haben, was zweckmäßiger ist, die Form von Schraubenflächen. Indem dieselben gegen die Luft drücken, veranlassen sie die letztere, winkelrecht gegen die Flügelfläche auszuweichen, welche Bewegung *ab* zerlegt werden kann in die nützliche *ac*, deren Richtung der Drehachse gleichlaufend ist, und in die schädliche *ad*, welche winkelrecht zur Drehachse auftritt und die Reibung der Luft erheblich vermehrt. Behuf Ausbeutung der ganzen Geschwindigkeit hat man mit Vortheil Leitapparate angewendet⁵³⁾.

Fig. 88.

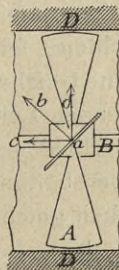


Fig. 89.

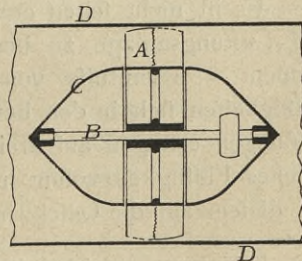
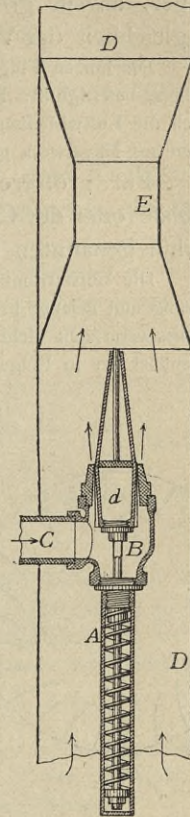


Fig. 87.

Düse von Green⁵¹⁾.

⁵¹⁾ *Scientif. Americ.* Vol 42, S. 86.

⁵²⁾ *Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1875, S. 662.

⁵³⁾ *Verh. d. nieder-öst. Gwb.-Ver.* 1862, S. 359. *Mith. d. Gwbver. f. Hannover*, 1862, S. 313.

Die Geschwindigkeit der Flügel ist in der Nähe der Drehachse erheblich geringer, als in größerer Entfernung von derselben. Um die hieraus entstehende Ungleichheit der Wirkung zu mindern, wählt man die Construction in Fig. 89.

Die kurzen Flügel *A* sitzen auf dem Umfang einer Trommel, die mit Hilfe von Armen an der Welle *B* befestigt ist. Ein Drehkörper *C* lenkt die Luft allmählich den Flügeln *A* zu und vermindert hierdurch die Luftwirbelungen und die mit diesen zusammenhängenden Verluste. Der Mantel *D*, welcher nicht selten aus Mauerwerk gebildet ist, umschliesst die Flügel, natürlich möglichst eng.

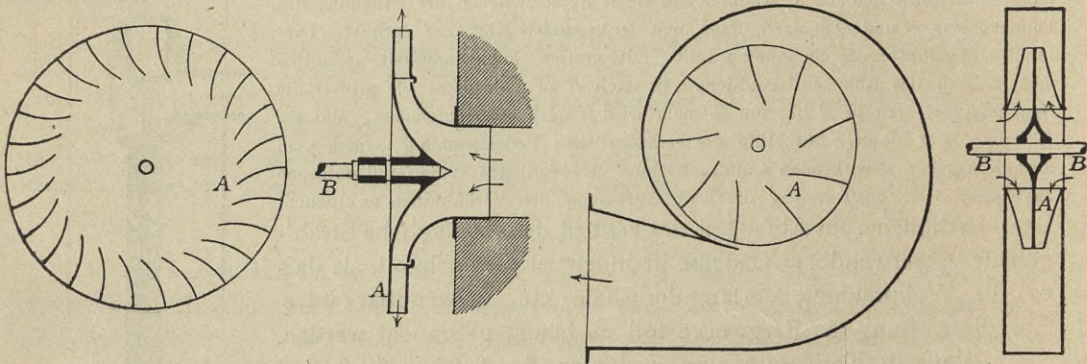
142.
Schleuder-
gebläse.

Für grössere Drücke p (bis 150kg für 1qm aufwärts) dürfte das Schleuder-gebläse oder der Centrifugal-Ventilator (Fig. 90 u. 91) unbedingten Vorzug vor dem vorhin genannten Gebläse verdienen.

Die Luft strömt in der Richtung der Drehachse *B* ein, durchströmt das Flügelrad *A* bis zu dessen Umfang und gelangt in tangentialer Richtung zum Abflufs. Diese mehrfache Richtungsänderung des Luftstromes verursacht nicht unerhebliche Verluste in Folge der entstehenden Wirbel, welche Verluste jedoch gegenüber der in Frage kommenden grösseren Preßung weniger ins Gewicht fallen.

Fig. 90.

Fig. 91.



Die erforderliche Betriebskraft der Flügelgebläse ist für beste Constructionen, wenn *N* die Zahl der Pferdestärken, \mathcal{Q} die stündlich geförderte Luftmenge (in Kilogr.) und p den erzielten Ueberdruck (in Kilogr.) für 1qm bezeichnet:

$$N = \frac{1}{100\,000} \mathcal{Q} p \dots \dots \dots 84.$$

Da die Anwendung der Gebläse besondere Maschinenanlagen bedingen, die Hinzuziehung eines Maschinenkundigen bei Entwurf einer derartigen Anlage daher unerlässlich ist, so darf ich mich darauf beschränken, in Bezug auf weitere Rechnungen und Constructionen auf die unten genannten Quellen zu verweisen⁵⁴⁾.

e) Messen der Geschwindigkeit bewegter Flüssigkeiten.

143.
Methoden.

Es ist nicht selten erwünscht — sei es, um das Functioniren einer Heizungs- und Lüftungsanlage zu beobachten, sei es, um den Betrieb derselben regeln zu können — Kenntniss von den Geschwindigkeiten zu erhalten, mit denen die Flüssigkeiten sich in den betreffenden Leitungen bewegen. Die hierzu erforderlichen Messungen erfolgen auf drei verschiedenen Wegen, indem entweder bestimmt wird, welches Flüssigkeitsvolum in einer bestimmten Zeit die Rohrleitung durchfließt, und aus diesem auf die Geschwindigkeit geschlossen wird, oder indem der Druck, welchen

54) WEISSBACH, J. Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik. Theil III. 2. Aufl. von G. HERMANN. Braunschweig 1876—79.

RITTINGER. Centrifugalventilatoren und Pumpen. Wien 1858.

FINK, C. Theorie und Construction der Brunnen-Anlagen, Kolben- und Centrifugalpumpen, der Turbinen, Ventilatoren und Exhauforen. 2. Aufl. Berlin 1878.

die bewegte Flüssigkeit auf eine feste Fläche ausübt, als Maß der Geschwindigkeit dient, oder indem endlich die Geschwindigkeit auf die Flügel eines Rades, dessen Umdrehungszahlen die Größe derselben ausdrückt, übertragen wird.

a) Uebertragung der Geschwindigkeit an die Flügel eines sich drehenden Rades.

Ein Rädchen mit schraubenförmig gebogenen Flügeln wird dem Flüssigkeitsstrom so ausgesetzt, daß die Richtung des letzteren mit der Drehachse des Rädchens zusammenfällt.

An irgend einem Punkte, der um ζ von der Drehachse entfernt liegt, treffe die Flüssigkeit mit der Geschwindigkeit V unter dem Winkel α auf einen der Flügel, so muß, wenn ein Stoß vermieden werden soll,

$$V = \frac{\zeta}{\operatorname{tg} \alpha} \frac{\pi}{30} n$$

sein. n bedeutet die Zahl der Umdrehungen des Rades in der Minute. Für ein und dasselbe V soll selbstverständlich dasselbe n erhalten werden; sonach muß, da $\frac{\pi}{30}$ unveränderlich ist, auch $\frac{\zeta}{\operatorname{tg} \alpha}$ eine constante Größe sein, d. h. es sind die Flügel des Rädchens schraubenförmig zu gestalten.

Die Gleichung für Gewinnung der Geschwindigkeit hat hiernach die Gestalt, wenn \mathfrak{A} eine von der Construction des Rädchens abhängende unveränderliche Zahl bedeutet:

$$V = \mathfrak{A} n.$$

Der Bewegung des Rädchens stehen Widerstände entgegen (Zapfenreibung, Reibung der Zählwerke etc.), deren Ueberwindung Arbeit erfordert. Behuf Hervorbringung der Arbeit dreht sich das Flügelrädchen langsamer, als die erst gegebene Formel bestimmt, so daß die Flüssigkeit sich vor den Flügeln ein wenig anstaut. Die genannte Arbeit steht nicht in geradem Verhältniß zur Umdrehungszahl des Rädchens; man hat daher der obigen Formel die Gestalt

$$V = a + b n + c n^2 + \dots$$

gegeben und bestimmt für jedes Instrument die Werthe $a, b, c \dots$ durch Versuche. In der Regel benutzt man nur die beiden ersten Glieder der letztgenannten Formel zur Bestimmung des V , was zulässig ist, da die Widerstände sich mit der Zeit ändern, also niemals genau berücksichtigt werden können.

Alle Wirbelungen der Flüssigkeiten stören die richtige Drehung des Rädchens, weshalb die Verwendung desselben nur in geraden Canal- oder Rohrstrecken zulässig ist. Eben so müssen die Constructionstheile des Gestelles des Rädchens so gestaltet sein, daß sie möglichst wenig zur Hemmung der Flüssigkeitsströmung beitragen — in dieser Beziehung werden oft recht grobe Fehler gemacht — und die beobachtenden Personen sich in demselben Sinne aufstellen. Letztere Forderung bedingt, daß man das Zählwerk aus größerer Entfernung mit dem Rädchen in Verbindung bringen oder dasselbe ausschalten kann, was entweder durch Benutzung einer Zugschnur oder besser durch einen Elektromagnet geschehen kann.

Auf dem Gebiete des Heizungs- und Lüftungswesens benutzt man das sich drehende Flügelrädchen nur zum Messen der Luftgeschwindigkeit. Letztere ist selbst in einem sehr regelmässig gestalteten Canal nicht gleich; ein und derselbe Querschnitt läßt vielmehr an verschiedenen Stellen sehr verschiedene Geschwindigkeiten erkennen, wobei keineswegs immer in der Mitte des Querschnittes der größte Werth gefunden wird. Eine einigermaßen zuverlässige Beobachtung erfordert deshalb die gleichzeitige Aufstellung mehrerer solcher Windrädchen, sog. Anemometer, oder eine dauernd gleichmäßige Bewegung der Luft, so daß man Zeit hat, das eine oder die wenigen verfügbaren Anemometer nach einander an verschiedenen Punkten eines Querschnittes aufzustellen. Es liegt auf der Hand, daß das erstere Verfahren weit mehr Zutrauen verdient als das letztere, weil es nahezu unmöglich ist, für längere Zeit einen gleichförmigen Betrieb einer Anlage zu erhalten.

Robinson's Anemometer, welches aus vier mittels Arme an einer leicht drehbaren Welle befestigten Schalen besteht und dadurch in Umdrehung versetzt wird, daß der Wind gegen die hohlen Flächen der Schalen einen größeren Druck ausübt, als gegen die erhabenen, ist für die vorliegenden Zwecke nicht zu verwenden.

Von den sog. Anemoskopen, welche vorwiegend die Richtung, weniger die Geschwindigkeit der Luftbewegung erkennen lassen sollen, sind zu nennen: an feinen Fäden aufgehängte Federn, Baumwollbäufchen oder ähnliche leichte Gegenstände, kleine mit Gas gefüllte Bälle, Rauch. Der Rauch einer Cigarre ist nicht allein ein sehr brauchbares, sondern auch wenig belästigendes Mittel zur Erkennung schwacher Luftströmungen⁵⁵⁾; Pulverrauch empfiehlt sich zur Beobachtung größerer Luftmengen.

β) Messen des Druckes, welchen der Stofs der bewegten Flüssigkeit auf eine ruhende Fläche ausübt.

Man nimmt an, daß der Druck, welchen ein Flüssigkeitsstrom, dessen Querschnitt wesentlich größer ist, als die Projection einer von ihm getroffenen ruhenden Fläche, gegen diese ausübt, mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wachse, obgleich, genau genommen, das Verhältniß des Druckes zur Geschwindigkeit etwas anders ist. Ferner steht der Druck in geradem Verhältniß zur Dichte der Flüssigkeit.

Bezeichnet \mathcal{A} einen Coefficienten, welcher von der Natur und Größe der getroffenen Fläche abhängt, γ das Gewicht der Raumeinheit, V die Geschwindigkeit der Flüssigkeit und P den entstehenden Druck, so ist die Beziehung zwischen diesen beiden durch die Formel auszudrücken:

$$P = \mathcal{A} \gamma V^2 \quad \text{oder} \quad V = \sqrt{\frac{P}{\mathcal{A} \gamma}}$$

Ein sehr einfach scheinendes Mittel zum Messen des Druckes P ist die *Pitot'sche Röhre*⁵⁶⁾. Zwei Rohre liegen bis zu der Stelle, an welcher die Geschwindigkeit gemessen werden soll, lothrecht neben einander; hier endet das eine mit freiem Querschnitt, während das andere rechtwinklich umgebogen und zugespitzt ist, so daß die Mündung senkrecht von der bewegten Flüssigkeit getroffen wird. Ist die letztere z. B. Wasser, so steigt dasselbe in dem mit Biegung versehenen Rohr höher, als in dem anderen; der Höhenunterschied bezeichnet die Größe des Druckes P . Vorhin war vorausgesetzt, daß das Wasser sich annähernd wagrecht bewege; durch Aenderungen der Gestalt der *Pitot'schen Röhre* vermag man dieselbe jedoch auch für lothrechte oder geneigte Leitungen zu verwenden, indem man zur Beobachtung der Wassergeschwindigkeit die Messröhre mit Quecksilber, zur Beobachtung der Luftgeschwindigkeit mit Wasser füllt. Die geringen Geschwindigkeiten, welche in den Leitungen der Heizungs- und Lüftungsanlagen vorkommen, bringen nur einen geringen Druckunterschied hervor, so daß es nöthig wird, die zum Ablefen dienenden Enden der Rohre geneigt anzuordnen.

Statt der Flüssigkeitsflächen kann man auch feste Flächen anwenden, gegen welche die bewegte Flüssigkeit unter einem rechten oder spitzen Winkel stößt.

Bei *Wolpert's* Anemometer sind die festen Flächen, gegen welche die Flüssigkeit stößt, in Gestalt eines Windrädchens angeordnet, welches in Folge des Druckes sich zu drehen bestrebt ist, während eine Feder der Drehung Widerstand leistet. Da der freie Querschnitt zwischen den Flügeln wesentlich kleiner ist als derjenige, welcher von dem Apparat beherrscht wird, so entsteht eine Stauung der bewegten Flüssigkeit, die zu Seitenbewegungen und Wirbelungen derselben führt, so daß ich dieses sog. statische Anemometer nicht zu empfehlen vermag.

Andere lassen den Strom, dessen Geschwindigkeit gemessen werden soll, möglichst winkelrecht gegen eine Platte stoßen, die mit einem belasteten Hebel derart verbunden ist, daß der Grad des Ausschlags dieses letzteren die Größe des Druckes P anzeigt⁵⁷⁾. Solche schon im vorigen Jahrhundert bekannte Instrumente sind besonders geeignet, der Bedienungsmannschaft Kunde von der Geschwindigkeit der Luft in den Canälen zu geben; sie werden zu diesem Zwecke an den Beobachtungsstellen dauernd angebracht.

⁵⁵⁾ Vergl. RECKNAGEL, G. Ueber ein zu Geschwindigkeitsmessungen an Luftströmen geeignetes Instrument. WIEDEMANN'S Annalen 1878, S. 149.

⁵⁶⁾ Vergl. RÜHLMANN, M. Hydromechanik. 2. Aufl. Braunschweig 1880, S. 367.

⁵⁷⁾ Vergl. RÜHLMANN, M. Hydromechanik. 2. Aufl. Braunschweig 1880. S. 367, 369. — WOLPERT, A. Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung, Braunschweig 1880. S. 246.

γ) Messen des durch eine Leitung strömenden Flüssigkeitsvolums.

Die betreffenden Einrichtungen finden ausschliesslich Verwendung zum Messen des Leuchtgases (Gasuhren) oder des Wassers (Wassermesser). Zum Messen des Wassers, welches eine Wasserheizungsanlage durchläuft, dürfte nur der Wassermesser von *Rosenkranz*⁵⁸⁾ brauchbar sein, da dieser verhältnissmässig sehr geringe Widerstände bietet. Leider ist das Messen der wirklich eintretenden Wassergeschwindigkeiten in Heizungsleitungen bisher nicht gebräuchlich, was wohl die grossen Widerstände der meisten Wassermesser zur Ursache hat, welche möglicherweise die geringe bewegende Kraft dieser Leitungen vollständig aufzehren können, sie jedenfalls erheblich beeinträchtigen. Die Anbringung solcher Wassermesser würde in Verbindung mit Thermometern die Prüfung der betreffenden Anlagen wesentlich erleichtern.

In Bezug auf Gasuhren verweise ich auf *Rühlmann's* Allgemeine Maschinenlehre, Bd. I (2. Aufl. Braunschweig 1875), S. 149—156, und auf Art. 14, S. 12. Solche Kubisirapparate, welche zum Messen des Wassers⁵⁹⁾ und des Gases dienen, würden, entsprechend umgeformt, auch zum Messen des Dampfes benutzt werden können. Mir sind jedoch dementsprechende Constructionen nicht bekannt; bis jetzt bestimmt man die Dampfmengen, bezw. Dampfgeschwindigkeiten nach dem Druckunterschied und dem Ausströmungsquerschnitt (*Birdsill Holly*) oder nach der Menge des Niederschlagswassers⁶⁰⁾.

148.
Messen
des
Volums.

Literatur

über »Anemometer«.

- RÜHLMANN. Ueber Windgeschwindigkeitsmesser. Mitth. d. Hannov. Gwbver. 1862, S. 26.
 RÜHLMANN. Ueber Anemometer, besonders das von ADIE. Mitth. d. Hannov. Gwbver. 1863, S. 109.
 Polyt. Centralbl. 1863, S. 1266.
 BARTHOLD. Anemometer zum Messen des Zuges bei Heiz- und Kochöfen. Deutsche Bauz. 1869, S. 221.
 SCHEURER-KESTNER. *Appareil pour la mesure du tirage dans les cheminées. Bulletin de la soc. ind. de Mulh.* Vol. 41, S. 429. Polyt. Journ. Bd. 206, S. 448. Polyt. Centralbl. 1874, S. 105.
 RÜHLMANN, M. Allgemeine Maschinenlehre. Bd. I. 2. Aufl. Braunschweig 1875. S. 135.
 ARON. Zugmesser. Polyt. Centralbl. 1875, S. 1092.
 BARTHOLD. Die Zugverhältnisse der Heiz- und Kochöfen. Deutsche Bauz. 1876, S. 221.
 WOLPERT. Ueber Anemometer. Maschin.-Conf. 1876, S. 276. Deutsche Bauz. 1876, S. 235.
 WOLPERT, A. Das Flügel-Anemometer. Zeitfchr. d. Bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1876—77, S. 36.
 Ein recht praktisches Anemometer und die Ventilationseinrichtungen im hiesigen Zellengefängnisse. Hannov. Wochbl. f. Hand. u. Ind. 1878, S. 131.
 Anemometer von NEGRETTI u. ZAMBRA. Rohrleger 1878, S. 93.
 FRESE. Das Anemometer und seine Anwendung zur Bestimmung der Geschwindigkeit bewegter Luft. Gefundh.-Ing. 1881, S. 23.

⁵⁸⁾ Beschreibung desselben in: Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1874, S. 145.

⁵⁹⁾ Die Literatur über »Wassermesser« siehe Kap. 13 dieses Bandes.

⁶⁰⁾ Ueber Dampfmesser vergl. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 278.

4. Kapitel.

Canäle für Luft und Rauch.

(Luftcanäle, Rauchcanäle, Lock- und Rauchschnornsteine.)

a) Abmessungen.

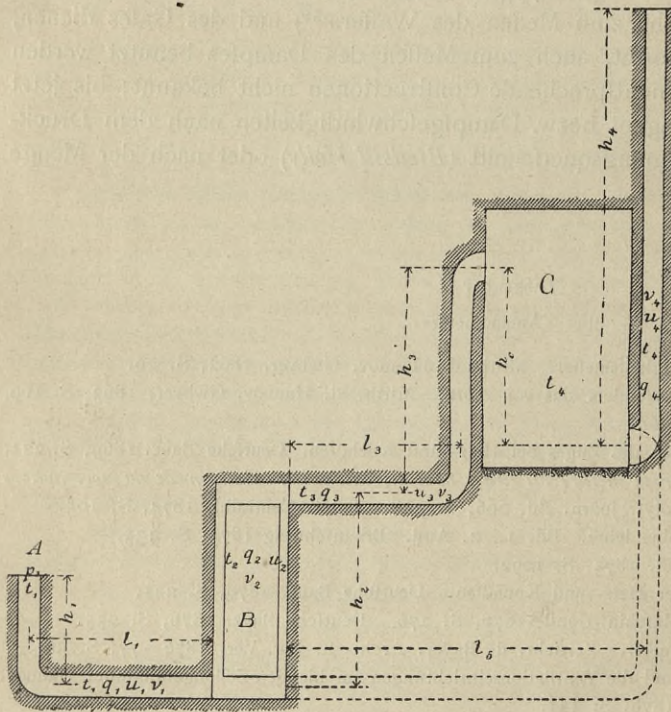
149.
Luftcanäle.

Aus der Gegenüberstellung der Widerstände der Bewegung und der Kraft der bewegenden Mittel gewinnt man ohne Weiteres die zweckmäßigsten, bezw. zulässigen Abmessungen der Canäle. Es mag das Verfahren, welches einzuschlagen ist, an der Hand einiger Beispiele näher erörtert werden.

150.
Heizung
mit Lüftung.

Der Raum *C* (Fig. 92) soll von *A* aus mit frischer Luft versorgt werden. *A* ist eine im Freien liegende Öffnung; von ihr aus soll die Luft, ohne ihre Temperatur t_1 zu verändern, zunächst um h_1 nach unten steigen, dann in einem l_1 langen

Fig. 92.



Canal wagrecht fortgeführt werden, um in die Heizkammer *B* zu gelangen, woselbst die Erwärmung auf t_2 Grad erfolgt. Die mittlere Temperatur der Luft ist (vergl. Art. 130, S. 106) in der Heizkammer $\frac{t_1 + t_2}{2}$; die mittlere Ge-

schwindigkeit sei v_2 , der freie Querschnitt q_2 und der Umfang desselben u_2 . Die erwärmte Luft durchströmt nunmehr den wagrechten Canal, welcher l_3 lang ist, und den lothrechten h_3 hohen Canal und gelangt durch das Gitter, dessen freier Querschnitt q_3 misst, in den Raum *C*. Der Einfachheit der Rechnung halber soll zwischen Heizkammer *B* und Zimmer *C*

keine Temperaturänderung, auch keine Aenderung des Canalquerschnittes, also der Werthe q_3 , u_3 und v_3 stattfinden; nur das Ausströmungsgitter verlangt eine Querschnittserweiterung, welcher durch den Ausdruck für den durch diesen veranlassenen Widerstand Rechnung getragen werden soll. Aus *C* soll die Luft mittels eines nahe über dem Fußboden mündenden lothrechten Canales, der h_4 Meter hoch ist, abgeführt werden.

Es soll, um jeden Luftwechsel durch Thüren, Fenster und Wände so viel als möglich zu vermeiden, der Druck der Luft im Zimmer *C* gleich demjenigen des Freien sein.

Der für die Zuführung der Luft verwendbare Auftrieb ist nach Formel 83.,

da in dem ersten lothrechten Theil der Leitung die Temperatur t_1 der Luft gleich derjenigen des Freien angenommen werden muss, und die Temperatur t_4 des Zimmers angenähert innerhalb der Höhe h_1 unveränderlich bleibt:

$$\gamma_0 \left\{ -\frac{h_2}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_3}{2}} - \frac{h_3}{1 + \alpha t_3} + \frac{h_c}{1 + \alpha t_4} + \frac{h_2 + h_3 - h_c}{1 + \alpha t_1} \right\} \dots 85.$$

Diesem Auftrieb sind die folgenden Widerstände gegenüberzustellen (vergl. 57. bis 62. einschl.), wenn $\kappa = 0,0006$, der Coefficient für Krümmungen = $0,4$ und derjenige der Gitterwiderstände = 1 gesetzt und $\frac{1}{v}$ gegen 20 vernachlässigt wird:

$$\begin{aligned} & \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} \left\{ 1 + 0,012 (h_1 + l_1) \frac{u_1}{q_1} + 0,4 \right\} \frac{v_1^2}{2g} + \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} \frac{v_2^2}{2g} + \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_3}{2}} \left\{ 0,012 h_2 \frac{u_2}{q_2} \right\} \frac{v_2^2}{2g} \\ & + \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_3} \left\{ 1 + 0,012 (l_3 + h_3) \frac{u_3}{q_3} + 0,4 + 1 \right\} \frac{v_3^2}{2g} \dots 86. \end{aligned}$$

Ist nun die Aufgabe gestellt, eine bestimmte Luftmenge \mathcal{Q} stündlich in den Raum C zu führen, so ist

$$\mathcal{Q} = 3600 v q \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \dots 87.$$

oder

$$v_1 = \frac{\mathcal{Q}}{3600 q_1} \frac{1 + \alpha t_1}{\gamma_0} \text{ u. f. w.} \dots 88.$$

Soll mittels der Luftmenge dem Zimmer C eine bestimmte Wärmemenge W geliefert werden, so ist

$$W = \mathcal{Q} \cdot 0,24 (t_3 - t_4)$$

oder

$$\mathcal{Q} = \frac{W}{0,24 (t_3 - t_4)} \dots 89.$$

in Rechnung zu setzen.

Es mag, um die Ausdrücke für Auftrieb und Widerstand (Formel 85. und 86.) einfacher zu gestalten, angenommen werden, dass $v_1 = v_2 = v_3 = v_4$ sei; alsdann entsteht die Gleichung:

$$\begin{aligned} & -\frac{h_2 \gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_3}{2}} - \frac{h_3 \gamma_0}{1 + \alpha t_3} + \frac{h_c \gamma_0}{1 + \alpha t_4} + \frac{(h_2 + h_3 - h_c) \gamma_0}{1 + \alpha t_1} = \left[\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} \left\{ 2,4 + 0,012 (h_1 + l_1) \frac{u_1}{q_1} \right\} \right. \\ & \left. + \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_3}{2}} 0,012 h_2 \frac{u_2}{q_2} + \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_3} \left\{ 2,4 + 0,012 (l_3 + h_3) \frac{u_3}{q_3} \right\} \right] \frac{v^2}{2g} \dots 90. \end{aligned}$$

Die in dieser Gleichung vorhandenen Größen sind theils durch örtliche Verhältnisse gegeben. Hierhin gehören die Höhen h_1 bis h_c , so wie die Längen l_1 und l_3 . Andere müssen angenommen werden. Die Temperatur der freien Luft t_1 ist wechselnd; für den Fall, dass man weniger Werth auf die Zuführung einer bestimmten Luftmenge, als auf das Heranschaffen einer verlangten Wärmemenge legt, wird man für t_1 die niedrigste der vorkommenden Temperaturen einsetzen, weil, wenn diese herrscht, die grösste und berechnete Wärmemenge W verlangt wird. Soll dagegen eine bestimmte Luftmenge \mathcal{Q} zugeführt werden, so hat man sich zu entscheiden, bis zu welcher Temperatur t_1 des Freien die Leitung noch verlangt wird, und diese Temperatur für die Berechnung zu benutzen.

Die Temperatur t_3 ist, wie früher erörtert wurde, behuf einer möglichst gleichmäßigen Temperatur des Zimmers nicht sehr hoch zu wählen; neuere vortrefflich arbeitende Heizungsanlagen benutzen selbst während der strengsten Kälte höchstens 40 Grad. Die Temperatur t_4 ist selbstverständlich gegeben.

Die Factoren $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1}$ etc. bedeuten das Gewicht von 1cbm Luft bei der Temperatur t_1 etc. Auf S. 75 und 76 wurde eine Tabelle der betreffenden Werthe gegeben, aus welcher sie für die Rechnung zu entnehmen sind. Die Factoren $\frac{u}{q}$ sind nicht allgemein zu behandeln: der kreisförmige und der quadratische Querschnitt gewähren noch eine einfache Beziehung; die rechteckigen Querschnitte dagegen, welche meistens Verwendung finden, sind nur für jeden einzelnen Fall zu berechnen. Zur Erleichterung der Rechnung möge die auf S. 123 befindliche Tabelle dienen.

Nachdem man schätzungsweise, bezw. auf Grund bestimmter Anforderungen die in Rede stehenden Werthe vorläufig bestimmt hat, kann man v berechnen. Stimmt dieses v überein mit dem v , welches aus Gleichung 88., nach Umständen unter Zuhilfenahme der Gleichung 89., gewonnen ist, so ist die Aufgabe gelöst; erhält man dagegen einen anderen Werth für v , als aus den angezogenen Formeln hervorgeht, so muss man andere Werthe für u und q , nach Umständen auch für die Temperaturen einsetzen, ja zuweilen sogar den Lauf des Canales verändern, um schließlich zur Uebereinstimmung der auf zwei Wegen gefundenen v zu gelangen.

Derfelbe Weg ist für die Berechnung des Luftabführungscanales einzuschlagen, indem für diesen, da angenommen wurde, dass in der Mitte seiner Mündung im Zimmer C derselbe Druck herrsche wie im Freien, die folgende Gleichung gilt:

$$\frac{\gamma_0 h_4}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0 h_4}{1 + \alpha t_4} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_4} \left\{ 1 + 1 + 0,4 + 0,012 h_4 \frac{u_4}{q_4} \right\} \frac{v_4^2}{2g} \dots 91.$$

oder

$$h_4 \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_4} \right\} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_4} \left\{ 2,4 + 0,012 h_4 \frac{u_4}{q_4} \right\} \frac{v_4^2}{2g} \dots 92.$$

Beispiel. Es seien dem Raum bei ($t_1 =$) -20 Grad im Freien stündlich 18000 Wärmeeinheiten ($= W$) zuzuführen. Die Temperatur der in C eintretenden Luft sei 40 Grad ($= t_3$), diejenige des Raumes C sei 20 Grad ($= t_4$); ferner sei $h_1 = 1,5$ m, $l_1 = 6,2$ m, $h_2 = 2,4$ m, $l_3 = 0$ m, $h_3 = 2,2$ m und $h_4 = 1,9$ m; endlich $h_4 = 16,3$ m.

Schätzungsweise werde für den Canal zwischen Heizkammer und zu beheizendem Raum der Querschnitt $0,66 \times 0,79$ angenommen; nach dem vorläufigen Entwurf ist der freie Querschnitt in der Heizkammer $q_2 = 0,5$ qm, die Summe der Umfänge desselben 7 m ($= u_2$), sonach $\frac{u_2}{q_2} = 14$. Der Querschnitt des Zuleitungscanales sei $0,66 \times 0,66$, so dass annähernd $v_1 = v_2 = v_3$ wird.

Alsdann entsteht nach Gleichung 90. unter Benutzung der Werthe für $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}}$ etc., die der

Tabelle S. 75 entnommen sind:

$$\begin{aligned} & - 2,4 \cdot 1,16 + 2,2 \cdot 1,13 + 1,9 \cdot 1,2 + 2,7 \cdot 1,4 = \\ = & \left[1,4 \left\{ 2,4 + 0,012 (1,5 + 6,2) 6,06 \right\} + 1,16 \cdot 0,012 \cdot 2,4 \cdot 14 + 1,13 \left\{ 2,4 + 0,012 \cdot 2,2 \cdot 5,56 \right\} \right] \frac{v^2}{19,6} \\ & 1,5 = \frac{7,489}{19,6} v^2; \quad v = \infty 1,98 \text{ m.} \end{aligned}$$

Aus Gleichung 88. und 89. erhält man:

$$v_1 = \frac{W}{0,24 (t_3 - t_4)} \frac{1}{3600 q_1} \frac{1 + \alpha t_1}{\gamma_0},$$

oder

$$v_1 = \frac{18\,000}{0,24 \cdot 20 \cdot 3600 \cdot 0,44} \frac{1}{1,4} = \approx 1,7 \text{ m},$$

und auf demselben Wege

$$v_3 = \approx 1,8 \text{ m}.$$

Es sind sonach die schätzungsweise angenommenen Mafse der Canäle ausreichend; wenn eine Verkleinerung derselben gewünscht wird, so ist sogar diese zulässig.

Für den Abfangungscanal möge ein flacherer Querschnitt erwünscht sein, damit derselbe bequemer in der betreffenden Wand untergebracht werden kann. Da, wie leicht zu übersehen, die zu erreichende Geschwindigkeit in dem Abzugscanal gröfser ist, als in dem Zuführungscanal, so mag zunächst mit dem Querschnitt $0,4 \times 0,92 \text{ m}$ der Versuch gemacht werden. Dieser Querschnitt verlangt die Geschwindigkeit:

$$v_4 = \frac{18\,000}{0,24 \cdot 20 \cdot 3600 \cdot 0,368} \frac{1}{1,2} = 2,36 \text{ m}.$$

Nach Formel 92. ist aber:

$$16,3 \{ 1,4 - 1,2 \} = 1,2 \{ 2,4 + 0,012 \cdot 16,3 \cdot 7,17 \} \left\{ \frac{v^2}{19,6} \right\}, \text{ d. h.}$$

$$3,26 = 1,2 \cdot 3,3 \frac{v_4^2}{19,6}$$

und

$$v_4 = \approx 3,7 \text{ m}.$$

Der Canalquerschnitt darf sonach wesentlich kleiner sein, als $0,4 \times 0,92 \text{ m}$. Da im vorliegenden Falle erwünscht sein mag, den Canal möglichst flach zu erhalten, so soll versucht werden mit dem Querschnitt $0,27 \times 0,92 \text{ m}$ auszukommen. Dieser Querschnitt verlangt eine Geschwindigkeit:

$$v_4 = \frac{18\,000}{0,24 \cdot 20 \cdot 3600 \cdot 0,248} \frac{1}{1,2} = \approx 3,5 \text{ m}.$$

Die Formel 92. liefert aber eine Geschwindigkeit, da der Auftrieb $3,26 \text{ kg}$ unverändert bleibt:

$$3,26 = 1,2 \{ 2,4 + 0,012 \cdot 16,3 \cdot 9,58 \} \left\{ \frac{v_4^2}{19,6} \right\},$$

$$v_4 = 3,53 \text{ m},$$

d. h. der Querschnitt $0,27 \times 0,92 \text{ m}$ ist zutreffend.

151.
Heizung
mit Umlauf.

In vielen Fällen wird für Heizungszwecke von der Erneuerung der Luft abgesehen, vielmehr die Luft des zu beheizenden Raumes der Heizkammer behuf wiederholter Erwärmung zurückgeführt. Man nennt dieses Verfahren Heizung mit umlaufender Luft oder einfach Heizung mit Umlauf (Circulationsheizung), im Gegensatz zur bisher besprochenen Heizung mit Lüftung (Ventilationsheizung). In Fig. 92 ist durch punktirte Linien der Rücklaufcanal angegeben. Der $\frac{1}{2}$ Meter hohe Canal, so wie der Zuführungscanal der frischen Luft sind als abgesperrt zu betrachten oder überall hinweg zu denken.

Die Luft des Rücklaufcanales ist leichter, als die Luft des Freien; es hat dieselbe daher, da sie nach unten sich bewegen muß, einen negativen Auftrieb. Um die Bewegung derselben hervorzubringen und zu unterhalten, muß an der in der Heizkammer befindlichen Mündung ein niedrigerer Druck herrschen, als an der im Zimmer C liegenden Mündung. Dies kann dadurch erreicht werden, daß der Druck in dem unteren Theil der Heizkammer niedriger, oder derjenige im unteren Theil des Zimmers C höher, als derjenige der freien Luft ist; es kann auch der erforderliche Ueberdruck erzielt werden, indem sowohl der eine, als auch der andere der obigen Fälle stattfindet. Jedenfalls muß der erforderliche Druckunterschied durch den positiven Auftrieb der von der Heizkammer zum Zimmer C emporsteigenden warmen Luft hervorgebracht werden. Man kann nun den positiven, wie den negativen Auftrieb auf Grund des Vergleichs der Luftgewichte mit dem Gewichte der freien Luft einzeln berechnen und durch Zusammenziehen den verfügbaren Rest des positiven Auftriebes gewinnen, welcher den Widerständen gegenüber zu stellen ist, oder man kann das Canalnetz einschließlichs Heizkammer und zu

beheizendes Zimmer als ein geschlossenes Canalnetz betrachten, so dafs der Auftrieb sofort aus dem Vergleiche der Luftgewichte des steigenden und des zurückführenden Theils der Canäle gewonnen wird. Letzteres Verfahren ist einfacher und soll deshalb hier verfolgt werden.

Es liegt hier offenbar der Fall vor, der durch Fig. 68 (S. 106) veranschaulicht und dessen Auftrieb durch Formel 83. ausgedrückt wurde. Indem angenommen wird, dafs die Lufttemperatur zwischen dem Eintritt in das Zimmer und dem Austritt aus demselben sich so wenig verändert, dafs die Veränderung vernachlässigt werden kann, gewinnt man für den verfügbaren Auftrieb den Ausdruck:

$$p = (h_3 + h_2) \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_4} - h_2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} - h_3 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_3},$$

oder, da $t_2 = \frac{t_4 + t_3}{2}$ gesetzt werden soll,

$$p = (h_3 + h_2) \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_4} - h_2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_4 + t_3}{2}} - h_3 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_3},$$

welcher Auftrieb in gewöhnlicher Weise den Bewegungswiderständen entgegenzusetzen ist.

Das vorhin für Lüftungsheizung berechnete Beispiel mag nunmehr für Umlaufheizung berechnet werden; l_5 sei = 10 m. Man gewinnt für den Auftrieb:

$$p = (2,2 + 2,4) 1,2 - 2,4 \cdot 1,16 - 2,2 \cdot 1,13 = 0,25 \text{ kg.}$$

In der früheren Rechnung ergab sich für die Zuführung der Auftrieb zu 1,5 kg. Da die Widerstände zwar verringert sind durch Wegfall des Canales für die Zuführung der kalten Luft, aber vermehrt sind durch Hinzutreten des Canales für Rückleitung der Luft, so werden dieselben sich wenig verändert haben; es müssen daher die Querschnitte wesentlich gröfser gewählt werden.

Beide Querschnitte q_3 und q_5 seien daher zu $1,05 \times 1,05$ m, q_2 zu 1,2 qm und u_2 zu 8 m angenommen, so dafs nach der Tabelle auf S. 123

$$\frac{u_2}{q_2} = 6,67 \text{ und } \frac{u_3}{q_3} = \frac{u_5}{q_5} = 3,8$$

wird. Sodann entsteht, nach 57a., 58., 59., 60. und 62., wenn $\alpha = 0,006$, die Coefficienten der Widerstände in Krümmungen = 0,4 und in Gittern = 1 gesetzt werden:

$$p = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_4} \left\{ 1 + 0,4 + (h_2 + h_3 - h_c) 0,012 \frac{u_5}{q_5} + 0,4 + l_5 \cdot 0,012 \frac{u_5}{q_5} \right\} \frac{v_5^2}{2g} + \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_4} \frac{v_5^2}{2g} \\ + \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_4 + t_3}{2}} h_2 \cdot 0,012 \frac{u_2}{q_2} \frac{v_2^2}{2g} + \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_3} \left\{ 1 + l_3 \cdot 0,012 \frac{u_3}{q_3} + 0,4 + h_3 \cdot 0,012 \frac{u_3}{q_3} + 0,4 + 1 \right\} \frac{v_3^2}{2g}$$

oder nach Einsetzen der Zahlenwerthe und Zusammenziehen:

$$p = 1,2 \left\{ 2,8 + 12,7 \cdot 0,012 \cdot 3,8 \right\} \frac{v_5^2}{19,6} + 1,16 \cdot 2,4 \cdot 0,012 \cdot 3,8 \frac{v_2^2}{19,6} + 1,13 \left\{ 2,8 + 2,2 \cdot 0,012 \cdot 3,8 \right\} \frac{v_3^2}{19,6}.$$

Behuf Lösung dieser Gleichung sind zunächst die Geschwindigkeiten v_2 , v_3 und v_5 zu bestimmen, welche durch die Wahl der Querschnitte bedingt werden. Sie sind, nach Formel 88. und 89. berechnet, die folgenden:

$$v_2 = 0,75 \text{ m; } v_3 = 0,84 \text{ m; } v_5 = 0,79 \text{ m;}$$

folglich:

$$p = 0,299 \text{ kg.,}$$

d. h. die Widerstände sind gröfser, als der verfügbare Auftrieb. Zur Lösung der Aufgabe wird man vielleicht die Eintrittstemperatur t_3 , sodann den Temperaturunterschied $t_3 - t_4$ um einige Grade erhöhen, um den Auftrieb zu vergrößern, oder man wird Gitter und Krümmungen so construiren, dafs die betreffenden Widerstands-Coefficienten kleiner ausfallen, als angenommen ist, oder endlich, man wird die Querschnitte vergrößern, womit die Geschwindigkeiten vermindert werden.

Das Beispiel wurde absichtlich in etwas anderer Weise berechnet, um zu zeigen, wie bei verschiedenen Geschwindigkeiten innerhalb des Canalnetzes verfahren wird.

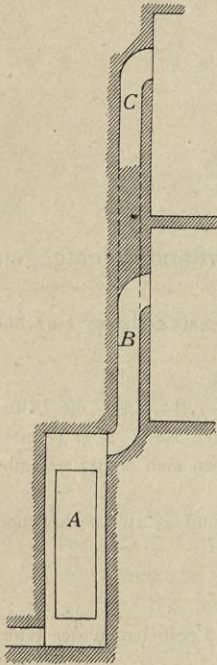
Aus dem Ergebnifs der Rechnung erfieht man, dafs die Heizungen mit Um-

lauf grössere Canalquerschnitte oder geringere Luftgeschwindigkeiten bedingen, als die Heizungen mit Lüftung. Vor allen Dingen dürfte aber Jeder, welcher die Rechnung sorgfältig verfolgt, einsehen, das mit fog. Faustrechnungen die vorliegende Aufgabe niemals befriedigend gelöst werden kann.

152.
Zusammen-
gesetzte Heizung
u. Lüftung.

Wenn von einer Heizkammer aus mehrere Räume mit Wärme oder von einer Stelle aus mehrere Zimmer mit frischer Luft versorgt werden sollen, so wird die Rechnung zusammengesetzter. Man hat dann dafür zu sorgen, das an den Stellen,

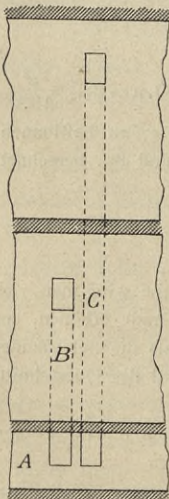
Fig. 93.



an denen mehrere Canäle in einen Raum, z. B. in die Heizkammer oder einen Hauptcanal, münden, gleiche Drücke herrschen. Soll z. B. die Heizkammer *A* (Fig. 93) zwei Zimmer in verschiedenen Geschossen mit Wärme, bezw. Luft versorgen, so ist offenbar der Auftrieb des Canales *B* geringer, als derjenige des Canales *C*; man muß deshalb die Widerstände so bemessen, das der Auftrieb in entsprechendem Masse aufgezehrt wird, so das der eine Canal den anderen im Bezuge der Luft aus der Heizkammer nicht beeinträchtigt. Ist bei beabsichtigter Leistung der Auftrieb des Canales *C* nach Abzug des Widerstandes erheblich grösser, als der eben so bestimmte Rest des Auftriebes des Canales *B*, so erfährt der Druck in der Heizkammer durch ersteren eine solche Verringerung, das die Geschwindigkeit in *B* so weit vermindert wird, bis die erwähnten Auftriebsreste wieder gleich werden, d. h. die Leistungsfähigkeit von *B* verkleinert wird, unter gleichzeitiger Erhöhung der Leistung des Canales *C*. Passende Verhältnisse können auf diesem Wege zum Stillstand der Luft in *B* führen oder gar zum fog. »falschen Gange«, d. h. zur absteigenden Bewegung im Canal *B*. Sobald letztere eingeleitet ist, erhält sie sich selbst, indem der Inhalt des Canales die Temperatur der kälteren Zimmerluft erhält. Dasselbe kann eintreten, wenn, wie Fig. 94 darstellt, die beiden lothrechten Canäle *B* und *C* von einem gemeinschaftlichen Hauptcanale aus mit Luft versorgt werden sollen.

So fern ein anderes Mittel zur Bewegung der Luft verwendet wird, als der Auftrieb, so ist in derselben Weise zu rechnen, wie vorhin gezeigt wurde.

Fig. 94.



153.
Verzweigte
Luftleitungen.

So fern ein anderes Mittel zur Bewegung der Luft verwendet wird, als der Auftrieb, so ist in derselben Weise zu rechnen, wie vorhin gezeigt wurde.

Von dem Punkte *A* (Fig. 95) aus soll nach den Punkten *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* und *h*, welche Punkte in verschiedener Höhe liegen, Luft gesandt werden. Die Luftmengen, so wie die Temperaturen derselben sind bekannt; die Lage des Rohrnetzes ist nach den örtlichen Verhältnissen so gewählt, wie Fig. 95 erkennen läßt. Man berechnet alsdann die Widerstände von einer der Canalründungen aus rückwärts schreitend bis zu dem Punkte, an welchem der betreffende Canal abgezweigt wird und fährt so schrittweise bis zu dem Punkte *A* fort. Man sorgt dafür, das an den Verzweigungspunkten gleiche Drücke verlangt werden, muß also die Widerstände, welche bis hierher gefunden waren, nach Umständen entsprechend vergrößern, bezw. verringern. Beispielsweise mag bei *c* begonnen werden. Die Widerstände von *c* über *M* bis *K* wer-

den, nach schätzungsweise Feststellung der Canalquerschnitte und unter Berücksichtigung etwaigen Auftriebes, zu p_1 berechnet. Alsdann bestimmt man die Querschnitte in derselben Weise für die Strecke dK und zwar so, dass an der Mündungsstelle K derselbe Widerstand p_1 sich ergibt; nunmehr bestimmt man die Widerstände der Luftmengensumme, die bei c und d ausströmen soll, nach Wahl der Querschnitte etc. bis E zu p_2 und sorgt dafür, dass die Widerstände von e über F bis E auch gleich $p_1 + p_2$ werden etc. Fällt dann die Summe der Widerstände für den Punkt A grösser aus, als die zur Verfügung stehende Kraft, so ist das ganze Verfahren, unter Aenderung der Querschnitte und nach Umständen auch der Lage der Canäle, bzw. der Temperaturen zu wiederholen, bis das gewünschte Ergebnis vorliegt. Selbstverständlich verfährt man gerade so, wenn von dem Punkte A aus bestimmte Luftmengen durch Oeffnungen abgefogen werden sollen, welche bei $a, b \dots h$ sich befinden.

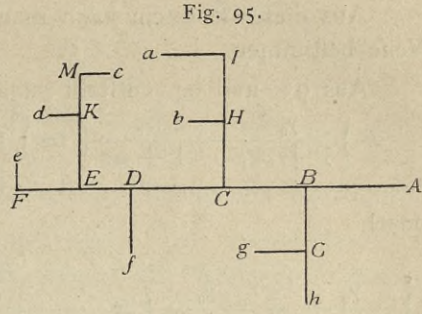


Fig. 95.

Die Bewegungswiderstände in den Rauchcanälen und Feuerungen müssten, wollte man streng verfahren, eben so berechnet werden, wie hier für Luftleitungen im Allgemeinen auseinandergesetzt wurde. Die Berechnung des Widerstandes der Luft in der Brennstoffschicht ist jedoch fast unmöglich; jedenfalls gewährt sie keine brauchbaren Ergebnisse. Die Rauchcanalwiderstände sind wegen der Unbekanntschaft mit den Temperaturen auch nur sehr unsicher zu bestimmen. Man pflegt deshalb die Widerstände, welche die Luft im Feuer und der Rauch auf seinem Wege erfährt, auf Grund von Erfahrungen zu schätzen. Weiter unten werden hierüber einige Angaben folgen.

154.
Rauchcanäle.

Die Schornsteine, auch Rauchschlote oder Raucheffen genannt, haben die Rauchgase der Feuerungen abzuführen, bzw. den zur Ueberwindung der Widerstände nöthigen Auftrieb hervorzubringen; sie können auf folgende Weise berechnet werden.

155.
Rauchschornsteine.

Es sei Fig. 96 ein Schornstein, dessen Querschnitt auf der ganzen Höhe gleich bleibt, dessen Höhe h ist und in dem t Grad warmer Rauch mit der Geschwindigkeit v sich bewegt. Die Temperatur der freien Luft sei t_1 Grad und die Bewegungshindernisse bis zum Fusse des Schornsteines seien p . Alsdann ist der Auftrieb, da das Gewicht des Rauches annähernd dem Gewicht der Luft gleich ist (vergl. die Tabelle in Kap. 8 unter a.) $h \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right)$, und die im Schornstein auftretenden Bewegungshindernisse sind $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \left\{ 1 + x \cdot 20 \frac{h}{q} \frac{v^2}{2g} \right\}$; folglich muss $h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right\} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \left\{ 1 + x \cdot 20 \frac{h}{q} \frac{v^2}{2g} \right\} + p \cdot 93$.

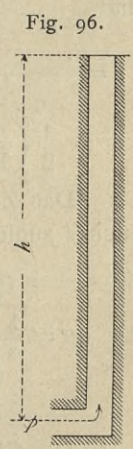


Fig. 96.

$$v = \frac{\mathcal{Q}}{3600 q} \frac{1}{\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right)}, \dots \dots \dots 94.$$

wenn \mathcal{Q} die stündlich zu fördernde Rauchmenge (in Kilogr.) bedeutet.

Aus diesen Formeln kann man die Abmessungen des Schornsteines in folgender Weise bestimmen.

Aus 93. und 94. entsteht zunächst:

$$h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right\} = \left\{ 1 + x \cdot 20 h \frac{u}{q} \right\} \frac{\mathcal{Q}^2}{2g q^2 3600^2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}} + p, \quad 95.$$

folglich

$$h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right\} = \frac{\mathcal{Q}^2}{2g q^2 3600^2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}} + \frac{x \cdot 20 \frac{u}{q} \mathcal{Q}^2}{2g q^2 3600^2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}} h + p. \quad 96.$$

oder

$$h = \frac{\mathcal{Q}^2 + 2g q^2 3600^2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} p}{\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right) 2g q^2 3600^2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} - x \cdot 20 \frac{u}{q} \mathcal{Q}^2} \quad \dots \quad 97.$$

Ferner aus 95.:

$$h \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} - h \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right)^2 - p \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} = \frac{\left(1 + x \cdot 20 h \frac{u}{q} \right) \mathcal{Q}^2}{2g q^2 3600^2}$$

oder

$$\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right)^2 - \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h} \right) \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} - \frac{\left(\frac{1}{h} + x \cdot 20 \frac{u}{q} \right) \mathcal{Q}^2}{2g q^2 3600^2} = 0,$$

d. h.

$$\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} = \frac{1}{2} \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h} \right) \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h} \right)^2 - \frac{\left(\frac{1}{h} + x \cdot 20 \frac{u}{q} \right) \mathcal{Q}^2}{2g q^2 3600^2}}$$

und

$$t = \frac{\gamma_0 \frac{1}{\alpha}}{\frac{1}{2} \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h} \right) \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h} \right)^2 - \frac{\left(\frac{1}{h} + x \cdot 20 \frac{u}{q} \right) \mathcal{Q}^2}{2g q^2 3600^2}}} - \frac{1}{\alpha}$$

Das Zeichen vor der Wurzel muß positiv sein, da mit dem Wachsen von \mathcal{Q} auch t zunimmt, also ist:

$$t = \frac{1}{\alpha} \left\{ \frac{2\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h} + \sqrt{\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{p}{h} \right)^2 - \frac{\left(\frac{1}{h} + x \cdot 20 \frac{u}{q} \right) \mathcal{Q}^2}{2g q^2 \cdot 1800^2}} - 1 \right\} \quad 98.$$

Die Gleichung 95. läßt sich unmittelbar auf q lösen, wenn man $\frac{u}{q}$ schätzungsweise bestimmt und einsetzt, um demnächst zu prüfen, ob die Schätzung eine richtige war oder nicht.

Es entsteht aus 95. ohne Schwierigkeit:

$$q = \frac{\mathcal{Q}}{3600} \sqrt{\frac{\left\{ 1 + x \cdot 20 h \frac{u}{q} \right\}}{\left[h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \right\} - p \right] 2 g \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}}} \quad \dots \quad 99.$$

Die Schätzung des $\frac{u}{q}$, so wie die nachträgliche Prüfung der Richtigkeit der Schätzung wird für Schornsteine runden, achteckigen, bezw. quadratischen Querschnittes erleichtert, indem man bedenkt, daß, wenn a die Weite des Schornsteins bezeichnet, $\frac{u}{q}$ in diesen besonderen Fällen ist:

$$\frac{u}{q} = \frac{a \pi}{\frac{a^2}{4} \pi} = \frac{4}{a}, \text{ bezw. } \frac{u}{q} = \frac{\left(\frac{8 a}{1 + 2 \cos 45^\circ} \right)}{\left(\frac{2 a^2}{1 + 2 \cos 45^\circ} \right)} = \frac{4}{a}, \text{ bezw. } \frac{4 a}{a^2} = \frac{4}{a} \cdot 100.$$

Die Formeln 97., 98. und 99. gefatten die directe Berechnung der Schornsteinhöhe, -Temperatur und -Weite, wenn zwei dieser Werthe, bezw. für 99. das Verhältniß zwischen Fläche und Umfang des Schornsteinquerschnittes nach Schätzung angenommen werden.

Während der Rauch zur Mündung des Schornsteines emporsteigt, verliert derselbe eine gewisse Wärmemenge, so daß, genauer genommen, die mittlere Schornsteintemperatur $\frac{t + t_2}{2}$ für t in die vorigen Formeln eingesetzt werden muß, wobei

156.
Berücksichtigung
der
Rauchabkühlung.

t_2 die Temperatur an der Mündung, t wie bisher die Temperatur am Fusse des Schornsteins bezeichnet. Der Wärmeverlust darf proportional $k h u \left(\frac{t + t_2}{2} - t_1 \right)$ gefetzt werden, wenn k die Zahl der Wärmeeinheiten bezeichnet, welche stündlich eine Wand, wie die des Schornsteins, bei 1 Grad Temperaturunterschied überführt. Bezeichnet dann noch c die specifische Wärme des Rauches (durchschnittlich ist $c = 0,25$), so entsteht die Gleichung

$$\mathcal{Q} (t - t_2) c = k h u \left(\frac{t + t_2}{2} - t_1 \right)$$

oder:

$$\left(\mathcal{Q} c + \frac{k h u}{2} \right) t_2 = \mathcal{Q} t c - k h u \frac{t}{2} + k h u t_1,$$

woraus mit Leichtigkeit gefunden wird:

$$\frac{t_2 + t}{2} = \frac{2 \mathcal{Q} c t + k h u t_1}{2 \mathcal{Q} c + k h u} \quad \dots \quad 101.$$

Benutzt man die Formel 97., d. h. geht man von bestimmten Annahmen für t und u aus, so kann man $\frac{t_2 + t}{2}$ statt t direct einflechten; dasselbe ist der Fall, wenn man die Formel 98. benutzen will.

Anfichts der geringen Leitungsfähigkeit der gemauerten Wände kann man jedoch den Einfluß der Rauchabkühlung dadurch ausgleichen, daß man t von Vornherein etwas kleiner in die Rechnung einführt, wie t wirklich sein wird, so daß man also den Temperaturverlust $t - t_2$ schätzt. Dieses Verfahren ist um so eher zulässig, als die Temperatur t_1 , diejenige des Freien, im Laufe des Jahres nicht selten um 50 Grad wechselt, wodurch mindestens ein eben so großer Einfluß geübt wird, als

durch jenen Temperaturverlust. Hierzu kommt noch, dafs nach Früherem (Art. 126, S. 99) ein Zuschlag für das entsprechend rasche Anheizen gemacht werden mufs, also für den Beharrungszustand ein Ueberschufs des Auftriebes zur Verfügung steht.

Für Blechschornsteine und andere metallene Schornsteine mufs dagegen der Wärmeverlust voll berücksichtigt werden.

157.
Abgekürztes
Verfahren.

Früher wurde schon angedeutet, dafs die Berechnung des p für Rauchschornsteine schwierig sei; für diese ist deshalb ein abgekürztes Rechnungsverfahren zulässig, was zwar in einzelnen Fällen zu kleine, meistens aber zu grofse Mafse liefert.

Setzt man nämlich in Gleichung 95., bezw. 93. und 94.:

$$\frac{\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}\right) \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} 3600^2 2g}{1 + \kappa \cdot 20 \frac{h}{q} + p \frac{2g}{v^2}} = \varphi^2, \dots \dots \dots 102.$$

so entsteht: $h \varphi^2 = \frac{\mathfrak{L}^2}{q^2}$, oder: $h = \frac{\mathfrak{L}^2}{\varphi^2 q^2}$; 103.

$\mathfrak{L} = \varphi q \sqrt{h}$ 104.

$q = \frac{\mathfrak{L}}{\varphi \sqrt{h}}$ 105.

Die Formeln 103., 104. und 105. sind dieselben, welche *Redtenbacher* aufstellte ⁶¹⁾; derselbe gibt an, dass erfahrungsmäfsig $\varphi = 924$ sei, wofür wohl unbedenklich, der Einfachheit halber, gesetzt werden kann:

$\varphi = 1000$ 106.

Die Frage, ob es berechtigt ist, φ als unveränderlich anzunehmen, mag noch kurz erörtert werden. Der Zähler des Bruches in Gleichung 102. enthält die zweifellos als unveränderlich anzusehenden Theile

$\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1}$, 3600^2 und $2g$, dagegen zweimal den Ausdruck $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}$, welcher veränderlich ist. Man kann jedoch annehmen, dafs t immer gleich gewählt werden wird; alsdann ist der ganze Zähler unveränderlich. Im Nenner sind 1, 20 und $2g$ feste Werthe, κ ein Erfahrungswerth, der für gleich gut angelegte Schornsteine derselbe ist.

Ist q quadratisch oder kreisrund und heifst die Weite des Schornsteins a , so ist, wie schon erwähnt, $\frac{u}{q} = \frac{4}{a}$, somit ist $h \frac{u}{q} = 4 \frac{h}{a}$; es wird daher $h \frac{u}{q}$ constant, so fern $\frac{h}{a}$ unveränderlich ist, und dies hat *Redtenbacher* vorausgesetzt, indem derselbe für die untere Weite a und die kleinere obere Weite a_1 folgende Beziehungen anwendet:

$h = 25 a$, 107.

$a_1 = 0,875 a$, wofür gesetzt werden mag $a_1 = 0,7 a$ 108.

Die Formeln 103. und 105. erhalten alsdann die Gestalt:

$$a = \sqrt[5]{\left(\frac{\mathfrak{L}}{5 \varphi}\right)^2} \text{ oder } a = \frac{\sqrt[5]{\mathfrak{L}^2}}{30} \dots \dots \dots 109.$$

$$h = \frac{5}{6} \sqrt[5]{\mathfrak{L}^2} \dots \dots \dots 110.$$

Was nun endlich das letzte Glied des Nenners $p \frac{2g}{v^2}$ anbetrifft, so ist p , nach früheren Erörterungen, allgemein auszudrücken durch:

$$p = \mathfrak{A} \frac{v_x^2}{2g}, \text{ sonach } p \frac{2g}{v^2} = \mathfrak{A} \frac{v_x^2}{v^2}.$$

Es ist also das in Rede stehende letzte Glied des Nenners in Gleichung 102. immer gleich grofs, wenn die Geschwindigkeit v_x der Luft und des Rauches von dem Eintritte der Luft in die Feuerungs-

⁶¹⁾ REDTENBACHER, F. Der Maschinenbau. Bd. 2. Mannheim 1863. S. 330.

anlage bis zum Schornstein gleich ist der Rauchgeschwindigkeit v des Schornsteines, und wenn \mathfrak{A} , d. h. die Summe aller Factoren, welche mit $\frac{v_x^2}{2g}$ multiplicirt den Widerstand f bis zum Schornstein ergeben, bei allen in Frage kommenden Anlagen denselben Werth hat.

Dies ist natürlich nicht immer der Fall. Man wird voraussetzen dürfen, dafs die Geschwindigkeit v_x des Rauches in den Rauchcanälen im annähernd geraden Verhältnifs zur Geschwindigkeit des Rauches im Schornstein steht; jedoch ist nicht anzunehmen, dafs v_x^2 proportional v^2 sei, noch weniger, dafs das Quadrat der Geschwindigkeit der Luft im Brennstoff sich ähnlich ändere, als v^2 ; hier findet aber ein besonders grosser Widerstand statt.

Im Allgemeinen liefern die Formeln 107., 108., 109. und 110. für mittelgrosse und grosse Anlagen reichliche Werthe, während für kleine Rauchmengen g die Gröfsen a und b ziemlich knapp ausfallen. Da jedoch kleine Schornsteine oben so weit gemacht werden, wie unten, und $h > 25 a$ wird, wegen der Höhe der Gebäude, so ist die Formel 109. auch für kleine Rauchmengen verwendbar.

Selbstverständlich passen die soeben besprochenen Formeln nur für mittlere Verhältniffe; bei besonderen Feuerungsanlagen muss man auf die Formeln 97., 98. 99. und nach Umständen 101. zurückgreifen, so wie einen entsprechenden Zuschlag für das Anheizen (vergl. Art. 126, S. 99) gewähren.

Die Schornsteine der Kamine und der gewöhnlichen Zimmeröfen pflegt man meistens nicht zu berechnen ⁶²⁾. Die Schornsteine der Kamine darf ich hier, da dieselben in Deutschland fast nur in der Form der sog. Kaminöfen, die ähnlich wie die erwähnten Zimmeröfen zu behandeln sind, Verwendung finden, unberücksichtigt lassen.

Für Ofenheizung (und auch für Kochherdfeuerungen) werden gegenwärtig fast nur die sog. engen oder russischen Schornsteine angewendet; dieselben erhalten einen kreisrunden, quadratischen oder rechteckigen Querschnitt. Die lichte Weite solcher Schornsteine wählt man meist zwischen 12 und 25 cm; sie hängt ab von der Gröfse der Feuerung, deren Rauch abzuführen ist, bezw. von der Anzahl Oefen, die an einen und denselben Schornstein angeschlossen werden. Für jeden einzuführenden Zimmerofen können hierbei ungefähr 70 qcm gerechnet werden; ein kleiner Küchenherd erfordert etwa den doppelten Schornsteinquerschnitt; für noch gröfsere Feuerungen muss man den Querschnitt entsprechend vermehren ⁶³⁾.

Für Einzelöfen würde hiernach eine geringere Lichtweite (etwa 9 cm), als das kleinste der oben genannten Mafse genügen. Die in mehreren deutschen Bauordnungen geforderte Minimalweite von 12 cm entsteht, wenn man im Mauerwerk ein Quadrat von $\frac{1}{2}$ Stein Seitenlänge auspart und die Innenflächen des so gebildeten Schornsteines besticht oder verputzt. Werden die Innenflächen nur ausgefugt, so ergibt sich eine lichte Weite von 14 cm.

An einen Schornstein von 12 bis 14 cm Weite können zwei, an einen solchen von 15 cm Weite und darüber drei, bezw. mehr gewöhnliche Oefen angeschlossen werden.

Selbstverständlich muss man, sobald man möglichst enge Schornsteine verwenden will (was zweckmäfsig ist), auf die durch die Lage des Ofens, bezw. die Höhe des Gebäudes bedingte nutzbare Höhe des Schornsteines Rücksicht nehmen, da mit der Zunahme der nutzbaren Höhe die Leistungsfähigkeit desselben, wenn auch nicht in geradem Verhältnifs wächst.

Für gröfsere gewerbliche Feuerstellen, so wie für offene Feuerungen sind sog. weite oder besteigbare Schornsteine in Anwendung zu bringen. Der Querschnitt

158.
Weite
gewöhnl.
Schornsteine.

159.
Russische
Schornsteine.

160.
Besteigbare
Schornsteine.

⁶²⁾ Vergl. übrigens: PLANAT, P. *Chauffage et ventilation des lieux habités*. Paris 1880. S. 149 u. ff.

⁶³⁾ Vergl. BAUMEISTER, R. Normale Bauordnung. Wiesbaden 1887. §. 33, S. 48.

derfelben foll ein Quadrat oder ein wenig davon abweichendes Rechteck bilden und $0,2 \text{ m}$ groß fein. Wird die lichte Weite über 60 cm gewählt, fo find Steigeifen anzubringen.

161.
Ein Schornstein
für mehrere
Oefen.

Es wurde schon angedeutet, daß man mehrere Oefen an einen Schornstein lege. Dies ift, bei entsprechender Leistungsfähigkeit der Schornsteine, unbedenklich, fo lange die Oefen in gleicher Höhe aufgestellt, gleichzeitig in Benutzung find und dafür geforgt wird, daß die einzelnen Rauchfröme bei dem Eintreten in den Schornstein einander nicht ftören. Letzteres erreicht man durch steigende Lage der einzelnen in den Schornstein mündenden Rohre oder durch verschiedene Höhenlage der gegenüberliegenden Mündungen. Die gleichzeitige Benutzung der Oefen ift nicht regelmäsig durchzuführen; sobald einer der Oefen nicht geheizt wird, tritt durch ihn vermöge der Saugkraft des Schornsteines kalte Luft in diesen und beeinträchtigt den Auftrieb deffelben. Gute Oefen gestatten jedoch, wenn ihre Thüren geschlossen find, nur geringen Luftmengen den Eintritt, fo daß die entftehende Störung kaum merklich ift. So findet man, daß vier Oefen und mehr an einen entsprechend hohen Schornstein, der 15 bis 20 cm weit ift, mit Erfolg gelegt find.

Sobald die Oefen in verschiedenen Gefchoffen aufgestellt find, können anderweitige entschieden unangenehme Störungen auftreten, welche ich hier in Rückficht auf den Raum nicht erörtern will, da fie aus der allgemeinen Befprechung der Bewegung der Luft in Canälen abgeleitet werden können ⁶⁴⁾.

Im Allgemeinen ift es fonach am zweckmäsigften, jeder Feuerstelle einen befonderen Schornstein zu geben, meistens aber unzuläufig, in verschiedenen Gefchoffen befindliche Feuerungen an ein und denselben Schornstein zu legen.

Mit den Rauchschornteinen find die Lockfchornteine, welche bestimmt find, Luft aus bestimmten Räumen zu faugen (vergl. Art. 133, S. 107), sehr nahe verwandt, weshalb ich die Berechnung derfelben bis an diese Stelle aufgepart habe.

162.
Lockfchornteine
mit befond.
Feuerstelle.

Fig. 97.

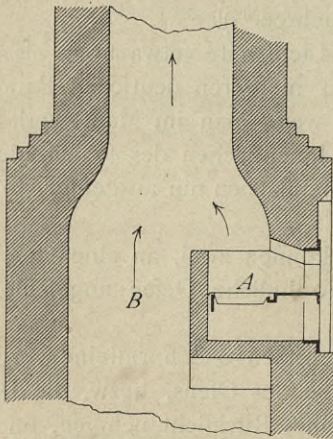
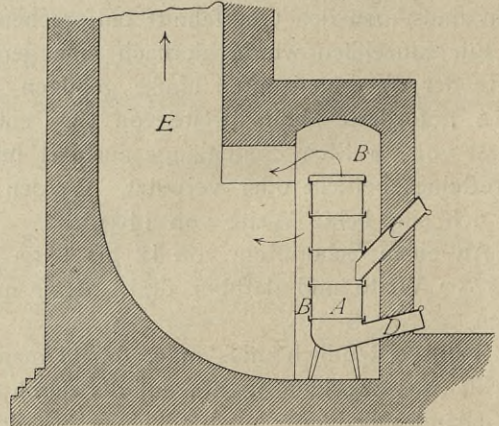
Lockfchorntein mit Lockfeuer. $\frac{1}{100}$ n. Gr.

Fig. 98.

Lockfchorntein mit Lockofen. $\frac{1}{100}$ n. Gr.

Sie bestehen im Allgemeinen in einem Schornstein, in welchem die abzufaugende Luft erwärmt wird.

Fig. 97 zeigt den Durchfchnitt des unteren Theiles eines folchen Lockfchorn-

⁶⁴⁾ Vergl. MEIDINGER. Anleitung zu Verfuchen mit dem Zugapparat. Badifche Gewbztg. 1875, S. 1.

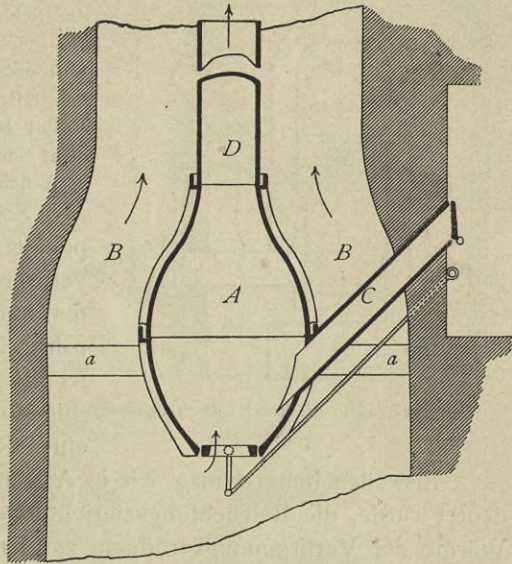
feines. Bei *A* befindet sich eine Feuerstelle, deren Rauch sich mit derjenigen Luft mischt, welche bei *B* aufsteigt. In Folge der Mischung dieser Luft mit den heißen Feuergasen gewinnt die Gesamtheit derselben eine mittlere Temperatur, welche den Auftrieb hervorzubringen hat.

Die Anordnung der Fig. 98 ist günstiger für eine sichere Mischung des Rauches und der angefaugten Luft, also für sichere Erwärmung derselben. Zwei Canäle *B*, welche winkelrecht gegen die Bildfläche gerichtet sind (der eine derselben liegt vor der Bildfläche und ist deshalb hinweggeschnitten), führen die zu fördernde Luft gegen den Ofen *A*. Dieser besteht aus einem lothrechten eisernen Schacht, in welchen der Brennstoff (Coke) mittels der Schlotte *C* eingeworfen wird, während das Reinigen des Feuers und das Speisen desselben mit Luft unter Benutzung des Halbes *D* stattfindet. Die zu fördernde Luft erwärmt sich theils an den sehr warmen Wänden des Ofens; theils erfährt sie ihre Erwärmung durch den aus dem oberen offenen Ende des Ofens entweichenden Rauch. Bei *E* ist das Gemisch hergestellt.

Die Anordnungen der Fig. 97 und 98 bedingen die Zuführung der Luft für Unterhaltung des Feuers von aussen; es wird der Auftrieb des Lockschornsteines benutzt, um das Feuer anzufachen. Vielfach will man die abzufaugende Luft zur Speisung des Feuers benutzen. Alsdann ist durch einen besonderen Schornstein die Bewegung der Luft durch das Feuer zu vermitteln. Fig. 99 verinnlicht eine derartige Einrichtung ⁶⁵⁾. Ein birnenförmiger gusseiserner Ofen, welcher mittels des Schütthalses *C* mit Brennstoff verforgt wird, ist auf zwei im Mauerwerk des Schornsteins befestigte eiserne Träger *a* gestützt. Die zur Verbrennung dienende Luft tritt durch den Boden der Birne ein, wird also der abzufaugenden Luft entnommen; die Rauchgase steigen in dem eisernen Schornstein *D* empor und mischen sich schliesslich mit der Luft, welche der Schornstein *B* enthält und welche vorher schon durch die heißen Wandungen des Ofens erwärmt wurde.

Den Rauch irgend einer Feuerungsanlage, welcher noch eine entsprechend hohe Temperatur besitzt, benutzt man ebenfalls zur Erwärmung der Lockschornsteine, indem man denselben in einem eisernen Schornstein aufsteigen lässt, welcher in dem Lockschornstein Platz gefunden hat, oder ihn mit der abzufaugenden Luft sich mischen lässt. Kann man nicht auf das Vorhandensein genügender Temperaturen rechnen, so oft der Zug- oder Lockschornstein thätig zu sein hat, so bringt man wohl einen besonders zu heizenden Lockofen an. Fig. 100 verinnlicht eine derartige Anordnung, wie sie in der *Charité* in Berlin in Gebrauch ist.

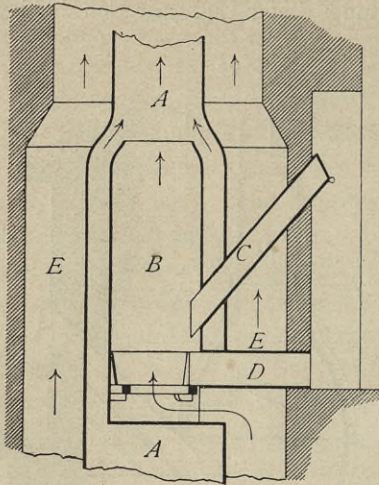
Fig. 99.

Lockschornstein mit Lockofen ⁶⁵⁾. 1/50 n. Gr.

163.
Erwärmung
durch Rauch-
Locköfen.

⁶⁵⁾ Polyt. Journ., Bd. 222, S. 15.

Fig. 100.



Lockfornstein mit Rauch-Lockofen.

164.
Erwärmung
durch
Leuchtgas.

A bezeichnet den Schornstein für den Rauch, welcher in der Regel allein die Beheizung des Lockfornsteines zu übernehmen hat oder doch eine erhebliche Wärmemenge zu dem Zwecke abzugeben vermag. In einer Erweiterung des Schornsteins *A* ist der Lockofen *B* aufgestellt, welcher mit Hilfe der Schlotte *C* mit Brennstoff gespeist, dessen Feuer von *D* aus geschürt und dessen Verbrennungsluft der abzufaugenden Luft entzogen wird. Der Rauch des Schornsteins *A* mischt sich mit dem Rauch des Lockofens über dem letzteren und erfährt hierdurch die erforderliche Erwärmung, welche dazu dient, unter Vermittelung der Wände des Schornsteins *A* die in *E* sich bewegende, abzufaugende Luft zu erwärmen.

So fern Leuchtgas zur Verfügung steht, empfiehlt sich zuweilen, dieses in dem Schornstein zu verbrennen, um den geforderten Auftrieb zu schaffen. Man legt die mit Brennern versehenen Gasrohre in Schornsteine von kreisförmigem Querschnitt in Form eines Kreises oder einer Spirale (Fig. 101), in rechteckige Schornsteine in Gestalt eines Rechens (Fig. 102).

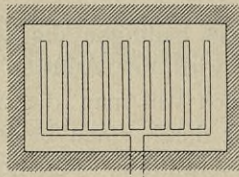
Bisweilen benutzt man, wie in Art. 28, S. 22 und Art. 85, S. 73 bereits angedeutet wurde, die Beleuchtungseinrichtungen für den gleichen Zweck, indem man die Wärme der Verbrennungsproducte zur Erzeugung des Auftriebes verwendet.

Es follte der Rauch der Leuchtflammen in den zur Luftabführung dienenden

Fig. 101.



Fig. 102.



Schlot, welcher dicht über dem Fußboden mündet, geführt werden, um diesen zu erwärmen, so daß die Luftabführung möglichst zugfrei erfolgt (vergl. Art. 117, S. 94). Bei mäßiger Luftabführung, guter Einrichtung und sorgfältiger Ueberwachung derselben ist jedoch eine theilweise Abfaugung durch die Decke, bezw. über den Beleuchtungsflammen zulässig.

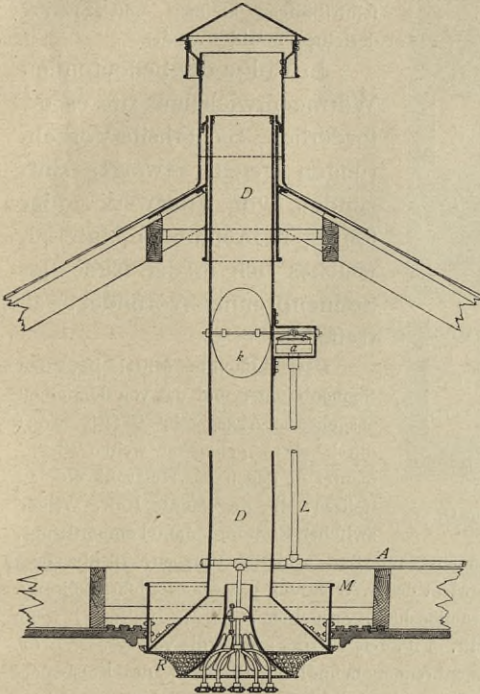
Das in Fig. 27, S. 21 dargestellte Globus- oder Ventilationslicht von *Rickets* erfüllt, wenn auch in geringem Mafse, diesen Zweck, indem unmittelbar unter der Decke Luft aus dem erleuchteten Raume angefaugt und in dem ringförmigen Raume zwischen den concentrischen Rohren *D* und *E* abgeführt wird.

Wirksamere, aber auch leichter Zug verurfachend, ist der in Art. 28, S. 22 vorgesehrene Sonnenbrenner. Das Abzugsrohr *D* des in Fig. 29 dargestellten Sonnenbrenners führt nicht nur die Verbrennungsgase hinweg, sondern faugt auch einen nicht geringen Theil der im darunter befindlichen Raume enthaltenen Luft ab; fernere nicht unbeträchtliche Luftmengen fördert der das Rohr *D* concentrisch umschließende Schacht *F*. Aehnlich wirkt die Anordnung nach Fig. 103; die anzufaugende Luft tritt hierbei auch durch die Deckenrosette *R* in das Abführungsrohr *D* ein. An Stelle des Rohres *F* tritt bei großen, vielflammigen Sonnenbrennern ein weiterer Schacht *S*, der zweckmäßig nach Art der Fig. 104 eingerichtet werden kann; alsdann ist die Wirksamkeit die gleiche, wie bei den vorher gedachten Lockfornsteinen mit innen gelegenen Rauchrohren.

Einrichtungen, wie die eben erwähnten, können nur Anwendung finden, wenn

165.
Erwärmung
durch
Sonnenbrenner.

Fig. 103.



Ventilations-Sonnenbrenner von *Strode & Co.* in London.
1/35 n. Gr.

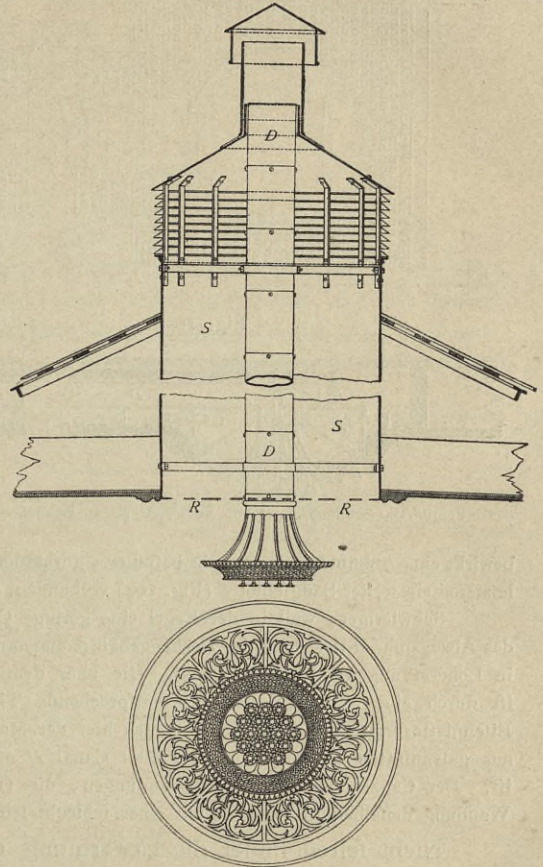
es statthaft ist, durch den Raum, der über dem durch Sonnenbrenner erleuchteten Locale gelegen ist, Schloten etc. zu führen. Geht dies nicht an, so werden die Verbrennungsgase und die angefaugte Luft zunächst in einem horizontalen Canal *D* (Fig. 105 u. 106), welcher innerhalb der Deckenconstruction untergebracht ist, geführt und von hier aus in den seitlich gelegenen, lothrechten Saugschlot *V* geleitet.

Solche Einrichtungen functioniren natürlich nur, wenn die Beleuchtungsflammen in Thätigkeit sind. Brennen die letzteren nicht, so können durch die darüber gelegenen Abzugsrohre etc. in unerwünschter Weise kalte Luftströmungen in den darunter befindlichen Raum Eintritt finden. Um dies zu verhüten, hat man in den gedachten Rohren Drosselklappen oder Schieber angebracht, welche jedesmal zu schliessen sind, sobald die Sonnenbrenner ausgelöscht werden. Da indess bei solcher Anordnung in Folge der Nachlässigkeit des Bedienungsperfonals leicht Störungen und Unfälle (selbst Explosionen) eintreten können, hat man auch selbstthätige Apparate angewendet.

Fig. 103 zeigt eine solche, der Firma *Strode & Co.* in London patentirte selbstthätige Einrichtung. Vom Gaszuführungsrohr *A* zweigt ein lothrecht Rohr *L* ab, welches in die Büchse *a* mündet; in letzterer kann sich eine Glocke *c* auf- und abbewegen, und durch Quecksilber ist ein Abschluss des in dieser Glocke angeammelten Gases nach aussen bewirkt. Die Glocke ist durch eine Hebelüberfetzung mit der Drosselklappe *k* so verbunden, daß sich letztere öffnet, sobald erstere emporsteigt. Findet kein Gaszufluß statt, so nimmt die Glocke die tiefste Lage ein, und die Drosselklappe *k* sperrt das Abzugsrohr *D* ab. Soll der Sonnenbrenner functioniren und läßt man zu diesem Ende Gas zufrömen, so hebt sich die Glocke und öffnet sich dadurch die Klappe.

Ist um das Rohr *D* ein weiterer Saugschlot *S* (Fig. 104) angeordnet, so können auch in diesem

Fig. 104.



Ventilations-Sonnenbrenner von *Strode & Co.* in London.
1/35 n. Gr.

Fig. 105.

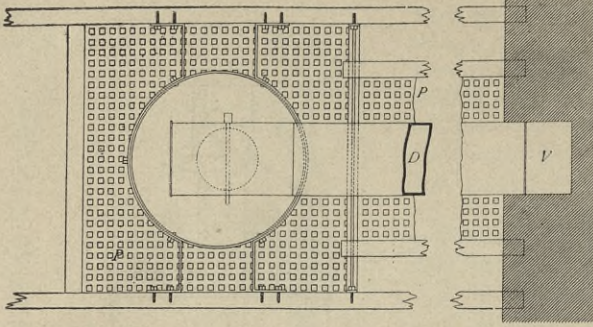
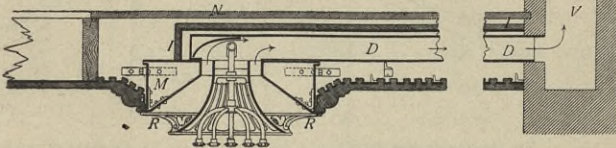


Fig. 106.



Ventilations-Sonnenbrenner von *Strode & Co.* in London. 1/35 n. Gr.

ringförmige Verschlussklappen angebracht und in gleicher Weise ein selbstthätiges Oeffnen und Sperren derselben bewirkt werden.

In Folge der bedeutenden Wärmeentwicklung ist es erforderlich, Sicherheits-Vorkehrungen gegen etwaiges Entzünden von Holzwerk oder sonstigem brennbaren Material, welches sich in der Nähe der Sonnenbrenner vorfindet, zu treffen.

Das einfachste Mittel ist, den Sonnenbrenner und das von demselben ausgehende Abzugsrohr *D* (Fig. 103) durch einen genügend weiten Blechmantel *M* gegen das Holzwerk etc. zu isoliren; die angefaugte Luft, welche zwischen Rohr und Mantel emporfrömt,

bewirkt eine Abkühlung der von ihr befüllten, durch den Sonnenbrenner stark erhitzten Flächen. Ist über dem letzteren ein weiter Saugfchlot *S* (Fig. 104) vorhanden, so bewirkt dessen Wandung die erforderliche Ifolirung.

Schwieriger, weil in der Regel eine geringe Constructionshöhe vorhanden, ist die Ifolirung, wenn das Abzugsrohr *D* innerhalb des Deckengebälkes angeordnet ist. Fig. 105 u. 106 zeigen die von *Strode & Co.* in London angewandte Einrichtung. Die über dem Sonnenbrenner befindliche Partie *N* des Fußbodens ist durch eine Schieferplatte, der entsprechende Theil *P* der Deckenschalung durch eine durchlochte Eisenplatte ersetzt. Zunächst dient auch hier der Mantel *M* zur Sicherung, von dem aus ein horizontaler, aus galvanisirtem Eisenblech hergestellter Canal *D* nach jener Mauer führt, in der der Schlot *V* gelegen ist. Der Canal *D* hat doppelte Wandungen, die eine Luftifolirschicht zwischen sich lassen; die äußere Wandung desselben ist überdies mit einer schlecht leitenden Cementfchicht *I* bedeckt.

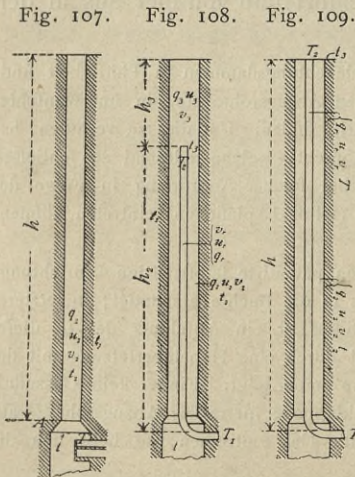
Nicht selten findet die Erwärmung der Lockschornsteine mittels solcher Heizkörper statt, welche mit heißem Wasser oder Dampf gefüllt sind; man ist alsdann im Stande, die Lockschornsteine aus Holz zu machen.

Wie auch die Anordnung der Lockschornsteine fein mag, so findet die Erwärmung der abzufaugenden Luft statt: an einer Stelle, oder längs eines Theiles der nutzbaren Höhe oder längs der ganzen nutzbaren Höhe desselben. Es lassen sich daher sämtliche Lockschornsteine durch die drei schematischen Figuren 107, 108 und 109 verinnlichen.

Die erforderliche Zugkraft p ist als bekannt vorauszusetzen; sie wurde berechnet auf Grund der früheren Erörterungen (Art. 153, S. 126). In Fig. 107 tritt bei *A* zu der Luftmenge Q , deren Temperatur t und deren Druck um p geringer ist als derjenige der äußeren Atmosphäre, der Rauch, dessen Gewicht stündlich Q Kilogr. und dessen Temperatur T Grad beträgt. Die specifische Wärme c werde für beide zu 0,24, das Gewicht γ_0 von 1 cbm Luft wie dasjenige von 1 cbm Rauch bei 0 Grad gleich 1,3 kg angenommen.

166.
Erwärmung durch Wasser u. Dampf.

167.
Lockschornsteine ohne Rauchrohr.



Alsdann ist die zu fördernde Gasmenge $\mathfrak{L} + Q$, fonach die Temperatur derselben bei A , da $(\mathfrak{L} + Q) c t_2 = \mathfrak{L} c t + Q c T$ ist,

$$t_2 = \frac{\mathfrak{L} t + Q T}{\mathfrak{L} + Q}; \dots \dots \dots 111.$$

ferner erhält man:

$$Q = \mathfrak{L} \frac{t_2 - t}{T - t_2} \dots \dots \dots 112.$$

fo wie $\mathfrak{L} + Q = \mathfrak{L} \left(1 + \frac{t_2 - t}{T - t_2}\right)$ oder $\mathfrak{L} + Q = \mathfrak{L} \frac{T - t}{T - t_2} \dots \dots \dots 113.$

Während das Gemisch bis zur Mündung B des Schornsteins strömt, verliert dasselbe einen Theil seiner Wärme durch die Wände des Schornsteins, so dass seine Temperatur auf t_3 Grad sinkt. Der Wärmeverlust sei proportional dem Temperaturunterschied des Schornsteininneren und Schornsteinäusseren, ferner der inneren Oberfläche des Schornsteins $\frac{u_2 + u_3}{2} h$; die stündlich von 1qm bei 1 Grad Temperaturunterschied verloren gehende Wärme heiße k , alsdann ist

$$(\mathfrak{L} + Q) c t_2 - (\mathfrak{L} + Q) c t_3 = k h \frac{u_2 + u_3}{2} \left(\frac{t_2 + t_3}{2} - t_1\right),$$

woraus in derselben Weise, wie bei Entwicklung der Formel 101. gezeigt wurde, die Gleichung entsteht:

$$\frac{t_2 + t_3}{2} = \frac{2 (\mathfrak{L} + Q) c t_2 + k h \frac{u_2 + u_3}{2} t_1}{2 (\mathfrak{L} + Q) c + k h \frac{u_2 + u_3}{2}} \dots \dots \dots 114.$$

Die Geschwindigkeit v_2 bei A berechnet sich zu:

$$v_2 = \frac{\mathfrak{L} + Q}{q_2 \cdot 3600 \frac{1}{1 + \alpha t_2}} \dots \dots \dots 115.$$

und diejenige an der Mündung des Schornsteins zu

$$v_3 = \frac{\mathfrak{L} + Q}{q_3 \cdot 3600 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_3}} \dots \dots \dots 116.$$

Indem man auf Grund der Ausdrücke die Bewegungshindernisse und den Auftrieb berechnet, zu ersteren p addirt und den Ausdruck für den Auftrieb demjenigen für alle Bewegungshindernisse einschliesslich p entgegengesetzt, erhält man eine Gleichung, welche behuf Auffindung von h oder q oder T etc. zu lösen wäre. Dieselbe wird, wie leicht zu übersehen, sehr zusammengesetzt, weshalb vorzuziehen ist, vorläufig den Temperaturverlust $t_2 - t_3$ nicht zu berechnen, sondern zunächst durch Schätzung zu berücksichtigen, auch $q_2 = q_3$, $u_2 = u_3$, $v_2 = v_3$ zu setzen.

Die Formeln 97. und 99. sind dann ohne Weiteres zu verwenden, nachdem für t das Zeichen t_2 , für \mathfrak{L} die Summe $\mathfrak{L} + Q$, für u und q die Grössen u_2 , bzw. q_2 eingeführt sind. Dieselben lauten alsdann:

$$h = \frac{(\mathfrak{L} + Q)^2 + 2 g q_2^2 \cdot 3600^2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} p}{\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2}\right) 2 g q_2^2 \cdot 3600^2 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} - \pi \cdot 20 \frac{u_2}{q_2} (\mathfrak{L} + Q)^2} \dots \dots \dots 117.$$

und

$$q = \frac{\mathcal{Q} + Q}{3600} \sqrt{\frac{(1 + \alpha \cdot 20 \cdot h \frac{u_2}{q_2})}{\left[h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\} - p \right] 2 g \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2}}} \quad 118.$$

Das rechnerische Verfahren mag noch durch ein Beispiel erläutert werden.

Der Widerstand bis zum Fufse eines Schornsteins, welcher stündlich $\mathcal{Q} = 7200$ kg Luft der Temperatur $t = 20$ Grad fördern soll, sei zu $p = 8$ kg auf Grund der früheren Erörterungen gefunden. Die Erwärmung soll mittels Cokefeuer stattfinden; fonach darf (vergl. die Tabelle in Kap. 8 unter a.), da eine gute Ausführung vorausgesetzt wird, auf eine Rauchttemperatur von 1300 Grad gerechnet werden. In Rückficht auf den unvermeidlichen Wärmeverlust durch die Wände des Schornsteines soll jedoch vorläufig $T = 1200$ Grad gesetzt werden. Der Schornstein soll auch an heißen Sommertagen, nämlich bei $t_1 = +30$ Grad im Freien die genannte Luftmenge fördern. Die örtlichen Verhältniffe mögen rätlich erscheinen lassen, dafs der Schornstein etwa 45 m hoch wird; α sei $= 0,001$; t_2 werde zu 100 Grad angenommen. Alsdann berechnet sich mit Hilfe der Gleichung 113.

$$\mathcal{Q} + Q = \mathcal{Q} \frac{T - t}{T - t_2} = 7200 \frac{1200 - 20}{1200 - 100} = 7724 \text{ kg.}$$

Der Schornstein soll quadratischen Querschnitt erhalten, $\frac{u_2}{q_2}$ werde $= 4,4$ geschätzt; fodann wird nach 118.

$$q = \frac{7724}{3600} \sqrt{\frac{1 + 0,001 \cdot 20 \cdot 45 \cdot 4,4}{45 (1,16 - 0,95) - 8 \cdot 19,6 \cdot 0,95}}$$

$$q_2 = 0,92 \text{ qm, } a = 0,96 \text{ m.}$$

$\frac{u_2}{q_2} = 4,2$; fonach ist $\frac{u_2}{q_2}$ um Weniges zu ungünstig gewählt. Würde man großen Werth auf eine etwas geringere Schornsteinweite legen, so wäre $\frac{u_2}{q_2}$ verfuhsweise zu 4,3 anzunehmen und wie vorhin zu verfahren fein.

Zur Prüfung des Rechnungsergebniffes möge Gleichung 117. benutzt werden. Es ist:

$$h = \frac{7724^2 + 19,6 \cdot 0,92^2 \cdot 3600^2 \cdot 0,95 \cdot 8}{(1,16 - 0,95) 19,6 \cdot 0,92^2 \cdot 3600^2 \cdot 0,95 - 0,001 \cdot 20 \cdot 4,2 \cdot 7724^2} = 44,7 \text{ m.}$$

Man sieht hieraus, dafs die zu ungünstige Schätzung des $\frac{u_2}{q_2}$ die Möglichkeit gewährt, die Schornsteinhöhe 0,3 m geringer als ursprünglich geplant zu machen.

Der im Gebäude unterzubringende Schornstein würde nach dem nächstliegenden Steinmafe eine etwas größere Weite — vielleicht 1,05 m — erhalten; würde dagegen der Schornstein freistehend ausgeführt werden sollen, so würde man denselben zur Erreichung der nöthigen Stabilität wahrfeinlich unten weiter machen. Es sei beispielsweise die Mündungsweite $a_3 = 0,92$ m genommen, dagegen die Weite am Fufs $a_2 = 1,18$ m gewählt, ferner die durchschnittliche Wandstärke zu 0,51 m bestimmt. Die Innenfläche ist alsdann $\frac{0,92 + 1,18}{2} \cdot 4 \cdot 45 = 189$ qm, die Außenfläche etwa doppelt so groß. Wird der Wärmeverlust der Innenfläche proportional gesetzt, so muß bei dem vorliegenden abgekürzten Verfahren das h (vergl. Art. 72, S. 65) für eine Wand von 2 Steinflächen 1 $\frac{1}{2}$ -fach genommen werden, so dafs im heißen Sommer der Wärmeverlust $= 1,65 \cdot 189 (100 - 30) = \infty 21800$ Wärmeeinheiten. Der geschätzte Wärmeverlust betrug aber $100 \cdot 524 \cdot 0,24 = 12570$ Wärmeeinheiten, d. h. der Wärmeverlust ist nicht unerheblich größer, als angenommen. Die Mafse des Schornsteines wurden nun berechnet nach +30 Grad Außen-

temperatur; sobald diese sinkt, wächst der Auftrieb und zwar in höherem Mafse als der Temperaturverlust. Man wird deshalb einen größeren Brennstoffverbrauch für die warmen Sommertage sich gefallen lassen, welcher für $t_1 = 30$ Grad nicht, wie bisher, nur 524 kg Rauchgafe, sondern $524 + \frac{21800 - 12570}{0,24 \cdot 1300} =$

$524 + \infty 30 \text{ kg} = 554 \text{ kg}$ zu erzeugen hat, so dafs statt (vergl. Tab. in Kap. 8 unter a.) $\frac{524}{21,5} = 24,4$ nunmehr

$\frac{554}{21,5} = 25,7 \text{ kg}$ Coke stündlich gebraucht werden, oder man wird die ganze Rechnung nochmals vornehmen.

Die Berechnung der zweiten Lockschornsteinart, welche Fig. 108 versinnlicht, ist weniger einfach; sie ist ohne weit gehende Schätzungen nicht durchzuführen, weshalb hier zunächst die Berechnung des Schornsteins, welchen Fig. 109 darstellt, erörtert werden soll, um auf Grund der gewonnenen Ergebnisse im Verein mit denjenigen des bereits behandelten Schornsteins das Verfahren für den erstgenannten Schornstein abkürzen zu können.

Auch die Berechnung des Lockschornsteins, in welchem die Erwärmung der Luft längs der ganzen Höhe stattfindet, bedingt eine Zahl schätzungsweise gewählter Werthe, die, nachträglich geprüft, nach Umständen anders gewählt werden müssen.

Es bezeichnen (vergl. Fig. 109), ähnlich wie bisher, h die Höhe des Schornsteins (in Met.), q_2 den freien Querschnitt desselben, u_2 den mittleren Umfang desselben, der zusammengesetzt ist aus dem Umfang u_r (q_r) des Rauchrohres und dem inneren Umfang des eigentlichen Schornsteins, v_2 die mittlere Geschwindigkeit der Luft, t die Anfangs-, t_3 die End-, t_2 die mittlere Temperatur der zu fördernden Luft, wobei $t_2 = \frac{t + t_3}{2}$ ist, \mathcal{Q} die stündlich zu fördernde Luftmenge (in Kilogr.), T_1 die Anfangs-, T_2 die Endtemperatur und Q das Gewicht des Rauches, F die Heizfläche des Rauchrohres = $h u_r$ und t_1 die Temperatur der freien Luft. Alsdann ist der zur Verfügung stehende Auftrieb (vergl. Gleichung 83., S. 106):

$$= \gamma_0 \left\{ \frac{-h}{1 + \alpha \frac{t + t_3}{2}} + \frac{h}{1 + \alpha t_1} \right\} \text{ oder } = h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\}.$$

Der im Schornstein zu überwindende Widerstand, einschliesslich des am Fusse desselben auftretenden $\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{2g} \right)$ ist, wenn man im letzteren Ausdrucke $t = t_2$ annimmt, unter Benutzung der Gleichung 57_a. (S. 96)

$$= \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \left\{ 1 + 20 \times h \frac{u_2}{q_2} \right\} \frac{v^2}{2g}$$

Hierzu tritt der besonders berechnete Widerstand p , welcher jenseits des Schornsteinfusses überwunden werden muss, so dass

$$h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \left\{ 1 + 20 \times h \frac{u_2}{q_2} \right\} \frac{v_2^2}{2g} + p \quad . \quad 119.$$

Nach Gleichung 88. (S. 121) ist $v_2 = \frac{\mathcal{Q}}{3600 q_2} \frac{1 + \alpha t_2}{\gamma_0} \dots \dots \dots 120.$

Man muss nun, mit Hilfe des bekannten p , der gewählten Temperaturen t_1 und t_3 und des feiner Grösse nach geschätzten Ausdrucks $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \left\{ 1 + 20 \times h \frac{u_2}{q_2} \right\} \frac{v_2}{2g}$ aus 119. vorläufig h berechnen.

Es ist ferner die zur Hervorbringung der Temperatur t_3 erforderliche Wärmemenge:

$$(t_3 - t) \mathcal{Q} \cdot 0,24 = (T_1 - T_2) Q \cdot 0,24 = W \dots \dots \dots 121.$$

Auch hier ist T_2 zu schätzen, so dass, da T_1 bekannt ist,

$$Q = \mathcal{Q} \frac{t_3 - t}{T_1 - T_2} \dots \dots \dots 122.$$

Zur Berechnung der Fläche F des Rauchrohres, welche die Wärmemenge W zu übertragen hat, dient Gleichung 38. (S. 57), welche hier lautet:

$$F = \frac{W}{k} \frac{1}{\left(\frac{T_1 + T_2 - (t + t_3)}{2} \right)}$$

oder, da $u_r h = F$,

$$u_r = \frac{(t_3 - t) \mathcal{Q} \cdot 0,24}{k \left\{ \frac{T_1 + T_2 - t - t_3}{2} \right\} h} \dots \dots \dots 123.$$

Mit Hilfe von \mathcal{Q} aus 122. und h aus 119., so wie des als bekannt voraussetzenden Widerstandes, welchen der Rauch bis zum Fusse des Schornsteines

findet, und einer vorläufigen Annahme der Querschnittsform ist inzwischen q_r berechnet worden (vergl. Gleichung 99., S. 129), worauf zu vergleichen ist, ob die berechneten Umfang u_r und Querschnitt q_r in Uebereinstimmung zu bringen sind mittels eines glatten runden oder gerippten runden Rauchrohrquerschnittes (Fig. 110) oder eines Querschnittes, welcher gewonnen wird, indem man gerippte oder glatte Wände in dem gemauerten Schornstein anbringt (Fig. 111), wobei nicht zu übersehen ist, daß ein größerer als der berechnete Querschnitt q_r nicht schadet, so lange man innerhalb einer mäßigen Vergrößerung bleibt.

Fig. 110.

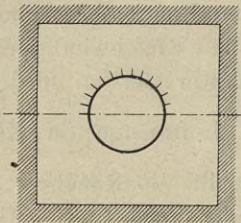
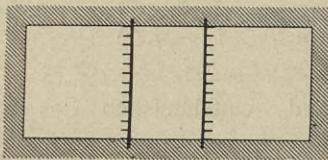


Fig. 111.



Nummehr liefern die Formeln 119. und 120.

Anhalt zu weiterer Rechnung, indem man $\frac{u_2}{q_2}$ vorläufig schätzt. Man erhält aus denselben zunächst:

$$h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\} - p = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \left\{ 1 + 20 \times h \frac{u_2}{q_2} \right\} \frac{\mathcal{Q}^2}{3600^2 q_2^2 \cdot 2g \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right)^2}$$

und ferner:

$$q_2 = \frac{\mathcal{Q}}{3600} \sqrt{ \frac{1 + 20 \times h \frac{u_2}{q_2}}{h \left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right) - p \left\{ 2g \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\}} } \dots \dots 124.$$

Man hat zunächst zu prüfen, ob $\frac{u_2}{q_2}$ dem geschätzten Werth entspricht und ferner, ob q_2 überhaupt brauchbar ist, sonach unter Umständen die Rechnung zu wiederholen.

Die Bedingungen des vorigen Beispiels mögen im Allgemeinen der Berechnung eines Lockschornsteines nach Fig. 109 zu Grunde gelegt werden, d. h. es sollen stündlich $\mathcal{Q} = 7200$ kg Luft, die $t = 20$ Grad warm ist, bei der Temperatur $t_1 = + 30$ Grad des Freien und dem Widerstande $p = 8$ kg am Fusse des Schornsteines gefördert werden. Aus dem Vergleiche der Formel 119. mit der früher benutzten Gleichung 93. und den Rechnungsergebnissen des früheren Beispiels ergibt sich sofort, daß man t_2 etwa so groß machen muß, als die früher gewählte Endtemperatur, also etwa = 100 Grad, so daß $t_3 = 2 t_2 - t$ also $t_3 = 180$ Grad wird.

Es werde alsdann $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \left\{ 1 + 20 \times h \frac{u_2}{q_2} \right\} \frac{v_2^2}{2g}$ zu 1,45 kg geschätzt, so daß:

$$h \{ 1,16 - 1,95 \} = 1,45 + p \text{ und } h = 45 \text{ m wird.}$$

Um noch eine nennenswerthe Wärmeüberführung in den oberen Theilen des Rauchrohres zu erhalten,

wird T_2 mindestens = 200 Grad sein müssen. T_1 werde aus früher erörterten Gründen, und weil der Wärmeverlust wegen der voraussichtlich größeren Weite des gemauerten Schornsteins gegenüber dem früher berechneten größer ausfallen wird, zu nur 1100 Grad angenommen; fodann gewinnt man aus 122.:

$$Q = 7200 \frac{180 - 20}{1100 - 200} = 1280 \text{ kg,}$$

und aus 121.:

$$W = (180 - 20) 7200 \cdot 0,24 = 276\,480 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Wählt man nun, nach der Tabelle S. 66, den Coefficienten k (Wärmetüberführung aus Rauch durch glatte gußeiserne Wand in Luft) zu 9, so wird nach Formel 123.

$$u_1 = \frac{276\,480}{9 \left\{ \frac{1300 - 200}{2} \right\} 45} = 1,24 \text{ m.}$$

Das Feuer befindet sich am oder im Fusse des Schornsteins; somit ist der Widerstand, welchen der Rauch findet, gering, und ein kreisförmiger Rauchrohrquerschnitt, dessen Durchmesser $0,4 \text{ m}$ dem berechneten Umfange entspricht, zur erfolgreichen Abführung des Rauches genügend, so daß in diesem Falle die Rechnung erpart werden kann.

$\frac{u_2}{q_2}$ werde nunmehr zu $5,5$ geschätzt, alsdann ist nach 124.

$$q_2 = \frac{7200}{3600} \sqrt{\frac{1 + 20 \cdot 0,001 \cdot 45 \cdot 5,5}{\left[45 \left\{ 1,16 - 0,95 \right\} - 8 \right] 19,6 \cdot 0,95}} = 0,94 \text{ qm.}$$

Ein quadratischer Schornstein erhalte sonach, unter Berücksichtigung des vom Rauchrohr eingenommenen Querschnittes, die Weite $a = 1,0 \text{ m}$, so daß

$$\frac{u_2}{q_2} = \frac{1,0 \cdot 4 + 1,24}{0,94} = 5,58$$

wird. Es war also $\frac{u_2}{q_2}$ richtig geschätzt. Die Controlrechnung in Bezug auf die Wärmeverluste mag hier unterlassen bleiben; aufmerksam mache ich jedoch auf den Brennstoffverbrauch.

Der Lockschornstein mit unmittelbarer Mischung von Luft und Rauch gebrauchte (vergl. S. 138)

524 kg Rauch und $\frac{524}{21,5} = 24,4 \text{ kg}$ Coke; der Lockschornstein mit ganzem Rauchrohr verlangt dagegen:

1280 kg Rauch und $\frac{1280}{21,5} = \infty 60 \text{ kg}$ Coke in jeder Stunde. Derselbe ist sonach wesentlich theurer zu unterhalten, als ein Schornstein, in welchem sich Rauch und Luft unmittelbar mischen.

Was nun endlich den Lockschornstein mit kurzem Rauchrohr (Fig. 108) betrifft, so kann ich mich hier mit allgemeinen Anführungen begnügen. Man berechnet den oberen Theil h_3 zunächst nach den zum ersten Schornstein (Fig. 107) gegebenen Regeln, indem man einen Theil des p schätzungsweise der Höhe h_2 zu bewältigen überläßt. Hierdurch gewinnt man einen Anhalt für die erforderliche Rauchmenge, so wie die Temperaturen des Rauches. Nunmehr berechnet man den Theil h_2 und vergleicht, ob die gemachten Annahmen zulässig waren oder nicht, und wiederholt nach Umständen das Verfahren so oft, bis befriedigende Uebereinstimmung erzielt wird. Zu vergessen ist nicht, daß häufig die zur Verbrennung dienende Luft der Luftmenge Q entnommen wird (vergl. Fig 99 und 100), so daß sich Q um einiges verringert.

Wenn Rauch, welcher bereits zu anderen Zwecken verwendet wurde, bestimmt ist, einen Theil seiner Wärme zur Erwärmung der abzufaugenden Luft herzugeben, so kennt man sowohl die Rauchmenge, als auch die Rauchttemperatur und hat hier nach zu berechnen, was mit der verfügbaren Wärmemenge zu erreichen ist.

Der Betrieb der Lockschornsteine mit Rauchrohr ist, wie durch ein Beispiel erörtert wurde, bei weitem kostspieliger, als der Betrieb solcher, in denen die Erwärmung der Luft sofort bei ihrem Eintritte in den Schornstein nahezu an einem Punkte erfolgt. Die Betriebskosten des Lockschornsteins mit kurzem Rauchrohr fallen zwischen diejenigen der beiden vorher genannten Schornsteinarten.

169.
Lockschornstein
mit kurzem
Rauchrohr.

170.
Vergleich der
drei
Anordnungen.

Eigenthümlicher Weise finden trotzdem Lockschornsteine mit ganzem Rauchrohr sehr häufig Verwendung. Wenn man für dieselben geltend macht, daß sie gegen das Zurücktreten des Rauches in die zu lüftenden Räume Sicherheit bieten, so ist dem gegenüber zu bemerken, daß man in fast allen Fällen durch zweckmäßige Anlage des Schornsteins und der Canalmündungen in demselben, so wie durch Verwendung eines Aufsatzes, welcher die Einflüsse der Windströmungen unschädlich macht, dieselbe Sicherheit gewinnen kann. Sollten aber in besonderen Fällen Bedenken übrig bleiben, so bleibt unter allen Umständen die Möglichkeit, die gesammte Heizfläche am Fusse des Schornsteines zusammen zu drängen, indem man durch die Rauchgase unmittelbar erwärmte Oefen aufstellt, denen dann ein gefonderter gemauerter Schornstein gegeben wird, oder mittels Wasser oder Dampf erwärmte Heizkörper verwendet. Die erforderlichen Brennstoffmengen werden hierdurch erheblich vermindert. Die Berechnung derartiger Anlagen findet nach dem Verfahren statt, welches für an einem Punkte erwärmte Schornsteine besprochen wurde; die Höhenlage dieses Punktes, der zwischen dem oberen und unteren Ende des oder der Heizkörper liegt, ist nach Art. 130, S. 105 zu bestimmen, bzw. zu schätzen.

171.
Höhe
der
Schornsteine.

Aus den gegebenen Formeln, so wie aus den berechneten Beispielen geht ferner hervor, daß die Höhe h des Schornsteins eine hervorragende Rolle spielt. Will man mit niedrigen Lockschornsteinen eine nennenswerthe Wirkung hervorbringen, so muß die Temperatur der abgeführten Luft eine große werden, d. h. es wird sehr viel Brennstoff gebraucht. Daher ist es allein zweckmäßig — da die Höhenlage der Schornsteinmündung gegenüber den übrigen Bauwerken ein gewisses von baulichen Rücksichten abhängendes Maß nicht überschreiten darf — die Luftabführungsanäle möglichst tief in dem Lockschornstein münden zu lassen, so wie an diesem tief liegenden Orte die Erwärmungseinrichtung anzubringen.

172.
Betriebs-
kosten.

In Bezug auf die Berechnung der Masse der Flügelgebläse verweise ich auf das in Art. 142, S. 116 Gesagte.

Die Betriebskosten der stündlichen Förderung jener 7200 kg Luft betragen täglich oder in 24 Stunden:

1) Bei Verwendung eines Flügelgebläses, da die erforderliche Kraft nach Formel 84.

$$N = \frac{7200 \gamma}{100\,000} = 0,576 \text{ Pferdestärken,}$$

oder wegen des bei der Kleinheit des Gebläses geringeren Wirkungsgrades etwa 1 Pferdestärke beträgt, so fern man eine Gaskraftmaschine verwendet:

für Brennstoff etwa	6,00 Mark.
» Schmieröl, Kühlwasser u. dergl.	1,10 »
» Bedienung	1,00 »
» Abschreibung und Zinsen	0,60 »
	<hr/>
	zusammen 8,70 Mark.

2) Bei Verwendung eines Lockschornsteins nach Fig. 107 (S. 137), wenn 100 kg Coke 1,60 Mark kosten:

für Brennstoff	9,37 Mark.
» Bedienung	1,00 »
» Abschreibung und Zinsen	1,00 »
	<hr/>
	zusammen 11,37 Mark.

3) Bei Verwendung eines Lockschornsteins nach Fig. 109 (S. 137):

für Brennstoff	23,04 Mark.
» Bedienung	1,20 »
» Abschreibung und Zinsen	1,20 »
	<hr/>
	zusammen 25,44 Mark.

Die Verwendung des Leuchtgases als Brennstoff würde noch theurer zu stehen kommen.

b) Lage und Längenprofil.

Wiederholt wurde darauf hingewiesen, daß die Canäle möglichst gegen Wärmeverluste zu schützen seien. Dies hat allgemeine Gültigkeit für warme Luft und Rauch. Man wird daher die betreffenden Canäle trocken halten, da die andernfalls eintretende Wasserverdunstung große Wärmemengen binden würde, und wird sie möglichst aus schlechten Wärmeleitern und mit dicken Wänden ausstatten. Eben so wichtig ist, die Canäle thunlichst geschützt gegen die Einflüsse der Temperatur des Freien, gegen Netzung ihrer Außenflächen und gegen das Bestreichen derselben Seitens des Windes zu schützen, d. h. die Canäle im Inneren der Häuser unterzubringen.

Hohe Schornsteine lassen sich jedoch, weil sie vom Winde bewegt werden, auch sich anders setzen und anders ausdehnen, als die Mauern, nur dann in das Innere der Häuser legen, wenn man sie durch die Gebäudemauern schachtförmig einschleusen läßt, so daß, so weit als möglich, keine Verbindungen zwischen den höher liegenden Theilen des Gebäudes und dem Schornsteingemäuer bestehen. In der Regel stellt man daher große und hohe Schornsteine frei auf.

Während der Wintermonate ist es ebenfalls von Vortheil, die Canäle, welche die gebrauchte Luft aus den zu lüftenden Räumen führen, so fern diese Luftförderung nach oben gerichtet ist, in die Innenwände der Häuser zu legen. Im Sommer sind jedoch die in einer freien, von der Sonne beschienenen Außenwand liegenden Canäle wirksamer. Wird die hinwegzuschaffende Luft nach unten abgeführt, so ist das Gegentheil des oben Gefagten der Fall. Die aufsteigenden Abzugscanäle, welche besonders erwärmt werden (zum Zweck der Erzeugung entsprechenden Auftriebes), verhalten sich gerade so, wie die Schornsteine.

Canäle für Zuführung kalter frischer Luft bedürfen keiner Rücksichtnahme auf den Wärmeaustausch ihrer Wände, es sei denn, daß man in die Lage kommt, sie vor den Einwirkungen der Sommer Sonne zu schützen. Eine Rücksichtnahme gegen die Räume, welche an die Wandungen dieser Luftzuführungscanäle grenzen, ist jedoch nothwendig, indem innerhalb der kalten Canäle nahezu dieselbe Temperatur herrscht, wie im Freien.

Die Canäle sind nach dem Gefagten regelmäsig in die Innenwände zu legen; nur in besonderen Fällen empfehlen sich hierfür die Außenwände des Gebäudes.

Die lothrechten Canäle lassen sich verhältnismäsig leicht in den Wänden unterbringen; nicht so leicht geneigte und wagrechte Canäle. Diese müssen in, bezw. unter den Decken Platz finden. Die sog. Zwickel der Deckengewölbe geben, wie Fig. 112 andeutet, hierzu oft willkommene Gelegenheit; der Canal ist, um ihm einen möglichst großen Querschnitt zu geben, mittels Steinplatten abgedeckt, über welchen nach Umständen der Fliesenbelag oder der Holzfufsboden mit feinen Lagern sich befindet. Die Deckenvouten sind, wenn sie z. B. aus Thonstücken zusammengesetzt werden, wie Fig. 113 erkennen läßt, in derselben Weise zu verwenden. Größere wagrechte Luftcanäle

Fig. 112.

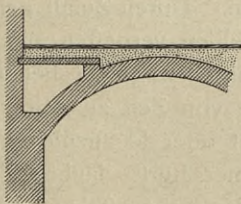
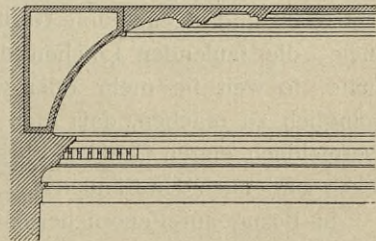


Fig. 113.

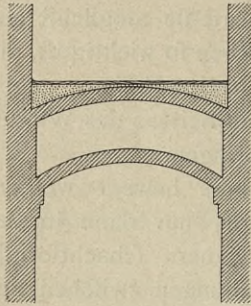


173.
Schutz
gegen Wärme-
verluste.

174.
Lage der
Canäle.

bildet man häufig, indem man über den Gängen — die des besseren Ansehens halber niedriger gehalten werden können, als die anstoßenden Räume — doppelte Decken anbringt, die entweder gewölbt sein können, wie Fig. 114 angiebt, oder

Fig. 114.



aus mit Steinplatten belegten eisernen Trägern gebildet sind, oder auch aus zwei gewöhnlichen geputzten Holzdecken bestehen können. Kleinere Canäle finden zwischen den Balken einerseits und Fußboden und Schalung andererseits Platz. Es ist gut, so fern die Canäle kalte Luft zu leiten haben, fogar nothwendig, dieselben aus verlöthetem Blech herzustellen, um das Ausströmen der Luft an unerwünschter Stelle zu hindern. Kaltluftcanäle sollten auch niemals unmittelbar unter dem Fußboden liegen, sondern von diesem durch eine, wenn auch dünne Sand- und Strohhalmficht getrennt sein, wie Fig. 115 erkennen läßt. (Vergl. auch Art. 165, S. 135 und die beigelegten Fig. 105 u. 106.)

Die erwähnten Orte sind häufig nur schwer zugänglich zu machen, befahrbar fogar in seltenen Fällen. Man sucht daher die Canäle unter dem Kellerfußboden anzubringen, woselbst — bei genügend tiefem Grundwasserstande — der Raum nicht

Fig. 115.



mangelt. Die wagrechten Canäle für die Abführung der Luft aus den Räumen lassen sich hier immer unterbringen. Dienen sie dazu, die Luft behuf neuer Erwärmung den Heizkammern zuzuführen, so ist selbstverständlich, daß sie am Boden der Heizkammer münden müssen,

also eine tiefe Lage derselben nicht stört. Sollen sie die Luft einem Lockschornstein zuleiten, so ist ihre tiefe Lage ebenfalls erwünscht. Die Canäle für frische Luft können ebenso unbedenklich in dieser tiefen Lage angebracht werden; nur die Canäle für warme Luft müssen aus weiter unten zu erörternden Gründen in höheren Lagen Platz finden.

Alle Canäle, die zur Führung derjenigen Luft dienen, welche in die Zimmer gelangen soll, also diejenigen sowohl, welche frische Luft zuführen, als auch diejenigen, welche die Luft der Zimmer zu wiederholter Erwärmung in die Heizkammern geleiten, sind in Rücksicht auf Reinhaltung anzulegen. In denselben lagert sich Staub thierischen, pflanzlichen und mineralischen Ursprungs ab; derselbe wird von der bewegten Luft wiederholt aufgewirbelt und in die Zimmer geführt; ersterer zersetzt sich und erzeugt üble Gerüche. Durch Zufall gelangt auch Ungeziefer in die Canäle; die faulenden Leichen desselben verpesten die Luft. Man sucht daher die Canäle, so weit sie mehr oder weniger wagrecht liegen, befahrbar oder doch so zugänglich zu machen, daß man sie von Zeit zu Zeit zu reinigen vermag, und die unvermeidlich engen Canäle lothrecht oder so anzulegen, daß man dieselben durchblicken und nach Umständen mit einer Bürste säubern kann.

In Bezug auf Feuersicherheit der Schornsteine bestehen in verschiedenen Ländern verschiedene baupolizeiliche Vorschriften, weshalb an diesem Orte nicht auf dieselben einzugehen ist. Verständig angelegte Luftcanäle werden niemals bis zur Entzündungstemperatur des Holzes erwärmt; jedoch haben die Luftcanäle für die Feuersicherheit eines Gebäudes die große Bedeutung, daß sie zur Fortleitung eines

Brandes, unter Umständen fogar zur Anfandung desselben dienen können, indem sie zu Schornsteinen werden.

Was das Längenprofil eines Luftcanals betrifft, so kann dasselbe gleichsam beliebig gewählt werden, wenn die Luft mittels einer äußeren, drückend oder saugend wirkenden Kraft (Flügelgebläse, Strahlgebläse, Lockschornstein) bewegt wird. Soll dagegen der eigene Auftrieb die Luft bewegen, so sind bestimmte Rücksicht- nahmen beim Entwurf des Längenprofils erforderlich. Im Beharrungszustande werden die beiden Canäle AB und A_1B_1 (Fig. 116), welche die Luft auf dieselbe Höhe h und Länge l von A , bezw. A_1 nach B , bezw. B_1 mittels des Auftriebs derselben fördern sollen, sich genau gleich verhalten. Nicht so bei Inbetriebsetzung.

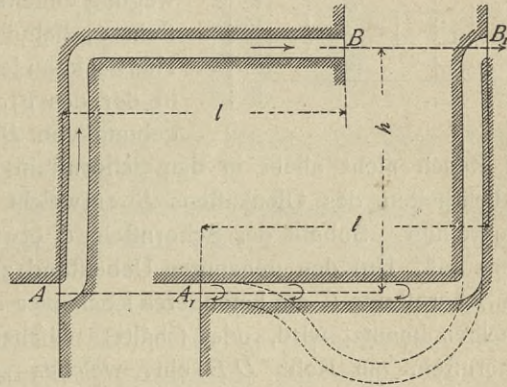
Die Wärme der bei A einmündenden Luft wird zunächst zur Erwärmung des steigenden Theiles des Canales AB verwendet, so daß der gewünschte Auftrieb sehr bald vorhanden ist; die bei A_1 eintretende Luft muß dagegen zunächst den liegenden Theil des Canales A_1B_1 erwärmen, bevor die Bildung des Auftriebes im lothrechten Theil erfolgen kann. Im Canal AB tritt ein geringer Auftrieb sehr bald ein; derselbe erzeugt eine entsprechende Luftbewegung in steigender Richtung und führt neue Mengen warmer Luft herbei, welche die Wände mehr und mehr erwärmen.

Im Canal A_1B_1 dagegen muß die zur Erwärmung des liegenden Theiles erforderliche warme Luft entweder durch einen vor A_1 schon vorhandenen Auftrieb (z. B. der Heizkammer) oder durch Nebenströmungen herangeführt werden. Die warme Luft tritt an die Decke des liegenden Theiles, kühlt sich, diese erwärmend, ab und sinkt zu Boden, um nach A_1 zurückzufließen. So setzen sich die Nebenströmungen allmählich fort, bis die Erwärmung am Fusse des steigenden Canaltheiles angelangt ist. Hierzu ist oft eine sehr lange Zeit erforderlich; ich selbst beobachtete eine Heizanlage, bei welcher der Vorgang fast eine Woche währte. Treten noch die früher genannten Einflüsse des Temperaturwechsels hinzu, oder münden beide Canäle in ein und derselben Heizkammer, so ist es möglich, daß die Inbetriebsetzung des Canales A_1B_1 überhaupt nicht gelingt. Noch ärger verhält sich die punktirte Canalanlage A_1B_1 , indem bei dieser natürlich von einem Fortschreiten der die Länge l erwärmenden Nebenströmungen nicht die Rede sein kann.

Man wird daher, um Luft mittels ihres eigenen Auftriebes von einem Punkte zum anderen zu führen, den Canal zunächst steigen zu lassen suchen und erst alsdann in wagrechter Richtung weiter gehen lassen; ist eine solche Anordnung aus örtlichen Gründen unmöglich, so soll wenigstens das Längenprofil bis zum steigenden Theil nicht der punktirten Form A_1B_1 (Fig. 116) ähnlich sein, sondern auch hier eine stetige, wenn auch geringe Steigung stattfinden.

Der Auftrieb, welcher in der Heizkammer selbst erzeugt wird, wirkt in gleicher Richtung; hier ist die Bewegungsrichtung der erwärmten Luft ebenfalls zunächst

Fig. 116.

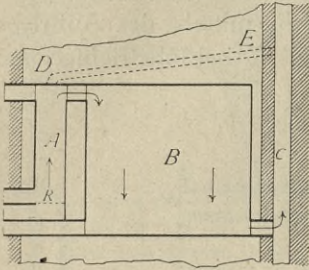


eine lothrecht aufsteigende, weshalb sie die nöthige Anregung zur Luftbewegung sofort nach der Luftherwärmung zu geben vermag.

176.
Rauchcanäle
mit Wärme-
abgabe.

Die Rauchcanäle, in denen die Wärme des Rauches abgegeben werden soll, verhalten sich ähnlich. Fig. 117 stelle einen solchen Rauchcanal schematisch dar. Bei *R* finde die Wärmeentwicklung statt; der Rauch strömt im Schacht *A* lothrecht nach oben und verliert in demselben, weil *A* verhältnismässig kleine Oberflächen besitzt, wenig Wärme; er sinkt in *B* nieder, weil hier eine der grossen Oberfläche von *B* entsprechende starke Abkühlung erfolgt, und entweicht schliesslich in den Schornstein *C*. Der Inhalt von *B* ist hier immer kälter, als der Inhalt von *A*; sonach ist ein Auftrieb zwischen *A* und *B* vorhanden, welcher die Bewegung einleitet, namentlich auch Rauch in den Schornstein *C*, behuf dessen allmählicher Anwärmung, führt. Hierbei kann jedoch — wenn die Temperatur in *C* gleich ist der des Freien — in *B* ein Ueberdruck der Umgebung von *B* gegenüber auftreten, in Folge wessen

Fig. 117.

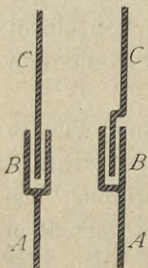


der Rauch nicht allein in den Schornstein *C*, sondern auch durch alle etwaigen Undichtheiten des Ofenkastens *B* entweicht und die denselben umgebende Luft verunreinigt. Sobald der Schornstein *C* erwärmt ist, hört dieses »Rauchen« des Ofens auf. Um den genannten Uebelstand zu vermeiden, bringt man oft am Fusse des Schornsteins *C* ein besonderes Lockfeuer an, welches zur vorherigen Anwärmung desselben benutzt wird, oder schaltet zwischen den Kopf des Schachtes *A* und den Schornstein ein Rohr *DE* ein, welches zunächst von dem wenig abgekühlten Rauche des Schachtes *A* einen Theil so in den Schornstein führt, dass derselbe möglichst rasch erwärmt wird. Nachdem dieses geschehen, sperrt man den Rauchweg *DE*, um sämmtlichen Rauch in die vorhin genannte Bahn zu zwingen.

c) Construction.

Canäle und Luft-, bezw. Rauchrohre werden, wenn von den Rauchrohren der Zimmeröfen abgesehen wird, selten aus Eisenblech hergestellt. Die Verwendung des Zinkbleches beschränkt sich auf die Fälle, in denen man Canäle in das Gebälk legt. Gufseisen wird namentlich zu den Rauchrohren der Lockschornsteine gebraucht. Einige Techniker stützen die einzelnen Theile dieser Rauchrohre unmittelbar auf einander;

Fig. 118.



die Folge hiervon ist, dass das Rauchrohr gegenüber dem umgebenden Mauerwerk erhebliche Dehnungen erleidet, die nicht allein das seitliche Stützen, sondern auch die Herstellung des oberen Abschlusses, der mit dem Abschluss des gemauerten Schornsteines im Einklang stehen muss, erschwert. Bei Lockschornsteinen, deren Querschnitt der Fig. 111, S. 140 ähnlich ist, ist ein unmittelbares Aufeinandersetzen der einzelnen Gufseisentheile überhaupt unmöglich. Zweckmässig ist die Verbindung der wagrechten Fugen der in Rede stehenden Eisentheile nach Fig. 118. Der obere Rand *A* jeder Platte oder jedes Ringes trägt eine Rinne *B*, in welche der untere Rand *C* des nächstfolgenden Stückes eintaucht. Der Spielraum zwischen den Innenflächen der Rinne und dem Rande *C* wird mit Sand ausgefüllt und jedes Eisenstück für sich aufgehängt, so dass sowohl eine genügende

177.
Canäle
aus Eisen-
u. Zinkrohren.

Dichtung der Fuge erzielt, als auch — da die untere Fläche von *C* nicht auf den Boden der Rille *B* stößt — jedem Ringstück oder jeder Platte Raum für die eigene Ausdehnung gegeben wird. Die Rille *B* kann fowohl mitten auf dem Rande *A* stehen, als auch seitwärts von demselben angebracht werden; in letzterem Falle muß selbstverständlich der untere Theil von *C* verköpft sein.

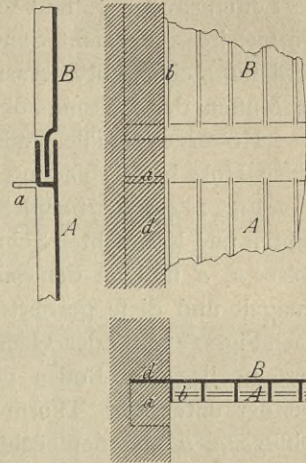
Fig. 119 stellt die Detailconstruktion des Querschnittes Fig. 111 (S. 140) in zwei lothrechten und einem wagrechten Schnitt dar. Die hier gerippten Eisenplatten *A* und *B* greifen längs ihrer wagrechten Ränder *fo* in einander, wie vorhin angegeben. Behuf Aufhängung der Platte *A* befinden sich an dieser zu beiden Seiten des oberen Randes Lappen *a*, welche in den Fugen des Mauerwerks ihre Stütze finden. Die äußeren Rippen *b* erhöhen den seitlichen dichten Abschluß der Platten, der schon durch den in das Mauerwerk ragenden Rand *d* hervorgebracht ist.

Thönerne Rohre, namentlich innen glafirte, finden Verwendung für in verhältnißmäßig dünnen Wänden unterzubringende lothrechte Canäle und wenn Leitungen unter eine Decke aufgehängt werden müssen.

Fig. 120 ist ein wagrechter Schnitt eines lothrechten Canals, wenn ein rundes Rohr benutzt wird; Fig. 121 läßt erkennen, daß Rohre von rechteckigem Querschnitt den zur Verfügung stehenden Raum besser ausnutzen. Das äußere Maß der Rohre muß so gewählt werden, daß der Wandputz über die Außenflächen derselben hinweggeht. Man kann alsdann die Rohrstücke stumpf auf einander stellen, indem

178.
Canäle
aus
Thonrohren.

Fig. 119.



der Wandputz die betreffende Fuge genügend dichtet. Die Rohre dürfen erst aufgestellt werden, nachdem die Wände sich nicht mehr »setzen«, weil andernfalls Risse entstehen, ja vielleicht die Rohre bersten würden. Hierdurch ist die Verwendung derartiger Canäle sehr eingeschränkt.

Die aufzuhängenden Rohre werden mittels Muffen gedichtet. Be-

Fig. 120.



Fig. 121.

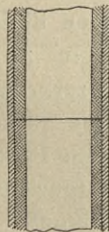


Fig. 122.

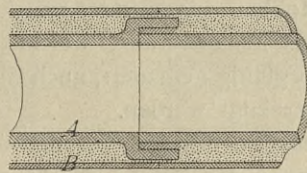


Fig. 123.

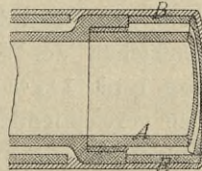
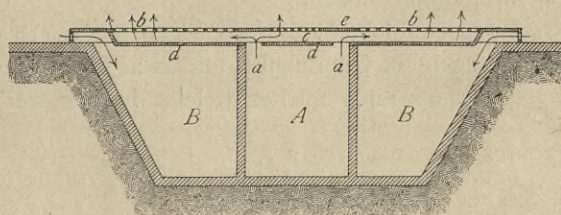


Fig. 124.



Fig. 125.



huf des Schutzes gegen Wärmeverluste schiebt man muffenlose Rohre *B* (Fig. 122) über die Leitungsrohre *A* und füllt den Hohlraum zwischen beiden mit einem schlechten Wärmeleiter, vielleicht Sand oder Infusorienerde. Behuf Ersparung an Raum und Gewinnung eines guten Aussehens werden die Schutzrohre *B* (Fig. 123) auch zwischen die Muffen der Leitungsrohre gesteckt; sodann überzieht man das Ganze mit Putz.

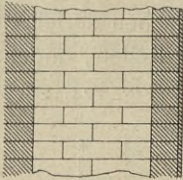
Hölzerne Canäle finden nur selten Verwendung; jedoch gebraucht man zuweilen Holz in Verbindung mit Mauerwerk.

Fig. 124 zeigt beispielsweise die Construction eines lothrechten Canales im wagrechten und lothrechten Schnitt. Derselbe ist in einer Wand ausgespart; zwei lothrechte Hölzer *d*, *d* sind an den Seiten des Mauerwerks befestigt, auf dieselben Schalbretter *e* genagelt und diese gerohrt und geputzt, so dass die Wandfläche schlicht wird.

Fig. 125 ist der Querschnitt der Luftcanäle in der Zionskirche zu Berlin⁶⁶⁾. Derselbe liegt im Boden der Kirche; der mittlere Canal *A* führt die warme Luft von der unter dem Thurm liegenden Heizkammer und vertheilt sie, mit Hilfe der Schlitzre *a*, *a* und demnächst der engen Schlitzre *b*, *b* des Fußbodens, in die Kirche. Seitwärts, dicht über dem hier etwas tiefer liegenden Fußboden, wird die kältere Luft abgefaugt und gelangt mit Hilfe der Canäle *B* nach der Heizkammer zurück, um dort wiederholt erwärmt zu werden. Die Holztheile dieser Canäle bestehen aus den Querbalken *c*, unter welche die Bretter *d* genagelt sind und welche andererseits den aus schmalen Brettchen gebildeten Fußboden *e* tragen.

Die meisten Canäle werden aus Backsteinmauerwerk gefertigt. Man putzt alsdann wohl die inneren Flächen, um eine grössere Glätte derselben zu gewinnen, wogegen an sich nichts einzuwenden ist. Bei engeren Canälen muss man jedoch das Putzen während des Aufmauerns ausführen; hiernach tritt das Setzen ein, so dass der auf den Fugen liegende Putz zerbröckelt wird und den Canal, auch die durch diesen geleitete Luft verunreinigt. Für engere Canäle sollte deshalb stets Rohbau angewendet werden, d. h. (vergl. Fig. 126) die Fläche des Mauerwerkes, welche dem Canal zugewendet ist, möglichst sorgfältig gemauert, auch die Fugen von hervordringendem Mörtel gereinigt werden.

Fig. 126.



Bei Schornsteinen kommt die Verunreinigung des durch dieselben geleiteten Rauches nicht in Frage; das Putzen der Innenwandungen ist jedoch auch für diese von zweifelhaftem Nutzen, da der Putz vorwiegend zum guten Verschliessen der Fugen dienen könnte, derselbe aber gerade hier leicht zerbröckelt wird. Ein sorgfältiges Ausfugen der Innenflächen des Schornsteinmauerwerkes ist deshalb auch hier dem in einer Dicke von 1 bis 1½ cm aufzutragenden Putze vorzuziehen; noch vortheilhafter ist es, die zu verwendenden Backsteine (gewöhnlicher Form, bezw. Formsteine) an den betreffenden, für die Innenseite bestimmten Flächen zu glasiren. Das Schornsteinmauerwerk soll auch an den Aussenseiten gut verputzt oder sorgfältig ausgefugt werden.

Enge (russische, vergl. Art. 159, S. 131) Schornsteine von quadratischem und von rechteckigem Querschnitt, und zwar sowohl diejenigen, welche in massiven Mauern ausgespart, als auch solche, welche in Fachwerkwände eingeschaltet⁶⁷⁾, bezw. vor

⁶⁶⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1873, S. 431.

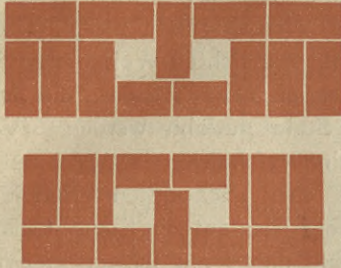
⁶⁷⁾ Ueber die Anordnung dieser Einschaltung siehe: Theil III, Band 1, Abth. III. Abschn. 1 (A. Wände), Kap. über »Wände in Holz und Stein (Holz-Fachwerkbau)«.

179.
Hölzerne
Canäle.

180.
Gemauerte
Canäle.

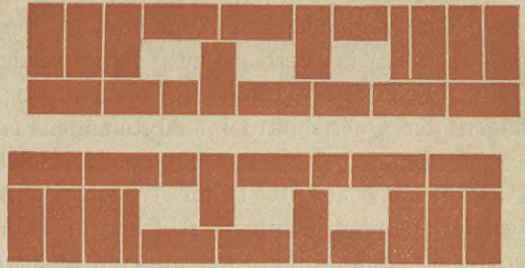
181.
Gewöhnliche
Schornsteine.

Fig. 127.



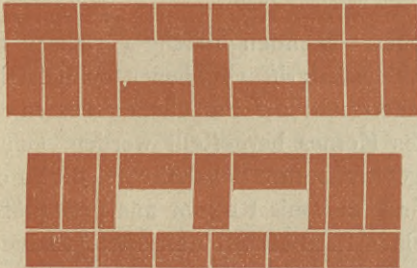
Quadratförmige Schornsteine von 14×14 cm (= $\frac{1}{2}$ auf $\frac{1}{2}$ Stein) Querschnitt.

Fig. 128.



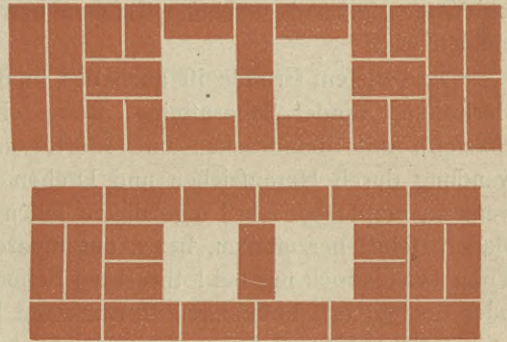
Rechteckige Schornsteine von $14 \times 20,5$ cm (= $\frac{1}{2}$ auf $\frac{3}{4}$ Stein) Querschnitt.

Fig. 129.



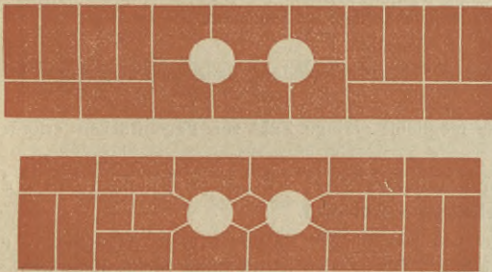
Rechteckige Schornsteine von 14×27 cm (= $\frac{1}{2}$ auf 1 Stein) Querschnitt.

Fig. 130.



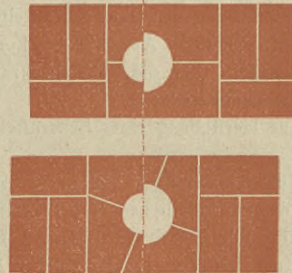
Rechteckige Schornsteine von 27×27 cm (= 1 auf 1 Stein) Querschnitt.

Fig. 131.



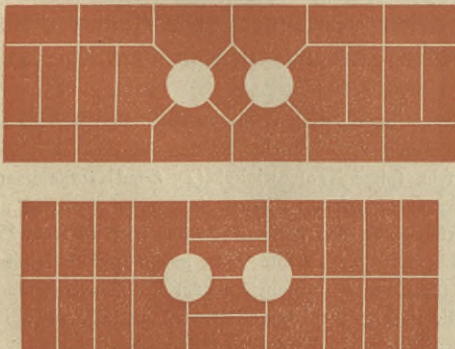
Runde Schornsteine von 14 cm Durchm. in $1\frac{1}{2}$ Stein starker Mauer.

Fig. 132. Fig. 133.



Runde Schornsteine von 14 cm 20 cm Durchm. in $1\frac{1}{2}$ Stein starker Mauer.

Fig. 134.



Runde Schornsteine von 14 cm Durchm. in 2 Stein starker Mauer.

Fig. 135.



Fig. 136.



Runde Schornsteine von 14 cm Durchm. und 32 cm äußerer Dicke.

dieselben gefetzt oder welche ganz freistehend errichtet werden, können mit Backsteinen der gebräuchlichen Abmessungen, bezw. des Normalformats (vergl. Theil I, Band 1, S. 68) im Verband ausgeführt werden, sobald die lichten Weiten der Querschnitte, den Mauerfärken entsprechend, in Abstufungen von $\frac{1}{2}$ Stein, die lichten Längen der Querschnitte in Abstufungen von $\frac{1}{4}$ Stein gewählt werden. (Vergl. die umstehenden Fig. 127 bis 130 mit Schornsteinquerschnitten von $\frac{1}{2}$ auf $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ auf $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ auf 1, 1 auf 1 Stein; ferner das über »Schornsteinverbände« in Theil III, Band 1, Abth. I, Abschn. 1: »Constructions-Elemente in Stein« Gefagte.) Rechteckige Schornsteine mit anderen Lichtweiten sind daher nur schwer, kreisrunde Schornsteine (für Zimmeröfen) mit den gewöhnlichen Backsteinen gar nicht auszuführen, sobald man das häufige Zerschlagen und Zuhauen der Steine, wodurch schlechter Verband, unschöne Flächen und kostspielige Arbeit verursacht wird, vermeiden will.

Aus diesem Grunde ist auch das in manchen Gegenden übliche Verfahren der Herstellung runder Schornsteine, wobei ein mit Handgriff versehener cylindrischer Holzkern mit Steinbrocken und Mörtel ummauert und die Putzflächen der Innenwandung durch Heraufziehen und Drehen dieses Kernes hergestellt werden, keineswegs zu empfehlen. In Folge dessen sollen enge kreisrunde Schornsteine, die in den Mauern selbst herzustellen, bezw. auszusparen sind, nur mit Rohren aus gebranntem Thon (was jedoch nur bei lothrechten Schornsteinen statthaft ist) ausgefüllt werden, oder sie sind aus besonderen Formsteinen herzustellen⁶⁸).

Solcher Formsteine, welche im Handel auch den Namen »Kaminsteine« führen, ist schon im I. Theil (Band 1, Abth. I: Technik der wichtigeren Baustoffe, Art. 19, S. 76) Erwähnung geschehen.

Bei Gestaltung derartiger Formsteine sind folgende Rücksichten zu beobachten:

- a) Spitzwinkelige Ausläufe der Formsteine sind zu vermeiden.
- b) Deshalb sind die Stoffsugen radial zur inneren Schornsteinwandung oder doch nur wenig hiervon abweichend anzuordnen.
- c) Zur Herstellung eines Schornsteines soll eine möglichst geringe Zahl von Façonstücken erforderlich sein.
- d) Für Schornsteine, die in massiven Mauern auszuführen sind, ist darauf zu achten, daß die Formsteine dem gewöhnlichen Mauerverband sich regelmäÙig anschließen.
- e) Eine solche Uebereinstimmung muß auch in den Dimensionen stattfinden; die Wanddicke, die der Schornstein bei Verwendung solcher Formsteine erhält, soll an der schwächsten Stelle nicht weniger als 9 cm betragen.

Obwohl es ausführbar, hie und da wohl auch schon ausgeführt worden ist, die Schornsteinhöhlung in jeder Schar aus nur 2 oder 3 Steinen zusammenzusetzen, werden in der Regel je 4 Steine in jeder Schar verwendet. Die Gestalt dieser Steine ist ziemlich verschieden gewählt worden, wie aus den in den Fig. 131 bis 136 enthaltenen Beispielen hervorgeht.

Die in Fig. 135 dargestellten Formsteine sind zweckmäßiger gestaltet, als jene der Fig. 136, weil bei ersteren nur wenig spitzwinkelige, daher auch nur wenig zerbrechliche Kanten in den mittleren Theil der Mauerung gelegt sind, während in Fig. 136 sehr spitze Kantenwinkel (45 Grad) vorkommen, diese Kanten also auch leicht zerstört werden und überdies nach aussen zu liegen kommen. Auch ist als Vortheil des erstgedachten Typus hervorzuheben, daß derselbe nur eine Sorte Façonsteine erfordert, während beim zweiten 2 verschiedene Sorten nothwendig sind. Beide Typen sind nicht geeignet, Schornsteine mit dem Mauerwerk im Verband herzustellen, sonach nur für einzelne freistehende oder in Fachwerkwände eingefaltete Schornsteine zu verwenden. Wollte man die in Fig. 135 dargestellten Formsteine auch für

⁶⁸ In Frankreich werden auch die engen Schornsteine von quadratischem oder oblongem Querschnitt (mit ausgerundeten Ecken) aus Formsteinen hergestellt.

im Verband zu mauernde Schornsteine verwenden, so hätte man nach Fig. 132 und 133 noch eine weitere Sorte von Façonstücken hinzuzufügen.

Die durch die Fig. 131 veranschaulichten Steine gestatten die Herstellung von Schornsteinen in $1\frac{1}{2}$ Stein starken Mauern an schließend an den Verband der letzteren; indess sind 4, bei gekuppelten Schornsteinen fogar 5 verschiedene Steinforten erforderlich. Die Formsteine der Fig. 134 werden sich kaum in schwächeren als 2 Stein starken Mauern ausführen lassen; es sind dabei 2 verschiedene Steinforten ausreichend, wenn die neben einander gelegenen Schornsteine in Abständen von mehr als 25 cm (von Mitte zu Mitte) angeordnet werden dürfen. Soll dieser Abstand geringer sein, so sind, wie aus Fig. 134 hervorgeht, 2 weitere (im Ganzen also 4) Formsteinforten erforderlich.

Aus den hier vorggeführten Beispielen geht hervor, daß die zur Zeit üblichen Formsteine noch zu wünschen übrig lassen und nicht in allen Fällen mit Vortheil zu verwenden sind. Abgesehen davon, daß die einen für Ausführungen im Verband gar nicht, die anderen fast nur für solche Ausführungen geeignet sind, erfordern die in Fig. 134 unter Umständen zu große Mauerdicken⁶⁹⁾.

Die runden Schornsteine werden auch aus hohlen Formstücken von ganz geschlossener Gestalt hergestellt; dieselben müssen, um zu verhindern, daß sie in Folge einseitiger Belastung bersten, höher sein, als die benachbarten Steine. Bisweilen werden sie fogar so hoch hergestellt, daß im Schornstein nur $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{4}$ der wagrechten Fugen vorhanden sind, welche das angrenzende Mauerwerk enthält.

Als Beispiel für derartige Formstücke mögen die in Fig. 137 und 138 dargestellten dienen; dieselben werden aus demselben Material, wie die in Theil I, Band I, Art. 81, S. 135 beschriebenen Schwemmsteine erzeugt und finden in manchen Gegenden häufige Verwendung⁷⁰⁾. Indess ist hierbei mit Vorsicht zu verfahren, da sie sowohl in constructiver, als auch, wenn das Material nicht ein durchwegs vorzügliches ist, in feuerpolizeilicher Beziehung nicht ganz unbedenklich sind. Wird bei der Ausführung nicht sehr sorgfältig verfahren, so tritt häufig ein ungleichförmiges Setzen und hierdurch ein Abtrennen der Schornsteine von den benachbarten Wänden oder dem sich anschließenden Mauerwerk ein. Auch ist es bei der in Fig. 139 veranschaulichten Isolirung der Schornsteine *a*, *a* von der Fachwerkwand *W* dringend geboten, das Rauchrohr *r* des Ofens von Vornherein einzumauern und zum Schutz gegen Feuersgefahr den hohlen Raum *C* mit Afche zu verfüllen⁷¹⁾.

Anstatt solcher Formstücke werden auch Schornsteintrommeln aus gebranntem Thon verwendet, die mittels Verzahnung auf einander gefetzt werden; ihre Außenwandung wird mit Riefen versehen, damit der Putz besser daran haften. Diese Construction ist in Frankreich vielfach üblich; der Schornsteinquerschnitt wird dort oblong mit ausgerundeten Ecken gewählt; die lichte Weite beträgt in der Regel 17, bezw. 24 cm, die Höhe der Trommeln 30 bis 50 cm und die Wanddicke 3 bis 4 cm. Damit die Innenwandungen der Schornsteine möglichst glatt sind, werden die thönernen Formstücke wohl auch innen glazirt⁷²⁾.

Ueber die Dimensionen der Schornsteine wurde bereits in Art. 159, S. 131 das Erforderliche gefagt. Die Wanddicke hat bei runden Schornsteinen mindestens

183.
Schornsteine
aus
Formstücken.

Fig. 137.

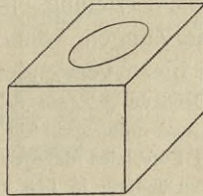


Fig. 138.

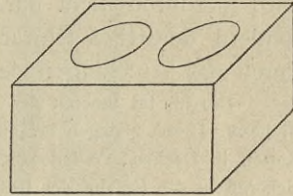
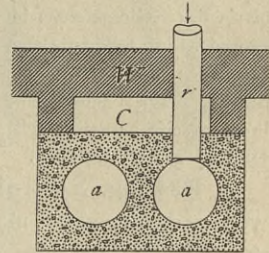


Fig. 139.



184.
Sonst. confr.
Details der
Schornsteine.

⁶⁹⁾ Die in Frankreich unter den Namen *équerre*, *plat à barbe*, *violon* und *chapeau de commissaire* üblichen Formsteine, ferner die von *Goullier* eingeführten T-förmigen Formsteine, endlich die von *Courtois* herrührenden Formsteine für Schornsteine von elliptischem Querschnitt sind in: PLANAT, P. *Chauffage et ventilation des lieux habités* (Paris 1880, S. 254—256) zu ersehen.

⁷⁰⁾ Die an der angezogenen Stelle in der Fußnote 81. genannte Firma *Hubaleck u. Co.* in Neuwied-Weiffenthurm erzeugte solche Kaminsteine für Schornsteine von 15 bis 31,5 cm lichte Weite; die Wandstärke beträgt 8 bis 9 cm, die Höhe der einzelnen Stücke 32 cm.

⁷¹⁾ Vergl. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1880, S. III.

⁷²⁾ Ueber die von *Fourouge* u. A. herrührenden derartigen Formstücke siehe: PLANAT, P. *Chauffage et ventilation des lieux habités*. Paris 1880. S. 253, 256 u. 257.

9 cm, bei Schornsteinen von rechteckigem Querschnitt mindestens 12 cm (= $\frac{1}{2}$ Stein) zu betragen, vorausgesetzt, daß diese Schornsteine im Inneren der Gebäude gelegen sind. In $1\frac{1}{2}$ Stein starken Backsteinmauern können deshalb bei Anwendung von Formsteinen runde Schornsteine bis zu 20 cm (excl. Putz) lichter Weite (siehe Fig. 133) ausgeführt werden; einzelne frei stehende Schornsteine von 14 bis 20 cm lichtem Durchmesser erfordern im Aeußeren bezw. 32 bis 38 cm Quadratseite. (Vergl. auch Fig. 135 und 136.)

Ist eine Schornsteinmauer nach dem Freien zu gelegen, so ist an dieser Seite, um eine zu große Abkühlung der Rauchgase zu verhüten, die minimale Wanddicke der Schornsteine auf 25 cm (= 1 Stein) zu erhöhen,

Liegen in einer Mauer mehrere Schornsteine unmittelbar neben einander, so sind die sie trennenden Scheidungen oder Zungen mindestens 9 cm dick zu machen; indess wird man bis auf diese Minimaldimension nur bei Formsteinen herabgehen können; bei Anwendung gewöhnlicher Backsteine wird dieselbe 12 cm (= $\frac{1}{2}$ Stein) betragen. Die hie und da übliche Herstellung der Schornsteinzungen aus hochkantig gestellten Backsteinen (also in einer Stärke von nur 6,5 cm) ist unzulässig; es wird hierdurch nicht nur die Erzielung eines guten Verbandes unmöglich gemacht, sondern derartige schwache Zungen können auch beim Reinigen der Schornsteine durch das Anschlagen der hiezu verwendeten Kugeln beschädigt werden.

Die für im Inneren der Gebäude gelegene Schornsteine angegebenen minimalen Wanddicken (von 9, bezw. 12 cm) genügen bei gut und ordnungsmässig ausgeführten Anlagen auch dann, wenn Bretter und Latten in Decken, Wänden und Fußböden dagegen stoßen. Von sonstigem Holzwerk muß, da jeder Schornstein die Gefahr der Rußentzündung in sich trägt, dessen Innenwandung mindestens 20 bis 25 cm entfernt bleiben; werden die betreffenden Holztheile durch Blechbekleidung oder durch Ausmauerung des zwischen ihnen und dem Schornstein gelegenen Zwischenraumes geschützt, so kann der erwähnte Minimalabstand um etwa 5 cm vermindert werden.

Sowohl rechteckige, wie kreisrunde Schornsteine sollen auf ihre ganze Länge in gleicher Lichtweite hergestellt und durch keinerlei in sie hineinragende Gegenstände stellenweise verengt werden. Wie später noch beim Reinigen der Schornsteine (Art. 205, S. 166) gezeigt werden wird, empfiehlt es sich, dieselben bis in das Kellergeschoß hinabzuführen. Es wird ferner von den Schornsteinen gefordert, daß dieselben entweder auf solidem Baugrund fundirt seien oder sicher und ausschließlich auf Mauern, Gewölben oder geeigneten Eifenconstructions aufrufen. Das Aufsetzen derselben auf Holzgebälk oder deren Unterstützung durch Fachwerkwände ist unsatthaft. Die durch Schornsteine durchschnittenen Gebälke müssen in der Weise ausgewechselt werden, wie dies bereits im 2. Bande dieses Theiles (Abschn. 2. B: Balkendecken) gezeigt wurde*).

Das sog. Schleifen oder Ziehen der Schornsteine (Fig. 140) besteht entweder darin, daß man einen Schornstein den Dachbodenraum in geneigter Lage durchziehen läßt, um ihn in der Nähe des Dachfirstes ausmünden lassen zu können (vergl. Art. 186, S. 153), oder das Schleifen entsteht durch Vereinigung zweier oder mehrerer, nicht zu weit von einander entfernten Schornsteine zu einem einzigen Mauerkörper, in welchem Falle man den Vortheil erzielt, daß die Dachfläche statt an zwei oder mehreren Stellen nur an einem Punkte durchschnitten wird. Der geschleifte Schornstein darf nicht mehr als 30 Grad von der lothrechten Lage abweichen und soll entweder ganz in massiven Mauern liegen oder von steinernen Gewölben getragen werden. Das Schleifen der Schornsteine auf hölzernen Brücken oder sonstigen Holzunterlagen, eben so flachere Neigungen als 60 Grad zur Horizontalen sind zu verwerfen. Dergleichen ist das Ineinanderschleifen oder Zusammenleiten zweier oder noch mehrerer Schornsteinquerschnitte in einen einzigen nicht

* 185.
Schleifen
der
Schornsteine.

* Art. 181 bis 184: Zusätze der Herausgeber.

flathhaft, da durch das Weglassen der Zungen die Reinigung und die Rauchabführung beeinträchtigt wird. Richtungswechsel (siehe die Stellen *a*, *b*, *d* der Fig. 140) find abzurunden ⁷³⁾.

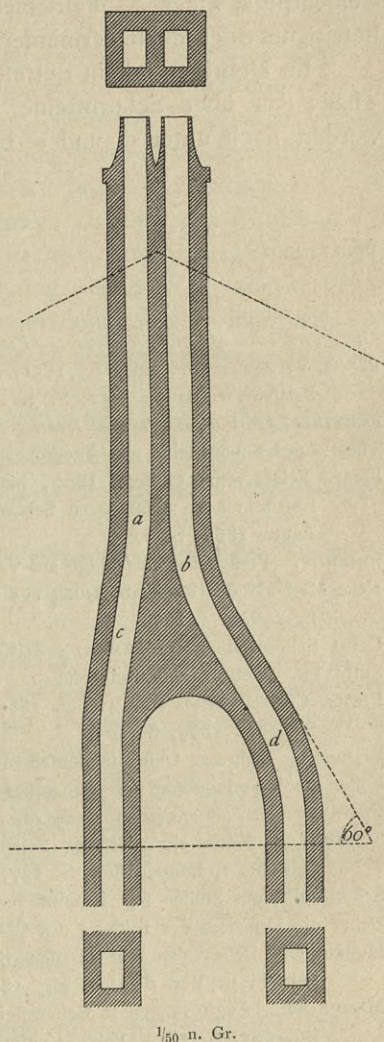
Die Schornsteine durchbrechen die betreffende Dachfläche und ragen über derselben noch ein Stück lothrecht empor. Die Länge dieses frei emporstehenden Theiles ist hauptsächlich von zwei Factoren abhängig. Zunächst ist es die Rücksicht auf Feuersgefahr, welche eine bestimmte Minimalentfernung allen Holzwerkes von der Schornsteinmündung erfordert. Nach *Baumeister* soll die letztere von der Dachfläche in lothrechtem Sinne mindestens 50 cm, im wagrechten Sinne mindestens 1 m, von höher gelegenen hölzernen Bautheilen wagrecht mindestens 1,5 m entfernt sein; bei unsicherer Bedachung muß der Schornstein 1 m über die Höhe des Dachfirtes emporgeführt werden.

Das letztgedachte Emporführen der Schornsteinmündung über den Dachfirt empfiehlt sich indefs nicht nur der Feuersgefahr wegen, sondern auch des Einflusses halber, welchen die Windströmungen auf den Abzug der Rauchgase ausüben. Von diesen Einflüssen und der dadurch bedingten Höhe des über der Dachfläche hervorragenden Schornsteintheiles wird noch im Folgenden (unter *d*) die Rede sein; an dieser Stelle sei nur erwähnt, dass man mit Rücksicht auf diese Zugstörungen häufig sämtliche Schornsteine, auch bei grösserer Entfernung vom Dachfirt, so weit emporführt, dass sie denselben überragen.

Solche nahe am Dachsaume aus den Dachflächen austretenden, sehr hohen Schornsteinenden haben, da ihre wagrechten Dimensionen geringe sind, häufig keine genügende Widerstandsfähigkeit gegen die herrschenden Winde. Man setzt deshalb auf die gemauerten Schornsteine bisweilen Rohre aus Eisen, Gufseisen oder Thon auf; immerhin sind solche Rohre, wie auch höhere gemauerte Schornstein-Endigungen durch eiserne Anker, die auf den Dachsparren befestigt sind, festzuhalten.

Wenn gemauerte Canäle für Luftleitungen verwendet werden, deren Druck erheblich von demjenigen der sie umgebenden Luft verschieden ist, so findet ein nicht unbedeutendes Durchströmen der Poren des Mauerwerkes Seitens der Luft statt. In ein Canalnetz liess ich versuchsshalber während einer Stunde 108 000 cbm Luft blasen. Obgleich alle regelmässigen Ausgänge gesperrt waren, stieg der Druck nur unbedeutend. Die Verschlüsse, Klappen und Schieber waren nicht ganz dicht; trotzdem dürfte der grösste Theil der Luft den Weg durch die Wände gefunden

Fig. 140.

186.
Schornstein-
Ausmündungen.187.
Construction
gemauerter
Luftcanäle.

⁷³⁾ Vergl. BAUMEISTER, R. Normale Bauordnung. Wiesbaden 1881. §. 33, S. 48.

haben. Thatfächlich wurde der Zustand in hohem Grade gebessert, nachdem die Innenflächen des befahrbaren Theiles des Canalnetzes wiederholt mit Wasserglas gestrichen waren. Bei grösseren Anlagen wird man von Vornherein auf mögliche Dichtigkeit der Wände zu sehen haben und deshalb durch Aus- oder Bekleiden mit Cementputz, einer Asphalttschicht oder durch ähnliche Mittel die Luftdurchlässigkeit beseitigen oder doch vermindern.

Im Uebrigen gilt in Betreff der Construction der gemauerten Luftcanäle grossen Theils das über Schornsteine Gefagte; einige besondere Einrichtungen derselben werden noch unter d. und e. beschrieben werden.

Literatur

über »Schornsteine«.

- Cause and cure of smoky chimneys. Builder*, Vol. 8, S. 529, 578; Vol. 9, S. 3, 68, 212, 243.
 Preufs. Verfügung vom 22. Dec. 1851, die Anlage und das Ausbrennen enger Schornsteinröhren betreffend.
 - Zeitschr. f. Bauw. 1852, S. 3.
 ECKSTEIN, G. F. *A practical treatise on chimneys etc.* London 1852.
 Theorie der Schornsteine und Feuerungsanlagen. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1858, S. 41.
 Preufs. Erlafs vom 15. Sept. 1860, betreffend die unter gewissen Bedingungen zulässige Anwendung von Luftsteinen zu befahrbaren Schornsteinen einstöckiger Gebäude auf dem platten Lande. Zeitschr. f. Bauw. 1861, S. 1.
 JOHANNY. Praktische Vorschläge zur Verbefferung der Schornsteine. Allg. Bauz. 1862, Notizbl., S. 170.
 Neue Methode der Rauchabführung aus Gebäuden. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1862, S. 198.
 Ueber Schornsteine. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1864, S. 154.
 SCHÄVEN. Ueber Schornsteinanlagen. Zeitschr. f. Bauw. 1867, S. 87.
 Preufs. Circular-Erlafs vom 4. Jan. 1867, betreffend den Glanzrufs in engen Schornsteinröhren. Zeitschr. f. Bauw. 1867, S. 105.
 Einführung mehrerer Oefen in denselben Schornstein. Deutsche Bauz. 1867, S. 232.
 Ueber die Verminderung des Glanzruffes in engen Schornsteinröhren. Polyt. Journ. Bd. 185, S. 322.
 EDWARDS, F. *A treatise on smoky chimneys; their cure and prevention.* London 1868.
 SCHWATLO. Kann ein ruffisches Schornsteinrohr aus Oefen verschiedener Stockwerke aufnehmen etc.? Zeitschr. f. Bauw. 1868, S. 127.
 Schornsteine aus hohlen fog. Kaminsteinen. Deutsche Bauz. 1868, S. 69.
 Ueber die Ursachen der Bildung des Glanzruffes. Zeitschr. f. Bauw. 1870, S. 121.
 HUBER, C. Ueber den Zug in den Schornsteinen und die Einwirkung der Witterung auf denselben. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1870, S. 383.
 MEIDINGER. Zugstörungen in Schornsteinen, welche mehreren Stockwerken gemeinsam sind. Polyt. Journ. Bd. 203, S. 185. Polyt. Centralbl. 1872, S. 715.
 MEIDINGER. Ueber Zugstörung in Kaminen. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1873, S. 6.
Des tuyaux de cheminées. Gaz. des arch. et du bât. 1874, S. 83.
 Feuergefährlichkeit von Schornstein-Anlagen. Deutsche Bauz. 1878, S. 132 u. 175.
 Empfehlenswerthe Vorlicht bei der Anlage und Benutzung von fog. »einläufigen« engen Kaminen. Baugwks.-Ztg. 1880, S. 40.

Die Literatur über die in den Art. 195 u. 196, S. 160 noch zu besprechenden »Schornstein-Kappen, -Auffätze etc.« siehe auf S. 113.

d) Sicherungen gegen atmosphärische Einflüsse, gegen Staub, Ungeziefer etc.; Schornsteinaufsätze und sonstige Einrichtungen.

Von den atmosphärischen Einflüssen ist zunächst die Wirkung der kälteren, sonach schwereren atmosphärischen Luft an den Mündungen der Schornsteine und Luftabführungschächte zu nennen.

Würde man einen mit warmer Luft gefüllten Schacht unten abschließen, so würde gleichwohl ein Theil derselben emporsteigen, während die kältere, über der Schachtmündung befindliche Luft nach unten strömt. Deshalb ist derselbe Vorgang, nur gemildert, bezw. gehemmt durch die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft, vorauszusetzen, während der Schacht unten geöffnet, bezw. in Thätigkeit ist. Mit der Zunahme der Ausströmungsgeschwindigkeit nimmt offenbar das Einströmen der kalten Luft ab, weshalb man dieses unschädlich macht — die Schädlichkeit besteht in der unmittelbaren Störung des Luftausflusses und der Abkühlung des im Schornstein befindlichen Luft — durch entsprechende Ausströmungsgeschwindigkeit. Man pflegt nicht unter 1^m Ausströmungsgeschwindigkeit herabzugehen, verwendet aber, namentlich bei Rauch, der mittels Schornsteine größeren Querschnittes abgeführt wird, nicht selten viel grössere Geschwindigkeiten. Deshalb werden die Schornsteinprofile häufig nach oben zugespitzt; man will an der Mündung derselben eine grössere, weiter unten, der Verringerung der Widerstände halber, eine kleinere Geschwindigkeit haben. (Vergl. auch Art. 196, S. 160.)

Der Wind kann, da derselbe bei etwa 7^m Geschwindigkeit einen Druck von etwa 6 kg, heftiger Wind bei etwa 12^m Geschwindigkeit einen Druck von 18 kg, Sturm bei etwa 25^m Geschwindigkeit einen Druck von 74 kg pro 1^m ausübt, die Luftströmungen der Canäle ausserordentlich beeinflussen.

Zunächst an den Mündungen der Abzugscanäle und Schornsteine. Indem der Wind über benachbarte höhere Gegenstände, Hügel, Dächer u. s. w. hinwegströmt, nimmt derselbe eine nach unten geneigte Bewegungsrichtung an, so dass eine Componente seiner Geschwindigkeit in die Schornsteinmündung stößt. Das glatte prismatische Ende eines dünnwandigen Rohres (Fig. 141), der zugespitzte Kopf eines gemauerten Schachtes (Fig. 142) und ähnliche Formen (vergl. Fig. 150 bis 153 auf S. 161) bringen eine solche Ablenkung des wenig geneigten Windstromes hervor, dass die Seitenströmung die Hauptströmung über der Mündung nach oben abzulenken vermag. An den Enden derartiger Schächte angebrachte Gefimfe hemmen die nützliche, nach oben gerichtete Seitenströmung und sollten deshalb nicht vorkommen.

Die Saugköpfe Fig. 73, 74, 82 u. 84 (S. 109, 112, 113) heben selbstverständlich den bisher in Rede stehenden Einfluss, indem der Wind unter ihrer Hilfe, statt in die Canalmündung zu drücken, in derselben eine Luftverdünnung hervorruft. Diese ist jedoch auch nicht immer angenehm, indem durch sie stoßweise eine zu starke Luftabführung herbeigeführt wird.

Ein Windkopf, welcher ebenfalls etwas saugend wirkt, ist in Fig. 143 im lothrechten Durchschnitte und in einer Seitenansicht dargestellt.

Auf einer Spitze *a*, die entweder von drei Beinen *b* oder einer im Steg *d* steckenden Spindel *c* getragen wird, schwingt der kegelförmige Hut *A*. Wenn jeglicher Wind mangelt, so befindet sich die Achse des kegelförmigen Hutes in lothrechter Lage, und Luft oder Rauch vermögen, nach Ueberwindung eines geringen

188.
Einfluss
der kalten
Aufsendluft.

189.
Einfluss
des
Windes.

Fig. 141.

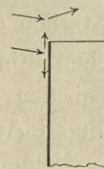
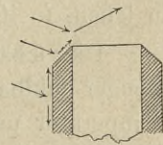
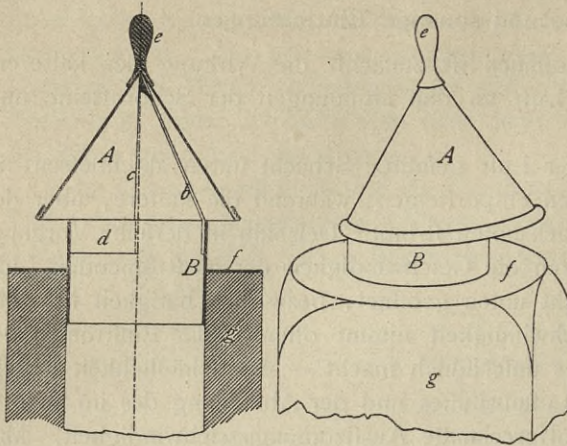


Fig. 142.



190.
Luft-
fänger.

Fig. 143.



Widerstandes $\left(\text{etwa } 1,2 \frac{\gamma}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{g} \right)$,

aus der zwischen Kegelmantel *A* und Schornsteinrohr *B* befindlichen ringförmigen Oeffnung zu entweichen. Sobald jedoch eine nennenswerthe Geschwindigkeit des Windes eintritt, so legt sich der Rand des Kegels vor dem Winde an den Rand des Rohres *B*, während auf der entgegengesetzten Seite ein um fo größerer Spalt für das Abströmen der Luft oder des Rauches frei wird. Damit das Neigen des Kegels schon bei mäßigem Winde eintritt, muß das Gegengewicht *e* angebracht werden; hierdurch wird der Schwerpunkt des Hutes nach oben gerückt und die Arbeit des Hebens desselben geringer. Das Schornsteinrohr *B* ist mit einem

breiten Rande *f* versehen, welcher das Abheben des Kegels durch zufällig in stark aufwärts geneigter Richtung stoßenden Wind verhütet. Dieser Rand dient, wenn der Windhut auf einen gemauerten Schacht gesetzt wird, gleichzeitig zur Abdeckung des Mauerwerkes.

Weder die früher beschriebenen Saugköpfe, noch der in Fig. 143 gezeichnete Windhut vermögen den freien Austritt der Luft oder des Rauches zu schützen, sobald durch Wind der Druck der Luft in der Umgebung der Canalmündung vergrößert wird. Dieser Fall tritt z. B. ein, sobald der Wind gegen eine lothrechte oder steile Fläche stößt, vor welcher, und zwar in geringer Entfernung von derselben, die Canalmündung sich befindet. Noch gefährlicher ist der Ort der Schornsteinmündung an der lothrechten Wand eines Dachausbaues, der von dem Dach des letzteren überragt wird, so daß der gegen die Wand stoßende Wind so zwischen dem Hauptdach und dem überstehenden Theil des Ausbaudaches sich fängt, daß der Rauch unweigerlich nach unten gestoßen wird. Vermag man den auf die obere Canalmündung drückenden Wind gleichzeitig auf die untere Canalmündung drücken zu lassen, so ist natürlich der besprochene Uebelstand gehoben.

Die schädlichen Einwirkungen des Windes auf die Canalmündungen sind weniger fühlbar bei den Schornsteinen, als bei den Luftabführungsrohren, deren Temperatur und deren Auftrieb fast immer weit geringer sind, als diejenigen der Rauchschornsteine. Namentlich wird auch das zu starke stoßweise Saugen der Luftabführungsrohre recht unangenehm, da man sich gegen dasselbe durch irgend welche Regelung nicht zu schützen vermag. Man läßt in Folge dessen häufig diese Rohre unter Dach, in den unbeschränkten und vermöge der zahllosen Oeffnungen der Dachdeckung oder mittels besonders angebrachter Rohre überall mit der äußeren Atmosphäre in Verbindung stehenden Dachraum münden. Hier sind sie gegen die Einflüsse der Atmosphäre in denkbar bester Art geschützt. Leider hat dieses Verfahren nicht unbedeutende Nachtheile im Gefolge. Im Winter kühlt sich die warme, in den Dachraum tretende Luft, namentlich an der unteren Fläche der Bedachung, ab und verliert dadurch die Fähigkeit, sämmtlichen in sich aufgenommenen Wasserdampf festzuhalten. Die Verdichtung des letzteren veranlaßt eine Netzung der Bedachung, so wie des Holzwerkes und führt hierdurch die Fäulniß desselben herbei. Auf dem in vorliegender Weise benutzten Dachboden eines frequenten Ballhauses fand ich das Holzwerk mit Schimmel überzogen.

Nicht weniger unangenehm kann eine andere Folge der in Rede stehenden Einrichtung sein. In Folge der großen, in den Dachraum geführten Wärmemenge thaut der Schnee auf der von unten erwärmten Dachfläche früher, als in der Dachrinne. Das niedersickernde Wasser gefriert in der Rinne und wenn die Umstände ungünstig zusammentreffen, so bilden sich an den gesperrten Dachrinnen schwere Eiszapfen, welche die Dachrinnen beschädigen oder gar abbrechen.

Man wird daher die Canalmündungen nur mit aller Rücksicht auf die soeben besprochenen Vorgänge unter Dach legen.

Ein Lockschornstein, welcher die Luft einer Zahl von Räumen abführt und der so hoch gemacht wird, daß die Luftströmungen seine Mündung nahezu wagrecht treffen und ein Anstauen der Luft in deren Nähe unmöglich ist, leidet fast nicht unter den atmosphärischen Einflüssen, weshalb — zumal in den tiefer liegenden Gefchossen die Canäle besser unterzubringen sind und die Temperatur der Lockschornsteine durch wechselndes Heizen der Temperatur des Freien angepaßt werden kann — sich in sehr vielen Fällen empfiehlt, die Luft nach unten in einen gemeinschaftlichen Sammelcanal und mit Hilfe dessen einem Lockschornstein zuzuführen.

Die Mündungen der Lufteinleitungscanäle leiden nicht weniger unter den Einflüssen des Windes als diejenigen, welche die Luft abzuführen bestimmt sind.

Sie befinden sich entweder in der Nähe des Erdbodens oder über dem Dache oder zwischen diesen beiden Orten, in den lothrechten Wänden des Hauses.

Die Erörterung der Vorgänge an über Dach befindlichen Zuführungscanalmündungen kann ich hier unterlassen, da sie vorwiegend Wiederholungen des über die Abführungscanalmündungen Gefagten bringen würden.

Canalmündungen in den lothrechten Außenwänden der Gebäude werden durch den Wind weit unmittelbarer getroffen, als die vorhin genannten.

Schuttmittel vermögen die Einflüsse auf die Mündungen nicht zu brechen, da, wenn z. B. gegen das Haus (Fig. 144) der Wind in der Richtung des Pfeiles die vor dem Winde liegende Hausfläche trifft, hier eine Anstauung, eine Vermehrung des Luftdruckes erfolgt, während an der vom Winde abliegenden Fläche eine Luftverdünnung, eine Verminderung des Druckes eintritt. Je nach der wechselnden Windrichtung unterstützt daher der Wind die Mittel, welche zur Bewegung der Luft in dem zugehörigen Canalnetz dienen, oder wirkt ihnen entgegen. Angesichts der wiederholt hervorgehobenen Kraft des Windes werden nicht selten die schwächeren Mittel (z. B. der Auftrieb) überwunden, aber auch die Leistung der kräftigeren Mittel (Gebläse) in erheblichem Mafse herabgedrückt. Andererseits wird die Luft mit großer Heftigkeit eingeblasen, und zwar stofsweise, so daß der Aufenthalt in dem gelüfteten Raum recht unbehaglich werden kann.

Das zu kräftige stofsweise Einblasen läßt sich verhindern durch eine Klappenanordnung, welche Fig. 145 verfinnlicht.

Innerhalb des Canales befindet sich ein Rahmenwerk AB , welches mittels Querläufe in einzelne Oeffnungen so zerlegt ist, daß Leinwandstreifen C , die mit ihrem oberen Rande befestigt, an ihrem unteren Rande durch einen eingelegten Draht belastet sind, die einzelnen Oeffnungen verschließen, sobald die Windgeschwindigkeit eine zu große wird. Bei geringerer Luftgeschwindigkeit fallen die Klappen in eine nahezu lothrechte Lage zurück, so daß die Luft durch die frei gelegten Oeffnungen des Rahmenwerkes AB hindurch zu fließen vermag.

Der hinter dem Winde, also in Bezug auf Fig. 144 rechts mündende, der Lufteinführung gewidmete Canal kann gegen stofsweises Abfaugen in ähnlicher Weise geschützt werden; jedoch hat dies geringen

192.
Ausmündung
der
Luftzuleitungen.

Fig. 144.

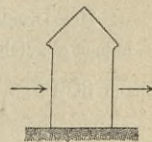
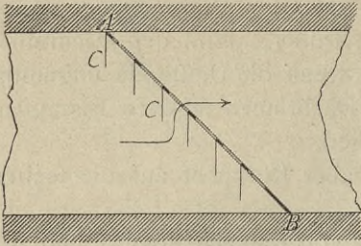


Fig. 145.



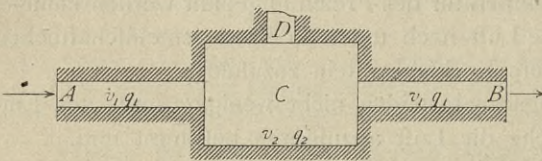
Werth, da, so lange die betreffende Windrichtung dauert, das Einströmen der Luft mindestens beschränkt wird, also die Anlage das Erwartete nicht leistet.

Legt man nun zwei Mündungen *A* und *B* (Fig. 146) in zwei einander gegenüberliegende Außenflächen des Gebäudes, und verbindet dieselben mittels eines quer hindurch gehenden Canales, der zwischen den beiden Mündungen bei *C* erheblich erweitert ist, so findet Folgendes statt. Der bei *A* eintretende Wind durchströmt den Canal von *A* bis *B*, entweder, indem derselbe unmittelbar in die Mündung *A* stößt, oder doch auf der Seite *A* einen höheren, auf der Seite *B* einen niedrigeren, als

den atmosphärischen Druck hervorbringt. In der Erweiterung wird die dort befindliche Luft vermöge der Reibung veranlaßt, an der Bewegungsrichtung theilzunehmen, wodurch zunächst eine Verminderung der Luftgeschwindigkeit hervorgebracht wird, die um so größer ist, je größer die Querschnittserweiterung

bei *C* gewählt ist. Darf nun vorausgesetzt werden, daß der Canal an beiden Seiten von *C* gleiche Widerstände für die Luft bietet und der Druck an der Seite *A* den Druck der Atmosphäre um eben so viel überwiegt, als der Druck auf der Seite *B* hinter demselben zurückbleibt, so wird, wenn man von den Geschwindigkeitsverlusten in Folge der entstehenden Wirbelungen absteht, und den Canal-

Fig. 146.



querquerschnitt zwischen *A* und *C*, bezw. *C* und *B* mit q_1 , denjenigen der Erweiterung q_2 nennt, die Geschwindigkeit in *C*

$$v_2 q_2 = v_1 q_1 \quad \text{oder} \quad v_2 = v_1 \frac{q_1}{q_2}.$$

Damit die Luft in dem Canal zwischen *C* und *B* fort zu strömen vermag, muß derselben die alte Geschwindigkeit v_1 wieder gegeben werden, weshalb, nach Gleichung 63, S. 97 in *C*, abgesehen von den Bewegungswiderständen, ein Ueberdruck gegenüber der Seite *B* erforderlich ist, der ausgedrückt wird

$$\text{durch: } p_2 = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g},$$

$$\text{oder durch: } p_2 = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v_1^2 \left(1 - \frac{q_1}{q_2}\right)^2}{2g}.$$

Der Druckunterschied zwischen *A* und *B*, welcher allgemein p genannt werden mag, wurde nun — immer abgesehen von Bewegungswiderständen — verwendet, um die Geschwindigkeit v_1 hervorzubringen;

sonach ist $p = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v_1^2}{2g}$; folglich ist der Druckunterschied zwischen *C* und *A*:

$$p - p_2 = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \left\{ 1 - \left(1 - \frac{q_1}{q_2}\right)^2 \right\} \frac{v_1^2}{2g}.$$

Wählt man also $\frac{q_1}{q_2}$ so, daß $\left(1 - \frac{q_1}{q_2}\right)^2$ gleich $\frac{1}{2}$ ist, so liegt der Druck in *C* genau mitten

zwischen demjenigen bei *A* und *B*; ist dagegen $\left(1 - \frac{q_1}{q_2}\right)^2 > \frac{1}{2}$, so wird der Druck in *C* größer, als der mittlere, d. h. nach den gemachten Voraussetzungen der Atmosphärendruck. Führt man nun aus *C* mit Hilfe des Canales *D* Luft ab, so muß die Geschwindigkeit der Luft in *AC* größer werden, als diejenige in *CB*, d. h. der Druck in *C* wird geringer.

Man würde mit Hilfe ausgedehnter Rechnungen, unter sorgfältiger Berücksichtigung der Widerstände, diejenige Querschnittserweiterung $\frac{q_2}{q_1}$ berechnen können, welche, während mittels des Canales *D* die Luftmenge \mathcal{L} aus *C* geführt wird, den vortheilhaftesten Druck in *C* hervorbringt; wegen der wechselnden Windgeschwindigkeiten würde jedoch diese Rechnung wenig praktischen Werth haben. Es genüge daher, aus der Erörterung folgende Schlüsse zu ziehen.

Je größer die Erweiterung *C* des Canales *AB* (Fig. 146) ist, um so größer wird der bei *C* herrschende Druck; je gleichartiger die Widerstände zwischen *AC*,

bezw. BC find, um so weniger ist ein Unterschied in der Luftzuführung zu merken, wenn der Wind von der einen in die entgegengesetzte Richtung umspringt.

Man benutzt diese Regeln, indem man erhebliche Canalerweiterungen oder auch Luftkammern auf dem Dachboden oder im Keller anbringt, diese einerseits wenigstens mit zwei einander entgegengesetzten Mündungen, die zur Zuführung der Luft dienen, andererseits mit den Heizkammern oder Vertheilungscanälen in Verbindung bringt. Diese Querschnittserweiterungen verbinden mit ihrem eigentlichen Zweck den Nebenvortheil, das ein großer Theil des mit der frischen Luft eingeführten Staubes in denselben sich ablagert.

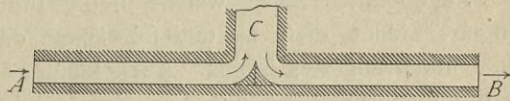
Diejenigen Luftzuführungscanäle, welche zwischen den Balken liegen, können Raummangels halber nicht mit genügenden Querschnittserweiterungen versehen werden; man schützt sie vor den Einflüssen des Windes durch entsprechende Hebung der Canalföhle.

A und B (Fig. 147) seien zwei in entgegengesetzten Wandflächen liegende Canalmündungen. Dieselben sind mittels eines quer durch das Gebäude führenden Canales mit einander verbunden. Am Orte C , woselbst Luftentnahme stattfinden soll, ist die Sohle des genannten Canales um mindestens die lichte Canalhöhe gehoben, entweder nach der Form zweier zusammenstossenden Bogen, wie in Fig. 147 durch ausgezogene Linien angegeben ist, oder durch eine lothrechte, in Fig. 147 punkirt gezeichnete Wand. Drückt

nun der Wind auf A , während bei B eine Luftverdünnung eintritt, so strömt die Luft bei C von A aus nach oben, auf der anderen Seite nach unten; beide Strömungen reiben sich an einander und zerstören ihre Geschwindigkeiten gegenseitig. Sobald in der Richtung nach C Luft abgeleitet wird, muß, unter Voraussetzung gleicher Querschnitte der Canäle, die Geschwindigkeit der Luft in der Strecke AC größer sein, als diejenige der Strecke CB , so daß bei C ein entsprechender Unterdruck nothwendig ist, der von dem betreffenden Mittel zur Bewegung der Luft von C ab überwunden werden muß.

Früher wurde bereits erwähnt, daß die Poren der Wände zwar vielfach gebogene und unregelmäßige, jedoch zusammenhängende Canälchen bilden, welche die Luft hindurchströmen lassen, sobald dieselbe an einer Seite der Wand einen größeren Druck ausübt, als an der entgegengesetzten Seite derselben. Die Undichtheiten der Fenster und Thüren verhalten sich eben so. Der auf die vordere Außenwand eines Gebäudes drückende Wind durchströmt zunächst diese Außenwand, erzeugt in den von dieser begrenzten Räumen eine Drucksteigerung, strömt in Folge dessen durch die Scheidewände und schließlich durch die hintere Außenwand. Je größer der Druckunterschied der vor und hinter dem Gebäude befindlichen Luft ist, um so entschiedener findet diese Durchströmung des Gebäudes statt. Wegen der Bewegungswiderstände innerhalb der genannten Canälchen muß demzufolge in den Räumen, die zunächst vom Winde getroffen werden, eine Drucksteigerung eintreten gegenüber denjenigen Zimmern, welche den ersteren gegenüber vom Winde, ab liegen; d. h. die Lufteinströmungs- wie auch die Abströmungs-Oeffnungen einer künstlichen Lüftungs- oder Heizungsanlage der ersteren sind mit einem höheren Druck belastet, als diejenigen der letztgenannten Räume. Die hierdurch entstehenden Störungen sind oft sehr unangenehm und machen zuweilen die an der Windseite befindlichen Räume sogar unheizbar. Man kann sie mindern durch geschickte Anordnung der Canalmündungen, welche die frische Luft dem Freien entnehmen, bezw. die benutzte Luft ausstoßen; regelmäÙig ist jedoch durch möglichst dichte Wände und Fenster den in Rede stehenden Erscheinungen entgegen zu treten.

Fig. 147.



193.
Einfluss der
Wände-
Durchlässigkeit
etc.

194.
Einfluss von
Regen u. Schnee.

Regen und Schnee üben auf Luftcanäle und Rauchschornsteine mehrfachen schädlichen Einfluss aus, weshalb häufig Schutzvorkehrungen dagegen getroffen werden. Zunächst sind solche Canal-, bezw. Schornsteinwandungen, welche durch atmosphärische Niederschläge zerstört werden können, in geeigneter Weise abzudecken.

Bei Schloten oder Schlotendigungen, die aus Thonrohren bestehen, bedarf es keiner weiteren Vorkehrung; bei Eisenrohren genügt ein geeigneter Anstrich (Oelfarbe, besser Asphalt). Gemauerte Luftcanäle und Schornsteine jedoch erfordern eine Abdeckung; die letztere erfolgt meistens durch Platten aus wetter- und frostbeständigem Steinmaterial von etwa 8^{cm} Dicke, in denen die Querschnitte der Schlote herausgehauen sind und deren Oberfläche Gefälle nach außen erhält. Mit Rücksicht auf den störenden Einfluss der Luftströmungen (siehe Art. 189, S. 155) würde es sich empfehlen, eine Verjüngung dieser Platten nach oben zu eintreten zu lassen.

Nicht selten läßt man indess diese Platten vor den Außenwandungen des Schornsteinmauerwerkes vorspringen, oder man ordnet, um einen noch entschiedeneren architektonischen Abchluss des Schornsteines zu erzielen, an feiner Mündung Gefimse etc. (Schornsteinkränze) an. Da hierdurch die dem Rauchabzug günstigen (nach oben gerichteten) Luftströmungen abgehalten werden, so ist eine solche Anordnung nicht gerade vortheilhaft; man sollte ihren ungünstigen Einfluss stets durch die in Art. 196 zu besprechenden Schornsteinauffätze mildern.

Regen und Schnee, welche in das Innere der Luftcanäle und Schornsteine eindringen, kühlen diese ab und schwächen dadurch den Auftrieb, bezw. veranlassen eine Umkehrung des Zuges. Auch kann es bei Rauchschornsteinen geschehen, daß die durch Vermengung mit dem Ruß gebildete schmutzige Flüssigkeit zu den Rauchrohren der Zimmeröfen gelangt und die Wände der betreffenden Räume beschmutzt; endlich wird die Bildung des feuergefährlichen Glanzrusses nicht unwesentlich begünstigt.

Rauchschornsteine für umfangreichere Feuerungsanlagen besitzen meistens einen größeren Auftrieb-Ueberschuß, weshalb bei diesen von einem schützenden Dach abgesehen werden kann. Bei gewöhnlichen Rauchschornsteinen jedoch und bei Luftcanälen empfiehlt es sich, kleine Schutzdächer aufzusetzen; bei ersteren heißen dieselben wohl auch Schornsteinkappen, Schornsteinhüte oder Schornsteinhauben.

195.
Schornstein-
kappen.

In der primitivsten Form wird eine Schornsteinkappe aus zwei gegen einander gelehnten Backsteinen

Fig. 148.

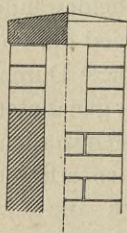
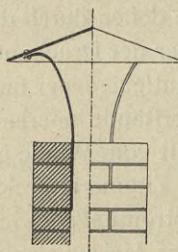


Fig. 149.



Schornsteinkappen. $\frac{1}{25}$ n. Gr.

hergestellt. Besser ist es, niedrige Pfeiler aus Backsteinen zu errichten und über diese die Deckplatte aus natürlichem oder künstlichem Steinmaterial, eventuell aus Gufseifen zu legen (Fig. 148).

Einfacher und auch zweckmäßiger, weil dadurch der Rauchabzug weniger behindert wird, ist es, wenn man die Schornsteinkappe als kleines sphärisch, conisch oder pyramidal geformtes Blechdach gestaltet (Fig. 149), welches auf 3 bis 4 in den Schornsteinwandungen befestigten Eisenstäben aufruhet. Die Horizontaldimensionen dieses Daches betragen das $1\frac{1}{2}$ - bis 2-fache der Außendimensionen des Schornsteines; sein Abstand von der Oberkante des letzteren wird mindestens dem $1\frac{1}{2}$ -fachen Schornsteindurchmesser gleich gemacht; besser ist es, das $1\frac{3}{4}$ - bis 2-fache desselben zu wählen.

Verschiedene Thonwarenfabriken halten Schornsteinhauben vorrätig, bei denen Stützen und Schutzdach vereinigt sind.

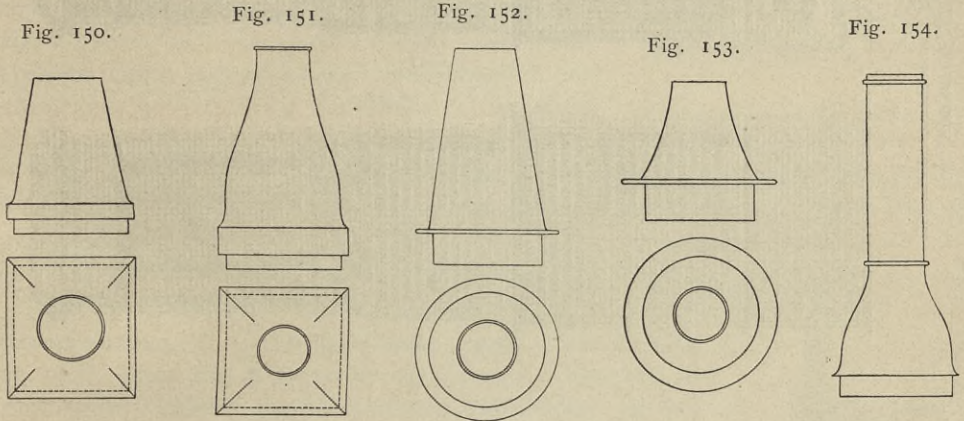
196.
Schornstein-
auffätze.

Schließlich ist noch der nicht selten angewendeten Schornsteinköpfe oder Schornsteinauffätze zu gedenken, welche im Wesentlichen eine Verjüngung des Schornsteinquerschnittes bezwecken und sonach der in Art. 188, S. 155 angedeuteten Aufgabe zu entsprechen haben. Giebt man solchen Auffätzen auch nach außen

eine zugespitzte (conische, pyramidale oder ähnliche) Gestalt, so wird überdies der Rückficht auf die schon erwähnten aufwärts gerichteten, den Rauchabzug begünstigenden Luftströmungen (siehe Art. 189, S. 155) Rechnung getragen. (Vergl. auch Art. 194.)

Solche Schornsteinauffätze werden meist aus Thon, aus Eisengufs, aus Eisen- oder Zinkblech (Fig. 150 bis 153) hergestellt.

Häufig vereinigt man Aufsatz und Kappe zu einem einzigen Constructionstheil. Bisweilen wird der durch den Aufsatz verengerte Schornsteinquerschnitt durch ein besonders aufgefetztes Rohr noch ein Stück fortgesetzt (Fig. 154).



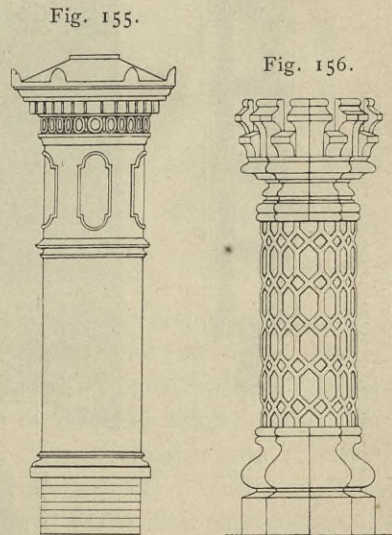
Schornsteinauffätze. $\frac{1}{10}$ n. Gr.

Die über den Dachflächen emporsteigenden Theile der Schornsteine mit ihren Kappen, Aufsätzen etc. sind häufig Gegenstand reizvoller architektonischer Ausstattung, die sowohl in Terracotta (Fig. 155 und 156), als auch in Mauerwerk zur Ausführung kommen kann.

Eine reichere Ausstattung findet insbesondere bei Anwendung steiler Dächer statt, welche selbst bei geringer Entfernung des Beschauers die Fassade noch sichtbar überragen und daher eine angemessene künstlerische Behandlung aller krönenden, gewissermaßen den Hauptschmuck des Werkes bildenden Theile beanspruchen.

Neben den Giebeln und Lucarnen sind gerade die Schornsteinköpfe für eine charakteristische, oft reich gegliederte und ornamentirte Gestaltung geeignet; sie fordern geradezu dazu heraus, wenn sie in größerem Abstände vom First, nahe dem Hauptgesimse oder der Traufe, die Dachfläche durchdringen und in Folge ihrer beträchtlichen Höhe von Weitem in das Auge fallen. Mit Recht wird daher in neuerer Zeit, welche die hohen Dächer der Renaissance-Zeit wieder zu Ehren gebracht hat, der Ausbildung der Schornsteinköpfe als geeignetes architektonisches Motiv die nöthige Aufmerksamkeit zugewendet. Reizende Vorbilder hierfür bieten die Bauwerke der Früh-Renaissance, insbesondere die Schlösser und Paläste Frankreichs aus der Zeit *Franz I.* und *Heinrich II.* (Vergl. die Beispiele Fig. 157 und 158 auf der folg. Seite*.)

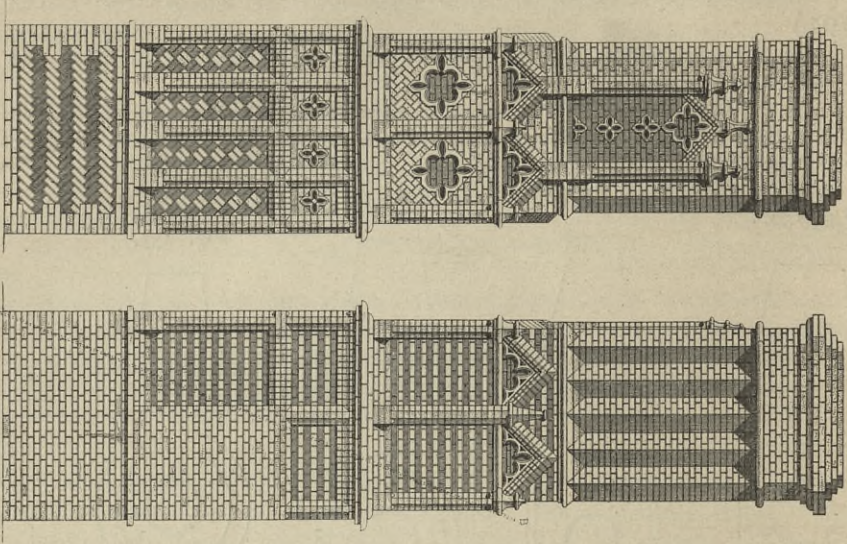
Bei der Construction aller Schornsteinauffätze ist auch noch darauf zu achten,



Schornsteinaufsatz von
J. F. Espenschied in Friedrichsfeld.
Doulton and Co. in London.

*) Art. 195 u. 196: Großen Theils Zusätze der Herausgeber.

Fig. 157.

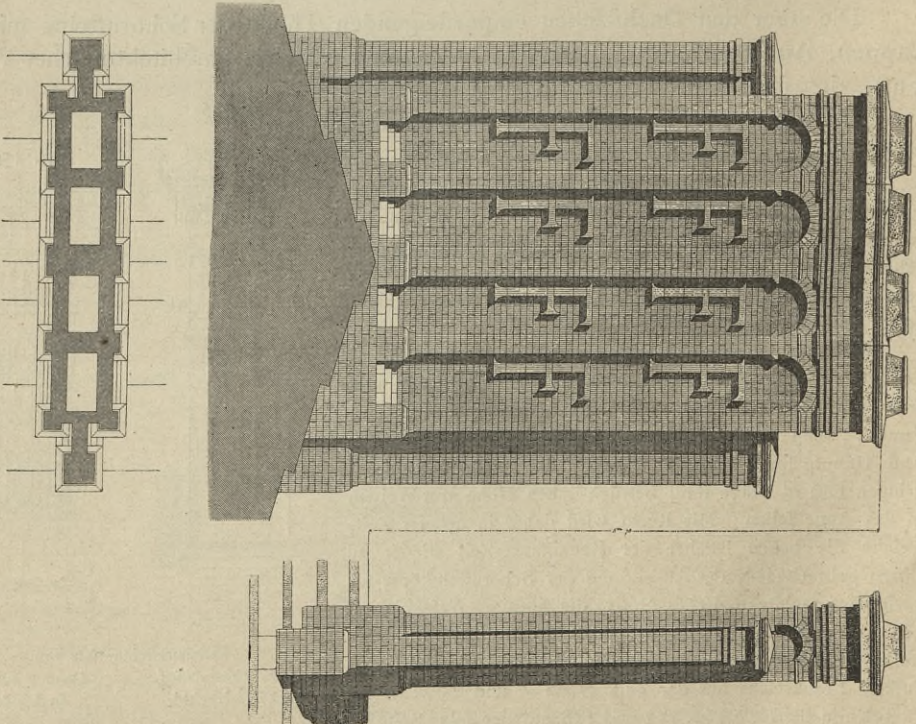


Schornsteinkopf vom Schloß zu Martainville.

XV. Jahrhundert.

(Aus: SAUVAGEOT, C. *Palais, châteaux, hôtels et maisons de France du XV^e au XVII^e siècle*. Paris 1867.)

Fig. 158.



Schornsteinkopf vom Schloß zu St. Germain-en-Laye.

XVII. Jahrhundert.

(Aus: SAUVAGEOT, C. *Palais, châteaux, hôtels et maisons de France du XV^e au XVII^e siècle*. Paris 1867.)

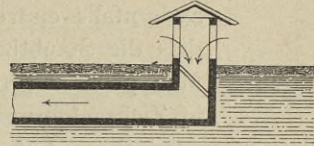
dafs, sobald die Reinigung des Schornsteines vom Dache aus vorgenommen werden soll, dieselbe durch die Aufsätze nicht gehindert werden darf. Von der Reinigung der Schornsteine selbst und den dazu erforderlichen Einrichtungen wird im Folgenden (unter d., Art. 204 u. 205, S. 166) noch die Rede sein.

Das Eindringen von Staub in die Luftcanäle kann zunächst vermindert werden durch gut gewählte Lage der Luftentnahmestellen (vergl. Art. 118, S. 95). Man errichtet an geeignetem Orte einen mehr oder weniger hohen Thurm (Fig. 159), welcher durch vergitterte Fenster die frische Luft eintreten läßt. Kann man diesen Thurm genügend weit von Gebäuden entfernt anlegen, so dafs seine unmittelbare Umgebung unter dem mittleren Atmosphärendruck steht, so schützt derselbe, wenn dafür gesorgt wird, dafs der Wind keine Saugwirkung hervorzubringen vermag, gleichzeitig gegen die störenden Einflüsse des Windes; im anderen Falle muß man einen zweiten Thurm errichten, auf welchen die Einflüsse des Windes entgegengesetzte, als diejenigen, welchen der erste Thurm ausgesetzt ist, sind.

Häufiger muß man, örtlicher Umstände halber, die Luftentnahmeöffnungen in die Außenwände legen. Man benutzt hierzu nicht selten die Kellerfenster-Oeffnungen. Fig. 160 ist ein lothrechter Schnitt einer derartigen Anordnung. *A* bezeichnet die Fläche des Bürgersteigs oder des Hofes, *B* die vergitterte, nicht verglaste Kellerfenster-Oeffnung, *C* den Canal, welcher die Luft in das Gebäude führt, *D* eine Thür zur Befichtigung und Reinigung des Canales, *E* das eigentliche Kellerfenster. Bei Anwendung derartiger Entnahmestellen ist die Luft selbstverständlich reichlich mit Staub vermischet; aber auch die bestgelegene Entnahmestelle führt erhebliche Mengen Staub in das zu lüftende Gebäude, weshalb an die künstliche Ausscheidung desselben gedacht werden muß⁷⁴).

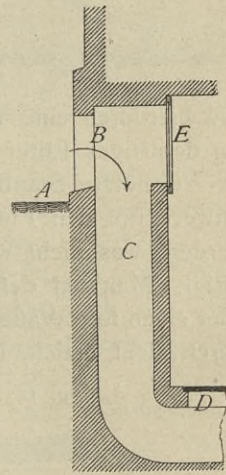
Das einfachste und geringste Kraft beanspruchende Verfahren der Staubausscheidung besteht in der Anordnung geräumiger Luftkammern, welche, wie schon in Art. 192, S. 159 erwähnt wurde, auch aus anderen Gründen zweckmäfsig sind. Zur Verhinderung nachträglichen Aufwirbelns des niedergefallenen Staubes durch Windföfse verzieht man den Boden der Kammern mit lothrechten oder auch geneigten Wänden, die, behuf der Entfernung des niedergefallenen Staubes, entferntbar eingerichtet werden müssen. Trotz zweckmäfsiger Anordnung solcher Staubablagerungsräume gelingt jedoch nur die Ausscheidung der gröberen und schwereren Staubtheile, während die Staubtheile pflanzlichen und thierischen Ursprungs, so wie der so unangenehme Rufs, ihrer gröseren Leichtigkeit wegen, fast vollständig in der Luft zurückbleiben.

Fig. 159.



197.
Abhalten
d. Staubes v.
d. Luftcanälen.

Fig. 160.



$\frac{1}{100}$ n. Gr.

198.
Staub-
ausscheidung.

⁷⁴) Die Luft, welche den Räumen der Hochschule in Hannover geliefert wird, entnimmt man dem wegen seines schönen Baumbestandes, seines geringen Verkehrs und deshalb seiner staubfreien Luft geschätzten Welfen-Garten. Sie wird zweimal gefiltert und läßt hierbei auf den Filtern so erhebliche Staubmengen zurück, dafs nach 14-tägigem Betriebe kräftige — eine Betriebskraft von etwa 30 Pferdestärken beanspruchende — Flügelgebläse nicht mehr im Stande waren, die Luft in genügender Menge durch die Filter zu drücken, ein Ergebnis, welches das oben Gefagte vollständig bestätigt.

199.
Luftfilter.

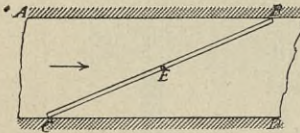
Als entschiedener wirkendes Mittel sind die aus lose gesponnenem Garn gewebten Filter zu nennen. Ihre Wirksamkeit ist um so größer, je kleiner ihre Oeffnungen sind; der Widerstand derselben gegen das Hindurchströmen wächst aber in erheblichem Masse mit der Kleinheit der genannten Oeffnungen, so daß man sehr bald die Grenze für die zulässige Dichtigkeit des Gewebes erreicht. Die Filter verlangen eine sehr große Fläche, theils wegen des andernfalls eintretenden großen Widerstandes, theils um zu verhüten, daß die Staubtheilchen gewaltsam durch sie hindurch gedrückt werden. Man gewinnt große Flächen, indem man z. B. das betreffende Gewebe in Zickzackform über Stäbe legt, wie in Fig. 161 angedeutet ist, oder indem man das ebene Filter geneigt gegen die Axe des außerdem an dieser Stelle erweiterten Canales anordnet.



Fig. 161.

Fig. 162 ist ein lothrechter Schnitt eines mit solchem Filter versehenen Canales. AB und CD bezeichnen die obere, bezw. die untere Canalwand, CB den mit Gewebe bezogenen Filterrahmen. Der letztere kann um zwei in der Höhe E liegende Zapfen gekippt werden, um das Hindurchschlüpfen des den Canal und das Filter reinigenden Wassers zu gestatten; CE ist länger als EB , weshalb das Filter selbstthätig in seine richtige Lage zurückfällt, sobald es nicht mehr in der gekippten Lage festgehalten wird.

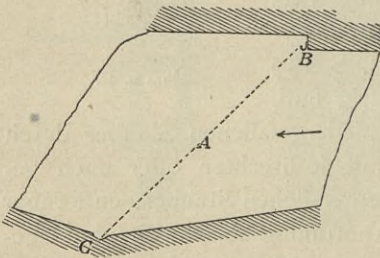
Fig. 162.



200.
Wasser-
schleier.

Genetzte Staubtheile werden, wegen des an ihnen haftenden Wassers, genügend schwer, um den Luftwirbelungen zu widerstehen; sie fallen sicher zu Boden, und werden, was nicht weniger angenehm ist, von dem abfließenden Wasser sofort beseitigt. Man hat deshalb an geeigneter Stelle des Canales einen künstlichen Regen- oder einen sog. Wasserfchleier hervorgebracht. Die erhoffte Wirkung wird jedoch hierdurch nicht erzielt, indem zu viel Stellen vorhanden sind, durch welche die Staubtheile zu schlüpfen vermögen, ohne von den niederfallenden Wassertropfen getroffen zu werden, obgleich große Wassermengen gebraucht werden.

Fig. 163.



201.
Nasse
Filter.

Zweckmäßiger erscheint die Netzung der Filtergewebe. Man legt über das Filter A (Fig. 163) eine Rinne B , deren über dem Filter befindlicher Rand genau wagrecht ist, um das in B geleitete Wasser in genau gleicher Schichtdicke über denselben fließen zu lassen. Das Wasser durchtränkt das Filter A , bläht die Fäden desselben auf und netzt den mit der Luft ankommenden Staub, der, mit dem Wasser eine schwarzbraune Brühe bildend, mittels der Rinne C abgeleitet wird. Als Uebelstände dieser Anordnung sind mir von mehreren Besitzern solcher nassen Filter das rasche Faulen der Filter und die Unbequemlichkeit genannt, daß bei kaltem Wetter das Wasser gefriert.

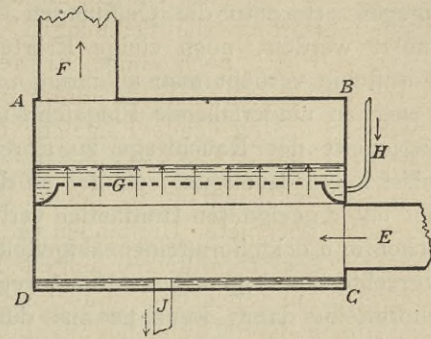
202.
Luft-
wäscher.

Gelegentlich der 1878-er pariser Weltausstellung lernte ich eine von *H. Lacy* in Todmorden⁷⁵⁾ construirte Luftanfeuchtungs-Einrichtung kennen (vergl. Art. 96 bis 100, S. 81 bis 86), die im vorliegenden Sinne verwendet werden kann.

⁷⁵⁾ Polyt. Journ. Bd. 331, S. 393.

Fig. 164 stellt die wesentliche Einrichtung desselben dar. Der Kasten $ABCD$, in welchen die zu behandelnde Luft mittels des Rohres E eingeführt wird, während das Rohr F dieselbe weiter leitet, ist durch eine durchbrochene, wagrechte Platte G in zwei über einander liegende Abtheilungen zerlegt. Das Rohr H führt Wasser in eine die Platte G ringsum begrenzende Rinne, und von dieser fließt dasselbe in dicker Schicht über die Platte, durch die Oeffnungen derselben nach unten fallend. Ein Rohr J führt das Wasser ab. Die von E heranströmende Luft trifft zunächst den unter G sich bildenden Regen, dringt alsdann durch die Oeffnungen der Platte G , so wie durch die über derselben liegende Wasserschicht und gelangt in gewaschenem Zustande in F an. Wenn die über G liegende Wasserschicht 5 cm beträgt — wie angegeben wird — und die Luftgeschwindigkeit keine zu große ist, so dürfte die Netzung sämtlichen Staubes gelingen. Das Gefrieren des Wassers kann hier durch vorheriges Anwärmen des Wassers verhindert werden.

Fig. 164.



Vogt in Berlin hat 1879 in einer der dortigen städtischen Schulen eine ähnliche Anordnung in Anwendung gebracht ⁷⁶⁾.

Hier wird die frische Luft mittels zweier durchlöcherter Rohre, die, in einem Kessel liegend, mit Wasser reichlich bedeckt sind, durch Wasser gedrückt. Der Kessel ist eingemauert und mit Feuerung versehen, so daß man seinen Inhalt nach Bedarf erwärmen, also das Gefrieren des Wassers verhindern kann.

Die genannten Luftwascher sind in dieser ihrer Eigenschaft gewiß die besten zur Zeit bekannten Staubabfonderer; sie sind aber nicht von Mängeln frei, welche ihre Anwendung in sehr vielen Fällen unmöglich machen.

Zunächst ist in dieser Beziehung zu bedenken, daß die Luft während des Waschens mit Wasserdampf gesättigt wird. Soll dieselbe trotzdem bei mittlerer Zimmertemperatur (+ 20 Grad) nur bis zu 50 Procent ihrer Sättigung mit Dampf geschwängert sein, so darf sie während des Waschens (vergl. die Tabelle auf S. 75) höchstens die Temperatur + 9 Grad besitzen, abgesehen davon, daß, wie früher erörtert wurde, sowohl die Menschen, als auch die Beleuchtungsmittel den Feuchtigkeitszustand der Luft in den gelüfteten Räumen erhöhen. Unter Berücksichtigung des letzteren Umstandes dürfte erwünscht sein, die Luft bei etwa 0 Grad zu waschen oder nachträglich auf 0 Grad abzukühlen, um das Uebermaß an Wasserdampf auszuscheiden. Während eines Theiles des Winters wird man wenigstens die Temperatur von 9 Grad, vielleicht eine noch niedrigere, regelmäßig erreichen können; während des Sommers dürfte eine solche niedrige Temperatur nur durch Eiskühlung oder vorherige Verdichtung, darauf folgende Kühlung und schließliche Ausdehnung der Luft zu erreichen sein. Als zweiter Nachtheil ist der erhebliche Widerstand, den der Wascher dem Hindurchströmen der Luft entgegensetzt, zu nennen. Derselbe dürfte selten unter 60 mm Wasserfäule oder 60 kg auf 1 qm betragen. Nur Gebläse sind im Stande, neben den sonstigen Widerständen — die selten zusammengenommen mehr als 20 kg betragen — den entstehenden Gesamtwiderstand zu überwinden.

Die Anwendbarkeit der Wascher dürfte sich daher auf wenige Fälle beschränken ⁷⁷⁾.

Der Schutz der Canäle gegen das Hineingelangen des Ungeziefers wird durch metallene Gitter erreicht, welche dem abzuwehrenden Ungeziefer entsprechende

203.
Schutz gegen
Ungeziefer.

⁷⁶⁾ Gefundh.-Ing. 1880, S. 64.

⁷⁷⁾ Ueber Luftfilter vergl. auch: Filtrirapparate für Luft. Deutsche Bauz. 1877, S. 110.

Maschenweiten erhalten. Meistens betrachtet man als kleinste abzuweisende Thier die Maus, zumal Fliegen und dergl. durch die Filter zurückgehalten werden.

Die Zugänglichkeit der Luftcanäle wird durch den örtlichen Verhältnissen anzupassende Klappen und Thüren erreicht, deren Besprechung überflüssig sein dürfte. Dagegen erfordern die Oeffnungen, welche zur Reinigung der Rauchschornsteine benutzt werden, noch einige Erörterungen. Die eisernen Rauchrohre der Lockschornsteine verzieht man an ihrem unteren Ende mit zu öffnenden Erweiterungen, in welchen niederfallende Flugasche und Rufs sich zu sammeln vermögen, ohne den Querschnitt der Rauchwege zu stören. Der lothrechte Theil dieser Rauchrohre bedarf keiner Reinigung, da der an den Wänden anhaftende Rufs gelegentlich abfällt oder unter geeigneten Umständen verbrennt. Eine Gefahr kann aus dem Ausbrennen solcher in Lockschornsteinen aufgestellten eisernen Rauchrohre nicht entstehen. Die wagrechten und geneigten Rauchwege müssen jedoch durchweg, die lothrechten Schornsteine dann, wenn sie aus dünnwandigem Mauerwerk bestehen, regelmässig gereinigt werden, da in ersteren Flugasche und Rufs sich ablagern, in letzteren die Entzündung grösserer Rufsmengen durch die entstehende hohe Temperatur für das Mauerwerk und seine Umgebung gefährlich werden kann.

Da der Rufs schon in Folge geringer Luftbewegungen mit dieser sich mischt und durch sie auf weite Entfernungen getragen wird, so gilt als erste Regel, die Reinigungsöffnungen aller Rauchwege an solche Orte zu legen, die durch den aufgewirbelten Rufs nicht oder doch wenig geschädigt werden. Lothrechte Schornsteine, welche meistens mittels eines an eine Kugel gebundenen Besens gereinigt werden, erhalten hiernach eine Oeffnung im Kellergeschofs, und zwar möglichst in einem solchen Raum desselben, dem einiger Schmutz nicht schadet, z. B. dem Kohlenkeller, oder, der verhältnissmässig leicht zu reinigen ist, z. B. dem Kellervorplatz. Diese Oeffnung dient zum Entfernen des niedergeflossenen Rufses. Eine zweite Oeffnung, welche zum Einbringen der Putzgeräthe und zum Lenken derselben dient, wird unter oder über dem Dach angebracht. Beide Oeffnungen sind selbstverständlich mit guten eisernen Verschlüssen versehen, die zweckmässig aus lothrechten Schiebern bestehen, welche sich nicht zufällig zu öffnen vermögen. Ist kein Kellergeschofs vorhanden, so ist man gezwungen, die unteren Reinigungsöffnungen im Erdgeschofs anzubringen; hier werden sie am zweckmässigsten im Vorplatz untergebracht. Die Höhenlage der unteren Reinigungsöffnungen soll eine solche sein, dass man bequem zu denselben gelangen, auch den Rufs ohne Schwierigkeit in ein vorzuhaltendes Gefäss schieben kann, um die Staubaufwirbelung möglichst zu mindern. Eine zweckmässige Gestaltung des unteren Randes der Reinigungsöffnung vermag in derselben Richtung günstig zu wirken. Weichen Theile der Schornsteine von der lothrechten Richtung ab, jedoch nicht um mehr als etwa 30 Grad, so hindern sie das erwähnte Reinigungsverfahren nicht, kommen also nicht weiter in Betracht. Flacher liegende Schornsteine, bezw. Rauchwege sind verschieden zu behandeln, je nachdem sie in ihrer Längenrichtung zugänglich gemacht werden können oder nicht. Im ersteren Falle kann man sehr lange, gerade Rauchwege durch eine Krücke reinigen, mittels welcher der Rufs zurückgeschoben wird, so dass derselbe schliesslich in eine zu entleerende Vertiefung fällt. Ist man gezwungen, den Rufs heranzuziehen, so darf der Canal, wegen der Biegsamkeit des Krückenstieles, mittels dessen man die Krücke zunächst über den Rufs hinwegheben muss, selten länger als 4^m sein. Die in ihrer Längenrichtung nicht zugänglichen und die krummen Rauchcanäle müssen

204.
Zugänglichkeit.
Reinigung.

205.
Reinigungs-
öffnungen.

mit 2 bis 3 m von einander entfernten Putzöffnungen versehen sein, deren Gestalt das Einbringen eines Rohrstockes oder anderen biegsamen Stabes gestattet, durch welchen ein Befen oder eine Krücke zu bewegen ist. Kurze Rauchwege säubert man mittels der geeignet bewaffneten Hand; man vermag vom Rande der Putzöffnung ab etwa 60 bis 80 cm weit zu reichen; die betreffenden Putzöffnungen werden etwa 12 cm weit gemacht.

Behuf regelmäßiger und sicherer Bedienung umfangreicherer Heizungs- und Lüftungsanlagen ist es erwünscht, dem Wärter die Möglichkeit bequemer Beobachtung sowohl der Temperatur, als auch der Luftgeschwindigkeit innerhalb der Canäle zu geben. Die Temperaturen erkennt man leicht und sicher an Quecksilberthermometern, die entweder durch geeignete kleine Oeffnungen bei jeder einzelnen Beobachtung in die Canäle geschoben werden oder in den Canalwänden so befestigt sind, daß ihre Kugel Seitens der Luft gut gespült wird und der Wärter den Quecksilberfaden gut erkennen kann. Die Luftgeschwindigkeit wird am zweckmäßigsten mit Hilfe sog. Anemoskope beobachtet. (Vergl. Art. 146 und 147, S. 118.) In den in Frage kommenden Canal läßt man das mit einem Plättchen versehene Ende eines doppelarmigen Hebels ragen, welcher — ähnlich wie die Wagebalken — auf Schneiden zu schwingen vermag. Das andere Ende des Hebels ist zu einem Zeiger ausgebildet, welcher den durch den Stoß der bewegten Luft auf das vorhin genannte Plättchen hervorgebrachten Hebelausschlag auf einem geeigneten Gradbogen ablesen läßt. Vor Benutzung dieses Geschwindigkeitszeigers vergleicht man denselben mit einem guten Anemometer, um die Bedeutung der Ausschlaggrößen festzustellen.

206.
Beobachtungen.

e) Schieber, Klappen etc.

Aus den bisherigen Erörterungen geht zur Genüge hervor, daß die sorgfältigste Construction der Canäle und die vorsichtigste Ueberwachung der Mittel, welche zur Bewegung der Luft benutzt werden, nicht im Stande sind, den Betrieb zu allen Zeiten zu einem befriedigenden zu machen. Man muß vielmehr die Anlage so einrichten, daß sie unter den ungünstigsten Verhältnissen die geforderte Luftmenge oder die zu beseitigende Rauchmenge fördert, und dann Vorrichtungen einschalten, mit Hilfe welcher man nach Willkür größere Bewegungshindernisse hervorzubringen vermag, um hierdurch die Leistungsfähigkeit den Verhältnissen entsprechend herabzudrücken.

Diese Vorrichtungen sind Schieber, Klappen und Ventile.

Der gewöhnliche Rauchschieber besteht aus dem eigentlichen, in Rücksicht auf das Verrosten durch den schweflige Säure enthaltenden Rauch aus Gusseisen hergestellten Schieber *A* (Fig. 165), dem ebenfalls gegossenen, gefalzten Rahmenstück *B* und dem mit letzterem vernieteten Deckelstück *C*. Das Ganze ist in dem Rauchcanal vermauert. Der Schieber hängt an einer Kette *D*, die über Rollen *E* gelegt ist und an einem Ende ein Gegengewicht *F* trägt. Die auftretenden Reibungswiderstände halten den Schieber in jeder Lage, welche man ihm gegeben, fest.

Ähnliche Schieber werden aus Gusseisen, Blech, Holz gefertigt und, mit verzierten Rahmen versehen, vor die in den Zimmern liegenden Canal-mündungen gelegt und dienen dort zu beliebiger Verengung des Querschnittes.

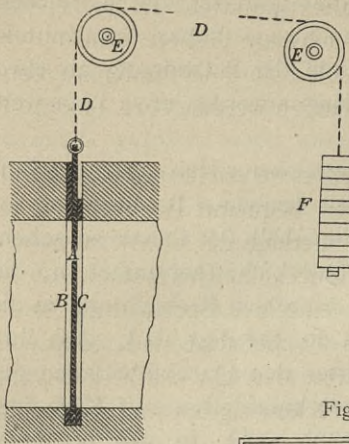
207.
Rauch-
schieber.

208.
Luft-
schieber.

Häufiger wird für diesen Zweck der durch Fig. 166 wiedergegebene Schieber verwendet.

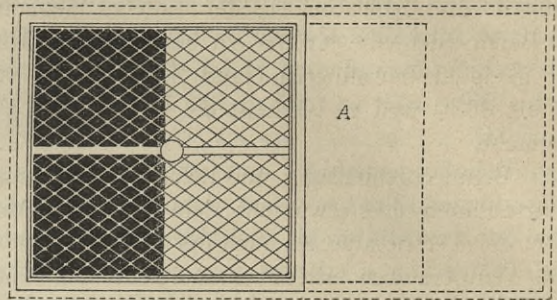
Die viereckige Canal-mündung ist vergittert; hinter dem Gitter ist der eigentliche Schieber *A* mit Hilfe eines Knopfes, der sich in einem Schlitz der Vergitterung zu bewegen vermag, verschiebbar. Die

Fig. 165.



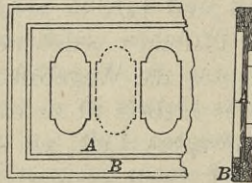
$\frac{1}{30}$ n. Gr.

Fig. 166.



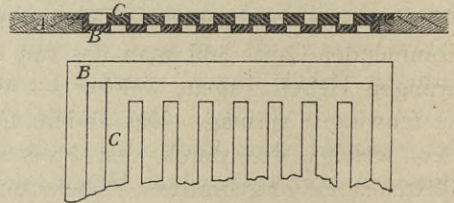
$\frac{1}{10}$ n. Gr.

Fig. 167.



B

Fig. 168.



$\frac{1}{10}$ n. Gr.

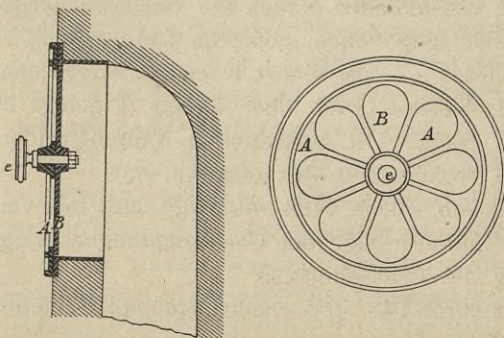
nach rechts — in Bezug auf unsere Figur — geschobene Platte verbirgt sich in einem Blechkasten, welcher in die Oberfläche der Wand verfenkt ist, so das die Decoration der Wand über denselben hinweggeht.

Auch der Schieber, welchen Fig. 167 in theilweiser Ansicht und lothrechttem Schnitt darstellt, ist bei einigen Constructeuren beliebt.

Eine Platte mit Rahmen enthält eine Zahl lothrechter Schlitze, welche etwas schmaler sind, als die zwischen ihnen bleibenden Stege. Vor dieser Platte vermag man die Platte A, die in Nuthen des Rahmens B geführt wird und die eben so geschlitzt ist, wie die erste Platte, zu verschieben. Treffen die Schlitze vollständig auf einander, so ist der größte Durchgangsquerchnitt, also die geringste Behinderung des Luftstromes vorhanden; deckt aber je ein Steg einen Schlitz der anderen Platte, so ist der Querschnitt vollständig abgeschlossen.

Fig. 168 zeigt in lothrechttem Schnitt und Grundrifs denselben Gedanken für einen Schieber durchgeföhrt, der über einen im Fußboden mündenden Canal gelegt ist.

Fig. 169.



$\frac{1}{30}$ n. Gr.

A bezeichnet den Fußboden; in diesen ist eine gusseiserne geschlitzte Platte B mit Hilfe eines ringum laufenden Randes gelegt. Die Vertiefung der Platte dient zur Aufnahme des geschlitzten Schiebers C, so das dessen Oberfläche mit derjenigen des Fußbodens zusammenfällt. Die Einstellung des beweglichen Theiles C erfolgt mit Hilfe des Fußes. Der Schieber kann natürlich nur an solchen Stellen des Fußbodens angebracht werden, welche nicht für den Verkehr dienen. Als Mangel, der allen im Fußboden liegenden Mündungen eigen ist, muß noch hervorgehoben werden, das der Schieber die das Zimmer reinigenden Mägde verucht, den Kehricht ohne Weiteres durch die Spalten des Schiebers zu befördern.

Eine fernere Abart des durch Fig. 167 verfinnlichten Schiebers zeigt Fig. 169 in lothrechtem Schnitt und in Ansicht.

Hier ist die Canalmündung mit einer kreisförmigen, durchbrochenen Platte *A* geschlossen, in deren Mitte sich der Zapfen mit Knopf *c* drehen läßt, welcher eine drehbare, eben so wie *A* durchbrochene Platte *B* trägt. Die Einstellung erfolgt mit Hilfe des Knopfes *c*. Man legt auch die drehbare Platte vor die feste und kann alsdann auf ersterer zwei Knöpfe anbringen, die behuf des Einstellens unmittelbar mit den Fingern ergriffen werden, oder, wenn der Schieber eine höhere Lage im Zimmer hat, mit je einer herabhängenden Schnur versehen sind.

Die Schieber Fig. 167 und 169 haben das Angenehme, daß sie keiner Vergitterung behuf Verdeckung der an sich wenig schönen Canalöffnung bedürfen; in einiger Gröfse hergestellt nehmen sie jedoch viel Raum ein und sind schwer zu bewegen.

Sehr bequem ist die sog. Droffelklappe (Fig. 170); dieselbe ist leicht zu bewegen und behält die ihr angewiesene Stellung ohne Weiteres bei.

Die hier gezeichnete Klappe ist für einen lothrechten Canal bestimmt. In eine Wand desselben ist eine gußeiserne Platte *B* mit Zapfenlager, in die dieser gegenüberliegende Wand die Platte *C*, welche ebenfalls ein Zapfenlager für die Klappe *A* enthält, eingemauert. Die Klappe selbst ist aus zwei Blechplatten, die auf einen Flacheisenstab genietet sind, gebildet; die runden Enden des Flacheisens vermögen sich in den genannten Lagern zu drehen. An der Außenseite ist ein Griff *D* angebracht, mit Hilfe dessen die Drehung der Klappe stattfindet und an dessen Stellung diejenige der Klappe erkennbar ist.

Zuweilen verbindet man die beiden Lagerstücke *B* und *C* mittels eines Rahmens, um leichter eine genaue gegenseitige Lage der Zapfenlager zu gewinnen. Liegen derartige Klappen in wagrechten Canälen unter einem Fußboden, oder will man verhindern, daß jede beliebige Person die Klappenstellung zu verändern vermag, so läßt man die Drehachse nur bis zur Oberfläche des Fußbodens, bezw. Vorderfläche der Wand vorspringen und gestaltet das betreffende Achsende so, daß man einen hohlen Schlüssel auf dasselbe stecken kann.

209.
Droffel-
klappen.

Eine in die Canalmündung zu legende Klappe verfinnlicht Fig. 172.

In erstere ist ein, mit Winkeleisen-, bezw. Flacheisenringen versteifter Blechkasten *A* gesteckt. Das Blech und der Flacheisenring sind unten und oben, und zwar in der Mitte, so durchbohrt, daß die Welle *B* der Klappe geeignete Lagerung in den Bohrungen findet. Zu dem Ende ist unter die untere Durchbohrung noch ein Plättchen *C* genietet, welches die Welle *B* in lothrechter Richtung stützt. An der Klappe ist ein kurzer, mit der Zugstange *E* verbundener Hebel *D* genietet, so daß man durch geeigneten Druck auf den Knopf der Stange *E* die gewünschte Stellung der Klappe hervorbringen kann. An dem Stande des Knopfes vermag man, fogar aus einiger Entfernung, die Stellung der Klappe zu erkennen; bei vollständigem Schluß stößt die Klappe gegen das Zäpfchen *F*, bei vollständigem Öffnen gegen die Stange *E*. Gegen die Winkeleisenversteifung ist ein verzierter Rahmen *G* geschraubt, der einerseits eine Führung für die Stange *E* gewährt, andererseits mittels

Fig. 170.

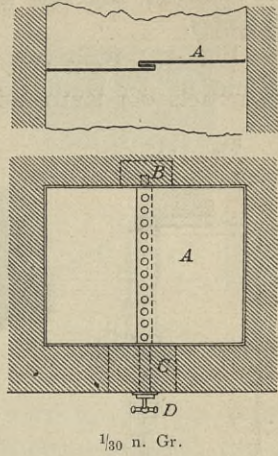


Fig. 171.

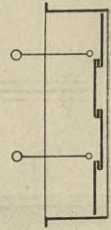
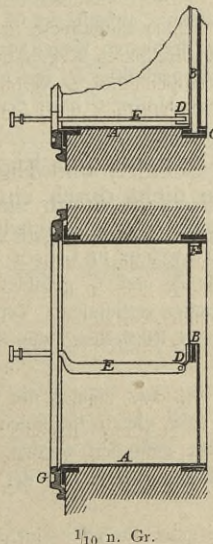
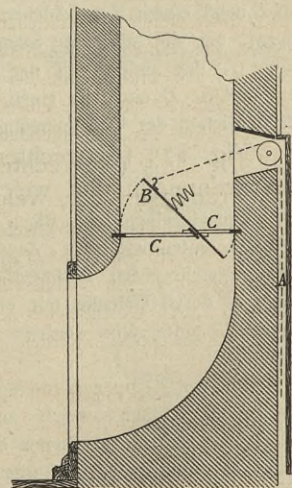


Fig. 172.



1/10 n. Gr.

Fig. 173.

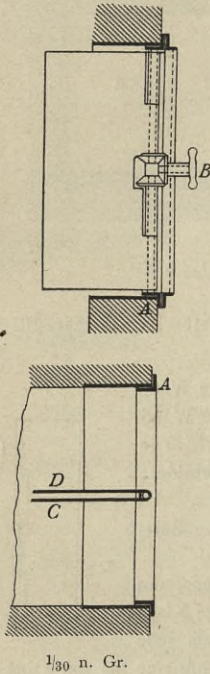


1/40 n. Gr.

eines Falzes die Vergitterung fehhält. Bei großen Mündungsweiten erfordert diese Klappe eine ziemlich dicke Canalwand; man kann in diesem Falle die Anordnung doppelt (nach Fig. 171) oder auch mehrfach machen.

Fig. 173 stellt eine Droffelklappe dar, welche von einem tiefer liegenden Raum aus, mittels der Kette oder Schnur *A*, bewegt werden soll. Die Zapfen der Klappe

Fig. 174.



210.
Sonstige
Klappen.

Fig. 174 stellt eine eigenthümliche Klappeneinrichtung in lothrechttem und wagrechttem Schnitt dar, welche in vielen Fällen gut zu verwenden ist.

In der Mitte des Rahmens *A*, welcher eine Vergitterung und beliebige Ausschmückung erhalten kann, ist eine lothrechte Spindel befestigt. In deren Mitte befindet sich ein wagrechtter Stift, auf dem der Griff *B* nebst einem Kegelrädchen drehbar aufgesteckt ist. Das erwähnte Kegelrädchen steht nun mit zwei anderen, um die lothrechte Stange drehbaren Kegelrädchen im Eingriff, von denen das eine mit der Klappe *C*, das andere mit der Klappenhälfte *D* verbunden ist. Durch Drehen des Griffes *B* wird die Klappenhälfte *D* nach der einen, die Hälfte *C* nach der anderen Richtung gedreht, so daß ein Freilegen oder Schließen der Canalöffnung erfolgt.

Fig. 175 (wagrechtter Schnitt) und Fig. 177 (lothrechtter Schnitt) stellen Klappenanordnungen dar, welche nicht durch ein Gitter verdeckt werden sollen.

Die einzelnen, aus Blech oder verziertem Gußeisen gebildeten Klappen *A* in Fig. 175 haben in der Mitte, unten wie oben, Zapfen, welche in Lagern sich drehen können, die durch Ausparungen der zusammengeschraubten Rahmentheile *B* und *C* gebildet sind. Sie sind mittels der gemeinschaftlichen Stange *D* durch Gelenke mit einander verbunden. Vorsprünge der Stange *D* einerseits und Nafen der Rahmen *C* andererseits werden, behuf Einstellung der Klappen, zwischen Daumen und Zeigefinger genommen.

Bei der Klappenanordnung Fig. 177 hängen die einzelnen Klappen ebenfalls zusammen; sie drehen sich aber um Zapfen, welche an zwei gleich liegenden Ecken angebracht sind, so daß sie selbstthätig niederfallen, sobald sie hieran nicht gehindert werden. Mittels einer Schnur, die durch einen Glasring geführt ist, und welche auf irgend eine Weise an der Wand befestigt wird, vermag man die Klappen beliebig zu öffnen.

In Fig. 176 sieht man eine ganz ähnliche Einrichtung abgebildet, bei welcher die Klappen durch

Fig. 175.

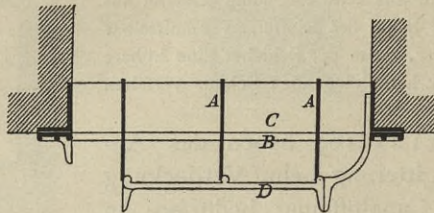
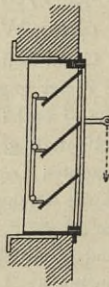
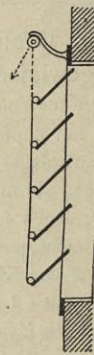


Fig. 176.



1/10 n. Gr.

Fig. 177.



sind außerhalb der Mittellinie derselben angebracht, damit die Klappe durch ihr eigenes Gewicht sich schließt, sobald die Kette *A* dieses zuläßt.

In der höchsten (lothrechtten) Stellung der Klappe würde das erforderliche Uebergewicht nicht vorhanden sein, weshalb man eine Schraubenfeder auf die Klappe gesetzt hat, welche sich in erwähnter Stellung gegen die Canalwand stemmt und nach Lockerung der Kette *A* die Klappe zum Kippen veranlaßt. Die Zapfen der Klappe drehen sich in zwei Lagern, die durch Uebereinanderrichten der beiden U-förmigen Bügel *C*, *C* gebildet sind; letztere erhalten hierdurch eine solche Lage, daß die Ränder der Klappe sich auf die Ränder des aus den Bügeln gebildeten Rahmens legen und so einen verhältnismäßig guten Schluß bilden.

ein Gitter verdeckt sind und deshalb mit einer der Klappen ein Hebel verbunden wurde, um diese und, vermöge des Zusammenhanges derselben mit den übrigen, sämtliche Klappen zu öffnen.

Endlich ist die Einrichtung, welche Fig. 178 in lothrechttem und wagrechttem Schnitt, so wie der Vorderansicht verfinnlicht, mit der vorigen verwandt.

An dem unteren Zapfen der Klappe *A* befindet sich, unterhalb des Rahmens, ein Kegelrädchen *D*, welches mit dem durch einen Handgriff drehbaren Kegelrädchen *E* im Eingriff steht. Mit *A* ist die Klappe *B* vermöge des Stängelchens *C* verbunden. Befindet sich die Klappe in der Nähe des Fußbodens, so wird man den Antrieb selbstverständlich nach oben legen.

Es mag hier noch eine Klappe kurz beschrieben werden, die sich dadurch vor den bisher besprochenen auszeichnet, daß sie einen dichteren Abschluß gewährt.

Fig. 179 ist ein lothrechter Schnitt derselben. Der Kasten *A* ist im Mauerwerk befestigt; derselbe trägt einerseits den Klappensitz *B*, andererseits die theils zum Festhalten des Gitters *D*, theils zur Verzierung dienende Umrahmung *C*. Am oberen Rande des Klappensitzes *B* ist mit Hilfe zweier Gelenke die Klappe *E* aufgehängt, welche sich selbstthätig auf ihren Sitz legt, sobald es die Spannung der Schnur *F* gestattet. Die Schnur ist durch einen Glasring geführt, um die Ablenkung derselben in die lothrechte Richtung ohne sehr große Reibung zu gestatten. Die vorliegende Klappe dient für eine obere Abzugsöffnung; sie ist offenbar leicht in diejenige Gestalt zu bringen, welche sie befähigt, als untere Abzugsklappe zu dienen. Bemerkenswerth ist noch, daß die Klappe nur etwa halb so groß ist, als das Gitter. Das ist berechtigt, weil der freie Querschnitt der Gitter wesentlich kleiner ist, als die Fläche der Klappe.

Das Ventil in Fig. 180 ist sowohl als Austritts-, wie auch als Eintritts-Verchlusstück recht brauchbar und zeichnet sich durch große Dichtigkeit aus. In das Querstück *A* ist eine Schraubenspindel *B* genietet, zu welcher die Mutter des Deckels *C* paßt. Durch Drehen des Deckels findet die Einstellung des Ventiles statt.

Fig. 181 zeigt schematisch die Klappenanordnung, so fern man ein Zimmer *B* von der Heizkammer *A* aus beheizen, von dem Canal *C* aus mit frischer Luft versorgen — ein Flügelgebläse drückt die Luft in den Canal *C* — und die gebrauchte Luft nach oben abströmen lassen will.

Zunächst befindet sich bei *D* eine Drosselklappe, welche mehr oder weniger geöffnet wird, je nachdem man eine größere oder geringere Luftmenge zuführen will. Bei *E* befindet sich die Mischklappe; legt man, nach Lösen der zugehörigen Kette, die eigentliche Klappe ganz nach links, so ist die gefamte Luft, welche durch *D* einströmt, gezwungen, durch die Heizkammer zu gehen; bewegt man dagegen die eigentliche Klappe ganz nach rechts, so ist der Weg durch die Heizkammer *A* der Luft versperrt, dagegen der lothrecht aufsteigende Canal frei, so daß die Luft, ohne vorher

Fig. 178.

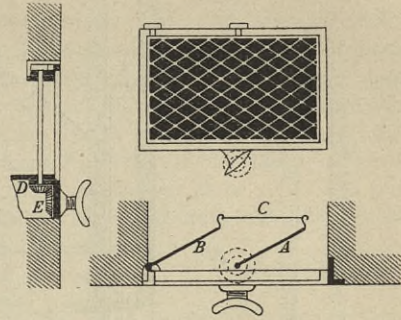
 $\frac{1}{10}$ n. Gr.

Fig. 179.

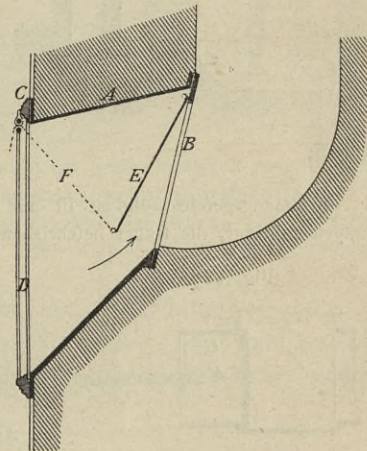
 $\frac{1}{15}$ n. Gr.211.
Ventile.

Fig. 180.

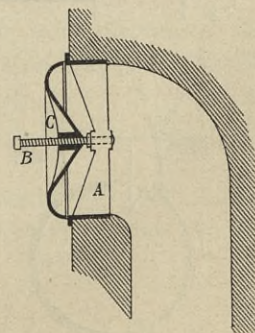
 $\frac{1}{30}$ n. Gr.212.
Gefammt-
anordnung.

Fig. 181.

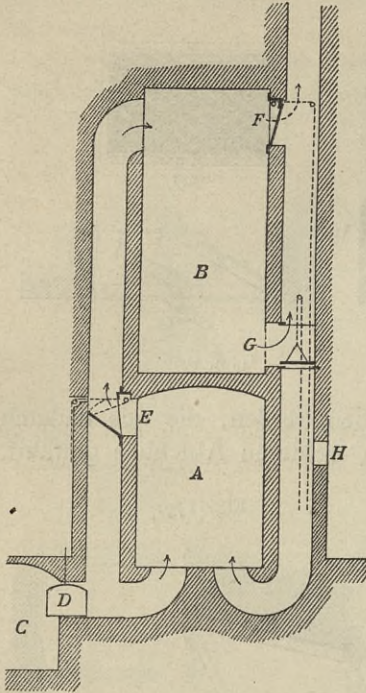
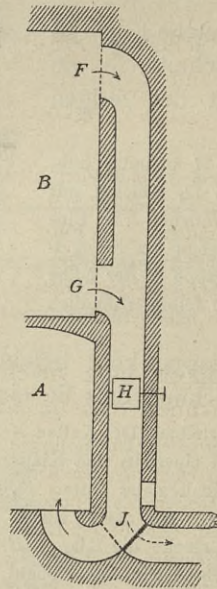


Fig. 182.



der Abströmungsgeschwindigkeit ist nur möglich, indem man unmittelbar hinter das Gitter *G* eine der Klappen anbringt, die früher beschrieben wurden.

Fig. 183.

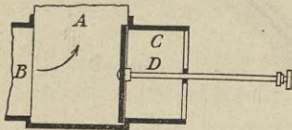


Fig. 184.

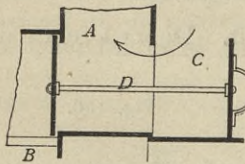


Fig. 185.

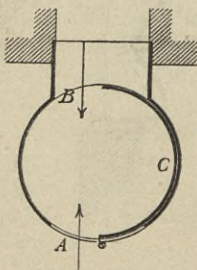
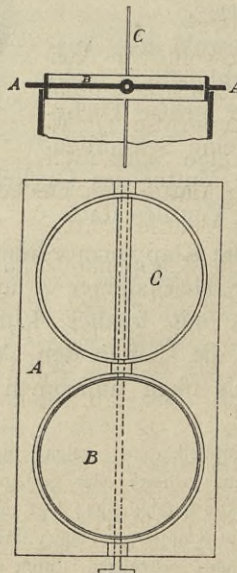


Fig. 186.



erwärmt zu werden, in das Zimmer *B* gelangt. Das Abströmen der Luft kann von höher gelegener Stelle des Zimmers, nach Oeffnen der oberen Klappe *F*, erfolgen; in der Regel soll dagegen, aus früher genannten Gründen, die Luft möglichst nahe über dem Fußboden abgeführt werden, also durch die Oeffnung *G*. Die Luft soll nun entweder nach oben ins Freie geführt, oder, behuf wiederholter Erwärmung (Umlaufheizung), der Heizkammer wieder zugeleitet werden. Zu dem Ende befindet sich bei *G* die sog. Wechselklappe. Die wagrechte Platte derselben kann entweder auf einen Sitz unter oder einen solchen über *G* gelegt werden, so daß entweder der Weg nach unten oder der nach oben abgesperrt wird. Die in der Figur links liegenden Klappen sind ohne Weiteres vom Kellergeschoß aus zu bedienen; die rechts liegenden Klappen werden durch Schnüre oder Ketten bewegt, welche im rechts liegenden Canale sich befinden und, unter Vermittelung der Oeffnung *H*, im Kellergeschoß regiert werden können. Eine Regelung

Soll die Heizung und Luftzuführung so fein, wie oben angegeben, dagegen die Luftabführung nach unten erfolgen, so ist die betreffende Klappenanordnung nach Fig. 182 einzurichten. Bei *F* ist keine Klappe nöthig, da, wenn der Widerstand bei *G* ein entsprechend niedriger ist, die im oberen Theil des Zimmers befindliche wärmere und leichtere Luft keine Veranlassung hat, nach unten abzufließen. Bei *G* bringt man eine passende der früher beschriebenen Klappen an, um die Oeffnung *G* vom Zimmer aus zu schliessen, sobald dessen zu große Erwärmung das Abführen der wärmsten Luftschichten wünschenswerth erscheinen läßt. Bei *H* befindet sich eine Drosselklappe zu beliebiger Verengung des Querschnitts, um die Abflusmenge der Luft zu regeln, endlich bei *J* die Wechselklappe, welche gestattet, entweder den Weg nach der Heizkammer oder denjenigen nach dem Abführungschacht zu sperren; beide Klappen werden im Kellergeschoß unmittelbar mit der Hand eingestellt.

Wechselklappen werden häufig gebraucht, um der Heizkammer oder dem Ofen entweder frische Luft oder Zimmerluft zuzuführen.

In Fig. 183 und 184 steht *A* mit dem Ofen, *B* mit dem Frischluftcanal, *C* mit dem zu beheizenen Zimmer in Verbindung. Je nachdem man die eine, bezw. die beiden mittels der Stange *D* verbundenen Platten nach der einen oder anderen Seite schiebt, verlegt man den einen Weg, während der andere geöffnet wird. Auch ist es möglich, mit Hilfe dieser Klappen theilweise frische, theilweise bereits benutzte Luft zum Ofen, bezw. Zimmer gelangen zu lassen, indem man den Platten eine mittlere Stellung giebt.

Dasselbe erreicht man mittels der doppelten Droffelklappe Fig. 186. In der Platte *A* befinden sich hinter einander, an einer und derselben Spindel steckend, die Droffelklappen *B* und *C*, die so gegen einander gestellt sind, daß die eine ihre Oeffnung schließt, sobald die andere die ihrige möglichst frei hält.

Eben so schließt der Bogenchieber *C* (Fig. 185) eines Ofenmantels die Oeffnung *A*, welche dem Zimmer zu gerichtet ist, sobald die mit dem Freien in Verbindung stehende Oeffnung *B* geöffnet wird, und umgekehrt. In mehreren berliner Schulen sind die obere und untere Luftabzugsöffnung mit lothrecht beweglichen Schiebern versehen, die mittels einer Stange mit einander verbunden sind. Senkt man beide Schieber, so wird die obere Oeffnung freigelegt, während die untere geschlossen wird und umgekehrt. Dieselbe Anordnung findet man dort auch als Mischklappe verwendet.

Endlich verfinnlicht Fig. 187 eine doppelte Wechselklappe, welche ich häufig angewendet habe.

Der Canal *C* mündet unmittelbar über dem Fußboden des Zimmers; der Canal *D* fließt mit dem Frischluftcanal in Verbindung; der Canal *A* führt die Luft in die Heizkammer oder zu einem ummantelten Ofen, der Canal *B* aber zu einem Abzugschlot. Eine der Klappenachsen ist mit einem Griff und einer Vorrichtung versehen, welche die Klappen in der ihnen gegebenen Lage festhält; die Klappen selbst sind mit einer Stange verbunden, so daß sie nur gemeinschaftlich gestellt werden können. Wählt man die Stellung *x*, so wird dem Heizkörper Zimmerluft zugeführt, während sowohl die Luftzuführung als auch die Luftabführung verlegt ist; wählt man die punktirte Stellung *y*, so wird Zimmerluft ins Freie geführt, während frische Luft zum Ofen gelangt. Diese Klappe ist, wie ich selbst erfahren habe, für verschiedenartige Fälle sehr gut verwendbar.

Außer den vorgeführten Schieber-, Klappen- etc. Anordnungen giebt es noch eine große Zahl anderweitiger Einrichtungen, die indess, um den Rahmen des vorliegenden »Handbuches« nicht zu überschreiten, übergangen werden mögen.

5. Kapitel.

Rohrleitungen für Wasser und Dampf.

a) Abmessungen.

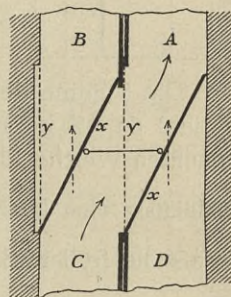
Das Nöthige über die zweckmäßigsten Abmessungen der Dampfrohre ist in Art. 128, S. 100 gesagt.

Die Mase der Wasserrohre werden ähnlich berechnet, wie diejenigen der Canäle für Luft und Rauch. Da, wie schon erwähnt, der Vorschlag, das Wasser mittels eines Dampfstrahles zu bewegen, keine Bedeutung hat, so wird im Folgenden nur von solchen Anlagen die Rede sein, bei denen die Bewegung des Wassers durch Auftrieb erfolgt.

Das allgemeine Schema einer derartigen Anlage verfinnlicht Fig. 188. Längs der Höhe h_1 findet die Erwärmung, längs der Höhe h_3 die Abkühlung des Wassers statt. Für den Auftrieb ist die Formel 83. (S. 106):

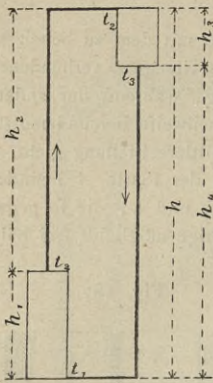
$$\dot{p} = \gamma_0 \left\{ \frac{h_3 - h_1}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} + \frac{h_4}{1 + \alpha t_1} - \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} \right\} \dots \dots \dots 83.$$

Fig. 187.



1/40 n. Gr.

Fig. 188.



zu verwenden, in welcher die Zeichen dieselbe Bedeutung haben, wie früher angegeben; besonders bedeutet γ_0 hier das Gewicht von 1 cbm Wasser bei 0 Grad, wofür 1000 kg, und α die Ausdehnung des Wassers bei 1 Grad Temperaturerhöhung, welche für alle Temperaturen gleich 0,00047 gesetzt werden soll.

In sehr vielen Fällen ist die Höhe des Wärme aufnehmenden Körpers wenigstens annähernd der Höhe des Wärmefrahlers gleich, alsdann kann man (vergl. Art. 130, S. 106) setzen:

$$p = H \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\}, \dots 83_a.$$

wenn H die lothrechte Entfernung der Mitten beider Körper bezeichnet.

Die Summe der Widerstände ist mit Hilfe der Gleichungen 57., 58., 59., 60., 61. und 63. (S. 96 und 97) ohne Weiteres zu berechnen, nachdem man die soeben genannten Werthe für γ_0 und α eingesetzt hat. Da die Geschwindigkeit des Wassers regelmäsig eine kleine ist, so darf jedoch $\frac{1}{v}$ gegen 20 nicht vernachlässigt werden, so dass die früher (S. 97) gegebene Gleichung für den Druckverlust:

$$\Sigma p = \left[x l \frac{u}{q} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} + \Sigma \xi \right] \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{2g} \dots 64.$$

der weiteren Rechnung zu Grunde gelegt werden muss.

Durch Gleichsetzung des Auftriebes und der Widerstände entsteht die allgemeine Gleichung:

$$\gamma_0 \frac{h_3 - h_1}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_3}{2}} + \gamma_0 \frac{h_4}{1 + \alpha t_1} - \gamma_0 \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} = \left[x l \frac{u}{q} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} + \Sigma \xi \right] \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{2g} \quad 125.$$

oder nach Umständen:

$$H \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\} = \left[x l \frac{u}{q} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} + \Sigma \xi \right] \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{2g} \quad 125_a.$$

Bei Beginn der Rechnung kennt man weder die Höhe h_1 des Wärme aufnehmenden Körpers, noch diejenige h_3 des Wärmefrahlers genau; man wird daher diese Höhen vorläufig schätzungsweise bestimmen, weshalb zulässig ist, schätzungsweise das H der Gleichung 125_a, d. h. die lothrechte Entfernung der Mitten der beiden Körper einzusetzen. So ist denn Gebrauch, zunächst mit der Gleichung 125_a zu rechnen, unter dem Vorbehalt, nach Umständen das Ergebniss mit Hilfe der Gleichung 125. auf seine Richtigkeit zu prüfen.

Die Wasserbewegung erfolgt stets zum Zweck der Wärmeübertragung; es ist daher, wenn W die stündlich zu übertragende Wärmemenge bezeichnet,

$$q v \cdot 3600 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} (t_2 - t_1) 1 = W,$$

woraus
$$v = \frac{W}{q \cdot 3600 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} (t_2 - t_1)} \dots 126.$$

In den Gleichungen 125., 125_a, und 126. ist eine Temperatur t benutzt, deren Gröse noch kurz erörtert werden muss. Nach der Entwicklung der rechten

Seite von 125., bezw. 125_a. ist offenbar für denjenigen Theil der Leitung, in welchem die Temperatur t_2 herrscht, $t = t_2$, in demjenigen Leitungstheil dagegen, in welchem das Wasser die Temperatur t_1 besitzt, $t = t_1$. Bei genauer Rechnung muß daher die rechte Seite von 125., bezw. 125_a. in zwei Theile zerlegt werden. Eben so ist es bei dem Ausdruck 126. für v .

Da jedoch $\alpha = 0,00047$ sehr klein ist, in Folge dessen der Einfluss der Temperatur auf die Widerstände nur gering ausfällt, so darf man in der Regel statt des in Rede stehenden t die GröÙe $\frac{t_1 + t_2}{2}$, d. h. die mittlere Temperatur einsetzen.

Berücksichtigt man ferner, daß die Rohre immer einen runden Querschnitt haben, so nach $u = D \pi$, $q = D^2 \frac{\pi}{4}$ wird, so erhält man aus 125_a. und 126.

$$H \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\} = \left[4 \times \frac{l}{D} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} + \Sigma \xi \right] \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \frac{v^2}{2g} \quad 127.$$

und

$$v = \frac{W}{D^2 \frac{\pi}{4} 3600 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} (t_2 - t_1)} \quad \dots \dots \dots 128.$$

In diesen Gleichungen sind als bekannt zu bezeichnen: H , l und $\Sigma \xi$, weil dieselben sich aus dem den örtlichen Verhältnissen angepaßten vorläufigen Plane entnehmen lassen, so wie die Werthe γ_0 , α , κ und W . Unbekannt dagegen sind die Temperaturen t_1 und t_2 , die Rohrweite D und die Wassergeschwindigkeit v .

Die Temperatur t_2 ist nun anzunehmen.

Soll die Leitung oben offen sein, so daß etwa gebildeter Dampf frei entweichen kann, so kann t_2 nicht größer sein, als 100 Grad; um jedoch ein »Ueberkochen« zu verhüten, d. h. zu verhindern, daß durch eine geringe Unvorsichtigkeit des Heizers eine Dampfbildung und die mit ihr verknüpften Uebelstände eintreten, wählt man t_2 nur = 90 Grad und nennt die betreffende Heizungsart Niederdruck- oder Warmwasser-Heizung, auch offene Wasserheizung.

215.
Nieder-, Hoch-
u. Mitteldruck-
Wasserheizung.

Behuf Gewinnung einer recht kleinen Heizfläche wird die Temperatur des Wassers größer genommen; es bedingt das Verfahren, um Dampfbildung zu verhüten, eine geschlossene Leitung, weshalb man die betreffende Beheizungsart im Allgemeinen geschlossene Wasserheizung nennt. Innerhalb dieses Begriffes sind vorwiegend gebräuchlich: die Hochdruck-Wasserheizung, auch *Perkins*-Heizung genannt, mit $t_2 = 200$ Grad, so daß das Wasser unter einem Ueberdruck von etwa 14,5 Atmosphären oder 145 000 kg für 1qm gehalten werden muß, und die Mitteldruck-Wasserheizung mit $t_2 = 150$ Grad, bei welcher der nöthige Ueberdruck nur 3,7 Atmosphären beträgt.

Behuf Lösung der hier vorliegenden Aufgabe auf Grund der Gleichungen 127. und 128. muß nun noch eine der drei GröÙen v , D , t_1 angenommen werden.

Aus Gleichung 128. erhält man:

$$D = \sqrt{\frac{W}{v \frac{\pi}{4} 3600 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} (t_2 - t_1)}} \quad \dots \dots \dots 129.$$

und aus Gleichung 127:

$$D = \frac{4 \times l \left(\frac{1}{v} + 20 \right)}{H \frac{\alpha (t_2 - t_1)}{2} \left(\frac{1}{1 + \alpha t_2} + \frac{1}{1 + \alpha t_1} \right) \frac{2g}{v^2} - \Sigma \xi} \dots \dots \dots 130.$$

Durch Gleichsetzung von 129. und 130. gewinnt man eine Gleichung, aus welcher, nach Wahl des v , die Gröfse t_2 , nach Wahl des t_2 die Gröfse von v berechnet werden könnte. Die entstehende Gleichung ist jedoch so zusammengesetzt, dafs praktisch mit derselben nicht viel anzufangen ist. Dasselbe ist der Fall, wenn man aus den Gleichungen 127. und 128. v oder t_2 ausschaidet.

Die Gleichung 127. wird aber, wenn man bedenkt, dafs

$$\frac{\left(\frac{1}{1 + \alpha t_1} - \frac{1}{1 + \alpha t_2} \right)}{\left(\frac{1}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \right)} = \alpha (t_2 - t_1) \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1 + \alpha t_2} + \frac{1}{1 + \alpha t_1} \right)$$

ist, und dafs

$\frac{1}{1 + \alpha t_2} + \frac{1}{1 + \alpha t_1}$ mindestens = $\frac{1}{1,0235} + \frac{1}{1,094} = 1,891$ wird, bei Mittel-
druck- und Niederdruck-Heizungen aber näher an 2 liegt, fonach, ohne einen grofsen Fehler zu begehen, gleich 2 gesetzt werden kann, zu der anderen:

$$H \alpha (t_2 - t_1) = \left[4 \times \frac{l}{D} \left(\frac{1}{v} + 20 \right) + \Sigma \xi \right] \frac{v^2}{2g}, \dots \dots \dots 127_a.$$

und eben so die Formel 128., da $\frac{1}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}}$ mindestens = 0,95 wird, also an-

genähert gleich 1 gesetzt werden kann, zu:

$$v = \frac{W}{D^2 \frac{\pi}{4} 3600 (t_2 - t_1) \gamma_0} \dots \dots \dots 128_a.$$

In diese Gleichungen setzt man nun zunächst — nach Art. 119, S. 96, $x = 0,00035$, $\gamma_0 = 1000$ und dann gelegentlich die Zahlenwerthe $\alpha = 0,00047$, $2g = 19,6$, $\pi = 3,14$; alsdann entsteht, nach Einsetzen des aus 128_a. zu gewinnen-
den Werthes für $(t_2 - t_1)$ aus 127_a..:

$$H \alpha \frac{W}{D^2 \pi \cdot 900\,000 v} = 0,0014 \left(\frac{1}{v} + 20 \right) \frac{l}{D} \frac{v^2}{2g} + \Sigma \xi \frac{v^2}{2g}$$

oder

$$\Sigma \xi \frac{v^2}{2g} D^2 + 0,0014 \left(\frac{1}{v} + 20 \right) l \frac{v^2}{2g} D - \frac{H \alpha W}{\pi \cdot 900\,000 v} = 0$$

oder

$$D = \frac{-0,0014 \left(\frac{1}{v} + 20 \right) l \pm \sqrt{\left[0,0014 \left(\frac{1}{v} + 20 \right) l \right]^2 - 4 \frac{H \alpha W \cdot 2g}{\pi \cdot 900\,000 v^3} \Sigma \xi}}{2 \Sigma \xi}$$

oder, da das Zeichen vor der Wurzel zweifellos + ist, nach einigen Umformungen:

$$D = \frac{\sqrt{\left[7 \left(\frac{1}{v} + 20 \right) l \right]^2 + 1,3 \frac{H W}{v^3} \Sigma \xi} - 7 \left(\frac{1}{v} + 20 \right) l}{10\,000 \Sigma \xi} \dots \dots \dots 131.$$

Mit Hilfe dieser Gleichung vermag man den Rohrdurchmesser zu berechnen,

wenn v angenommen wurde. Es ist der für D gefundene Werth in Gleichung 128_a einzusetzen, um zu finden, ob das gewählte v den Wünschen entspricht, welche man in Bezug auf den Temperaturunterschied $t_2 - t_1$ hat.

Bei einiger Uebung gelingt es ohne Schwierigkeiten, zutreffende Werthe für v zu wählen, so das höchstens eine zweite Rechnung nothwendig wird, um das brauchbare D , bezw. den wünschenswerthen Temperaturunterschied $t_2 - t_1$ zu gewinnen.

Jedoch habe ich den folgenden Weg vorgezogen. Da die Rohrweiten in ganz bestimmten Abstufungen verwendet werden, so ist es zweckmäfsig, von D auszugehen. Direct kann man aber alsdann weder v , noch $t_2 - t_1$ berechnen, da die Gleichungen nicht einfach genug sind, bezw. gar nicht auf v und $t_2 - t_1$ gelöst zu werden vermögen. Nun vermag man im Allgemeinen sich von vornherein klar darüber zu werden, mit welcher Temperatur das Wasser in den Körper zurückkehren soll, in welchem es erwärmt wird. Nimmt man in dieser Weise t_1 und D schätzungsweise an, so gewährt Gleichung 127_a die Möglichkeit zu berechnen welches v zu erreichen ist, indem dieselbe für v den Ausdruck liefert:

$$\left(4 \times \frac{l}{D} 20 + 4 \Sigma \xi\right) v^2 + 4 \times \frac{l}{D} v - H \alpha (t_2 - t_1) 2g = 0$$

oder

$$v = \frac{\sqrt{\left(0,0007 \frac{l}{D}\right)^2 + \left(0,028 \frac{l}{D} + \Sigma \xi\right) 0,0092 H (t_2 - t_1) - 0,0007 \frac{l}{D}}}{0,028 \frac{l}{D} + \Sigma \xi}, \quad 132.$$

während für die Ueberführung der Wärmemenge W der früher berechnete Werth:

$$v = \frac{W}{D^2 \frac{\pi}{4} 3600 (t_2 - t_1) \gamma_0}$$

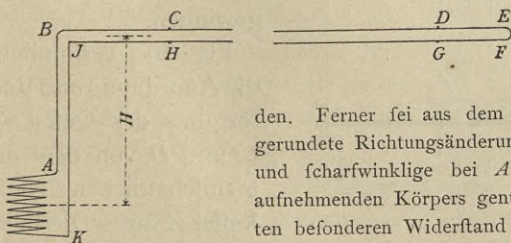
verlangt wird. Nach einiger Uebung gelingt es leicht, das zutreffende D zu wählen. Behuf leichteren Gebrauchs der zuletzt wiederholten Gleichung 128_a, folgt hier eine

Tabelle der Werthe $D^2 \frac{\pi}{4} 3600 \gamma_0$ für die gebräuchlichen Rohrweiten:

	$D = 0,0125$	$0,0187$	$0,022$	$0,025$	$0,031$	$0,037$ Meter
$D^2 \frac{\pi}{4} 3600 \gamma_0 =$	441,57	988,22	1367,3	1766,3	2715,3	3952,9
	$D = 0,050$	$0,075$	$0,100$	$0,125$	$0,150$ Meter	
$D^2 \frac{\pi}{4} 3600 \gamma_0 =$	7065,3	15 896,7	28 261	34 192	63 587.	

Beispiel. Es sei eine Heißwasserheizung mit Rohren von $0,0125$ m Weite zu berechnen, deren Leitung durch Fig. 189 dargestellt ist. Die Wärmemenge, welche in den betreffenden Raum geschafft

Fig. 189.



werden soll, betrage $W = 12 000$, die Temperatur $t_2 = 200$ Grad, die Temperatur $t_1 = 50$ Grad, die Länge der Wärme aufnehmenden Rohre sei zu $\mathcal{L}_1 = 22,3$ m, die Länge der Wärme abgebenden Rohre zu $\mathcal{L}_2 = 141$ m und die Länge der Leitung zu 4 m (aus der Zeichnung) gefunden.

Ferner sei aus dem Entwurf zu entnehmen, das $H = 2,6$ m, das abgerundete Richtungsänderungen vorhanden sind bei B, C, D, E, F, G, H, J und scharfwinklige bei A und K und das die Krümmungen des Wärme aufnehmenden Körpers genügend groß sind, um den durch dieselben verursachten besonderen Widerstand vernachlässigen zu können. Alsdann ist nach Gleichung 58. und 59.: $\Sigma \xi = 2 + 8 \cdot 0,5 = 6$, folglich ist ein v zu erreichen nach 132.:

$$v = \frac{\sqrt{\left(0,0007 \frac{22,3 + 141 + 4}{0,0125}\right)^2 + \left(0,028 \frac{167,3}{0,0125} + 6\right) 0,0092 \cdot 2,6 (200 - 50) - 0,0007 \frac{167,3}{0,0125}}{0,028 \frac{167,3}{0,0125} + 6} = 0,075 \text{ m.}$$

Behuf der Wärmeübertragung mußs aber fein:

$$v = \frac{12\,000}{441,57 (200 - 50)} = 0,18 \text{ m.}$$

Man sieht also, daß die nöthige Gefchwindigkeit nicht zu erreichen ist.

Die geforderte Gefchwindigkeit wird offenbar kleiner, wenn man das Ganze in mehrere Theile zerlegt, so daß jedes Rohrnetz nur einen Theil der Wärme zu übertragen hat; gleichzeitig wächst aber die zu erreichende Gefchwindigkeit wegen der jedem Rohrnetz zu gebenden geringeren Länge; deshalb mag versucht werden, die Heizungsanlage in zwei neben einander wirkende zu zerlegen. Alsdann berechnet sich die nöthige Gefchwindigkeit ohne Weiteres zu $v = 0,09 \text{ m}$ und die zu erreichende zu $v = 0,113 \text{ m}$; wenn bedacht wird, daß sowohl \mathcal{L}_1 als auch \mathcal{L}_2 nur $\frac{1}{2}$ der bisherigen Werthe haben, während die Länge der zwischen diesen befindlichen Leitung unverändert bleibt, also $l = \frac{22,3 + 141}{2} + 4 = 85,6$ wird, und wenn ferner die Anordnung der Rohre so gelingt, daß $\Sigma \xi$ auf 4 herabfinkt, da alsdann:

$$v = \frac{\sqrt{\left(0,0007 \frac{85,6}{0,0125}\right)^2 + \left(0,028 \frac{85,6}{0,0125} + 4\right) 0,0092 \cdot 2,6 \cdot 150 - 0,0007 \frac{85,6}{0,0125}}{0,028 \frac{85,6}{0,0125} + 4} \text{ ist.}$$

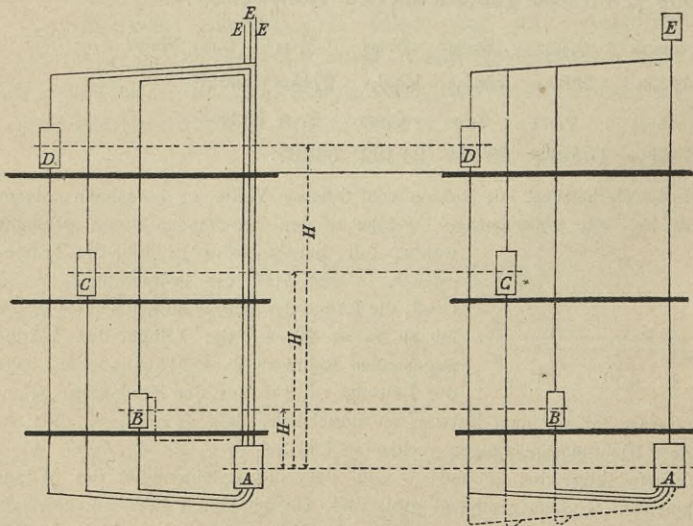
Der zweite Plan gewährt sonach eine größere Gefchwindigkeit, als verlangt wurde; derselbe ist also zu benutzen, vielleicht, indem man denselben noch in der Weise ändert, daß man t_1 etwas größer wählt, um eine etwas geringere Rohrlänge für die Wärmeabgabe zu gewinnen.

Hochdruck- und Mitteldruck-Wasserheizungen gestatten, der vorkommenden großen Spannungen halber, nur enge Rohre, sowohl für die Leitung, als auch für die Wärme aufnehmenden und Wärme abgebenden Körper; Niederdruck-Wasserheizungen werden dagegen mit weiten Rohren ausgestattet und die Heizkörper derselben häufig kasten- oder keffelförmig gestaltet. Man legt mehrere neben einander herlaufende Rohre in eines zusammen und speist so von einem »Heizkeffel« mehrere »Heizöfen«, indem an geeigneten Orten der Leitungen mittels Zweigrohre die einzelnen Oefen

angeschlossen werden. Man berechnet alsdann zweckmäsig die Rohre so, als ob jeder Ofen eine eigene Leitung habe, und zählt die neben einander liegenden Querschnitte zusammen, um den Querschnitt des gemeinschaftlichen Rohres zu gewinnen.

Fig. 190 verfinnlicht die Anordnung und Verforgung der Oefen B, C und D von dem gemeinschaftlichen Heizkeffel A aus. Die linke

Fig. 190.

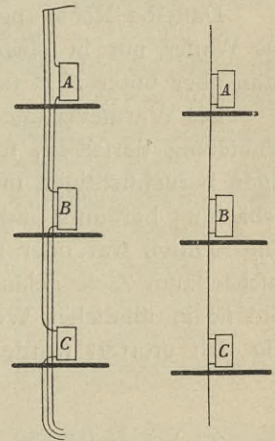


Hälfte der Figur enthält die Rohrleitungen getrennt, wie dieselben zu berechnen sind; die rechte Seite zeigt die Zuflussleitungen möglichst vereinigt, während die

Leitungen, welche das Wasser dem Heizkessel wieder zuzuführen haben, getrennt gehalten sind. Würde man auch diese in ein gemeinschaftliches Rohr vereinigen, so würde, da die Temperaturen des von den Oefen *B*, *C* und *D* niedersteigenden Wassers nicht unter sich gleich sind, durch Eintreten wärmeren Wassers in ein Rohr, welches kälteres Wasser niederzuführen hat, eine Störung des Wasserumlaufes eintreten, welche die Ergebnisse der Rechnung in höherem oder geringerem Maße unzutreffend macht. Legt man den tiefsten Punkt jedes niedersteigenden Rohres, wie in Fig. 190, rechte Seite, durch Punktirung angedeutet ist, tiefer als die Mündung derselben in das Sammelrohr, so kann die in Rede stehende Störung allerdings nicht eintreten. Es fehlt jedoch häufig an dem nöthigen Platz für eine so tiefe Lage der Anschlussstücke, weshalb meistens auf eine Sammlung der Rücklaufrohre verzichtet wird.

So fern man jedoch die Rohrweiten möglichst gering zu haben wünscht, so berechnet man die in Fig. 190 rechts gezeichnete Anordnung ähnlich, wie das Canalnetz einer Luftleitung, indem man fowohl die Widerstände in der gemeinschaftlichen Leitung, als auch die Widerstände in den einzelnen Leitungen für sich berechnet, um, nach mehrfachen Versuchen — die erleichtert werden, wenn man vorher den erst genannten Weg einschlägt — zu befriedigenden Ergebnissen zu kommen.

Fig. 191.



Die Berechnung des Rohrnetzes, welches in Fig. 191 dargestellt ist, findet in derselben Weise, wie soeben angegeben, statt. Die linke Seite dieser Figur zeigt nämlich die den drei über einander liegenden Oefen *A*, *B* und *C* dienenden Einzelrohre; im rechteiligen Theil der Figur sind die Rohre so zusammengelegt, dass das Wasser zunächst in den Ofen *A*, hierauf in den Ofen *B*, endlich in den Ofen *C* gelangt, von dem aus dasselbe wieder zum Heizkessel zurückkehrt.

Besondere Stellvorrichtungen ermöglichen, das Wasser behuf Regelung der Wärmeabgabe ganz oder theilweise an den Oefen vorbei zu leiten. Will man für diese Rohrleitung das genauere Rechnungsverfahren anwenden, so hat man zunächst zu bedenken, dass das Wasser die Summe der Wärmemengen abgeben muss, welche für die Oefen *A*, *B* und *C* berechnet waren; alsdann hat man die Wasserdrücke von *A* bis *B*, von *B* bis *C* und von *C* bis zum Heizkessel zu addiren und hiervon den durch das Steigrohr bis zu *A* ausgeübten Druck abzuziehen, um den Auftrieb zu erhalten.

Bisher war nur die Rede von solchen Anlagen, bei welchen die Wärme abgebenden Körper höher liegen, als die Wärme aufnehmenden. Zuweilen ist es unbedingt erforderlich, erstere in gleiche Höhe zu legen, wie letztere, oder

Fig. 192.

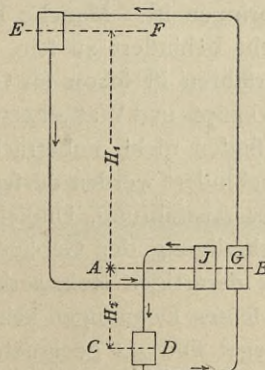
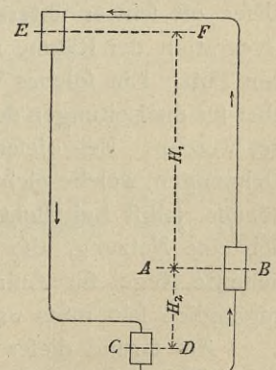


Fig. 193.



Bisher war nur die Rede von solchen Anlagen, bei welchen die Wärme abgebenden Körper höher liegen, als die Wärme aufnehmenden. Zuweilen ist es unbedingt erforderlich, erstere in gleiche Höhe zu legen, wie letztere, oder

fogar tiefer anzubringen. Die schematische Skizze Fig. 192 deutet an, in welcher Weise in diesem Falle verfahren werden kann. AB sei die wagrechte Mittelebene des Heizkessels, CD dieselbe des Heizofens oder eines Wärme abgebenden Rohrwerkes; dann muß ein fernerer Ofen, dessen Mittelebene durch EF bezeichnet ist, zu Hilfe genommen werden. Das im Heizkessel G erwärmte Wasser steigt nach oben, kühlt sich in dem oberen Ofen entsprechend ab und sinkt zurück nach dem Heizkessel \mathcal{Z} . Hier findet es neue Erwärmung und gelangt alsdann, niedersteigend, in den unteren Ofen; nachdem es hier entsprechend abgekühlt ist, steigt das Wasser zum Heizkessel G empor. In diesem Falle ist selbstverständlich das Ganze als ein Rohrstrang aufzufassen und sämtliche Widerstände zu addiren. Ihnen gegenüber steht der positive Auftrieb des oberen Ofens, entsprechend der durch diesen stattfindenden Abkühlung und dem $+H_1$, so wie der negative Auftrieb des unteren Ofens, für den die Abkühlung wie immer, die Höhe aber mit $-H_2$ eingetragen wird. Die Bedingungen, unter denen eine solche Anlage überhaupt betriebsfähig ist, sind leicht zu erkennen.

Dasselbe Rechnungsverfahren findet statt, wenn man, wie Fig. 193 andeutet, das Wasser nur in einem Kessel erwärmt, hierauf zunächst über der Ebene AB , dann aber unter AB sich abkühlen läßt.

217.
Wärme-
verluste.

Die Wärmeverluste des Wassers in den Rohrleitungen sind zuweilen, trotz guter Einhüllung derselben, so große, daß man dieselben bei der Berechnung der Anlagen berücksichtigen muß. Dies kann geschehen, indem man sie zunächst durch Schätzung bestimmt und durch eine nachträgliche Rechnung prüft, ob die Schätzung eine richtige war oder nicht. In einigen Fällen wird man statt dieses Verfahrens rascher zum Ziele gelangen, wenn man die Leitungsrohre als Heizöfen betrachtet und sie in ähnlicher Weise in die Rechnung einführt, wie unter Bezugnahme auf Fig. 191 erörtert wurde.

b) Lage und Längenprofil.

218.
Lage im
Allgemeinen.

Zu jedem Wärme abgebenden Körper, welcher die Wärme des Dampfes oder diejenige des Wassers ausstrahlen soll, gehören ein Zuleitungs- und ein Rücklaufrohr. In umfangreicheren Gebäuden, deren Räume durch in ihnen selbst aufgestellte Dampf-, bezw. Wasseröfen erwärmt werden, wird in Folge dessen eine Zahl von Rohren erforderlich, welche sowohl wegen des Raumbedarfs, als auch wegen der Lage der Öfen oft schwer unterzubringen ist. Manche Baumeister legen, um in Betreff der Decoration der Räume nicht behindert zu sein, die Rohre in das Gebälk und unter den Putz. Ein solches Verfahren ist schon für Gasleitungen nicht zu empfehlen, muß aber für die Leitungen der Dampf- und Wasserheizungen geradezu als unzulässig bezeichnet werden. Bei diesen finden nicht unbeträchtliche Temperaturwechsel statt, also Dehnungen, welche nicht behindert werden dürfen; wegen der gewaltsamen Dehnungen können, selbst bei tüchtiger Ausführung, Undichtheiten entstehen, die selbstverständlich eine Netzung, also Schädigung der Gebäudetheile im Gefolge haben. Als vornehmste Regel für Anlage derartigen Rohrwerkes gilt daher, daß dasselbe bequem zugänglich sein muß und seinen Dehnungen keine Hemmnisse geboten werden dürfen.

Auf Grund dieser Regel sind als geeignete Plätze für die Rohrlagen zunächst die Wände zu bezeichnen. Eine geschickt angelegte und gut ausgeführte Rohrleitung verunziert die Wand eines einfach gehaltenen Raumes nicht, wenn dieselbe auch auf der Wandfläche liegt. In schlichten Wänden bringt man für die Rohre häufig passende

Schlitz an, welche unverdeckt bleiben, mit Gittern verschlossen werden oder einen dichten Abschluss finden. Wegen der nothwendigen Zukömmlichkeit muß die Bedeckung der Schlitz abnehmbar fein; sie kann daher nur aus Holz oder Metall bestehen. In beiden Fällen darf der Einfluss der von den Rohren abgegebenen Wärme nicht unterschätzt werden, zumal weil derselbe im Sommer gar nicht, im Winter wechselnd vorhanden ist. Gefimse, welche an den Wänden entlang laufen, bieten oft willkommene Gelegenheit, die Rohre so neben oder über dieselben zu legen, dafs sie nicht bemerkt werden; weit auskragende Kranzgefimse gewähren Raum für ziemlich weite Rohre. Pilafter und Paneele, die aus Holz und abnehmbar hergestellt sind, bieten ebenfalls bequeme Gelegenheit zur Unterbringung der Rohre.

In besonderen Fällen können die Rohre unter die Decken gehängt oder auf die Fussböden gestützt werden; jedoch sind diese Orte nur in untergeordneten Räumen — Keller und Dachgeschoss — verwendbar.

Endlich benutzt man besondere Räume für die Rohrleitungen. Die Decken der Gänge, welche großen Räumen entlang führen, werden oft aus Schönheitsrückfichten tiefer gelegt, als diejenigen der benachbarten Zimmer. Alsdann entsteht zwischen einer solchen Decke und dem höher gelegenen Fussboden ein Hohlraum, der, wenn mindestens 60 cm weit, ausreichenden Platz für alle Arten von Rohrleitungen bietet. In den Wänden sind fast immer Orte zu finden, an denen weitere lothrechte Canäle angebracht werden können. Ihre Zugänglichkeit ist nur an einigen Orten nothwendig, wenn man die Verbindungsstellen der in ihnen befindlichen Rohre in Gruppen zusammengezogen hat. Geschickte Hand und Zusammenarbeiten des Architekten und Heiztechniklers werden immer Orte für die Rohre finden, welche den oben angeführten Regeln entsprechen, ohne den Einklang der ästhetischen Durchbildung zu stören. Ausnahmen von der Regel, die Rohre nicht unter den Fussboden, bezw. nicht zwischen diesen und die unter ihm liegende Decke zu legen, sind jedoch nicht ganz zu umgehen.

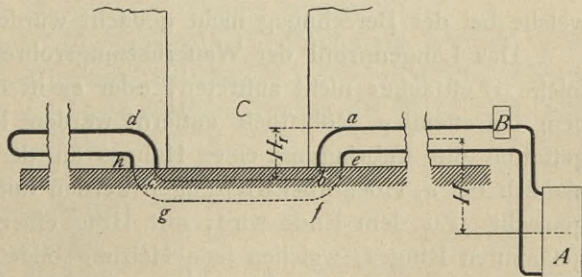
Als am häufigsten vorkommende derartige Ausnahme nenne ich den Fall, dafs die Rohre längs einer Wand, und zwar in der Nähe des Fussbodens sich befinden, welche Wand an irgend einer Stelle eine Thür hat.

Fig. 194 verinnlicht einen solchen Fall, bei Anwendung einer Gewächshaus-Wasserheizung. *A* bezeichnet den Heizkeffel, *B* das Ausdehnungsgefafs, *C* die in Rede stehende Thüröffnung. Die Leitungsrohre sind hier gleichzeitig die Heizkörper;

von dem oberen Ende des Heizkeffels fließt das Wasser längs der Wände des Raumes, sinkt dann in eine zweite, unter der ersten liegende Leitung und gelangt endlich in den untersten Theil des Keffels zurück. Das zur Berechnung des Auftriebes dienende *H* wird, wenn man (vergl. S. 106) die einfachere Rechnung anwenden will, von der Mitte zwischen beiden Heizrohren bis zur Mitte des Heizkeffels gemessen. Wenn daher, wie hier gezeichnet, die beiden Rohre vor der Thür *C* unter den Fussboden gelegt werden und eine Abkühlung des Wassers an dieser Stelle so

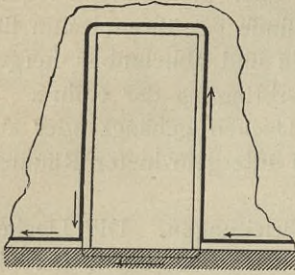
weit verhütet ist, dafs dieselbe unbeachtet bleiben kann, so wird — in regelmäfsigem Betriebe — der negative Auftrieb auf der rechten Seite der Thür *C* durch den positiven Auftrieb auf der linken Seite der Thür aufgehoben, d. h. die ganze Anordnung hat nur den Einfluss auf die Bewegung des Wassers, welcher aus der Vermehrung der Widerstände entsteht, gleichgiltig, um welches Mafs die Rohre vor der Thür tiefer liegen, als

Fig. 194.



sonst. Anders ist es bei Inbetriebsetzung der Anlage. Alsdann gelangt nach einiger Zeit in das nieder sinkende Stück ab warmes Wasser, während die Stücke cd , ef und hg mit kaltem Wasser gefüllt sind. Ist nun die zu ab gehörige Höhe groß, so kann der Fall eintreten, daß der hier befindliche negative Auftrieb von dem positiven des Kessels nicht überwunden zu werden vermag, d. h. die Inbetriebsetzung gelingt nicht. Bei länger andauernder Wärmezufuhr im Kessel A tritt hier schließlich eine Dampfbildung ein, die schwingende Bewegungen des Wassers zur Folge hat. Das warme Wasser gelangt in Folge dessen in das Rücklaufrohr und verringert hierdurch den Auftrieb des Kessels. Nicht selten werden die Schwingungen des Wassers so groß, daß die Rohre zerfchmettert werden. Diese Uebelstände können vermieden werden, wenn H im Vergleich zu der Auftriebshöhe H_1 des Rohrstückes ab etc. möglichst groß ist; in zweifelhaften Fällen ist es un schwer, die erforderliche Größe des H zu berechnen.

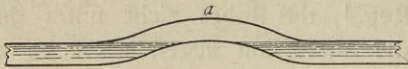
Fig. 195.



Würde eine Dampfleitung in ähnlicher Weise angeordnet, so würde das durchgebogene Rohr sich mit dem durch Verdichtung des Dampfes entstehenden Wasser anfüllen und den Querschnitt des Rohres verstopfen oder doch dem Dampf einen Stöße herbeiführenden Widerstand entgegensetzen. Man verfährt deshalb hier, wie Fig. 195 erkennen läßt. Das Dampfrohr wird über die Thür hinweggeführt, während das ihn begleitende Wasser seinen Weg unter dem Fußboden hindurch findet.

Die zuletzt gegebenen Besprechungen liefern schon Regeln für das Längenprofil der Rohrleitungen. In Bezug auf dasselbe sind noch die folgenden Erscheinungen zu beobachten. Das in Fig. 196 abgebildete Rohrstück einer Wasserheizung steht nach beiden Seiten hin mit dem Ring in Verbindung, welchen das Wasser während des Betriebes der Heizung zu durchlaufen hat. Bei Füllung der Leitung vermag sonach das Wasser von zwei Seiten heran zu fließen, so daß die Luft in dem höheren Theil des Rohres zusammen gedrängt wird. Nach dem Anheizen, nach Eintreten des Auftriebes, steigt der Wasserspiegel an der einen Seite der Rohrbiegung, während derjenige an der anderen Seite sich senkt. So lange die Aufbiegung keine große, dagegen der Auftrieb ein bedeutender ist, wird es letzterem möglich, das Wasser über die hügelartige Erhöhung der unteren Rohrwand hinweg zu treiben; allein niemals ist der Auftrieb im Stande, die Luft zu beseitigen. Es sind in dem Rohrstück also unter allen Umständen Widerstände zu überwinden, an welche bei der Berechnung nicht gedacht würde.

Fig. 196.



Das Längenprofil der Wasserheizungsrohre muß deshalb derartig sein, daß solche »Luftfäcke« nicht auftreten, oder es ist dafür zu sorgen, daß die Luft aus dem betreffenden Rohrstück entfernt werden kann. Niederdruck-Wasserheizungen gestatten die Anbringung eines Hahnes an der höchsten Stelle der Rohrbiegung, nämlich bei a , Hochdruck-Heizungen werden mittels des sog. Durchpumpens luftfrei gemacht. Zu dem Ende wird, mit Hilfe einer möglichst am tiefsten Punkte des gesammten Ringes, welchen jede Heizung bildet, angebrachten Pumpe, das Wasser in einer Richtung durch die Rohre bis zu dem höchsten Punkte getrieben, woselbst für den Zweck des Entlüftens eine Oeffnung freigelegt ist. Das rasch und mit großer Kraft fließende Wasser reißt die Luft gewaltsam mit sich fort und führt sie bis zu der genannten Oeffnung, woselbst sie entweichen kann. Wenn nöthig, so wird auch der andere Theil des Ringes durchgepumpt. Beide Verfahren, nämlich das Durch-

220.
Längen-
profil.

221.
Entlüften bei
Wasser-
heizungen.

pumpen sowohl, als auch das Entlüften mittels Lufthähne, haben Unbequemlichkeiten im Gefolge, da das Wasser, welches man den Leitungen zuführt, nie ganz luftfrei ist, sonach die Luftfäcke sich allmählich wieder ausbilden. Es sollte sonach möglichst jede Form des Längenprofils vermieden werden, welche zur Bildung eines Luftfackes Gelegenheit bietet.

Man ordnet deshalb das Längenprofil so an, dass von dem tiefsten Punkte der Leitung ab dieselbe nach beiden Seiten hin steigt bis zu einem gemeinschaftlichen höchsten Punkte. Hier lässt man eine Oeffnung frei (bei Niederdruck-Heizungen), um der Luft ungehinderten Austritt zu gewähren, oder schaltet ein Gefäß ein, in welchem sich die Luft zu sammeln vermag, ohne der Strömung des Wassers hinderlich zu sein.

Dieses Gesetz ist z. B. durch die Anordnung, welche Fig. 190 (S. 178) darstellt, berücksichtigt worden; *E* bezeichnet eine Einrichtung, welche zum ungehinderten Sammeln, bezw. Entweichen der Luft Gelegenheit bietet.

In dem Leitungsprofil, welches Fig. 190 darstellt, fällt auf, dass — scheinbar unnützer Weise — z. B. das den Ofen *B* speisende Wasser einen außerordentlich großen Umweg machen muss. Man würde mit weniger Mitteln, geringeren Widerständen und vielleicht auch im Interesse bequemerer Unterbringung des betreffenden Rohres diesen Ofen auf dem punktierten Wege mit warmem Wasser versorgen können. In der That empfiehlt sich nicht selten eine derartige Leitung aus den genannten Gründen. Alsdann bildet aber offenbar der Ofen *B* einen Luftfack, der entweder mittels eines an seinem höchsten Punkte angebrachten, von Zeit zu Zeit zu öffnenden Lufthahnes oder mittels Durchpumpen unschädlich gemacht werden muss.

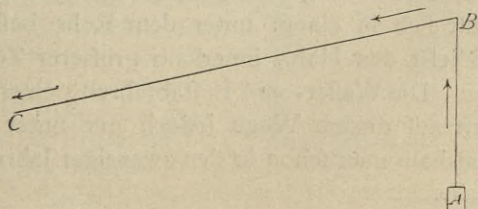
Die Luft, welche in den Dampfheizungsrohren vor deren Inbetriebsetzung sich befindet, so wie diejenige, welche denselben aus dem lufthaltigen Speisewasser fortwährend zugeführt wird, ist noch lästiger und schwieriger unschädlich zu machen. Die Querschnittsberechnungen, auch die Heizflächengröße sind auf reinen Dampf gegründet. Der lufthaltige Dampf vermag selbstverständlich weniger Wärme abzugeben, als der reine Dampf; man muss also von ersterem größere Mengen heranschaffen, als von letzterem. Die vollständige Entfernung der Luft ist daher von hohem Werth; sie gelingt schwer wegen der Ergießung beider Gase in einander.

Bei gleicher Temperatur ist die Luft schwerer, als der Dampf; sie muss daher diesem gegenüber nach unten zum Abflus gebracht werden. Dies ist von großem Werth, indem auch das durch Verdichten des Dampfes gebildete Wasser einen nach unten gerichteten Abflus haben muss. Während ein Theil des Dampfes verdichtet wird, bleibt die Luft in ihrem Bestande unverändert; sonach ist der Luftgehalt des Dampfes um so größer, je weiter der Dampf von seiner Erzeugungsstelle entfernt ist. Endlich ist noch zu bemerken, dass das Wasser schwer, die Luft aber gar nicht gegen die Bewegungsrichtung des Dampfes zu strömen vermag.

Aus allen diesen Gründen geht die unbedingte Forderung hervor, Wasser, Luft und Dampf stets in derselben Richtung strömen zu lassen, d. h. die gesammte Leitung so anzuordnen, dass sie von einem höchsten Punkte ab stetig nach unten sinkt. Da der Dampferzeuger, wenigstens in der Regel, auf die Erde oder doch gegen die Erdoberfläche vertieft aufgestellt wird, so ist das allgemeine Schema des Längenprofils einer Dampfheizungsleitung dasjenige, welches Fig. 197 versinnlicht.

Zunächst soll der Dampf auf möglichst kurzem Wege zu der größten geforderten Höhe emporgehoben werden und von hier

Fig. 197.



222.
Längenprofil
der Wasser-
leitungen.

223.
Entlüften
bei Dampf-
heizungen.

224.
Längenprofil
der Dampf-
leitungen.

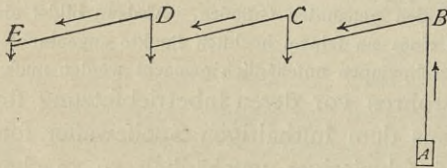
aus, stetig fallend, nach den Orten gelangen, an welchen er gebraucht wird, in den Wärme abgebenden Körper ferner fallen, bis zu unterst Wasser und Luft gemeinschaftlich abfließen.

Diese Anordnung des Steigens von dem Kessel *A* bis zur größten Höhe *B* und des nunmehrigen ununterbrochenen Fallens des Dampfes bis zum tiefsten Punkte gab *Snodgrafs* schon Anfang dieses Jahrhunderts an ⁷⁸⁾.

Große Anlagen gewähren nicht immer die nöthige Fallhöhe, um das stetige Fallen der Leitungen durchzuführen zu können; auch bringen dieselben solche Wassermengen hervor, daß der Umfang der Rohre längs eines zu großen Bogens mit Wasser benetzt wird, so daß man sich oft entschließen muß, das Wasser und möglichst auch die Luft an mehreren Orten abfließen zu lassen. Die grundsätzliche Anordnung (vergl. Fig. 198) wird hierdurch nicht geändert.

Bei Inbetriebsetzung der Heizung verdichten die kalten Rohre wesentlich größere Dampfmenngen als später, nachdem die Wandungen derselben durchwärmt sind;

Fig. 198.



alsdann wird ein nicht unbedeutender Theil der unteren Rohrfläche mit Wasser bedeckt. Das Wasser hat zur Zeit seiner Bildung dieselbe Temperatur, wie der Dampf. Während seines Weiterfließens kommt dasselbe fortwährend mit neuen kalten Flächen in Berührung, die ihm Wärme entziehen, während ihm keine Wärme zugeführt wird; es wird

daher stark abgekühlt. Ich habe häufig beobachtet, daß bei Inbetriebsetzung das zunächst abfließende Wasser weniger als 20 Grad warm war. Die nicht vom Wasser bedeckte Fläche ist dagegen mit dem Dampf in Berührung, weshalb ihre Temperatur, wenn auch nur für kurze Zeit wesentlich höher ist, als jene. Die großen Temperaturunterschiede veranlassen Molecularverschiebungen, die von lebhaftem Geräusch begleitet sind. Je rascher die Erwärmung und je träger der Wasserablauf stattfindet, um so heftiger ist das nerven erschütternde Geräusch, um so größer das Zittern der Rohre. Das ist ein Grund mehr, die Leitung nach dem Schema der Fig. 198 zu zerlegen, beziehentlich zahlreichere Stellen für den Wasserablauf zu schaffen.

An den zu Abflusstellen bestimmten Orten kann man Hähne anbringen, welche nach Bedarf geöffnet werden und das Wasser in eine besondere Rohrleitung oder auch in das Freie ablaufen lassen. Die Mengen des verdichteten Wassers wechseln jedoch; man muß deshalb entweder die Hähne so weit öffnen, daß dieselben unter allen Umständen den erforderlichen freien Querschnitt haben; alsdann wird zeitweise der Hahnquerschnitt nicht vom Wasser gefüllt, so daß neben dem Wasser auch Dampf ausströmt, oder man muß sich bequemen, um den Dampfverlust zu verhüten, die Hahnstellung häufiger zu regeln. Zu dem Ende läßt man das Wasser und die Luft sich in einem unter dem Rohr befindlichen Gefäß sammeln und öffnet oder schließt den Hahn innerhalb größerer Zeitabschnitte.

Die Wasser- und Luftabführung einer umfangreicheren Dampfheizungsanlage läßt sich auf diesem Wege jedoch nur unter Aufwand zeitraubender Arbeit verrichten, weshalb man schon in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts selbstthätige Conden-

⁷⁸⁾ NICHOLSON. *Journal of natur. philos.* Mai 1807.

fationswasser-Ableiter oder »Automaten« oder, wie ich die Apparate kurz nennen will, Selbstleerer kannte.

Auch die Selbstleerer bedürfen eines Sammelgefäßes. Befindet sich in diesem Gefäß weder Wasser noch Luft, so ist dasselbe mit Dampf gefüllt, also mit einer Flüssigkeit geringerer Dichte und der dem übrigen Dampfe gleichen Temperatur. Enthält das Gefäß Wasser, so ist gegenüber dem erstgenannten Zustande eine schwerere Flüssigkeit vorhanden, welche Aenderung zum Freilegen einer geeigneten Abflußöffnung benutzt werden kann, die geschlossen wird, sobald die schwerere Flüssigkeit, das Wasser, nicht mehr vorhanden ist.

Eine Füllung des Gefäßes mit Wasser oder Luft hat die Folge, daß sich dasselbe allmählich abkühlt, während der Dampf die feiner Spannung entsprechende Temperatur beibehält. Wenn daher Wasser oder Luft in dem mehr genannten Gefäße sich befindet, so herrscht in demselben eine niedrigere Temperatur, als wenn sein Inhalt Dampf ist.

Sonach sind zwei Erscheinungen vorhanden, welche zum selbstthätigen Entleeren des Sammelgefäßes benutzt werden können: die größere Dichte und die niedrigere Temperatur des Auszuleerenden.

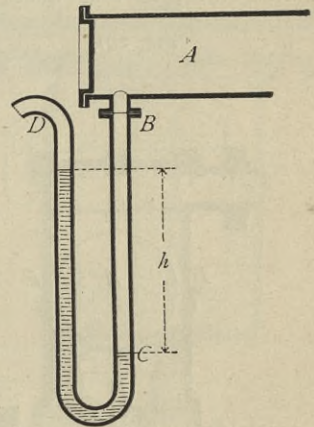
1) Selbstleerer, welche die andere Dichte der Gefäßfüllung benutzen. Die älteste hierher gehörige Einrichtung dürfte die durch Fig. 199 veranschaulichte sein.

A bezeichnet das Dampfrohr, *BCD* ein zweifchenkliges Rohr, welches gleichzeitig Sammelgefäß und Selbstleerer ist; bei *D* vermag das Wasser frei abzufließen. Vermöge des in *A* herrschenden Dampfüberdruckes liegt der Wasserpiegel *C* tiefer als der Wasserpiegel *D*, und zwar um die Höhe *h*. Drückt man den Dampfüberdruck für 1^{qm} (in Kilogr.) aus, so ist die betreffende Zahl, wie früher (Art. 122, S. 97) bereits angegeben wurde, gleich der Höhe *h* (in Millim.). In Folge des unvermeidlichen Wechfels des Dampfdruckes schwingt die Wasserfäule, und der Ausfluß des Wassers findet ruckweise statt. Ist die Höhe des Rohres *BCD* nicht nennenswerth größer als *h*, so kann in Folge einer solchen Schwingung der Wasserpiegel *C* durch den unteren Bogen hinweg in den links befindlichen Schenkel gedrückt werden, worauf der Rest des Wassers ausgeworfen wird und eine Neubildung desselben erst durch Absperrung des Dampfes erreicht werden kann. Man findet deshalb in der Regel nur für geringeren Dampfdruck die nöthige Höhe zum Unterbringen des zweifchenkliges Rohres.

In allgemeinerem Gebrauch sind daher die Selbstleerer mit Schwimmkugeln, deren grundsätzliche Anordnung durch Fig. 200 wiedergegeben ist.

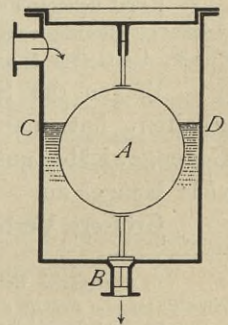
Am Boden des Sammelgefäßes befindet sich ein Ventil *B*, dessen Kegel an der leichten Hohlkugel *A* hängt. *A* schwimmt im Wasser; sobald der Wasserpiegel *CD* genügend hoch gestiegen ist, so wird durch den Auftrieb der Kugel *A* der Ventilkegel gehoben, also dem Wasser eine Abflußöffnung frei gelegt. Fließt hier mehr Wasser ab, als dem Sammelgefäß zugeführt wird, so sinkt der Wasserpiegel, mit diesem die Kugel *A*, so daß das Ventil entsprechend geschlossen wird. Der Selbstleerer entläßt also das Wasser, ohne dem Dampf den Zutritt zur Ventilöffnung zu gestatten. Leider wird dieser Selbstleerer durch den Dampfdruck nicht wenig beeinflusst, da die Oberfläche des Ventilkegels von diesem niedergedrückt wird. Eine Schwimmkugel, deren Durchmesser 20^{cm} ist, wiege mit Führungsstange und Ventilkegel etwa 2^{kg};

Fig. 199.



Selbstleerer.

Fig. 200.



Selbstleerer mit Schwimmkugel.

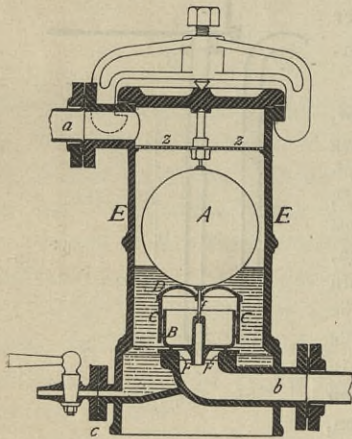
das Wassergewicht, welches ihren Raum einnehmen würde, ist etwa 4 kg; folglich ist der nutzbare Auftrieb 2 kg. Würde der Dampfüberdruck 10 000 kg für 1 qm betragen, so dürfte der äußere Durchmesser des Ventilkegels etwa 16 mm betragen dürfen, so daß der innere Durchmesser desselben oder derjenige des größten Ausflußquerschnittes nur etwa 12 mm sein würde. Ein Dampfüberdruck von 50 000 kg für 1 qm vermindert den zulässigen äußeren Durchmesser des Ventilkegels sogar auf 7 mm, also denjenigen des Abflußrohres auf etwa 5 mm.

Größere Wassermengen vermag dieser Selbstleerer sonach nur dann zu bewältigen, wenn feine Schwimmkugel sehr groß ist. Man hat, um diesen Uebelstand zu heben, die Schwimmkugel an das längere Ende eines Hebels gehängt, dessen kürzeres Ende den Ventilkegel trägt, da der Weg des Ventilkegels ein kleiner ist, während derjenige der Kugel ohne Schwierigkeit ziemlich groß gemacht werden kann; man hat statt des einfachen Kegelventiles ein sog. Doppelsitzventil angewendet⁷⁹⁾ oder die Schwimmkugel an das Ende eines Hahnschlüssels gefeckt. Jedoch haften diesen Anordnungen manche Mängel an, die ihre allgemeine Einführung verhindert haben.

Eine recht hübsche Lösung der vorliegenden Aufgabe rührt von *Dehne* in Halle a. S. her⁸⁰⁾; sie ist aus Fig. 201 zu ersehen.

In das Sammelgefäß *E* gelangt das Wasser durch das Rohr *a* und das Sieb *z*, welches mitgeführte Unreinigkeiten, die den Ventilen schädlich sein könnten, zurückhalten soll; *b* soll das Wasser abfließen

Fig. 201.



Selbstleerer von *Dehne* in Halle a. S.

lassen. Auf den Ventilsitz *F* legt sich nun der eigenthümlich gestaltete Ventilkegel *B*, der in der festen Hülse *C* auf und nieder zu schieben ist. In der Mitte des Ventilkegels befindet sich ein mit *B* aus einem Stück gefertigtes Rohr, dessen obere Mündung zu einem Sitz des kleinen Ventiles *f* geformt ist. Die Hülse oder das Gehäuse *C* ist oben durch einen Deckel *D* verschlossen. Das Ventilchen *f* ist mit der Schwimmkugel *A* verbunden; sobald diese sich hebt, welches leicht erfolgt, da der Querschnitt des Ventiles *f* sehr klein ist, strömt das Wasser, welches sich in dem Hohlraum über *B* befindet, nach unten aus, wodurch der Druck innerhalb dieses Raumes niedriger wird, als derjenige im Gefäß *E*. Sonach drückt das Wasser des Gefäßes *E* von unten so gegen den überstehenden Rand des Ventilkegels *B*, daß dieser gehoben wird und eine größere Ausflußöffnung frei legt. Sollte diese zu groß sein, so sinkt der Wasserspiegel in dem Gefäß *E*, die niedersinkende Kugel *A* schließt das Ventilchen *f*; da aber sowohl an der sich im Deckel *D* führenden Stange des Ventiles *f*, als auch an den Führungen des Ventiles *B* in *C* geringe Spielräume vorhanden sind, so wird unter Vermittelung dieser der Hohlraum über *B* mehr und mehr mit Wasser gefüllt, der Druckunterschied zwischen dem genannten Hohlraum und dem in *E* vorhandenen Wasser verringert, somit der Ventilkegel *B* seinem Sitze genähert. Die Selbstregelung ist sonach in vollem Maße vorhanden.

Behuf sicherer Führung der Kugel *A* steckt die Verlängerung *d* der Ventilstange *f* in der Hülse *e*, welche gleichzeitig zum Festhalten des Gitters oder Siebes *z* dient. Der Stutzen *c* nebst Hahn hat den Zweck, das Gefäß *E* nach Bedarf vollständig entleeren zu können.

Wegen der Schwierigkeit, die Schwimmkugel wasserdicht herzustellen und zu erhalten, hat man volle Schwimmkörper verwendet, deren Eigengewicht durch Gegengewichte ausgeglichen ist^{79 u. 81)}. Jedoch haften derartigen Anordnungen viele Mängel an.

Größere Verbreitung haben diejenigen Selbstleerer gefunden, welche nur dann

⁷⁹⁾ GROSSESTE. Uebersicht von Apparaten, welche automatisch den Abfluß des Condensationswassers aus Dampfleitungen regeln. *Bulletin de la soc. industr. de Mulhouse* Tome 38, S. 943. *Polyt. Journ.*, Bd. 192, S. 7.

⁸⁰⁾ *Polyt. Journ.*, Bd. 225, S. 24.

⁸¹⁾ GENESTE und HERSCHER's Condensationswasser-Ableiter. *Polyt. Journ.*, Bd. 217, S. 9.

in Thätigkeit treten, wenn eine grössere Wassermenge sich angefangelt hat, diese Wassermenge aber fast ganz auf einmal auswerfen, so dass eine Pause zum abermaligen Anfangeln von Wasser eintritt.

Es mag hier von den vielen im Gebrauch befindlichen nur die Einrichtung von *Dreyer, Rosenkranz* und *Droop* in Hannover beschrieben werden. Fig. 202 ist ein lothrechter Durchschnitt derselben. Das Wasser gelangt unter Vermittelung des mit dem Deckel des Apparates gemeinschaftlich geöffneten Rohrstückes *A* in das Sammelgefäß *E*; ein Schirm *a* treibt das Wasser gegen die Wandungen des Gefäßes *E*, um einen zu lebhaften Wellenschlag innerhalb desselben zu verhüten. An dem genannten Deckel ist ein Rohr *C* befestigt, das zunächst zur Führung des Gefäßes *B* dient. In der Achse dieses Rohres ist im Deckel ein leicht herausnehmbares Doppelsitzventil *D* angebracht, dessen Stange *F* sich auf den Boden des Gefäßes *B* stützt. Von dem Ventil *D* ab soll das Rohr *G* das Wasser nach außen geleiten. Sobald nun Wasser in das Gefäß *E* gelangt, wird das Gefäß *B* durch den entstehenden Auftrieb gehoben und schließt, unter Vermittelung der Stange *F*, das Ventil *D*. Der Wasserspiegel in *E* steigt wegen des anhaltenden Zuflusses mehr und mehr, bis das Wasser über den Rand des Gefäßes *B* hinwegfließend in dasselbe gelangt. Nachdem sich dieses bis zu einer gewissen Höhe gefüllt hat, sinkt es nieder; das Ventil *D* öffnet sich, und der über dem Wasser befindliche Dampfdruck treibt dasselbe durch das Rohr *C*, das Ventil *D*, das Rohr *G* nach außen. Nach annähernder Leerung des Gefäßes *B* ist der Auftrieb in der Lage, *B* zu heben und damit die Auströmung zu unterbrechen.

Während die früher beschriebenen Selbstleerer auf die Entfernung der Luft gar keine Rücksicht nahmen, ist bei dem vorliegenden Apparate derselben durch Anbringung eines Röhrchens *b* Rechnung getragen. Durch dessen Höhlung strömt allerdings eben sowohl Dampf als Luft; da jedoch, nach früheren Erörterungen, der Luftgehalt des Dampfes im Entleerer verhältnismässig am grössten und der Querschnitt des Röhrchens *b* ein geringer ist, so dürfte der Dampfverlust gegenüber den Vortheilen einer dauernden Luftabführung nicht schwer ins Gewicht fallen. Zur Entfernung der bei Inbetriebsetzung heranströmenden grösseren Luftmenge dient theilweise der Lufthahn *H*, hauptsächlich aber ein besonderer seitwärts von *A*, bezw. *G* angebrachter Lufthahn.

Zur Berechnung eines solchen Selbstleerers mögen noch folgende Anhaltspunkte gegeben werden.

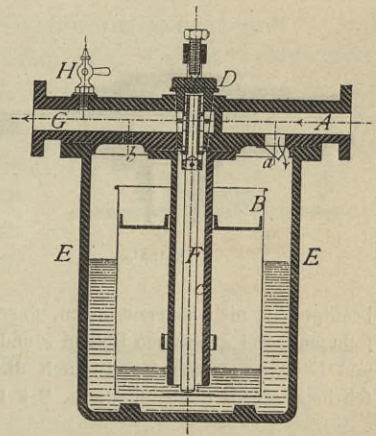
Der Ueberdruck des Dampfes wirkt auf das Doppelsitzventil *D*; dessen Eigengewicht, so wie das Gewicht der Stange *F* müssen zusammen genommen grösser sein, als der Dampfüberdruck, der die Ringfläche zwischen dem kleinsten Durchmesser des kleinen und dem grössten Durchmesser des grösseren Ventiles trifft. Der nutzbare Auftrieb des Gefäßes *B* muss das Gewicht des Ventilkegels und seiner Stange *F* tragen können, also die durch *B* verdrängte Wassermenge schwerer sein, als jene Gewichte, vermehrt um das Gewicht des Gefäßes *B*.

Andere hierher gehörende Selbstleerer findet man in den unten verzeichneten Quellen ⁷⁹ u. ⁸²).

2) Selbstleerer, welche den Temperaturunterschied des Dampfes und des Wassers oder der Luft, die angefangelt sind, für ihre Wirksamkeit benutzen. In Folge des genannten Temperaturunterschiedes dehnt sich das Sammelgefäß oder ein in demselben befindlicher Körper, sobald das Sammelgefäß mit Dampf gefüllt ist, mehr aus, als wenn der Inhalt des Sammelgefäßes aus Wasser oder Luft besteht.

Gebräuchlich sind nur diejenigen Einrichtungen, bei welchen die Dehnungen des Sammelgefäßes, welches alsdann rohrförmig gefaltet ist, benutzt werden.

Fig. 202.

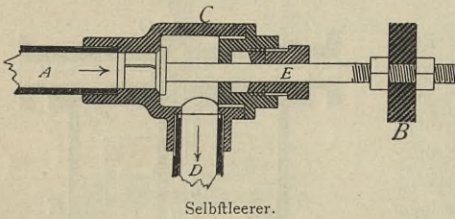
Selbstleerer von *Dreyer, Rosenkranz* und *Droop* in Hannover.

⁸²) FISCHER, H. Periodisch wirkende Automaten. Polyt. Journ., Bd. 225, S. 26. — Deutsches Wollengewerbe 1875, S. 176. — GÜLCHER'S Patent-Condensationswasser-Ableiter. Polyt. Journ., Bd. 216, S. 13.

Die Ausdehnungen der hier in Frage kommenden Metalle sind für 100 Grad Temperaturunterschied durchschnittlich: für Gufseisen 0,001111, für Stabeisen 0,001235, für Kupfer 0,001718, für Messing 0,001868 der Länge. Will man daher eine nennenswerthe Bewegung des Ventils oder dergl. erreichen, so muß entweder die Länge des in Frage kommenden Rohres groß oder die Temperatur des angefammelten Wassers, bezw. der Luft gegenüber derjenigen des Dampfes eine geringe sein. Zur Abkühlung des Wassers, bezw. der Luft ist eine entsprechende von der Außenluft befüllte Fläche nothwendig, welche aus früher genannten Gründen eine solche Lage, bezw. Gestalt haben muß, daß sie wechselnd durch Dampf und Wasser, bezw. Luft berührt werden darf. Es ist vielfach zweckmäßig, eine solche Heizfläche unter der eigentlichen Dampfheizfläche anzubringen, um einen Theil der Wasserwärme noch benutzbar zu machen; in diesem Falle sind die in Rede stehenden Selbstleerer den vorher besprochenen überlegen.

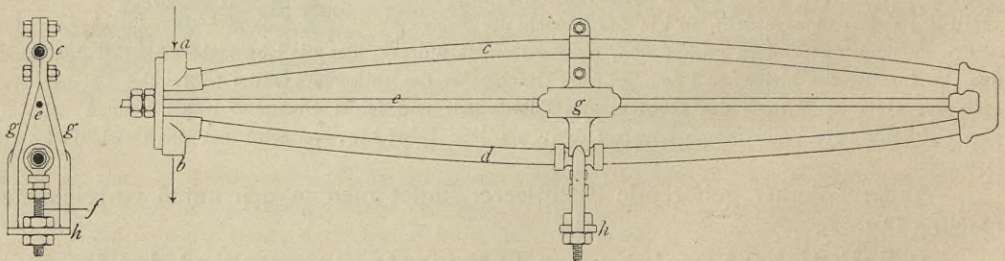
Eine einfache Anordnung derselben zeigt Fig. 203 im Schnitt. Das Sammelrohr *A* ist in einiger Entfernung links an einer Wand oder einem kräftigen Brett befestigt, mit welcher gleichzeitig der Frosch *B* fest verbunden ist. Das Ende des Rohres *A* trägt das Ventilgehäuse *C* mit dem Abflußrohr *D*; in dem genannten Frosch *B* findet die Ventilstange *E*, welche durch die Stopfbüchse des Ventilhauses *C* hindurchgeht, ihre Stütze. Ist genügend abgekühltes Wasser oder Luft im Rohr *A* vorhanden, so hat dieses eine geringere Länge, so daß das Ventil seinen Sitz nicht berührt, also der Inhalt von *A* abzufließen vermag. Diesem folgt der Dampf, dessen Temperatur sehr bald das Rohr *A* ausdehnt und damit das Ventil schließt.

Fig. 203.



Vermag man eine solche Länge, welche das Rohr *A* beansprucht, nicht unterzubringen, so empfiehlt sich der *Kufenberg'sche* Selbstleerer (Fig. 204). Derselbe besteht aus zwei gebogenen Rohren *c* und *d*, die rechts mit einander verbunden sind, so daß Dampf, Wasser und Luft von *a* nach *b* frei durch dieselben hindurch zu strömen vermögen, wenn nicht ein in *d* eingeschaltetes Ventil dieses hindert. Bei höherer Temperatur ihres Inhaltes dehnen sich die Rohre *c* und *d*

Fig. 204.



Selbstleerer von Kufenberg.

mehr, bei geringerer Temperatur weniger aus; da jedoch die Spannstange *e* der einfachen Längenausdehnung eine Schranke setzt, so kann dieselbe nur zu Stande kommen, indem die Rohre *c* und *d* sich stärker nach außen verbiegen. Am Rohr *c* sind nun Stängelchen *g* (besonders in der Querschnittsfigur zu erkennen) befestigt, deren Querstück *h* die Ventilstange *f* trägt. Biegt sich sonach in Bezug auf die Figur *c* nach oben und *d* nach unten, so nähert sich der an *f* befestigte Ventilkegel dem Ventilsitz, bezw. schließt das Ventil; verringert sich jedoch in Folge der Abkühlung die Biegung der Rohre *c* und *d*, so wird das Ventil geöffnet.

Wegen des Erfordernisses einer größeren Kühlfläche für die Thätigkeit der letztgenannten Selbstleerer sind sie vorwiegend für Heizkörper geeignet, während

die unter 1. besprochenen Apparate für die Entwässerung der Dampfleitungen sich besser eignen.

Ausführlicher ist dieser Gegenstand in unten genannter Quelle behandelt⁸³⁾.

c) Construction und Einrichtung.

Die Rohre werden von 5^{cm} Weite ab um 1^{cm}, von 10^{cm} Weite ab um 2,5^{cm} steigend in Gufseisen ausgeführt. (Vergl. die Tabelle im I. Theile dieses »Handbuches«, Bd. 1: Die Technik der wichtigeren Baustoffe, S. 187.)

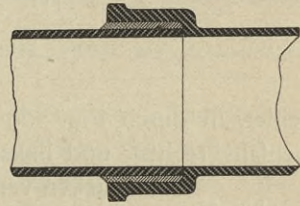
227.
Material.

Schmiedeeiserne Rohre findet man im Handel meistens nach englischem Maß ausgeführt (vergl. die Tabelle in dem eben genannten Bande dieses »Handbuches«, Kap. 6, unter g), aber auch in anderen Mäßen und Abstufungen bis zu 30^{cm} Weite. Zu leichten Leitungen verwendet man auch Rohre aus starkem Weißblech, welche, um sie genügend widerstandsfähig gegen das Rosten zu machen, beiderseitig mit gutem Anstrich versehen werden. Kupferrohre werden ihres Preises wegen nur in einzelnen Fällen gebraucht; noch feltener Messingrohre.

Gufseiserne Rohre werden selten mittels Muffen (Fig. 205) verbunden, und dann nur, indem der Hohlraum der Muffe mit fog. Eisen- oder Rostkitt gefüllt wird. Da derselbe beim Festwerden sich ausdehnt, liegt die Gefahr des Zersprengens der Muffe vor. Bei vorsichtiger Arbeit wird die Verbindung so fest, daß sie nur unter Zertrümmerung wenigstens eines Endes des betreffenden Rohres gelöst werden kann. Die hieraus erwachsenden Unannehmlichkeiten lassen in den meisten Fällen die Anwendung der Muffenverbindung nicht rätlich erscheinen.

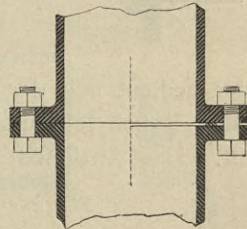
228.
Verbindung
d. Gufseisen-
rohre.

Fig. 205.



Weit gebräuchlicher ist daher die Verbindung der gufseisernen Rohre durch Flanschen oder Scheiben (Fig. 206). Zwischen die gut auf einander passenden, zu dem Ende sauber gedrehten Scheiben wird Kitt gelegt, indem man eine der Flächen vor dem Auflegen der anderen möglichst gleichmäßig mit Mennigkitt oder Diamantkitt bedeckt. Passen die Flächen nicht sehr gut auf einander, so muß der Kitt noch eine Stütze haben, um bei Erwärmung der Rohre nicht aus der Fuge hervorgedrückt zu werden. Diese Stütze besteht entweder aus in mehreren Ringen oder einer Spirale aufgelegten Bindfaden, oder in beiderseitig mit Kitt gut bestrichenen, feinen Drahtgeweben, »Sieb«. Für geringere Dauer bestimmte Dichtungen werden auch mit Hilfe einer Gummilage hergestellt. Die dauerhaftesten Dichtungen erhält man, indem man von der Verwendung des Kittes ganz absteht, statt dessen einen Ring von weichem Kupferdraht, der mit Silberloth gelöthet ist, oder besser einen Kupferring mit zickzackförmigem Querschnitt verwendet (vergl. Fig. 206, rechte Hälfte). Das weiche Kupfer wird durch die Eisenfläche so umgeformt, daß es sich innig an diese anschließt.

Fig. 206.

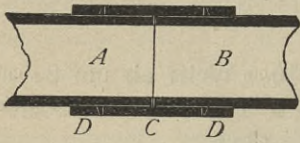


229.
Verbindung
d. Schmiedeeisen-
rohre.

⁸³⁾ FISCHER, H. Ueber Condensationswasser-Ableiter oder fog. Automaten. Polyt. Journ., Bd. 225, S. 20.

Ueberwürfe. Die am wenigsten gute, aber brauchbare Verbindung schmiedeeiserner Rohre stellt Fig. 207 dar. Auf beide in Frage kommende Enden *A* und *B* der

Fig. 207.



Rohre ist rechtsgängiges Gewinde geschnitten, in welches das Muttergewinde der Muffe *C* faßt. Die eigentliche Dichtung erzielt man, indem man kegelförmig ausgedrehte Gegenmuttern *D* gegen die Muffe schraubt, nachdem ein mit Kitt bestrichener Hanfzopf eingelegt ist.

Sicherer sind die metallischen Dichtungen auch hier. Die neuere und gebräuchlichere zeigt Fig. 208. Eines der Rohrenden ist mit linksgängigem, das andere mit rechtsgängigem Gewinde versehen, zu denen selbstverständlich die Gewinde der Muffe *C* passen. Die Stirnseiten der Rohrenden sind doppelt kegelförmig gestaltet, so daß auf denselben fog. Schweinsrücken entstehen, welche, bei gehörigem Anziehen der Muffe, sich beide in einen Ring weichen Kupfers drücken.

Die ältere, jedoch neuerdings von einigen Constructeuren deshalb der vorhin beschriebenen vorgezogene derartige Verbindung, weil sie ein anderes Metall ver-

Fig. 208.

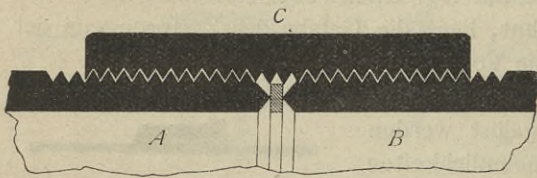
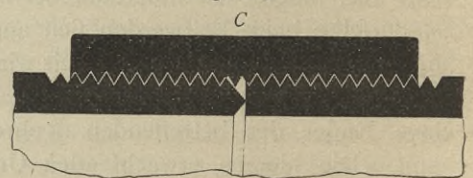
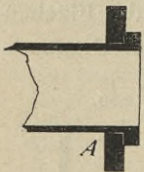


Fig. 209.



meidet, ist durch Fig. 209 im Längenschnitt wiedergegeben. Hier sind die Gewinde ebenfalls rechts- und linksgängig, aber nur eine Stirnseite der Rohre mit Schweinsrücken versehen, während die gegenüber liegende Stirnseite eben ist. Es muß daher eine gegenseitige Verdrückung des Schmiedeeisens stattfinden, welche un schwer gelingt, wenn die einzelnen Theile mit größter Genauigkeit ausgeführt sind.

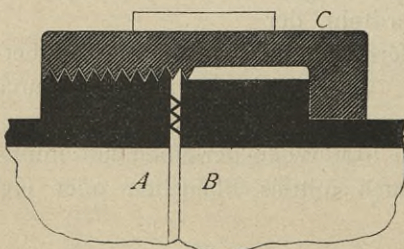
Fig. 210.



Die Flanschen schmiedeeiserner Rohre verlöthet oder verschweisft man mit den Rohrenden oder nietet sie dort fest.

Die Bundringe werden meistens aufgeschweisft. Man legt dann entweder fog. lose Flanschen *A* (Fig. 210) hinter die Bundringe oder bedient sich der Schelle *C* (Fig. 211), welche hinter den Bundring des Rohrendes *B* sich legt und mit ihrem Muttergewinde in das Gewinde des Rohrendes *A* faßt. Das Anziehen der Schelle erfordert eine ziemlich große Drehkraft, der die

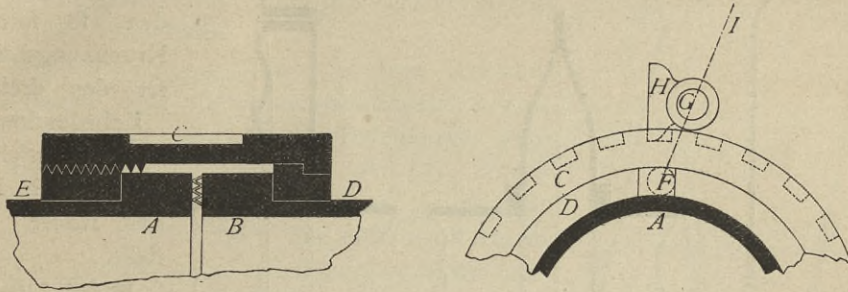
Fig. 211.



— mittels Zangen fest gehaltenen — Rohre widerstehen müssen; ferner haben die in Fig. 210 und 211 dargestellten Verbindungen den Fehler, daß die Flanschen, bzw. Schellen vor dem Ausschweifen, bzw. Löthen der Bundringe auf die Rohre gesteckt werden müssen. Beide oft recht unangenehme Uebelstände werden durch die von mir seit 1875 verwendete Verbindung gehoben, welche Fig. 212 im Querschnitt und theilweisem Längenschnitt versinnlicht. Hinter

die Bundringe *A*, *B* sind die Bogenstücke *D*, *E* gelegt, auf welche die Schelle in geeigneter Weise einwirkt, wie aus dem Längenschnitt sofort erkannt werden kann. Da die Bogenstücke nachträglich eingelegt werden können und die kleinste Weite der

Fig. 212.



Schelle grösser ist, als der grösste Durchmesser der Bundringe, so vermag man diese fertig zu machen, bevor die Schellen auf die Rohre gesteckt werden. Das Drehen der Schelle den Bogenstücken *D* und *E* gegenüber findet statt, indem man eine zu diesem Zweck geeignet gestaltete Zange mit einander gegenüber liegenden Zapfen *F* in den Spielräumen, die zwischen den Enden der Bogenstücke liegen, stützt und die Klinke *H* nach der gewünschten Drehrichtung in Vertiefungen der Schelle *C* einfallen lässt. Durch Drehung der Zange *FGI* erfolgt alsdann die Drehung der Schelle, ohne nennenswerthe Beanspruchung der Rohre.

Die Dichtung dieser Verbindungen erfolgt in derselben Weise wie bei gußeisernen Rohren.

Kupferne Rohre werden mit schmiedeeisernen oder messingenen Endstücken ähnlicher Gestalt, wie hier erörtert, verlöthet und in der zugehörigen Art verbunden. Zuweilen löthet man auch einen Stulp von starkem Kupferblech auf jedes Rohrende und legt einen schmiedeeisernen oder gußeisernen Flansch hinter jeden Stulp (Fig. 213).

230.
Verbindung
der Kupfer-
rohre.

Die Abzweigungen der gußeisernen Rohre werden durch Stutzen oder besonders eingelegte T-Stücke gebildet. Gebräuchliche Schenkellängen (von Mitte Rohr bis Flanschenfläche) enthält die oben citirte Tabelle. Kann eine Abzweigung nicht von Vornherein vorgesehen werden, so bedient man sich der durch Fig. 214 wiedergegebenen Construction. In die Wandung des Rohres ist ein kegelförmiges Loch gebohrt, in welches das kegelförmig zugespitzte, genau passende Ende des Zweigrohres gepresst wird. Zuweilen legt man auch hier einen weichen Kupfer-ring ein. Das Anpressen findet unter Zuhilfenahme eines Bügels *A* statt, welcher um das Rohr gelegt wird, und dessen zu Schrauben ausgebildete Schenkel durch das Querstück *B* gesteckt sind.

231.
Abzweigungen,
Ablenkungen,
Krümmungen.

Fig. 214.

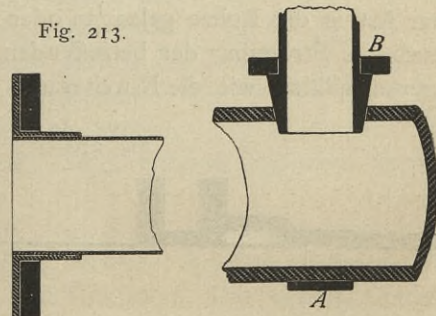


Fig. 213.

Ablenkungen, Krümmungen werden mit Hilfe im Handel vorkommender Bogenstücke (vergl. die mehrfach angezogene Tabelle) oder durch eigens für den Bedarf gestaltete Rohre erreicht.

Für schmiedeeiserne Rohre verwendet man ähnliche T-, L-, Bogen- und Verjüngungsstücke wie für Gasleitungen (vergl. Art. 21, S. 17), oder — bei größeren

Weiten — gusseiserne Anschlussstücke.

Krümmungen werden, so fern der Krümmungshalbmesser den dreifachen Rohrdurchmesser nicht unterschreitet, auch durch Biegen der Rohre hergestellt.

In Art. 226, S. 188 wurden die Dehnungen der Metalle in Folge der Temperaturveränderungen angegeben. Da die hier in Frage kommenden Rohrleitungen ausnahmslos erheblichen Temperaturschwankungen unterworfen und oft sehr lang sind, so sind Ausgleicher oder Compensatoren für die Längenveränderungen einzuschalten. Sehr einfach und wirksam ist die Längenausgleichung zu erreichen, wenn die Leitung eine rechtwinkelige Ablenkung erfährt (Fig. 215), indem alsdann das betreffende knieförmige Rohr nur die erforderliche Biegsamkeit zu haben braucht, um der Dehnung des zugehörigen Rohrstranges nachgeben zu können. Innerhalb eines gerade fortlaufenden Rohrstranges schaltet man in demselben Sinne auch nach Fig. 216 gebogene Rohre ein. In Berücksichtigung dessen, was weiter oben über das Längenprofil der Rohrleitungen gesagt wurde, ist die Anbringung derartig krummer biegsamer Rohre nicht immer thunlich, weshalb man einen aus biegsamen Platten gebildeten Ausgleicher (Fig. 217) öfters verwendet findet. Es ist nun nicht ganz zu vermeiden, dass Schmutztheile irgend welcher Art in die Rohre gelangen oder in denselben gebildet werden. Dieselben werden durch die Strömung der betreffenden Flüssigkeit fortgespült, bis sie geeignete Ablagerungsplätze, wie die Erweiterung, welche Fig. 217 bildet, auffindet; sie sinken in

dem keilförmigen Ausgleicher nieder und werden dort allmählich dermaßen verdichtet, dass aus ihnen ein fester Körper wird. Dieser hindert die freie Beweglichkeit der biegsamen Platten und führt nicht selten zum Bruch derselben. Daher ist die durch Fig. 218

Fig. 215.

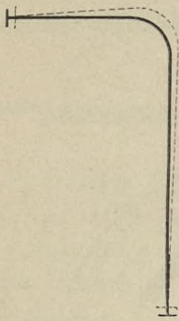


Fig. 216.

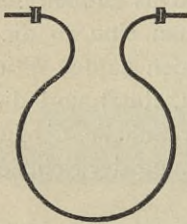


Fig. 217.

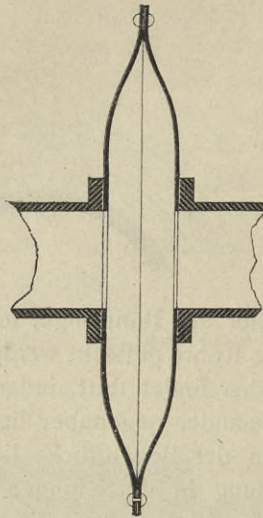
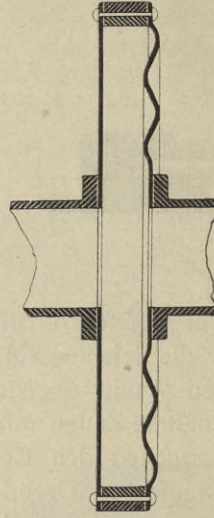


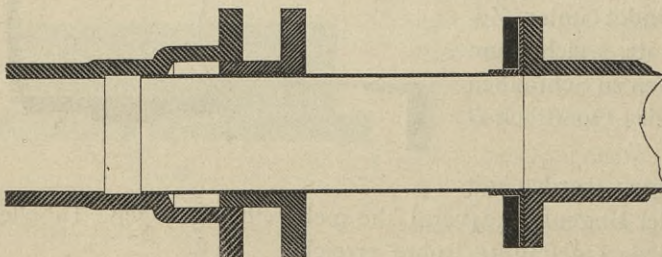
Fig. 218.



Compensations-Vorrichtungen.

turfchwankungen unterworfen und oft sehr lang sind, so sind Ausgleicher oder Compensatoren für die Längenveränderungen einzuschalten. Sehr einfach und wirksam ist die Längenausgleichung zu erreichen, wenn die Leitung eine rechtwinkelige Ablenkung erfährt (Fig. 215), indem alsdann das betreffende knieförmige Rohr nur die erforderliche Biegsamkeit zu haben braucht, um der Dehnung des zugehörigen Rohrstranges nachgeben zu können. Innerhalb eines gerade fortlaufenden Rohrstranges schaltet man in demselben Sinne auch nach Fig. 216 gebogene Rohre ein. In Berücksichtigung dessen, was weiter oben über das Längenprofil der Rohrleitungen gesagt wurde, ist die Anbringung derartig krummer biegsamer Rohre nicht immer thunlich, weshalb man einen aus biegsamen Platten gebildeten Ausgleicher (Fig. 217) öfters verwendet findet. Es ist nun nicht ganz zu vermeiden, dass Schmutztheile irgend welcher Art in die Rohre gelangen oder in denselben gebildet werden. Dieselben werden durch die Strömung der betreffenden Flüssigkeit fortgespült, bis sie geeignete Ablagerungsplätze, wie die Erweiterung, welche Fig. 217 bildet, auffindet; sie sinken in

Fig. 219.



wiedergegebene Anordnung zweckmäßiger, indem sie mehr Raum für die Ablagerungen gewährt. Behuf Erreichung einer größeren Biegsamkeit werden die Platten, wie in der rechten Hälfte der Fig. 218 angedeutet ist, auch mit wellenförmigem Querschnitt hergestellt.

Auch diese Ausgleicher sind ihres Raumbedarfs halber nicht immer unterzubringen, so daß man in einzelnen Fällen die Stopfbüchse (Fig. 219) als Ausgleicher benutzen muß. An dem betreffenden Orte ist eines der Rohrenden mit der eigentlichen Stopfbüchse, das andere mit einem möglichst glatten, behuf Erhaltung der Glätte meistens aus Kupfer oder Messing verfertigten Rohranatz ausgestattet. Da die Packung der Stopfbüchse geschmiert werden muß, die Schmiere aber in Folge der Wärme verharzt, auch die verschiedenartige Dehnung der Stopfbüchsentheile zu Klemmungen Veranlassung giebt, so bieten die Stopfbüchsen bei mangelhafter Wartung, bezw. fehlerhafter Construction einen so großen Widerstand, daß sie den Dehnungen des betreffenden Rohrstranges nicht nachgeben, vielmehr zu Rohrbrüchen oder Aehnlichem führen.

Um die Ausgleicher für die ihrer Wirkksamkeit zugedachte Rohrstrecke sicher benutzbar zu machen, befestigt man die Leitung an geeigneten Punkten. Alle übrigen Stützpunkte müssen die Beweglichkeit der Rohre möglichst wenig hemmen. Die zweckmäßigste Stützung der Rohre ist deshalb die Aufhängung an pendelartig beweglichen Bändern, wie Fig. 220 dieselbe in zwei verschiedenen Arten angiebt. Die Schrauben, an welchen die dünnen Eisenbänder hängen, gewähren vortreffliche Gelegenheit zur Hervorbringung einer genauen Höhenlage der Rohre. Sonst legt man die Rohre auf Rollen *A* (Fig. 221), deren Bahnen *B* auf Fundamente oder Wandarme *C* befestigt sind. Die hier gezeichnete Gestalt der Rollen sichert den guten Lauf derselben und gestattet, dieselben Rollen für verschiedene Rohrdurchmesser zu verwenden. Leichtere und nicht sehr lange Rohrstränge vermögen auf festen Unterlagen zu gleiten.

Die Ausdehnung des Wassers ist wesentlich größer, als die Ausdehnung der Metalle; man muß daher ersterer besonders Rechnung tragen.

Niederdruck-Wasserheizungen werden zu dem Ende an dem höchsten Punkte der Leitung mit einem entsprechend großen, offenen Ausdehnungsgefäß *E* in Fig. 190 (S. 178), bezw. *B* in Fig. 194 (S. 181) versehen. Die offenen Leitungen gestatten eine fortwährende Verdunstung des warmen Wassers, was bei Gewächshaus-Heizungen angenehm ist, aber bei anderen Heizungen oft zu großen Unzuträglichkeiten führt, indem das verdunstete Wasser sich an kälteren Flächen niederschlägt und an den Mündungen der Rohre, welche es ins Freie führen sollen, gefriert. Es

Fig. 220.

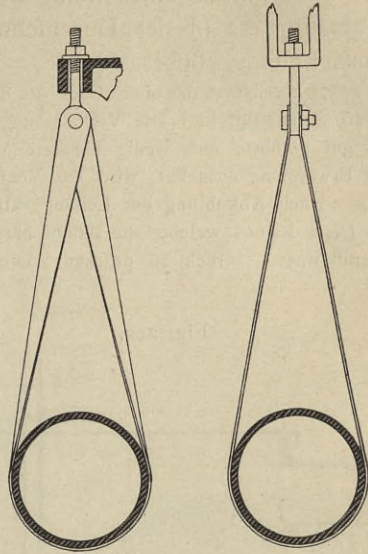
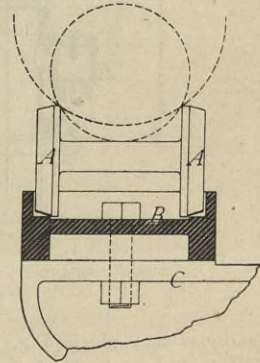


Fig. 221.

 $\frac{1}{5}$ n. Gr.233.
Stützung
der
Rohre.234.
Ausdehnungs-
gefäße.

ift daher felbst bei Niederdruck-Heizungen zweckmäfsig, die Rohrleitung zu fchließen und zwar mittels eines wenig belasteten Ventiles.

Fig. 222 ift der Durchfchnitt eines mit einem derartigen Ventil ausgefatteten Ausdehnungsgefäfses.

A bezeichnet das obere Ende des Steigrohres, auf welches das aus Eifenblech gefertigte Ausdehnungsgefäfs *B* befestigt ift. Die Verlängerung des Steigrohres bildet den Ventilkörper *C*, deffen oberes Ende das gut geführte und wenig belastete Ventil *D* fchließt. Sobald fich das Waffer der Leitung in Folge der Erwärmung ausdehnt, wird das Ventil *D* gehoben, fo dafs erfteres in das Gefäfs *B* auszufliessen vermag. Nach Abkühlung der Leitung entfteht, wegen des Zusammenziehens des Waffers, im Ventilkörper *C* ein leerer Raum, welcher die Atmofphäre befähigt, das Waffer des Gefäfses *B* durch das Ventil *E* in den Ventilkörper *C* zurück zu drücken. Die Anordnung fichert die felbstthätige Entlüftung der Leitung in

Fig. 222.

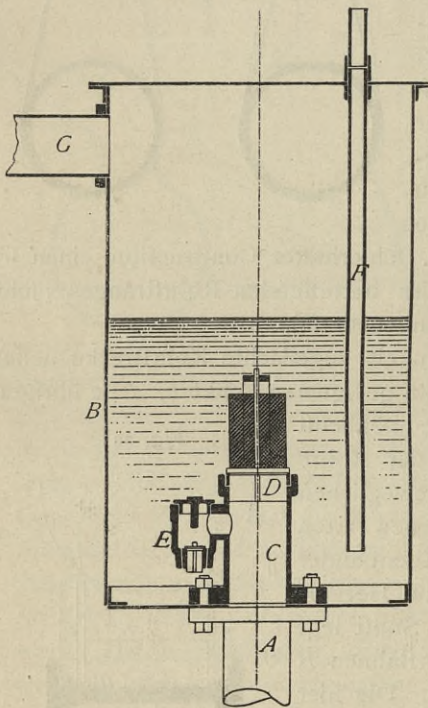
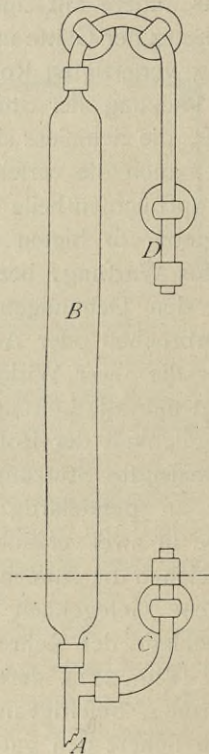
Ausdehnungsgefäfs. $\frac{1}{10}$ n. Gr.

Fig. 223.

Ausdehnungsflasche. $\frac{1}{10}$ n. Gr.

derfelben Weife, wie das offene Rohr, indem die Luft fich zu oberft fammelt, alfo bei jedesmaliger Erwärmung des Waffers zunächft ausfließt. Bei Füllung der Leitung muß man natürlich das Ventil *D* heben.

Unvorfichtige Bedienung der Heizung kann eine Dampfbildung herbei führen. Die gebildeten Dampfblasen steigen mit großer Entfchiedenheit nach oben, verurfachen Erfchütterungen und werfen eine größere Waffermenge vor fich her, felbst wenn das Steigrohr möglichft unmittelbar vom Heizkessel zum Ausdehnungsgefäfs führt. Diefes Waffermassen kann man bei Berechnung der Größe des Ausdehnungsgefäfs nicht berücksichtigen. Es ift deshalb das Gefäfs *B* mittels eines Deckels gefchlossen und ein Rohr *G* angebracht, welches fowohl den Dampf, als auch das im Uebermaß anfrömende Waffer abzuleiten vermag. Um dem Wärter Gelegenheit zur Beobachtung des Wafferftandes im Inneren des Ausdehnungsgefäfses zu geben, bringt man an demfelben ein fog. Waffer-

ftandsglas an; die in Fig. 222 vorgesehene Einrichtung dürfte jedoch fich mehr empfehlen. Es ift nämlich ein Rohr *F* im Deckel des Gefäfses befestigt. Steckt man in dieses einen Holzstab, fo fchwimmt derfelbe im Waffer des Rohres, fo dafs er mehr oder weniger über dem Deckel des Gefäfses hervorragt, je nachdem der Wafferfpiegel deffelben höher oder niedriger fteht. Man kann fo den Wafferftand auch bei weniger guter Beleuchtung genau genug beobachten. Das Rohr *F* dient gleichzeitig zum Nachfüllen des Waffers.

Für Mitteldruck- und zuweilen auch für Hochdruck-Heizungen werden ähnlich eingerichtete Gefäfses verwendet. Nur belastet man das Auslafsventil stärker, nach Umftänden unter Vermittlung von Hebelwerk. Sonft find für Hochdruck-Heizungen die Ausdehnungsflaschen (Fig. 223) im Gebrauch.

A bezeichnet das obere Ende der Leitung, *B* das aus Schmiedeeifen gefertigte Ausdehnungsgefäfs. Der Schenkel *C* dient zum Füllen der Leitung, während der Schenkel *D* die Luft abströmen läßt. Es ift fonach unmöglich, das Gefäfs *B* höher als bis zum oberen Ende des Schenkels *C* zu füllen, fomit der zur Ausdehnung des Waffers zur Verfügung ftehende Raum nicht von der Willkür des Wärters abhängig.

Die in *B* über dem Wasserpiegel und in *D* eingeschlossene Luft wird bei Ausdehnung des Wassers zusammengedrückt; der Luftraum, welcher erforderlich ist, um die Spannung derselben nicht größer werden zu lassen, als die Spannung des Dampfes, dessen Temperatur der Wassertemperatur gleicht, ist sonach leicht zu berechnen. Bei 12,5 mm weiten Rohren und 50 mm Weite des Ausdehnungsgefäßes ist die Länge desselben gleich $\frac{1}{100}$ der Rohrlänge zu nehmen.

Angeichts der gewaltigen, in den Leitungen der Hochdruckheizungen auftretenden Spannungen müssen die Verschlüsse, außer bequemer Handhabung, recht dicht zu schliessen. Man verwendet deshalb meistens eine Bleischeibe, welche mit Hilfe einer kräftigen Kappe auf das betreffende Rohrende geschraubt wird, wie Fig. 224 erkennen läßt.

Eine befriedigende Bedienung der Heizungen erfordert die Kenntniß der Temperaturen des Dampfes, bezw. Wassers Seitens des Wärters. Die Dampftemperatur steht im innigen Zusammenhange mit der Dampfspannung; die Dampfheizungen werden deshalb häufig nach dieser, welche mittels Manometer gemessen wird, bedient. Die Wassertemperaturen werden durch Thermometer gemessen. Eine einfache und handliche Anbringung des Thermometers verfinnlicht Fig. 225.

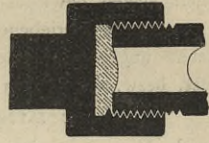
In der oberen Wand *A* des Wasserrohres ist ein topfartiges Gefäß ausgepart, welches an seinen Außenflächen möglichst günstig von dem Wasser befüllt werden kann. Das Gefäß ist mit Oel oder einer anderen schwer siedenden Flüssigkeit gefüllt; in diese wird die Kugel des gewöhnlichen Thermometers *B* gesteckt. Zur Stütze des Thermometers dient der Arm *C*.

Die Temperatur des Gefäßinhaltes ist offenbar eine geringere, als diejenige des Wassers, welches das Gefäß von aussen berührt, da von dem Gefäßinhalt fortwährend Wärme abgeführt wird. Wie groß der Unterschied ist, vermag man von vornherein nicht zu bestimmen. Derselbe ist größer als bei der vorliegenden Einrichtung, wenn man das Gefäß auf der Oberfläche des Rohres befestigt, was Seitens vieler Constructeure geschieht.

Man sollte daher — wo dieses zulässig ist — die Thermometerkugel unmittelbar mit dem Wasser in Berührung bringen, dessen Temperatur man messen will.

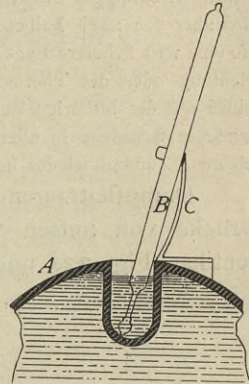
Fig. 226 stellt eine derartige Anordnung im Schnitt dar. Auf die Rohrwand *A* ist eine metallene Fassung *B* des Thermometers *C* so befestigt, daß die Kugel des letzteren, vermöge der Durchbrechungen der Fassung, von dem Wasser befüllt wird. Der metallene Boden *a* der Fassung ist zur Schonung der

Fig. 224.



die Eigenschaft haben,

Fig. 225.



235-
Temperatur-
Beobachtungen.

$\frac{1}{5}$ n. Gr.

Fig. 226.

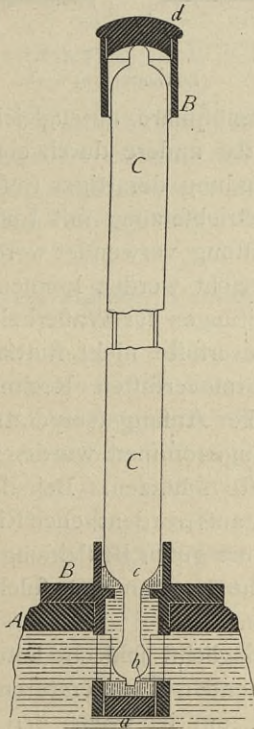
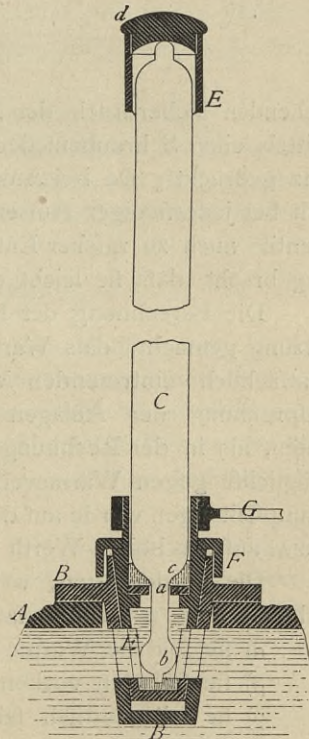


Fig. 227.



$\frac{1}{2}$ n. Gr.

Thermometerkugel mit einer Korkplatte *b* bedeckt; *c* ist ein Gummiring, welcher die Abdichtung des Thermometers bewirkt, und *d* der Deckel der Fassung, welcher das Thermometer niederdrückt.

Der beschriebenen Anordnung haftet der Uebelftand an, dafs, sobald die Abdichtung des Thermometers ungenügend oder gar das Thermometer zertrümmert wird, die Heizungsanlage aufser Betrieb gesetzt, bezw. das Wasser derselben abgelassen werden mufs.

Theuere Erfahrungen veranlafsten mich, Ende 1868 die Thermometerfassung nach Fig. 227 zu ändern.

Auf die Rohrwandung ist die Flansche des einem Hahngehäuse ähnlichen Körpers *B* geschraubt. Die Thermometerfassung *E*, deren unterer Theil hahnkükenartig gefaltet ist, paßt genau in *B* und wird mittels der Kappe *F* niedergehalten. Die Abdichtung erfolgt ebenfalls durch einen Gummiring *c*; dieser wird aber von zwei halben, sich dicht an den Thermometerhals legenden Bogenplatten *a* getragen, hat also eine weit sicherere Lage, als bei der älteren Einrichtung. So fern nun eine Beschädigung der genannten Dichtung oder des Thermometers *C* eintritt, kann, durch Umdrehen der Fassung *E* mittels des Handgriffes *G*, der bisherige Zuflufs des Wassers zur Thermometerkugel abgesperrt, die Ausbesserung des entstandenen Schadens in aller Ruhe vorgenommen und hierauf, durch Zurückdrehen der Fassung, der gezeichnete Zustand wieder hergestellt werden.

236.
Luftventile.

Dampfleitungen und Dampfheizöfen, deren Wandungen dünn oder doch gegen Drücke von ausfen wenig Widerstand zu leisten vermögen, sind mit sog. Luftventilen (Fig. 228 und 229) auszurüsten, um den bei Verdichtung des Dampfes ent-

Fig. 228.

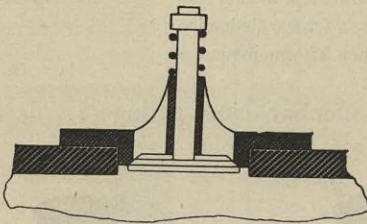
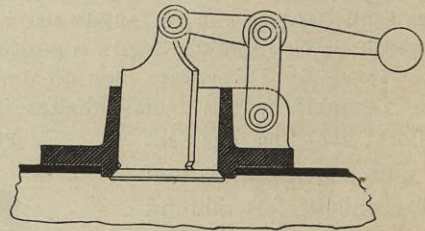


Fig. 229.



Luftventile. $\frac{1}{3}$ n. Gr.

stehenden Ueberdruck der Atmosphäre auszugleichen. Das eine der Ventile wird mittels einer Schraubenfeder, das andere durch einen belasteten Hebel gegen seinen Sitz gedrückt. Da bei Anwendung derartiger Luftventile die Leitungen und Oefen sich bei jedesmaliger Aufserbetriebsetzung mit Luft füllen, so müssen die genannten Ventile auch zu rascher Entlüftung verwendet werden und sind deshalb meistens so angebracht, dafs sie leicht erreicht werden können.

237.
Schutz
gegen Wärme-
verluste.

Die Berechnung der Leitungen für Wasserheizungen wurden unter der Voraussetzung gemacht, dafs Wärmeverluste nicht stattfänden; man mufs daher, um den thatsächlich eintretenden Wärmeverlusten Rechnung zu tragen, bei voller Beanspruchung der Anlagen die Anfangstemperaturen des Wassers höher werden lassen, als in der Rechnung angenommen wurde, und gleichzeitig die Rohrleitungen möglichst gegen Wärmeverluste schützen. Bei Berechnung des Widerstandes der Dampfleitungen wurde auf den aufserordentlichen Einflufs der Wärmeverluste derselben, bezw. auf den hohen Werth einer guten Bekleidung der Rohre besonders hingewiesen.

Die Forderungen, welche man an eine solche Bekleidung stellen mufs, lassen sich wie folgt zusammen fassen:

- a) sie soll die Wärme möglichst schlecht leiten;
- β) sie soll den vorkommenden Temperaturen widerstehen;
- γ) sie soll elastisch sein, um in Folge der Dehnungen der Rohre nicht beschädigt zu werden;

δ) sie soll endlich, wenigstens in vielen Fällen, ein gefälliges Aeufere haben.

Die erste Bedingung wird offenbar von allen lockeren Körpern erfüllt, in welchen viele kleine Lufträume sich befinden, so daß der Luftinhalt als ruhend zu betrachten ist.

Vermöge der zweiten Bedingung werden pflanzliche und thierische Stoffe zur unmittelbaren Berührung vieler Leitungen unbrauchbar.

Die dritte Bedingung dagegen macht die Verwendung der erwähnten Stoffe höchst wünschenswerth.

Warmwasser-Heizungsrohre bekleidet man mit Stroh, Woll-, Baumwoll- und Seiden-Abfällen, Kuh- und Kälberhaaren oder von diesen gefertigtem groben Filz, Korkplatten etc. und bedeckt das Kleid mit Bretterkasten, falsdaubenartig zusammengefügtten Latten, schraubenförmigen Seilwindungen, Geweben etc., oder verwendet das weiter unten genannte Bekleidungsmittel. Sollen die vorhin genannten Stoffe zur Einhüllung der Dampfrohre dienen, so ist es zweckmäsig, letztere zunächst mit Lehm zu überziehen, dem Häckfel, Kälberhaare oder Aehnliches zugesetzt ist.

Die sog. Schlackenwolle verträgt alle vorkommenden Temperaturen; sie ist jedoch für die Rohrbekleidungen weniger beliebt, weil sie meistens einer nochmaligen Hülle zu eigenem Schutz bedarf und weil dieselbe zuweilen in wenig befriedigender Haltbarkeit geliefert worden ist.

Unter den mineralischen Umhüllungsmitteln scheint die Infusorienerde (Kieselgur), welche mit einem passenden Bindemittel angemacht ist, allen übrigen weit voranzustehen. Die vorwiegend aus Kieselgur hergestellte Umhüllungsmasse vermag in Bezug auf geringe Wärmeleitungsfähigkeit, bequeme Anwendbarkeit und Billigkeit den übrigen Bekleidungsmitteln mindestens die Wage zu halten. Wenn der Ueberzug mit Sorgfalt ausgeführt und nachträglich mit einem geeigneten Oelfarbanstrich versehen wird, so läßt der Ueberzug auch in Bezug auf gefälliges Aussehen nichts zu wünschen übrig.

Weitere Erörterungen über die Rohrhüllen dürften hier überflüssig sein, da einerseits das beste Recept noch nicht bekannt ist, andererseits Angebote verschiedener Verfertiger solcher »Wärmeschutzmassen« nicht fehlen. In Art. 72, S. 66 sind einige Angaben über die Wärmeleitung einiger Rohrbekleidungen zu finden.

d) Schieber, Hähne, Ventile etc.

Eben so, wie bei den Luftleitungen, müssen bei den Wasser- und Dampfleitungen regulirbare, die Bewegung hindernde Einrichtungen angebracht sein. Es werden hierzu die auch für andere Zwecke gebräuchlichen Schieber, Drosselklappen, Hähne und Ventile verwendet, deren Beschreibung nicht an diesen Ort gehört.

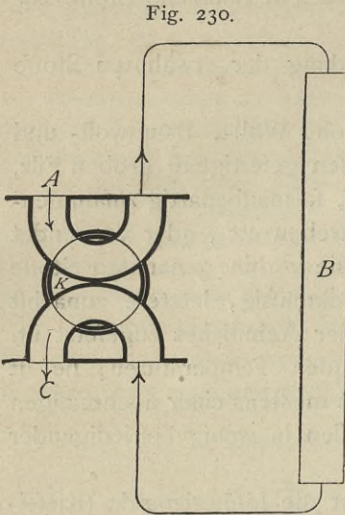
Einige, den vorliegenden Leitungen eigenthümliche derartige Einrichtungen sollen jedoch kurz beschrieben werden.

Hierher gehören zunächst die sog. Wechselhähne. Die Verforgung der Wasseröfen *A*, *B* und *C* in Fig. 191, rechte Seite (S. 179), erfordert, daß man zuweilen das Wasser durch den Wärme abgebenden Körper, zuweilen an ihm vorbei leitet. Auch die Dampfheizungen, namentlich solche, welche mit Seitens einer Dampfmaschine bereits benutztem Dampf gespeist werden, erfordern ähnliche Wechselhähne, um den Dampf nach Bedarf durch die eine oder andere Leitung strömen zu lassen. Man kann das Geforderte durch Einzelhähne oder mehrere Ventile ge-

wöhnlicher Einrichtung erreichen; offenbar wird es jedoch angenehmer sein, wenn man mit Hilfe eines Apparates, durch Stellung eines Ventiles oder Hahnes dasselbe erreichen kann.

Es finden zu dem Ende ähnliche Anordnungen Verwendung, wie (in Art. 213, S. 173) für Luftleitungen besprochen wurden; dieselben sind in ihren Theilen natürlich so auszubilden, wie die hier vorliegenden Flüssigkeiten erfordern.

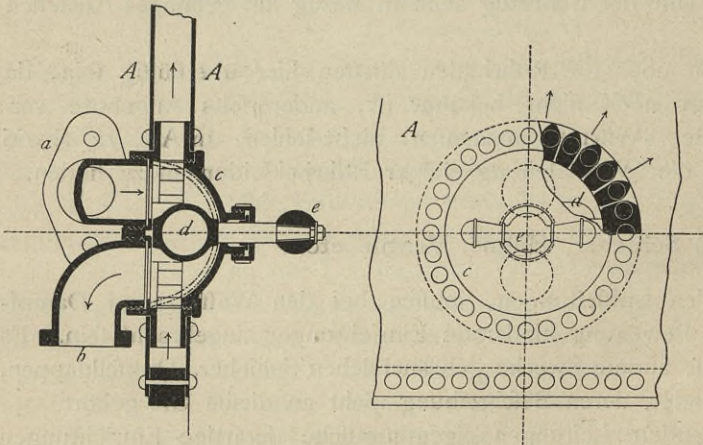
Einen Wechselhahn nach *Wiman-Klein*⁸⁴⁾ giebt Fig. 230 wieder.



Wechselhahn von *Wiman-Klein*.

A bezeichnet den Wasserofen, welcher aus Blechplatten, zwischen deren Ränder Flacheisen genietet sind, verfertigt ist. Zwischen diesen Blechwänden, nahe dem unteren Ofenrande, ist der Wechselhahn ein-

Fig. 231.



Wechselhahn von *Hermann Fischer*. $\frac{1}{5}$ n. Gr.

im unteren Theile des Ofens befindliche kältere Wasser, die untere Hälfte des Hahnkörpers durchströmend, durch *b* in das Rücklaufrohr gelangt. Da das Rohr *d* in der vorliegenden Stellung den Hohlraum des Hahnkörpers in eine obere und eine untere Hälfte zerlegt, so ist das Wasser gezwungen, zunächst in das Ofeninnere zu treten, bevor dasselbe in das Rücklaufrohr gelangen kann. Dreht man das Rohr *d* mit Hilfe des Griffes *e* um 90 Grad, so vermittelt dasselbe einen kurzen Weg zwischen dem Einfrömsstutzen *a* und dem Rücklaufrohr *b* und verhindert das Wasser zugleich, in das Ofeninnere zu treten. Jede Zwischen-

Die Aufgabe verlangt, daß die in Frage kommende Flüssigkeit entweder von *A* aus den Wärme abgebenden Körper *B* durchströmen und bei *C* abfließen, oder dieselbe auf kürzestem Wege von *A* nach *C* gelangen soll. Zu dem Ende ist das Hahnkükens *K* mit zwei bogenförmigen Canälen versehen, die, je nach der Stellung des Kükens, die Verlängerung von je zwei der vier Ansatzrohre des Hahngehäufes bilden. Bei 45 Grad Verdrehung des Hahnkükens (gegen die gezeichnete Stellung) sind sämtliche Wege geschlossen.

Will man die Flüssigkeit theils durch den Wärme abgebenden Körper, theils auf kürzestem Wege durch den Hahn leiten, so erhält das Kükens *K* die Gestalt einer Platte.

Einen von mir für Warmwasser-Heizungen verwendeten Wechselhahn versinnlicht Fig. 231 in einem lothrechten Querschnitt, einer theilweisen Vorderansicht und einem zu dieser parallel liegenden Schnitt.

genietet. Derselbe besteht aus den hinter dem Ofen liegenden Mündungsstücken *a* und *b*, dem eigentlichen Hahnkörper, dessen Deckel *c*, und dem U-förmig gebogenen Rohr *d*, an welchem der Griff *e* befestigt ist. Der eigentliche Hahnkörper ist ringsum mit Oeffnungen versehen (die in der Figur etwas zu eng gezeichnet sind), so daß sein Inneres mit dem Ofeninneren in freier Verbindung steht. In der ausgezogenen Stellung des Rohres *d* fließt das durch *a* eintretende Wasser durch den Hahnkörper nach oben, während das

⁸⁴⁾ Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1871, S. 679; 1872, S. 745.

stellung des Rohres *d* schiebt einen Theil des Waffers in den Ofen, den anderen Theil sofort in das Rücklaufrohr. Die Verschlässe, welche das Rohr *d* hervorbringt, sind keine vollständig dichten. Dies dürfte indessen nicht gegen die Anordnung sprechen, da es, wenn die Heizung im Betriebe ist, erwünscht sein muß, dem betreffenden Ofen wenigstens so viel Wärme zuzuführen, daß das Gefrieren des Waffers unmöglich ist.

Aehnliche Wechselhähne verwendet man für Mitteldruck-Heizungen.

Eine kurze Erörterung erfordern noch die selbstthätigen Dampfdruck-Reducirventile oder schlechtweg Druckregler. Dieselben haben den Zweck, in einer Leitung oder einem Dampföfen die Dampfspannung nie über ein gewisses Maß steigen zu lassen.

239.
Selbstthätige
Druckregler.

Ihre Wirkfamkeit wird entweder auf die Aenderung des hier in Frage kommenden Druckes oder auch die Aenderung des größeren, vor dem Regler vorhandenen Druckes begründet. Durch beide Erscheinungen vermag man Ventile oder Schieber zu bewegen, welche die Durchströmungsweiten entsprechend ändern und somit den Druckunterschied in dem gewünschten Sinne regeln, nicht aber in dem gewünschten Maße. Bei Verwendung der erst genannten Erscheinung muß zunächst eine Druckänderung an derjenigen Stelle eintreten, an welcher man einen gleichmäßigen Druck haben will. Diese Druckänderung muß, da man vollkommen entlastete Ventile etc. nicht kennt, um so größer werden, je größer der verlangte Druckunterschied ist; sonach kann die verlangte Verminderung des vor dem Regler vorhandenen Druckes nur angenähert erreicht werden. Anscheinend verspricht die Benutzung der Druckänderung vor dem Regler bessere Ergebnisse, indem, wenn hier der Druck sich steigert, der Durchgangsquerschnitt des Reglers nur entsprechend zu verringern ist und umgekehrt. Jedoch setzt eine solche Regelung voraus, daß jenseits des Reglers in derselben Zeit immer gleiche Dampfmenge verbraucht werden. Zieht man noch die wechselnden Widerstände der Stopfbüchsen etc. in Betracht, so setzt die Thatfache nicht in Erstaunen, daß die selbstthätigen Druckregler bisher wenig befriedigt haben. Ich beziehe mich deshalb wegen des Weiteren auf die unten genannten Quellen⁸⁵⁾.

6. Kapitel.

Erwärmung der Luft.

a) Brennstoffe.

Die den vorliegenden Zwecken dienenden Brennstoffe entstammen (vielleicht mit Ausnahme des Erdöls) ausschließlich der Holzfafer. Holz und Torf enthalten die Holzfafer wenig oder nicht verändert; Braunkohle, Steinkohle und Erdöl sind Erzeugnisse der natürlichen Verkohlung; Holzkohle und Coke einerseits, Leuchtgas und fog. Wassergas andererseits entstammen der künstlichen Verkohlung. Bis jetzt sind von hervorragender Bedeutung nur die Steinkohle und die Coke, während die übrigen genannten Brennstoffe geringere Verwendung finden; letztere sollen daher, so weit ihre mittlere Zusammensetzung, ihr Wärmeentwicklungsvermögen und ihre Rauchzusammensetzung in Frage kommen, in der auf S. 202 folgenden Tabelle berücksichtigt werden, während erstere außerdem näher besprochen werden mögen.

240.
Materialien.

⁸⁵⁾ Société des ingénieurs civils. Résumé. Aug. 1879, S. 241. — Comptes rendus des travaux de la société des ingénieurs civils 1879, S. 710. — Wochschr. des Ver. deutsch. Ing. 1878, S. 7. — Polyt. Journ., Bd. 234, S. 276, 301.

Die fog. präparirte Kohle, welche aus Holzkohlenklein, Kalifalpeter und einem Bindemittel zusammengefetzt und in Ziegelform namentlich zur Beheizung der Eisenbahnwagen dient, die fog. Steinkohlen-Briquettes, Prefstorf, Lohkuchen und andere Brennstoffe, welche nur in Sonderfällen Verwendung finden, sollen hier übergangen werden.

241.
Wärme-
entwicklung.

Die Steinkohle besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel, Wasser und verschiedenen unverbrennlichen Körpern, welche als Afche, bezw. Schlacke nach der Verbrennung der Kohle zurückbleiben. Durch Verbindung von 1 kg Kohlenstoff mit $\frac{16}{12}$ kg Sauerstoff entsteht Kohlenoxyd und werden ≈ 2470 Wärmeinheiten entwickelt. Verbindet sich dagegen 1 kg Kohlenstoff mit $\frac{2 \cdot 16}{12}$ kg Sauerstoff zu dem im gewöhnlichen Leben Kohlenäure genannten Gase, so werden ≈ 8080 Wärmeinheiten frei. 1 kg Wasserstoff verbindet sich mit $\frac{16}{2}$ kg Sauerstoff zu Wasserdampf, bei welchem Vorgange $\approx 29\,060$ Wärmeinheiten entbunden werden. Die Wärmeentwicklung bei Verbrennung des Sumpfgases (CH_4) ist 11 713, des ölbildenden Gases (C_2H_6) ist 11 087 und des Butylen (C_4H_8) ist 10 840 Wärmeinheiten. Der im Brennstoff enthaltene Sauerstoff vermag bei der Verbrennung keine Wärme zu entwickeln, da derselbe zur Verbrennung der anderen Stoffe benutzt wird.

Die Steinkohle enthält durchschnittlich 1 bis 2 Procent Schwefel; die Geringfügigkeit der durch diesen gelieferten Wärme gestattet, dass man den Schwefel bei Berechnung der Wärmeentwicklung vernachlässigt.

Das der Kohle anhaftende Wasser vermindert die bei der Verbrennung frei werdende Wärmemenge, indem dasselbe in Dampf verwandelt wird und hierzu für 1 kg Wasser etwa 650 Wärmeinheiten erforderlich sind.

Die Afchentheile sind für die Wärmemenge, welche eine Feuerung zu entwickeln vermag, nur mittelbar von Bedeutung, indem dieselben erwärmt werden müssen und demnach einen gewissen Theil der entbundenen Wärme verbrauchen und indem sie den Verbrennungsvorgang zu stören vermögen.

242.
Verbrennungs-
vorgang.

Bei Erhitzung der Steinkohle entweicht der Wasserstoffgehalt und ein Theil des Kohlenstoffs in Form von Kohlenwasserstoffen, während der Rest des Kohlenstoffs als Coke zurückbleibt. Findet die Erhitzung unter Zutritt atmosphärischer Luft, also deren Sauerstoff statt, so ist der Vorgang nur in so fern ein anderer, als die Kohlenwasserstoffe vorwiegend und zwar mit lebhafter Flamme verbrennen und nur in geringem Mafse der wasserstofffreie Rest der Kohle; nach vollzogener Vercokung verbrennt die Coke mit kurzer Flamme.

Während der Vercokung schmilzt die Kohle mehr oder weniger und bildet eine zähe Masse, die, nachdem sämmtlicher Wasserstoff ausgetrieben ist, die poröse Coke bildet.

Der wechselnde Verbrennungsvorgang und namentlich das theilweise Schmelzen, »Backen«, der Steinkohle erschwert die Regelung des Feuers außerordentlich, weshalb vielfach solche Kohlen vorgezogen werden, welche nur in geringem Mafse oder gar nicht backen, ja häufig die theurere, in besonderen Werken verfertigte Coke verwendet wird.

Wenn auch die Ursache des »Backens« im Allgemeinen bekannt ist, so vermag man doch aus der Zusammenfetzung der Kohlen auf den Grad des Backens nicht zu schliessen.

Nach *Grashof* rechnet man den in der Kohle vorhandenen Sauerstoff mit Wasserstoff als chemisch gebundenes Wasser vereinigt und nennt das Mehr des vorhandenen Wasserstoffes »freien« Wasserstoff. Es enthalten alsdann durchschnittlich:

	<i>C</i>	H_2O	<i>H</i>
magere (nicht backende) Flammkohlen	80,9	15,6	3,5
finternde (wenig backende) Flammkohlen	83,4	12,7	3,9
backende Flammkohlen	84,8	11,3	3,9
Fettkohle	89,0	6,6	4,4
Efskohle	90,7	5,3	4,0
Anthracit-Kohle (nicht backend)	91,9	4,6	3,5,

so dafs die Menge des freien Wasserstoffes auf das Backen Einfluss zu haben scheint.

Bezeichnet man mit *C* den Kohlenstoffgehalt, mit *H* den Wasserstoffgehalt, mit H_2O den Gehalt an chemisch gebundenem Wasser, mit *W* den Gehalt an hygroskopischem Wasser, mit *A* den Aschengehalt des Brennstoffs und eben so mit CH_4 , C_2H_4 , C_4H_8 , CO , CO_2 und *N* den Gehalt gasförmiger Brennstoffe an den diese Zeichen führenden Gasen, so gewinnt man in Folge vollkommener Verbrennung aus 1 kg des betreffenden Brennstoffes die in umstehender Tabelle unter *E* genannten Wärmemengen. Die Verbrennung erfordert die unter \mathcal{L} verzeichneten Luftmengen und erzeugt die unter A_c gegebenen Kohlenäuremengen, die unter A_u genannte Wasserdampfmenge, so dafs, unter Berücksichtigung des Stickstoffgehaltes der benutzten atmosphärischen Luft, der unter \mathcal{N} genannt ist, das unter *G* gegebene Gewicht an Rauch entsteht. Wie weiter unten näher erörtert werden wird, ist es nothwendig, dem Brennstoff mehr Luft zuzuführen, als die Rechnung ergibt. Deshalb sind die Reihen für *G* sowohl, als auch die Reihen für δ (Dichte des Rauches bezogen auf atmosphärische Luft) und *c* (Wärmemenge, die 1 kg Rauch bei 1 Grad Abkühlung abgiebt) zweimal aufgeführt und zwar einmal für die Annahme, dafs die Verbrennung nur mit derjenigen Luftmenge erfolgt, deren Sauerstoffgehalt zur Verbrennung genügt, ferner für die Annahme, dafs das Doppelte der soeben genannten Luftmenge dem Feuer zugeführt wird. Die Zahlen der Tabelle sind fast ausschließlich dem mehrfach angezogenen Werke *Grashof's*⁸⁶⁾ entnommen.

Die atmosphärische Luft enthält, wenn man von den geringen Beimischungen an Kohlenäure, Wasserdampf und anderen Gasen absieht, etwa 0,24 Gewichtstheile Sauerstoff und 0,76 Gewichtstheile Stickstoff. So oft die Brennstoffe einen Theil Sauerstoff auffuchen, stehen ihnen sonach 3 Theile Stickstoff gleichsam im Wege. Deshalb gelingt es nur schwer, selbst bei gasförmigen Brennstoffen, sämmtlichen Sauerstoff zur Verbrennung zu bringen, während bei festen Brennstoffen eine vollständige Benutzung des in Form atmosphärischer Luft zugeführten Sauerstoffs unmöglich sein dürfte. Man kann bei geschicktester Anordnung der Feuerung und Bedienung des Feuers die zugeführte Luft nicht so vertheilen, dafs an jede Stelle der richtige Theil derselben hingelangt; die Brennstoffstücke, die Aschen- und Schlackenstücke und — bei backenden Kohlen — die entstehende breiartige Masse stehen aber einem Austausch vielfach hemmend entgegen. Um daher den Brennstoff vollständig in Kohlenäure, bezw. Wasserdampf zu verwandeln, mufs man einen Ueberchufs an Luft gewähren, damit überall mindestens genug Sauerstoff vorhanden ist.

Ein solcher Luftüberchufs beeinträchtigt aber die Leistungsfähigkeit der

243.
Zuzuführende
Luftmenge.

⁸⁶⁾ Theoretische Maschinenlehre. Bd. I. Leipzig 1875. S. 902 u. ff.

	C	H	H ₂ O	W	A	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₄ H ₈	CO	CO ₂	N	E	S	Ac	A _q	pH	Einfache Luftmenge			Doppelte Luftmenge		
																	G	g	c	G	g	c
Luftrockenes Holz	0,339	—	0,440	0,195	0,015	—	—	—	—	—	—	2731	4,52	1,43	0,60	3,48	5,50	1,003	0,266	10,02	1,002	0,254
Luftrockener Torf	0,33	0,01	0,29	0,25	0,10	—	—	—	—	—	—	2743	4,41	1,28	0,63	3,40	5,31	0,993	0,268	9,72	0,996	0,256
Luftrockene Braunkohle	0,50	0,015	0,205	0,20	0,08	—	—	—	—	—	—	4176	6,32	1,88	0,54	4,87	7,24	1,023	0,258	13,56	1,012	0,250
Steinkohle	0,80	0,04	0,09	0,03	0,04	—	—	—	—	—	—	7483	10,67	2,93	0,48	8,22	11,63	1,043	0,250	22,30	1,022	0,245
Holzkohle	0,85	0,01	0,03	0,06	0,05	—	—	—	—	—	—	7034	10,20	3,12	0,18	7,85	11,15	1,071	0,244	21,35	1,036	0,242
Coke	0,87	0,005	0,015	0,05	0,06	—	—	—	—	—	—	7065	10,26	3,19	0,11	7,90	11,20	1,077	0,242	21,46	1,039	0,241
Rohes Erdöl	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Steinkohlen - Leuchtgas	—	0,05	—	—	—	0,54	0,10	0,03	0,15	—	0,08	10113	14,19	2,29	1,90	11,00	15,19	0,937	0,270	—	—	—
Wallergas	—	0,053	—	—	—	0,115	0,019	—	0,701	0,056	0,055	4780	5,62	1,85	1,02	4,33	7,20	0,986	0,254	—	—	—

Feuerung in nicht unbedeutender Weise. Nach nebenstehender Tabelle erzeugt 1 kg Steinkohle im Mittel $11,63 \text{ kg}$ Rauchgase, wenn einfache Luftzuführung stattfindet. Nimmt man nun an, daß der Rauch mit 120 Grad in den Schornstein tritt, so führt derselbe $11,63 \cdot 0,25 \cdot 120 = 348,9$ Wärmeeinheiten unbenutzt fort. Die doppelte Luftmenge bringt dagegen unter denselben Umständen einen Wärmeverlust von $22,3 \cdot 0,245 \cdot 120 = 655,6$ Wärmeeinheiten hervor, so daß von der entwickelten Wärme, die zu 7483 angegeben war, nur $7483 - 656 = 6827$ Wärmeeinheiten übrig bleiben. Mangelhaft bediente und eingerichtete Feuerungen arbeiten oft mit der 5-, ja 10-fachen Luftmenge und haben alsdann, namentlich wenn die Rauchtemperatur eine hohe ist, nur eine sehr geringe Nutzleistung. So ist denn erklärlich, warum die Coke, deren Wärmeentwicklung nach unserer Zusammenstellung geringer ist, als die der Steinkohle, welche aber durchschnittlich 20 Procent theurer ist, als letztere, wegen ihrer regelmässigeren Verbrennung, also leichteren Bedienung, oft für eine und dieselbe Geldsumme mehr Wärme liefert, als die Steinkohle, ja, daß die Gase, die erst mit Mühe und unter Aufwand von Kosten verfertigt werden müssen, eine verlangte Wärmemenge billiger zu liefern vermögen, als die Rohstoffe, aus denen sie gewonnen wurden.

Ausführliches über diesen Gegenstand findet man in der unten genannten Quelle ⁸⁷⁾.

Durch sorgfältige vergleichende Versuche mit verschiedenen Brennstoffen in verschiedenen Feuerstellen ⁸⁸⁾, welche am zweckmässigsten durch staatlich unterhaltene Versuchsanstalten ausgeführt werden, dürften allmählich die jetzt noch vielfach aus einander gehenden Meinungen aufgeklärt und die z. Z. stattfindenden Brennstoffvergeudungen vermindert werden.

b) Feuerstellen.

Unter diesem Namen faßt man die Einrichtungen zusammen, welche zur Verbrennung der Brennstoffe zum Zweck der Wärmeentwicklung dienen. Sie sind so anzuordnen, daß den einzelnen Theilen des Brennstoffes die genügende Sauerstoffmenge zugeführt wird, daß der Ueberschuß an Sauerstoff, bezw. Luft nicht zu groß wird, daß die Verbrennung überhaupt stattfindet und daß an Stelle des gebrauchten Brennstoffes neue Mengen desselben zugeführt werden können.

244.
Constructions-
bedingungen.

Zur Verbindung des Kohlenstoffes, der Kohlenwasserstoffe und des Wasserstoffes mit dem Sauerstoff der Luft sind gewisse Temperaturen erforderlich; sie werden hervorgebracht durch das Entzündungsmittel und erhalten durch die bei der Verbindung frei werdende Wärme. Diese Wärme hat den Brennstoff auf die nöthige Temperatur zu bringen.

Je größer daher die Wärmemenge ist, welche zur Erwärmung der Raumeinheit des Brennstoffes um 1 Grad erforderlich ist, je größer die Wärmeleitungsfähigkeit des Brennstoffes ist, ein um so größerer Theil der frei werdenden Wärme wird für diesen Zweck verwendet; um so schwieriger ist die Entzündung und Erhaltung des Feuers.

Die genannte Wärme wird ferner theilweise verbraucht, um die Temperatur der atmosphärischen Luft, d. h. deren Sauerstoff und Stickstoff in genügendem Maße zu erhöhen. Je größer die zugeführte Luftmenge ist, um so größer wird der hierauf entfallende Wärmeverlust.

⁸⁷⁾ FISCHER, F. Die chemische Technologie der Brennstoffe. Braunschweig 1880.

⁸⁸⁾ Vergl. Polyt. Journ. Bd. 232, S. 237 u. 336; Bd. 233, S. 133 u. 343; Bd. 236, S. 396.

Endlich wird ein Theil der frei gewordenen Wärme an die Umgebung, theils durch Leitung, theils durch Strahlung, abgegeben und zur Verdunstung des etwa vorhandenen hygroskopischen Wassers verbraucht. Diese Verluftquellen können zusammen genommen so groß werden, daß die für die Verbrennung erforderliche Temperatur nicht mehr erzielt wird; es erfolgt alsdann das Verlöfchen.

Man muß daher, dem Brennstoff angemessen, die Feuerstelle so einrichten, daß die Verlüfte an Wärme entsprechend gering ausfallen.

Von den festen Brennstoffen verlangen in dieser Hinsicht die geringste Sorgfalt: der Torf, das Holz und die Braunkohle. Sie verbrennen meistens ohne besondere Schutzmittel gegen Wärmeverlüfte an freier Luft. Holz und Torf kann man daher ohne andere Hilfsmittel als die Stützfläche, auf welcher sie ruhen, verbrennen.

Von der entbundenen Wärme ist alsdann aber nur die durch Strahlung der Flamme und des heiß gewordenen Brennstoffes abgegebene zu benutzen; die Rauchgase werden durch die in Menge zufließende Luft so abgekühlt, daß sie oft nicht einmal im Stande sind, sich genügend rasch aus der Nähe des Feuers zu entfernen.

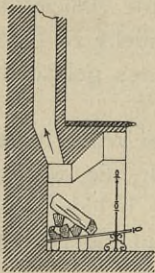
Die offene Feuerstelle ist daher, selbst für die leicht brennbaren festen Stoffe, nur in Ausnahmefällen verwendbar.

Die halb offene Feuerstelle, oder der sog. Kamin (die *Cheminée*) schützt, je nach seiner Einrichtung, mehr oder weniger gegen übergroße Wärmeverlüfte.

Fig. 232 ist ein lothrechter Schnitt eines Kamins für Holzfeuerung.

Auf einen Bock werden eiserne Stäbe, sog. Spieße gelegt, welche zur Stütze der Holzscheite dienen und namentlich ermöglichen, dieselben so locker auf einander zu schichten, daß die Luft bequem in die Zwischenräume gelangen kann. Der gebildete Rauch entweicht in den Schornstein, dessen untere Mündung so liegt, daß zunächst der Rauch in dieselbe tritt und die in der Nähe befindliche Luft nur in so weit, als Raum übrig bleibt. Um den Rauch nicht zu sehr abkühlen, bezw. möglichst wenig abkühlende Luft in den Schornstein gelangen zu lassen, muß die untere Schornsteinmündung auf die zulässig kleinste Weite beschränkt werden.

Fig. 232.



Kamin für Holzfeuerung.

Vorteilhafter ist der Kamin, welchen Fig. 233 darstellt.

Hier wird der Brennstoff (Holz, Torf, Braunkohle, auch leicht entzündliche Steinkohle) in den Korb *A* gelegt, so daß die Verbrennungsluft vorwiegend durch die Spielräume der den Korb bildenden eisernen Stäbe strömen muß. Um den Luftzutritt über dem Feuer zu beschränken, ist ein abnehmbares Metallsieb *B* angebracht. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, einen Theil der frei gewordenen Wärme an die aus Gufseifen gefertigten Einschließungsflächen des Feuers und Rauches abzugeben, welche die sie befüllende Luft erwärmen und hierdurch zur Erwärmung des betreffenden Zimmers beitragen.

Bei näherer Betrachtung des vorliegenden Kamines findet man, daß die Wärmeabgabe der Einschließungsflächen der Feuerstelle an die Luft nothwendig ist, um gleiche Wärmemengen, wie der vorhin besprochene Kamin an die Luft abgibt, in das betreffende Zimmer gelangen zu lassen. Der Korb, in welchem der Brennstoff raftet, wie auch das Sieb *B* hemmen die Ausstrahlung der Wärme und verringern hierdurch diejenige Wärmemenge, welche auf geradem Wege in das Zimmer gelangt. Die Stäbe des Korbes sowohl, als auch die Maschen des Drahtsiebes werden dem entsprechend erwärmt; sie geben die aufgenommene Wärme zum großen Theil an die sie durchströmende Luft ab und mindern hierdurch die

Abkühlung des Feuers, die Folge der Berührung mit der ihm zugeführten Luft ist. Damit wird ohne Weiteres der Weg gezeigt, auf welchem man der Verbrennungsluft die zur Verbindung ihres Sauerstoffs mit den Brennstoffen nötige Temperatur zu geben vermag.

In sehr einfacher Weise geschieht dieses in der Feuerstelle des *Meidinger*-Ofens (Fig. 234).

Der schachtförmige Brennstoffbehälter *A* ist unten mittels eines Bodens geschlossen und über dem letzteren mit dem Hals *B* versehen, der durch die winkelrecht zur Bildfläche verschiebbare Thür *C* nach Bedarf verschlossen, bzw. frei gelegt werden kann. Die Luft strömt durch den Spalt, welchen *C* frei lässt, trifft zunächst auf die noch warme Asche und macht deren Wärme auf diesem Wege nutzbar. Die vorliegende Feuerstelle verdient zunächst noch Beachtung in Bezug auf die Regularität der zufließenden Luftmengen, vermöge der verschiebbaren Thür *C*.

Größere Brennstoffmengen vermag man in einer solchen Feuerstelle nur schwierig zu verbrennen, indem der Widerstand, den die Luft, bzw. die gebildeten Rauchgase innerhalb der Brennstoffschicht finden, mit der Zunahme der Höhe derselben wächst, auch innerhalb der Wege, welche die Luft zu benutzen vermag, sehr verschieden ist. Holz und Torf lassen sich einigermaßen gleichförmig aufschichten; Kohlen und Coke bilden eine Böschung, die der in der Nähe der Stützfläche eintretenden Luft einen wesentlich längeren Weg vorschreibt, als derjenigen, welche an der oberen Fläche des Halses *B* zum Brennstoff zu gelangen sucht. Durch Anbringung einiger Stäbe bei *A* (Fig. 235, dem irischen Ofen) vermag man die Böschung in mehrere Theile zu zerlegen und hierdurch den beregten Uebelstand zu vermindern.

Einen weit gleichmäßigeren Widerstand, also auch eine entsprechend gleichmäßigeren Vertheilung der Luft gewinnt man, indem man den Brennstoff auf eine wagrechte Platte vertheilt, welche mit zahlreichen Oeffnungen für den Eintritt der

Fig. 233.

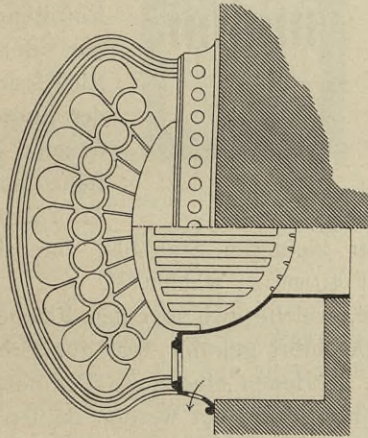
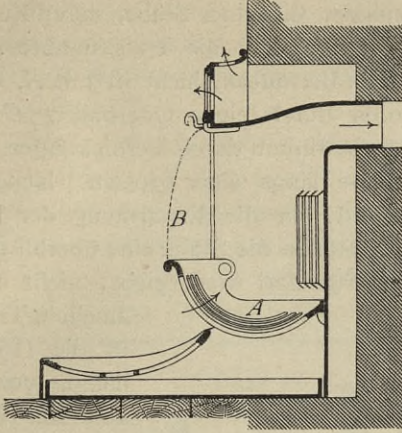
Kamin. $\frac{1}{10}$ n. Gr.

Fig. 234.

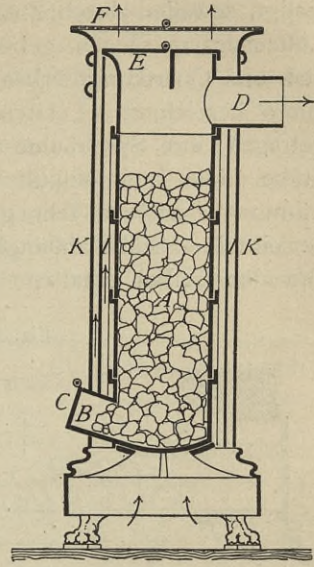
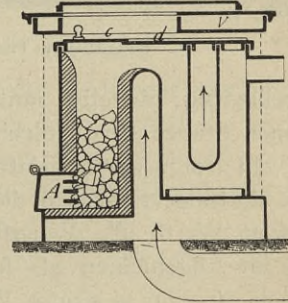
Meidinger-Ofen. $\frac{1}{20}$ n. Gr.

Fig. 235.

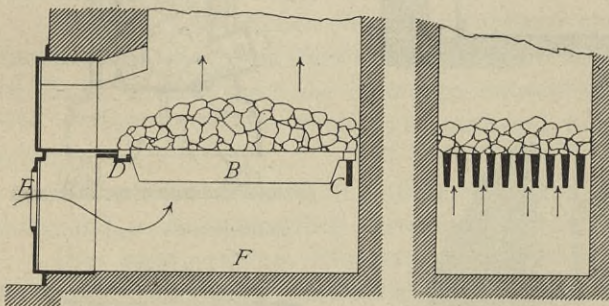
Irischer Ofen. $\frac{1}{30}$ n. Gr.

246.
Feuertellen
d. *Meidinger*-
u. ir. Ofens.

247-
Rofte.

Luft versehen ist. Diese Platte wird zuweilen als ein zusammenhängendes Stück gefertigt, zuweilen durch Zusammenlegen einzelner Stäbe, deren Zwischenräume für die Luftzuführung dienen, gebildet. Fig. 236 läßt die letztgenannte Anordnung im Längen- und Querschnitt erkennen. Die Brennstoffschicht ist mit *A*, die einzelnen Stäbe mit *B* bezeichnet. Letztere werden durch einen Querbalken *C* und eine Leiste *D* getragen; ihre Spielräume werden bestimmt durch Verdickungen an den Köpfen der Stäbe. Die Luft bespült die Stäbe längs einer großen Fläche, weshalb die Erwärmung derselben sehr gut gelingt; da die Erwärmung der Luft von der Höhe der einzelnen Stäbe abhängig ist, so müssen die Stäbe eine überall gleiche Höhe haben, also eine Gestalt erhalten, welche Fig. 236 wiedergiebt, nicht eine solche, welche

Fig. 236.

Feuerstelle mit Planroft. $\frac{1}{10}$ n. Gr.

an einen Träger erinnert. Auch ist die Höhe der Stäbe abhängig von der Geschwindigkeit der Luft innerhalb der Spalte, bzw. der in der Zeiteinheit durch sie strömenden Luftmenge, keineswegs aber von der Länge der Stäbe. Richtiger ist, die Stabhöhe der Stabdicke proportional zu setzen. Da eine große Stabhöhe nur durch das Raumerforderniß schadet, so ist es zweckmäÙig, dieselbe immer der kleineren Stabhöhe vorzuziehen und selbst bei dünnen Stäben (5 mm) nicht unter 40 mm zu wählen⁸⁹⁾.

In Folge der Wärmeabgabe, welche zwischen den Flächen der Stäbe und der Luft stattfindet, werden die Stäbe selbst gekühlt, was zur Erhaltung derselben von großem Werth ist. Feuerstellen, in denen eine hohe Temperatur herrscht, welche also im Allgemeinen als sehr gute bezeichnet werden müssen, führen den Stäben jedoch oft eine so große Wärmemenge zu, daß diese nur eine geringe Dauer haben. Man drückt alsdann die Temperatur des Feuers durch Wasserdampf herab, welcher in einem unter der Feuerstelle angebrachten Wasserbehälter, einer die Sohle des Aschenfalls *F* (Fig. 236) bildenden, mit Wasser gefüllten Vertiefung entwickelt wird. Der Wasserdampf wird bei Berührung der glühenden Kohle in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt, wodurch eine entsprechende Wärmemenge gebunden wird. Der Wasserstoff verbrennt demnächst wieder zu Wasserdampf, so daß nur durch die Verdunstung des Wassers ein Wärmeverlust stattfindet.

Die Brennstoffstücke und die gebildete Asche verdecken die Spalte theilweise, letztere klemmt sich fogar in die Spalte. Es ist daher der Querschnitt, welcher der Luft frei liegt, ein überaus wechselnder, je nachdem die Brennstoffstücke gestaltet sind, je nachdem diese unmittelbar auf den sie tragenden Stäben ruhen oder eine Aschenschicht sie von diesen trennt, je nachdem endlich die Spalte frei gehalten werden. Man muß daher durch häufiges »Schüren« den Zustand gleichmäÙig zu erhalten suchen; man reinigt insbesondere die Spalte durch rechenartige Geräthe; man bewegt die Stäbe durch besondere Mechanismen⁹⁰⁾. Die Gefammtheit der Stäbe *B* nebst ihren

⁸⁹⁾ Vergl. MEIDINGER. Ueber Feuerungsroste. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1872, S. 213.

⁹⁰⁾ Vergl. Polyt. Journ. Bd. 229, S. 128 u. 226; Bd. 230, S. 453; Bd. 232, S. 106; Bd. 233, S. 180, 265, 353 u. 437.

Trägern wird »Roßt« genannt, weil sie zum »Roßten«, Verbrennen der Kohlen etc. dient; man nennt sie mindestens eben so richtig »Raßt«, weil sie den Brennstoff trägt.

Nicht weniger einflußreich ist die Art und Höhe der Brennstoffschicht, da von denselben die Widerstände abhängen, welche die Luft in derselben findet, also die Luftmenge, welche einströmt.

Wegen der vielfältigen, einzeln nicht wohl verfolgbaren Einflüsse ist es unmöglich, die zweckmäßigsten Maße für derartige Feuerstellen anzugeben; es folgen deshalb hier die gebräuchlichen Angaben, welche Mittelwerthen entsprechen. Das genauere Regeln des Luftzutrittes kann nur durch Klappen oder Schieber erfolgen, welche z. B. in der Thür *E* (Fig. 236) angebracht sind und zwar auf Grund von Untersuchungen der entstehenden Rauchgase⁹¹⁾.

249.
Maßangaben.

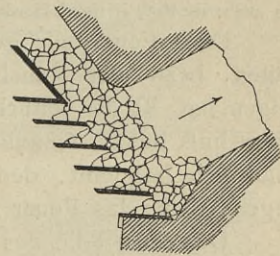
Benennung des Brennstoffs	Höhe der Brennstoffschicht	Dicke der Brennstoffstücke	Verbrennt stündlich auf 1 qm Roßtfläche	Widerstand der Luftbewegung im Feuer für 1 qm Querschnittsfläche
Weichholz	20	3	180 bis 250	1 bis 1,6
Hartholz	20	3	150 » 200	0,9 » 1,2
Torf	18	—	70 » 120	0,9 » 1,2
Steinkohle	10	1 bis 2	60 » 110	3 » 8
Anthracit	10 bis 15	1 » 2	60 » 130	2 » 5
Coke	15 » 25	—	60 » 130	2 » 6
	Centimeter,		Kilogramm.	

Sehr feinkörniger Brennstoff fällt durch die Roßtspalte und geht hierdurch verloren. Eine bedeutendere Schichthöhe und Verwendung einer Feuerstelle nach Art der Fig. 234 (S. 205) ist wegen der Kleinheit der freien Hohlräume nicht anwendbar. Man verwendet für denselben deshalb den sog. Treppenroßt (Fig. 237).

250.
Treppenroße.

Derselbe ist aus einer Zahl nach Art der Treppenstufen über einander gelegter eisernen Stäbe gebildet, deren Breite im Verhältniß zu ihrem lothrechten Abstände so gewählt ist, daß die Brennstofftheilchen nicht herausfallen können. Behuf einer gleichmäßigen Luftzuführung sollte die Neigung des Roßtes mit dem Böschungswinkel des Brennstoffes zusammenfallen. Dieser Böschungswinkel ist jedoch abhängig von der Korngröße und dem Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes, der sich fortwährend ändert. Man ist — zumal das Feuer nicht gesehen werden kann — nicht im Stande, eine gleichmäßige Schichthöhe zu schaffen.

Fig. 237.



Was die Bedienung des Feuers in der Feuerstelle anbetrifft, so ist darüber noch das Folgende zu sagen.

251.
Verhütung der Rußbildung.

Die Verbrennung des Holzes, des Torfs, der Braunkohle, des Anthracits und der Coke erfordert nur das Beseitigen der Asche, bezw. (bei Anthracit und Coke) der Schlacke, so wie das Aufbringen neuer Brennstoffmengen. Die Steinkohle, namentlich die an Wasserstoff reiche, verlangt eine weiter gehende, sorgfältige Behandlung. Bringt man dieselbe auf das Feuer, so findet eine ziemlich rasche Vergasung der flüchtigen Theile statt. Die gebildeten Kohlenwasserstoffe zerlegen sich,

⁹¹⁾ Vergl. FISCHER, F. Technologie der Brennstoffe. Braunschweig 1880, S. 220.

Zu dieser Feuerstelle ist zu bemerken, daß der geplante Vorgang nicht in der erwarteten Weise eintreten wird, sobald die Kohle in nennenswerthem Grade backt, indem alsdann die gebildete Coke mit Schürwerkzeugen zerbrochen werden muß, bevor sie dem Spalt *h* sich nähern kann, und ferner, daß voraussichtlich die Feuerung in der Regel mit großem Luftüberschuß arbeiten muß, um eine vollständige Verbrennung zu erzielen.

Die gewöhnliche Feuerstelle mit ebenem oder Planroßt (Fig. 236) vermag bei guter Anordnung und vorsichtiger Bedienung rauchfrei und ohne großen Luftüberschuß zu arbeiten.

Man schiebt die klar brennende Coke, nachdem die gebildeten Schlacken-theile beseitigt sind, nach hinten und legt die neue Kohlenbeschickung vor diese Cokeschicht. Die Vercokung dieser Kohle findet

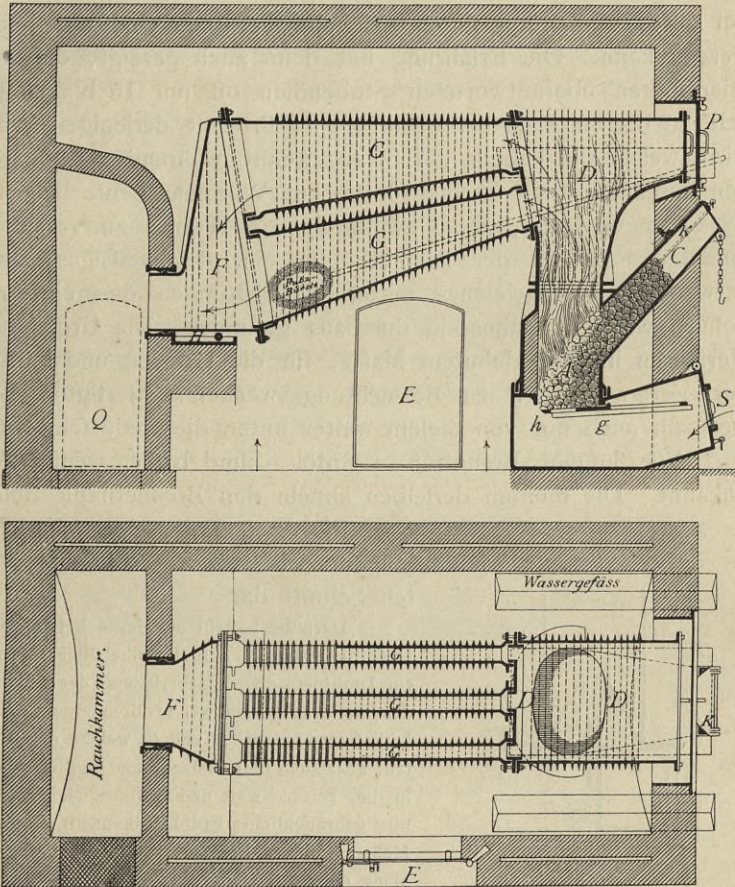
dann allmählich statt, so daß — wenn man die gebildeten Gase zwingt, über das klare Cokefeuer hinwegzuzustreichen, und eine zu rasche Abkühlung derselben hindert — eine rauchfreie Verbrennung ohne Schwierigkeit gelingt. Nachdem die Vercokung vollendet, aber nicht früher, behandelt man das Ganze, wie vorhin gesagt

wurde. Diese Art des Feuerns liefert gute Ergebnisse, fordert aber einen sehr fleißigen und geschickten Arbeiter.

In dem *Meidinger*-Ofen (Fig. 234, S. 205), den man bis zum Rauchrohr *D* mit Kohle recht gleichförmiger Körnung füllt — nach Oeffnung der Klappen *E* und *F* — entzündet man dieselbe von oben, so daß die der Kohle entweichenden Kohlenwasserstoffe das höher liegende Feuer durchströmen müssen und hier Gelegenheit zum Verbrennen finden.

Man unterscheidet gewöhnliche, Halbfüll- und Füll-Feuerungen, je nachdem man die mit Planroßt versehene Feuerstelle bei jedesmaliger Bedienung

Fig. 239.

Schachtofen des Eisenwerkes Kaiserslautern. $\frac{1}{40}$ n. Gr.

253.
Bedienung
gewöhnl.
Feuertellen.

254.
Füll-
feuerungen.

mit weniger oder mehr Brennstoff beschickt. Diejenigen Feuerstellen, welche eine große Brennstoffmenge zu fassen vermögen, erleichtern die Bedienung, da sie solche feltener verlangen. Fig. 234 u. 235 (S. 205), 238 (S. 208), 239 (S. 209), 249 (S. 217), 250 (S. 218), 252 (S. 220) u. 254 (S. 222) stellen Feuerstellen dar, welche als Halbfüll-, bezw. Füllfeuerungen benutzt werden. Man kann in denselben backende Steinkohle nur in beschränkter Weise verbrennen, während Anthracit, Coke und Braunkohle sich für Füllfeuerungen eignen.

Wegen anderer Lösungen der vorliegenden Aufgabe verweise ich auf unten vermerkte Quellen⁹²⁾.

Aus den gegebenen Erörterungen dürfte zur Genüge hervorgehen, dass nur bei guter Bedienung durch geschulte Personen eine tadellose Verbrennung erzielt werden kann. Die Erfahrung hat denn auch gezeigt, dass mit den gewöhnlichen Dienftboten überantworteten Stubenöfen oft nur 15 bis 20 Procent, durchschnittlich 20 bis 30 Procent, höchstens 40 Procent derjenigen Wärme nutzbar gemacht wird, welche die Tabelle auf S. 202 nennt, während gut geleitete, größere Feuerungen durchschnittlich 50 bis 70 Procent Wärmeausbeute liefern.

Der Gedanke, die Gewinnung der Wärme zu vereinfachen, indem in besonderen Fabriken der Brennstoff in ein gleichmäßiges, brennbares Gasmischungsverwandelt wird, welches mittels Rohrleitungen den einzelnen Bedarfstellen zugeführt wird, ist daher ein durchaus gefunder. Die Großgewerbe benutzen dieses Verfahren in ausgedehntem Maße; für die Heizung und Lüftung ist zur Zeit nur der Verbrauch des zu Beleuchtungszwecken verfertigten Gases von Bedeutung, weshalb auch nur von diesem weiter unten die Rede sein wird.

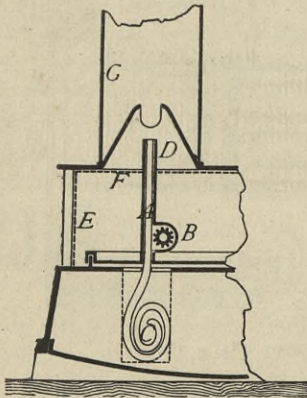
Für flüssigen Brennstoff — Erdöl — sind bisher wenige Arten von Feuerstellen bekannt. Die meisten derselben ähneln den Brennern für Beleuchtungszwecke.

Fig. 240 stellt einen Erdölbrenner, welchen ich längere Zeit beobachten konnte, in theilweisem lothrechten Schnitt dar.

Derselbe besteht aus der 4 bei 100 mm weiten Dochröhre *A*, der Dochtstellwalze *B*, dem Erdölbehälter *C*, in welchen der Docht, durch ein Drahtnetz gegen Ueberleitung der Entzündung geschützt, eintaucht, dem 10 bei 120 mm weiten Brennermaul *D*, den durchbrochenen Einschließungswänden *E* und *F*, welche den Luftzutritt zur Flamme gestatten, aber auch beschränken, und endlich dem Schornsteinrohre *G*, welche 50 bei 180 mm weit und 180 mm hoch ist. Ich konnte stündlich etwa 90 g gebräuchliches Erdöl verbrennen, ohne dass eine Rufs Bildung eintrat. Mehrere solcher Brenner, in einen Körper vereinigt, dienen zur Erwärmung eines Lockschornsteines.

Man verwendet auch Erdölbrenner ohne Docht, bei welchen das Erdöl in einem engen Spalt rechteckigen oder ringförmigen Querschnittes emporgedrückt wird, oder man spritzt das Erdöl in feinen Strahlen

Fig. 240.



Erdöl-Brenner. $\frac{1}{4}$ n. Gr.

⁹²⁾ TEN-BRINK's rauchverzehrende Feuerung. Polyt. Journ. Bd. 225, S. 245.

FISCHER, H. Bericht über die Ausstellung von Heizungs- und Lüftungs-Anlagen in Cassel. Polyt. Journ. Bd. 225, S. 521.

Verdampfungsversuche mit einem TEN-BRINK'schen Dampfkessel. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 461.

MAC DOUGALL's mechanischer Rost mit Rauchverzehrung. Polyt. Journ. Bd. 229, S. 128.

PROCTOR's mechanischer Heizer. Polyt. Journ. Bd. 229, S. 226.

Ueber Feuerungsroste. Polyt. Journ. Bd. 229, S. 474.

Selbstthätige Feuerung mit HOLROYD SMITH's Rostschrauben. Polyt. Journ. Bd. 230, S. 453.

Neuerungen an Dampfkessel-Feuerungen. Polyt. Journ. Bd. 233, S. 180, 265, 353, 437.

in den Verbrennungsraum. Beide Verfahren sind noch zu wenig erprobt, um schon jetzt an dieser Stelle eine weitere Berücksichtigung zu verdienen⁹³⁾.

Mehr Aufmerksamkeit muß man den Brennern für Leuchtgas zuwenden, da diese, trotz des hohen Brennstoffpreises, wegen der Bequemlichkeit der Bedienung und der Reinlichkeit häufiger angewendet werden.

So fern es sich um Erwärmung solcher Luft handelt, welche mit den Rauchgasen des Leuchtgases verunreinigt werden darf, so genügt eine entsprechende Zahl Einlochbrenner (vergl. Art. 6, S. 8), um die Heizkraft des Gases nahezu vollständig auszunutzen. Die Flammen leuchten und dienen deshalb nicht allein dem Zwecke, Wärme zu entbinden, verursachen hierdurch also einen allerdings geringen Wärmeverlust. Wesentlicher ist, daß diese Flammen ruffen, wenn sie, bevor vollständige Verbrennung stattfand, mit kalten Flächen in Berührung kommen. Die Flammen werden nicht leuchtend, also auch nicht rußbildend, wenn das Gas vor der Verbrennung mit Luft gemischt wurde. Dies bezweckende Brenneinrichtungen findet man in den unten genannten Quellen beschrieben⁹⁴⁾.

Im vorliegenden Falle bringt der Luftüberschuß keine Wärmeverluste hervor. Wesentlich anders ist es, wenn man den Rauch des Gases Wänden entlang führen will, deren entgegengesetzte Flächen die Wärme an Luft oder Wasser abgeben sollen, wenn also die Verbrennungsproducte, nachdem sie den benutzbaren Theil ihrer Wärme abgegeben haben, ins Freie entlassen werden sollen. Bei Verwendung des Gases zum Heizen sollte nie anders verfahren werden, um die Verunreinigung der Luft durch den Rauch des Gases zu verhüten. Eigenthümlicher Weise sind dementsprechende Anordnungen nicht bekannt; ich muß mich deshalb darauf beschränken, die Gesichtspunkte anzudeuten, welche bei dem Entwurf solcher Feuerstellen maßgebend sind.

Offenbar muß die der Feuerung in der Zeiteinheit zugeführte Luftmenge in bestimmtem Verhältniß zu der Leuchtgasmenge stehen; wahrscheinlich braucht sie nur wenig größer zu sein, als die in der Tabelle auf S. 202 angegebene einfache Luftmenge. Um die Wärmeentwicklung dem Bedarf entsprechend zu regeln, muß daher der Zufluß des Gases und gleichzeitig derjenige der Luft geregelt werden, was ohne Schwierigkeit durch eine Operation möglich sein dürfte, indem die beiden in Frage kommenden Ventile mit einander in Verbindung stehen. Die Regelung dürfte um so leichter gelingen, da der Brennstoff ein durchaus gleichförmiger ist. Eine vorherige Erwärmung der Luft sowohl, als des Gases ist mindestens sehr nützlich, um eine vollständige Verbrennung zu erreichen. Wegen der entstehenden hohen Temperatur wird man den Verbrennungsraum aus feuerfestem Thon herstellen müssen. Die zahlreichen Gasfeuerungen der Gewerbe dürften Gesichtspunkte genug für den Entwurf einer hier in Frage kommenden Feuerstelle bieten.

257.
Feuertellen
für
Leuchtgas.

⁹³⁾ Rohes Petroleum als Brennmaterial für Locomotiven. *Engng.* Vol. 23, S. 9. *Polyt. Journ.* Bd. 225, S. 131.
Erdöl als Brennmaterial. *Polyt. Journ.* Bd. 228, S. 90.

Dampfkeffel-Heizung mittels Injectoren. *Polyt. Journ.* Bd. 237, S. 375.

⁹⁴⁾ PRECHTEL, J. J. v. *Technologische Encyclopädie.* Supplementband 3. Stuttgart 1861. S. 275.

Ein BUNSEN'scher Brenner ohne Rückschlag. *Scientif. Americ.* Vol. 30, S. 387. *Polyt. Journ.* Bd. 219, S. 408.

MUENCKE, R. Gaslampe für kohlenwasserstoffreiche Leuchtgase, Fettgas, Oelgas etc. *Polyt. Journ.* Bd. 225, S. 83.

FISCHER, H. Ausstellung in Cassel. Feuerungen für flüssige Brennstoffe. *Polyt. Journ.* Bd. 226, S. 15.

GODEFROY's Brenner. *Polyt. Journ.* Bd. 228, S. 279.

MUENCKE, R. Gaslampe mit Luftregulirungsvorrichtung für gewöhnliches und für an Kohlenwasserstoff reiches Leuchtgas. *Polyt. Journ.* Bd. 233, S. 227.

c) Wärmeabgabe der Feuergase an die Luft.

Die Wärmeabgabe der Feuergase an die Luft kann stattfinden:

- α) ohne jedes Zwischenmittel (Kaminheizung);
- β) unter Vermittelung einer festen Wand (Ofenheizung), und
- γ) unter Vermittelung fester Wände und Wasser, bezw. Dampf (Wasser- und Dampfheizung).

Im Nachstehenden wird nur die Construction der verschiedenen Arten von Heizkörpern besprochen werden; die decorative Ausstattung derselben ist im Abschnitt über »decorativen Ausbau« (Theil III, Band 3) zu finden.

α) Wärmeabgabe ohne Zwischenmittel. (Kamine.)

258.
Kamine.

Der reine Kamin (vergl. Art. 245 und Fig. 232 auf S. 204), so wie das offene Feuer bieten hierher gehörige Beispiele. Die Wärmeausnutzung ist aus früher angegebenen Gründen hierbei eine sehr geringe. Auch die Beheizung einiger Lockschornsteine (vergl. Art. 162, S. 132) gehört hierher. Diese nutzen jedoch die Wärme der Feuergase vollständig aus, indem die letzteren sich mit der zu erwärmenden Luft mischen.

Literatur

über »Kamine und Kamin-Oefen«.

- ARNOTT. Kamine und Oefen zur Zimmerheizung. *Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1856, S. 40.
A new ventilating stove. Builder, Vol. 9, S. 533.
MANGER. Ruffischer Wandkamin. *Zeitschr. f. Bauw.* 1858, S. 93.
STAMMAN. Kamin aus Gufseifen. *Zeitschr. f. Bauw.* 1861, S. 109.
PELIGOT. Verbefferte Heizkamine von MOUSSERON & Co. *Polyt. Journ.* Bd. 170, S. 178.
Cheminées de M. FÉLINE. Revue gén. de l'arch. 1863, S. 227.
Economical fireplaces. Builder, Vol. 31, S. 224.
Eine neue Kamin-Construction. ROMBERG's *Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1874, S. 117.
MORIN. GALTON's ventilirender Kaminofen. *Polyt. Journ.* Bd. 211, S. 178.
WHITWELL. *Stove. Engineer*, Vol. 37, S. 150.
BOSC, E. *Nouveau foyer de cheminée. Système CH. JOLY. Gaz. des arch. et du bât.* 1875, S. 1.
TERRIER, CH. *La cheminée Galton. Gaz. des arch. et du bât.* 1879, S. 19.
BODEMER's Ventilationskamin. *Polyt. Journ.* Bd. 225, S. 105; Bd. 226, S. 116.
WAZON. *Cheminée. Annales du génie civil.* 1877, S. 393.
Cheminée ventilatrice destinée aux casernes. Système DOUGLAS-DALTON. Nouv. annales de la const. 1876, S. 80.
Cheminée d'appartement. Système FURRET. Gaz. des arch. et du bât. 1877, S. 256.
Sanitary science and practice. Iron, Vol. 10, S. 616.

β) Vermittelung durch eine feste Wand.

(Ofen für Einzel- und Sammelheizungen. Canal- und Feuerluftheizung.)

259.
Verbefferte
Kamine.

Hierher gehören die Heizöfen der Einzel- und der Sammelheizungen, so wie mehr oder weniger die Halböfen oder verbefferten Kamine, auch Kamin- oder Cheminée-Oefen genannt.

Die letzteren entspringen den Versuchen, die äußere Erscheinung des für die heutigen Bedürfnisse ungenügenden eigentlichen Kamins beizubehalten, ihn aber derart umzubilden, daß einerseits die Annehmlichkeiten der offenen Feuerstelle und der damit zusammenhängenden reichlichen Luftabführung gewahrt bleiben, andererseits aber die Nachteile der Kaminheizung thunlichst gemildert, insbesondere eine

bessere Ausnutzung des Brennstoffes erzielt werde. Obwohl ungeachtet dieser Verbesserungen der Kamin-Ofen als rationelles Heizmittel nicht bezeichnet werden kann, so findet er wegen seiner Form und wegen der angedeuteten Annehmlichkeiten doch vielfache Anwendung, namentlich in solchen Fällen, wo man auf möglichst hohe Wärmeabgabe der Feuergase keinen grossen Werth legt. (Vergl. das vorstehende Literatur-Verzeichniss und die unten genannten Quellen.⁹⁵⁾

Die Wände der Heizöfen, welche an einer Seite vom Rauch befüllt werden und von dieser diejenige Wärme übernehmen, die der an der anderen Seite befindlichen Luft übermittlelt wird, bestehen vorwiegend aus Eisen und Thon; nur selten werden sie aus anderen Stoffen gefertigt.

Der grösseren Wärmeleitungsfähigkeit wegen verwendet man Eisen und namentlich Guss-eisen vorwiegend zu solchen Ofenwänden, welche verhältnissmässig klein werden sollen, während thönerne, aus sog. Kacheln, Thonröhren oder Backsteinen gebildete Oefen für diejenigen Fälle Anwendung finden, in denen der grössere Raumbedarf für dieselben nicht lästig ist, zu gleicher Zeit aber grosser Werth auf geringe Heizflächentemperatur (vergl. Art. 267, S. 218) gelegt wird. Dicke thönerne Wände vermögen eine grössere Wärmemenge in sich aufzuspeichern, was sie befähigt, den Wechsel in der Wärmeentwicklung weniger fühlbar zu machen. (Vergl. Art. 287, S. 245.)

Eiserne Oefen haben vor thönernen immer den Vorzug, widerstandsfähiger gegen Erschütterungen und directe Angriffe zu sein. Man wählt das Eisen deshalb, sobald die Oefen Erschütterungen ausgesetzt sind (in Eisenbahnfahrzeugen, Fabriken, Tanzsälen etc.) oder gar die Gefahr einer absichtlichen Zerstörung vorliegt (in Gefängnissen). Für Zimmerheizung zieht man Kachelöfen den eisernen Oefen vor, indem erstere meistens durch gleichmässigeren und anhaltendere Wärmeabgabe sich auszeichnen.

Die Heizung unserer Wohnräume mittels Oefen kann bis auf die frühmittelalterliche Zeit zurückgeführt werden und gehört dem Norden, hauptsächlich Deutschland und der Schweiz an; die ältesten uns erhaltenen Oefen sind grosse Kachelöfen aus dem 15. Jahrhundert. Derlei Oefen wurden Anfangs aus einfach geformten, später aus reicher gegliederten, meist mit plastischem Ornament, mit figürlichen Darstellungen, Inschriften etc. versehenen Kacheln hergestellt, deren Wirkung durch schlichte farbige Glasirung, insbesondere aber durch bunten Farbenschmelz gehoben wurde. Es kann auf diese äusserst charakteristischen, oft sehr reichen und schönen Arbeiten des späten Mittelalters und der Renaissance-Zeit hier nicht eingegangen werden; es mag auf die unten genannten Quellen⁹⁶⁾ verwiesen und nur erwähnt werden, dass die alten Vorbilder in neuerer Zeit nicht allein getreu und schön nachgeahmt (dabei mit verbesserten Heizeinrichtungen versehen) werden, sondern dass sie auch die Anregung zu freier formaler Weiterentwicklung und zur Wiederaufnahme des Farbenschmelzes für die modernen Kachelöfen gegeben haben. (Vergl. auch Theil I, Band 1 dieses Handbuchs, Kap. 2: Keramische Erzeugnisse, Art. 48, S. 111.)

Die alten (auch die reicher verzierten) Kacheln haben eine Breite von annähernd 20^{cm} und eine meist grössere Höhe, bis zu 30^{cm}; die neueren Muster sind niedriger und zeigen vorherrschend grüne und braune Glasur; die bunte Farbenbehandlung ist jetzt weniger häufig, als in früheren Zeiten. Neben diesen sind noch die modernen glatten Kacheln, die vor wenigen Jahren fast ausschliesslich Verwendung fanden und als halbweisse, weisse und feine weisse Schmelzkacheln unterschieden werden, zu erwähnen; ferner die sog. Damastkacheln, bei denen

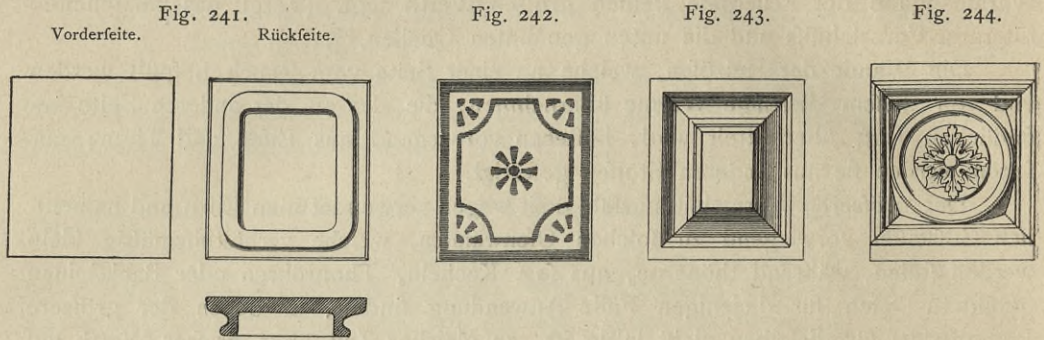
⁹⁵⁾ Polyt. Journ. Bd. 226, S. 116; Bd. 231, S. 200.

⁹⁶⁾ ESSENWEIN, A. Buntglasirte Thonwaaren des 15.—18. Jahrhunderts im germanischen Museum. Anzeiger für Kunde der deutschen Vorzeit 1875, S. 33, 65, 137 u. 169.

BÜHLER, CH. Die Kachelöfen in Graubünden aus dem 16.—17. Jahrhundert. Zürich 1881.

auf der weissen oder farbig glazierten Aussenfläche mittels des Sandblaseverfahrens Muster hervorgebracht sind. (Siehe Fig. 241—244.)

Solche Kacheln werden fast überall in der Grösse von 20 bis 22^{cm} Breite auf 24 bis 26^{cm} Höhe, oft auch quadratisch mit 17 bis 20^{cm} Seitenlänge und pro-



Kacheln. $\frac{1}{10}$ n. Gr.

filirten oder einfach abgefasten Kanten hergestellt. Des Verbandes wegen sind Eckkacheln, welche einerseits die ganze, andererseits die halbe Breite haben, nothwendig.

Die Gefimfe und Ornamente der weissen Kachelöfen, welche durch Glazur an Schärfe der Form verlieren, werden häufig als unglazirte Terracotten hergestellt. Weiteres über architektonische Gestaltung der Zimmeröfen im vorhergehenden Bande dieses Handbuchs, Abschn. 3: Decorativer Ausbau.

Man kann die Heizflächen in dem zu erwärmenden Raum so aufstellen, daß die Wärmestrahlen nur durch die Luft gehemmt werden, sonst frei auf gegenüber befindliche Menschen, Möbel etc. fallen. Dieses Verfahren hat zwei Nachtheile. Zunächst stören die Wärmestrahlen diejenigen, welchen sie treffen; ferner findet die Erwärmung der unmittelbar über dem Fußboden befindlichen Luft nur in mangelhafter Weise statt. Stellt man einen Schirm, dessen unterer Rand um ein gewisses Mafs von dem Fußboden entfernt ist, vor der betreffenden Heizfläche auf, so wird — in erster Linie — nur die zwischen diesem Schirm und der Heizfläche befindliche Luft erwärmt; sie steigt nach oben und veranlaßt die nahe dem Fußboden befindliche kälteste Luft durch den Spalt, welcher zwischen dem unteren Schirmrande und dem Fußboden vorhanden ist, zur Heizfläche zu strömen. Die kälteste Luft wird also beseitigt; an ihre Stelle tritt wärmere, von oben allmählich niedersinkende Luft, d. h. unmittelbar über dem Fußboden entsteht eine höhere Temperatur, als wenn der Schirm nicht vorhanden wäre. Der zu einem die Heizfläche ganz umgebenden Mantel ausgebildete Schirm wirkt offenbar vollkommener, so daß meistens die Anwendung solcher Ofenmäntel der freien Lage der Heizflächen vorzuziehen ist. So weit vorläufig über Ofenmäntel und nicht ummantelte Oefen.

Die Wärme des Rauches wird an die Luft abgegeben, indem man den Rauch durch einen Canal (den Rauchweg) führt, dessen Wände mit ihrer Aussenfläche Luft berühren. Die Gestalt des Rauchwegs ist von Einfluß auf die Leistung der Oefen. Man kann dem Rauchweg eine nahezu wagrecht liegende, langgestreckte gerade Gestalt geben⁹⁷⁾. Diese Anordnung leidet zunächst an dem Mangel der schwierigen

⁹⁷⁾ Vergl. Canalheizung in: WOLPERT, A. Theorie und Praxis der Ventilation u. Heizung. Braunschweig 1880, S. 691. Der Umbau der Jerusalemer-Kirche in Berlin. Deutsche Bauz. 1880, S. 216. Kirchenheizung. Mith. d. Gwbver. f. Hannover 1869, S. 285.

BLANKENSTEIN. Ueber die WAGNER'sche Canalheizung in den Kirchen Leipzigs. Zeitfchr. f. Bauw. 1872, S. 37-

261.
Ofenmäntel.

262.
Erwärmung
mittels
Canalheizung.

Dichthaltung der Verbindungen, indem die große ununterbrochene Länge des Rauchweges entsprechend große Dehnungen verursacht, denen der Canal, seines großen Gewichtes halber, nicht genügend zu folgen vermag. Außerdem bietet die Canalheizung erhebliche Schwierigkeiten beim Anheizen (vergl. Art. 126, S. 99), welches meistens ein zuvoriges Anwärmen des Schornsteines verlangt. Der lange wagrechte Rauchweg kann auch in mehrere kürzere neben einander liegende Stücke zerlegt werden, von denen jeder einen Theil des Rauches erhält⁹⁸⁾. Die Schwierigkeit, den Rauch auf die einzelnen Rauchwege gleichmäßig zu vertheilen, macht diese Anordnung wenig empfehlenswerth.

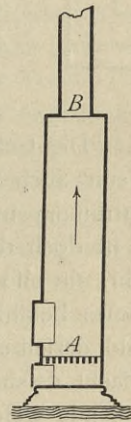
Es ist ferner möglich, den Rauch lothrecht oder doch nahezu lothrecht nach oben strömen zu lassen. Fig. 245 verfinnlicht diese Einrichtung. Nur derjenige Rauch, welcher die Ofenwandungen berührt, wird unmittelbar abgekühlt, der in der Mitte des Rauchweges befindliche dagegen nur in so weit, als derselbe — vielleicht in Folge von Wirbelungen — an den erstgenannten Wärme abgiebt. Der kühlere Rauch ist der schwerere; derselbe ist den Reibungswiderständen der Wandung unmittelbar ausgesetzt, weshalb er sich wesentlich langsamer nach oben bewegt, als der in der Mitte des Rauchweges befindliche wärmere Rauch. Dieser gelangt daher rascher und weniger entwärmt von der Feuerstelle *A* zum Schornstein *B*, als derjenige Rauch, welcher mit den Ofenwänden in Berührung steht. Die Leistung der Anordnung wird daher eine geringe sein, wie man von den sog. Kanonen- oder Säulenöfen weiß. Je weiter der Querschnitt des den Schornstein bildenden, bezw. des zum Schornstein führenden (sog. Rauch-) Rohres *B* ist, um so rascher wird der wärmere Rauch entweichen, um so geringer die Wärmeabgabe des Ofens werden.

Der Zickzackofen (Fig. 246) ist vortheilhafter, indem an jeder scharfen Ablenkung des Rauchweges lebhaftere Wirbelungen entstehen, die Mischungen des kalten und wärmeren Rauches hervorrufen. Diese Mischungen gelingen jedoch nicht vollständig, so daß, namentlich bei weiten Rauchwegen, die wärmsten, am wenigsten ausgenutzten Rauchgase den anderen voreilen. Durch zweckmäßige Wahl der Querschnitte vermag man diesen Uebelstand sehr herabzudrücken; jedoch ist ein vollständiges Anpassen derselben an die zu leitenden Rauchmengen nicht möglich, theils wegen des wechselnden Wärmebedarfs, theils wegen der Rufsansammlung, welche die Querschnitte fortwährend ändert.

Die dritte der möglichen Rauchwegsformen, welche durch Fig. 117 schematisch dargestellt und bereits in Art. 176, S. 146 besprochen wurde, erscheint daher als die vortheilhaftere, indem diese nur den am meisten abgekühlten Rauch in den Schornstein entweichen läßt. Sie vereinigt hiermit noch den Vortheil, daß, wenn der betreffende Ofen ummantelt oder derselbe in einer besonderen Heizkammer aufgestellt ist, der kälteste Rauch der kältesten Luft gegenüber sich befindet, also eine möglichst

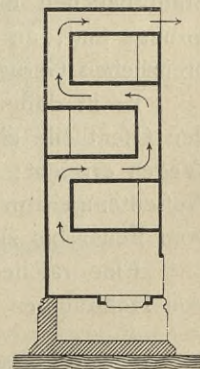
263.
Erwärmung
mittels
Ofenheizung.

Fig. 245.



Säulenofen.

Fig. 246.

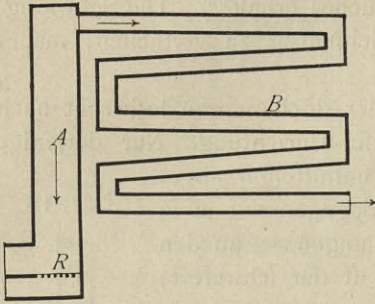


Zickzackofen.

⁹⁸⁾ REDTENBACHER, F. Der Maschinenbau. Bd. 2. Mannheim 1863. S. 444.

starke Abkühlung des Rauches, bevor derselbe in den Schornstein entweicht, gestattet. Man führt die vorliegende Rauchwegsordnung entweder getreu nach dem Schema aus⁹⁹⁾, wobei nach Umständen eine Zerlegung des Kastens *B* (Fig. 117) in lothrechte nebeneinander liegende Theile stattfindet, oder man läßt den Rauch in zickzackförmig gestalteten Rohren *B*, nach der schematischen Figur 247, von dem lothrechten Feuerfchacht *A* nach dem Schornstein sich bewegen¹⁰⁰⁾.

Fig. 247.



Gleichgiltig, ob man den zweiten Theil des Ofens, in welchem der Rauch vorwiegend seine Wärme abgeben soll, kastenförmig oder in der angegebenen Art aus Rohren bildet, ist die Weite der Querschnitte nur in so fern zu beachten, als sie für das Durchströmen des Rauches weit genug sein müssen. Eine beliebige Vergrößerung der Querschnitte über das nothwendige Bedürfnis hinaus stört die Nutzleistung des Ofens nicht.

264.
Entruffung
der
Rauchwege.

Die Gestalt der Rauchwege ist mit Rücksicht auf ihre Entruffung zu wählen. Wenn auch die nach dem zuletzt genannten Schema angeordneten Oefen einer Entruffung im Interesse des Freihaltens der Rauchwegsquerchnitte nicht bedürfen, so ist doch die Befreiung des Ruffes geboten, um die innere Seite der Wandungen rein, sie also zur Wärmeleitung geeigneter zu erhalten. Die feine Zertheilung des Ruffes befähigt denselben, geringem Luftzuge folgend, sich weit zu verbreiten, sobald derselbe von den Rauchwegwänden abgelöst worden ist. Das Entruffen verursacht deshalb, trotz größter Vorsicht, Verunreinigung der Luft. In den Zimmern stehende Oefen wird man, wenigstens in der Regel, nur so einrichten können, daß die Entruffung derselben von diesem Zimmer aus erfolgt; Oefen, die in Heizkammern aufgestellt sind, können und sollen immer so eingerichtet werden, daß der Rufs nicht in die Heizkammern gelangen kann.

265.
Verhütung
zu hoher
Temperatur.

Die Temperatur in der Feuerstelle und des ihr zunächst liegenden Theiles des Rauchweges ist eine so hohe, daß die mit den Außenflächen derselben in Berührung tretende Luft häufig zu sehr erwärmt wird. Der Luft sind fast immer zahlreiche Staubtheilchen beigemischt, welche, so weit sie pflanzlichen oder thierischen Ursprungs sind, an den zu heißen Ofenwänden zerfetzt werden und hierdurch einen brenzlichen Geruch hervorbringen.

Es ist daher Sorge zu tragen, daß die Außentemperatur der in Rede stehenden Ofentheile ein gewisses Maß nicht überschreitet. Dies wird auf verschiedenen Wegen erreicht: man führt die Wärme so entschieden aus der Wand ab, daß die Außentemperatur entsprechend sinkt, oder man erschwert den Durchgang der Wärme vom Feuer bis zur Außenfläche des Ofens.

Eine rasche Abführung der Wärme ist zunächst möglich durch Anbringung von Hohlräumen zwischen Außen- und Innenfläche der fraglichen Wand, durch

⁹⁹⁾ BOVER's Luftheizungsofen. Mitth. d. Gwbver. f. Hannover 1869, S. 282.

Oefen von CORDES u. HERM. FISCHER. Mitth. d. Gwbver. f. Hannover 1872, S. 28.

Schachtofen Kaiserslautern. Art. 252, S. 208 dieses Bandes.

¹⁰⁰⁾ FISCHER, H. Ausstellung in Cassel. Oefen von REINHARDT in Würzburg und von KELLING in Dresden. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 10 u. 11.

FISCHER, H. Weltausstellung in Paris. Halbofen von GAILLARD, HAILLOT & Co. in Paris. Polyt. Journ. Bd. 231, S. 201.

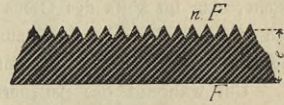
welche Wasser geleitet wird; das Wasser giebt die aufgenommene Wärme an einem anderen Orte an die Luft ab¹⁰¹⁾.

Sie kann ferner erreicht werden durch Vergrößerung der Wärme abgebenden Oberfläche. Dicke, kugelförmige oder cylindrische Wände (vergl. Art. 55 u. 57, S. 49 u. 50) haben eine weit grössere Aussen-, als Innenfläche und können deshalb im vorliegenden Sinne verwendet werden¹⁰²⁾. Die geriffelte Aussenfläche (Fig. 248) ist n -mal grösser, als die glatte Innenfläche.

266.
Vergrößerung
der Wärme
abgebenden
Fläche.

Behuf Benutzung der Formeln 12., 16. und 18. (S. 49 u. 50) zur Berechnung der Oberflächentemperaturen kann man wie folgt verfahren. Man berechnet zunächst das zur glatten Aussenfläche gehörige ψ und multiplicirt dieses mit n , so dass $\psi_a = n\psi$ wird und benutzt dieses ψ_a in gewöhnlicher Weise.

Fig. 248.



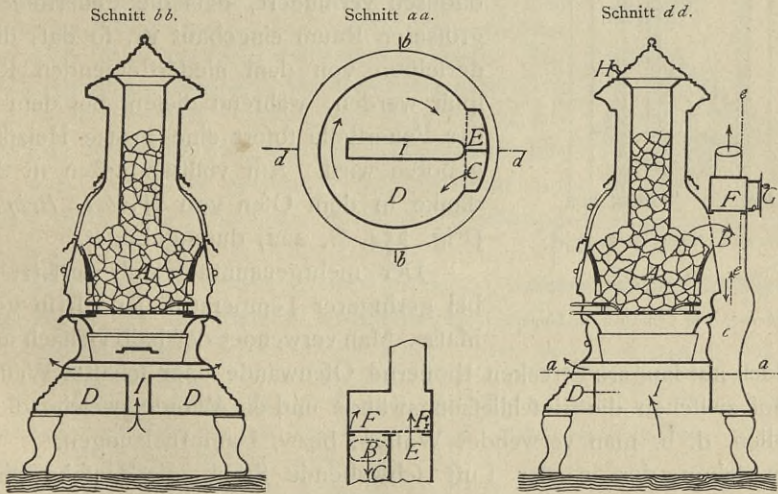
Statt der in Fig. 248 angedeuteten feinen Riffeln verwenden einige Constructeure ungemein grobe Rippen¹⁰³⁾; diese sind nicht von dem Mangel freizusprechen, dass am Boden der Rippen, der nur wenig von dem Rauch entfernt ist, die Aussenwand sehr heiss wird. Statt der Rippen kommen auch spitzen- und knopfförmige Auswüchse zur Verwendung.

267.
Erschwerung
des Wärme-
durchganges.

Die Erschwerung des Wärmedurchganges vom Rauch zur Aussenfläche des Ofens wird zunächst erreicht durch Anwendung dicker, aus nicht gut leitenden Stoffen gefertigter Wände. Namentlich ist die Auskleidung der Feuerstelle mit feuerfesten Steinen oder feuerfestem Mörtel beliebt und zweckmässig. Die weiter unten beschriebenen Oefen bieten mehrfach Beispiele dieses Verfahrens. Es ist jedoch nicht zu verkennen, dass dasselbe zu häufigeren Ausbesserungsarbeiten Veranlassung giebt.

Durch Einschaltung einer Luftschicht zwischen Feuer und Aussenwand ist eben so der Wärmedurchgang zu erschweren. Fig. 249 stellt den Perry'schen, nur

Fig. 249.



Schnitt ee.
Perry's amerikanischer Ofen.

für Anthracit, bezw. wenig schlackende Coke verwendbaren amerikanischen Ofen (*Crown-jewel*) in zwei lothrechten, einem wagrechten und einem Nebenschnitt dar.

¹⁰¹⁾ Ofen von KELLING. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 122.

¹⁰²⁾ Ofen der »Schweizerischen Industrie-Gesellschaft«. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 117.

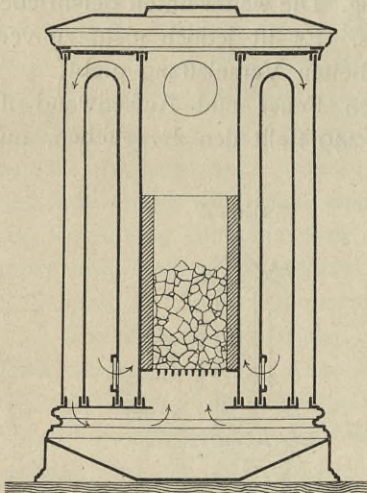
¹⁰³⁾ Luftheizungsöfen von THIERRY, VIOTTE und DEROSNE. Polyt. Journ. Bd. 231, S. 289.

Die Feuerstelle *A* ist ein sich nach unten verjüngender gußeiserner Topf, dessen Boden eine durchlöchernte Platte bildet. Dieser Topf wird durch eine weiter abliegende Wand umschlossen. Es wird daher diese Wand nur vermöge der unmittelbaren Strahlung und vermöge der an dem Topf erwärmten, sich jedenfalls rasch bewegenden Luft erwärmt. Die Rauchgase verlassen den Feuerraum bei *B* (Schnitt *dd*). Vorher machen dieselben eine Nebenströmung in dem ringförmigen Hohlraum zwischen dem Vorrathsbehälter des Brennstoffes und der oberen Außenwand des Ofens. Ersterer wird viel wärmer sein, als letztere; folglich strömen die Gase vorwiegend an jenem empor, während der kältere Rauch, unterwegs mit dem aufsteigenden Rauch vielfach Mischungen eingehend, an der Innenfläche der Außenwand niederfinkt, so daß diese nicht im Uebermaß erwärmt wird. Es sei bei dieser Gelegenheit die übrige Ofeneinrichtung kurz erwähnt. Der Rauch soll in der Regel von *B* (Schnitt *dd*) aus durch den Canal *C* nach unten strömen, den im Fuß des Ofens befindlichen Raum *D* durchfließen (Schnitt *aa*), um dann durch den neben *C* liegenden Canal *E* zum Schornstein zu gelangen. Die Rauchführung ist hiernach im Sinne früherer Erörterungen als zweckmäßig zu bezeichnen.

Um während des Anfeuerns dem wenig warmen Rauch die Erwärmung des Schornsteines zu erleichtern, kann man die Klappe *F* (Schnitt *ee*) in die punktirte Lage *F*₁ bringen, indem man dieselbe mit Hilfe des Hebels *G* (Schnitt *dd*) um 180 Grad dreht. Die kalte Luft des Fußbodens steigt durch den Spalt *I* des Ofenfusses empor, erwärmt sich an den betreffenden Wandungen des Canales *D* und entweicht seitwärts in das Zimmer.

Wehrenbold in Lehnen a. d. Lippe erwärmt, wie aus Fig. 250 zu erkennen ist, mittels der schon durch Mauerwerk gering leitend gemachten Wände der Feuer-

Fig. 250.

Ofen von *Wehrenbold* in Lehnen a. d. Lippe.

stelle Luft, welche, zwei Canäle durchströmend, ihre Wärme an die Zimmerluft abgibt und hierauf zur Nahrung des Feuers dient. Dieser Gedanke würde, wenn zweckmäßig ausgebildet, im vorliegenden Sinne sehr gut zu verwenden sein; leider ist der Ofen im Uebrigen nicht zu loben.

Endlich ist noch das Verfahren zu nennen, welches die übergroße Erwärmung der Heizflächen dadurch verhindert, daß die Feuerstelle in einen größeren Raum eingebaut ist, so daß die Wände derselben von dem niedersteigenden Rauch bespült werden, während diesem bei dem Verlassen der Feuerstelle sofort eine große Heizfläche dargeboten wird. Am vollständigsten ist dieser Gedanke in dem Ofen von *Weibel, Briquet & Co.* (Fig. 254, S. 222) durchgebildet.

Der mehrgenannte Staub zersetzt sich auch bei geringerer Temperatur, jedoch in geringerem Maße. Man verwendet deshalb vielfach ausschließ-

lich oder doch auf längere Strecken thönerne Ofenwände oder schaltet Wasser, bezw. Wasserdampf zwischen die Einschließungswände und die Wände, welche die Luft erwärmen sollen, d. h. man verwendet Wasser-, bezw. Dampfheizungen.

Wenn schon der in der Luft schwebende Staub die Gefahr einer Luftverschlechterung bietet, so ist dasselbe in viel höherem Maße der Fall Seitens desjenigen Staubes, welcher sich auf den Heizflächen abgelagert. Es sind daher die Heizflächen regelmäÙig rein zu halten, also an jeden Ofen und auch an die Aufstellungsart desselben die Forderung zu stellen, daß die Heizflächen, welche Staub aufzunehmen vermögen, möglichst klein und von Staub möglichst bequem zu säubern sind. Da an lothrechten Flächen die Staubablagerung sehr gering ist und diese, wie an anderem Orte besprochen wurde, für die Wärmeabgabe sehr günstig

find, so ist das Ueberwiegen der lothrechten Flächen eines Heizkörpers regelmäfsig als Vorzug desselben aufzufassen.

Die lebhaften Temperaturschwankungen, denen die Ofenwände unterworfen sind, bedingen wechselnde und verschiedenartige Ausdehnungen. Denselben ist namentlich deshalb Rechnung zu tragen, weil sie — durch Zerpringen der Wände oder allmähliches Zerflören derselben — Undichtheiten hervorrufen. Diese veranlassen einen Wärmeverlust, indem Luft durch sie eingefogen wird; sie lassen aber auch Rauch ausströmen, sobald durch irgend einen Zufall der Druck in den Rauchwegen gröfser wird, als aufserhalb derselben. Die Verdichtung der Fugen mittels Sand (vergl. Art. 177, S. 146) dient in vielen Fällen, eine genügende Dichtheit hervorzubringen, während die freie Beweglichkeit der Wandtheile nicht gestört wird. In anderen Fällen mufs die Anordnung der Ofentheile so getroffen werden, dafs dieselben ihrem Dehnungsbestreben, ohne zu grofse Spannungen hervorzubringen, nachzugeben vermögen. Bemerkenswerth ist in dieser Beziehung der Kachelofen von *Wiman* (Fig. 251)

Von der Feuerstelle *A* steigt der Rauch in dem gemauerten Schacht *a* empor und sinkt alsdann, seine Wärme abgebend, allmählich in dem den genannten Schacht ringförmig umgebenden Hohlraum bis in den Rauchweg *b*, von wo aus derselbe mittels des thönernen Rohres *c* zum Schornstein gelangt. In derselben wagrechten Ebene haben fonach die zusammenhängenden Theile des Ofens annähernd gleiche Temperaturen, so dafs sie sich gleichmäfsig zu dehnen vermögen. Der Ofen ist für Holzfeuerung bestimmt und deshalb ohne Rost; Rufs und Flugasche werden durch die einzige Reinigungsöffnung *d* abgezogen. (Eingehendere Beschreibung in: Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1880, S. 7.)

Nach den gegebenen, vorwiegend allgemeinen Erörterungen will ich noch einige Heizöfen besonders beschreiben, wenn auch die Auswahl, mit Rücksicht auf den Rahmen dieses »Handbuches«, nur eine sehr knappe sein darf.

In jeder Beziehung empfehlenswerthe Gasöfen kenne ich nicht, verweise deshalb lediglich auf die nachstehend verzeichneten Quellen.

Le chauffage au gaz (cheminées, fourneaux, foyers divers). *Nouv. annales de la const.* 1857, S. 74.

SCHNUHR. Gas-Heiz- und Koch-Apparate. *Zeitschr. f. Bauw.* 1861, S. 641.

SCHNUHR. Gasheizungen für grofse und hohe Räume, resp. Kirchen. *Zeitschr. f. Bauw.* 1861, S. 649.

Ueber Verwendung des Leuchtgas zum Heizen der Kirchen. *Polyt. Journ.* Bd. 164, S. 32.

HENNEBERG. Neuer Gasofen. *Maschin.-Const.* 1871, S. 87.

BLACKHAM. Verbesserter Gasofen. *Polyt. Journ.* Bd. 212, S. 79.

Ueber Gasheizung. *Journ. f. Gasb. u. Walf.* 1874, S. 616.

MÜLLER et EICHELBRENNER. *Nouveau système de chauffage des fours à gaz*. *Nouv. annales de la const.* 1874, S. 6.

KIDD's Gasofen für Haushaltungszwecke. *Polyt. Journ.* Bd. 217, S. 105.

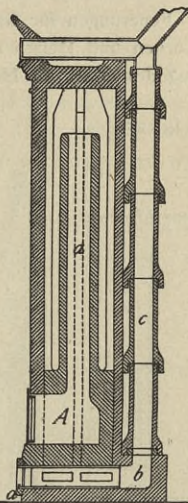
MARLIN, PH. Heizung von Zimmern mit Leuchtgas. *Journ. de l'éclairage* 1875, S. 341.

KUHLMANN, F. *De l'éclairage et du chauffage par le gaz au point de vue de l'hygiène*. Paris 1876.

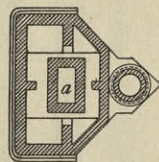
GERMINET, G. *Chauffage et éclairage par le gaz*. Paris 1876.

TASKIN. BICHEROUX' Gasofen. *Polyt. Journ.* Bd. 219, S. 220.

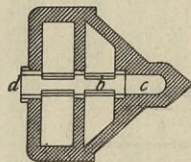
Fig. 251.



Lothrechter Schnitt.



Wagrechter Schnitt in mittlerer Höhe.

Wagrechter Schnitt durch den Rauchweg *b*.Kachelofen von *Wiman*.

269.
Einfluss
d. Temperatur-
schwankungen.

270.
Öfen für
Gas u. präpa-
rierte Kohle.

Gasofen von L. VANDERKELEN. *Polyt. Journ.* Bd. 222, S. 3.

WALLACE, J. Die Anwendung des Steinkohlengases zum Heizen. *Eng. and mining journ.* Vol. 21, S. 37. Bericht über die Weltausstellung von Philadelphia 1876. Herausgegeben von der österreichischen Commission. 17. Heft. Heizung, Ventilation und Wasserleitungen. Von L. STROHMAYER. Wien 1877. S. 16.

VANDERKELEN. Gasofen. *Maschinenb.* 1877, S. 317.

Gasheizung der Wohnhäuser und Küchen. *Rohrleger* 1879, S. 160.

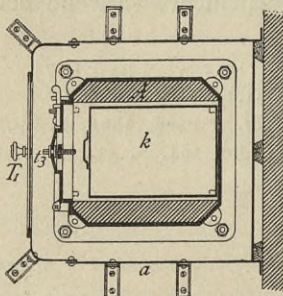
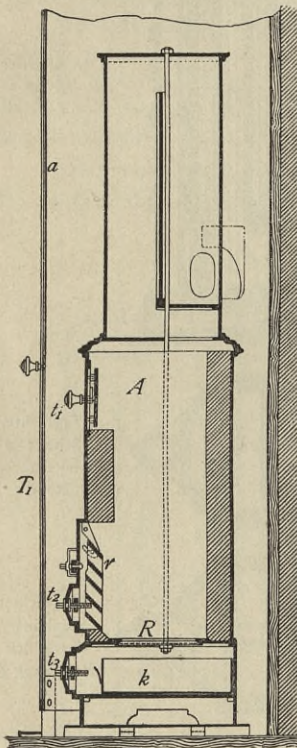
FISCHER, H. Feuerungen für Gas. *Polyt. Journ.* Bd. 231, S. 197.

BUHE, A. Kochen und Heizen mit Leuchtgas. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1880, S. 542.

Zur Anwendung des Gases für Heizzwecke. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1880, S. 741.

Fig. 252.

271.
Mantel-
öfen.



Halbfüllofen.

Oefen für die sog. präparirte Kohle werden fast nur für Eisenbahnwagen verwendet; ich darf mich daher begnügen, die unten stehenden Quellen zu nennen¹⁰⁴).

Von Zimmeröfen mit Mantel erwähne ich zunächst den *Meidinger*-Ofen (vgl. Art. 246 u. Fig. 234, S. 205).

Stark backende Kohle vermag man in dem Ofen nicht zu verbrennen. Bei Verwendung von Coke ist es leicht möglich, den Ofen mehrere Tage ununterbrochen im Betrieb zu erhalten. Der Verlauf des Rauchweges ist kein günstiger; jedoch zwingt der hoch aufgeschichtete Brennstoff den Rauch, vorwiegend den Wänden entlang zu strömen. Die zu große Erwärmung der Außenflächen soll verhütet werden durch Rippen, welche in großer Zahl an denselben angebracht sind. Der Ofenschacht ist zunächst von einem Blechmantel *I* und ferner von einem zweiten, eben solchen Mantel *K* umgeben, so daß die Außenfläche genügend kalt gehalten wird, um einen Anstrich erhalten zu können. Der vorliegende Ofen erwärmt die im Zimmer befindliche Luft; es ist leicht, den unteren Theil des Ofens so anzuordnen, daß dem Ofen nur, oder doch theilweise frische Luft zugeführt wird.

Der irische Ofen (vergl. Art. 246 und Fig. 235, S. 205) ist dem *Meidinger*-Ofen betreffs der Feuerung sehr nahe verwandt. Die Rauchwärme wird aber durch denselben besser ausgenutzt, indem der Rauch vom Feuerschachte ab noch einmal nieder sinken und steigen muß, bevor er zum Schornstein gelangt. Die Befchickung des Ofens erfolgt von oben, nachdem sowohl die obere Deckelplatte als auch der Deckel *c*, welcher zwischen Leisten *d* Führung findet, zur Seite geschoben ist. Man vermag dem Ofen frische kalte Luft zuzuführen; auch ist durch Anbringung des Wasserbeckens *V* für Anfeuchtung der Luft geforgt.

Sehr gebräuchlich ist der Halbfüllofen (Fig. 252).

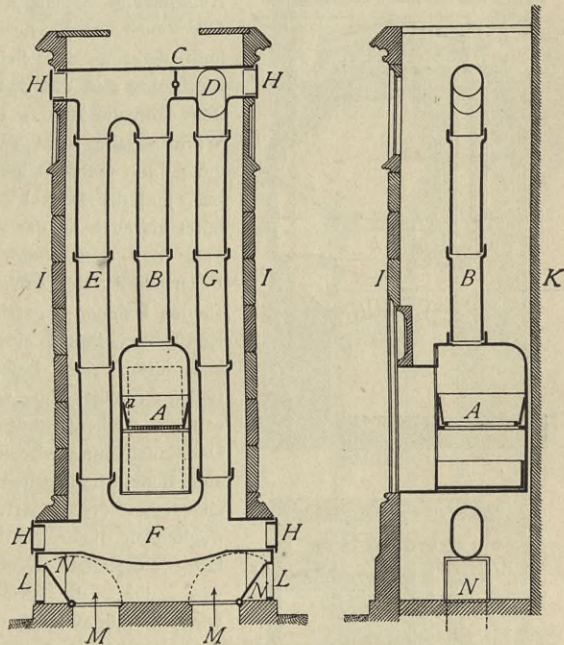
¹⁰⁴ Mitth. d. Gewbver. f. Hannover 1871, S. 316.

Die durch einen eisernen Kasten gebildete Feuerstelle *A* ist mit feuerfesten Steinen ausgekleidet. Die Zuführung der Verbrennungsluft erfolgt zum Theil durch den wagrechten Roß *R*, zum Theil durch den lothrecht angeordneten Roß *r*. Letzterer vermag das Feuer auch bei Füllung der Feuerstelle noch mit Luft zu versorgen; es wird alsdann die Luftklappe *t*₃ geschlossen, die Klappe *t*₂ entsprechend geöffnet. Nach entsprechender Verringerung der Brennstoffschicht schließt man die Klappe *t*₂ und öffnet statt ihrer die Klappe *t*₃. Offenbar ist es möglich, den Ofen sowohl mit dünner Brennstoffschicht als auch so zu verwenden, daß zur Zeit eine sehr große Brennstoffmenge eingeworfen wird. Behuf des Reinigens ist der lothrechte Roß *r* auszuheben; das Einfüllen des Brennstoffs geschieht durch die Thür *t*₁. Von der Feuerstelle aus steigt der Rauch in der einen Hälfte des cylindrischen Ofenaufsatzes empor, überschreitet die Querwand desselben und sinkt nunmehr nach unten, um in den Schornstein abzufließen. Durch Einhüllen des Ofens mittels eines Blechmantels vermag man die lästigen Wärmestrahlungen zu vermindern, auch die Anordnung zu treffen, vermöge welcher nach Bedarf den Heizflächen frische Luft zugeführt werden kann.

Fig. 253 stellt einen recht zweckmäßigen, von *Rafsch*¹⁰⁵⁾ angegebenen eisernen Ofen in zwei lothrechten Schnitten dar.

Vom Planroß *A* steigt der Rauch im Rohr *B* empor und entweicht entweder — bei geöffneter Droffelklappe *C* während des Anheizens — auf kürzestem Wege in das zum Schornstein führende Rohr *D* oder — während des eigentlichen Heizens — auf dem längeren Wege durch die Rohre *E*, *F*, *G* nach derselben Stelle. Das Erglühen der Feuerstellenwände wird durch den topfförmigen eisernen Einsatz *a* verhütet. *H* bezeichnet die vier Putzöffnungen. Der Ofen ist an drei Seiten von einem aus Kacheln gebildeten Mantel *I* umgeben, der durch die Wand *K* abgeschlossen ist. Der Mantel ist oben offen, unten jedoch bis auf die beiden Oeffnungen *L* geschlossen. Unter dem Ofen befinden sich zwei Luftzuführungsöffnungen; je nachdem man nun mittels der Klappen *N* die Oeffnungen *L* oder *M* schließt, führt man dem Ofen frische Luft oder Luft des Zimmers zur Erwärmung zu.

Fig. 253.

Ofen von *Rafsch*. 1/35 n. Gr.

Oefen, wie der eben beschriebene, führen häufig den wenig zutreffenden Namen »Ventilationsofen«. Mehrere derselben, so wie zahlreiche Zimmeröfen überhaupt sind in der unten genannten Quelle¹⁰⁶⁾ beschrieben, und es sei auch noch auf das auf S. 224 aufgenommene Literaturverzeichnis verwiesen.

Von den Oefen für Sammelheizungen, die häufig den Namen Caloriferen erhalten, nenne ich zunächst den schon erwähnten Schachtofen des Eifenwerks Kaiserslautern (vergl. Art. 252 u. Fig. 239, S. 208 u. 209).

Der Zutritt der Verbrennungsluft wird durch den Schieber *S* geregelt; die Wände der Feuerstelle sind durch Ausmauerung vor übergroßer Erhitzung geschützt. Der Rauch bewegt sich in dem Schacht *D* zunächst nach oben, durchströmt die Canäle *G* und gelangt, feiner Abkühlung entsprechend, allmählich sinkend durch den Hals *F* zum Schornstein. Die Lage der Rauchwege ist sonach in Bezug auf Wärmeausnutzung sehr zweckmäßig; sie ist es nicht weniger in Bezug auf Entrüftung. Nach Lösung der hinter der Thür *P* befindlichen Kopfplatte vermag man mittels einer Bürste mit langem Stiel die Rauchwege *G*

272.
Oefen für
Feuerluft-
heizungen.

¹⁰⁵⁾ Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1866, S. 399.

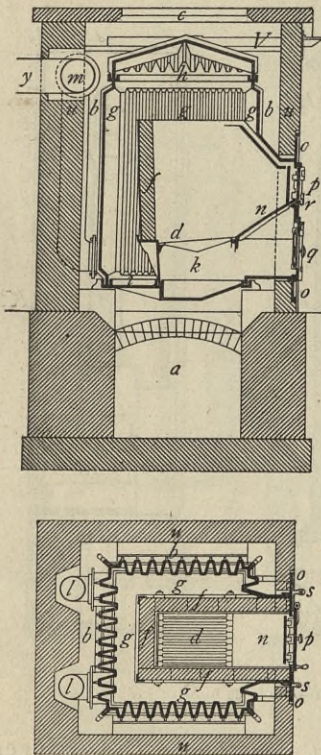
¹⁰⁶⁾ SCHOTT, E. Ueber Zimmerheizung. Hannover 1854.

zu putzen und Rufs nebst Flugasche in den Raum F zu stoßen; von Q aus wird der angesammelte Schmutz entfernt. Man vermag ferner, wenn in den Raum F ein Licht gehalten wird, von der Oeffnung P aus die Innenwände der Rauchwege deutlich zu übersehen und auf ihre Reinheit zu prüfen. Der Ausdehnung der Ofentheile ist dadurch Rechnung getragen, daß der Schacht AD nur an seinem unteren Ende gestützt ist, in der Vorderwand der Heizkammer aber sich frei bewegen kann, daß ferner der Hals F auf einer Rolle ruht, die auf der Bahn H eine bequeme Verschiebung des Ofenhintertheils vermittelt. Die fast ausschließlich lothrechten Heizflächen sind sowohl in Bezug auf Wärmeabgabe, als auch in Bezug auf Ablagerung des Staubes sehr günstig angelegt; der etwa abgelagerte Staub kann leicht entfernt werden. Die in dem unteren Theil der Heizkammer eintretende Luft vermag fast ausschließlich in lothrechter Richtung nach oben zu strömen; überall sind reichliche Querschnitte für den Durchlaß der Luft. E bezeichnet die Einsteigethür der Heizkammer.

Bemerkenswerth ist der Ofen von *Weibel, Briquet & Co.* in Genf, welchen Fig. 254 im lothrechten, bezw. wagrechten Schnitt wiedergibt.

Die Feuerstelle befindet sich etwa in der Mitte des Ofens; d bezeichnet den Planrost, dessen Stäbe sich einerseits gegen die Rostplatte n , andererseits auf eine Leiste des Unterfasses k stützen. Unter dem

Fig. 254.



Ofen von *Weibel, Briquet & Co.* in Genf.

Rost befindet sich ein Becken, welches bestimmt ist, Wasser aufzunehmen (vergl. Art. 247, S. 206). Die Feuerstelle ist von gemauerten, mit eisernem Gerüst versehenen Wänden f umgeben, deren Außenfläche Seitens der zu erwärmenden Luft nicht bespült wird. Der Rauch erhebt sich von der Feuerstelle lothrecht nach oben und sinkt dann an drei Seiten der Feuerstelle nach unten, um durch die Blechrohre l in das Sammelrohr m und von diesem in das zum Schornstein führende Rohr y zu gelangen. Der Rauchweg ist in Bezug auf Wärmeabgabe recht zweckmäßig, wenn auch die Blechrohranwendung $lm y$ nicht zu loben ist. Um die nöthige Heizfläche zu schaffen, sind der Deckel h des Ofens und die Wandungen g sowohl gefaltet als auch an der Außenseite mit Rippen versehen. Die Beseitigung des Ruffs und der Flugasche erfolgt nach Wegnahme der Feuerthür p , der Aschenfallthür q und der Zwischenplatte r , welche an den Rahmen o geschraubt sind, so wie der Rostplatte n nebst den Rostfläßen, indem ein Arbeiter auf den Boden des Aschenfalls tritt, und mittels eines Besens sowohl die Wände abkehrt, als auch den Boden i reinigt, Rufs wie Flugasche aus den beiden, links und rechts von der Aschenfallthür angebrachten Putzöffnungen s hinauswerfend. Das Rauchfammelrohr m wird von seinen Enden aus gereinigt. Deckel und Boden sind gegen den Mantel durch mit Sand gefüllte Rillen abgedichtet (vergl. Art. 177, S. 146), so daß eine gegenseitige Beweglichkeit dieser Theile gesichert ist. Ob jedoch der der stärksten Hitze ausgesetzte Deckel, welcher verschiedenartig erwärmt werden wird, durch die verlangten Dehnungen nicht theilweise gesprengt wird, ist mir zweifelhaft. Die Falten des ausgedehnten Deckels werden viel Staub ansammeln, welcher, da man dieselben nicht zu reinigen vermag, recht unangenehme Gerüche entwickeln dürfte. Ueberhaupt ist die enge Einschließung des Ofens Seitens der Heizkammerwände u nicht zu loben.

Die zu erwärmende Luft tritt bei a ein und verläßt die Heizkammer bei c .

Theils um die Temperatur der Heizflächen gering, theils um sie von der wechselnden Wärmeentwicklung unabhängiger zu machen, verfertigen einige Heiztechniker die Oefen ganz aus Steinen. Es mögen hier zwei derartige Oefen kurz besprochen werden. Beide besitzen ihre Feuerstelle im Fusse eines lothrechten Schachtes. Der Rauch tritt am obersten Ende desselben in mehrere neben einander liegende Canäle und strömt in diesen bis nahe an das hintere Ende der Heizkammer, sinkt dann in eine zweite Reihe solcher Canäle, in denen er sich nach vorn be-

wegt etc., bis er endlich aus den unteren Canälen unter Vermittelung eines Sammelcanales in den Schornstein gelangt. Die Canäle sind durch die Hinterwand der Heizkammer verlängert und dort mit Deckeln versehen, nach deren Entfernung sie bequem geputzt werden können. So nach ist der Verlauf der Rauchwege ein recht günstiger. In Bezug auf die Detailconstruction unterscheiden sich beide in Rede stehende Oefen.

Der Ofen von *Wiman*¹⁰⁷⁾ ist theils aus feuerfesten, theils aus gewöhnlichen Ziegeln hergestellt. Die Construction der Rauch- und Luftcanäle ist aus den beiden lothrechten Schnitten (Fig. 255) erkennbar.

Der Querschnitt läßt die gegenfeitige Lage der Rauchcanäle *a* deutlich erkennen, während die lothrechten Luftwege *b* durch die Versteifungssteine *c* theilweise verdeckt sind. Die Rauchcanäle liegen auch dicht an der Heizkammerwand *e*, was wohl nicht zu loben ist. Der Längenschnitt ist durch die Luftcanäle geführt. Grundfätzliche Mängel dieses Ofens sind nur die schwierige, bezw. unmögliche Befeitigung des Staubes von den oberen Flächen der Versteifungssteine *c*, so wie die vielen, nur durch Mörtel gedichteten Fugen, welche den Eintritt erheblicher Luftmengen in die Rauchcanäle gestatten und dadurch die Nutzleistung des Ofens herabdrücken dürften.

Gaillart, Haillot & Co. haben die Mängel des vorhergehenden Ofens theilweise befeitigt¹⁰⁸⁾.

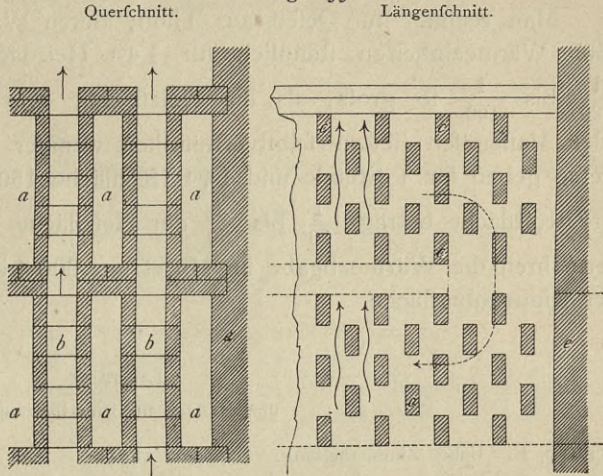
Fig. 256 giebt oben einen lothrechten, unten einen wagrechten Schnitt eines Theils des betreffenden Ofens.

Durch Aufeinandersetzen der Hohlsteine *A* sind die lothrechten Luftcanäle *b* gebildet; vorspringende Leisten der Steine *A* tragen die Platten *B*, wodurch die wagrechten Rauchwege *a* entstehen. Behuf möglicher Abdichtung der Luftcanäle *b* gegen die Rauchcanäle *a* sind erstere an den Fugen der Steine *A* mit eisernen Büchsen *c* versehen.

Die oben beschriebenen Oefen haben, wie schon erwähnt, auch den Zweck der Wärmeauffpeicherung, so daß auch bei weniger gleichförmigem Feuer eine gleichförmige Wärmeentwicklung vermittelt wird. In welchem Maße diese Wärmeauffpeicherung gelingt, ist rechnungsmäßig nicht zu bestimmen.

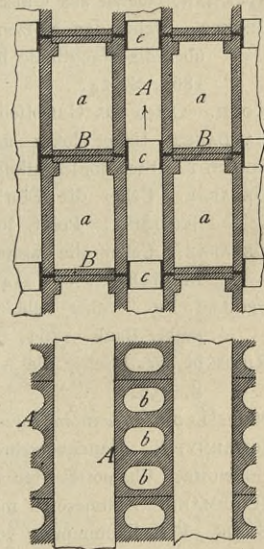
Die für eine bestimmte Wärmeabgabe erforderliche Heizfläche könnte man bestimmen, indem man die wechselnde Temperatur des Rauches und auch die Temperatur der Luft, welche die Heizflächen zu bespülen hat, zu bestimmen sucht und mit Hilfe der Wärmeübergangszahlen, die früher gegeben wurden (vergl. Art. 72, S. 65), rechnet. Das Verfahren ist jedoch nicht allein ein äußerst mühseliges,

Fig. 255.



Luftheizungs-Ofen von *Wiman*. 1/30 n. Gr.

Fig. 256.



Luftheizungs-Ofen von *Gaillart, Haillot & Co.* 1/20 n. Gr.

273.
Erforderliche
Heiz- u. Rost-
fläche.

¹⁰⁷⁾ Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1871, S. 383.

¹⁰⁸⁾ Polyt. Journ. Bd. 231, S. 294.

fordern auch oft ein erfolgloses, da die Rauchtemperaturen, die Einflüsse der Befüllung, die Lage der Heizflächen etc. bis jetzt noch nicht genügend verfolgt werden können. Ich begnüge mich daher mit der Angabe einiger Durchschnittszahlen.

Man rechnet für Oefen aus Thon, deren Wandungen dünn sind, 1000 bis 1500 Wärmeeinheiten stündlich für 1 qm Heizfläche und macht die Rostfläche $\frac{1}{120}$ bis $\frac{1}{100}$ so groß, als die Heizfläche. Die Heizflächen der dickwandigen oder Massenöfen liefern selbstverständlich weniger Wärme. Eiserne, glattwandige Oefen geben für 1 Stunde und 1 qm Heizfläche 1500 bis 2500 Wärmeeinheiten ab; ihre Rostfläche beträgt $\frac{1}{50}$ bis $\frac{1}{80}$ der Heizfläche. Die Rippen der eisernen Oefen vermehren die Wärmeabgabe im Mittel um 600 bis 1000 Wärmeeinheiten für 1 qm der Rippenoberfläche.

Literatur

über »Oefen für Einzelheizungen«.

- SCHOTT, E. Ueber Zimmerheizung. Hannover 1854.
- HERRMANN, Beitrag zur Zimmerheizung mittels Kachelöfen nebst Angabe verschiedener von innen und von außen heizbarer Kachelöfen. Allg. Bauz. 1856, S. 222.
- MANGER. Ruffische Stubenöfen. Zeitfchr. f. Bauw. 1858, S. 259.
- SCHMIDT, E. Kachelöfen für Steinkohlenbrand. Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1859, S. 89. Polyt. Centralbl. 1859, S. 939.
- STAMMAN. Oefen aus Gufseifen. Zeitfchr. f. Bauw. 1861, S. 110.
- BECKER. Ueber den Nutzen und die Vortheile der Anwendung luftdicht schließender Ofenthüren, so wie über die Nachtheile bei zweckwidriger Behandlung derselben. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1861, S. 24.
- KOCH. Oefen aus Gufseifen mit vergrößelter Heizfläche. Zeitfchr. f. Bauw. 1863, S. 132.
- LANDAUER. Ueber Cokes- und Steinkohlenöfen zur Beheizung von Zimmern. Polyt. Journ. Bd. 164, S. 101.
- SCHMIDT. Steinkohlenfüllöfen von Gebr. CORNEAU. Polyt. Journ. Bd. 166, S. 183.
- DELABAR. Ueber die Einrichtung, Wirkungsweise und Leistungsfähigkeit des neuen Zimmerofens von SCHIRMER. Polyt. Journ. Bd. 166, S. 258.
- DELABAR. Ueber die weiteren Verbesserungen der neuen Zimmeröfen von SCHIRMER. Polyt. Journ. Bd. 168, S. 17, 114.
- SPILLER, PH. Ueber Beheizungsverfahren und einen neu construirten Stubenofen. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1863, S. 245.
- RÜTHNIK, W. Ueber die Anwendung luftdichter Ofenthüren. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1864, S. 153.
- MOUSSERON. *Nouveau foyer pour le chauffage des appartements. Nouv. annales de la const.* 1864, S. 44.
- JOHANNY, R. Rauchverzehrende Oefen. Zeitfchr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1864, S. 113.
- SCHNUHR. Chamottekasten für Cokesheizung. Zeitfchr. f. Bauw. 1865, S. 77.
- HERRMANN. Zimmeröfen mit Luftkasten und senkrechten Rauchzügen. Allg. Bauz. 1865, S. 125.
- STAIB. Vervollkommnung von Heizapparaten. Allg. Bauz. 1865, S. 333.
- GRAFF. Ueber einen Ventilations-Zimmerofen. Polyt. Journ. Bd. 177, S. 367.
- REGNAULT u. CHEVREUL. Ueber die vermeintliche Ungesundheit gufseiserner Zimmeröfen. Polyt. Journ. Bd. 177, S. 408.
- Heizapparat mit gefättigter Luft. Allg. Bauz. 1866, S. 203.
- BREMEN. Stubenofen aus Blech. Polyt. Centralbl. 1866, S. 378.
- Verhältnisse der gewöhnlichen Zimmeröfen sowie der mit Ventilation verbundenen Luftkastenöfen zu den geheizten oder ventilirten Räumen. Allg. Bauz. 1867, S. 242.
- Circulationsöfen. Allg. Bauz. 1867, S. 290.
- Ueber Zimmeröfen und Luftheizungs-Apparate. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1867, S. 141 u. 263.
- Ofen-Regulator. Deutsche Bauz. 1867, S. 392.
- Leistungsfähigkeit verschiedener Oefen. Deutsche Bauz. 1867, S. 476.

- DOBB's Zimmerofen. *Polyt. Centralbl.* 1867, S. 241.
- TREUDING. Ueber fehlerhafte Construction von Kachelöfen. *Zeitschr. f. Bauw.* 1868, S. 326 u. 462.
- Vorichtsmafsregeln gegen Entwicklung von Kohlenoxyd-Gas. *Deutsche Bauz.* 1867, S. 509; 1868, S. 61.
- Nachtheile der eisernen Oefen. *Deutsche Bauz.* 1868, S. 203.
- Apostel-Oefen. *Deutsche Bauz.* 1868, S. 482.
- LERAS. Ventilofen. *Maschin.-Conf.* 1868, S. 43.
- BUCHNER, O. Ueber Ofenheizung aus der Parifer Ausstellung. *ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1868, S. 21.
- BOYER. Ventilations-Oefen. *Allg. Bauz.* 1868—69, S. 215.
- Coaksofen zur Zimmerheizung, theils aus Thon, theils aus Eisen erbaut. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1869, S. 457.
- KÖNIG's Coaksofen zur Zimmerheizung. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1869, S. 458.
- Verjüngt (von unten nach oben) construirte Züge für Stubenöfen zur Brennmaterial-Erfparnis und Vermeidung von Rufsverstopfung. *Maschin.-Conf.* 1869, S. 254.
- Ventilations-Oefen. *Deutsche Bauz.* 1869, S. 27.
- Les inconveniens hygiéniques des poêles en fonte. Moniteur des arch.* 1869, S. 120, 141.
- MORLOK, G. Die Heizung durch Zimmeröfen. Stuttgart 1870.
- Bericht der Commission des Vereins der Gasfachmänner Deutschlands über die eingegangenen Concurrenzarbeiten für die Construction zweckmäfsigster Stubenöfen zu Gascoke. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1870, S. 601.
- Oefen für Bahnwärterbuden. *Deutsche Bauz.* 1870, S. 91.
- Oefen für Arbeiter-Wohnungen. *Deutsche Bauz.* 1871, S. 222.
- WOLPERT. Die patentirten WOLPERT'schen Füllöfen. *Zeitschr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver.* 1871, S. 12.
- Die MEIDINGER'schen Regulirfüllöfen und WOLPERT'schen Oefen. *Baugwks.-Ztg.* 1871, S. 87, 97. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1871, S. 389.
- RIST-KUSTERMANN. Regulir-Füllöfen. *Baugwks.-Ztg.* 1871, S. 104.
- HAILER. RIST-KUSTERMANN's pat. Regulirfüllöfen. *Polyt. Centralbl.* 1871, S. 220.
- WIEDERHOLD. Ueber einige Zimmeröfen neuer Construction. *Polyt. Centralbl.* 1871, S. 766.
- Amerikanischer hygienischer Heizofen, zugleich ventilirend. *Maschin.-Conf.* 1871, S. 285.
- MEIDINGER's Füllöfen. *HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw.* 1871, S. 140.
- CORDES. Patentregulirofen. *HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw.* 1871, S. 141.
- OPDENHOFF. Glafirter Chamotteofen. *HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw.* 1871, S. 141.
- HEINO. Ofen. *HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw.* 1872, S. 173.
- ZWICK, H. Die Zimmer-Oefen der letzten 10 Jahre. Leipzig 1874.
- KAMMERER. Füllöfen für Zimmerheizung. *Polyt. Journ. Bd.* 212, S. 79.
- BLAZICEK's neue Ofenconstruction. *Polyt. Centralbl.* 1874, S. 1275. *Maschinenb.* 1874, S. 390.
- BROWN u. GREEN's stove. *Engineer*, Vol. 37, S. 112.
- Oefen mit Ventilation. *Public health*, Vol. 2, S. 279.
- BLAZICEK. Füllöfen. *Maschinenb.* 1875, S. 207.
- HOTOP. Ueber einen verbesserten thönernen Zimmerofen. *Polyt. Centralbl.* 1875, S. 1351.
- Ueber Stuben- oder Zimmeröfen. *HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw.* 1875, S. 6, 24, 37, 52, 70.
- STEER's stove. *Iron*, Vol. 5, S. 136.
- Füll-Regulir-Oefen. *Deutsche Bauz.* 1869, S. 237; 1875, S. 78; 1876, S. 48.
- Verbesserte Kachel-Oefen. *Deutsche Bauz.* 1876, S. 94.
- ZWILLINGER, A. Von den Stuben-Oefen. *Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1876, S. 97, 117, 161 u. 200.
- BROC. Ventilationsofen für Steinkohlen etc. *Maschin.-Conf.* 1876, S. 363.
- Stubenofen, genannt Kaminkeffelöfen. *HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw.* 1877, S. 93.
- Der Zimmerofen von HOTOP. *HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw.* 1877, S. 26.
- STÜBBEN. Construction einiger neuen Zimmeröfen. *ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1877, S. 46.
- MEIDINGER. PERRY's (amerikanischer) Füllöfen. *Polyt. Journ. Bd.* 225, S. 203; *Bd.* 226, S. 117.
- BLAZICEK. Ventilirofen. *Maschinenb.* 1877, S. 402.
- BOSC, E. *Un nouvel appareil de chauffage. Gaz. des arch. et du bât.* 1877, S. 289.
- SCHMÖLCKE's patentirter Ventilationsofen für Luftab- und -zuführung. *ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1878, S. 329.
- Univerfal-Heizapparat. Patent BLAZICEK. *ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1878, S. 149.

- Der Zimmer-Schachtofen des Eifenwerks Kaiferslautern. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1878, S. 194.
 Der Pfälzer Ofen des Werkes Kaiferslautern. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1878, S. 348.
 WOLFFHÜGEL, G. Kohlenoxyd und gußeiserne Oefen. Zeitschr. f. Biologie 1878, S. 506.
 FISCHER, F. Zur Heizung mit Stubenöfen. Polyt. Journ. Bd. 230, S. 322.
 GROTEFEND's Regulir-Füllöfen. Maschinenb. 1878, S. 123.
 WÄCHTLER. Wiener Sparofen. Techn. Bl. 1878, S. 157.
 Die Reform des Kachelofens. Thonind.-Ztg. 1878, S. 339.
 FISCHER, F. Ueber neuere Heizversuche an Zimmer-Oefen. Deutsche Bauz. 1879, S. 242.
 LENTZ. Heizung für grössere Räume. Wochsch. d. Ver. deutsch. Ing. 1879, S. 482.
 Die Ausstellung von MARCUS ADLER, Fabrik wirthschaftlicher Heiz- und Kocheinrichtungen. Rohrleger
 1879, S. 209.
 WOLPERT's Strahlenraum-Ofen. Zeitschr. f. Baukde. 1879, S. 65.
 FISCHER, F. Ausnutzung der Brennstoffe durch Zimmeröfen. Polyt. Journ. Bd. 233, S. 133.
 STEINMANN. TÄUBRICH's Ventilationsmantelöfen. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 105.
 WOLPERT's Strahlenraumöfen. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 458.
Description des poêles à double circulation d'air employés au collège du Locle. Eifenb. Bd. 10, S. 77.
 Bringen gußeiserne Oefen die Gefahr der Vergiftung durch Kohlenoxyd? Gefundheit 1879, S. 226.
 WIMAN's Kachelöfen. Wochsch. d. Ver. deutsch. Ing. 1880, S. 7.
 Zerlegbarer eiserner Mantelöfen mit innerem Luftherhitzungsrohr von E. F. O. BERNHARD. Baugwks.-Ztg.
 1881, S. 17.
 Patentirter Ofen mit Ventilations-Einrichtung und Sicherheitsklappe. Deutsche Bauz. 1881, S. 167.
 Neuer Ventilations-Zimmerofen von SCHNELL und SCHNECKENBURGER. Schweiz. Gwbl. 1881, S. 174.
 Neue Ofenconstruction. Deutsche Bauz. 1881, S. 218.

Literatur

über »Oefen für Sammelheizungen«.

- Ofen zur Luftheizung von Chamottesteinen in der Ulanen-Caferne zu Moabit bei Berlin. Zeitschr. f. Bauw.
 1851, S. 258.
 Ofen zur Luftheizung von Eifen nach FELD'scher Construction. Zeitschr. f. Bauw. 1851, S. 260.
 JANNIARD, H. *Des appareils calorifères en général et de celui de M. FONDET en particulier.* Revue gén.
 de l'arch. 1853, S. 166, Pl. 18.
 VINEY. *Calorifère.* Allg. Bauz. 1855, S. 389.
 BARTLETT. Luftheizungsöfen. *Scientif. Americ.* Vol. 4, S. 113.
 Luftheizungsöfen, construit von SCHWATLO. Zeitschr. f. Bauw. 1863, S. 652.
 CAMPF. Ofen für Luftheizung. *Scientif. Americ.* Vol. 5, S. 216.
 Ueber Zimmeröfen und Luftheizungs-Apparate. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1867, S. 141 u. 263.
 CERBELAUD. *Calorifère à air chaud et à eau chaude.* *Nouv. annales de la const.* 1867, S. 147.
 GAILLARD et HAILLOT. *Calorifère vertical entièrement en fonte.* *Nouv. annales de la const.* 1868, S. 51.
 GAILLARD et HAILLOT. *Calorifère à lames ondulées entièrement en fonte.* *Nouv. annales de la const.*
 1868, S. 52.
 TRESCA. *Expériences exécutées sur un calorifère, présenté par M. M. WEIBEL & Cie.* *Annales de conserv.*
des arts et métiers, Tome 8, S. 225.
 BROC. Central-Luftheizöfen. Polyt. Centralbl. 1869, S. 1544.
 TRESCA. *Expériences sur un calorifère en briques réfractaires creuses construit par M. M. GAILLARD et*
HAILLOT. *Annales de conserv. des arts et métiers,* Tome 8, S. 392. Maschin.-Conf. 1870, S. 216.
 WIMAN, E. A. Luftheizungs-Calorifère aus Ziegeln. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1871, S. 383.
 INTZE. Centralheizöfen. Polyt. Centralbl. 1874, S. 1068.
 REINHARDT. *Air-heating apparatus.* *Engng.* Vol. 18, S. 253.
 FISCHER u. STIEHL. Neuer Luftheizapparat. Maschinenb. 1875, S. 201. Polyt. Centralbl. 1875, S. 1009.
 Verbeffertter Luftheizapparat. Maschin.-Conf. 1875, S. 190.
 KELLING. Luftheizungsöfen. Maschin.-Conf. 1875, S. 345.
 FRANCHOT. *Calorifère à air chaud.* *Revue gén. de l'arch.* 1875, S. 157.
Poêle-calorifère en fonte. *Système CHIACOMETTI.* *Gaz. des arch. et du bât.* 1877, S. 235.
 DIETRICH & Cie. *Calorifères.* *Revue indust.* 1878, S. 44.
Calorifère à air chaud de M. NICORA. *Revue industr.* 1880, S. 23.

Literatur

über »Feuerluftheizung«.

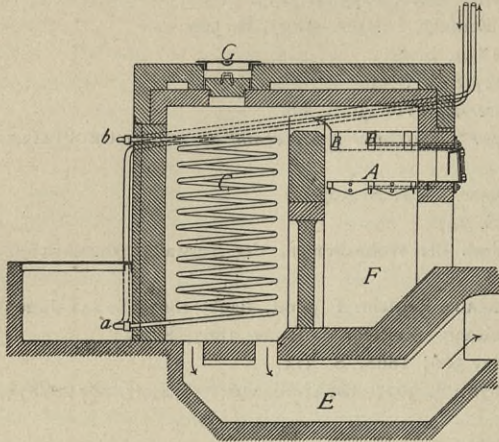
- BRUCKMANN, J. A. v. Beitrag zu der Luftheizung. Mergentheim 1829.
- WILLIAMS. Ueber den Gebrauch heißer Luft bei Heizungsanlagen. *Mechan. magaz.* Vol. 61, S. 491.
- JOHANNY. Erfahrungen in Betreff der Luftheizung. *Allg. Bauz.* 1855, S. 235.
- LÜBKE. Praktische Bemerkungen über Luftheizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1857, S. 509.
- HENNICKE. Ueber Luftheizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1859, S. 5.
- Ueber Luftheizung. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1859, S. 49.
- Ueber Luftheizungs-Anlagen. *Pract. mech. journ., 2. series,* Vol. 3, S. 88.
- Chauffage général d'une maison à loyer économique par un appareil à air chaud du système GROUVELLE.*
Nouv. annales de la const. 1860, S. 42.
- Heizungs-Canäle für Luft und Dampf. *Zeitschr. f. Bauw.* 1861, S. 303.
- Heizapparat mit erwärmter Luft. *Allg. Bauz.* 1861, S. 247.
- Heizapparat mittels heißer Luftströmungen zum Heizen der Wohnzimmer, der Verwaltungsbureaux etc.
Allg. Bauz. 1864, S. 6.
- Ueber Zimmeröfen und Luftheizungs-Apparate. ROMBERG's *Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1867, S. 141 u. 263.
- BÖCKMANN. Erfahrungen bei Anwendung von Luftheizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1867, S. 433.
- Luftheizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1867, S. 71, 82, 283, 560; 1868, S. 315.
- Luftheizung. *Deutsche Bauz.* 1868, S. 340, 445; 1872, S. 362; 1873, S. 246; 1874, S. 107; 1875, S. 162; 1876, S. 454.
- MEISSNER's Luftheizung. *Maschin.-Const.* 1875, S. 291, 309.
- REINHARDT, J. H. Ueber Luftheizungen. *Corr.-Bl. d. niederrh. Ver. f. öff. Gesundheitspfl.* 1876, S. 49.
- FISCHER und STIEHL. Neue Luftheizung. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1876, S. 24, 39.
- Ueber Luftheizungen. *Eisenb.* Bd. 6, S. 7, 15, 29, 38 u. 79.
- WOLPERT. Ueber Luftheizung. *Maschinenb.* 1877, S. 329.
- GOTTSCHALK, F. Ueber die Nachweisbarkeit des Kohlenoxydes in sehr kleinen Mengen und einige Bemerkungen zu der fog. Luftheizungsfrage. Leipzig 1878.
- RIETSCHEL. Ueber Luftheizung. *Deutsche Zeitschr. f. prakt. Med.* 1878, S. 595.
- Ueber die Luftheizung. *Rohrleger* 1878, S. 177, 195, 213, 229, 247, 267 u. 285.
- PAUL's patentirter Luftheizapparat. *Maschinenb.* 1879, S. 147.
- Neuere Luftheizapparate. *Maschinenbauer* 1879, S. 327.
- LASIU, G. Warmluftheizung mit continuirlicher Feuerung. *Eisenb.* Bd. 11, S. 145, 151.
- THOMS, G. Ueber Luftheizung. *Rigasche Ind.-Ztg.* 1879, S. 89.
- HELLER. Ueber die Luftheizung. *Viert. f. ger. Medicin* 1879, S. 160.
- Technische Mittheilungen des schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. 17. Heft: Warmluftheizung mit continuirlicher Feuerung. Von G. LASIUS. Zürich 1880.
- ZIUREK. Gutachten, betreffend die Beschaffenheit der Zimmerluft in den mit Luftheizung versehenen Schulclassen des französischen Gymnasiums und der Vorschule des Friedrich-Wilhelms-Gymnasiums zu Berlin in gesundheitlicher Beziehung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1880, S. 237.
- SCHWATLO's Luftheizungs-Apparat. *Deutsche Bauz.* 1880, S. 125.
- FISCHER & STIEHL. Verbesserungen an Luftheizungs-Einrichtungen. *Deutsche Bauz.* 1880, S. 459.
- WUTTKE, O. Central-Luftheizungs-Anlagen ohne Beordnung von Centrifugal-Ventilatoren. *Rohrl. u. Gefundh.-Ing.* 1880, S. 66.

γ) Vermittelung durch feste Wände und Wasser, bezw. Dampf.
(Wasser- und Dampfheizung.)

Es kann nicht die Aufgabe des gegenwärtigen Abschnittes sein, eine Beschreibung, bezw. Erörterung der verschiedenen Dampfkesselarten zu liefern. Ich begnüge mich vielmehr hier zu bemerken, daß unter bewohnten Räumen nur diejenigen Dampfwärmer zulässig sind, welche einen sehr kleinen Wasserraum besitzen, und füge hinzu, daß 1 qm Heizfläche durchschnittlich 10 bis 25 kg Dampf stündlich liefert.

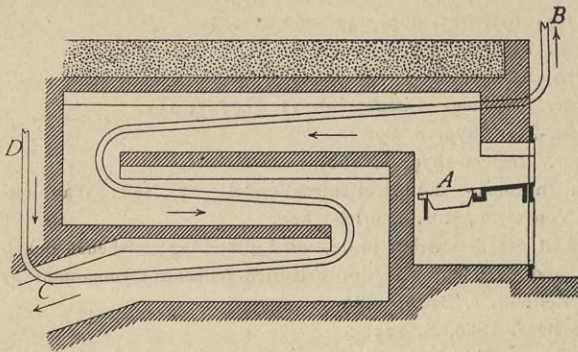
Die Feuerstellen der zum Erwärmen des Wassers dienenden Apparate sind nicht verschieden von den Feuerstellen überhaupt; die Apparate selbst unterscheiden sich hauptsächlich wegen der Verschiedenheit des Druckes, der in ihnen eintreten kann. Die Wärmeaufnehmer der Hochdruck-Wasserheizungen sind deshalb ausschließlich aus eben solchen Rohren gebildet, wie zur Leitung des Wassers verwendet werden, während diejenigen der Niederdruck-Wasserheizungen vielfach an die Gestalt der Dampfkessel erinnern, bezw. Kessel sind.

Fig. 257.

Heizapparat für Hochdruck-Heizung. $\frac{1}{60}$ n. Gr.

genen Rohre *C* und entweicht in den Rauchcanal *E*. Das zu erwärmende Wasser tritt bei *a* ein und verläßt den Apparat bei *b*. Die Hinterwand des Aschenfalls *F* ist »verloren« gemauert, so daß sie ohne große Umstände entfernt, somit die Heizschlange zugänglich gemacht werden kann. Die Klappe *G* gestattet nach ihrer Oeffnung das Reinigen der Rohrschlange von Flugasche.

Fig. 258.

Heizapparat für Hochdruck-Heizung von Schinz. $\frac{1}{50}$ n. Gr.

untersten derselben; das Wasser fließt von *D* über *C* allmählich steigend und in der der Rauchbewegung entgegengesetzten Richtung nach *B* und von dort zu den Wärme abgebenden Rohren.

Andere Anordnungen findet man in unten genannten Quellen beschrieben ¹⁰⁹⁾.

Die Erwärmung des Wassers der Mitteldruck-Heizungen findet meistens in ähnlichen Apparaten statt; zuweilen benutzt man jedoch kesselartige Gefäße, die bei den Niederdruck-Heizungen meistens im Gebrauch sind.

Gewöhnliche, wie auch die verschiedenen Rohrdampfkessel sind als Wasser-

Fig. 257 ist der lothrechte Durchschnit eines gebräuchlichen Wärmeaufnehmers für Hochdruck-Wasserheizungen.

A bezeichnet die Feuerstelle. Die Luftzuführung erfolgt theils durch die Rostspalte, theils durch seitlich der Feuerstelle liegende Canäle *B*, welche über dem Rost in den Feuerraum münden. Der Rauch überschreitet die Feuerbrücke, bespült niedersteigend die schraubenförmig gebogenen Rohre *C* und entweicht in den Rauchcanal *E*. Das zu erwärmende Wasser tritt bei *a* ein und verläßt den Apparat bei *b*. Die Hinterwand des Aschenfalls *F* ist »verloren« gemauert, so daß sie ohne große Umstände entfernt, somit die Heizschlange zugänglich gemacht werden kann. Die Klappe *G* gestattet nach ihrer Oeffnung das Reinigen der Rohrschlange von Flugasche.

Nach Umständen legt man in den Schacht, in welchem die Feuergafeniedersteigen, mehrere Schlangen, welche jede für sich mit ihren Leitungs- und Wärme abgebenden Rohren eine besondere Heizung bilden.

Wegen der ungünstigen Befspülung der Rohroberfläche der vorliegenden Anordnung empfiehlt Schinz die Rohrlage, welche Fig. 258 verfinnlicht.

Von der Feuerstelle *A* aus durchströmt der Rauch längs der Rohre *BC* über einander liegende Canäle bis zum

¹⁰⁹⁾ Heizapparat für Heißwasserheizung von R. O. MEYER in Hamburg. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 103.

Feuerung für Heißwasserheizung von FISCHER und STIEHL in Essen a. d. Ruhr. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 372.

FISCHER. Das Gymnasium Andreaneum zu Hildesheim. Beschreibung der Heiz- und Ventilations-Einrichtungen. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1870, S. 172.

heizkessel brauchbar. Von den den Warmwasser-Heizungen eigenen Wärmeaufnehmern sollen einige beschrieben werden.

Fig. 259 stellt den Querschnitt und wagrechten Längenschnitt eines gußeisernen Kessels von *Hartly & Sugden* dar.

Der zugehörige wagrechte Roßt liegt im Canal 1; von der Feuerstelle steigt der Rauch durch den Canal 2 nach oben, bewegt sich in 3 nach vorn und wird, durch eine im Mauerwerk ausgeparte Vertiefung, in die beiden Canäle 4, 4 geleitet, welche den Rauch wieder nach hinten führen. Nach Umständen wird derselbe noch weiter, mit Hilfe gemauerter Canäle, um den Kessel geleitet.

Zani hat einen kupfernen Kessel in der Weise angeordnet, wie Fig. 260 im Längen- und Querschnitt erkennen läßt.

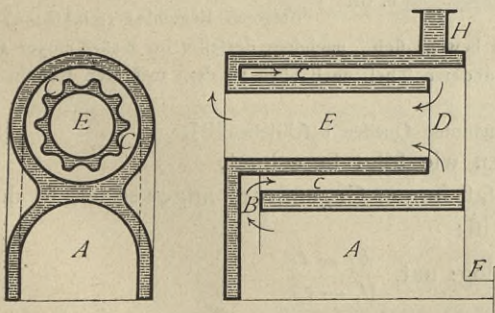
Hier ist in dem Raum *A* ebenfalls ein wagrechter Roßt angebracht, dessen Feuergase zunächst die gewölbte Decke des Raumes *A*, dann, den Spalt *B* durchströmend, die gewellte Fläche *C*, hierauf im Raum *D* sich wendend, die trommelförmige Fläche *E* befüllen. Von *E* aus kann der Rauch noch um den Kessel geführt werden. Das Wasser tritt bei *F* ein und verläßt den Kessel bei *H*.

Lothrechte Kessel sind im Allgemeinen beliebter, da sie die Anwendung einer Füllfeuerung bequemer machen.

Fig. 261 ist der lothrechte Schnitt eines derartigen Kessels ¹¹⁰⁾.

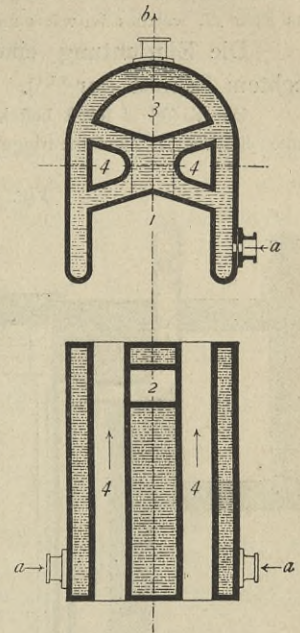
Derselbe besteht aus zwei in einander gesteckten Blechtrommeln mit feiltlichem Feuerungshals *B*. Die Feuerung ist so, wie die des *Meidinger*-Ofens; der Brennstoff (Coke) wird von oben eingeworfen und stützt sich auf die ebene Bodenplatte des inneren Kesseltheils, im Feuerungshals eine entsprechende Böschung bildend. Die Thür *C* ist in der Mitte getheilt und jede Hälfte auf dem Gelenkbolzen verschiebbar, so daß man die Weite des entstehenden Spaltes, der die Luft zum Feuer treten läßt, bequem regeln kann. Nach dem Niederklappen der Thür *C* vermag man Asche und Schlacke herauszuziehen; bei

Fig. 260.



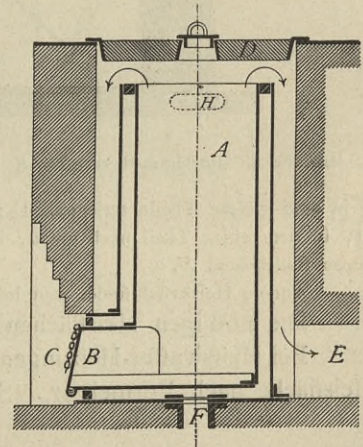
Heizkessel für Niederdruck-Heizung von *Zani*.

Fig. 259.



Heizkessel für Niederdruck-Heizung von *Hartly & Sugden*.

Fig. 261.



Heizkessel für Niederdruck-Heizung von *Hermann Fischer*. 1₈₀ n. Gr.

gehöriger Voricht kann man das Feuer während des ganzen Winters ununterbrochen erhalten. Der Kessel *A* ist in einem gemauerten Schacht aufgestellt, so daß zwischen ihm und der inneren Schachtwand ein Canal ringförmigen Querschnittes entsteht, in welchem der im Kessel empor gestiegene Rauch sich weiter abkühlend nach dem Rauchabführungscanal *E* niederfinkt. Der gemauerte Schacht ist mit einem Deckel *D* ge-

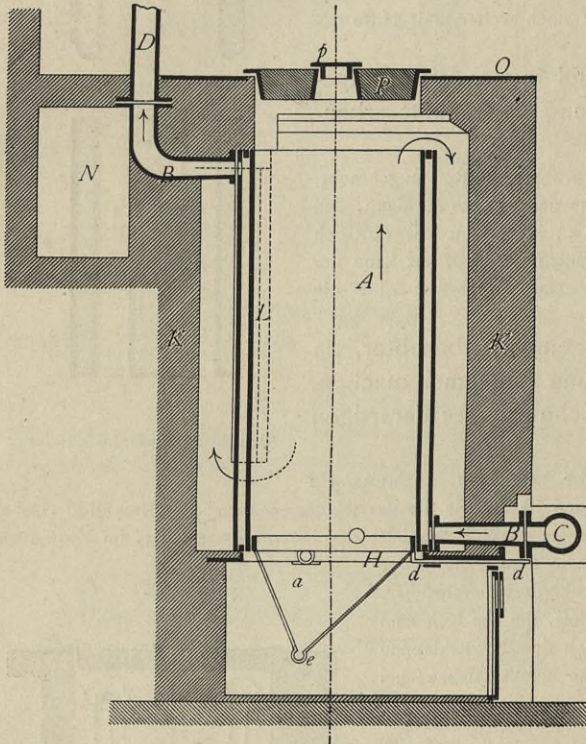
¹¹⁰⁾ Polyt. Journ. Bd. 221, S. 423.

geschlossen und das Mauerwerk mit einer eisernen Platte abgedeckt. Durch das Rohr *F* gelangt das Wasser in das Innere des Kessels, steigt von hier aus, sich erwärmend, empor und verläßt den Kessel durch das Rohr *H*, welches seitwärts an dem Kessel befestigt ist.

Die Einrichtung eines größeren derartigen Kessels stellt Fig. 262 in lothrechttem Schnitt dar ¹¹¹⁾.

Der Kessel *A* selbst besteht aus zwei in einander gesteckten Blechrohren, die oben und unten mit Hilfe eingelegter Flacheisenringe mit einander vernietet sind. Das Rohr *B* führt von dem zu vier derartigen Kesseln gehörigen Sammelrohr *C* das Wasser in den Kessel; das Rohr *D* leitet es aufwärts. Der Kessel *A* steht auf einer eisernen Platte *H*, in welcher zwei Zapfen *a* des Rostes gelagert sind; die Axe dieser Zapfen geht nicht durch die Mitte des Rostes, so daß der letztere am Kippen durch einen dritten Stützpunkt gehindert werden muß, der in Form des Schiebers *d* an der Platte *H* befestigt ist. Will man nun, nach längerem Heizen, die angesammelten Schlacken beseitigen, so ist nur der Schieber bei geschlossener Thür *I* zurückzuziehen; der Rost kippt um und läßt Schlacken etc. niederfallen, ohne daß der bedienende Arbeiter durch Staub belästigt wird. Nachdem der Staub sich gelegt hat, erfährt man mittels eines Hakens die Schleife *e*, dreht den Rost in die richtige Lage und bewegt den Schieber *d* wieder unter den Rost. Die gewöhnliche Aschenentfernung geschieht, indem man einen Haken durch die Oeffnungen des an der Thür *I* befindlichen geschlitzten Schiebers — der sonst zur Regelung des Luftzutritts dient — steckt und von unten in die Rostspalte führt. Rings um den Kessel ist durch das Mauerwerk *K* ein ringförmiger Raum gebildet, welchen die diagonal liegenden (punktirten) Zungen

Fig. 262.



Heizkessel für Mitteldruck-Heizung von Hermann Fischer. 1/30 n. Gr.

L in zwei gleiche Theile zerlegen. Der Rauch bewegt sich, nachdem derselbe im Kessel empor gestiegen ist, in dem einen Theil nach unten, in dem anderen Theil nach oben zu dem mehreren Kesseln gemeinsamen Rauchcanal *N*.

Andere Heizkessel findet man in den genannten Quellen beschrieben ¹¹²⁾.

Die nöthigen Heizflächen werden wie folgt berechnet.

Bei Heißwasser-Heizungen wird fast immer Gegenstrom angewendet, so daß die Heizfläche nach Formel 37^c. (S. 57) ist:

$$F = \frac{W}{k} \frac{\log. \text{nat.} \frac{T_1 - t_2}{(t_1 - t_2)}}{T_1 - T_2 - (t_1 - t_2)}$$

¹¹¹⁾ Polyt. Journ. Bd. 221, S. 423.

¹¹²⁾ FISCHER, H. Die Heizung und Lüftung geschlossener Räume auf der internationalen Ausstellung für Gesundheitspflege und Rettungswesen in Brüssel 1876. Polyt. Journ. Bd. 222, S. 6.

FISCHER, H. Feuerung des Wassererwärmungskörpers von der »Berliner Actiengesellschaft für Central-Heizungs-, Wasser- und Gasanlagen, vormals SCHÄFFER und WALCKER«. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 12.

FISCHER, H. Oefen für Wasser- und Dampfheizungen. Polyt. Journ. Bd. 231, S. 295.

Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876. Herausgegeben von der österreichischen Commission. 17. Heft. Heizung, Ventilation und Wasserleitungen. Von L. STROHMAYER. Wien 1877. S. 41.

Die Temperatur des Feuers T_1 nimmt man zu 1200 Grad, diejenige des abziehenden Rauches T_2 zu 300 Grad an, die Temperatur des heisseren Waffers t_1 zu 200 Grad, jene des zurückkehrenden Waffers t_2 zu 50 Grad an. Alsdann wird:

$$F = \frac{W}{k} \cdot 0,00185 \dots \dots \dots 133.$$

Der äussere Rohrdurchmesser ist 0,025 m, bezw. 0,033 m, also die äussere Rohrfläche — welche der grossen Wärmeleitungsfähigkeit von Wasser in Metall wegen hier als massgebend angenommen werden muss — eines \mathcal{L}_1 langen Rohres: $F = 0,025 \pi \mathcal{L}_1$, bezw. $= 0,033 \pi \mathcal{L}_1$.

Wegen der grossen Verschiedenheit der Rohrweite und des äusseren Rohrdurchmessers darf man k nicht grösser als 13 nehmen, so dass durch Einsetzen dieses Werthes und Gleichsetzen beider für F genannten Ausdrücke entsteht:

$$\text{für } 0,025 \text{ m dicke Rohre: } \mathcal{L}_1 = 0,00185 \frac{W}{540} \dots \dots \dots 134.$$

$$\text{für } 0,033 \text{ m dicke Rohre: } \mathcal{L}_1 = 0,0013 \frac{W}{770} \dots \dots \dots 135.$$

Redtenbacher giebt für die erstere Rohrart den Werth $\mathcal{L}_1 = \frac{W}{425}$ an, was wegen des früher gebräuchlichen Zusammendrängens der Rohre als berechtigt bezeichnet werden kann.

Die Rostfläche für Kohlen- und Cokeheizung wählt man gewöhnlich zu:

$$R = \frac{W}{30\,000} \text{ Quadr.-Met.} \dots \dots \dots 136.$$

Wärmeaufnehmer der Niederdruck-Wasserheizungen sind selten für Gegenstrom eingerichtet. Da der Werth $t_2 - t_1$, d. h. die Temperaturzunahme des Waffers gering ist, so rechnet man nach Formel 38. (S. 57):

$$F = \frac{W}{k} \frac{1}{\frac{T_1 + T_2 - (t_1 + t_2)}{2}},$$

setzt $k = 15$ bis 18, je nach der mehr oder weniger günstigen Lage der Heizflächen, $T_1 = 1200$, $T_2 = 200$, $t_1 = 60$ Grad, $t_2 = 90$ Grad und erhält alsdann:

$$F = \frac{W}{11\,150} \text{ bis } \frac{W}{9290} \text{ Quadr.-Met.}, \dots \dots \dots 137.$$

wofür im Mittel genommen zu werden pflegt:

$$F = \frac{W}{10\,000} \text{ Quadr.-Met.} \dots \dots \dots 138.$$

Die Rostfläche macht man im Durchschnitt

$$R = \frac{F}{20} \text{ bis } \frac{F}{25} \dots \dots \dots 139.$$

Die Wärmeaufnehmer der Mitteldruck-Wasserheizungen werden, je nach ihrer Construction, nach Formel 135., bezw. 136. oder 137., bezw. 133. und 139. berechnet.

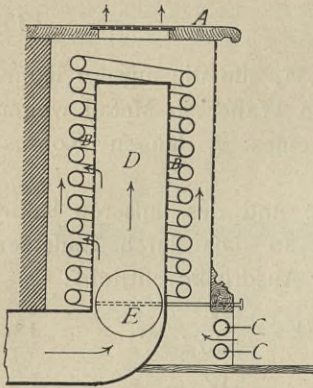
Die Wärmestrahler der Hochdruck-Wasserheizungen bestehen aus längs den Wänden liegenden Rohren, aus Schlangen oder aus schmiedeeisernen Rohren, welche mit gusseisernen Rippen versehen sind ¹¹³⁾.

277.
Wärmestrahler
d. Hochdruck-
Heizung.

¹¹³⁾ FISCHER, H. Dampf- und Warmwasser-Heizungskörper des Eifenwerkes Kaiferslautern. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 225.

Eine gebräuchliche Einrichtung läßt der lothrechte Durchschnitt in Fig. 263 erkennen. Unterhalb der Fensterbank *A* liegen die Windungen *B* der Heizschlange, welcher eines der Rohre *C* das Wasser zuleitet, während das andere zur Zurückführung desselben dient.

Fig. 263.

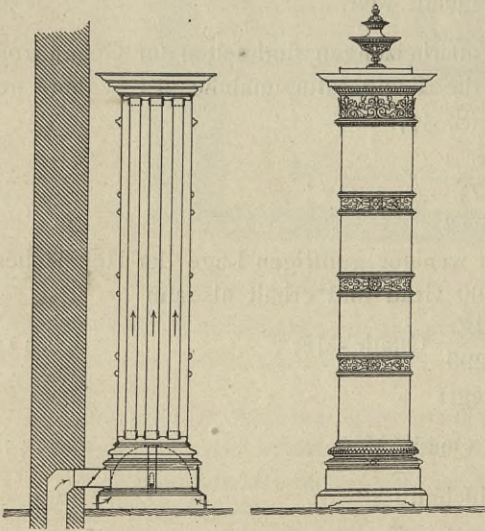


Wärmestrahler für Hochdruck-Heizung.
1/20 n. Gr.

Die Rohre *C* dienen gewöhnlich mehreren derartigen Schlangen und sind selbst Heizrohre, da sie hinter einem Gitter den Wänden entlang laufen. Eine Ventilanordnung (vergl. Art. 238, S. 197) gestattet, daß man das Heizwasser ganz oder theilweise durch die Schlange *B* fließen läßt oder ganz von dieser absperrt. Die Luft, welche sich an den Rohren *B* erwärmt, steigt nach oben und veranlaßt die kältere Zimmerluft von unten einzutreten. In der Mitte der Heizschlange befindet sich ein Blechkasten, dessen Wände durchbrochen sind. Derselbe steht mit einer Leitung, die frische Luft führt — die vielleicht unmittelbar ins Freie mündet — in Verbindung, sobald die Drosselklappe *E* geöffnet ist. Man vermag deshalb frische Luft an den Rohren *B* sich erwärmen und im erwärmten Zustande in das Zimmer treten zu lassen.

Ähnliche Rohrflangen finden in Wandchränken und besonderen Heizkammern Aufstellung; sie werden auch zu Mitteldruck- und Niederdruck-Wasserheizungen,

Fig. 264.



Ofen für Warmwasser-Heizung.

so wie zu Dampfheizungen verwendet und haben gemeinlich — da man es versteht, die Rohre durch Zusammenschweißen einzelner Stücke sehr lang zu machen — den Vorzug voraus, daß sie mit wenigen Verbindungsstellen behaftet sind und, da sie geringe Weite haben, den nothwendigen Dehnungen leicht nachgeben.

Für Warmwasser- und Dampfheizungen sind außerdem vielfache Formen der Wärmestrahler oder Oefen gebräuchlich; es soll hier eine kleine Auslese gegeben werden. Ein beliebter Ofen¹¹⁴⁾ ist durch Fig. 264 im lothrechten Durchschnitt und in Ansicht dargestellt.

Man bemerkt, daß auf einem Sockel ein Blechcylinder gestellt ist, durch dessen Böden eine Zahl oben und unten offener Rohre führen. Der Raum zwischen der Außenwand und den soeben genannten Rohren füllt das warme Wasser oder der Dampf aus. Die Außenfläche des Ofens steht mit der Zimmerluft in Berührung, während den Innenwänden der Rohre entweder die Zimmerluft (nach Oeffnung zweier, im Sockel liegender Klappen) oder frische Luft (nach Oeffnung der Drosselklappe im Luftzuführungs canal) zur Erwärmung dargeboten wird.

¹¹⁴⁾ Die Abbildung ist von *Aird & Mark* in Berlin.

Die Rohre dieses Ofens sind gegenüber ihrer Länge sehr eng, so dass in einiger Höhe der Temperaturunterschied zwischen Wasser und Luft ein geringer wird, also die Wärmeabgabe für jedes Quadrat-Meter der Fläche von der durchschnittlichen Wärmeabgabe weit entfernt bleibt (vergl. Art. 280, S. 238). Es ist deshalb vorzuziehen, wenige, aber weitere Rohre zu verwenden. Fig. 265 zeigt einen derartigen Ofen mit nur einem inneren Rohr; er besteht aus zwei in einander gesteckten, oben und unten verbundenen Blechtrommeln, die auf einem Sockel ruhen. Die Innenfläche des Rohres dient entweder zur Wiedererwärmung der Zimmerluft oder zur Erwärmung der frischen Luft, welche der Schieber *A* aus dem Blechrohr *B* zuströmen lässt.

Hinter Mänteln oder in Heizkammern verwendet man ähnliche Oefen in einfacheren Formen. Fig. 266 zeigt z. B. den theilweisen lothrechten Schnitt eines Ofens von *d'Hamelin-court*. Beide Trommeln *A* und *B* sind aus Gusseisen gefertigt, die äußere *A* auch mit Rippen versehen. Die Verbindung beider ist oben und unten je durch einen Ring *C* bewirkt.

Des geringeren Raumbedarfs halber gefaltet man die Oefen häufig plattenförmig. Man nietet z. B. zwischen

die Ränder ebener Blechtafeln einen Flacheisenring, und steift die Platten in der nöthigen Zahl von Punkten mittels Stehbolzen ab. Beliebt sind die gusseisernen Heizkasten mit Rippen (Fig. 267 in theilweiser Aufsicht und theilweisem wagrechten Schnitt), von welchen oft mehrere zusammen-

gebaut werden. Man stellt dieselben unter den Fensterbänken, in Wand-schränken und in Heizkammern auf. Eine Aufstellung in einem Wand-schrank zeigt Fig. 268 (*Aird & Mark* in Berlin) im Querschnitt und Vorderansicht. *A* bezeichnet den gusseisernen, mit Rippen versehenen Heizkasten, *C* den Mantel, welcher theils aus gestanztem Blech, theils aus Zinkguss besteht, *a* eine Klappe, welche gestattet, entweder den Luftzufluss aus dem Zimmer oder denjenigen aus dem Frischluftcanal *B* abzusperren, bezw. beide theilweise frei zu halten, *b* eine Klappe, welche entweder der

Fig. 265.

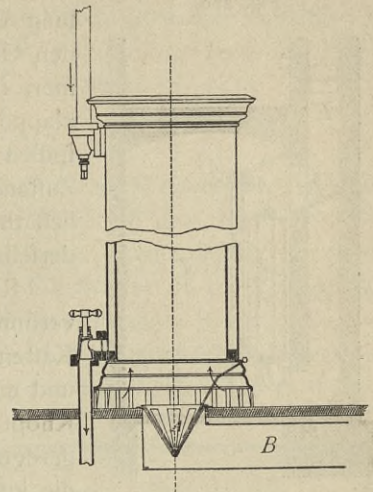
Ofen für Warmwasser-Heizung. $\frac{1}{20}$ n. Gr.

Fig. 266.

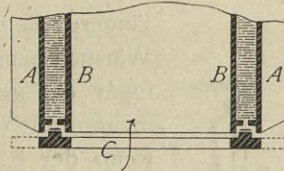
Ofen für Warmwasser-Heizung von *d'Hamelin-court*.

Fig. 267.

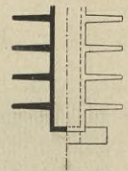
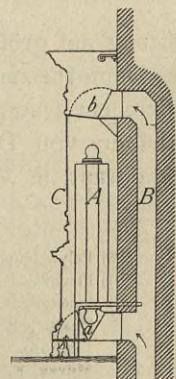
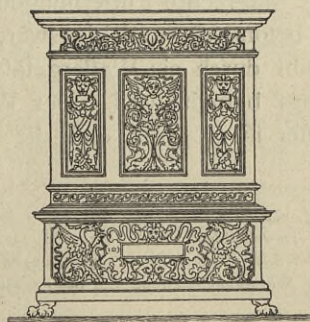
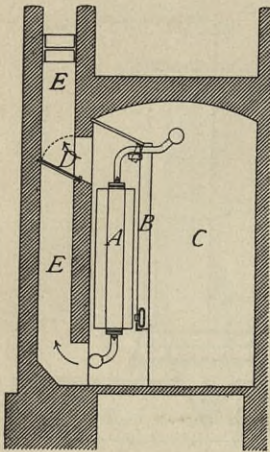
Heizkasten für Warmwasser-Heizung. $\frac{1}{10}$ n. Gr.

Fig. 268.

Heizkörper für Warmwasser-Heizung von *Aird und Mark* in Berlin. $\frac{1}{50}$ n. Gr.

erwärmten Luft oder der unerwärmten frischen Luft oder beiden gleichzeitig den Eintritt in das Zimmer gestattet.

Fig. 269.



Warmwasserofen für Heizkammern.

Fig. 269 ist der lothrechte Durchschnitt einer Aufteilung desselben Ofens in der Heizkammer. *A* bezeichnet den Ofen, *B* die verschiebbare Vorderwand der Heizkammer, *C* den Frischluftcanal. Je nach Stellung der Mischklappe *D* muß die frische Luft entweder den Ofen *A* bespülen oder gelangt durch den Canal *E* in unerwärmtem Zustande nach dem Orte ihrer Bestimmung oder strömt endlich theilweise durch die Heizkammer, theilweise seitwärts derselben durch den Canal *E*.

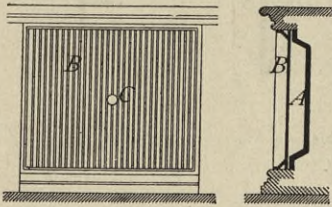
Recht niedlich sind die Heizkasten, welche Fig. 270 verfinnlicht¹¹⁵⁾. Unter der Fensterbank ist ein gußeiserner Kasten *A* eingelegt, dessen Deckel *B* aus Messing gefertigt und mit zahlreichen Rippen versehen ist. *C* bezeichnet den Knopf des Ventils, mittels dessen der Umlauf des Wassers geregelt oder abgesperrt werden kann. Die Platte *B* erwärmt die im Zimmer befindliche Luft unmittelbar; an die Rückseite des Kastens *A* wird die Luft besonders geleitet.

Vielfach verschiedene Zusammenstellungen von Rohren mit und ohne Rippen erwähne ich nur und verweise im Uebrigen auf die unten genannten Quellen¹¹⁶⁾.

279.
Dampf-
wasser-
öfen.

Die Raumeinheit des Dampfes enthält wenig Wärme; bald nach Absperrung des Dampfes wird daher der betreffende Wärmestrahl kalt. Der Wärmegehalt des Wassers ist weit größer, weshalb ein mit warmem Wasser gefüllter Ofen noch längere Zeit nach Absperrung des Wasserumlaufs Wärme abzugeben vermag; bei freiem Umlauf nimmt sogar die gesammte, die Heizung füllende Wassermenge an dieser Thätigkeit Theil, so daß man — wenn der Rauminhalt des Wassers ein großer ist — oft nur einige Stunden während des Tages feuert und trotzdem den erforderlichen Wärmezufluß erhält. Diese Eigenschaft der Wasserheizung ist in einzelnen Fällen erwünscht; man hat sie deshalb auch der Dampfheizung zu verleihen gesucht, da die Wasser-

Fig. 270.



Heizkasten für Warmwasser-Heizung.

heizung auf größere wagrechte Entfernungen nicht zu wirken vermag, hierfür aber die Dampfheizung besonders empfehlenswerth ist. Die Aufgabe findet ihre Lösung, indem ein Dampfrohr durch ein Wassergefäß geleitet, oder eine Fläche des Wasserbehälters von Dampf bespült wird. Der Wärmeübergang von Dampf durch eine Metallwand in Wasser ist so groß, daß die betreffenden Flächen kleine Masse haben

¹¹⁵⁾ Polyt. Journ. Bd. 222, S. 9.

¹¹⁶⁾ FISCHER, H. Warmwasseröfen. Polyt. Journ. Bd. 222, S. 9.

FISCHER, H. Öfen für Wasser- und Dampfheizungen. Polyt. Journ. Bd. 231, S. 295.

WIMAN, E. A. Warmwasser-Heizung des Schulgebäudes in Westerwik. Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1871, S. 679.

MEYER, F. Die Warmwasser-Heizung von FRANZ San GALLI in St. Petersburg. Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1872, S. 239.

RÖSICKE, H. Warmwasser-Heizung für kleine Anlagen. Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876, S. 31.

RÖSICKE, H. Heizkörper-Ummantelung für Centralheizungen. Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879, S. 323.

können. Von wirklichem Nutzen sind die Dampfwaſſeröfen jedoch nur in Sonderfällen, weſhalb ich betreffs Beſchreibung derſelben die Quelle nenne¹¹⁷⁾.

Die Berechnung der Wärme abgebenden Flächen der Dampf- und Waſſerheizkörper muſs der niedrigen Temperaturen halber mit größerer Vorſicht vorgenommen werden, als diejenige der gewöhnlichen, unmittelbar vom Rauch berührten Heizflächen. Man rechnet allerdings nach der Formel (S. 57):

$$F = \frac{W}{k} \frac{2}{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)}; \dots \dots \dots 38.$$

jedoch ſind die Temperaturen T_1 , T_2 , t_1 und t_2 nicht immer ohne Weiteres anzunehmen. Die Anfangstemperatur T_1 des Wärme abgebenden Mittels iſt am leichtesten feſtzuſtellen. Die Temperatur des Dampfes iſt immer ſeiner Spannung entſprechend und aus der hier folgenden Tabelle zu entnehmen. Für Waſſer iſt die Temperatur, mit welcher daſſelbe in den Heizöfen tritt, in der Regel ebenfalls leicht zu beſtimmen, da der Temperaturverluſt vom Waſſerwärmer bis zum Wärmeftrahler berechnet, in den gewöhnlichen Fällen auch genügend genau geſchätzt werden kann.

280.
Berechnung
der
Heizkörper.

Spannung.	Spannung für 1 qm.	Temperatur.	Verdampfungswärme nach Clausius.	Gefamtwärme zur Bildung nach Regnault.	Gewicht von 1 cbm Dampf.	Spannung.	Spannung für 1 qm.	Temperatur.	Verdampfungswärme nach Clausius.	Gefamtwärme zur Bildung nach Regnault.	Gewicht von 1 cbm Dampf.
0,25	2 583	65,3	561	626	0,163	2,75	28 418	131	514	646	1,498
0,50	5 167	81,7	549	631	0,310	3,00	30 002	134	512	647	1,623
0,75	7 750	92,1	542	635	0,452	3,25	33 585	137	510	648	1,746
1,00	10 334	100	536	637	0,589	3,50	36 169	139	509	649	1,868
1,25	12 917	106	532	639	0,725	4,00	41 336	144	505	650	2,111
1,50	15 501	112	528	640	0,858	4,50	46 503	148	502	652	2,351
1,75	18 084	116	525	642	0,989	5,00	51 670	152	499	653	2,588
2,00	20 668	120	522	643	1,118	5,50	56 837	156	497	654	2,823
2,25	23 251	124	519	644	1,246	6,00	62 004	159	495	655	3,055
2,50	25 835	128	516	645	1,373						
Atmoſphären.	Kilogr.	Grad.	Wärmeeinheiten.		Kilogr.	Atmoſphären.	Kilogr.	Grad.	Wärmeeinheiten.		Kilogr.

Die Temperatur des Dampfes bleibt bis zu ſeiner Verdichtung unverändert; alſo iſt bei Dampfheizungen $T_1 = T_2$ anzunehmen. Die Temperatur T_2 des Waſſers muſs jedoch beſonders beſtimmt werden und zwar auf Grund der verwendeten Rohrleitung (vergl. Art. 214, S. 173). Man wird in vielen Fällen, um T_2 möglichſt groß zu erhalten, verhältnißmäſſig weite Rohre anwenden, hierdurch zwar die Koſten der Rohrleitungen vermehren, aber die Koſten der Wärmeftrahler vermindern.

Die Anfangstemperatur t_1 , mit welcher die Luft den Heizkörper trifft, iſt bei verſchiedenen Anlagen ſehr verſchieden. Für Umlaufheizungen, alſo wenn man die Luft des zu heizenden Raumes den Heizflächen zuführt, ſetzt man für t_1 die Temperatur, welche die Luft nach der Erwärmung des Raumes hat; da während des Anheizens die Temperatur t_1 geringer iſt, ſo iſt die Wärmeabgabe eine größere, was nicht ſtört. Entnimmt man die zu erwärmende Luft dem Freien, ſo ſetzt man

117) FISCHER, H. Ueber Dampfwaſſeröfen. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 34.

für t_1 diejenige Temperatur, welche für den Wärmebedarf als Außentemperatur angenommen wurde.

Am schwersten ist die Endtemperatur t_2 der erwärmten Luft zu bestimmen. So fern man die Heizflächen frei im Raume aufstellt, dieselben also unbehindert von der Zimmerluft befüllt werden können, so wird man unbedenklich für t_2 die mittlere Zimmertemperatur, also $t_2 = t_1$ setzen können. Anders ist es, wenn die Heizflächen aus Rohren bestehen, die von aussen erwärmt werden (vergl. Fig. 264, 265, 266 auf S. 232 u. 233), oder wenn dieselben ummantelt, bzw. in Heizkammern aufgestellt sind.

In einigen Fällen treibt man die Luft mittels besonderer Kraft, Gebläse etc. den Heizflächen entlang. Alsdann ist die Wärmemenge W , welche von der Luft aufgenommen wird, wenn \mathcal{Q} die stündlich gelieferte Luftmenge (in Kilogr.) bezeichnet:

$$W = \mathcal{Q} \cdot 0,24 (t_2 - t_1) \dots \dots \dots 140.$$

oder:

$$t_2 = \frac{W}{\mathcal{Q} \cdot 0,24} + t_1 \dots \dots \dots 141.$$

In der Mehrzahl der Fälle soll jedoch der durch die Erwärmung hervorgerufene Auftrieb die Luft an den Heizflächen entlang führen. Alsdann ist die Frage, welche Endtemperatur t_2 die Luft hat, während sie die verschiedenen Stellen des Ofens verläßt, nur auf Umwegen zu bestimmen.

Fig. 271.

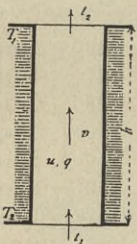


Fig. 271 stelle ein Rohr prismatischer Gestalt dar, das von aussen durch warmes Wasser der Anfangstemperatur T_1 und Endtemperatur T_2 berührt wird. Die Luft durchströme das Innere des Rohres und werde in demselben von t_1 auf t_2 erwärmt. Der Querschnitt des Rohres sei q^m , der Umfang desselben U^m , und die mittlere secundliche Luftgeschwindigkeit v^m . Der Auftrieb werde nur durch die Höhe h gebildet. Alsdann ist, nach Gleichung 38. (S. 57):

$$F = U h = \frac{W}{k} \frac{2}{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)} \dots \dots \dots 142.$$

Ferner ist, nach 140., wenn für \mathcal{Q} gesetzt wird:

$$\mathcal{Q} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} q v \cdot 3600$$

$$W = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} q v \cdot 3600 \cdot 0,24 (t_2 - t_1) \dots \dots \dots 143.$$

Der Auftrieb beträgt: $h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \right\}$, und die Widerstände sind:

$$\frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \left\{ \Sigma \xi + x \frac{u}{q} \left(\frac{1}{v} + 20 \right) h \right\} \frac{v^2}{2g}.$$

Setzt man nun vorläufig:

$$\left\{ \Sigma \xi + x \frac{u}{q} \left(\frac{1}{v} + 20 \right) h \right\} = \varphi, \dots \dots \dots 144.$$

so ist die Formel, welche die Geschwindigkeit v bestimmt:

$$h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \right\} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \varphi \frac{v^2}{2g} \quad \dots \quad 145.$$

Indem man den Werth W aus 143. in 142. einsetzt, erhält man:

$$U h = \frac{1728 (t_2 - t_1) q v}{k (T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)} \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \quad \dots \quad 146.$$

Den hieraus zu entnehmenden Ausdruck für v führt man in Gleichung 145. ein und erhält dann, nach wenigen Umformungen:

$$\frac{q}{U} = \frac{k \{ (T_1 + T_2) - (t_1 + t_2) \}}{1728 (t_2 - t_1)} \sqrt[3]{\frac{\varphi h}{2g} \frac{1}{\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \right) \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}}}} \quad 147.$$

Aus dieser Gleichung vermag man mit vieler Mühe einen äußerst zusammengefügten Ausdruck für t_2 zu gewinnen; ich verzichte darauf, denselben wiederzugeben.

Zweckmäßiger ist, die Formel unmittelbar zu benutzen, um den erforderlichen Querschnitt des Rohres zu bestimmen, nachdem man sich — außer für T_1 , T_2 und t_1 — auch für t_2 entschieden hat.

Zu dem Ende ist noch φ zu bestimmen; dasselbe enthält nach Gleichung 144. den unbekanntem Ausdruck $\kappa \frac{u}{q} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} h$ neben der aus der Anordnung zu schätzenden $\Sigma \xi$. Setzt man glatte Wände voraus, so darf $\kappa = 0,0004$ gewählt werden. v schwankt zwischen $\frac{1}{3}$ und 4^m , daher der eingeklammerte Werth zwischen 20,15 und 23; man kann daher, ohne einen nennenswerthen Fehler zu begehen, $\kappa \left(\frac{1}{v} + 20 \right) = 0,009$ setzen. u ist nicht immer gleich U , z. B. nicht, wenn der Umfang des Luftquerschnittes theilweise von dem Mantel oder der Heizkammerwand, theilweise von der Heizfläche gebildet wird; man muß daher $\frac{u}{q}$ nach der beabsichtigten Construction vorläufig schätzen und nach vollzogener Rechnung prüfen, ob die Schätzung richtig war. $\Sigma \xi$ ergibt sich aus der Construction. Zunächst muß z. B. die Luft durch ein Gitter fließen; dann ist der Widerstand, welcher beim Eintritt in den Canal oder das Rohr entsteht, zu berücksichtigen, welcher gewöhnlich $\xi = 1,2$ ergibt; ferner sind häufig Richtungsänderungen und Gitter an der Ausmündungsstelle der Luft vorhanden, so daß $\Sigma \xi$ meistens den Ausdruck, welcher den Reibungswiderstand wiedergibt und der nunmehr zu $\frac{u}{q} 0,009 h$ festgestellt ist, bedeutend überwiegt. Die Werthe $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1}$ etc. sind aus der Tabelle auf S. 75 zu entnehmen.

Die Formel 147. wird nach Einführung des Zahlenwerthes für $2g$ allgemein:

$$\frac{q}{U} = \frac{k \{ (T_1 + T_2) - (t_1 + t_2) \}}{7638 (t_2 - t_1)} \sqrt[3]{\frac{(\Sigma \xi + 0,009) \frac{u}{q} h}{\left(\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \right) \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}}}} \quad 148.$$

Es sei die Rohrweite für den Ofen Fig. 265 (S. 233) zu berechnen. k sei (vergl. Art. 72, S. 66) $= 16$, $T_1 = 90$ Grad, $T_2 = 60$ Grad, $t_1 = 20$ Grad, $t_2 = 40$ Grad, $h = 2,2$ m, $\Sigma \xi = 2$, $\frac{u}{q}$ vorläufig $= 13$.

Dann ist der Durchmesser des Rohres

$$D = 4 \frac{D_2 \frac{\pi}{4}}{D \pi} = 4 \frac{16 \cdot 90}{7638 \cdot 20} \sqrt{\frac{(2 + 0,209 \cdot 13 \cdot 2,2) 2,2}{(1,2 - 1,16) 1,16}} = 0,35 \text{ m}$$

und die Schätzung $\frac{u}{q} = 13$ annähernd richtig.

Man wolle aus diesem einen Beispiel ersehen, wie hoch t_2 gewählt werden muß, um solche Rohrmaße zu erhalten, wie Fig. 264 (S. 232) erkennen läßt. Es ist daher kein Wunder, wenn das Quadratmeter der Rohrheizflächen oft nicht einmal $\frac{1}{4}$ der Wärme abgibt, die man von zweckmäßiger angeordneten Heizflächen gewinnt.

Gleichung 148. muß nun so benutzt werden, daß für jeden einzelnen Theil der Heizfläche das q , bzw. $\frac{q}{U}$ berechnet wird; verfährt man so, so ist das der Rechnung zu Grunde gelegte t_2 mit aller Sicherheit auch für die Berechnung der erforderlichen Heizflächen zutreffend.

Die vorher gegebene Rechnung wurde unter der Voraussetzung gemacht, daß nur die Ofenhöhe h für den Auftrieb benutzbar sei.

Steht der Ofen innerhalb eines Mantels, welcher wesentlich höher ist, als der Ofen, oder befindet sich der Ofen in einer Heizkammer, welche unter dem zu beheizenden Raume liegt, so ist natürlich die größere Höhe für den Auftrieb in Rechnung zu stellen, wofür die nöthigen Angaben gegeben sind. Immer ist jedoch dafür zu sorgen, daß der berechnete Querschnitt nach einem und demselben Verhältniß $\frac{q}{U}$ auf die einzelnen Heizflächen vertheilt wird ¹¹⁸⁾.

Nach den gegebenen Erörterungen kann ich mich bezüglich der Heizflächenberechnung kurz fassen. Man versteht unter der Heizfläche der Dampf- und Wasserheizungen immer diejenige, welche von der Luft befüllt wird. Für glatte Heizflächen wählt man bei Wasserheizungen zwischen $k = 13$ bis 20, je nachdem die Heizflächengröße die vom Wasser berührte Flächengröße mehr oder weniger überwiegt, bzw. je nachdem die Heizflächen für die Luftbefüllung weniger oder mehr günstig liegen. Eben so wählt man bei Dampfheizungen k zwischen 11 bis 18. Die Wärmeabgabe gerippter Flächen ist nur sehr unsicher zu bestimmen; sie dürfte, namentlich weil das Verhältniß $\frac{q}{U}$, welches vorhin näher besprochen wurde, selten günstig sein kann, in der Regel diejenige der glatten Fläche, auf welcher die Rippen sich befinden, nicht um mehr als 1,25 steigern.

Daß fog. »Faustrechnungen« nicht am Platze sind, mögen folgende Beispiele ergeben.

Ein Warmwasserheizofen mit nur äußerer Heizfläche stehe frei in einem auf 20 Grad zu erwärmenden Raume. Es sei $T_1 = 90$ Grad, $T_2 = 60$ Grad, $k = 16$; alsdann wird die Heizfläche

$$F = \frac{W}{k} \frac{2}{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)} = \frac{W}{880}.$$

Derfelbe befinde sich in einem Mantel und werde sehr günstig von der Luft befüllt, habe überhaupt fast gleiche Flächen für die Wasser- und Luftberührung, so daß $k = 19$ gesetzt werden darf; t_2 sei $= 40$ Grad. Man erhält dann:

¹¹⁸⁾ Dasselbe sollte auch bei der Construction derjenigen Oefen berücksichtigt werden, welche unmittelbar von den Feuergasen erwärmt werden; es würden dann die häufig geradezu unsinnigen Formen von selbst hinwegfallen.

$$F = \frac{W}{855}.$$

Demselben werde nur frische Luft zugeführt; die niedrigste Temperatur derselben sei $t_1 = -20$ Grad; es ist dann

$$F = \frac{W}{1235}.$$

Endlich befinde sich derselbe in einem Mantel, welcher der Luftbewegung viele Widerstände bietet, und bestehe aus einer Rohrchlange, die ziemlich enge Windungen hat, so dafs $t_2 = 70$ Grad, $k = 13$ genommen werden mufs. Im Uebrigen sei wie immer $T_1 = 90$ Grad, $t_1 = 20$ Grad, T_2 aber, wegen enger Rohrleitung, $= 40$ Grad. Dann entsteht:

$$F = \frac{W}{260}.$$

Der vorliegende Gegenstand ist in unten genannter Quelle in anderer Weise und eingehender behandelt ¹¹⁹⁾.

Literatur

über »Wasserheizung und Wasserluflheizung«.

- Von der Wassercirculation als Mittel zur Heizung und Lüftung öffentlicher Gebäude. Allg. Bauz. 1853, S. 3.
- TASKER. Sich selbst regulirender Wasserofen. *Civ. eng. and arch. journ.* 1855, S. 288.
- BEYER. Ueber Anlage von Warmwasser-Heizungen. *Zeitschr. f. Bauw.* 1857, S. 11.
- HAAG, J. Neues System für Heifswasser-Heizung und Ventilation in Wohngebäuden und öffentlichen Anstalten. ROMBERG's *Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1858, S. 193.
- LOHSE. Warmwasser-Heizung in Privatwohngebäuden. *Zeitschr. f. Bauw.* 1860, S. 624.
- RIDDELL. Ofen und Kessel für Warmwasser-Heizung. *Polyt. Centralbl.* 1861, S. 1046.
- HAAG. Ueber Heifswasser-Heizungen und Ventilation. *Polyt. Journ.* Bd. 163, S. 50.
- HAAG. Der Brennmaterialverbrauch bei der Heifswasser-Heizung im Vergleich mit der Ofenheizung. *Polyt. Journ.* Bd. 165, S. 425.
- SCHMIDT. PURNELL's neue Anordnung der Wasserheizungsanlagen. *Polyt. Journ.* Bd. 166, S. 256.
- CLARKE. Kessel oder Apparat für Wasserheizung. *Engineer*, Vol. 14, S. 155.
- KLOTZBACH, J. Beschreibung eines Warmwasser-Heiz-Apparates in der Strafanstalt zu Brieg. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1863, S. 285, 405.
- Die Anlage von Warmwasser-Heizungs-Apparaten in öffentlichen und Privat-Gebäuden. ROMBERG's *Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1863, S. 115.
- SONNENSTEIN. Warmwasser-Heizung, Anlage, Kosten und Resultate. *Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1866, S. 283.
- BÖCKMANN. Ueber Warmwasser-Heizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1867, S. 433.
- BÖCKMANN. Ueber Heifswasser-Heizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1867, S. 434.
- Anwendung der Heifswasser-Heizung nach LONGBOTTOM u. EASTWOOD. *Polyt. Centralbl.* 1867, S. 383.
- Ueber Warmwasser-Heizung. *Deutsche Bauz.* 1867, S. 415 u. 423.
- CERBELAUD. *Calorifère à air chaud et à eau chaude. Nouv. annales de la const.* 1867, S. 147.
- Warmwasser-Heizung. Brennmaterial-Bedarf im Rathhaufe zu Berlin. *Deutsche Bauz.* 1868, S. 124.
- WEISS. Die vortheilhaftesten Temperaturverhältnisse und Dimensionen der Wasserheizung. *Allg. Bauz.* 1868—69, S. 395.
- HAAG, J. Anlage für Heifswasser-Heizung der Lazarethbaracken. *Deutsche Viert. f. öft. Gefundheitspf.* 1869, S. 281.
- Vortheilhafte Temperatur-Verhältnisse und Dimensionen der Wasserheizung. *Deutsche Bauz.* 1870, S. 350.
- Ueber Heifswasser-Heizung. *Maschin.-Conf.* 1870, S. 210, 229.
- HENSE. GRANGER und HUAN's Röhrenkessel für Wasserheizungen. *Polyt. Centralbl.* 1870, S. 1667.
- Warmwasser-Heizung. Röhren-Kessel. *Deutsche Bauz.* 1870, S. 354.
- FISCHER, H. Ueber Warmwasser-Heizung. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1872, S. 217.

¹¹⁹⁾ WEISS. Kritische Bemerkungen über die für Wasserheiz-Anlagen angewendeten Berechnungsmethoden und die Minimalgröfse der Rohroberfläche einer Wasserheizung etc. *Zeitschr. des öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1879, S. 150 u. 173.

- MEYER, F. Die Warmwasser-Heizung von SAN GALLI in St. Petersburg. *Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1872, S. 239.
- GRANGER und HYAN's Wafferheizmethode. HAARMANN's *Zeitfchr. f. Bauhdw.* 1872, S. 23.
- GRANGER u. HYAN. Wafferheizmethode mit Schüttkeffeln. HAARMANN's *Zeitfchr. f. Bauhdw.* 1872, S. 217.
- Heißwasser-Heizung mit Glycerinfüllung. *Deutsche Bauz.* 1873, S. 7.
- JÄGER. Ein neuer Heißwasser-Ofen. ROMBERG's *Zeitfchr. f. prakt. Bauk.* 1873, S. 243.
- DENNIS' Füllöfen für Heißwasserheizungen. *Polyt. Journ. Bd. 214*, S. 287.
- LIEBELT. Wafferheizkeffel. *Mafchin.-Conf.* 1875, S. 345.
- RÖSICKE, H. Wafferheizung für kleine Anlagen. *Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1876, S. 31.
- SCHINZ. Construction der PERKINS'schen Wafferheizung. *Polyt. Journ. Bd. 219*, S. 68, 97, 210, 331, 439, 480.
- FISCHER, H. Heizkeffel für Warmwasserheizungen. *Polyt. Journ. Bd. 221*, S. 423.
- Ueber PERKINS Hochdruckwasserheizung. *Mafchinenb.* 1876, S. 349.
- BURR. *Heating building with hot water. Scientif. Americ.* Vol. 32, S. 290.
- JASPER. Wafferheizapparat. *Polyt. Zeitg.* 1877, S. 5.
- BACON's Heißwasserapparat für Heizung und Ventilation. *Mafchinenb.* 1877, S. 385. *Mafchin.-Conf.* 1877, S. 355.
- LIEBAU. Combinirter Warmwasser-Heiz- und Kochapparat mit Contactfeuerung. *Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1878, S. 314.
- WRIGHT's Heißwasserkeffel. *Mafchin.-Conf.* 1878, S. 293.
- Neuer Wafferheizkeffel mit stehenden Röhren (Thermosiphon) und Schüttfeuerung von BERGER u. BARILLOT zu Moulins. *Rohrleger* 1878, S. 193.
- LÜNING, F. Warmwasser-Heizapparat, genannt Kreuz-Mantel-Keffel. *Rohrleger* 1878, S. 252.
- Niederdruck-Wafferheizung. *Rohrleger* 1878, S. 305.
- Englifche Heißwasserapparate. *Rohrleger* 1878, S. 313.
- Amerikanifcher Heißwasser-Apparat. *Rohrleger* 1878, S. 314.
- Mitteldruckheizung. *Rohrleger* 1878, S. 324.
- Hochdruckheizung, Heißwasser-Heizung. *Rohrleger* 1878, S. 324.
- MEYER, R. O. Heizapparat für Heißwasser-Heizung. *Polyt. Journ. Bd. 234*, S. 103.
- Feuerung für Heißwasser-Heizung von FISCHER und STIEHL. *Polyt. Journ. Bd. 234*, S. 372.
- Warmwasser-Heizapparat. *Mafchinenb.* 1879, S. 18.
- HOOD, C. *A practical treatise on warming buildings by hot water etc. 5. edit.* London 1879.
- MEYER, R. O. Neue Ofen-Construction für Heißwasser-Heizungen. *Deutsche Bauz.* 1880, S. 164.
- LIEBAU. Combinirter Warmwasser-Heizapparat. ROMBERG's *Zeitfchr. f. prakt. Bauk.* 1880, S. 70.
- PESCHLOW, L. Verbefterung an Heizkeffeln für Warmwasser-Heizungen. *Rohrl. u. Gefundh.-Ing.* 1880, S. 52.
- Water-heating apparatus. Iron*, Vol. 16, S. 129.
- HAUSER. Zur Theorie der Heißwasser-Heizungen. *Gefundh.-Ing.* 1881, S. 61.
- Improved mode of warming and ventilating. Builder*, Vol. 39, S. 54.

Literatur

über »Dampf-, Dampfwasser- und Dampfheizung«.

- GLUSAK, G. Dampfheizung. *Zeitfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1860, S. 225.
- Dampfheizungen von verzinnem Eifenblech. *Polyt. Journ. Bd. 165*, S. 75.
- LEWIS und VAUX. Zimmerheizung durch Dampf. *Scientif. Americ.* Vol. 4, S. 196.
- Ueber Dampfheizungsanlagen. *Scientif. Americ.* Vol. 4, S. 283.
- WIEDENFELD. Dampfheizung. *Polyt. Centralbl.* 1865, S. 97.
- WEISS. Die vortheilhaftesten Temperaturverhältnisse der Dampfheizung. *Allg. Bauz.* 1868—69, S. 410.
- SULZER's combinirte Dampf- und Wafferheizung. *Mafchin.-Conf.* 1869, S. 67.
- KLEIN, J. Ueber Dampfheizungen. *Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1872, S. 745. *Polyt. Centralbl.* 1873, S. 226. HAARMANN's *Zeitfchr. f. Bauhdw.* 1873, S. 155.
- Das combinirte Dampf- und Warmwasser-Heizfyftem. *Mafchin.-Conf.* 1874, S. 322.
- Les appareils de chauffage du nouveau collège Rollin. Gaz. des arch. et du bât.* 1875, S. 155.
- KIDD's method of heating buildings. *Iron*, Vol. 5, S. 73.
- LAPORTE-MOTZ'scher Condensationsapparat für Dampfcentralheizungen. *Polyt. Journ. Bd. 221*, S. 309.
- KAFER. DE LACY, verbefterter Dampfheizapparat für Wohnräume. *Mafchinenb.* 1876, S. 203.
- Dampf-Wafferheizung (System SULZER). *Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover.* 1877, S. 541.

Chauffage à la vapeur aux États-Unis. Gaz. des arch. et du bât. 1877, S. 152.

Luftheizung mittels Dampfrohren. *Maschinenb.* 1878, S. 324.

Dampfheizung. *Rohrleger* 1878, S. 340.

Dampf-Wasserheizung. *Rohrleger* 1878, S. 371.

Beschreibung eines Dampf-Wasser-Heizofens nach neuer Construction. Von Gebr. SULZER in Winterthur. *Bayer. Ind. u. Gwb.* 1878, S. 290.

KÄUFFER's Dampf-Ofen mit veränderlicher Heizfläche. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 266.

FISCHER, H. Ueber Dampf-Wasseröfen. *Polyt. Journ.* Bd. 234, S. 34.

FISCHER, H. Ueber Regelung der Wärmeabgabe bei Dampföfen. *Polyt. Journ.* Bd. 234, S. 161.

INTZE. Größere Central-Dampfheizungen der Neuzeit. *Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1879, S. 377.

FISCHER, H. Vorrichtungen zur Regelung der Wärmeabgabe bei Dampföfen. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1880, S. 177.

FISCHER. Ueber Mittel zur Regelung der Temperaturen bei Dampföfen. *Deutsche Bauz.* 1880, S. 46.

HOLLY's System der Dampfheizung. *Maschinenb.* 1880, S. 35.

Welche Vortheile ergeben sich aus der Bedeckung von Dampfleitungsröhren etc. mit Korkholz. *Maschinenb.* 1880, S. 379.

Ist es besser ein Dampfheizungssystem, wenn kalt, luftleer oder luftvoll zu haben. *Gefundh.-Ing.* 1880, S. 246.

Beschreibung der patentirten Niederdruck-Dampfheizung mittels Thermophoren. *Baugwks.-Ztg.* 1880, S. 611.

7. Kapitel.

Abkühlung der Luft.

a) Mittel zur Abkühlung.

Das scheinbar am nächsten liegende Mittel besteht in der Benutzung der Erdtemperatur. Dieselbe liegt zwischen der Sommertemperatur und derjenigen des Winters; sie ist wegen der Fähigkeit der Erde, des in ihr befindlichen Grundwassers etc., große Wärmemengen aufzuspeichern, im Sommer niedriger, im Winter höher als im Freien. Führt man sonach die warme Sommerluft so tief und weit durch Erde oder Felsen, daß eine entsprechend große Berührungsfläche vorhanden ist, so gelingt die Kühlung ohne Schwierigkeit. Es ist hierbei jedoch nicht zu übersehen, daß vermöge dieses Verfahrens die Erdtemperatur wesentlich rascher der Temperatur des Freien sich nähert, also im Sommer die niedrige mittlere Temperatur der Erde rascher einer höheren Platz macht, als wenn der Wärmeaustausch nur durch die Erdoberfläche stattfindet. Die betreffenden Erdflächen nehmen, wegen der geringen Leitungsfähigkeit der Erde, wenn letztere trocken ist, verhältnismäßig rasch eine höhere Temperatur an, wodurch die Leistungsfähigkeit des Verfahrens sehr bald wesentlich beeinträchtigt wird.

Man benutzt Brunnen, Keller, ausgedehnte im Kellergeschofs befindliche Luftleitungscanäle in diesem Sinne, erreicht hierdurch aber im Durchschnitt nur eine geringe Kühlung, die außerdem sehr wenig gesichert, durch Rechnung nicht bestimmbar ist.

Fischer und Stiehl in Essen haben sich das Verfahren patentiren lassen¹²⁰⁾, das Grundwasser durch Rohre zu leiten, längs deren Oberflächen die zu kühlende Luft streicht. Dasselbe hat gegenüber dem Verfahren, welches die kühleren Erdflächen, bezw. Kellergeschofswände benutzt, offenbar den Vortheil, daß wesentlich größere Erd- und Grundwassermassen zu dem Wärmeaustausch herangezogen werden können.

282.
Benutzung
der
Erdtemperatur.

283.
Kühlung
durch
Wasser.

¹²⁰⁾ D. R.-P. No. 121.

Beide Verfahren können während des Winters zu einer theilweisen Vorwärmung der Luft benutzt werden.

Die Kühlung durch anderes, z. B. Leitungswasser, welches durch Rohre strömt, ist von dem *Fischer und Stiehl'schen* Verfahren nur in so weit unterschieden, als die Temperatur des Wassers näher bekannt, das Wasser fast an jedem Ort verwendbar, dabei aber, in größeren Mengen benutzt, viel theurer ist.

Man hat die Kühlung durch Wasser in der Gestalt vorgeschlagen, daß die Luft ohne eine vermittelnde Zwischenwand, also unmittelbar, ihre Temperatur mit derjenigen des Wassers ausgleicht, und hierbei in zwei Richtungen eine Wirkung erwartet. Die Einen wollen lediglich durch Erwärmen des Wassers der Luft Wärme entziehen. Sie lassen daher das Wasser in mehreren, über einander liegenden Canälen allmählich nach unten fließen, während die Luft über dem Wasserspiegel und unter der nächst höheren Canalsohle entlang allmählich nach oben getrieben wird, gerade entgegengesetzt, wie bei dem *Schinz'schen* Wassererwärmungsapparat (Fig. 258, S. 228) der Fall ist, oder sie drücken die Luft geradezu durch das Wasser (vergl. Art. 202, S. 164, *Lacy* und *Vogt*), oder endlich, sie lassen das Wasser in Gestalt eines feinen Regens in die Luft fallen. Die zuletzt genannten beiden Verfahren gestatten keinen Gegenstrom, verlangen somit zu große Wassermengen und sollen deshalb keine weitere Beachtung finden.

Die Anderen erwarten von der Verdunstung des Wassers die Kühlung der Luft. Sie machen sich hierbei des Irrthums schuldig, daß die Luft immer geneigt sei, Wasser zu verdunsten, während doch mit zunehmender Abkühlung der Sättigungsgrad der Luft zunimmt, sonach in vielen Fällen eine Verdichtung des Wassers eintreten muß, also eine Entbindung von Wärme eintritt. Da sonach die Kühlung durch Wasserverdunsten unzuverlässig ist, so soll hier nicht weiter von diesem Verfahren die Rede sein.

Die Kühlung durch Eis ist in so fern mit der zu Eingang dieses Kapitels genannten Kühlung verwandt, als die Winterkälte im Eis aufgespeichert ist. Im Uebrigen ist die Kühlung durch Eis recht wohl verwendbar, da der Rohstoff Handelsware geworden ist. Durch Schmelzen zu Wasser von 0 Grad bindet das Eis 90 Wärmeeinheiten; läßt man das Wasser der zu kühlenden Luft entgegenströmen, so kann man in vielen Fällen dasselbe durch diese auf 20 Grad sich erwärmen lassen, so daß auf Bindung von 100 Wärmeeinheiten durch 1 kg Eis gerechnet werden kann. Wenn noch bemerkt wird, daß 1 cbm aufgehäuften Eises etwa 800 kg wiegt, so ist ersichtlich, welche Eismengen und welcher Raum für eine größere Kühlanlage erforderlich ist. Die Eisstücke lassen im Haufen zahlreiche Oeffnungen frei, durch welche die Luft zu strömen vermag, so daß eine große, nicht von Vornherein bestimmbare Kühlfläche entsteht. In den Eiskellern der Brauereien pflegt man daher das Eis zusammenfrieren zu lassen, um der Luft nur die Oberfläche des so gebildeten, gewaltigen Eisklumpens darzubieten. Des Preises halber dürfte für die Luftkühlung das künstliche Eis nicht in Frage kommen, wohl aber unter Umständen die Mittel, welche zur künstlichen Erzeugung des Eises dienen¹²¹⁾.

Von denselben soll hier nur der Ausdehnung vorher verdichteter und hierauf gekühlter Luft gedacht werden.

Nach *Poisson* ist, wenn t_1 die Anfangs-, t_2 die Endtemperatur trockener Luft bezeichnet, die von der Spannung p_1 auf die Spannung p_2 verdichtet wird:

¹²¹⁾ FISCHER, F. Ueber die Herstellung von Eis. Polyt. Journ. Bd. 224, S. 165.

284.
Kühlung
durch Eis.

285.
Kühlung
verdichteter
Luft.

$$\frac{273 + t_2}{273 + t_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{0,29} \dots \dots \dots 149.$$

Feuchte Luft verhält sich ein wenig anders; jedoch ist die Abweichung gering, weshalb sie hier vernachlässigt werden kann. Lässt man die Luft von der höheren Spannung p_2 auf die kleinere p_1 sich ausdehnen, so ist die entstehende Temperaturabnahme nach derselben Formel 149. zu berechnen.

Beispielsweise werde Luft von 30 Grad Temperatur und atmosphärischer Spannung (etwa 10 000 kg auf 1^{qm}) auf 15 000 kg Spannung für 1^{qm} verdichtet, so dass, nach 149.

$$\frac{273 + t_2}{273 + 30} = \left(\frac{15\,000}{10\,000} \right)^{0,29}$$

oder $t_2 = 67,8$ Grad wird. Kühlt man diese verdichtete Luft durch irgend ein Mittel bis auf 40 Grad, ohne die Spannung zu ändern, und lässt dieselbe hierauf bis zur atmosphärischen Spannung sich ausdehnen, so erhält man, da nunmehr $t_1 = 40$ Grad ist:

$$\frac{273 + t_2}{273 + 40} = \left(\frac{10\,000}{15\,000} \right)^{0,29},$$

$$t_2 = 5,28 \text{ Grad.}$$

Offenbar ist es weit leichter, die Luft von 67,8 Grad auf 40 Grad, als von 30 Grad auf 5,28 Grad abzukühlen; aus diesem Grunde dürfte das erwähnte Verfahren oft gut zu verwenden sein.

In den Art. 93 bis 95, S. 80 und 81 wurden die nöthigen Unterlagen für die Verfolgung des Sättigungsgrades der Luft während einer Temperaturänderung gegeben, auch schon erwähnt, dass man bei Kühlung der Luft an ein Mittel zum Trocknen derselben denken müsse. Hierauf werde ich unten noch zurückkommen. Ein hiermit zusammenhängender Umstand, nämlich die Entbindung von Wärme bei Verdichtung des Dampfes, erfordert sofort ein näheres Eingehen. Nach *Clausius* werden bei 10 Grad rund 600 Wärmeeinheiten gebunden, wenn 1 kg Wasser in Dampf derselben Temperatur verwandelt wird. Dieselbe Wärmemenge wird selbstverständlich frei, sobald der Dampf wieder in Wasser verwandelt wird. Es muss daher nicht allein für die Kühlung der Luft Wärme gebunden werden, sondern auch für die Verdichtung des Wassers. Der erstgenannte Theil der gesammten, durch das Kühlverfahren zu beseitigenden Wärme ist leicht zu bestimmen; er beträgt 0,24 Wärmeeinheiten für 1 kg Luft und für jeden Grad Temperaturerniedrigung. Der zweite Theil ist abhängig von dem zufälligen Sättigungsgrade der zu kühlenden Luft. Da eine Kühlanlage auch bei voller Sättigung der freien Luft sicheren Erfolg haben muss, so wird man bei Berechnung der Wärmemenge, welche durch dasselbe gebunden werden muss, regelmässig diesen ungünstigsten Fall zu Grunde legen und nur in besonderen Fällen anders verfahren. Aus der Tabelle auf S. 75 ist die zu verdichtende Dampfmenge leicht zu entnehmen.

286.
Wärme-
entbindung
durch Dampf-
verdichtung.

Beispielsweise möge eine gesättigte Luft, deren Temperatur 25 Grad beträgt, zur Verwendung kommen; sie solle auf 5 Grad abgekühlt werden. Alsdann ist für je 1 kg der Luft die Wärme zu binden:

$$20 \cdot 0,24 + (22,25 - 6,75) \cdot 0,6 = 4,8 + 9,3 = 14,1 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Es ist somit die für die Verdichtung des Dampfes zu bindende Wärmemenge etwa doppelt so groß, als diejenige, welche zur eigentlichen Luftkühlung erforderlich ist.

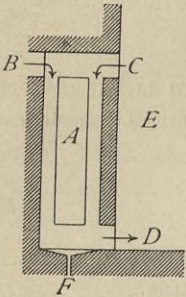
b) Verwendung der Mittel.

Der jedenfalls recht unangenehmen Kältestrahlung halber wird man die abzukühlenden Flächen meistens so anbringen, dass die Strahlung derselben Menschen nicht treffen kann. Es wird daher in der Regel die Kühlung der Luft in besonderen Kammern erfolgen müssen. Die erforderliche Bewegung der Luft kann wieder durch den Auftrieb — der hier negativ wirkt — erfolgen, welchen die Tem-

peraturänderung hervorruff, oder durch Gebläse und Lockschornsteine. Der eigene Auftrieb der Luft ist bei Benutzung des Eises ohne Weiteres zu verwenden; bei Verwendung kalten Waffers bedingt sie das Emporsteigen des letzteren.

Fig. 272 verfinnlicht die Anordnung einer Kühlkammer, in welcher der Körper *A* entweder einen mit Eis gefüllten Korb oder ein Gefäß, bezw. eine Rohrschlange bezeichnet, durch welches das Kühlwaffer von unten nach oben fließt. Die Luft des Freien strömt bei *B* ein (Kühlung mit Lüftung), oder die Luft des zu kühlenden Raumes *E* gelangt durch *C* in die Kühlkammern (Kühlung mit Umlauf) und strömt durch *D* in den Raum. Bei *F* entweicht das in einer Vertiefung sich sammelnde Waffer.

Fig. 272.



Die Berechnung der Dimensionen einer solchen Anordnung findet nach denselben Grundfätzen statt, welche für die Berechnung der Beheizung genannt sind.

Beispielsweise werde die Aufgabe gestellt, die Temperatur des Raumes *E* gleich derjenigen des Freien = 25 Grad zu halten, während 100 Männer in *E* sich befinden. Die Einschließungsflächen mögen dieselbe Temperatur haben, also ein Beharrungszustand eingetreten sein. Die 100 Menschen entwickeln stündlich (nach Art. 49, S. 44) $100 \cdot 100 = 10\,000$ Wärmeeinheiten und verdunsten (nach Art. 77, S. 68) $100 \cdot 100 = 10\,000$ g = 10 kg Waffer. Es sollen für jeden Mann stündlich 30 kg, also zusammen 3000 kg Luft zugeführt werden. Damit diese Luftmenge die von den Menschen abgegebene Wärmemenge bindet, muß ihre Anfangstemperatur $t_1 = 25$ Grad auf die Temperatur t_2 gebracht werden, wobei

$$(t_1 - t_2) 0,24 \cdot 3000 = 10\,000$$

oder

$$t_2 = 11,1 = \infty 11 \text{ Grad.}$$

Die als gefättigt angenommene Luft verliert hierbei (nach Art. 93, S. 80): $(22,25 - 9,86) \cdot 3000 = 37\,170$ g oder $37,17$ kg Waffer, wobei $37,17 \cdot 600 = 22\,300$ Wärmeeinheiten frei werden. Die Kühlvorrichtung hat somit $10\,000 + 22\,300 = 32\,300$ Wärmeeinheiten stündlich zu binden. Wird $k = 15$ und ferner angenommen, daß das Kühlwaffer die Anfangstemperatur 10 Grad und die Endtemperatur 20 Grad hat, so berechnet man die erforderliche Kühlfläche in gewöhnlicher Weise zu:

$$F = \frac{32\,300}{15} \frac{2}{(11 + 25) - (10 + 20)} = 718 \text{ qm.}$$

Man sieht also, daß trotz sehr kalten Waffers außerordentlich große Kühlflächen erforderlich sind.

Jedes Kilogramm der gekühlten Luft enthält $9,86$ g Wafferdampf, somit die gesammte, stündlich einströmende Luft $29\,580$ g. Hierzu kommen die $10\,000$ g, welche die Menschen verdunsten, so daß je 1 kg der im Raume auf 25 Grad wieder erwärmten Luft $13,2$ g enthält, d. h. zu 59 Procent gefättigt ist.

Würde man von einer Lufterneuerung absehen, so würden nur die 10 kg von den Menschen abgegebenen Wafferdampfes zu verdichten, also hierfür nur $600 \cdot 10 = 6000$ Wärmeeinheiten erforderlich sein, so daß die Kühlfläche nur etwa halb so groß als vorher berechnet zu sein brauchte. Die nöthige Wassermenge ist im ersten Falle $\frac{32\,300}{10} = 3230$ Kilogr. oder Liter, im anderen Falle = 1600 Liter stündlich.

Unter Hinweis auf das betreff der Einführung frischer Luft Gefagte muß man die Frage aufwerfen, ob es zulässig ist, die auf 11 Grad abgekühlte Luft ohne Weiteres in den von Menschen bewohnten Raum einzuführen.

Den Ausstellungsraum, welchen das französische Ministerium für öffentliche Arbeiten gelegentlich der 1878-ger Weltausstellung zu Paris für seine Zwecke errichten ließ, lüftete man, indem verhältnismäßig kühle Luft mittels Gebläses unter den Fußboden gedrückt wurde, die sich unter diesem verbreitete, hinter der ringsum laufenden Holzschalung nach oben stieg, und über den oberen Rand der letzteren in den Raum floß. Auf diese Art wurde ein Theil der im Raum entwickelten Wärme durch Vermittelung des Fußbodens und der Holzschalung an die kühle Luft abgegeben, so daß diese mit höherer Temperatur in den Raum trat. Vielleicht ist dieses Verfahren das richtige für die Einführung kalter Luft; vielleicht ist es zweckmäßiger, die kühl zu haltenden, von Menschen zu benutzenden Räume mit dicken Wänden und dicken Pfeilern zu versehen, sie vor der Benutzung zu kühlen und nicht zu lange hinter einander zu benutzen. Erfahrungen liegen nur in sehr geringer Zahl und unvollkommenem Umfange vor, so daß ein

abschließendes Urtheil über die zweckmässigste Anwendung der Luftkühlung noch nicht gefällt werden kann.

Literatur

über »Abkühlung der Luft«.

- MORIN. *Procédés à employer pour rafraîchir l'air destiné à la ventilation. Nouv. annales de la const.* 1865, S. 125.
- GENESTE. *De la ventilation dans les pays chauds au moyen d'air refroidi.* Paris 1873.
- FISCHER und STIEHL. Verfahren zur Kühlung und Vorwärmung der Luft mit Hilfe der Erdwärme. *Polyt. Journ.* Bd. 230, S. 187.
- FISCHER. Zimmer-Kühlapparat. *Wochschr. des Ver. deutsch. Ing.* 1878, S. 411.
- Ventilation. Abkühlung der zuzuleitenden Luft. *Eisenb.* Bd. 9, S. 182.
- FISCHER, H. Ueber die Kühlung geschlossener Räume. *Deutsche Bauz.* 1880, S. 198.
- FISCHER, H. Ueber Kühlung geschlossener Räume, in welchen Menschen sich aufhalten. *Polyt. Journ.* Bd. 235, S. 1. *Rohrl. u. Gefundh.-Ing.* 1880, S. 46.
- Luft-Kühlapparat von OSCAR KROPPF in Nordhaufen. *Gefundh.-Ing.* 1880, S. 261.
- LIGHTFOOT, T. B. *On machines for producing cold air. Engng.,* Vol. 31, S. 194.
- Lüftung unter Benutzung der Erdtemperatur. *Gefundh.-Ing.* 1881, S. 249.
- Installation d'appareils réfrigérants à la morgue. Revue industr.* 1881, S. 33.

8. Kapitel.

Regelung der Wärme-Zufuhr, bezw. -Abfuhr.

a) Mittel zur Regelung.

Wenn man von dem keine gleichmäßige Temperatur schaffenden Verfahren der Regelung absteht, welches bei der Beheizung in der Verwendung frei im Raum aufgestellter Massenöfen (welche aus Steinen gebildet sind oder aus mit Wasser gefüllten Gefäßen bestehen), die, nachdem sie einige Zeit Wärme zugeführt erhielten, eine fernere Zeit ohne Wärmezufuhr bleiben, so sind die Regelungsarten zu zerlegen in solche, welche eine Aenderung des Temperaturunterschiedes zwischen Heiz-, bezw. Kühlfläche und Luft bewirken, und solche, welche die Größe der Heizfläche ändern.

Erstere Art wird zunächst bei unmittelbar vom Rauch erwärmten Heizflächen in der Weise angewendet, daß man das Feuer mäsigt oder verstärkt. Es geschieht dies meistens, indem man den Luftzutritt erschwert oder erleichtert, wie bei einzelnen der Feuerungen früher angegeben wurde. Hierdurch wird die Temperatur der Heizflächen geringer oder größer, also die Wärmeabgabe eine andere.

Zu gleichem Zweck wird die Temperatur der durch Wasser erwärmten (oder gekühlten) Flächen geändert, indem man die Umlaufgeschwindigkeit des Wassers unter Vermittelung eines Hahnes, einer Drosselklappe oder eines Ventiles regelt.

Bei Dampfheizungen kann man durch theilweises Schließen des Zuführungsventiles die Spannung des im Ofen befindlichen Dampfes vermindern, womit eine Verminderung der Heizflächentemperatur im Zusammenhange steht. Die Dampfspannung muß, behuf einer wirksamen Regelung der Wärmeabgabe, oft weit unter diejenige der Atmosphäre sinken, so daß das gebildete Wasser nicht mehr selbstthätig den Ofen verläßt, ja wenn die Wasserableitungsrohre mehrerer Öfen sich in einem gemeinschaftlichen Rohre sammeln, das Wasser dieses Rohres, bezw. benachbarter Öfen unter polterndem Geräusch in den in Rede stehenden Ofen strömt. Man kann letzteres verhindern durch Einschalten eines fog. Rückschlagsventiles,

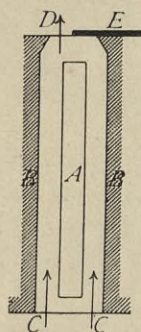
welches das Wasser so lange abfließen läßt, wie vor ihm eine größere Spannung herrscht, als hinter demselben, dagegen sich schließt, sobald die Spannungen gleich, oder vor dem Ventil niedriger, als hinter demselben sind. Ein solches Ventil verfährt jedoch zuweilen und giebt sonst Veranlassung zu Störungen, weshalb man daselbe möglichst zu vermeiden sucht.

288.
Aenderung
der Luft-
temperatur.

Man kann ferner den Wärmeaustausch regeln, indem man die Größe des gewünschten Temperaturunterschiedes der Heizflächen, bezw. Kühlflächen und der Luft durch Aenderung der Lufttemperatur gewinnt.

In Fig. 273 bezeichne *A* den Heizofen, bezw. Kühlkörper, *B* die möglichst wenig leitenden Wände der Heizkammer, *C* die Einströmungs- und *D* die Ausströmungsöffnung der Luft, welche letztere vermöge des Schiebers *E* verengt werden kann. Je mehr man mit Hilfe des Schiebers *E* die Ausströmungsöffnung *D* verkleinert, je weniger Luft aus *D* zu entweichen, bezw. bei *C* einzutreten vermag, um so höher wird die Temperatur der Luft, um so kleiner der Temperaturunterschied des Körpers *A* und der umgebenden Luft. Durch völliges Schließen der Oeffnung *D* hört jeder Luftwechsel auf; die Temperatur der Luft nähert sich mehr und mehr der Heizflächentemperatur, bis zuletzt eine Wärmeabgabe der Heizflächen nicht mehr stattfindet. Ist *A* nicht ein Heiz-, sondern ein Kühlkörper, so ist der Schieber *E* oder eine sonstige eben so wirkende Einrichtung an die nunmehr unten befindliche Ausströmungsöffnung anzubringen. Man findet diese Art der Regelung allgemein in den sog. Eiskellern, d. h. gewerblichen Zwecken dienenden Räu-

Fig. 273.



men, welche durch mit Eis gefüllte Kühlkammern eine regelmässige Kühlung erhalten. Die Kühlfläche ist dann immer sehr groß; durch Hemmung des Luftwechsels vermag man den Wärmeaustausch trotzdem so zu regeln, daß die einmalige Eisfüllung von Winter zu Winter genügt.

Bei Heizungen dienen die Klappen, welche den Luftaustritt regeln, in demselben Sinne. Die sog. Mischklappen (vergl. Art. 212, S. 171 und Art. 278, S. 233) gestatten eine Hemmung der Luftbewegung längs der Heizflächen, also eine Regelung der Wärmeabgabe, ohne den gesammten Querschnitt für die frische Luft zu verengen. Das vorliegende Regelungsverfahren muß hiernach als recht zweckmässig für Dampf- und Wasserheizungen bezeichnet werden, da es Ventile zur Regelung des Wasserumlaufs, bezw. Dampfeintritts entbehrlich macht, sonach verhältnismässig geringe Anlagekosten verursacht.

Die Temperatur der Hör- und Zeichenäle der technischen Hochschule in Hannover wird auf diesem Wege mit Erfolg geregelt. In meinem Privatzimmer befinden sich die Heizschlangen unter den Fensterbänken, durch deren Oeffnungen die warme Luft strömt. Ich habe auf dieselben je ein Stück Barchent gelegt, welches an einem Rande befestigt ist, während das andere Ende mit einer Walze versehen ist, mit Hilfe welcher das Tuch beliebig aufgewickelt, bezw. die gitterförmigen Oeffnungen der Fensterbänke nach Wunsch geöffnet oder geschlossen werden können; ich regule die Temperatur meines Zimmers nur mit Hilfe dieser Tücher.

Wenn keine Mischklappen angewendet werden, so leidet das vorliegende Regelungsverfahren an dem Nachtheil, daß die Luft bei geringerem Wärmebedarf mit sehr hoher Temperatur in das Zimmer tritt, in Folge dessen, wie früher erörtert, der Unterschied der Temperaturen unter der Decke und über dem Fußboden ein beträchtlicher wird, auch die von der heißen Luft getroffenen Decorationstheile des Zimmers eine Schädigung erleiden. Die Mischklappe soll diesen Uebelstand ver-

hüten; eine genügende Mischung der warmen und kälteren Luft gelingt jedoch mit Sicherheit nur in einem längeren Canal; auch ist es schwer, das geeignete Verhältniß beider Luftarten zu treffen, da die erwärmte Luft nach Verengung der Ausströmungsöffnung *D* in Fig. 273 erst allmählich die höhere Temperatur gewinnt.

Dies ist Ursache, die Möglichkeit einer Verkleinerung der Heizfläche näher ins Auge zu fassen.

Bei Dampfheizungen ist die Heizfläche auf folgendem Wege zu verkleinern. Man schließt den Wasserabfluß; alsdann staut das Wasser mehr und mehr an und sperrt die von ihm berührten Heizflächen vom Dampf ab. Nachdem die Wärme des Wassers diesem entzogen ist, sind die betreffenden Heizflächen von der Wärmeabgabe ausgeschlossen. Durch sorgfältige Einstellung des Wasserablaßshahnes vermag man nun nur so viel Wasser abfließen zu lassen, als die verkleinerte Heizfläche verdichtet. Ohne Weiteres ist jedoch zu übersehen, daß diese Art der Regelung eine besondere Geschicklichkeit verlangt. *Käuffer* hat einen Dampfofen patentirt erhalten¹²²⁾, in welchem in verschiedenen Höhen Wasserabflußöffnungen vorhanden sind, so daß man einen bestimmten Theil der Heizfläche mit Sicherheit auszuschalten vermag. Die Anordnung beseitigt jedoch in der Regel den Uebelstand nicht, der vor allen Dingen das vorliegende Regelungsverfahren zu einem wenig begehrenswerthen macht, nämlich das Träge der Wirkung desselben. Wenn man stundenlang warten soll, bevor die Regelung fühlbar, bezw. ihr Grad schätzbar ist, so wird man nicht von derselben befriedigt werden. Daß die Wirkung erst sehr allmählich eintritt, habe ich durch Rechnung nachgewiesen¹²³⁾.

Im Winter 1878—79 kam mir, gelegentlich des Entwurfes einer größeren Heizanlage, der Gedanke eines anderen Verfahrens zur Verkleinerung der Heizfläche behuf Regelung der Wärmeabgabe, welcher meiner Ueberzeugung nach die beste Lösung der gestellten Aufgabe in sich trägt.

Fig. 274 sei der lothrechte Durchschnitt einer Heizkammer. *A* bezeichnet den Heizkörper, *B* den Schnitt einer festen Wand der Heizkammer, *E* denjenigen einer in lothrechter Richtung verschiebbaren Wand, *C* die Einströmungsöffnung der zu erwärmenden Luft, *D* die Ausströmungsöffnung derselben. Diejenige Luft, welche über der in der Figur vom oberen Rande der Oeffnung ab wagrecht punktirten Linie sich befindet, vermag nicht abzufließen, da sie als die wärmere ihre hohe Lage beibehält; es dient deshalb nur der Theil des Heizkörpers zur Lufterwärmung, welcher unter dieser punktirten Linie sich befindet. Bewegt man den Schieber *E* mit seiner Oeffnung *D* nach unten, so wird die thätige Heizfläche kleiner, bewegt man ihn nach oben, so wird sie größer. Die hiermit zusammenhängende Regelung der Wärmeabgabe wirkt sofort und nur die ruhende, fest gehaltene Luft, die nur einen geringen Theil der überhaupt in Frage kommenden Luftmenge bildet, erfährt eine größere Erwärmung. Nachdem man die Oeffnung *D* unterhalb des unteren Ofenrandes gebracht hat, hört die Wärmeabgabe an die vorbeiströmende Luft auf. Allerdings schließt der Schieber nicht vollständig; auch wird durch denselben, so wie durch die übrigen Heizkammerwände ein Theil der Wärme geleitet, welche die

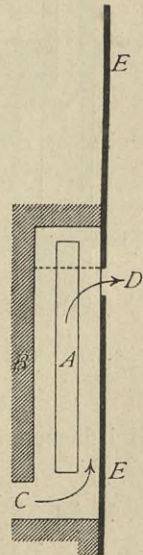


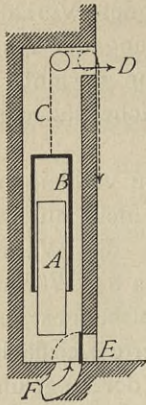
Fig. 274.

289.
Verkleinerung
der
Heizfläche.

¹²²⁾ D. R.-P. No. 6320, vom 3. Januar 1879 an.

¹²³⁾ Polyt. Journ. Bd. 234, S. 163.

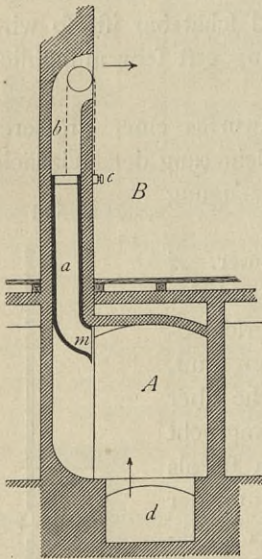
Fig. 275.



eingeschlossene Luft aufgenommen hatte. Bei sorgfältiger Anordnung des Ganzen dürfte diese Wärmemenge jedoch nicht lästig sein, da — wenn überhaupt geheizt wird — jedenfalls eine geringe Wärmezufuhr für jedes Zimmer zulässig ist. Das Verfahren macht ferner jegliche Dampf-, bezw. Wasserventile etc. überflüssig, verringert dadurch Anlage- und Unterhaltungskosten und verhindert das so sehr unangenehme knackende Geräusch bei Regelung der Dampfheizungen, ohne die Nachteile des vorher beschriebenen Verfahrens zu haben.

Einen Schieber, wie Fig. 275 erkennen läßt, kann man, des Raumbedarfs halber, nur in einigen Fällen anbringen. Man erreicht dasselbe Ziel, wenn man über den Heizkörper *A* (Fig. 275) eine Haube *B* stülpt, welche mit Hilfe einer Kette *C* höher oder tiefer gehängt werden kann. Durch *E* vermag die Luft des Zimmers, durch *F* frische Luft zum Ofen *A* zu gelangen; durch *D* strömt die Luft in den mit Wärme, bezw. Luft zu versorgenden Raum. Andere Anordnungen habe ich in unten genannter Quelle angegeben¹²⁴⁾.

Fig. 276.



Apparat von Raven in Leipzig.

Nach einer Zuschrift *Böhm's* in Wien hat derselbe den gleichen Gedanken verfolgt, und die Firma *Gustav Raven* in Leipzig hat ein Patent erhalten, welches Aehnliches zum Vorwurf hat¹²⁵⁾. Dasselbe hat Bezug auf fog. Luftheizungen, d. h. nach dem Sprachgebrauch solche Heizungen, bei welchen die Erwärmung der Luft in gefonderter Heizkammer mittels unmittelbar vom Feuer und Rauch erhitzter Heizflächen erfolgt; es ist jedoch eben so für Dampf- und Wasserheizungen zu verwenden, was meinerseits bereits Anfang 1879 geschah.

Fig. 276 giebt die Anordnung in lothrechttem Durchschnitte wieder.

A bezeichnet die Heizkammer, *d* den Luftzuführungschanal, *B* das zu beheizende Zimmer. In dem Canal, welcher die Heizkammer *A* mit dem Raum *B* verbindet, ist ein Rohr *a* verschiebbar angebracht; es hängt an der Kette *b* und kann durch die Winde *c* beliebig hoch gestellt werden. Giebt man nun dem Rohr die höchste Stellung (wie gezeichnet), so taucht die Mündung *m* desselben in die wärmste Luft der Heizkammer, d. h. die Luft, welche nach oben geführt wird, hat vorher die ganze Höhe des Ofens befüllt; läßt man dagegen das Rohr sinken, so entnimmt dieselbe solche Luft, die weniger erwärmt wurde, und in der tiefsten Stellung des Rohres hört jede Heizung auf.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß das zuletzt genannte Verfahren, die Heizflächen zu verkleinern, auch für kühlende Flächen verwendet werden kann.

b) Erkennung der Temperaturen.

Die Regelung des Wärmeaustausches findet entweder im zu beheizenden Raume selbst oder im angrenzenden Vorraum oder in einem tiefer gelegenen Gechoffe statt. Im ersteren Falle benutzt man, wenn man sich nicht auf sein Gefühl verlassen will, zur Erkennung der Temperatur gewöhnliche Thermometer; im zweiten Falle bringt

¹²⁴⁾ FISCHER, H. Ueber Regelung der Wärmeabgabe bei Dampföfen. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 161.

¹²⁵⁾ D. R.-P. No. 10711 vom 10. Dec. 1879.

man — vielleicht an der Thür — ein Queckfilber-Thermometer so an, daß dasselbe von der Zimmerluft frei befüllt und von außen beobachtet werden kann, ohne daß der draussen stehende Wärter in das Zimmer zu blicken vermag. Am schwierigsten ist die Erkennung der Temperaturen Seitens des Wärters; wenn die Regelung von einer entfernten Stelle, vielleicht einem tiefer liegenden Gefchofs, aus stattfinden soll, welches Verfahren viele Vorzüge vor den beiden zuerst genannten hat.

Recht zweckmäsig ist für die vorliegende Aufgabe die durch Fig. 277 wiedergegebene Thermometeranordnung.

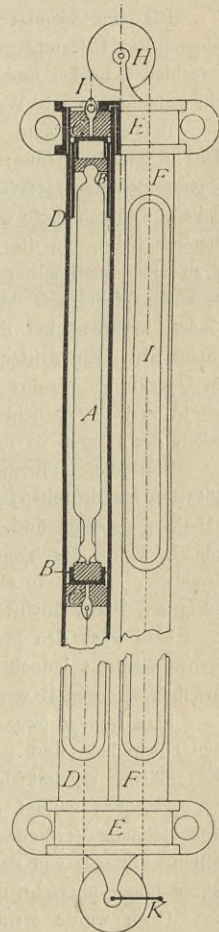
A bezeichnet ein gewöhnliches Queckfilber-Thermometer, welches, unter Vermittelung zweier Korkstücke, in der Fassung *B* ruht. Die Fassung hängt an einer Kette *I*, die über eine obere Rolle *H* gelegt ist, an der rechten Seite der Figur ein das Gewicht des gefaßten Thermometers ausgleichendes Gegengewicht trägt, um eine untere Rolle mit Handkurbel *K* sich legt und schliesslich am unteren Ende der Thermometerfassung *B* befestigt ist. Die Kette, das Thermometer und das Gegengewicht befinden sich in zwei schmiedeeisernen Rohren *F*, welche durch die Köpfe *E* unter einander und mit der Wand des Gebäudes verbunden sind; sie sind oben und unten durchbrochen, theils um das Thermometer oben und unten beobachten zu können, theils um ein besseres Aussehen zu gewähren. Mit Hilfe der unteren Rolle *K* vermag nun der Heizer das regelmäsig im Zimmer befindliche Thermometer bequem und rasch nach unten zu bewegen, um die oben herrschende Temperatur abzulesen. Theils um das Thermometer vor gefährlichen Erschütterungen zu schützen, theils um Geräusch zu vermeiden, theils um zu verhüten, daß die Gerüche des Raumes, in welchem der Wärter beobachtet, nach oben gelangen, sind Gummipuffer *C* sowohl an der Thermometerfassung, als auch am Gegengewicht angebracht. Die schmiedeeisernen Rohre *F* sind nur 25 mm weit und können daher ohne Schwierigkeit untergebracht werden; in der Regel gelingt es auch, das Ganze so aufzustellen, daß sowohl das obere Ende desselben an geeigneter Stelle des betreffenden Zimmers, als auch das untere Ende sich an einem vom Wärter bequem zu erreichenden Orte befindet.

Man wirft dieser Anordnung vor, daß die beobachtete Temperatur eine andere sei, als die wirklich vorhandene. Wenn das auch zugegeben werden muß, so ist doch dagegen zu bemerken, daß der Unterschied ein sehr geringer ist, so nach unbedenklich vernachlässigt werden kann.

Fischer und Stiehl haben ein Patent genommen¹²⁶⁾, welches die Beobachtung des im Zimmer hängenden Thermometers Seitens eines in einem tiefer liegenden Gefchofs befindlichen Wärters unter Vermittelung zweier in dem Luftleitungs-canal oder einem besonderen Schacht angebrachten Spiegel zum Gegenstand hat. Neben dem Thermometer haben die Patentinhaber ein *August'sches* Psychrometer angebracht, so daß gleichzeitig der Feuchtigkeitsgehalt beobachtet und hiernach Seitens des Wärters geregelt werden kann. Bedenken gegen die Benutzung des *August'schen* Psychrometers Seitens ungebübter Personen habe ich schon in Art. 82, S. 71 genannt; man würde jedoch ein anderes Hygroskop anbringen können, ohne an der grundsätzlichen Anordnung zu ändern. Gegen diese ist das Bedenken geltend zu machen, daß die Spiegel verstauben werden und alsdann ein undeutliches Bild liefern, daß ferner die Beobachtung nur dann möglich ist, so lange eine gute Beleuchtung

291.
Bewegliche
Thermometer.

Fig. 277.



292.
Anwendung
von
Spiegeln.

Thermometer. $\frac{1}{5}$ n. Gr.

¹²⁶⁾ D. R.-P. No. 8118, vom 25. Mai 1879.

des betreffenden Zimmers stattfindet. Praktische Erfahrungen müssen zunächst gemacht werden, bevor von einer Empfehlung der vorliegenden Einrichtung die Rede sein kann.

293.
Benutzung
d. galvanischen
Stromes.

Endlich ist der galvanische Strom als Uebermittler der Temperaturanzeigen zu nennen. Zu dem Ende befindet sich in dem betreffenden Zimmer ein Thermometer, welches einen Strom schließt, sobald die Temperatur ein gewisses Maß überschritten hat und einen anderen Strom schließt, sobald die zulässig niedrigste Temperatur unterschritten wird. Jede Leitung steht mit je einer Drahtspule in Verbindung, welche auf die beiden Enden eines doppelarmigen Hebels wirken, so daß nach Schließung des einen Stromes (zu warm) der Hebel an der einen, nach Schließung des anderen Stromes (zu kalt) derselbe am anderen Ende sich senkt.

Zu dem Zwecke sind zwei Thermometerarten im Gebrauch.

Die eine benutzt die Ausdehnung des Weingeistes; sie wird vom Eisenwerk Kaiserslautern vertrieben. Ein U-förmig gebogenes Glasrohr ist in seinem unteren Ende mit Quecksilber gefüllt; die beiden lothrechten Schenkel sind an ihren Enden zu länglichen Gefäßen ausgebildet, von denen das eine oben dicht geschlossene mit Weingeist vollständig gefüllt ist, während das andere weniger Weingeist enthält.

Bei entsprechend niedriger Temperatur befinden sich die Endflächen des U-förmigen Quecksilberfadens in gleicher Höhe; wachsende Temperatur dehnt den Weingeist aus und veranlaßt hierdurch den im ganz gefüllten Gefäß eingeschlossenen Weingeist auf die mit ihm in Berührung stehende Fläche zu drücken, wodurch diese auf ein gewisses Maß nach unten geschoben wird, während das Ende des anderen Schenkels steigt. In die oberen Abchlußstücke der Gefäße sind Platindrähte geschmolzen, deren Enden bis zu einer bestimmten Tiefe herabragen, so daß bei der als niedrigst bezeichneten Temperatur der Quecksilberpiegel mit demjenigen Draht in Berührung tritt, welcher in dem ganz gefüllten Gefäß sich befindet, während bei der höchsten zugelassenen Temperatur der andere Draht mit dem Quecksilber in Contact tritt. Ein dritter Platindraht ist in den unteren Theil des Rohrs so eingeschmolzen, daß er immer vom Quecksilber berührt wird. Die beiden oberen Drähte stehen nun mit dem unteren in Verbindung; auch ist in jede der beiden so entstehenden Leitungen eine galvanische Batterie eingeschaltet. Die Wirksamkeit des Ganzen ist sonach leicht zu übersehen.

Statt dieses Thermometers werden Metallthermometer verwendet. Sie bestehen aus zwei auf einander gelötheten Metallstreifen, die sich verschieden ausdehnen und welche entweder in Spiralförmigkeit oder einfacher in U-Form gebogen sind. Das eine Ende des doppelten Metallstreifens wird befestigt, so daß das andere Ende in Folge des Temperaturwechsels sich bewegt. Man legt dasselbe zwischen die Spitzen zweier Schrauben, welche so eingestellt werden, daß die Berührung derselben mit dem Metallstreifen bei der niedrigsten, bezw. höchsten Temperatur eintritt.

Man wirft den Metallthermometern vor, daß sie sich in ihrem Verhalten ändern. Dies muß zugegeben werden; jedoch ist dagegen geltend zu machen, daß sie sehr leicht, durch Drehen der Contactschraubchen, geregelt werden können.

Man wendet ferner gegen dieselben ein, daß der Contact nicht immer eintrete. In der hannoverschen Hochschule sind gegen 70 solcher Thermometer (von Pfaff daselbst) im Gebrauch; nachdem die Contactflächen regelmäßig wöchentlich abgestäubt werden, versagen die Thermometer nicht mehr.

Dagegen gelingt der Contact bei dem vorgenannten Weingeistthermometer nur unsicher, wie ich durch vielfache Versuche mit einem solchen gefunden habe; die Quecksilberfläche weicht zuweilen, eine Höhlung bildend, von der Platinspitze zurück, so daß der Contact erst erfolgt, nachdem die Temperaturgrenzen längst überschritten sind.

Oben wurde erwähnt, daß in jede der beiden Leitungen jedes Thermometers eine galvanische Batterie einzuschalten sei. Man gebraucht jedoch nicht doppelt so viel Batterien, als Thermometer, vielmehr können sämmtliche galvanische Uebermittler der Temperaturanzeige eines ziemlich großen Hauses sehr wohl durch zwei kleine Batterien gespeist werden. Die einzelnen Galvanometer sind nämlich in der Regel ausgeschaltet; sobald der Wärter erfahren will, ob die Temperatur in einem bestimmten Raume zwischen den festgestellten Grenzen sich befindet, so schaltet derselbe das betreffende Galvanometer durch einen der bekannten Stromeinschalter ein, benutzt also für dieses allein die vorhandene Stromstärke.

Seitens einiger Fachleute wird dieses Verfahren nicht beliebt, vielmehr durch entsprechend starke Batterien die Möglichkeit gegeben, daß nicht allein jedes Galvanometer fortwährend mit der Batterie in Verbindung steht, sondern auch eine Lärmglocke sich hören läßt, sobald irgendwo die vorgeschriebenen

Temperaturgrenzen überschritten werden. Abgesehen davon, daß hierdurch die Anlage- und Unterhaltungskosten wesentlich vermehrt werden, ist noch gegen dieses Verfahren einzuwenden, daß der Wärter nothwendig verwirrt werden muß, sobald gleichzeitig an verschiedenen Stellen des Hauses Lärmglocken ertönen.

Die Beobachtung der Temperaturen unter Vermittelung der soeben kurz beschriebenen elektrischen Leitungen ist nicht frei zu machen von dem Uebelfande, daß der Wärter über die thatsächlich herrschenden Temperaturen im Unklaren ist. Er weiß, daß die Temperaturen zwischen den vorgeschriebenen Grenzen liegen, bezw. dieselben nach der einen oder anderen Seite überschritten haben; es ist ihm jedoch unbekannt, um wie viel der betreffende Raum zu warm oder zu kalt ist, bezw. ob derselbe die mittlere Temperatur besitzt, oder im Begriff steht, zu warm oder zu kalt zu werden. Dies erschwert die nach den erhaltenen Berichten vorzunehmende Regelung ungemein. So lange es möglich ist, das zuerst genannte wandernde Thermometer oder die *Fischer & Stiehl'sche* Anordnung (so fern sich diese bewähren sollte) anzuwenden, so lange sollte man von der elektrischen Berichterstattung absehen.

c) Ausführung der Regelung.

Oben wurden schon die drei Arten der Bedienung der Regelungseinrichtungen genannt; es mögen hier die Vortheile, bezw. Nachteile derselben noch kurz erörtert werden.

a) Regelung im zu beheizenden Raume selbst. Hier erwähne ich zunächst, daß es in den Augen vieler Menschen als ein großer Vortheil des gewöhnlichen Stubenofens angesehen wird, daß man denselben nach Laune oder nach persönlichem Befinden, vielleicht auch nach Gewohnheit, beliebig anzufrengen vermag, entweder, indem man dem Dienstthuenden für den Zweck Anweisungen giebt oder daß man sich der Bedienung des Ofens selbst unterzieht. Die schweren Nachteile des Stubenofens, die Unregelmäßigkeit der Temperatur, der ungenügende Luftwechsel, der Schmutz, welcher vom Brennstoff, von der Asche und vom Ruß herrührt, die Störungen in der Arbeit, der Aerger über nicht nach Befehl ausgeführte Bedienung, ja der gelegentliche Schnupfen verschwinden gegen das Hochgefühl, auch über den Zustand der Temperatur des Zimmers frei verfügen zu können.

Man wird in vielen Fällen diesen Ansichten Rechnung tragen müssen, indem man die Regelung der Wärmeabgabe der besseren Heizanlage eben so in die Hand jeder Person legt, welche in dem betreffenden Raume Herr ist, d. h. man wird sie häufig in dem Raume selbst stattfinden lassen müssen. Man legt die betreffenden Heizflächen zu dem Ende in den zu beheizenden Raum selbst, in Fensternischen, Wandnischen, an die Paneele oder in besondere Heizschränke. Alsdann ist die Regelung auf jedem der vorhin genannten Wege möglich. Der Heizer hat nur dafür zu sorgen, daß die Spannung des Dampfes, bezw. Temperatur des Wassers innerhalb bestimmter Grenzen bleiben.

Man vermag aber auch die Heizflächen in Kammern zu legen, welche sich in einem anderen Geschosse befinden. Die Regelung der Wärmeabgabe findet dann statt, indem man die Bewegung der Luft längs der Heizflächen beschränkt, oder die Heizflächen nach Art der Fig. 274 (S. 247) verkleinert. Die Regelung durch Beschränkung des Wasserumlaufs, bezw. Dampfeintrittes ist in diesem Falle nahezu unmöglich; aber auch die anderen Regelungsverfahren bieten nicht selten Schwierigkeiten, da die Luftklappen, welche in Zimmerhöhe angebracht sind, eine die Tem-

294.
Regelung
im zu beheizenden Raum.

peratur des Raumes regelnde Wirkung, aus leicht zu übersehenden Gründen, nicht sofort hervorbringen, die tiefer liegenden Mischklappen und ähnliche Einrichtungen aber zusammengesetzte Kettenzüge etc. verlangen, welche leicht in Unordnung kommen. Es ist daher meistens die Aufstellung der Heizflächen im Inneren der Räume zu empfehlen, sobald man hier die Regelung der Wärmeabgabe vornehmen will.

295.
Regelung
vom
Vorraum.

β) Regelung von einem Vorraum aus. Dieselbe muß der erstgenannten vorgezogen werden, so weit die Bewohner der Räume sich der Arbeit des Regels nicht unterziehen wollen oder können. Unterrichtsräume, Sitzungssäle, Gesellschaftszimmer, Gefängnisse etc. gehören zu denjenigen Räumen, welche sich zu einer Regelung der Wärme von außen eignen. Die Heizflächen müssen alsdann ihren Platz an der Wand erhalten, welche den zu beheizenden Raum gegen den Vorraum abgrenzt. Im Uebrigen zerlegt sich die Regelung in dieselben beiden Theile, welche unter α. genannt wurden; man muß besondere Mannschaften für die Entwicklung der Wärme, bezw. Ueberführung derselben an Wasser, so wie für die Bedienung der Kraftquellen der Lüftung haben und — räumlich hiervon getrennt — besondere Wärter für die Regelung der Wärmeabgabe anstellen.

296.
Regelung
im Keller-
geschofs.

Um die Wartung der Heizung und Lüftung gleichsam in eine Hand zu legen, wählt man die

γ) Regelung vom Kellergeschofs aus. Hier befinden sich die Feuerstellen; von hier kann eine und dieselbe Person sowohl die Bedienung des Feuers, die Erwärmung des Wassers, bezw. Entwicklung des Dampfes und auch die Regelung der Wärmeabgabe, wie diejenige der Lüftung handhaben oder doch überwachen. Erwünscht ist alsdann die Aufstellung der Heizflächen in demselben Geschofs, so daß hier unten die Luft erwärmt wird, welche die Wärme in die oberen Geschosse trägt.

9. Kapitel.

Heizungs- und Lüftungsanlagen.

297.
Grundsätze.

Jede Heizungs-, so wie jede Lüftungsanlage ist nach dem Grundsatz anzunehmen, daß der Zweck unter Aufwand der geringsten Mittel erreicht werden soll. Die Erreichung dieses Zieles ist jedoch nicht leicht, da verschiedenartige Mittel gleichzeitig zur Verwendung kommen und oft, wenn an dem einen gespart wird, das andere in verschwenderischer Weise herangezogen werden muß.

Die in Frage kommenden Mittel sind:

- 1) die Anlagekosten,
- 2) die Zinsen und Abschreibungen,
- 3) die Kosten der Unterhaltung, bezw. nothwendigen Ausbesserung,
- 4) der Brennstoff,
- 5) eventuell Kosten für Eis, Wasser etc.,
- 6) die Bedienung durch Heizer oder Wärter,
- 7) die Leitung, bezw. Beaufsichtigung der Bedienung Seitens eines besonderen Beamten oder Seitens des Hausherrn.

Diese einzelnen Mittel sind zwar durchgehends in Geld auszudrücken; es dürfte jedoch schwer sein, ihren Einfluß in einer Formel zusammenzufassen, aus der

man auf dem gewöhnlichen Wege die Bedingungen gewinnen kann, unter denen die Summe der Kosten ein Minimum ist.

Den Kosten würde das zu Erreichende, welches die Erhaltung, bezw. Förderung der Gesundheit, Arbeitsfähigkeit und die Annehmlichkeit der Menschen umfasst, gegenüber zu setzen sein, so dass man, vermöchte man auch dieses nicht allein in Geld auszudrücken, sondern auch in eine solche Form zusammenzustellen, die eine analytische Behandlung zulässt, die denkbar zweckmäßigste Anlage durch Rechnung feststellen könnte.

Es ist wenig Aussicht vorhanden, jemals zu diesem Ziele zu gelangen; immerhin ist es von hohem Werth, wenn beim Entwurf derartiger Anlagen die einzelnen genannten Punkte jederzeit im Auge behalten werden. In den folgenden Einzelbesprechungen wird häufig auf dieselben hingewiesen werden.

a) Lüftungsanlagen.

In der Neuzeit ist die Frage angeregt worden, ob es nicht zweckmäßig sei, die Lüftung von der Heizung zu trennen¹²⁷⁾; namentlich ist hierfür die größere Sicherheit des Betriebes geltend gemacht. In erster Linie möchte ich die Kostenfrage beleuchten. Wenn die Temperatur der eintretenden Luft nicht höher als 40 Grad werden soll, so gebraucht man bei -20 Grad Temperatur des Freien und $+20$ Grad im Inneren des Raumes je 40 Wärmeeinheiten zur Erwärmung der Luft bis zur Zimmertemperatur, so oft 20 Wärmeeinheiten zum Ersatz für die durch die Einschließungsflächen des Zimmers verloren gehende Wärme benutzt werden. In sehr vielen Fällen erfordert nun die Reinhaltung der Luft keine so große Luftmenge, als nöthig ist, um auf dem vorliegenden Wege die durch die Einschließungsflächen verloren gehende Wärme heranzuschaffen. Man spart daher an Brennstoff, wenn letztere durch Umlaufheizung geliefert wird, während nur so viel frische Luft bis zur Zimmertemperatur erwärmt wird, wie zur Lüftung in Aussicht genommen ist. In diesen Fällen ist daher mit der Trennung der Lüftung von der Heizung eine Ersparnis an Brennstoff verbunden. Die Zahl der Tage, an welchen die freie Luft sehr kalt, bezw. so kalt ist, dass eine solche Brennstoffersparung eintritt, bildet nur einen Theil der Tage, an welchen überhaupt geheizt wird. Um ein sicheres Urtheil über die Höhe der Ersparnis zu haben, muss man daher, auf Grund der Temperaturschätzung der in Frage kommenden Tage für den besonderen Ort, die Gesamtersparnis feststellen und diese den etwaigen Mehrkosten der Anlage, bezw. den hieraus erwachsenden Zinsen, Abschreibungssummen und Ausbesserungskosten gegenüber halten und endlich die oben unter 6. und 7. genannten Kosten berücksichtigen. Die Heizflächengröße ist dieselbe bei Trennung der Lüftung von der Heizung, wie bei der Nichttrennung. Die Einrichtungen für die Regelung werden jedoch vermehrt und sonach die hierher gehörenden Kosten größer, wenn die Lüftung von der Heizung getrennt wird. Was nun endlich die Bedienung betrifft, so ist nicht zu leugnen, dass der Wärter sich leichter ein Urtheil über die richtige Einstellung der Klappen, Schieber, Hähne etc. bilden kann, wenn das Eine nur dem einen, das Andere nur dem andern Zweck dient. Jedoch ist die Wärmemenge, welche die frische Luft erfordert, eben so wechselnd, wie die Wärmemenge, welche zur Erhaltung der Wärme im zu heizenden Raume erforderlich ist. Man wird

298.
Trennung
d. Lüftung von
d. Heizung.

¹²⁷⁾ RIETSCHEL, H. Ueber Schulheizung. Berlin 1880.

daher nur selten eine Ersparnis an Bedienungskosten aus der Trennung der Lüftung von der Heizung zu gewinnen vermögen.

Alles zusammen genommen, dürfte die Entscheidung über die vorliegende Frage lauten: sie ist in jedem einzelnen Falle besonders zu erörtern¹²⁸⁾.

299.
Saug-
und Druck-
lüftung.

Im Kapitel 2 und 3 wurden die verschiedenen Mittel zum Heranbefördern und Fortschaffen der Luft besprochen; sie bestehen im Eindrücken — Drucklüftung — und Abaugen — Sauglüftung — derselben. Die richtigste Anordnung der Lüftungsanlagen besteht zweifellos darin, daß man durch das eine Mittel diejenigen Widerstände überwindet, welche in den Einführungsleitungen, und mit dem anderen diejenigen, welche in den Abführungsanläufen auftreten, so daß die Luftspannung in den Zimmern gleich derjenigen des Freien ist. Sie wird denn auch sehr häufig verwendet. Kleinere Anlagen verursachen wegen geringer Canallänge geringe Widerstände, so daß der Druckunterschied zwischen dem Freien und dem zu lüftenden Raum ein geringer wird, selbst wenn man beide in Frage kommenden Widerstandsummen entweder durch Drucklüftung oder Sauglüftung allein überwindet. Dies wird um so lieber benutzt, als die doppelte Anlage die Kosten des Baues und Betriebes erheblich vermehrt. Ja selbst bei umfangreicheren Anlagen entscheidet man sich nicht selten aus Sparsamkeitsgründen für reine Drucklüftung (Pulsions-Ventilation) oder reine Sauglüftung (Aspirations-Ventilation). Es ist dies unter Umständen recht wohl zu rechtfertigen. Beispielsweise finde die Luftzuführung auf kurzem, wenig Widerstände bietenden Wege statt, während die Sammlung der Ableitungsanläufe, bezw. die Abführung der Luft nach einem gemeinschaftlichen Orte große Widerstände hervorbringt. Alsdann wird man unbedenklich die Luft an diesem Orte abaugen können, bezw. einen solchen Unterdruck erzeugen können, daß der Druck der freien Luft die Einführung derselben veranlaßt. Die reine Drucklüftung ist dagegen am Platze, wenn die Ableitungsanläufe kurz sind, bezw. wenig Widerstand bieten. Da letzteres leichter zu erreichen ist, als ersteres, indem die Einrichtungen für die Reinigung der Luft erhebliche Widerstände hervorbringen, so ist im Allgemeinen die Drucklüftung häufiger zu verwenden, als die Sauglüftung. Jene erfordert aber, wenigstens während der wärmeren Jahreszeit, eine Betriebsmaschine und wird aus diesem Grunde häufig durch die Sauglüftung ersetzt, wenn auch die angegebenen Vorbedingungen für diese nicht vorhanden sind. Alsdann müssen selbstredend Unannehmlichkeiten zu Tage treten.

Im Winter ergibt sich das gleichzeitige Saugen und Drücken durch den Auftrieb der Luft von selbst, keineswegs aber im richtigen Verhältniß zu einander, weshalb sorgfältige Regelung erforderlich ist, um zu verhindern, daß die Luft in mehr oder weniger unangenehmer Weise durch die Poren der Wände, Undichtigkeiten der Fenster und Thüren etc. strömt. Diese Regelung ist selten so vollständig durchzuführen, daß jeder Druckunterschied in benachbarten Räumen aufhört. Ein solcher Druckunterschied veranlaßt aber das Ueberströmen der Luft des einen Raumes in den benachbarten.

Man soll daher bei Drucklüftung diejenigen Räume, in welchen besonders viele oder besonders gefährliche Luftverunreinigungen entwickelt werden (Aborte, Bedientenzimmer, Rauchzimmer, gewisse Krankenzimmer etc.), mit verhältnißmäßig weniger Luft versorgen, damit in ihnen ein geringerer Druck herrscht, als in den benachbarten Räumen; man soll dagegen aus demselben Grunde bei Sauglüftung

128) Vergl. WEISS. Die Trennung der Ventilation von der Heizung. Gesundh.-Ing. 1881, S. 1.

diese auf die genannten Räume besonders kräftig wirken lassen. Dies wird leider sehr häufig übersehen. Der Umstand, daß selbst bei Beachtung dieser Regel, in Folge von unvorsichtiger Behandlung, der Druckunterschied zeitweise in umgekehrter Richtung eintreten kann, hat zur Zerlegung der Krankenhäuser in einzelne, räumlich von einander getrennte Gebäude geführt.

b) Heizungsanlagen.

Sie unterscheiden sich zunächst in Bezug auf den Ort der Heizflächen; je nachdem dieselben sich in dem zu beheizenden Raume oder außerhalb desselben befinden, spricht man von örtlicher Heizung und von Luftheizung.

Bei den örtlichen Heizungen ist die Frage zu erörtern, an welcher Stelle des zu beheizenden Raumes die Heizflächen, bezw. die Oefen Platz finden sollen. Befindet sich ein Ofen in der Mitte des Raumes, so steigt die von ihm erwärmte Luft auf kürzestem Wege nach oben, breitet sich unter der Decke aus und fließt an den Wänden nieder, und zwar an den kältesten Theilen der Einschließungsflächen am entschiedensten. In der Nähe hoher, einfacher Fenster ist das hierdurch entstehende Gefühl des »Zuges« zuweilen unerträglich, an kalten Wänden mindestens recht unangenehm. Legt man statt dessen die Heizflächen, z. B. Wasserrohre, längs der kalten Wände, so tritt die aufsteigende warme der niederfließenden kalten Luft entgegen und mildert mindestens deren Einfluss. Zweckmäßiger dürfte es noch sein, die an den Fensterflächen nieder sinkende kalte Luft durch die Fensterbänke hindurch fließen und von unten an die in den Fensterbänken untergebrachten Heizflächen strömen zu lassen.

Meistens entscheidet man sich jedoch, da die von den Heizflächen abgegebene Wärme theils ohne Weiteres durch die kalten Wände abgeführt wird, nicht für die Anbringung der Heizflächen in ihrer unmittelbaren Nähe, stellt auch den Ofen oder dergleichen nicht in die Mitte des Zimmers, wegen Beschränkung des Raumes und weil alsdann die Dampf-, Wasser-, bezw. Rauchrohre nicht gut unterzubringen sind, sondern wählt die Mittel-, bezw. Scheidewände zur Aufstellung der Oefen. Dieses Verfahren ist nicht allein billiger, wegen des geringeren Wärmebedarfs, sondern auch wegen der bequemer Anbringung der Rauch-, Dampf-, bezw. Wasserrohre. Die Rauchrohre können bündelweise angeordnet werden, erhalten die Entruffungsöffnungen im Keller an einer und derselben Stelle, verursachen weniger Auswechslungen des Gebälkes und Durchbrechungen des Daches, als wenn sie einzeln liegen, und münden ohne Weiteres an höchster Stelle des Daches oder in deren Nähe. Die Dampf- und Wasserrohre können für mehrere Oefen gemeinschaftlich sein, mindestens aber neben einander laufen.

Gut ummantelte örtliche Heizungen vermögen auch größere Räume von einem Ofen aus gleichmäßig zu erwärmen; sobald jedoch der Luftquerschnitt innerhalb des Mantels zu klein ist (vergl. Art. 280, S. 238), so wird die Luft auf eine sehr hohe Temperatur erwärmt, und demzufolge ist die Lufttemperatur in größerer Höhe des Zimmers wesentlich höher, als in geringerer Höhe. Nicht ummantelte Heizflächen bringen auch in ein und derselben wagrechten Ebene sehr verschiedene Temperaturen hervor; sie sollten deshalb, wenn sie nicht sehr gleichmäßig vertheilt sind, nur in solchen Räumen benutzt werden, in denen nur wenige Menschen sich aufhalten, die ihren Platz beliebig wählen können.

301.
Luft-
heizung.

Bei Luftheizungen benutzt man zuweilen eine und dieselbe Heizkammer für mehrere Räume; zuweilen giebt man jedem Raum eine besondere Heizkammer, und recht große Räume werden auch wohl mit mehreren Heizkammern versehen. Das erstere Verfahren ist, vorsichtig ausgeführt, unbedenklich, kann aber oft zu recht ärgerlichen Uebelfänden führen. Ich erinnere an das in Art. 192, S. 157 über den Einfluss des Windes auf den Druck der Luft in den Zimmern Gefagte. Werden zwei Zimmer von einer gemeinschaftlichen Heizkammer versorgt, von denen das eine hinter, das andere vor dem Winde liegt, so wird das vor dem Winde liegende Zimmer, bei entsprechend porösen Wänden und undichten Fenstern, weit weniger leicht erwärmt werden, als das hinter dem Winde befindliche. Nur durch gute Klappenanordnung und möglichst unmittelbar von der Heizkammer aufsteigende Canäle ist man im Stande, dem Einfluss des verschiedenen Druckes wirksam zu begegnen. Auch verschieden hoch liegende Zimmer, bezw. Luftausfrömungsöffnungen können die regelmässige Beheizung stören, wie bereits in Art. 152, S. 126 erörtert wurde. Hier kann man jedoch helfen, indem man die Mündungen der Luftcanäle in den Heizkammern verschieden hoch legt, also für das Erdgeschoss an höchster Stelle der Heizkammer anbringt, während für jedes höhere Geschoss eine tiefere Lage, nach anzustellenden Versuchen, gewählt wird. Die höher gelegenen Räume werden alsdann mit geringer erwärmter, die Erdgeschossräume mit wärmerer Luft geheizt. Die erwähnten Uebelfände treten um so fühlbarer auf, je grösser der wagrechte Weg ist, welchen man der Luft zumuthet. Man zieht daher vor, nur solche Räume von einer gemeinschaftlichen Kammer zu beheizen, welche durch lediglich lothrechte Canäle erreicht werden können.

Am zweckmässigsten ist es jedenfalls, jedem Raum eine besondere Heizkammer zu geben. Man vermeidet hierdurch nicht allein die genannten Uebelfände, sondern schützt sich auch gegen Schalleitungen, deren Vermittler die Canäle und Heizkammern werden können.

302.
Heizungs-
methoden.

Die Heizungsanlagen werden ferner eingetheilt in Einzelheizungen (Stubenofenheizungen, auch Localheizungen genannt) und in Sammelheizungen (Centralheizungen). Erstere bedürfen für jedes Zimmer eine oder mehrere Feuerstellen, letztere besorgen von einer Feuerstelle aus die Beheizung einer Zahl von Räumen. Durch diese fernere Eintheilung entstehen folgende Beheizungsarten:

1) Oertliche Heizung.

α) Einzelheizung: durch Stubenöfen, Gasöfen etc.;

β) Sammelheizung: durch Wasser-, Dampf-, Dampfwasseröfen;

2) Luftheizung, mit wenigen Ausnahmen Sammelheizung.

γ) Feuerluftheizung: durch unmittelbar vom Feuer erwärmte Öfen;

δ) Wasserluftheizung;

ε) Dampf- luftheizung.

Die Heizungsarten zerlegen sich ferner in:

1) Umlaufs-Heizungen (Circulations-Heizungen) und

2) Lüftungs-Heizungen (Ventilations-Heizungen), je nachdem, wie wiederholt erwähnt, frische Luft oder Luft des zu beheizenden Raumes den Heizflächen zur Erwärmung dargeboten werden.

303.
Einzel-
(Local)-
Heizung.

Die Einzelheizung mit ihrer grossen Zahl von Feuerstellen erfordert viel Arbeit zu ihrer Bedienung, verursacht durch Heranschaffen des Brennstoffes, Fortschaffen

der Asche und das Entrufen viel Schmutz, gestattet nur eine geringe Ausnutzung des Brennstoffes und erhöht die Feuergefährlichkeit. Sie ist jedoch ohne viele Ueberlegung anzubringen und zu bedienen, in der Anlage verhältnißmäfsig billig und verursacht geringe Umänderungskosten, wenn man sich in der Wahl der Ofengröfse geirrt hat.

Die Sammelheizungen werden von einer oder doch von nur wenigen Feuerstellen aus mit Wärme versorgt; sie ermöglichen die Anbringung zweier Roste, so dafs die Rostfläche dem Wärmebedarf besser angepaßt werden kann; sie gestatten eine bessere Ausnutzung des Brennstoffes, beanspruchen weniger Bedienung, als die Einzelheizungen, und geben keine Veranlassung zur Verschmutzung der zu heizenden Räume. Die Feuersgefahr ist mindestens in demselben Verhältnifs reducirt, als die Zahl der Feuerstellen geringer ist. So fern die Sammelheizungen als örtliche Heizungen ausgeführt werden, haben sie mit der Einzelheizung die Beschränkung der Zimmergröfse und, wenn die betreffenden Heizflächen nicht ummantelt sind, auch die unangenehme Strahlung gemein.

Die Luftheizungen vermeiden beide Nachteile, indem die Heizkammern in weniger werthvollen Räumen untergebracht werden. Die Feuerluftheizung kann als Sammelheizung nur in so fern dienen, als von einer und derselben Heizkammer mehrere Räume erwärmt werden; sie ist in ihrer Verwendung als Sammelheizung sonach beschränkt. Die Wasserluftheizungen gestatten die Anordnung einer beliebigen Zahl von Heizkammern für eine Feuerstelle; da jedoch, bei geringer Auftriebshöhe, die Rohrlänge der Wasserheizung beschränkt ist, so eignet sie sich nicht zur Beheizung umfangreicher Gebäude von einer Feuerstelle aus. Die Dampfheizung ist weder in der Zahl der zu ihr gehörenden Heizkammern, noch in dem Umfange ihrer Ausdehnung beschränkt; sie ist deshalb im Stande, die umfangreichsten Gebäude, ja Gebäudegruppen von einer Feuerstelle aus mit Wärme zu speisen.

Die Anlagekosten der Sammelheizungen sind, wenn beim Entwurf der Gebäude auf sie gebührend Rücksicht genommen und überall auf gleich gute Lüftung gerechnet wird, im Allgemeinen keineswegs höher, als die Anlagekosten der Einzelheizungen. Die Feuerluftheizungen dürften sogar, wenn alle Umstände gebührend berücksichtigt werden, in vielen Fällen nicht unbedeutend billiger, die Anlagekosten der Heifswasser-Heizungen denen der Einzelheizungen etwa gleich sein, die Warmwasser-Heizungen etwas theurer werden, während die Dampfheizungen wegen der Dampfkesselanlage und der für sie geforderten Sicherheitsvorrichtungen und wegen der Vorrichtungen zur selbstthätigen Ableitung des Wassers oft wesentlich theurer werden, als die Einzelheizungen. Allerdings mufs hierfür vorausgesetzt werden, dafs die Anlagen mit allem Verständnifs ausgeführt werden.

Mir gegenüber lobte ein Hausinspector eine gröfsere Heizanlage aus dem Grunde, weil 9 Kessel vorhanden waren, aber bisher höchstens 4 Kessel nöthig gewesen wären. Aehnliche Fälle habe ich häufig beobachten können und mir hieraus das Urtheil gebildet, dafs ein grofser Theil unserer Heiztechniker nicht rechnet, wozu wohl vielfach die Faustregeln beitragen mögen, welche in den verschiedenen Handbüchern zu finden sind.

Die Höhe der Zinsen und Abschreibungen fällt und steigt etwa mit den Anlagekosten. Die Kosten der Ausbesserungen und des Ersatzes schadhafte gewordener Theile dürften bei der Feuerluftheizung am geringsten sein, da die der gröfsten Abnutzung unterworfenen Oefen ohne jede Rücksicht auf gutes Aussehen hergestellt werden, während die Zimmeröfen fast immer mehr oder weniger schmückende

304.
Sammel-
heizung.

305.
Feuer-, Wasser-
u. Dampf-
luftheizung.

306.
Anlage-
kosten.

307.
Sonstige
Kosten.

Außenflächen erhalten. Sie sind bei Warmwasser-Heizungen sehr gering, größer bei Heißwasser-Heizungen und dürften bei Dampfheizungen für dieselbe Wärmemenge denjenigen, welche die Einzelheizungen verursachen, gleich sein.

Der größte Brennstoffverbrauch ist zweifellos der Einzelheizung zuzusprechen. Gebraucht dieselbe weniger, als eine gleichwerthige Sammelheizung, so ist dies entweder darauf zurückzuführen, daß erstere gut, letztere schlecht ausgeführt ist und bedient wird, oder es hat als Ursache, daß man bei Einzelheizungen, der größeren Mühe halber, weniger Räume heizt, als zu geschehen pflegt, wenn von einer Feuerstelle aus, ohne nennenswerthe Steigerung der Arbeit, sämtliche Räume des Gebäudes erwärmt werden können.

Nächst dieser braucht die Dampfheizung den meisten Brennstoff, wegen des Dampfverlustes der Leitungen. Bei einer von mir eingehend beobachteten großen Dampfheizanlage wird — wegen viel zu weiter Leitungsrohre — in diesen durchschnittlich eben so viel Dampf verdichtet, als in sämtlichen Heizkörpern. Die Anlage gilt trotzdem als Muster!

Dieser schliessen sich der Reihe nach die Heißwasser- und Warmwasser-Heizung an. Die Bedienungskosten sind ebenfalls bei Einzelheizungen am größten, sobald eine dienstthuende Person die Heizung zu warten hat.

308.
Résumé.
Aus Alledem geht hervor, daß, vom Standpunkte der Geldfrage aus betrachtet, eine vernünftig angelegte Sammelheizung im Durchschnitt billiger ist, als die Einzelheizung, daß man für kleinere Anlagen die Feuerluftheizung oder die Wasserheizung — letztere entweder als örtliche oder als Luftheizung — für Gebäude großen Umfanges aber die Dampfheizung verwenden soll, übrigens in dem besonderen Fall die näheren Umstände berücksichtigen muß.

Die Frage, ob die Wasser- und Dampfheizung als örtliche oder als Luftheizung auszuführen ist, beantwortet sich auf Grund folgender Erwägungen. Die Unterbringung der Dampf- und Wasserrohre in den Geschossen verursacht wegen der in denselben auftretenden wechselnden Temperaturen gewisse Unbequemlichkeiten; sie birgt die Gefahr in sich, daß durch Undichtwerden der Rohre, durch Gefrieren derselben während längerer Aufserbetriebsetzung Wände und Decken durchnäßt werden. Die Luftleitung zwischen den einzelnen Räumen und den Heizkammern ist dagegen zuweilen schwer unterzubringen, zuweilen gar unmöglich. Je nach den örtlichen Verhältnissen wird man unter den einander gegenüber stehenden Uebeln das kleinste wählen.

Räume, welche häufig längere Zeit ohne Beheizung bleiben, z. B. Kirchen, sind unter Vermittelung von Dampf oder Wasser in der Regel nicht zu beheizen, wegen der Gefahr des Gefrierens des Wassers. Man hat andere Flüssigkeiten als Wasser vorgeschlagen, welche weniger leicht gefrieren, z. B. eine Lösung von Chlorcalcium in Wasser, welche erst bei -10 Grad gefriert und deren Siedepunkt erheblich über 100 Grad liegt. Auch eine Lösung von Chlorcalcium in Glycerin¹²⁹⁾, welche erst bei 300 bis 330 Grad sieden und bei den vorkommenden niedrigsten Temperaturen nicht gefrieren soll, ist in Vorschlag gekommen. Ich habe derartige Flüssigkeiten hier unbeachtet gelassen, da ihre Verwendbarkeit bisher zu wenig geprüft ist.

¹²⁹⁾ Bayer. Ind. u. Gewbl. 1875, S. 330.

Literatur

über »Heizungs- und Lüftungsanlagen«.

- Système de chauffage des prisons cellulaires. Revue gén. de l'arch.* 1842, S. 19.
Note relative au chauffage des prisons cellulaires. Revue gén. de l'arch. 1844, S. 192.
Ventilation des écoles, sans chauffage. Revue gén. de l'arch. 1844, S. 443.
Chauffage et ventilation des écoles et des asiles. Revue gén. de l'arch. 1844, S. 440, 442.
Chauffage des églises. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 208.
Chauffage des serres. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 362.
 Vergleichung der verschiedenen Heizungen unter einander. ROMBERG's Zeitschr. f. pract. Bauk. 1856, S. 35.
Ventilation of hospitals. Builder, Vol. 14, S. 581, 624.
Ventilation des hôpitaux et des établissements publics. Nouv. annales de la const. 1859, S. 40.
Ventilation des salles d'asile. Revue gén. de l'arch. 1860, S. 257.
 MANGER. Ventilation geheizter Trockenräume. Zeitschr. f. Bauw. 1863, S. 77.
 Der Civilingenieur auf der Londoner Welt-Ausstellung im Jahre 1862. e) Heiz- und Ventilations-Apparate
 Zeitschr. d. öft. Ing. u. Arch.-Ver. 1863, S. 201.
Ventilation et aérage des hôpitaux. Revue gén. de l'arch. 1864, S. 196; 1865, S. 16.
Chauffage des asiles d'aliénés. Revue gén. de l'arch. 1865, S. 114.
 HERRMANN. Welche Art der Heizung empfiehlt sich für einen großen Saal, der nur sehr wenig benutzt wird? Zeitschr. f. Bauwesen 1866, S. 560.
 RASCH. Heizungs- und Ventilations-Anlagen für große Zimmer, Schulen etc. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover. 1866, S. 391.
 MÖDER, K. Die Ventilation landwirthschaftl. Gebäude. Auf Veranlassung d. landwirthschaftl. Hauptvereins d. Neustädter Kreises im Großherzogth. Sachsen-Weimar hrsg. Weimar 1867.
 BLANKENSTEIN. Ueber die zweckmäßigste Heizmethode für Kirchen. Zeitschr. f. Bauw. 1867, S. 283.
 Ventilation in Tanzräumen. Zeitschr. f. Bauw. 1867, S. 554.
 Heizung und Ventilation für Tanzsäle. Deutsche Bauz. 1867, S. 143.
 MORIN. Ventilation öffentlicher Gebäude. Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1867, S. 106.
 Ueber den Bau von Schulen, die Ventilation und die Einrichtung von Schulzimmern. ROMBERG's Zeitschr. f. pract. Bauk. 1867, S. 29.
 Heizung in öffentlichen Gebäuden. Deutsche Bauz. 1868, S. 263.
 BLANKENSTEIN. Ventilation in Theatern mittels des Kronleuchters. Zeitschr. f. Bauw. 1869, S. 574.
 Die Anwendungen der verschiedenen Einrichtungen für Heizung und Ventilation. Deutsche Viert. f. öff. Gesundheitspf. 1869, S. 286.
 BERGAU, R. Die mittelalterlichen Heizvorrichtungen im Ordenshauptaufe Marienburg. Zeitschr. f. Bauw. 1870, S. 105.
 SCHARRATH. Ueber Ventilation mit besonderer Berücksichtigung der Einrichtung in Krankenhäusern. ROMBERG's Zeitschr. f. pract. Bauk. 1870, S. 295.
Chauffage de salles d'asile. Revue gén. de l'arch. 1870—71, S. 235.
 Heizung von Gefangenzellen. Deutsche Bauz. 1871, S. 96.
Ventilation of hospitals for the sick by open fireplaces. Builder, Vol. 29, S. 31.
 Heizung und Ventilation von Schulen. Deutsche Bauz. 1867, S. 243; 1868, S. 214; 1871, S. 407; 1872, S. 97.
 Heizung von Schulgebäuden. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1872, S. 78.
Ventilating double fireplace for provisional hospitals. Builder, Vol. 30, S. 367.
 Ueber die Wahl von Heizungen. Deutsche Bauz. 1873, S. 135.
Ventilation des théâtres. Revue gén. de l'arch. 1872, S. 218; 1873, S. 133.
Du chauffage et de la ventilation dans les hôpitaux. Gaz. des arch. et du bât. 1874, S. 11.
De la ventilation des monuments publics. Gaz. des arch. et du bât. 1875, S. 114.
Chauffage des édifices publics. Encyclopédie d'arch. 1875, S. 38, 81, 111; Pl. 293.
Ventilation of improved industrial dwellings. Building News, Vol. 28, S. 107.
 WIESNEGG, V. *Notice sur les appareils de chauffage employés dans les laboratoires.* Paris 1876.
 FISCHER, H. Die Heizung und Lüftung geschlossener Räume auf der internationalen Ausstellung für Gesundheitspflege und Rettungswesen in Brüssel. Polyt. Journ. Bd. 222, S. 1.
 FISCHER, H. Bericht über die Ausstellungs- und Lüftungsanlagen in Cassel. Polyt. Journ. Bd. 225, S. 251; Bd. 226, S. 1, 113, 217, 635.
 Ventilation für Landchulftuben. Deutsche Bauz. 1877, S. 187.

- Ventilation auf der Kaffeler Ausstellung. Deutsche Bauz. 1877, S. 333, 357, 376, 386 u. 396.
 Ventilation der Krankenhäuser. Rohrleger 1878, S. 37.
 Ventilation der Schulen. Rohrleger 1878, S. 53.
 Ventilation der Theater. Rohrleger 1878, S. 70, 86, 103.
 Ventilation der Kafernen. Rohrleger 1878, S. 119.
 Ventilation der Gefängnisse. Rohrleger 1878, S. 120.
 FISCHER. Ausstellung für Ventilations- und Heizungsanlagen in Kassel. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover. 1878, S. 17.
 Neuheiten aus dem Heizungs- und Lüftungswesen. Polyt. Journ. Bd. 227, S. 355.
 Die richtige Wahl der Heizung. Maschin.-Const. 1878, S. 273.
 PAUL, F. Ueber Heizung und Ventilation in Unterrichtsanstalten. Zeitfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1878, S. 135 u. 151.
Ventilation of public buildings. Builder, Vol. 36, S. 359.
 Bericht über die Heizungs- und Ventilations-Anlagen in den städtischen Schulgebäuden in Bezug auf ihre sanitären Einflüsse, erfattet im Auftrage des Magistrats zu Berlin. Berlin 1879.
 Heizung von Gemäldegalerie-Gebäuden. Zeitfchr. f. Bauw. 1879, S. 29.
 FISCHER, H. Die Heizung und Lüftung geschlossener Räume auf der Pariser Weltausstellung. Polyt. Journ. Bd. 231, S. 193, 289, 385.
 PÜRZL, J. Ueber die Ventilation öffentlicher Locale. Wochfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1879, S. 131.
 JOLY, Ch. *De la ventilation des salons. Gaz. des arch. et du bât.* 1879, S. 74.
 EASSIE, W. Ueber Ventilationseinrichtungen. *Sanit. rec.* Vol. 10, S. 62, 78, 94, 97, 126, 142, 159, 174, 190, 207, 223, 238, 254, 270, 287, 302, 319, 334, 349, 365, 382, 399, 414; neue Folge, Vol. 1, S. 1, 35, 77, 117, 158, 238.
 Untersuchungen der Heiz- und Ventilationsanlagen in den städtischen Schulgebäuden von Darmstadt. Darmstadt 1880.
 KÄUFFER, P. Streifzüge durch neuere Feuerungs- und Heiz-Anlagen. Rohrl. u. Gefundh.-Ing. 1880, S. 158.
 WEISS. Die Trennung der Ventilation von der Heizung in finanzieller Beziehung. Gefundh.-Ing. 1881, S. 1, 30, 57.

Befprechung einiger bewährten Heizungs- und Lüftungsanlagen.

a) Heißwasser-Luftheizung des Hauses KAHN in Mannheim.

Die angeheftete Tafel enthält zwei Grundrisse und zwei Verticalschnitte des Gebäudes, dessen Heizanlage durch das Eisenwerk Kaiserslautern ausgeführt worden ist.

Das Erdgefchofs wird durch die Sammelheizung erwärmt, während das andere Gefchofs mit Ausnahme dreier Räume mit gewöhnlichen Oefen versehen ist.

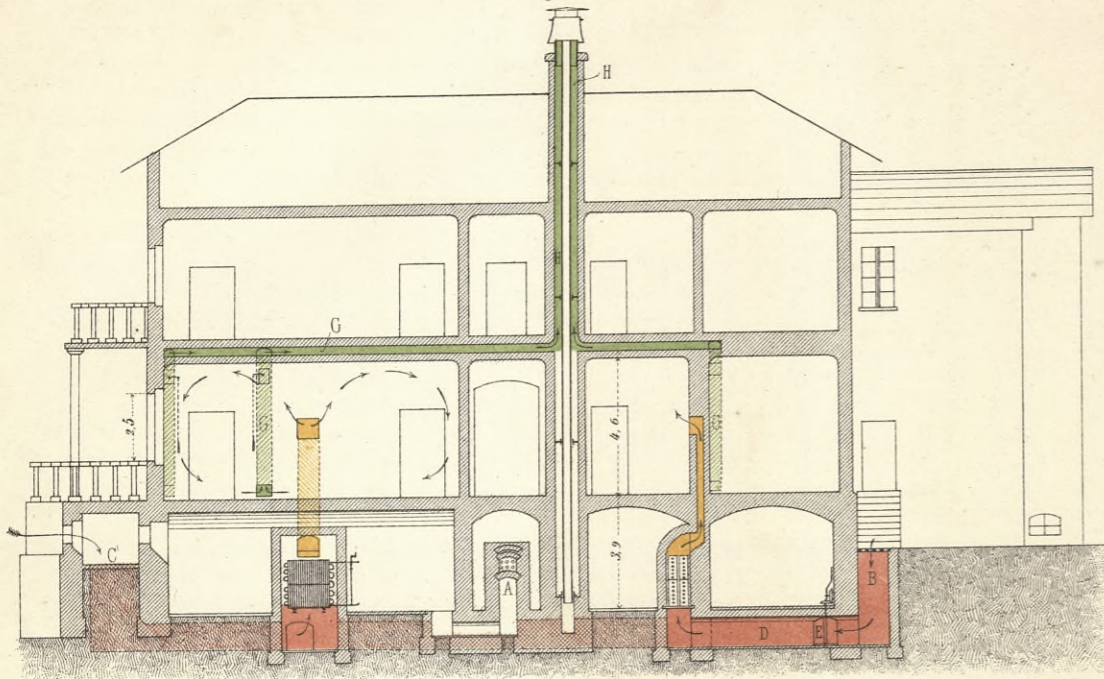
Im Kellergefchofs bezeichnet *A* den Heizofen, in welchem die nöthige Heizrohrlänge nach Art der Fig. 258, S. 228 und zwar in drei Abtheilungen eingelegt ist. Die eine Abtheilung steht mit den Heizkammern 1 und 2 in Verbindung. Das heisse Wasser durchströmt in der Regel zunächst den Heizkörper in 1, hierauf denjenigen in 2, worauf das abgekühlte Wasser in den untersten Theil des Ofens *A* zurückkehrt. Vermöge der im Grundrifs des Kellergefchofses vor den in Rede stehenden Heizkammern angedeuteten Ventile vermag man jedoch das Wasser ganz oder theilweise, sowohl an der Heizkammer 1, als auch an der folgenden 2 vorüberströmen zu lassen, so dafs hierdurch die Wärmezufuhr der in Frage stehenden Heizkammern geregelt werden kann. In derselben Weise verfort die zweite Rohrabtheilung die Heizkammern 4 und 3. Die Heizkammer 5 hat ihre eigene, die dritte Rohrabtheilung. Die Ausdehnungsgefäße haben in dem Abortraum des Erdgefchofses, bei *E*, Platz gefunden. Als Heizkörper dienen schmiedeeiserne, im Zickzack gebogene Rohre, welche, behuf Vergrößerung der Heizfläche, bezw. Verminderung der Oberflächentemperatur von geripptem Gußeisen umschlossen sind.

Unter der Treppe des Seitenflügels (bei *B*) und unter der Veranda (bei *C*) mündet der Canal *D*, welcher die frische Luft heranzuführen hat. Indem derselbe an zwei einander entgegengesetzten Seiten mit dem Freien in Verbindung steht, werden die Einflüsse des Windes abgeschwächt. Uebrigens dienen zwei Droffelklappen *E* und *F* zur theilweisen oder vollständigen Absperrung des Canales *D* von den Mündungen *B*, bezw. *C*.

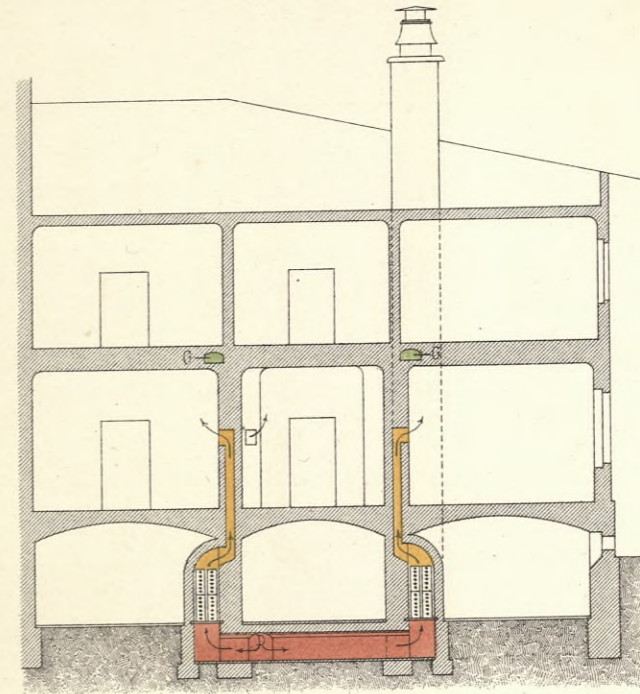
Vom Hauptcanal *D* aus wird die frische Luft unmittelbar oder durch geeignete Zweiganäle den Heizkammern zugeführt und gelangt, nachdem sie erwärmt ist, durch lothrechte Canäle auf kürzestem Wege in die betreffenden Räume.

HAUS KAHN IN MANNHEIM.

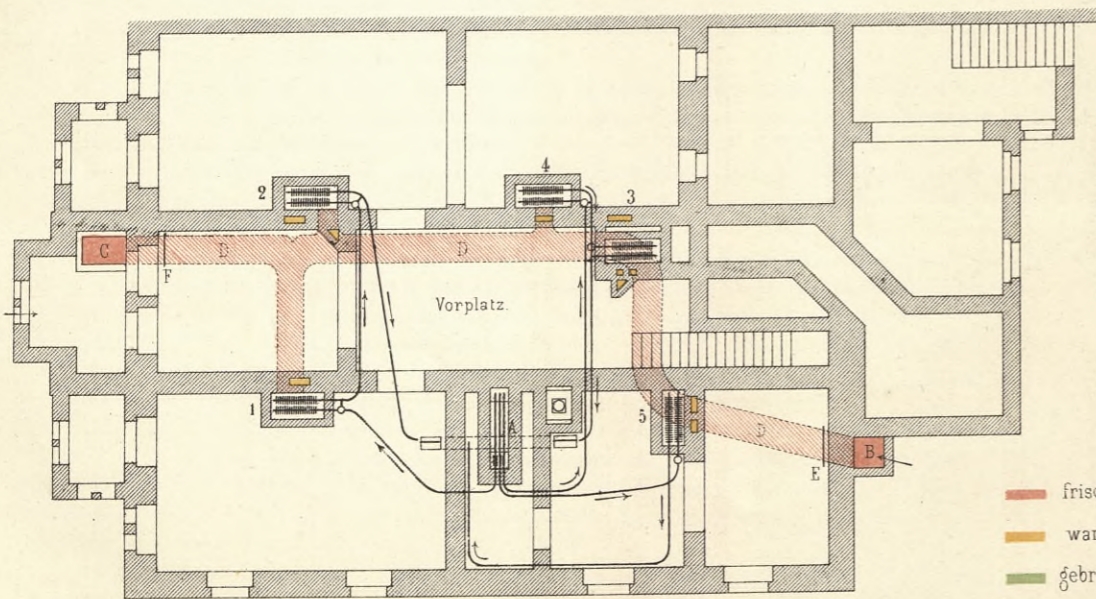
Längenschnitt.



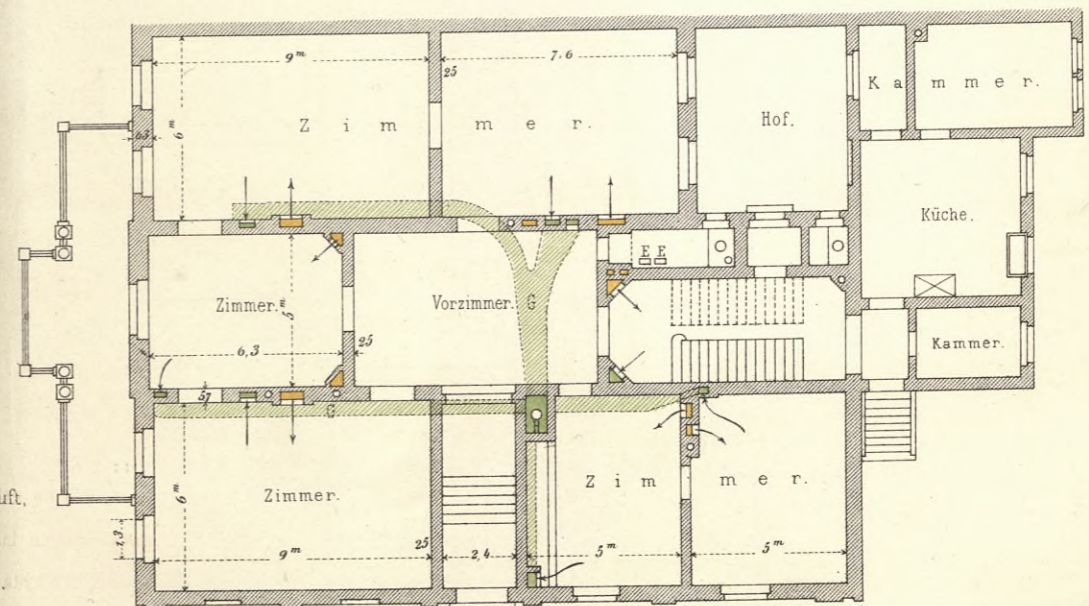
Querschnitt.



Keller - Geschoss.

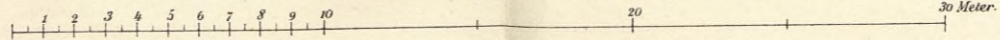


Erd - Geschoss.



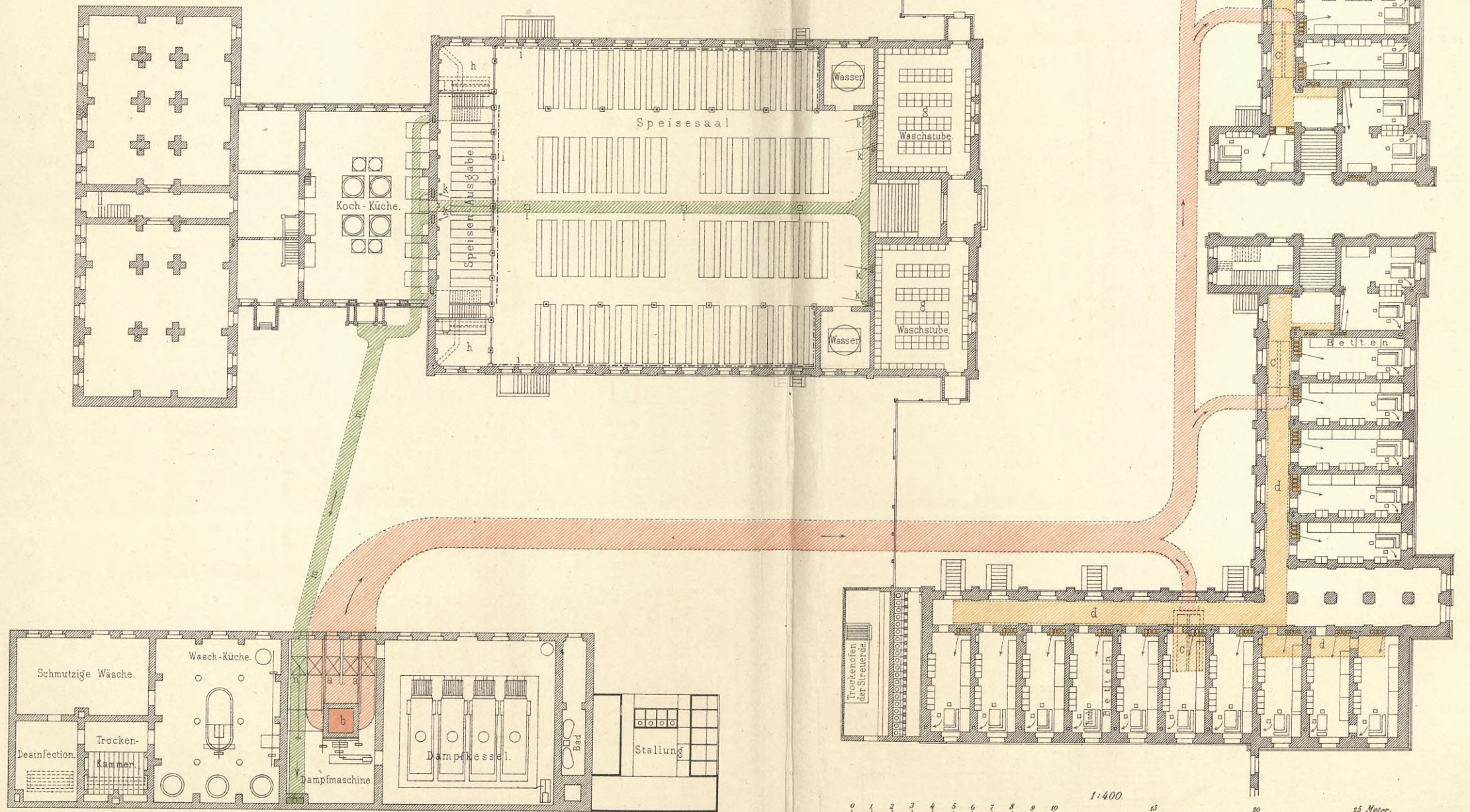
- frische kalte Luft,
- warme Luft,
- gebrauchte Luft.

1:250



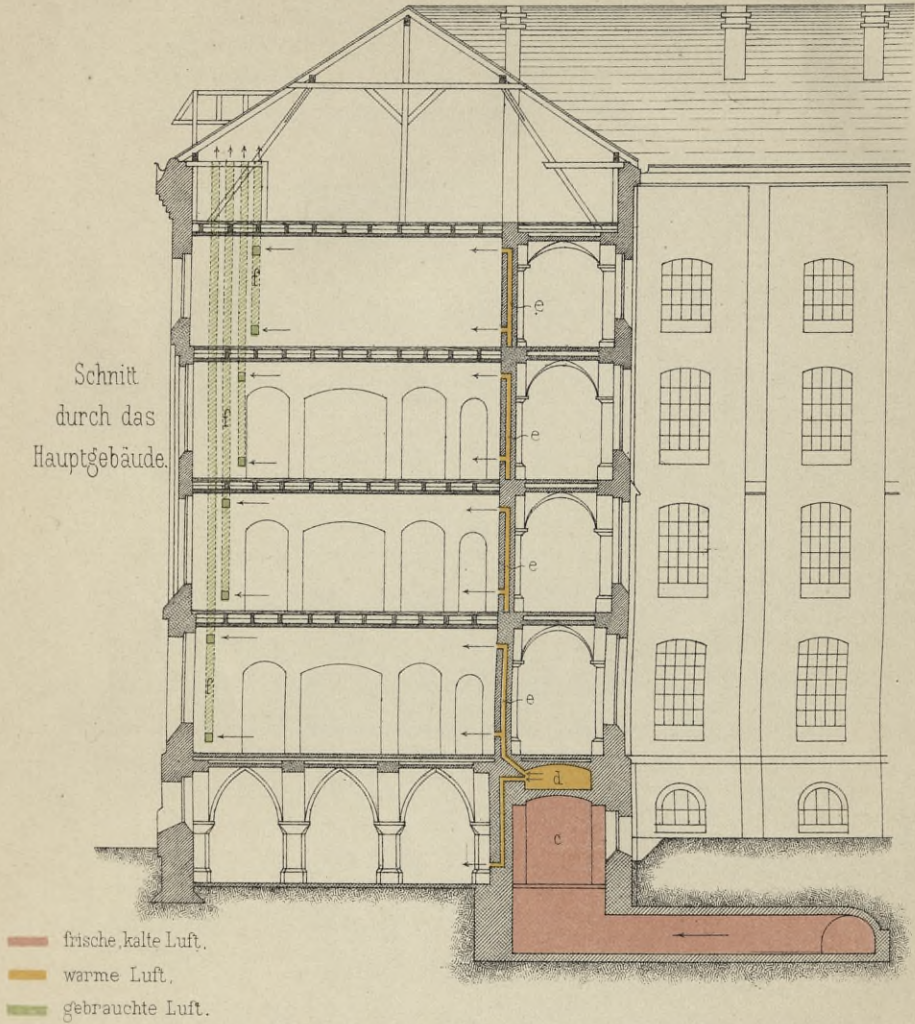
ARBEITER - KOST - UND LOGIRHAUS DES BOCHUMER VEREINS FÜR BERGBAU U. GUSSSTAHLFABRIKATION.

— frische kalte Luft — warme Luft. — gebrauchte Luft.

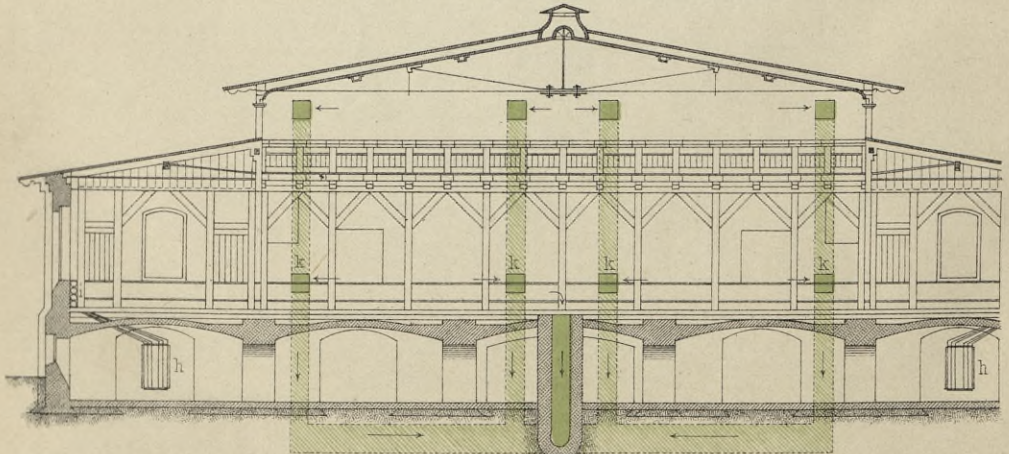


ARBEITER-KOST-UND LOGIRHAUS DES BOCHUMER VEREINS FÜR BERGBAU UND GUSSTAHLFABRICATION.

Schnitt durch das Hauptgebäude.



Schnitt durch den Speise, bzw. Gesellschaftssaal.



Diejenigen Canäle *G*, welche die gebrauchte Luft abzuführen haben, münden in der Nähe des Fußbodens und in der Nähe der Decke in den betreffenden Räumen und fammeln sich, unter Vermittlung wagrechter Theile, welche in der Decke zwischen Erd- und Obergeschofs liegen (in den Grundrifs des Erdgeschofses eingetragen), in einem gemeinschaftlichen über das Dach führenden Schacht *H*. In diesem Schacht befindet sich das eiserne Rauchrohr der Feuerung, so dafs eine Erwärmung der abgelaugten Luft stattfindet, also der Auftrieb derselben vergrößert wird.

Die oberen Abzugsöffnungen der Canäle *G* sollen geöffnet werden, sobald durch irgend einen Umstand eine Ueberheizung eingetreten ist, und auch im Sommer, um die wärmste Luft der Zimmer abzuführen. Da eine besondere Feuerung für den Lockfornstein nicht vorgesehen ist, so dürfte die Sommerlüftung wenig Erfolg haben.

Die durchaus befriedigend wirkende Anlage giebt mir zu folgenden Aussetzungen Veranlassung.

Zunächst kann ich nicht billigen, dafs der wagrechte Theil der Abfaugungscanäle *G* über das Erdgeschofs gelegt worden ist. Derselbe würde zwischen Kellergewölbe und Erdgeschofsfußboden bequemer Platz gefunden haben, und durch letztere Anordnung würde die Auftriebshöhe des Lockfornsteins wesentlich vergrößert worden sein.

Ferner habe ich die Anordnung der Ventile und Drosselklappen zu tadeln. Dieselbe bedingt, dafs dem Heizer sämtliche Kellerräume zugänglich sind, was mindestens recht lästig ist. Man ersieht aus dem Kellergrundrifs leicht, dafs die Ventile der Heizkammern 1, 2 und 4 ohne Schwierigkeit auf den Keller vorplatz gelegt werden konnten. Die Drosselklappen *E* und *F* vermochte man, nach geringen Aenderungen der Canäle für frische Luft, ebenfalls vom Vorplatz aus regelbar anzubringen.

Das hier angewendete Verfahren, nur mittels frischer Luft zu heizen, ist für Anlagen, wie die vorliegende, durchaus zu empfehlen. Der etwaige Wärmeverlust dürfte aufgehoben werden durch die weitgehende Einfachheit der Anlage und die Sicherheit, dafs regelmäfsig gelüftet wird.

β) Feuerluftheizung mit Drucklüftung und Warmwasser-Heizung mit Sauglüftung im Arbeiter-Kost- und Logirhaus des Bochumer Vereins für Bergbau und Gufstahlfabrikation.

In den Jahren 1873—74 wurde, nach Plänen des Baumeisters *Spetzler* in Bochum¹³⁰⁾, die auf den beigehefteten Tafeln dargestellte Anlage ausgeführt. Die Doppeltafel enthält den Grundrifs des Erdgeschofses, welcher in so fern unvollständig wiedergegeben ist, als der eine Flügelbau, welcher dem anderen gleicht, nur theilweise Platz gefunden hat. Das vordere oder Hauptgebäude enthält in 4 Geschossen etwa 150 Stuben mit 2, 4 oder 6 Betten; jedes der Betten soll doppelt belegt werden, wegen des Wechsels der Tag- und Nachtschicht, so dafs das Gebäude 1500 unverheiratheten Arbeitern Unterkunft gewährt. Aufser diesen Logirzimmern befinden sich die Wohnung des Inspectors, die Leinenzimmer etc. in diesem Hauptgebäude. Hinter demselben ist ein eingegeschossiges Haus errichtet, welches die Waschräume, den grofsen Speise-, bezw. Unterhaltungssaal, die Küche und andere Wirthschaftsräumlichkeiten enthält. Die kleinere Tafel zeigt Querschnitte der beiden genannten Gebäude.

Endlich ist ein besonderes Gebäude vorhanden, in welchem sich Badezimmer, Dampfkessel, Maschinenanlage, Waschküche etc. befinden.

In letzterem Gebäude bewegt eine Dampfmaschine zwei Schraubengebläse *a*, die durch den über Dach mündenden Schacht *b* frische Luft zugeführt erhalten und solche durch einen unter der Erde liegenden Canal, bezw. Zweige desselben in die 4 Heizkammern *c* drücken. Die Heizkammern liegen in der Höhe des Kellergeschofses; sie enthalten je zwei unmittelbar durch das Feuer, bezw. den Rauch desselben erwärmte Oefen. Nach der entsprechenden Erwärmung der Luft gelangt dieselbe in unter dem Fußboden des Erdgeschofses befindliche Canäle *d* (vergl. die kleinere Tafel), welche sie den lothrecht zu den Stuben aufsteigenden Canälen *e* übergiebt. Wie aus dem Querschnitt des Hauptgebäudes erkannt werden kann, sind auch lothrecht absteigende Canäle vorhanden, welche das Kellergeschofs von den Canälen *d* aus mit frischer, nach Umständen warmer Luft versorgen.

Jede Stube steht nun, vermöge eines der Canäle *f*, mit dem Dachraum in Verbindung, so dafs aus dem Zimmer die Luft in dem Mafse nach dem Dachraum abgeführt wird, wie frische Luft einströmt.

Die Einströmungsöffnungen der Luft befinden sich in den Zimmern in zwei verschiedenen Höhen (vergl. die kleinere Tafel); welchen Zweck diese Anordnung verfolgt, vermag ich nicht zu erkennen. Vielleicht ist der Verfasser des Entwurfes noch unsicher gewesen, ob die Einführung im unteren oder die im oberen Theil jedes Zimmers vortheilhafter ist, so dafs derselbe vorzog, beide Wege sich offen zu halten. Die Abströmungsöffnungen liegen ebenfalls in zwei verschiedenen Höhen; im Winter ist regelmäfsig die

¹³⁰⁾ Correspondenzblatt des niederrheinischen Vereins für öffentl. Gesundheitspflege 1878, S. 144.

untere frei, während die obere Oeffnung geschlossen ist. Nur bei zufälliger Ueberheizung soll die obere Oeffnung zum Abführen der Luft dienen.

Der Querschnitt der vier zu den Heizkammern führenden Frischluftcanäle ist je $1,1 \text{ m}$ im Quadrat, also, unter Berücksichtigung der Gewölbe, rund $1,2 \text{ qm}$. Es sollen jedem Bett stündlich 30 cbm frische Luft geliefert werden; sonach ist die Luftgeschwindigkeit in den erwähnten Canälen durchschnittlich

$$\frac{30 \cdot 750}{4 \cdot 1,2 \cdot 3600} = 1,3 \text{ m.}$$

Eben so groß ist die Luftgeschwindigkeit im Hauptcanal, während im Saugschacht b , welcher die Schraubengebläse a speist, weil dessen Querschnitt 2 m im Quadrat misst, bei vollem gleichzeitigem Betriebe der vier Heizkammern eine etwas größere Geschwindigkeit herrscht. Der Querschnitt jedes der lothrechten, zu den Zimmern mit 4 Betten führenden Canäle ist etwa 320 qcm , so dass die Luftgeschwindigkeit in denselben ungefähr 1 m betragen dürfte.

Die Sommerlüftung erfolgt durch dieselben Mittel, welche der Winterlüftung dienen; jedoch sind in den eisernen Fenstern der Stuben je zwei große sog. Luftscheiben angebracht, welche nach Belieben benutzt werden können.

Die beiden Waschstuben g werden durch gewöhnliche Oefen erwärmt; sie enthalten je 56 Waschbecken, denen kaltes und warmes Wasser zugeführt wird.

Der Speise-, bezw. Gesellschafts-saal, welcher sich an die Waschstuben anschliesst, enthält 1000 Plätze. Seine Erwärmung erfolgt durch zwei Warmwasser-Heizungen, deren Heizkessel bei h im Kellergefchofs untergebracht sind. Die Rohre i , welche die Wärme an die Luft des Saales abzugeben haben, liegen längs der Wände und der Speisenausgabestelle. Im Grundrisse sind diese Rohre i durch strichpunktirte Linien, im Querschnitt durch Kreise angedeutet. Der in Rede stehende Saal ist mit einer Sauglüftung versehen. Bei k befinden sich in den Wänden, bei l in dem Fußboden Oeffnungen, welche mit dem Saugcanal m in Verbindung stehen. An den Wänden mündet jeder Saugcanal zweimal, nämlich in der Nähe des Fußbodens und in der Nähe der Decke; diese Einrichtung wird in bekannter Weise benutzt. Frische Luft tritt theils durch die Undichtheiten der Einschließungsflächen ein; theils gelangt sie vermöge geeigneter Oeffnungen zu den Heizungsrohren, um hier erwärmt zu werden, bevor sie in den Saal gelangt.

Der Saugcanal m dient auch zur Lüftung der Küche. Derselbe enthält im Maschinenraume ein Schraubengebläse n , welches die Luft einerseits anfaugt, andererseits durch den lothrechten Schacht o auswirft.

γ) Feuerluftheizung der Leibnitz-Realschule in Hannover.

Die in Rede stehende Schule wurde in den Jahren 1876 und 1877 nach den Plänen des Stadtbauinspector *Wilsdorff*¹³¹⁾ erbaut; die hier in Rede stehende Heizungs- und Lüftungsanlage ist von *Kelling* in Dresden entworfen und ausgeführt.

Das Gebäude enthält in drei Geschossen 28 Classenzimmer und die Aula, welche durch 6 Heizöfen, bezw. 11 Heizkammern, die im Kellergefchofs untergebracht sind, mit Wärme und frischer Luft versorgt werden. Die beigeheftete Doppeltafel enthält einen lothrechten, die einfache Tafel einen lothrechten und zwei wagrechte Schnitte der Heizanlage nebst Zubehör. Der Ofen a ist nach der Fig. 247, S. 216 angeordnet¹³²⁾; er dient für zwei Heizkammern b und c . Der Zweck dieser Anordnung ist die Verringerung der Zahl der Feuer; ich halte denselben nicht für so wichtig, um ihn durch Zulassung der Nachtheile, welche entstehen, indem man einen Ofen durch eine gemauerte Wand d in zwei Theile zerlegt, einzukaufen. Die Heizkammer b versorgt das Erd- und das erste Obergefchofs (vergl. die Doppeltafel), die Heizkammer c das dritte Obergefchofs. Um die etwa überschüssige Wärme der einen Heizkammer für die benachbarte nutzbar zu machen, befindet sich in der Scheidewand d eine Thür; offenbar wird nach Oeffnen derselben der Vortheil verschiedener Heizkammern für die verschiedenen Geschosse aufgehoben.

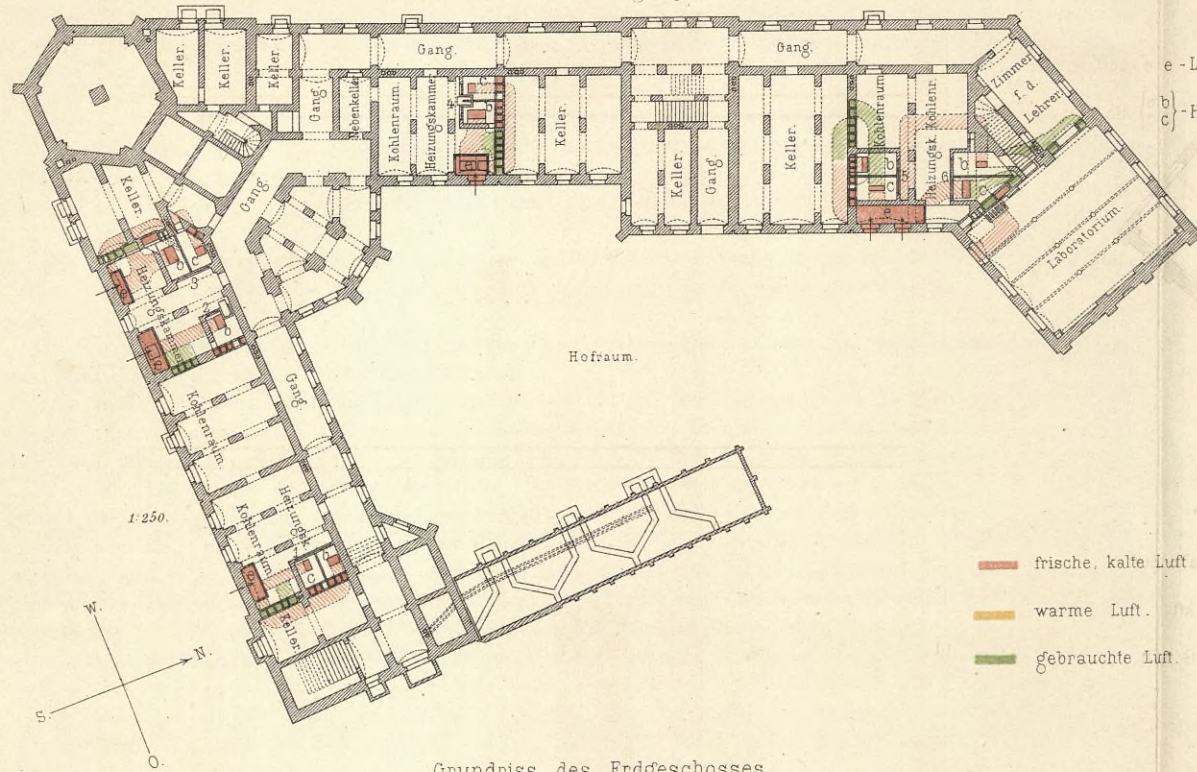
Die Anlage gestattet, sowohl mit Umlauf, als auch mit frischer Luft zu arbeiten. e bezeichnet eine Luftkammer, welche einerseits mittels des anliegenden Kellerfensters (welches nur vergittert ist) mit der freien Luft, andererseits vermöge der Canäle f und g mit den Heizkammern in Verbindung steht. Von den Ausmündungen dieser Canäle ab kann die frische Luft entweder in kaltem Zustande am Boden der Heizkammern oder erwärmt durch das Gewölbe derselben zu den lothrechten Canälen h gelangen, welche sie in die einzelnen Räume führt. Die betreffende Regelung erfolgt durch die Mischklappe i vom betreffenden Zimmer aus. Zu dem Ende ist mit der Mischklappe i (vergl. die kleinere Tafel) eine punktirt

¹³¹⁾ Die Leibnitz-Realschule zu Hannover. Zeitchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. f. Hannover 1879, S. 511.

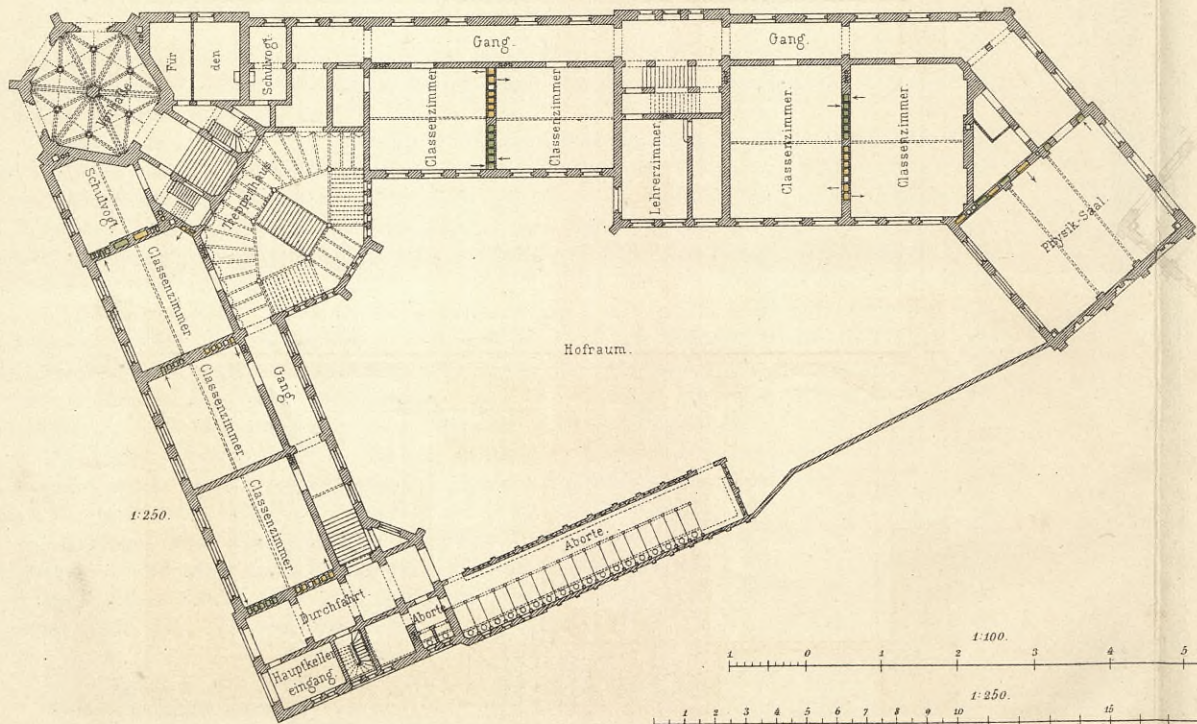
¹³²⁾ Polyt. Journ. Bd. 226, S. 11.

LEIBNITZ-REALSCHULE ZU HANNOVER.

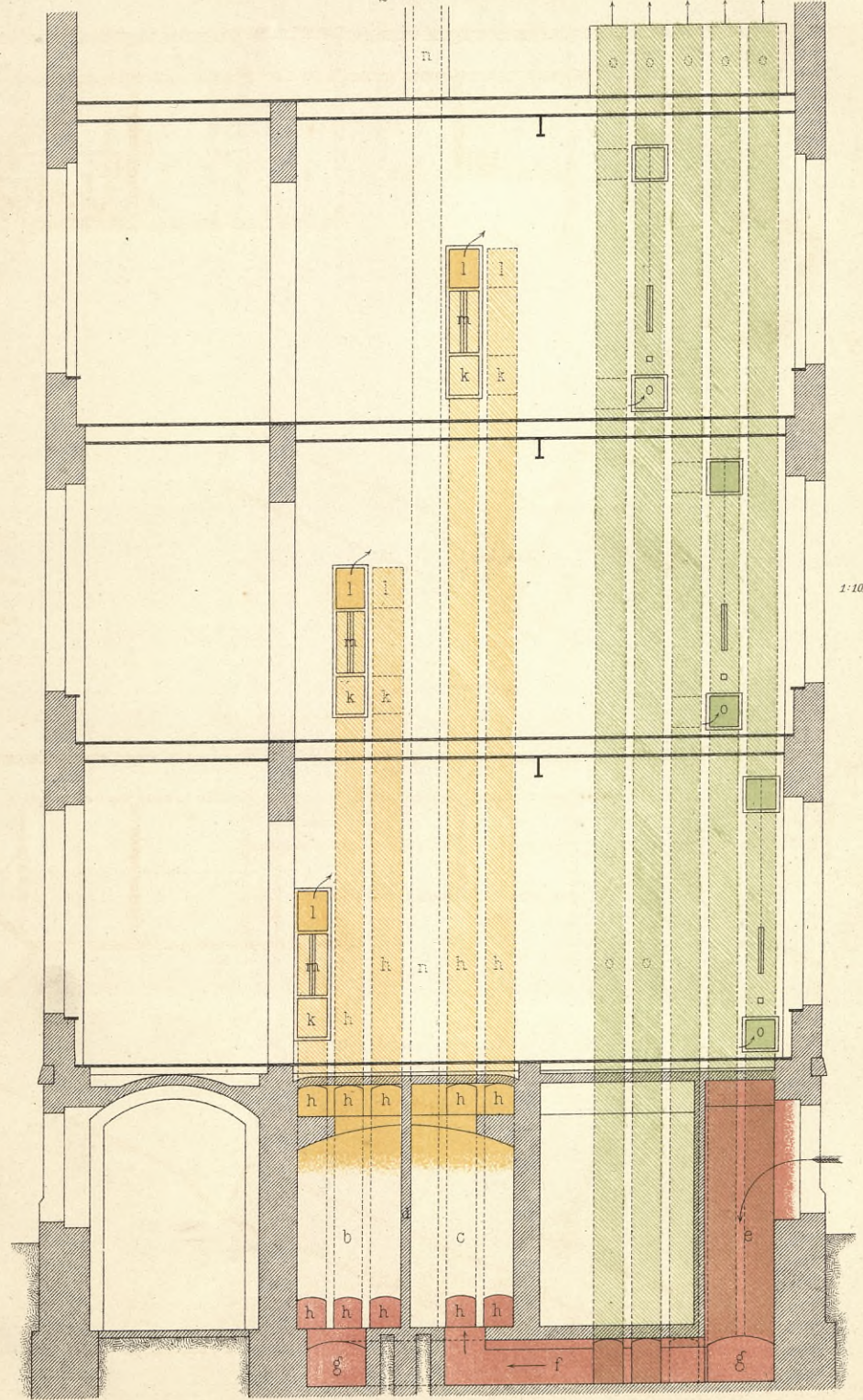
Grundriss des Kellergeschosses.



Grundriss des Erdgeschosses.



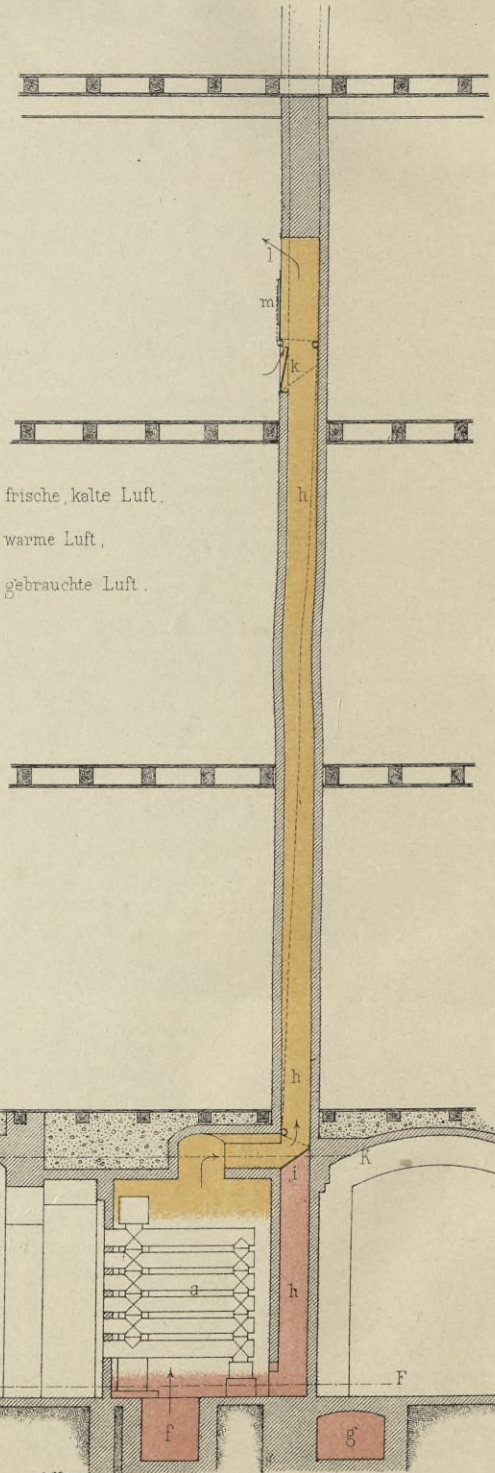
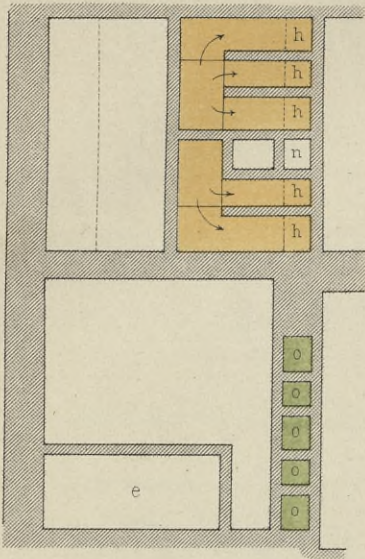
Querschnitt.



LEIBNITZ-REALSCHULE zu HANNOVER.

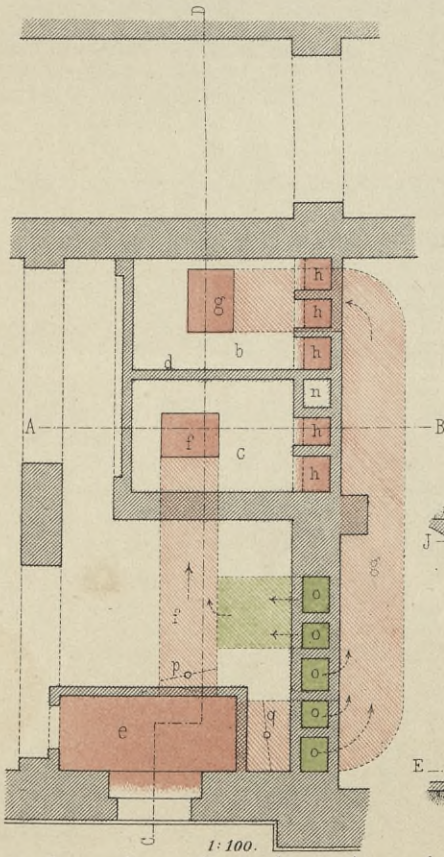
Schnitt J K.

Schnitt A B.



- frische, kalte Luft.
- warme Luft.
- gebrauchte Luft.

Schnitt E F.



1: 100.

gezeichnete Kette verbunden, welche, über mehrere Leitrollen geführt, in dem betreffenden Raume höher oder tiefer aufgehängt wird. Mit dem oberen Ende dieser Kette ist eine zweite Kette verbunden, die mit ihrem anderen Ende an der Klappe k befestigt ist, und zwar so, daß k den Canal h abschließt, sobald i in annähernd lothrechter Stellung sich befindet, während k den Canal h frei läßt, so lange i (in Bezug auf die Figur) ganz nach rechts gelegt ist. Mir ist der Zweck dieser Anordnung nicht verständlich geworden; meiner Ansicht nach macht dieselbe den unter der Mischklappe liegenden Theil des Canales h überflüssig und eben so die Mischklappe i . Die Klappe k allein verringert den Querschnitt des Canales h , sobald sie mehr und mehr schräg gelegt wird; sie hemmt daher die Zuflörmung der warmen Luft und dient demgemäß zur Regelung der Wärmezufuhr. Da dieses Regelungsverfahren (vergl. Art. 288, S. 246) unter Umständen eine bedeutende Temperatursteigerung der Luft zur Folge hat, so findet, links von k , eine Zuflörmung der Zimmerluft statt, welche sich mit der Heizluft mischt und deren Temperatur mildert. Die Ausflörmungsöffnungen l sind vergittert; der Mitteltheil m des Verschlusses der im Mauerwerk frei gelassenen, lang gefchlitzten Oeffnung besteht aus einer Blechthür, durch welche der betreffende Canal zugänglich gemacht ist.

Zwischen den Canälen h (vergl. die kleinere Tafel, Schnitte nach EF und JK) befindet sich der Rauchschornstein n des Ofens.

Die Abführung der Luft erfolgt durch die lothrechten Canäle o ; dieselben münden im Zimmer, sowohl nahe über dem Fußboden, als auch in der Nähe der Decke; im Winter soll regelmäsig die untere Abzugsöffnung benutzt werden, während die obere mittels einer Klappe verschlossen ist.

Hinter der unteren Abzugsöffnung befindet sich eine Wechfelklappe (vergl. Art. 212, S. 172), welche den betreffenden Canal o entweder unterhalb oder oberhalb der Abzugsöffnung schließt. Im ersteren Falle entweicht die Luft durch den betreffenden Canal o in den Dachraum des Gebäudes, so daß eine entsprechende Menge frischer Luft aus dem Freien, unter Vermittelung der Luftkammer e und des Canales f , bzw. g , in die Heizkammern flörmn muß. Wegen der zur Erwärmung dieser frischen, kalten Luft erforderlichen Wärmemenge wird das Anheizen der Räume mit umlaufender Luft bewirkt. Zu dem Ende hebt man die Wechfelklappen nach oben und bringt dadurch eine Verbindung zwischen den Zimmern und dem zugehörigen Canal f , bzw. g hervor, welche die Luft der Zimmer in die Heizkammern zurückführen. Behuf Fernhaltung des Druckes der äußeren Atmosphäre auf das Innere der Heizkammern (vergl. Art. 151, S. 124) werden, während man mit Umlauf heizt, die Drosselklappen p und q der Frischluftcanäle geschlossen; so lange die Lüftungsheizung währt, sind diese Klappen geöffnet, wenn nicht heftiger Wind zum theilweisen Schließen Veranlassung giebt. Die Regelung der Wärmezufuhr findet, wie schon erwähnt, von den einzelnen Räumen aus statt; die Regelung der Wärmeentwicklung ist Sache des im Kellergefchofs befindlichen Heizers. Dieses Verfahren bedingt eigentlich, daß der Heizer in den Stand gesetzt wird, die Temperatur der erwärmten Luft zu beobachten. Bei der vorliegenden Anlage habe ich eine entsprechende Einrichtung — welche oft in einem gewöhnlichen, in der Heizkammer aufgehängten, von außen zu beobachtenden Thermometer besteht — nicht gefunden. Der Heizer richtet sich nach der Witterung und nach den Ergebnissen des Heizens.

Je niedriger die Temperatur des Freien ist, um so kräftiger ist der durch die vorliegende Anlage hervorzubringende Luftwechsel. Mit abnehmender Kälte vermindert sich die Luftgeschwindigkeit in den Canälen, und bei annähernd gleicher Temperatur im Inneren und Außen des Hauses hört der Luftwechsel auf. Man hat alsdann das wenig zweckmäsigge Lüftungsmittel, das Oeffnen der Fenster anzuwenden. Die oberen Mündungen der Luftabführungscanäle sind für die Sommerlüftung bestimmt; jedoch ist leicht zu übersehen, daß diese nur dann einen nennenswerthen Luftwechsel hervorzurufen vermögen, wenn der Temperaturunterschied der Zimmerluft gegenüber dem Freien ein großer ist. Da derselbe im Sommer nicht groß werden kann, so lange die Temperatur der Zimmer erträglich bleibt, so dürfte diese Sommerlüftung als geringwerthig zu bezeichnen sein. Thatsächlich entläßt man die Schüler, sobald die Temperatur der Zimmer während des Sommers ein gewisses Maß erreicht.

Die Vertheilung der Heizanlagen im Gebäude ist aus den beiden Grundrissen zu ersehen. Die Heizöfen 1, 3, 4, 5 und 6 erwärmen je zwei Heizkammern, der Heizofen 2 nur eine solche. Ueber der Vorhalle und angrenzenden Räumen des Erdgefchofs befindet sich die Aula. Deren Beheizung ist alleinige Aufgabe der Heizkammer b des Heizofens 3. Da die Aula nicht immer benutzt wird, so ist an diesem Orte die oben erwähnte Einrichtung, welche nach Oeffnen einer Klappe in der den Ofen in zwei Hälften zerlegenden Wand die Wärme der Heizkammer b für die Heizkammer c des Ofens 3 benutzbar macht, zweckmäsig. Eben so zweckmäsig dürfte es jedoch sein, wenn man der Aula einen besonderen Ofen gegeben hätte.

2) Feuerluftheizung mit Sauglüftung der medicinischen Klinik in Bonn.

Das umfangreiche Gebäude der medicinischen Klinik in Bonn wird durch 9 Feuerluftheizungen erwärmt und durch eben so viele Lockschornsteine gelüftet; die betreffende Anlage wurde von *J. H. Reinhardt* in Würzburg ausgeführt. Auf der neben stehenden Tafel ist eine der erwähnten 9 Anlagen, nämlich diejenige für den Mittelbau, in 4 Grundrissen und 2 lothrechten Schnitten wiedergegeben. Zwei Kellerfenster *A* lassen die frische Luft in die geräumige Luftkammer *B* gelangen, in welcher sie sowohl ihre Geschwindigkeit, als auch einen Theil des mitgeführten Staubes verlieren soll. Von hier aus tritt sie, durch zwei am Boden befindliche Oeffnungen, in die Heizkammer, erwärmt sich an dem Ofen *C* und steigt in die Vertheilungscanäle *D* für warme Luft, welche zwischen dem Kellergewölbe und dem Fußboden des Erdgeschosses untergebracht sind. 16 lothrechte Canäle führen die erwärmte Luft in die betreffenden Räume, wofelbst sie über Kopfhöhe austritt.

Die gebrauchte Luft kann entweder in der Nähe der Decke oder dicht über dem Fußboden abgefaugt werden; sie soll von den hier in Frage kommenden Zimmern in den gemeinsamen Lockschornstein gelangen, weshalb ein wagrechter Sammelcanal *E* nothwendig wird. Man hat denselben über die Gewölbe des Ganges im Erdgeschosses gelegt, weil der verfügbare Raum neben den Vertheilungscanälen *D* dem Constructeur weniger bequem erschien. Ein Theil der gebrauchten Luft des Erdgeschosses muß daher steigen, bevor sie zu dem Sammelcanal *E* gelangt, während diejenige der höheren Geschosse zu ihm herabfällt; theilweise sind auch Oeffnungen angebracht, welche die Zimmer unmittelbar mit dem Inneren des Lockschornsteines in Verbindung bringen.

Die Luft der Aborte wird abweichend von derjenigen der übrigen Räume behandelt. Sie wird nämlich durch die Abfallrohre nach unten, in einen besonderen Raum *F* des Kellergeschosses, geleitet und aus diesem vermöge des unter dem Fußboden des Kellers liegenden Canales *G* zu der besonderen Lockschornstein-Abtheilung *H* geleitet.

Im Winter erfolgt die Erwärmung des Schornsteines durch den Rauch des Heizofens, im Sommer und, sobald es sonst nöthig wird, durch eine besondere Feuerung *I*, welche von dem gewöhnlichen Heizerraum aus im Kellergeschoss bedient wird.

Die Regelung der Wärmeabgabe, wie auch diejenige des Luftwechsels erfolgt in den betreffenden Räumen, indem die Mündungen der Canäle mit geeigneten Klappen versehen sind.

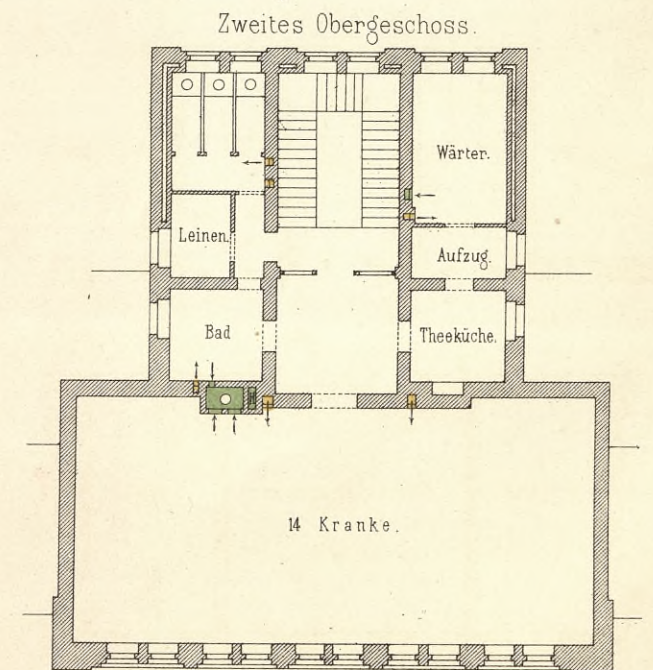
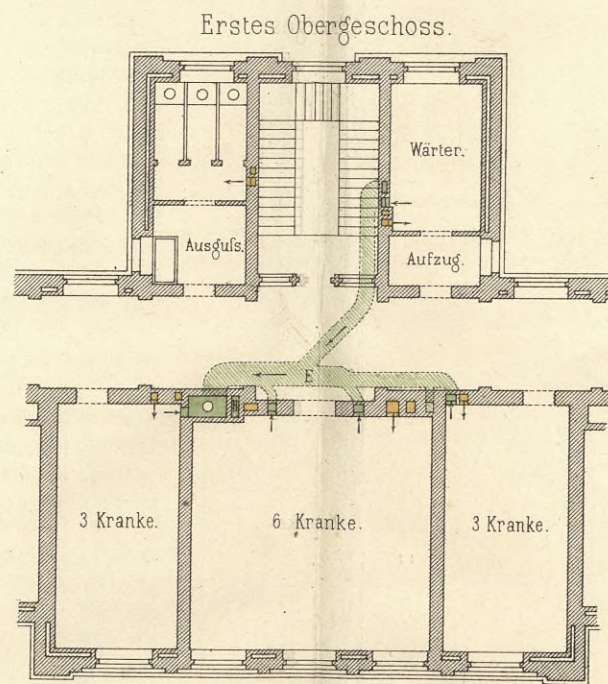
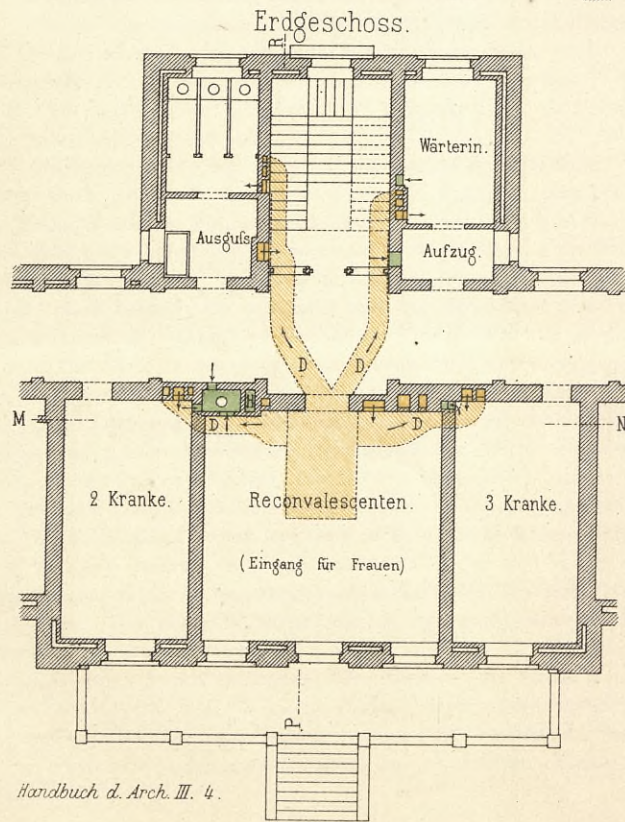
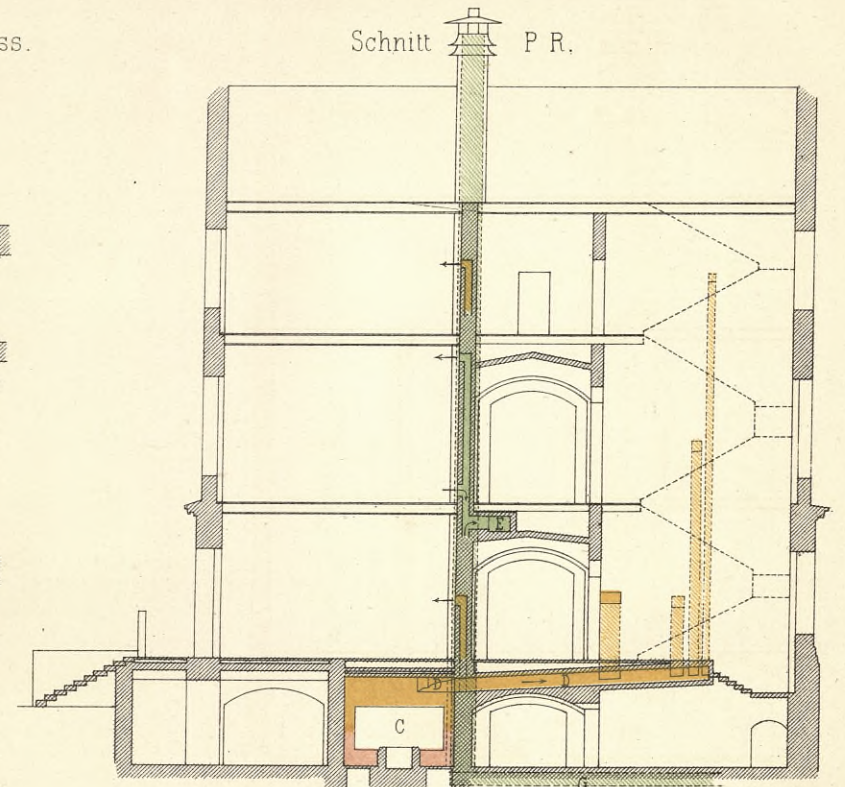
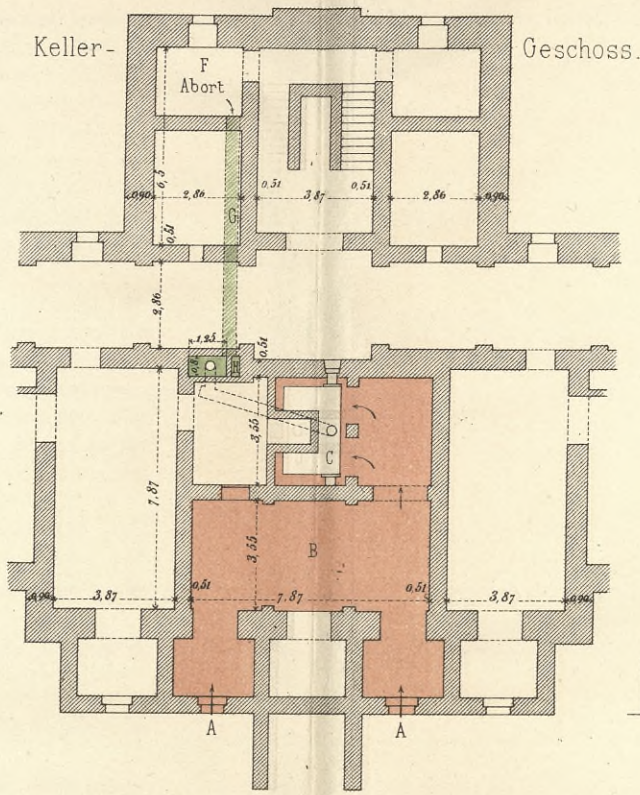
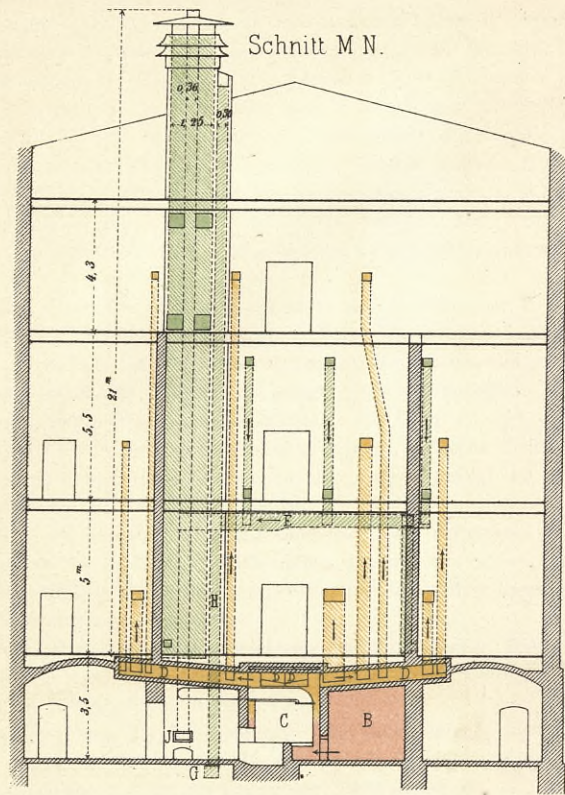
Bemerkenswerth ist die Größe der Luftkammer *B*; sie ist in hohem Maße geeignet, eine ruhige Luft, die für eine angenehme Wirkung der Heizungs- und Lüftungsanlage nöthig ist, zu vermitteln. Ich muß jedoch bemerken, daß ich es für zweckmäßiger halten würde, die Luftkammer nicht allein mit einer, sondern auch mit der entgegengesetzten Seite des Hauses in freie Verbindung zu setzen, um die Einwirkung des Windes möglichst auszugleichen. Die steigende Lage der Warmluft-Vertheilungscanäle *D* sichert eine rasche Inbetriebsetzung der Anlage.

Weniger zweckmäßig finde ich die Lockschornsteinanlage. Würde man die gebrauchte Luft im Kellergeschoss gefammelt haben, so würde die wirkliche Höhe des Schornsteines ohne Schwierigkeit auf 24^m gebracht worden sein, während sie bei der vorliegenden Anordnung im Mittel nur 16^m beträgt. Der untere Theil des Schornsteines, in welchem die Wärmeabgabe der Rauchrohre, wegen der hier herrschenden höheren Rauchttemperatur, am vortheilhaftesten stattfindet, wird nur zur Führung der gebrauchten Luft des Ganges, eines Zimmers für 2 Kranke und des Reconvallescenten-Raumes (vergl. den Grundriß des Erdgeschosses) benutzt, während der bei weitem größte Theil der gebrauchten Luft des zweiten Obergeschosses erst in dessen Höhe in den Schornstein gelangt und hier vorwiegend zur Abkühlung, also zur Verminderung des Auftriebes der im Schornstein vorhandenen Luft dient.

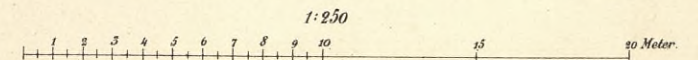
Die Erwärmung der Schornsteinabtheilung für die Aborte dürfte nicht immer im genügenden Maße erfolgen, da sie unter Vermittelung einer gemauerten Wand und durch die aus den Zimmern gefaugte Luft erfolgt. Sauglüftungen erfordern, wie früher bereits erörtert worden ist, für diejenigen Räume, in welchen übel riechende Gase in größerer Menge entwickelt werden, eine besonders kräftige Wirkung, damit unter allen Umständen das Austreten der Gase in benachbarte Räume verhindert wird.

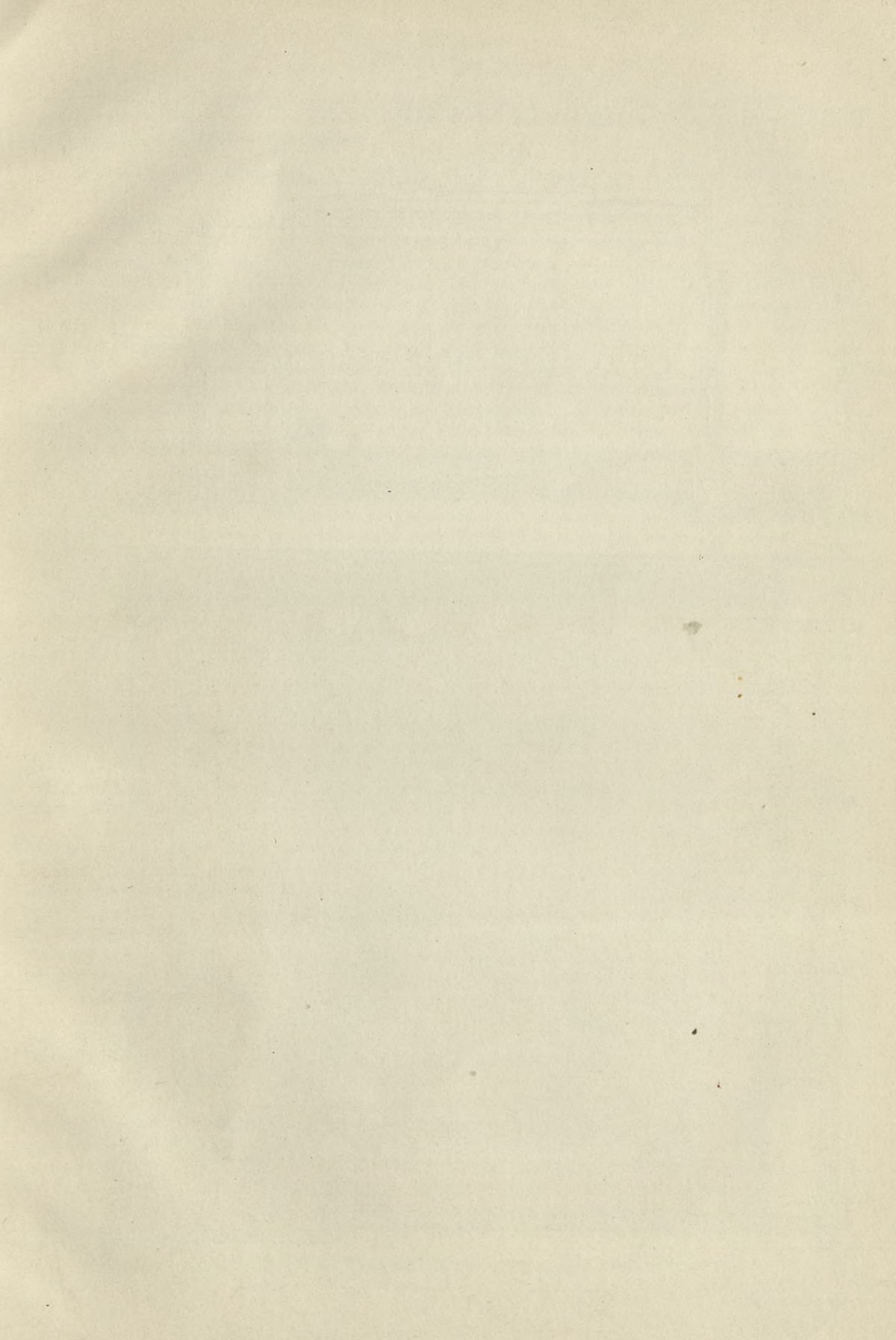
Was nun endlich die Frage anbelangt, ob für den vorliegenden Fall die Feuerluftheizung zweckmäßig ist oder nicht, so bemerke ich, daß durch die Zerlegung der Anlage in 9 Theile verhältnismäßig kurze Canäle, die wenig Widerstand leisten und wenig Raum beanspruchen, gewonnen sind. Die Anwendung der 9 Heizkammern und 9 Lockschornsteine ist daher nur zu billigen. Würde man statt der unmittelbar durch Feuer erwärmten Oefen Dampf- oder Heißwasser-Heizkörper benutzt haben, so würde man im Stande gewesen sein, sowohl die Zahl der Lockschornsteine, als auch diejenige der Heizkammern zu vermehren, also das liegende Canalnetz weiter zu vereinfachen; man würde auch für das ganze Gebäude nur eine Feuerstelle nöthig gehabt haben, also an Bedienungskosten sparen. Dagegen würden die Anlage-

KLINIK ZU BONN.



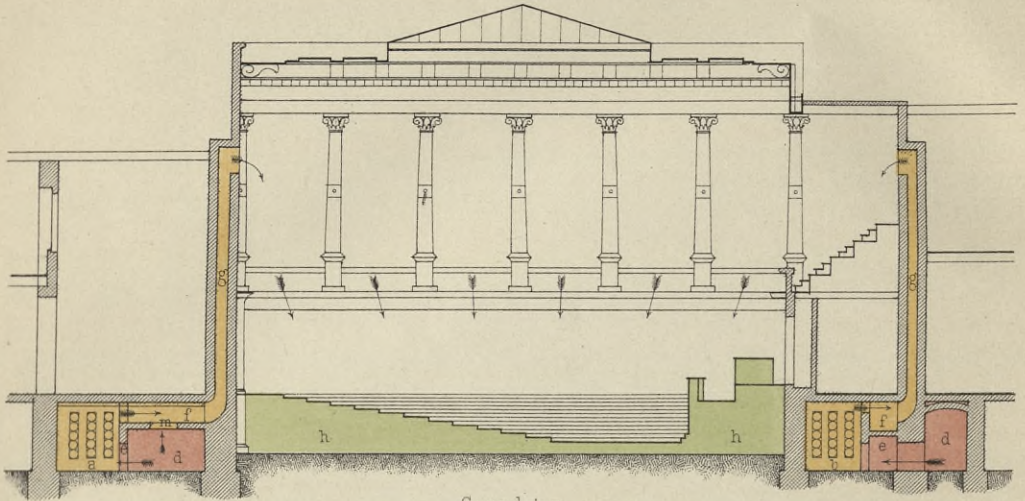
- frische kalte Luft,
- warme Luft,
- gebrauchte Luft.



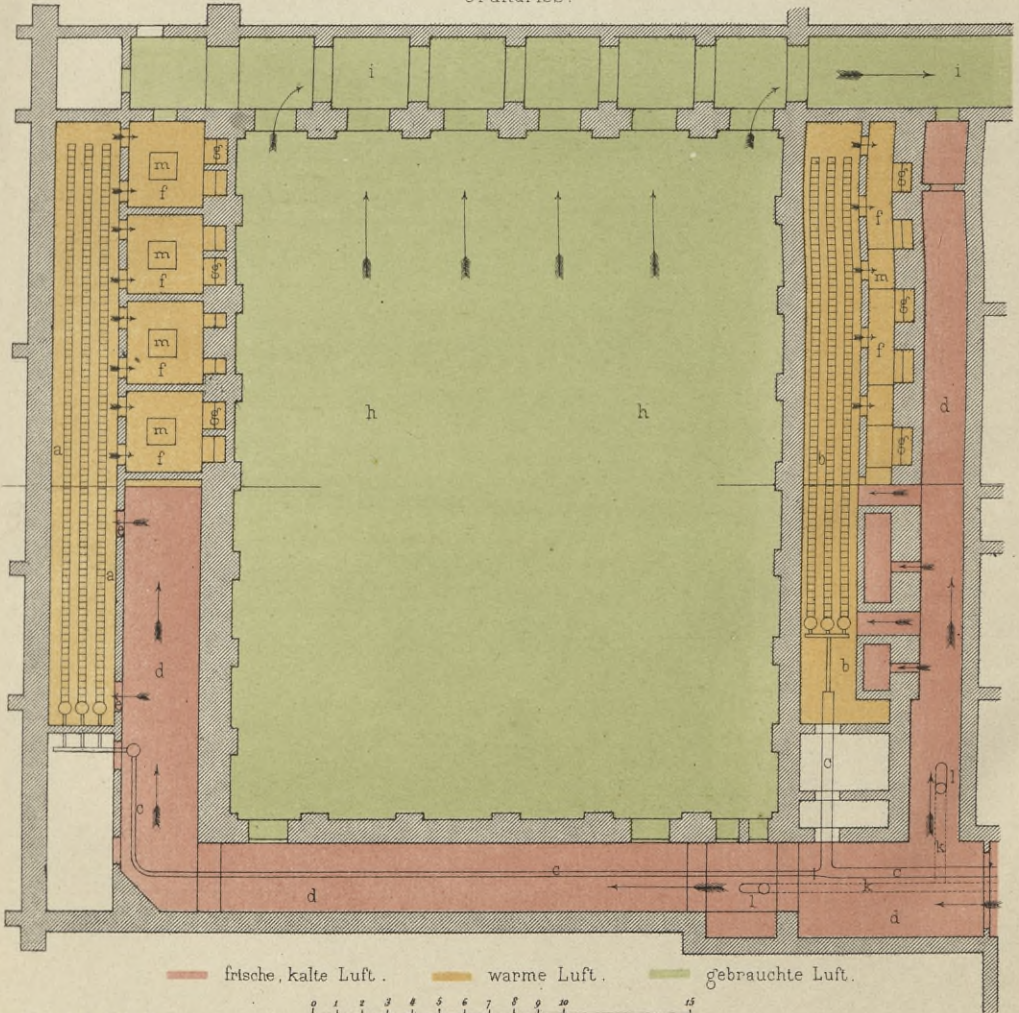


GROSSER SITZUNGSSAAL DES DEUTSCHEN REICHSTAGES ZU BERLIN

Schnitt.



Grundriss.



kosten erheblich höhere geworden sein. Die oben angeregte Frage ist daher nur auf Grund der Kostenanschläge verschiedener Pläne, welche die erforderlichen Zinsen, Abschreibungen und Unterhaltungskosten erkennen lassen, sachgemäß zu beantworten.

e) Dampfheizung, Druck- und Sauglüftung des Sitzungssaales des deutschen Reichstages in Berlin.

Das Gebäude, in welchem die Vertretung des deutschen Reichs in Berlin ihr Heim hat, wurde bekanntlich in äusserst kurzer Zeit zu diesem Zweck umgebaut. So konnte es nicht ausbleiben, dass die Heizungs- und Lüftungsanlagen nicht diejenige Einheit der Anordnung erkennen lassen, die in hervorragenden öffentlichen Gebäuden erwartet werden muss. Die betreffenden Einrichtungen für den grossen Sitzungssaal zeigen einen gewissen Schwung, so dass ich diese für geeignet halte, als Beispiel für derartige Anlagen zu dienen. Ich entnehme die Zeichnungen der unten angezogenen Quelle¹³³⁾, während die Grundlage der Erörterungen theils eigener Anschauung, theils unmittelbar eingezogenen Nachrichten entstammen.

Die neben stehende Tafel enthält einen lothrechten Durchschnitt und einen Grundriss der Anlage. Letzterer ist zur Hälfte nahe über dem Fussboden des Kellergeschosses, zur anderen Hälfte in grösserer Höhe liegend angenommen. Neben, theils unter dem Saale befinden sich im Kellergeschoss zwei lang gestreckte Heizkammern *a* und *b*, in denen zahlreiche, mit Dampf gespeiste Rohre gelegt sind; die Dampfzuleitungsrohre sind mit *c* bezeichnet.

Frische aus dem Garten des benachbarten Herrenhauses entnommene Luft strömt unter Vermittelung der Canäle *d* zunächst durch Oeffnungen *e* in die Heizkammern, wird dort erwärmt und gelangt, die sog. Mischkammern *f* durchströmend, in die lothrechten Canäle *g*, welche sie in den Saal führen; die betreffenden Canäle münden dort in einiger Höhe. Vermöge zahlreicher Oeffnungen in den lothrechten Theilen des angrenzenden Fussbodens und Präsidien-Platzes gelangt die Luft in den Hohlraum *h*, von wo aus sie durch den Canal *i* zu einem mächtigen, 2,7 m im Quadrat weiten und 28 m hohen Lockschornstein geführt wird. Die Setzstufen der Tribünen sind ebenfalls durchbrochen und stehen, mittels besonderer Canäle, mit dem Canal *i* in Verbindung. So weit die allgemeine Anordnung.

An kalten Tagen vermittelt der Auftrieb der lothrechten Canäle *g* und der Heizkammern die Heranschaffung der frischen Luft; bei warmem Wetter, besonders im Sommer, kommen zwei durch eine Dampfmaschine betriebene Flügelgebläse in Benutzung, welche die frische Luft durch etwa 45 cm weite Thonrohre *k* einblasen. Diese Rohre steigen bei *l* aus dem Fussboden empor und sind mit Krummrohren versehen, so dass die Luft etwa 90 cm über dem Fussboden der Canäle *d* in der Richtung derselben ausströmt. Vor, bzw. über den Mündungen der Rohre befinden sich Brausen, welche nach Bedarf einen kräftigen Regen auf den austretenden Luftstrom fallen lassen, wie man mir sagte, um im Sommer die austretende Luft zu kühlen. (Vergl. Art. 283, S. 242.)

Wegen des kleinen Querschnittes und der grossen Länge der Rohre vermögen dieselben, trotz sehr kräftiger Maschinen, die erforderliche Luftmenge nicht heranzuführen, weshalb man den Canal, welcher an kalten Tagen den Canälen *d* die Luft liefern soll, auch während des Betriebes der Gebläse frei nach aufsen münden lässt, so dass die aus den Rohrmündungen *l* mit grosser Geschwindigkeit austretende Luft zum Ansaugen grösserer Luftmengen benutzt wird. (Vergl. Art. 140, S. 114: Anlage von *Piarron de Mondésir*.) Im vorliegenden Falle liegt keine Veranlassung für eine derartige Anordnung vor, da der erwähnte weite Luftzuführungscanal neben, bzw. über dem Rohr *k* entlang läuft und nahe an dem Maschinenraume vorbeigeführt ist.

Der Eintritt der Luft in die Heizkammern wird durch in die Oeffnungen *e* gesetzte Klappen geregelt.

Die Dampfrohre der Heizkammern sind in drei von einander unabhängige Abtheilungen zerlegt; jede Abtheilung ist für sich absperrbar und besitzt ihren eigenen Wasserableiter. Die verwendete Heizfläche ist für den Bedarf viel zu gross und wird deshalb niemals vollständig benutzt.

Vermöge der Oeffnungen *m* stehen die Mischkammern *f* mit den Canälen *d* in Verbindung. Drosselklappen, welche in *m* angebracht sind, gestatten einerseits die Regelung, bzw. Absperrung des Luftzutritts kalter frischer Luft in die Mischkammern; andererseits hemmen die aus dem Boden hervorragenden Ränder derselben den Zufluss erwärmter Luft. Die Mischklappe (vergl. Art. 212, S. 171) würde an diesem Orte zweckmäßiger wirken. Man sagte mir, dass die Temperatur der einströmenden Luft im Winter nicht mehr als 10 Grad höher sei, als die Temperatur der Luft im Saal. Der Lockschornstein — welcher auch zur Lüftung einiger anderen Räume dient — wird durch einen, in der Mitte desselben stehenden Ofen erwärmt, welcher einen nur niedrigen Schornstein besitzt. Dieser entlässt den Rauch in den Lockschornstein, so dass

¹³³⁾ HAESECKE. Theoretisch-praktische Abhandlung über Ventilation in Verbindung mit Heizung. Berlin 1877.

— in etwa $\frac{1}{3}$ der Höhe des letzteren — die Erwärmung der abgefaugten Luft durch Mischung derselben mit dem Rauch der Feuerung erfolgt. An warmen Tagen genügt der hierdurch gewonnene Auftrieb nicht, weshalb man rings um den Ofen, auf dem Fußboden des Lockfchornsteins, ein mächtiges Holzfeuer unterhält. Die Kühlehaltung des Saales soll im Sommer in befriedigender Weise gelingen und zwar ohne daß über Zug geklagt werde. Die Vermeidung des Zuges dürfte theils daher rühren, daß man die Luft gleichzeitig eindriickt und ausfaugt, so daß der Druck der Luft im Saal demjenigen der Luft in den angrenzenden Räumen annähernd gleich ist. Vorwiegend dürfte jedoch die zugfreie Lüftung dadurch hervorgebracht werden, daß man dem Saal nur solche Luft zuführt, deren Temperatur nur wenig unter derjenigen des Saales ist. Da besondere Kühlvorrichtungen, mit Ausnahme der erwähnten Brausen, nicht vorhanden sind, so findet die Kühlung der frischen Luft nur durch die Wände der Canäle, vielleicht auch durch die vorher unter einigem Druck befindlich gewesene Luft statt, welche die Gebläse heranzuführen. Diese Kühlung kann nicht erheblich sein, weshalb die erwähnte Erscheinung sich von selbst erklärt. Da trotzdem die Temperatur des Saales eine erträgliche bleibt, so ist nach einer anderen Ursache zu suchen. Diese findet sich sofort: in dem Saale werden nur zwei Gasflammen benutzt, nämlich diejenigen der Stenographentische; die übrige Erleuchtung erfolgt durch das Oberlicht. Vier Wagen, welche mehr als 500 Gasbrenner tragen, werden, sobald die Dunkelheit hereinbricht, auf Gleisen über das Oberlicht gefahren und vermitteln so die Beleuchtung, ohne daß die Wärme, welche durch die Gasflammen erzeugt wird, in erheblichem Maße auf die Temperatur des Saales einzuwirken vermöchte. Ein Theil der Wärmestrahlen fällt zwar in den Saal und veranlaßt hierdurch eine Temperatursteigerung desselben (man sagte mir, daß in Folge der Beleuchtung stündlich eine Temperaturerhöhung von etwa 1 Grad stattfindet); jedoch ist diese nicht in Vergleich zu ziehen mit derjenigen, welche eintreten würde, sobald die leuchtenden Flammen ihre Rauchgase in den Saal abgeben.

Die im Kellergewölbe befindliche Bedienungsmannschaft wird durch Sprachrohre von dem Zustande in dem Sitzungsfaal benachrichtigt. Das Verfahren ist kostspielig, da ein besonderer Diener in dem Saal verwendet werden muß, jedoch recht zweckmäßig, so fern der in Rede stehende Diener aufmerksam ist und seine Beobachtungen in zweifellose Worte zu kleiden vermag.

ζ) Feuerluftheizung der St. Johannis-Kirche in Hannover.

Im Laufe des Jahres 1871 wurde dieselbe von mir ausgeführt. Die nicht schöne Kirche ist auf der neben stehenden Tafel im Grundriß und Querschnitt skizzirt; auch sind dort die wesentlichsten Maße eingeschrieben. In den 1,4 m dicken Seitenwänden befinden sich an jeder Langseite je 6 Stück 1,5 m breite, 5 m hohe und 6 Stück 1,5 m breite, 2 m hohe einfache Fenster; in der Wand hinter dem Altare sind zwei Fenster vorhanden. Das Gewölbe ist aus Schalbrettern gebildet, welche unterhalb gerohrt und geputzt sind.

Wegen der großen Gesamtlänge der Kirche — 46,87 m im Lichten — konnte der am westlichen Ende, unter der Orgel befindliche Raum von dem den Zwecken des Gottesdienstes gewidmeten Schiff abgetrennt werden, wodurch ein geeigneter Aufstellungsort für die Heizkammer gewonnen wurde. Die Heizanlage wurde deshalb nur wenig im Boden verfenkt, was wünschenswerth erschien, da einerseits an den für die Heizanlage möglichen Stellen mit Gebölen gefüllte Gewölbe sich befanden — selbst die vorliegende Anlage erforderte die theilweise Ausräumung eines Grabgewölbes — andererseits der Grundwasserstand wegen der tiefen Lage der Kirche der vollständig verfenkten Heizkammer gefährlich geworden wäre. Für die Schornsteinanlage bot sich ein geeigneter Platz in dem an der nordwestlichen Ecke befindlichen, nahezu unbenutzten Flügelbau. Die Höhe des Schornsteins, welcher im First dieses Flügelbaues mündet, ist 16 m über dem Fußboden der Kirche; wenn schon hierdurch ein sehr kräftiger Zug gesichert ist, so ist doch durch eine Windkappe die Mündung des Schornsteins gegen die Einflüsse der aus der Nähe des Thurmes erwachsenden Luftwirbel geschützt worden.

Von einem künstlichen Luftwechsel der Kirchen kann im Allgemeinen abgesehen werden, so daß auch hier lediglich Umlaufheizung in Anwendung gekommen ist.

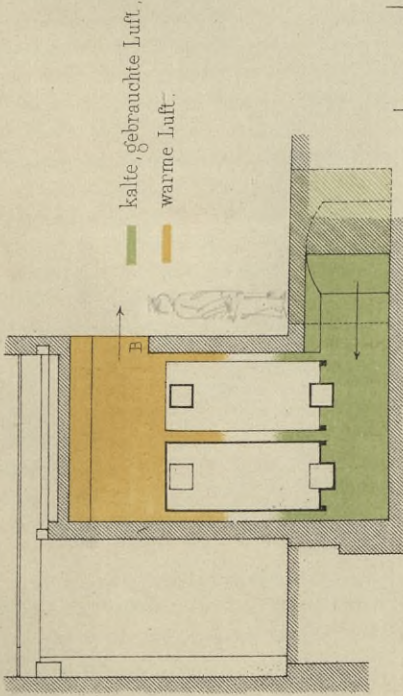
Am Boden der zwischen den Kirchenstühlen befindlichen Gänge, und zwar bei *AA*, sind mittels durchbrochener Platten Schächte verdeckt, welche die kälteste Luft der Kirche in den unteren Theil der Heizkammer treten lassen. In dieser befinden sich zwei Oefen¹³⁴⁾, deren Heizfläche je 26,6 qm, deren Roßfläche je 0,4 qm beträgt. Die erwärmte Luft gelangt durch die leicht vergitterten Oeffnungen *B* in die Kirche.

Der Rauch der Oefen sammelt sich neben der Heizkammer in einem unter dem Fußboden liegenden Canal, welcher ihn dem Schornstein *E* zuführt. Behuf Anlockens des Rauches ist über dem Fußboden

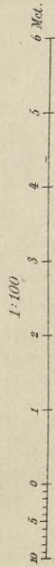
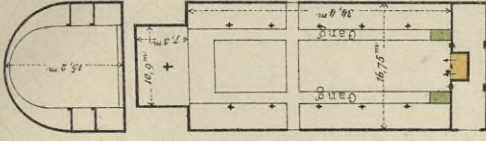
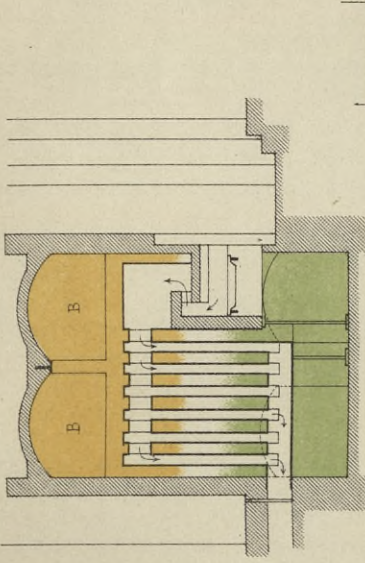
¹³⁴⁾ Siehe: Mith. d. Gwbver. f. Hannover, 1872, S. 37.

ST JOHANNES-KIRCHE IN HANNOVER.

Schnitt M N.

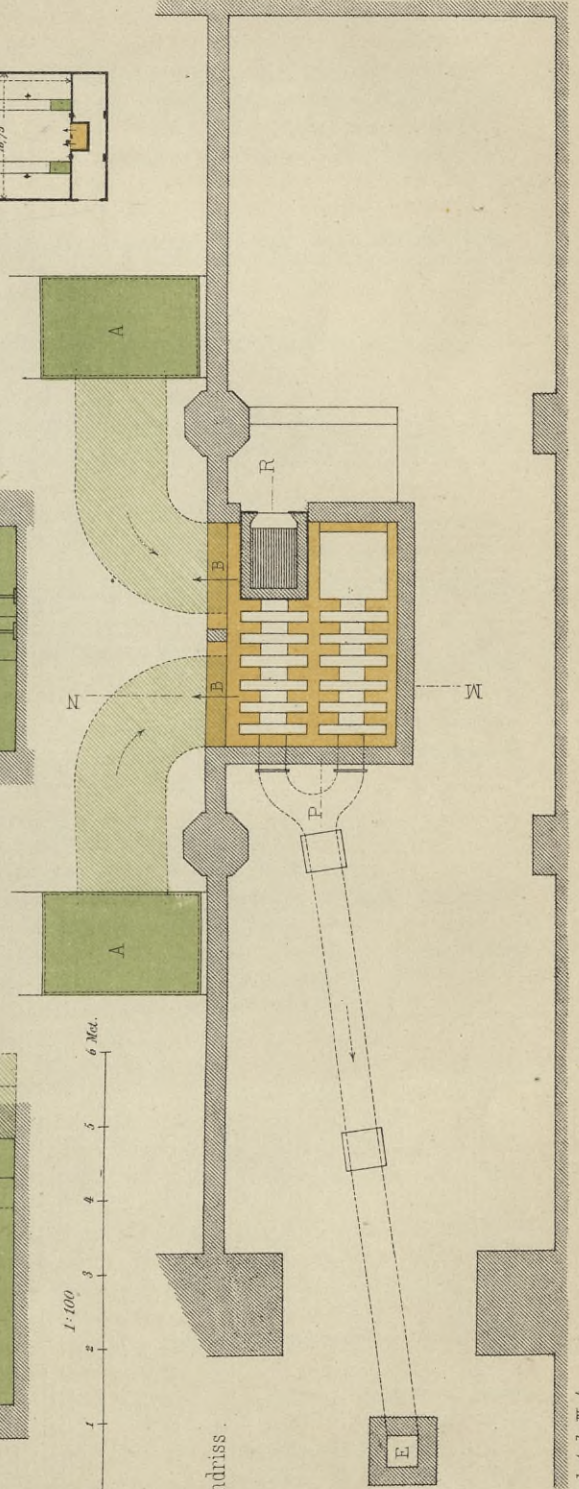


Schnitt P R.



1:100

Grundriss.



eine Thür im Schornstein angebracht; es ist jedoch selten erforderlich, von einer vorherigen Erwärmung des Schornsteins Gebrauch zu machen.

Bei 10 Grad Kälte (während der vorhergehenden Tage schwankte die Temperatur zwischen — 4 und — 10 Grad) wurden durch 6-stündiges Heizen + 11 Grad im Schiff, + 12 Grad auf der unteren Empore erzielt; unterhalb der Ausströmungsöffnungen *B* zeigte das Thermometer 12 Grad, während ein auf den Altar gefetztes Thermometer wenig unter 11 Grad zeigte. Außer dem Anfeuerungsmaterial wurden 490 kg Steinkohle gebraucht. Die Kosten der Anlage, einschließlichs aller Maurer- etc. Arbeiten, betragen 3600 Mark.

η) Die Beschreibung anderweitiger ausgeführten, bezw. projectirten Heizungs- und Lüftungsanlagen ist in den nachstehenden Quellen zu finden.

Chauffage et ventilation de l'opéra-comique. Revue gén. de l'arch. 1840, S. 306.

Chauffage et ventilation de la maison pénitentiaire de Rethel. Revue gén. de l'arch. 1842, S. 18, 476.

Ventilation à l'hôpital de Glasgow. Revue gén. de l'arch. 1842, S. 183.

Chauffage et ventilation d'un hôpital. Revue gén. de l'arch. 1844, S. 493.

Ventilation d'une salle d'école primaire; résultats. Revue gén. de l'arch. 1844, S. 445.

Observations critiques sur le mode de chauffage de l'hospice général de Rouen. Revue gén. de l'arch. 1845—46, S. 27.

Ventilation der Krankenfälle im Fieberspital zu London. Allg. Bauz. 1851, S. 22.

Chauffage des serres de Liège. Revue gén. de l'arch. 1851, S. 201.

STEIN. Das GERSON'sche Modewaaren-Lager zu Berlin. Heizung. Zeitfchr. f. Bauw. 1851, S. 136.

Das neue Kafernement für das Königl. Preufs. zweite Garde-Ulanen-Landwehr-Regiment zu Moabit bei Berlin. Heizung der Kaferne. Zeitfchr. f. Bauw. 1851, S. 257.

RÖMER, E. Die Iren-Anstalt zu Schwetz. Heizung. Zeitfchr. f. Bauw. 1854, S. 214, 218.

HASELBERG, E. v. Heizung mit erwärmter Luft in dem neuen Theil des Arbeitshauses zu Stralfund. Zeitfchr. f. Bauw. 1854, S. 407.

Heizung und Ventilation der Gefängnisse Mazas in Paris, in Provins, in Tours, der Kirche St. Roch in Paris, des großen Amphitheatres des Conservatoriums der Künste und Handwerke, des Sitzungsfaals des Instituts und des Spitals du Nord. Allg. Bauz. 1854, S. 38.

Ventilation des Dépotoir von La Villette. Allg. Bauz. 1854, S. 82.

Chauffage et ventilation de l'école polytechnique. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 194.

Chauffage et ventilation de l'hôpital Lariboisière. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 201.

Chauffage et ventilation de l'institut de jeunes-aveugles, de l'hospice de Charenton, de l'école d'Alfort, de l'hôpital Necker, de l'école des mines. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 208.

Chauffage de la Madeleine, de Saint-Sulpice et de Saint-Philippe-du-Roule. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 208.

Chauffage de serres du jardin des plantes. Revue gén. de l'arch. 1849, S. 255; 1855, S. 206.

Chauffage du conservatoire des arts et métiers. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 207.

Chauffage du palais du Luxembourg. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 207.

Chauffage du palais de justice. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 208.

Chauffage du conseil d'État, de la bibliothèque Sainte-Geneviève, de l'hôtel de la présidence du corps législatif du ministère des affaires étrangères, de l'observatoire. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 208.

Ventilation et réfrigération de la salle des séances du palais de l'Institut. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 204.

LÜBKE. Praktische Bemerkungen über Luftheizung nebst Beschreibung des Luftheizungsofens in dem Real-schul-Gebäude zu Stralfund. Zeitfchr. f. Bauw. 1857, S. 509.

BEYER, B. Ueber Anlage von Warmwasserheizungen mit besonderer Bertickfichtigung der im Augustinerkloster zu Magdeburg ausgeführten Warmwasserheizung. Zeitfchr. f. Bauw. 1857, S. 23.

ZENETTI. Das neue städtische Gebärdhaus in München. Die Ventilation und Heizung der Säle. Zeitfchr. f. Bauw. 1858, S. 13, 16.

STÜLER. Ueber den Bau neuer evangelischer Kirchen in England. Ventilation, Schornsteine und Heizung. Zeitfchr. f. Bauw. 1858, S. 389 u. 391.

WAESEMANN. Luftheizung im Erweiterungsbau des Königl. Stadtgerichts zu Berlin. Zeitfchr. f. Bauw. 1859, S. 8.

RUNGE, G. Heizung und Ventilation im neuen Opernhause zu Philadelphia. Zeitfchr. f. Bauw. 1860, S. 155.

KRANZ. (Mifsglücke) Heizung in der evangelischen Kirche zu Solingen. Zeitfchr. f. Bauw. 1861, S. 303.

Der Heiz- und Ventilationsapparat nach dem System des Dr. VAN HECKE im Hofpital Necker zu Paris. Allg. Bauz. 1861, S. 8.

- Chauffage et ventilation de l'hospice de Gisors. Revue gén. de l'arch.* 1861, S. 212.
- Rapport de la commission sur le chauffage et la ventilation du théâtre lyrique et du théâtre du cirque impérial.* Paris 1862.
- RÖMER. Heizung und Ventilation im Hospital Beaujou. *Zeitschr. f. Bauw.* 1862, S. 419.
- LOHSE u. KOCH. Wasserheizung in dem Project eines Zellengefängnisses für Frankfurt a/M. *Zeitschr. f. Bauw.* 1862, S. 435.
- Warmwasserheizung im Wohnhause des Herrn von KLEIN in Wien. *Allg. Bauz.* 1862, S. 241.
- BÖHM, J. Ventilation und Heizung im Garnison-Spitale Nr. 1 zu Wien. *Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1862, S. 102.
- Ventilation d'une école de garçons, d'une école des filles, d'une école congréganiste de garçons. Revue gén. de l'arch.* 1862, S. 11.
- Ventilation des théâtres de la place du Châtelet. Revue gén. de l'arch.* 1862, S. 93.
- KOCH. Ventilation neuer Hospitäler und Kafernen in England. *Zeitschr. f. Bauw.* 1863, S. 129.
- KOCH. Ueber Ventilation und Dampfheizung im Parlamentsgebäude zu London. *Zeitschr. f. Bauw.* 1863, S. 132.
- HESSE. Beleuchtung und Ventilation im *Buckingham Palace* zu London, *Théâtre impérial de Chatelet* zu Paris, *Théâtre de la gayeté* zu Paris. *Zeitschr. f. Bauw.* 1863, S. 538.
- COHN. Ventilation des *Théâtre lyrique*, Project von D'HAMELINCOURT. *Zeitschr. f. Bauw.* 1863, S. 643.
- LOHSE. Wasserheizung nach PERKIN's System im Meyfel'schen Theater in Berlin. *Zeitschr. f. Bauw.* 1863, S. 660.
- Beheizung und Ventilation des neuen Irrenhauses zu Frankfurt a/M. *Allg. Bauz.* 1863, S. 244.
- KLOTZBACH, J. Beschreibung der Warmwasser-Heizung in der Strafanstalt zu Brieg. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1863, S. 285, 405.
- Chauffage du théâtre de Covent-Garden, à Londres. Revue gén. de l'arch.* 1863, S. 243.
- NEU. Wasserheizung in den Diensträumen des Telegraphen-Directionsgebäudes in Berlin. *Zeitschr. f. Bauw.* 1864, S. 463.
- Ventilation de la nouvelle morgue de Paris. Revue gén. de l'arch.* 1864, S. 229.
- MACKENZIE. Ventilation und Heizung von *St. George's Hall* in Liverpool. *Civ. eng. and arch. journ.* 1864, S. 136. *Polyt. Centralbl.* 1864, S. 984. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1864, S. 503.
- WIEDENFELD. Dampfheizung in der Wagenlackirwerkstatt auf dem Bahnhof zu Frankfurt a/O. *Zeitschr. f. Bauw.* 1865, S. 81 u. 117.
- WIEDENFELD. Luftheizung im Wagenrevisionschuppen auf dem Bahnhof zu Frankfurt a/O. *Zeitschr. f. Bauw.* 1865, S. 82 u. 125.
- FUNK. Resultate der Heizung und Ventilation in der Hebammen-Lehranstalt zu Hannover. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1865, S. 247.
- Ventilation des hôpitaux de Londres. Revue gén. de l'arch.* 1865, S. 227.
- MORIN. Heizung und Lüftung der Hörfäle des *Conservatoire*. *Annales du conserv. des arts et met.* 1865, S. 21.
- MORIN. Heizung und Ventilation der Entbindungsanstalt in Petersburg. *Annales du conserv. des arts et met.* 1865, S. 507.
- HEIDMANN. Hospital zu Glasgow und Guy-Hospital zu London, in Bezug auf Ventilation. *Zeitschr. f. Bauw.* 1866, S. 96.
- HITZIG, F. Die Börse in Berlin. Heizung der Säle. *Zeitschr. f. Bauw.* 1866, S. 156.
- CREMER, A. Das neue Anatomiegebäude in Berlin. Ventilation und Heizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1866, S. 166.
- LOHSE, A. Das König-Wilhelm-Gymnasium in Berlin. 9) Heizung, 10) Ventilation. *Zeitschr. f. Bauw.* 1867, S. 346.
- Thermalwasserheizung der katholischen Stadtpfarrkirche in Baden-Baden. *Allg. Bauz.* 1867, S. 202. *Deutsche Bauz.* 1867, S. 277.
- Luftheizung in den Irrenanstalten zu Göttingen und Osnabrück. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1867, S. 328. *Deutsche Bauz.* 1867, S. 17.
- Warmwasserheizung im Abgeordneten-Hause zu Berlin. *Deutsche Bauz.* 1867, S. 388, 399 u. 467.
- PETZOLDT. Anlage, Kosten und Resultate einer Wasserheizung in der Heilanstalt Sonnenstein. *Polyt. Centralbl.* 1867, S. 292.
- Chauffage et ventilation de la maison d'arrêt de Lyon. Revue gén. de l'arch.* 1867, S. 113.

- Heizungs- und Ventilationseinrichtungen des auswärtigen Ministeriums in London. *Civ. eng. and arch. journ.* 1867, S. 329.
- LÄMMERHIRT. Warmwasserheizung in der Louisenstiftung in Berlin. *Zeitschr. f. Bauw.* 1868, S. 121.
- MÖLLER. Erziehungshaus für fittlich verwaorloste Kinder am Urban in Berlin. *Ventilation und Heizung. Zeitschr. f. Bauw.* 1868, S. 152.
- VOIT. Heißwasserheizung in den Gewächshäusern des botanischen Gartens in München. *Zeitschr. f. Bauw.* 1868, S. 318.
- HESSE. Heißwasserheizung im Stadtgerichtsgebäude zu Berlin. *Zeitschr. f. Bauw.* 1868, S. 472.
- HESSE. Warmwasserheizung im statistischen Bureau in Berlin. *Zeitschr. f. Bauw.* 1868, S. 473.
- Luftheizung im Kaiserlichen Palais zu Berlin. *Deutsche Bauz.* 1868, S. 222.
- Luftheizung in dem Personenbahnhof zu Stuttgart. *Organ f. d. Fortsch. d. Eisenbahnw.* 1868, S. 205.
- GROPIUS, M. Die Provinzial-Irrenanstalt zu Neustadt-Eberswalde. *Heizung und Ventilation. Zeitschr. f. Bauw.* 1869, S. 178.
- GERSTENBERG. Die Gemeindefchulen der Stadt Berlin. *Heizung und Ventilation. Zeitschr. f. Bauw.* 1869, S. 495.
- ZENETTI. Krankenhaus zu München, Vorstadt Haidhausen. *Ventilation und Heizung. Zeitschr. d. Bayer. Arch.- u. Ing.-Ver.* 1869, S. 45.
- Dampfheizung in den Schulen zu Kiel. *Deutsche Bauz.* 1869, S. 99.
- Chauffage et ventilation du théâtre du Vaudeville, à Paris. Revue gén. de l'arch.* 1869, S. 274.
- GERSTENBERG. Warmwasserheizung im Sophien-Realschulgebäude in Berlin. *Zeitschr. f. Bauw.* 1870, S. 20.
- FISCHER. Das Gymnasium Andreaneum zu Hildesheim. Beschreibung der Heiz- und Ventilations-Einrichtungen. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1870, S. 172.
- Luftheizung im Werkstätten-Gebäude der Niederschleifsch-Märkischen Bahn in Frankfurt. *Deutsche Bauz.* 1870, S. 388.
- HILBIG. Ueber die von ihm ausgeführten Luftheizungen im Rigaer Polytechnikum. *Notizbl. d. techn. Ver. zu Riga.* 1870, S. 8.
- Ventilation in dem neuen Hospital zu Gent. *Deutsche Viert. f. öff. Gefundheitspfl.* 1870, S. 317.
- LANGE. *Petit hôtel avec chauffage général, 6, rue de Rovigo, à Paris. Nouv. annales de la const.* 1870, S. 108.
- Luftheizung im Empfangs-Gebäude der Niederschleifsch-Märkischen Bahn zu Berlin. *Deutsche Bauz.* 1870, S. 378, 385, 391 u. 415; 1871, S. 37.
- Chauffage des magasins réunis. Revue gén. de l'arch.* 1870—71, S. 22.
- Ventilation in der gynäkologischen Klinik zu Bonn. *Deutsche Bauz.* 1871, S. 64.
- Ventilation und Heizung in der geburtshilflichen Klinik zu Königsberg. *Deutsche Bauz.* 1871, S. 279.
- Die Annen-Realchule in Dresden und die Heiz- und Ventilationseinrichtungen derselben. *Deutsche Bauz.* 1871, S. 407.
- ESSER. Die polytechnische Schule zu Aachen. *Ventilation und Heizung. Zeitschr. f. Bauw.* 1871, S. 13, 17.
- FRIEDRICH. Annen-Realchule in Dresden. *Ventilation und Heizung. Zeitschr. f. Bauw.* 1871, S. 442.
- RÖMER. Empfangsgebäude auf Bahnhof Guben. *Heizung. Zeitschr. f. Bauw.* 1871, S. 455.
- LOVIS. Heizung und Ventilation des Gewerbevereinshauses zu Riga. *Notizbl. d. techn. Ver. zu Riga* 1871, S. 73, 93.
- DODERER. Das Pädagogium zu Petrinja. *Heizung und Ventilation. Allg. Bauz.* 1871, S. 284.
- WIMAN, E. A. Warmwasserheizung des Schulgebäudes in Westerwik. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1871, S. 679.
- Ventilationseinrichtung in dem Setzerfaale der Cölnischen Zeitung. *Deutsche Industrietztg.* 1871, S. 36.
- The ventilation and warming of the Royal Albert hall. Builder* 1871, S. 80.
- The Royal Albert hall of arts and sciences. A magnificent system of heating and ventilation. Scientif. Americ.* Vol. 22, S. 393.
- LENT. Die Heizeinrichtung im Zeltlazarethe des Garnisonslazarethes in Cöln. *Corr.-Bl. d. niederrh. Ver. f. öff. Gefundheitspfl.* 1871, Nr. 1.
- MORIN. Ueber Heizung und Ventilation des Palais du corps législatif in Paris während der Sitzungsperiode 1869—70. *Comptes rendus, Tome 73,* S. 5.
- Ventilation eines Setzerfaales. *Deutsche Viert. f. öff. Gefundheitspfl.* 1871, S. 148.
- CREMER, R. Die neue Straf-Anstalt in Aachen. 1) Die Ventilation. 2) Die Heizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1872, S. 11, 14.
- NEUREUTHER, G. Neubau der polytechnischen Schule in München. *Heizung und Ventilation. Allg. Bauz.* 1872, S. 24.

- Luftheizung in den Berliner Gemeindefchulen. Deutsche Bauz. 1872, S. 309, 315 u. 325.
- Ventilation im städtischen Krankenhause zu Magdeburg. Deutsche Bauz. 1872, S. 361.
- MEYER, F. Die Warmwasser-Heizung von San Galli in St. Petersburg. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1872, S. 239.
- VOIGTEL. Notizen über das neu erbaute Garnisonslazareth zu Altona, mit besonderer Berücksichtigung der Heiz- und Ventilationsanlagen. Deutsche milit.-ärztl. Zeitschr. 1873, S. 523.
- GROPIUS u. SCHMIEDEN. Der Evacuations-Pavillon für die Krankenanstalt Bethanien in Berlin. Ventilation und Heizung. Zeitschr. f. Bauw. 1873, S. 133.
- ORTH, A. Die Zionskirche in Berlin. Heizung. Zeitschr. f. Bauw. 1873, S. 432.
- WALDHAEUER, C. Stadt-Krankenhaus in Riga. Heizung und Ventilation. Zeitschr. f. Bauw. 1873, S. 505.
- Luftheizung in der Porzellan-Manufactur zu Schramberg. Deutsche Bauz. 1873, S. 124.
- Luftheizung in der geburtshilflichen Klinik zu Königsberg. Deutsche Bauz. 1873, S. 139.
- Dampfheizung und Ventilation im Opernhaus zu Wien. Deutsche Bauz. 1873, S. 402.
- Chauffage et ventilation du nouvel hôtel de la société des ingénieurs civils à Paris. Nouv. annales de la const.* 1873, S. 76. Deutsche Bauz. 1873, S. 267.
- Chauffage et ventilation des magasins de la Belle Jardinière. Revue gén. de l'arch.* 1873, S. 14.
- CREDE, B. Ventilation, Heizung und Beleuchtung des Parlamentsgebäudes in London. Deutsche Viert. f. öff. Gefundheitspfl. 1874, S. 402.
- HEISE, F. Das königliche Militär-Hospital zu Dresden. Ventilation und Heizung. Allg. Bauz. 1874, S. 31.
- FELLNER, F. Ueber den Bau des Wiener Stadttheaters. Heizung und Lüftung. Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1874, S. 42.
- GROPIUS und SCHMIEDEN. Das städtische allgemeine Krankenhaus in Berlin. Ventilation und Heizung. Zeitschr. f. Bauw. 1875, S. 142, 143, 453; 1876, S. 14, 20, 153.
- SCHWATLO. Kaiserliches General-Postamt in Berlin. Heizung und Ventilation. Zeitschr. f. Bauw. 1875, S. 443.
- FÖRSTER, E. v. Die komische Oper in Wien. Heizung und Ventilation. Allg. Bauz. 1875, S. 23.
- TROJAN, E. K. k. österr. Zellengefängniß in Stein an der Donau. Beheizung und Ventilation. Allg. Bauz. 1875, S. 58.
- Das pathologische Institut in München. Ventilation und Heizung. Zeitschr. d. Bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1875, S. 21.
- Heißwasser-Heizung im Gymnasium zu Dresden. Deutsche Bauz. 1875, S. 241.
- Luftheizung im Anatomie-Gebäude der Leipziger Univerfität. Deutsche Bauz. 1875, S. 308.
- INTZE. Ueber Heizung und Ventilation des neuen chemischen Laboratoriums zu Aachen. Notizbl. d. Arch.- u. Ing.-Ver. f. Nied. u. Westf. 1875, S. 36.
- KOPP, E. Bericht über Heiz- und Ventilations-Einrichtungen im neuen Schulhause der Gemeinde Enge. WYSS; Bl. f. Gefundheitspfl. 1875, S. 41 u. 55.
- Die neue Baracke der chirurgischen Klinik in Dorpat und ihre Ventilation. Dorp. med. Wochfch. 1875, S. 81.
- Ventilation of Colston hall, Bristol. Builder, Vol. 33, S. 999.*
- Ventilation im BORSIG'schen Arbeiter-Speisesaal in Berlin. Deutsche Bauz. 1876, S. 285.
- Heizung im Gefängniß am Plötzenfee bei Berlin. Deutsche Bauz. 1876, S. 389 u. 398.
- Luftheizung im landwirthschaftlichen Institut und in der Augenklinik zu Königsberg. Deutsche Bauz. 1876, S. 507.
- FUNK. Die Irrenanstalt zu Osnabrück. G) Heizung und Ventilation. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1876, S. 36.
- TÖKEI. DAUTZENBERG's Warmwasseranlage im Landesgebärhaus in Prag. Techn. Bl. 1876, S. 117.
- TOBIN's neue Ventilationsmethode in St. George's Hospital in London. Wien. med. Presse 1876, Nr. 11. Corr.-Bl. d. niederrh. Ver. f. öff. Gefundheitspfl. 1876, S. 114.
- Chauffage et ventilation de la salle des séances de la chambre des députés, au palais de Versailles. Revue gén. de l'arch.* 1876, S. 17.
- Chauffage et ventilation d'un groupe scolaire, rue d'Alésia, à Paris. Revue gén. de l'arch.* 1876, S. 100.
- Chauffage de la nouvelle ménagerie des reptiles, au jardin des plantes, à Paris. Revue gén. de l'arch.* 1876, S. 205.
- Ventilation des bureaux de la banque coloniale de Nouméa. Revue gén. de l'arch.* 1876, S. 158.
- Chauffage et ventilation du collège Andréanum à Hildesheim. Annales industr.* 1876 — I, S. 266, 328, 360.

- BOUILLARD. Ueber die Heizung des Militärhospitals in *Amélie-les-Bains* durch Circulation von Thermalwasser in gusseisernen Röhren. *Annales d'hyg.* 1876, S. 273, 396.
- Le chauffage et la ventilation de l'hôtel de ville.* *Nouv. annales de la const.* 1876, S. 180.
- Report on the ventilation of the capitol of the United States.* *Building News*, Vol. 31, S. 23.
- Heizung und Ventilation im neuen Dresdener Theater. *Gefundheit* 1877, S. 283.
- QUASSOWSKI. Der Personenbahnhof der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eifenbahn-Gesellschaft zu Berlin. Heizung. *Zeitfchr. f. Bauw.* 1877, S. 29.
- HENNICKE u. v. d. HUDE. Der Kaiferhof in Berlin. Lüftung und Heizung. *Zeitfchr. f. Bauw.* 1877, S. 169.
- HERRMANN. Neue Strafanstalt am Plötzen-See bei Berlin. Heizung und Ventilation. *Zeitfchr. f. Bauw.* 1877, S. 348; 1878, S. 156, 362, 517; 1881, S. 162.
- VOIT, E. u. J. FORSTER. Studien über die Heizungen in den Schulhäusern Münchens. *Zeitfchr. f. Biologie* 1877, S. 1, 305.
- Ventilation: Goldsmith residences.* *Builder*, Vol. 35, S. 988.
- HESSE. Ueber die Anlage von Central-Luftheizungen in dem landwirthschaftlichen Institut und in der Augenklinik der Universität zu Königsberg. *Mitth. d. Ostpreufs. Arch.- u. Ing.-Ver.* 1876—78, S. 27.
- BLANKENSTEIN. Der Neubau der Dorotheenstädtischen Realschule und des Friedrich-Werderfchen Gymnasiums zu Berlin. Heizung und Ventilation. *Zeitfchr. f. Bauw.* 1878, S. 11.
- Das neue Opernhaus in Wien. Heizung und Ventilation. *Allg. Bauz.* 1878, S. 86.
- Zentralheizungs-Anlage für das Gebäude der technischen Hochschule zu Berlin. *Deutsche Bauz.* 1878, S. 394, 452 u. 491.
- Ventilation des britischen Parlaments zu London. *Rohrleger* 1878, S. 104.
- Ventilation des Abgeordnetenhauses in Berlin. *Rohrleger* 1878, S. 104 u. 121.
- HAAG. Dampfheizung und Pulfions-Ventilation im Kriegspital zu Ingolstadt. *Rohrleger* 1878, S. 120.
- Die Ventilation des Trocadéro-Palastes. *Rohrleger* 1878, S. 136.
- Ventilation der öffentlichen Locale und des Café Bauer zu Berlin. *Rohrleger* 1878, S. 139.
- GROVE. Die Ventilationseinrichtung des Siechenfchen Locals. *Rohrleger* 1878, S. 312.
- VOIGT, C. F. Die Ausstellung der Heizungs- und Ventilations-Projecte für das neue Polytechnikum zu Charlottenburg. *Rohrleger* 1878, S. 340, 358, 374 u. 391.
- Disposition einer Warmwasser-Heizung für größere Verwaltungs-Gebäude. *Maschin.-Const.* 1878, S. 62.
- La ventilation du palais du Trocadéro.* *Eifenb.* Bd. 8, S. 127.
- Chauffage et la ventilation du palais du Trocadéro.* *Nouv. annales de la const.* 1878, S. 78, 99.
- PHIPSON. *Heating and ventilating apparatus of the Glasgow university.* *Engng.* Vol. 26, S. 451.
- MARNITZ. Die Central-Dampfheizung und maschinellen Einrichtungen der Rheinischen Provinzial-Irrenanstalten. Berlin 1879.
- DEHN-ROTFELSER v. Das neue Gemäldegalerie-Gebäude zu Kassel. Heizung. *Zeitfchr. f. Bauw.* 1879, S. 29.
- GROPIUS und SCHMIEDEN. Heizung und Ventilation im zweiten Garnison-Lazareth für Berlin, Tempelhof. *Zeitfchr. f. Bauw.* 1879, S. 182.
- HANSEN, TH. v. Der Bau der neuen Börse in Wien. Heizung und Ventilation. *Allg. Bauz.* 1879, S. 11.
- Lüftungs- und Heiz-Einrichtungen in den neueren städtischen Schulbauten zu Hannover. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 17.
- Ventilation des großen Gürzenich-Saales zu Cöln. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 20.
- Die Projecte zu den Heiz- und Lüftungs-Anlagen des Gebäudes der neuen technischen Hochschule zu Berlin. *Deutsche Bauz.* 1879, S. 63.
- Die Ventilationsprojecte für den großen Festsaal des Gürzenich zu Cöln. *Rohrleger* 1879, S. 89 u. 108.
- Die Heizung im Treibhaufe des Herrn E. Puls. *Rohrleger* 1879, S. 133.
- Die Ventilation des Gewerbe-Ausstellungsgebäudes. *Rohrleger* 1879, S. 189.
- Ueber die beschränkte Concurrenz für eine Heiz- und Ventilationsanlage der technischen Hochschule zu Berlin. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1879, S. 51 u. 58.
- FISCHER, H. Concurrenz zur Erlangung von Projecten für die Heizung und Lüftung des neuen Polytechnikum in Berlin. *Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1879, S. 18.
- WIMAN, E. A. Heizungsanlage im neuen Zellengefängnis auf Langholm zu Stockholm. *Zeitfchr. d. Ver. Deutsch. Ing.* 1879, S. 97.

- Ventilationseinrichtung nach W. u. F. LÖNHOLDT's System in den Wirthschaftsräumen der Museums-Gesellschaft zu Freiburg i/B. *Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ing.* 1879, S. 25.
- Die neue technische Hochschule in Stuttgart. Heizung und Ventilation. *Zeitschr. f. Baukde.* 1880, S. 255.
- KNOBLAUCH, E. Der Umbau der Jerusalem-Kirche. Heizung und Ventilation. *Deutsche Bauz.* 1880, S. 216.
- Chauffage d'une école. Semaine des const.* Vol. 3, S. 341.
- Ventilation of the Capitol, Albany. Plumber,* Vol. 2, S. 71.
- Heating and ventilation of Utica lunatic asylum. Plumber,* Vol. 2, S. 329.
- BRIGGS, R. *Report on the plans for warming and ventilating of the Bridgeport school-house to the building committee of Bridgeport high school.* Philadelphia 1880.
- LORENZ u. REIMANN. Bericht über die Centralheizungs- und Ventilationsanlagen in dem Polytechnikum zu Braunschweig. *Zeitschr. f. Bauw.* 1880, S. 227.
- ENDELL, F. Geschäftsgedäude der Ober-Post-Direction und des Post-Amtes zu Stettin. Heizung und Ventilation. *Zeitschr. f. Bauw.* 1880, S. 365.
- SZKALNITZKY und KOCH. Das physiologische Institut an der Universität zu Budapest. Heizung und Ventilation. *Allg. Bauz.* 1880, S. 54.
- BAEYER, A. u. A. GEUL. Das neue chemische Laboratorium der Akademie der Wissenschaften in München. 5) Heizung und Ventilation. *Zeitschr. f. Baukde.* 1880, S. 9.
- Die Heizungs- und Ventilations-Anlagen der 99. Gemeindefchule in der Steinmetzstraße zu Berlin. *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1880, S. 204.
- HUNAEUS. Der Umbau des Welfenschlosses zu Hannover für die technische Hochschule. Heizung und Ventilation. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1880, S. 41.
- Ventilation eines Gesellschaftsfaales. *Baugwks.-Ztg.* 1880, S. 279.
- Ventilations-Einrichtung eines Hauses in New-York. *Baugwks.-Ztg.* 1880, S. 14.
- The improved ventilation of the council chamber, Guildhall, London. Iron,* Vol. 15, S. 171. *Builder,* Vol. 38, S. 291. *Sanit. rec.* Vol. 11. Suppl., S. 1.
- FABIAN, H. W. Die Heizungs- und Ventilations-Anlage im neuen Opernhause zu Frankfurt a/M. *Baugwks.-Ztg.* 1881, S. 78, 92.
- Dampfheizung für eine Kirche. (Heil. Geist-Kirche zu Magdeburg.) *Deutsche Bauz.* 1881, S. 127.
- SKALWEIT, J. Unterfuchung einer größeren Centralheizanlage. *Gefundh.-Ing.* 1881, S. 5.
- Heißwasserheiz-Anlage für eine Schule. (Paafchburger Schulhaus zu Itzehoe.) *Deutsche Bauz.* 1881, S. 128, 143.
- Ventilation of the London custom-house. Architect,* Vol. 25, S. 64. *Building News,* Vol. 40, S. 6, 56.
- Heizung und Lüftung des *Hôtel Dieu. Semaine des const.* Vol. 5, S. 42.
- TROJAN, E. v. Die k. k. Männer-Strafanstalt in Pilsen. Ventilation und Heizung. *Allg. Bauz.* 1881, S. 30.
- Befchreibung der patentirten Niederdruckdampfheizung mittels Thermophoren, ausgeführt im großen Männergefängniß des neuen Criminalgerichtes zu Moabit. *Maschinenb.* 1881, S. 155.
- DIMINUID, R. et CH. HERSCHER. *Note sur des procédés récents de chauffage et de ventilation observés en Autriche, avec description particulière du système établi au théâtre de l'opéra à Vienne.* Paris 1881.
- Heizung und Ventilation der *École Monge* in Paris. *Mém. et compte rendu de trav. de la soc. d. ing. civ.* 1880, S. 661. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1881, S. 121.
- HUDE v. d. u. HENNICKE. Das Central-Hôtel in Berlin. Die Heizungs- und Ventilationsanlagen. *Zeitschr. f. Bauw.* 1881, S. 185.

C. Wasserversorgung der Gebäude.

VON B. SALBACH.

Die Beschaffung von gutem Trink- und Nutzwasser und die ausgiebige Versorgung der menschlichen Wohnungen mit demselben ist eine absolute Nothwendigkeit für die Existenz und das Wohlbefinden des Menschen, ein hoher Grad von Bequemlichkeit in den häuslichen Einrichtungen.

309.
Allgemeines.

Die Bestrebungen, in diesem Sinne Zweckentsprechendes und Gutes zu leisten, sind zu allen Zeiten unverkennbar und treten namentlich in der neuesten Zeit an allen Orten wieder hervor.

Im südlichen Europa, in den asiatischen und afrikanischen Küstenländern finden wir im Alterthume kaum eine menschliche Ansiedelung, deren erstes Augenmerk nicht darauf gerichtet gewesen wäre, in reichlichem Masse gutes Trinkwasser für die Wohnstätte zu beschaffen. Meilenweit wird das Wasser aus den hoch liegenden Bergen her auf kühnen, mit Bogen überspannten Pfeilern in das flache Land geleitet, oder es wird auf lange Wegstunden der Felsen durchhöhlt, um das erquickende Nafs herbeizuführen; kühle, geräumige Cisternen werden ausgegraben oder gemauert, um bei mangelndem unterirdischen Wasser das klare Tagwasser aufzufangen und aufzuspeichern. Als die Südländer die Alpen überstiegen und ihre Cultur dem Herzen Europas zutrug, als sie hier auf ihren Zügen Colonien gründeten, waren sie stets auf die Wasserversorgung derselben bedacht. Die Spuren derselben finden sich in den rheinischen Landen überall da, wo Römer längere Zeit sesshaft waren.

Im flachen Lande und bei kleineren Gemeinwesen konnte eine so kostspielige Art der Zuleitung von gutem Trinkwasser nicht immer ermöglicht werden; man beutete, wo es zulässig war, in einfachster Weise das Grundwasser, das durch Sand- und andere durchlässige Bodenschichten gereinigt war, zu Trinkwasser aus.

Eine unüberlegte Fortschaffung des verbrauchten Wassers, so wie anderer flüssigen und festen Abfallstoffe, eine unverständige Benutzung des Wasser spendenden Bodens mußten für die Güte und Brauchbarkeit des demselben entnommenen Wassers verhängnißvoll werden.

In der That hat man Jahrhunderte lang den Boden der Städte und Dörfer, die sich des Grundwassers bedienten, durch schlecht angelegte und durchlässige Senkgruben, Canäle und Aborte oft bis zu einem erschreckenden Masse, verunreinigen lassen, und erst das Auftreten und Ueberhandnehmen gewisser epidemischen Krankheiten — zum nicht geringen Theile wohl eine Folge dieser Bodenverunreinigungen — hat die Aufmerksamkeit auf diese üblen Zustände gelenkt, auf die angewachsene Gefahr und deren mögliche Beseitigung aufmerksam gemacht.

Bedurfte es einer geraumen Zeit, den Boden unserer Städte, ungeachtet seiner Desinfectionsfähigkeit, so zu inficiren, wie wir ihn bei Aufgrabungen nur zu häufig finden, so werden auch noch viele Jahrzehnte darüber vergehen, bis man durch die

an einzelnen Orten inzwifchen angewendeten Mafsregeln eine Besserung wird nachweifen können.

Genufswaffer aus fo stark inficirtem Boden genommen, kann, abgesehen von zweifelhaftem Beigeschmacke, der Gefundheit nicht zuträglich fein. Rationelle Brunnenanlagen oder Wafferleitungen find daher auch im flachen Lande, namentlich aber in den Städten unabweibare Bedürfnisse, wie fie es von je her bei den in der Cultur vorgeschrittenen Völkern waren, wieder geworden.

Eine ausgiebige Wafferverforgung wird täglich mehr und mehr zum unausweichlichen Bedürfnifs für die bescheidenfte Behaufung, wie für die luxuriösefte Wohnung; hierdurch wird eine Quelle von Bequemlichkeiten geschaffen, welche fast gar nicht gekannt waren, als dieses hervorragende Beförderungsmittel der Reinlichkeit, der Gefundheitspflege und des Lebens noch nicht Gemeingut geworden war. Ist die Luft unferen Lungen unentbehrlich, fo ist es das Waffer für das materielle Leben in unferen Wohnungen!

Reichliche Beschaffung von Trink- und Nutzwaffer, fo wie eine rationelle Entfernung des verbrauchten Waffers und anderer flüssigen und festen Auswurfstoffe find heute Hauptaufgaben unferer städtischen Verwaltungen und des Einzelnen geworden¹³⁵⁾.

Es ist dabei nicht allein nöthig, dafs die Brunnen oder die sonstigen Wafferezuführungs-Anlagen das erforderliche Quantum spenden; auch die Qualität des Waffers mufs von derjenigen Güte fein, dafs es allen Anforderungen in gefundheitlicher Beziehung entspricht.

Die Güte des Waffers kann nach dem Geschmacke allein nicht beurtheilt werden, da die Zunge oft ein schlechter Berather ist. Gerade diejenigen Waffer, welche durch Zuflüsse putrider Abstammung bis zu einem gewissen Mifchungsverhältniffe verunreinigt find, besitzen einen angenehmen, den Gaumen reizenden Geschmack und werden deshalb oft anderen reinen und gefunden Waffern, welche diesen Geschmack nicht besitzen, vorgezogen.

1. Kapitel.

Beschaffung des Waffers.

310.
Principien.

Die Principien, auf welche sich die Beschaffung einer gewissen Wassermenge stützt, werden sich vollkommen gleich bleiben, ob dieselbe zur Verforgung einer ganzen Stadt oder einer kleinen Gemeinde oder nur eines einzelnen Gehöftes oder Haufes dienen soll.

Was der Einzelne für sein Haus auszuführen genöthigt wäre, beforgt in vielen Fällen die städtische Gemeinde durch Anlage einer centralen oder öffentlichen Wafferverforgung für alle Einwohner gemeinschaftlich, fo dafs Jedermann nur diejenigen Einrichtungen in seinem Haufe auszuführen braucht, welche nothwendig find, um sich das von der centralen Wafferverforgung gelieferte Waffer auf die für ihn zweckmäfsigste Weise nutzbar zu machen. Der Anchluss der Gebäude

¹³⁵⁾ Die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881) enthält in §. 44 (S. 65) die Bestimmung: »Jedem bewohnten Grundstück mufs Verforgung mit trinkbarem Waffer gesichert fein, und zwar durch eines der folgenden Mittel: Anschluss an eine öffentliche Wafferleitung, Benutzung eines öffentlichen oder nachbarlichen Brunnens in mäfsiger Entfernung, Anlage eines Privatbrunnens«

an die öffentliche Wasserverföorgung ist in vielen Städten obligatorisch, insbesondere dann, wenn die Entwässerung und Reinigung der Stadt durch ein Schwemmcanal-system geschieht und der Anschluß der Häuser an dieses obligatorisch ist.

Diese Art der Beschaffung des Wassers für ein Gebäude dürfte wohl die einfachste sein, da dieselbe nur eines Anschlusses an die öffentliche Leitung bedarf. In diesem Falle kommt die Frage der Quantität, welche man dem Haus- oder Grundstück zuführen will, nur in so fern in Betracht, als man dem Bedürfnis entsprechend der Anschlußleitung einen geringeren oder größeren Durchmesser zu geben braucht, um das nöthige Wasser sich zu erhalten. Da die Anlagen für öffentliche Wasserverföorgung zumeist unter hohem Drucke arbeiten, so ist Gelegenheit geboten, mittels des uberschuffig vorhandenen Druckes die verschiedensten Wasserquantitäten zu entnehmen, so dafs eine eingehendere Untersuchung und Specialisirung des Wasserbedurfnisses in diesem Falle nicht erforderlich ist. Die Bestimmung der Wassermenge hat dann bereits bei Anlage des Werkes dadurch stattgefunden, dafs pro Kopf der Bevölkerung ein gewisses Wasserquantum angenommen worden ist, welches sich erfahrungsgemafs als Mittelwerth an anderen Orten ergeben hat und in welches alle Bedürfnisse für öffentliche und private Zwecke eingeschlossen sind.

311.
Wassermenge.

Diese Wassermenge ist nicht für alle Städte gleich hoch anzusetzen; sie richtet sich theils nach der Groe und geographischen Lage derselben, theils nach den localen Verhältnissen, so wie nach den Sitten und Gewohnheiten der Einwohner.

In dieser Rücklicht wird der Wasserbedarf pro Kopf der Einwohner kleiner Ortschaften und des Landes zu 45 bis 50 Liter pro 24 Stunden angenommen, wogegen der Bedarf größerer Ortschaften, in Rücklicht auf die Zunahme der Bevölkerung,

bei 2000 bis 5000 Einwohner auf 100 Liter pro 24 Stunden
 über 5000 Einwohner auf 120 Liter » » »

der Bedarf in größeren Städten mit Inbegriff des von der Stadt selbst benöthigten Wassers (zum Strafsensprengen, Feuerloschen, Bewässerung der Gartenanlagen etc.) und des Consums der Kleinindustrie nach den bisherigen Erfahrungen auf 150 bis 200 Liter zu normiren ist.

Der Wasserbedarf für den Viehstand etc. beträgt erfahrungsgemafs

für ein Pferd	50 Liter
» » Rind	40 »
» » Schwein	20 »
» » Fuhrwerk	65 »

Sollen größere Fabriketablissements mit Wasser versorgt werden, so ist der Bedarf bei der Projectirung der Gesamtanlage in Berücksichtigung zu ziehen.

In gleicher Weise, wie man den Wasserbedarf einer Stadt bestimmt, kann man denselben auch für ein Grundstück oder für eine größere Gebäudeanlage ermitteln, indem man ebenfalls pro Kopf der Bewohner ein den Verhältnissen entsprechendes Wasserquantum in Ansatz bringt.

Dasjenige Wasser, welches für Dampfkesselspeisungen und andere technische Zwecke, ferner für Luxuszwecke (Springbrunnen etc.), für größere Badeeinrichtungen etc. benutzt werden soll, ist abgefordert zu bestimmen und dem übrigen Brauchwasser-Quantum beizufügen. Die hierdurch gewonnenen Zahlen dienen dann als Grundlage für die zu beschaffende Wassermenge oder, so fern die letztere

bereits vorhanden, als Vergleichswerth dafür, ob die disponible Wassermenge dem Bedürfnis genügt oder nicht.

312.
Städtische
Wasserwerke.

Wie bereits gesagt wurde, ist die Frage der Wasserbeschaffung für ein einzelnes Haus oder einen größeren Gebäudecomplex in gleicher Weise zu lösen, wie die Frage der Wassergewinnung für die öffentliche Wasserversorgung einer ganzen Stadt. Es soll deshalb zunächst die Beschaffung des Wassers für städtische Wasserwerke in Kürze besprochen werden.

Hierbei kommen als Wasser-Bezugsquellen in Betracht:

- 1) Vorhandene, selbstthätig austretende Quellen.
- 2) Künstlich erschlossene Quellen: Grundwasser, artesische Brunnen, Dünenwasser.
- 3) Bäche und Flüsse.
- 4) Meteorische Niederschläge, durch Auffangen derselben in Cisternen oder durch Drainagen.

313.
Versorgung
aus
Quellen.

Ad 1) Bei Vorhandensein von selbstthätig austretenden Quellen handelt es sich vor Allem darum, deren Quantität durch eine grössere Anzahl in regelmässigen Zwischenräumen zu wiederholender Messungen festzustellen und über die Schwankungen ihrer Ergiebigkeit, hauptsächlich aber über ihre Minimal-Ergiebigkeit die genauesten Kenntnisse zu sammeln.

Die Minimal-Ergiebigkeit der Quellen fällt gewöhnlich in die Wintermonate December, Januar, Februar nach längerer, andauernder Kälte; sie tritt aber auch öfter, und dann zumeist störender, nach heisser trockener Jahreszeit in den Monaten August und September ein; es ist daher durch obige Messungen mit Sicherheit zu constatiren, ob die Minimal-Wassermenge für die volle Wasserversorgung noch ausreichend ist. Versuche, welche bezwecken sollen, die Ergiebigkeit der Quelle durch Vergrößerung der Austrittsöffnung zu erhöhen, können leicht, trotz der anfänglich vielleicht günstigen Resultate, für die spätere Dauer einen ungünstigen negativen Erfolg haben.

Ueber die Art der Fassung der Quellen lässt sich etwas allgemein Giltiges nicht feststellen. Sie wird in jedem speciellen Falle sich entweder selbst ergeben oder nach den örtlichen Verhältnissen genau ermittelt werden müssen. Je nach der Höhenlage des Quellenpunktes fließt das Wasser seinem Verbrauchsorte mit dem nöthigen Drucke entweder selbstthätig zu (Gravitations-Leitung), oder es muss zur Erreichung desselben Zweckes vorher künstlich gehoben werden (Pumparbeit).

314.
Versorgung
durch
Grundwasser.

Ad 2) Die zweite Art der Wasserversorgung sucht dasjenige Wasser, welches unserem Auge unsichtbar in den unteren Bodenschichten sich bewegt, durch Ansammlung, bezw. durch Verschaffung eines Ausweges nutzbar zu machen.

Dieses Wasser, welches, wie alles andere, den atmosphärischen Niederschlägen entstammt, bewegt sich hauptsächlich in den unterirdischen Sand- und Kieslagen in der Richtung nach den nächsten größeren Flussläufen zu, um sich unbemerkt in dieselben zu ergießen. Es ist auch dasjenige Wasser, welches den Untergrund unserer Städte durchfließt und unsere städtischen Pumpbrunnen speist. Ist dieser Untergrund verunreinigt, so kann auch das Wasser seine vorherigen guten Eigenschaften nicht behalten, und der Brunnen liefert schlechtes, der Gesundheit schädliches Wasser. Es braucht daher eine Wasserversorgung in vielen Fällen nur darin zu bestehen, einen oder mehrere Brunnen aus der Stadt heraus nach der Richtung hin zu verlegen, von welcher her die unterirdischen Wasseradern zufließen, so dass das Wasser bereits aufgefangen wird, ehe es die inficirten Bodenschichten erreicht.

Das Auffangen und Ansammeln der erforderlichen Wassermenge kann entweder durch gemauerte, bezw. eiserne Brunnen oder durch Sammelrohre geschehen, welche, mit Oeffnungen, bezw. Durchbrechungen versehen, als durchlässige Leitung in die wasserführende Schicht eingelegt werden.

Unter Umständen bedingt die Qualität des Wassers, eine tiefer liegende Kies-

fschicht aufzufuchen, welche Brunnen dann mit dem Namen Tiefbrunnen bezeichnet werden.

Die Entnahme von Wasser aus noch größeren Tiefen durch Bohrung artesischer Brunnen ist die am seltensten angewendete und unsicherste Art der Wassergewinnung, da sie nur bei genauester Kenntniss der geologischen Verhältnisse und Bodenschichtungen von einem günstigen Resultate begleitet sein wird.

Zur Bestimmung der Ergiebigkeit eines Brunnens ist die unausgesetzte Entnahme größerer Wassermengen unter Beobachtung des allgemeinen Grundwasserstandes und der Absenkung während des Pumpens erforderlich. Nur hierdurch wird man sich überzeugen können, ob man das Kiesbecken nach kürzerer oder längerer Zeit leer pumpen wird, oder ob reichliche und regelmäßige Zuflüsse vorhanden sind, welche die dauernde Entnahme der geforderten Wassermenge für alle Zeiten gestatten:

Soll der Brunnen nur eine Gebäudeanlage verforgen, so achte man darauf, daß derselbe aus dem Bereich der Senkgruben, Abwasser, Aborte und Stallungen zu liegen komme, am besten an einem Orte gelegen ist, welcher vorausichtlich auch für fernere Zeiten von einer Verunreinigung ausgeschlossen bleibt. Ferner suche man durch die Construction des Brunnens zu erreichen, daß in denselben zum größeren Theil das Wasser der tieferen Schichten eintritt, der Brunnen selbst aber durch Verschlussdeckel dem Einfluß von Licht und Außentemperatur entzogen ist ¹³⁶).

Die Gewinnung von Dünenwasser kann nur als ein specieller Fall der Gewinnung von Grundwasser aus sandigem Untergrunde bezeichnet werden und ist nur in wenigen Fällen, durch die geographische Lage bedingt, ausführbar ¹³⁷).

Ad 3) Die Entnahme des Wassers aus einem offenen Wasserlaufe bietet für die jederzeitige reichliche Wasserversorgung die größte Sicherheit; sie hat aber den Nachtheil, daß das Wasser meist verunreinigt ist und daher vor dem Gebrauche einer Reinigung bedarf, daß es im Sommer eine für das Trinken zu hohe, im Winter zu niedrige Temperatur besitzt. Bei günstiger Beschaffenheit der Ufer ist es unter Umständen möglich, durch Anlage von Filterrohren, bezw. Filtergalerien am Ufer entlang, mittels sog. natürlicher Filtration das durchsickernde Fluswasser zu reinigen. Das Ufer muß zu diesem Zwecke aus geeignetem Kiesmaterial bestehen, welches bei höherem Wasserstande vom Flusse mit hinweggeführt und durch neues ersetzt wird.

Ad 4) Ist die Wassergewinnung aus dem Untergrunde nicht möglich, ein offener Wasserlauf ebenfalls nicht vorhanden oder für diese Zwecke unbrauchbar, so ist das Ansammeln und Aufspeichern der atmosphärischen Niederschläge das letzte und einfachste Mittel der Wasserbeschaffung. Es kann alsdann nur selten von einer centralen Wassergewinnung zur Versorgung einer ganzen Gemeinde die Rede sein; vielmehr wird in den allermeisten Fällen jeder Grundstückeigenthümer das von den Dachflächen seines Hauses abfließende Regenwasser nach einer überdeckten Cisterne (auch Regenfang genannt) führen, in welcher dasselbe angefangelt und

315.
Versorgung
aus offenen
Wasserläufen.

316.
Versorgung
durch
Meteorwasser.

¹³⁶) Die »normale Bauordnung« von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881) enthält in §. 44 (S. 66) die Bestimmung: »Brunnenschächte sollen mindestens 80 cm lichte Weite und eine solche Tiefe haben, daß zu jeder Zeit Wasser entnommen werden kann. Sie sind gegen Verunreinigung durch fremdes Wasser sowohl an der Erdoberfläche als in der Tiefe zu sichern und deshalb von Abwasser- und Kothgruben, Düngerstätten u. dergl. mindestens 5 m entfernt zu halten. Die obere Mündung ist mittels Platten oder Gewölbe abzudecken, unter Ermöglichung des Einsteigens, und für geregelten Ablauf des Brunnenwassers zu sorgen . . .«

¹³⁷) Vergl. SCHMITT, E. Ueber Dünen-Wasserversorgung einiger holländischen Städte. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1879, S. 515.

woraus es behufs weiterer Verwendung wieder entnommen wird. Ueber Anlage und Construction der Cisternen wird noch in Art. 325 (S. 284) die Rede sein.

Eine Drainage zum Zwecke der Wassergewinnung beabsichtigt, das auf einer Terrainfläche niederfallende Regenwasser in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche durch lose an einander gelegte Thonrohre aufzufangen. Hierbei ist indess die Gefahr vorhanden, daß das Wasser Unreinigkeiten und Dungstoffe aus den oberen Bodenschichten aufnimmt und dadurch in feiner Qualität geschädigt wird. Für grössere Wassermengen muß die Drainirungsfläche eine sehr grobe sein, und kommt diese Methode der Wassergewinnung nur selten für Wasserverforgungszwecke zur Anwendung.

Um das Wasser in allen Geschossen eines Hauses unter entsprechendem Drucke zum Ausflusse bringen zu können, wird bei den meisten der vorgenannten Bezugsquellen eine mechanische Hebung desselben erforderlich sein.

Außer den vorggeführten Methoden der Wassergewinnung ist noch jener mit Hilfe von Sammelteichen zu gedenken, eines Verforgungssystemes, welches sich namentlich in England ausgebildet hat und deshalb auch die Bezeichnung »englisches System« erhalten hat. Durch Abschließung eines hierzu geeigneten Thales mittels eines quergestellten Dammes oder einer Mauer wird ein Behälter gebildet, in welchem sich der oberflächlich abfließende Theil der auf das betreffende Gebiet niederfallenden meteorischen Niederschläge, das Thauwasser des Schnees, das Wasser aus natürlichen Quellen etc. ansammelt.

Was die qualitativen Eigenschaften des Wassers betrifft, so wird man vor Allem fordern, daß dasselbe klar, geruch- und geschmacklos sei. Chemische Untersuchungen müssen dann über den Gehalt an organischen und unorganischen Beimengungen Aufklärung geben, woraus sich seine Verwendbarkeit als Trink- und Nutzwasser erkennen läßt. Auch wird in neuerer Zeit auf die mikroskopische Untersuchung des Wassers ein großer Werth gelegt.

Grundlagen zur Beurtheilung der Beschaffenheit des Wassers und zur Prüfung desselben sind aus folgenden Schriften zu entnehmen:

- MÜLLER. Neue Methoden der Genußwasseranalyse. *Polyt. Journ.* Bd. 198, S. 161; Bd. 199, S. 62.
- ALMÉN. Die Beurtheilung der Güte eines Trinkwassers vom Sanitätsstandpunkte aus betreffend. *Polyt. Centralbl.* 1871, S. 1182.
- REICHARDT, E. Grundlagen zur Beurtheilung des Trinkwassers, zugleich mit Berücksichtigung feiner Brauchbarkeit für gewerbliche Zwecke, nebst Anleitung zur Prüfung des Wassers. 2. Aufl. Jena 1872.
- WAGNER. Ueber Härtebestimmung des Wassers für technische und wissenschaftliche Zwecke. *Bayer. Ind.-u. Gwbl.* 1872, S. 5. *Polyt. Centralbl.* 1872, S. 330.
- BISCHOF. Untersuchungen des Wassers als Trinkwasser. *Polyt. Centralbl.* 1872, S. 462.
- FISCHER, F. Das Trinkwasser, seine Beschaffenheit, Untersuchung und Reinigung unter Berücksichtigung der Brunnenwässer Hannovers. Hannover 1873.
- REICHARDT. Wie muß gutes Trinkwasser beschaffen sein? *Polyt. Centralbl.* 1873, S. 452. *Polyt. Journ.* Bd. 208, S. 199.
- TIEMANN. Die Methoden der Wasseranalyse. *Polyt. Journ.* Bd. 208, S. 191.
- FISCHER. Ueber Trinkwasser-Untersuchung. *Polyt. Journ.* Bd. 210, S. 287.
- WIBEL, F. Die Flufs- und Bodenwässer Hamburgs. Chemische Beiträge zur Anlage gewöhnlicher Lauf-, Nutz- und Trinkwässer, so wie zur Wasserverforgung großer Städte. Hamburg 1876.
- FISCHER, F. Ueber die Anforderungen, welche an ein zu häuslichen Zwecken bestimmtes Wasser zu stellen sind. *Polyt. Journ.* Bd. 223, S. 517, 589. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1877, S. 668.
- CHAUMONT, F. S. B. DE. Die Trinkwasserfrage und der heutige Standpunkt der Hygiene. *Rohrleger* 1879, S. 345.
- FISCHER, F. Die chemische Technologie des Wassers. Braunschweig 1880.

Nachdem die verschiedenen Methoden der Wasserentnahme besprochen worden sind, soll im Folgenden derjenigen Einrichtungen gedacht werden, welche erforderlich sind, um die vorhandenen Bezugsquellen zu einer Wasserverforgung nutzbar zu machen.

317.
Beschaffenheit
des
Wassers.

318.
Reinigen
des
Wassers.

Vor Allem tritt die Frage heran, ob das Wasser in der Beschaffenheit, wie es die Bezugsquelle liefert, ohne Weiteres zu Versorgungszwecken verwendbar ist.

Quell- und Grundwasser werden in den meisten Fällen eine directe Verwendung finden können. Bei Benutzung von Flusswasser (ebenso bei Wasser aus Teichen, Seen, Sammelteichen etc.) wird hingegen zumeist eine Reinigung des Wassers nothwendig, welche in der Ausscheidung von mechanisch beigemengten Stoffen, felten in einer chemischen Reinigung besteht.

Die Entfernung der mechanischen Beimengungen kann auf zwei Arten geschehen:

a) entweder durch längeres ruhiges Stehenlassen des Wassers in besonderen Bassins, Ablagerungs- oder Klärbassins genannt, wodurch die größeren Verunreinigungen auf dem Boden des Bassins sich ablagern, oder

b) mittels Filtration des Wassers durch Sandschichten, welche letztere die Beimengungen auf ihrer Oberfläche zurückhalten und auf diese Weise eine vollständige Klärung des Wassers herbeiführen.

Je nach der Beschaffenheit des Wassers und dessen Verwendungszwecken wird man die eine oder die andere Reinigungsmethode oder auch beide vereinigt zur Anwendung bringen. Die Dauer der Klärung richtet sich wiederum nach der Menge und Beschaffenheit der Verunreinigungen, hauptsächlich nach deren Vermögen, sich schneller oder langsamer als Bodensatz abzuscheiden.

Die Ablagerungsbassins können gleichzeitig den Zweck von Vorrathsbassins erfüllen und erhalten dann eine diesem Zwecke entsprechende GröÙe. Ihre Herstellung kann in einfacher Teichform mit Erdböschungen geschehen; sie können jedoch auch mit gemauerten Seitenwänden oder gepflasterter Sohle und eben solchen Seitenböschungen ausgeführt werden, was von den Terrainverhältnissen und der Bodenbeschaffenheit abhängt.

Die Filter bestehen in der Hauptsache aus gemauerten oder mit abgeplastertem Boden und eben solchen Böschungen versehenen Bassins, welche mit Filtermaterial bis etwa zur halben Höhe angefüllt sind. Das Filterbett besteht in seiner obersten Lage aus einer 0,6 bis 1 m starken Sandschicht (von $\frac{1}{3}$ bis höchstens 1 mm Korn), welche die eigentliche Filtration bewirkt und in deren oberstem Theile die mechanischen Beimengungen des Wassers beim Durchflus zurückbleiben. Die unter dem Sande in zunehmender KorngröÙe lagernden Kieschichten haben lediglich den Zweck, der Sandschicht eine gute Unterlage zu schaffen und dem filtrirten Wasser den Eintritt in die darunter befindlichen Sammelcanäle zu erleichtern. Die Reinigung eines Filters geschieht durch Entfernung der obersten verunreinigten Sandschicht in der Stärke von 20 bis 40 mm, welche dann entweder gewaschen und wieder aufgebracht oder durch neues Material ersetzt wird.

Die Wassermenge, welche man pro Tag wirksam zu filtriren im Stande ist, wird von der Menge und Beschaffenheit der im Wasser enthaltenen Verunreinigungen, von der Länge der Betriebsdauer des Filters und von der Feinheit (dem Korn) des Filterfandes abhängen. Für mittlere Verhältnisse rechnet man 2 bis 3 cbm filtrirtes Wasser pro 1 qm Filterfläche und pro 24 Stunden; dabei ist zu beachten, dass eine langsamere Filtration eine wirksamere ist und dass die das Wasser verunreinigenden Stoffe nur bis zu einer geringen Tiefe in die Sandschicht eindringen. Die durch fortgesetzten Betrieb auf der Sandfläche abgelagerten Rückstände erschweren mit der Zeit das Durchsickern derart, dass selbst beim höchsten zulässigen Ueberdrucke von 1 m (Höhendifferenz der Wasserpiegel vor und nach der Filtration) die erforderliche Wassermenge nicht zum Durchflus gelangt. Es muss dann das Filter entweder entleert und gereinigt oder, indem man Wasser durch das Filter in entgegengesetzter Richtung aufsteigen lässt, die Schmutzdecke gehoben und wieder durchlässiger gemacht werden. Letztere Manipulation empfiehlt sich dann, wenn in Folge der Feinheit des Filterfandes die Verchlammung des Filters schon nach kurzer Betriebszeit eintritt. Eine schließliche Reinigung des Filters macht sich immerhin nach einiger Zeit nothwendig. Sämmtliche Klär- und Filteranlagen sind außer dem Zu- und Ablauf mit Ueberlauf- und Entleerungsleitungen zu versehen.

Die Filtration mittels Sand in dazu bestimmten Reservoiren kommt nicht nur für städtische Wasserversorgungen im Großen zur Anwendung, sondern wird auch in kleinerem Maßstabe für einzelne Gebäude und Gebäudecomplexe durchgeführt, welche, wie z. B. häufig Badeanstalten etc., ihr Wasser direct aus dem nächst gelegenen Flusse beziehen.

Speziellere Angaben über Filtration von Flußwasser finden sich in folgenden Schriften:

- Die Filtration des Wassers. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1872, S. 180.
 KIRKWOOD, J. P. Die Filtration des Flußwassers zur Verforgung der Städte. Deutsch von A. SAMUELSON. Hamburg 1876.
 GRAHN, E. u. F. A. MEYER. Reisebericht einer von Hamburg nach Paris und London ausgefandten Commission über künstliche centrale Sandfiltration zur Wasserverforgung von Städten und über Filtration in kleinerem Maßstabe. Hamburg 1877.
 KÜMMEL, W. Zur Frage der Klärung und Filtration des Wassers. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1877, S. 453. Ueber Klärzeit. Verhandlung aus der Verfammlung der Gas- und Wassersachmänner Deutschlands in Leipzig 1877. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1877, S. 543.
 NICHOLS. *On the filtration of potable water.* Boston 1878.
 SCHMETZER, F. Filtration des Flußwassers zur Verforgung der Städte. Deutsche Bauz. 1878, S. 314, 324 u. 338.
 PIEFKE, C. Mittheilungen über natürliche und künstliche Sandfiltration. Berlin 1881.

320.
 Chemische
 Reinigung d.
 Wassers.

Eine chemische Reinigung des Wassers zu Wasserleitungszwecken an feiner Bezugsquelle wird nur in ganz besonderen Fällen vorgenommen werden. Sie macht sich ausnahmsweise dann nothwendig, wenn das Wasser durch organische Stoffe gefärbt erscheint, wie dies bei Wassern aus Torfgegenden öfter der Fall ist. Die Sandfiltration allein ist nicht im Stande, diese Färbung zu entfernen, und es genügt dann ein geringer Zusatz von Thonerdehydrat oder Alaun, diese Farbstoffe auszuscheiden. Andere Mittel für eine chemische Reinigung, als da sind: plaftische Kohle, Eisenschwamm etc. kommen erst nach der Vertheilung des Wassers zur Reinigung desselben für bestimmte häusliche Zwecke in Anwendung. Die Beschreibung dieser Apparate, deren Werth in neuerer Zeit mehrfach angezweifelt wird, findet sich an einer späteren Stelle.

Es kann hier nicht der Ort sein, auf die centrale Wasserverforgung von Städten oder Gemeinden näher einzugehen; es würde dies die Grenzen, welche sich das »Handbuch der Architektur« gesteckt hat, überschreiten. Für eingehendere Studien sind folgende Werke zu empfehlen, welche zum Theile eine Beschreibung ausgeführter Wasserwerksanlagen geben:

- FÖLSCH, A. Die Stadtwasserkunst zu Hamburg. Hamburg 1851.
 DARCY. *Les fontaines publiques de la ville de Dijon.* Paris 1856.
 DUPUIT, J. *Traité théorique et pratique de la conduite et de la distribution des eaux.* 2^{me} édit. Paris 1865.
 CHIOLICH-LÖWENBERG, H. v. Anleitung zum Wasserbau. 2. Abth. Stuttgart 1865. S. 71.
 BÜRKL, A. Anlage und Organisation städtischer Wasserverforgungen. Zürich 1867.
 HAGEN, G. Handbuch der Wasserbaukunst. 3. Aufl. I. Theil, 1. Bd. Berlin 1869. S. 135.
 CLAUSS, W. Das Wasserwerk der Stadt Braunschweig, nebst Angaben über Bau, Betrieb und die verschiedenen Methoden von Wasserleitungen für Städte etc. Hannover 1869.
 BÜRKL, A. Bericht an den Stadtrath von Zürich über Anlage und Organisation städtischer Wasserverforgungen mit Aufstellung verschiedener Projecte für die Wasserverforgung der Stadt Zürich. Zürich 1870.
 GERSTNER, E. Großherzogliches Hof-Wasserwerk Karlsruhe. Karlsruhe 1871.
 SALBACH, B. Das Wasserwerk der Stadt Halle, erbaut in den Jahren 1867 und 1868. Halle 1871.
 VEITMEYER, L. A. Vorarbeiten zu einer zukünftigen Wasserverforgung der Stadt Berlin. Berlin 1871.
 BÜRKL, ZIEGLER, A. Die Wasserverforgung der Stadt Zürich. 2. Abdr. Winterthur 1872.
 SALBACH, B. Das Wasserwerk der Stadt Dresden, erbaut in den Jahren 1871 bis 1874. Halle a/S. 1874—75.
 VEITMEYER, L. A. Fortsetzung der Vorarbeiten zu einer zukünftigen Wasserverforgung der Stadt Berlin. Berlin 1875.
 HUGHES. *Treatise on waterworks for the supply of cities and towns.* London 1875.
 DEBAUVE, A. *Manuel de l'ingénieur des ponts et chaussées.* 16^{me} fasc.: *Traité des eaux.* 2^e partie. *Distributions d'eau.* Paris 1875.
 Vorproject zu einer Wasserverforgung von Straßburg. Straßburg 1875.
 BELOE, C. H. *The Liverpool waterworks.* 3. edit. London 1875.
 HÜMBER, W. *A comprehensive treatise on the water supply of cities and towns.* London 1876.

- FANNING, J. T. *Practical treatise on water supply engineering*. London 1877.
- HOFMANN, F. Die Wasserverförgung zu Leipzig. Leipzig 1877.
- THIEM, A. Die Wasserverförgung der Stadt München. Vorproject im Auftrage der Gemeinde-Collegien bearbeitet. München 1877.
- SCHMICK, P. Die Wasserverförgung der kgl. Haupt- und Residenzstadt München. Project im Auftrage der beiden Gemeinde-Collegien verfaßt. München 1877.
- SALBACH, B. Project einer Wasserverförgung der Stadt München aus den Quellen des Mangfallthales. Leipzig 1878.
- ANSTED, D. T. *Water and water-supply, chiefly in reference to the British Islands*. London 1878.
- GRAHN, E. Die städtische Wasserverförgung. Bd. I. München 1878.
- KÖNIG, F. Anlage und Ausführung von Wasserleitungen und Wasserwerken. 2. Aufl. Leipzig 1878. Handbuch der Ingenieurwissenschaften. III. Bd. Herausgegeben von L. FRANZIUS u. E. SONNE. Leipzig 1879. S. 5, 39, 83.
- THIEM, A. Das Wasserwerk der Stadt Nürnberg. Leipzig 1879.
- THIEM, A. Die Wasserverförgung der Stadt Leipzig. Vorproject. Leipzig 1879.
- Berichte über die Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtmagistrate München niedergesetzten Commission für Wasserverförgung, Canalisation und Abfuhr. München. I. Bericht (1874—75): 1876; II. Bericht (1876—77): 1877; III. Bericht (1877): 1878; IV. Bericht (1878—79): 1880.
- BERG. Das neue Wasserwerk der Königl. Residenzstadt Hannover. Hannover 1880.
- BROWN, J. H. B. *Water supply*. London 1880.

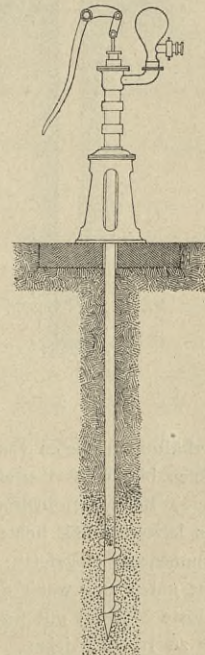
Handelt es sich um die selbständige Wasserverförgung eines oder mehrerer Gebäude, so werden die Bezugsquellen im Allgemeinen dieselben sein, wie für die centrale Wasserverförgung einer ganzen Stadt; es stehen aber dann, wegen der geringen Ausdehnung der Anlage, der Ausführung mechanische Hilfsmittel zu Gebote, welche im Großbetrieb keine Anwendung finden.

321.
Wasserverförgung einzelner Gebäude.

Eines der einfachsten Mittel, das Wasser des Untergrundes zu erschließen, sind die abessinischen, amerikanischen oder Norton'schen Brunnen. So fern die Bodenverhältnisse für die Anwendung günstig sind, hat man nur nöthig, ein schmiedeeisernes Brunnenrohr von 30 bis 80 mm Weite, welches an seiner Spitze mit Schraubengängen und einer Anzahl Löcher zum Eintritt des Wassers versehen ist, bis in die Wasser führende Schicht einzuschrauben (Schraubbrunnen). Gestattet die Bodenbeschaffenheit das Eindrehen eines solchen Rohres nicht, so wird dasselbe in den Boden eingerammt (Rammbrunnen); das unterste Rohrstück ist alsdann mit einer kulpigen Stahlspitze und oberhalb derselben mit Löchern versehen; wenn man auch mit derartigen Rohren Felsen oder compacte Steinschichten nicht durchdringen kann, so gelingt dies doch in sehr festen Bodenarten. Befestigt man auf diesem Rohre eine kleine Handpumpe, so sind alle Bedingungen der Wasserentnahme erfüllt. (Siehe Fig. 278.) Durch einen angeschraubten Schlauch, bezw. eine Rohrleitung, kann der Weitertransport oder die Hebung des Wassers bewerkstelligt werden. Ist die Ergiebigkeit des Brunnenrohres eine große, so kann dasselbe direct als Saugrohr einer größeren, durch mechanische Kräfte bewegten Pumpenvorrichtung dienen.

322.
a) Mittel Brunnen.

Fig. 278.



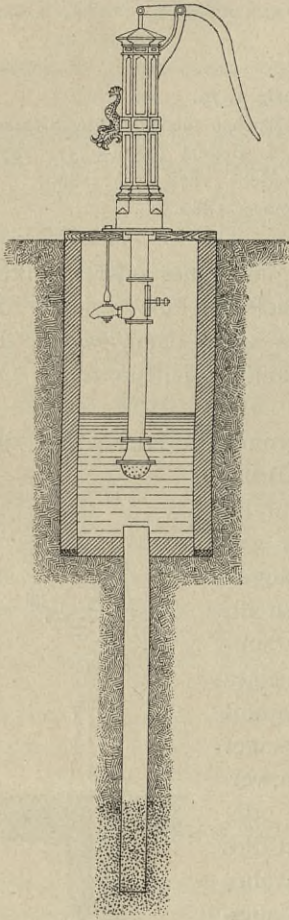
Abessinier-Brunnen.

1/60 n. Gr.

Die bisher gebräuchlichste Form eines Brunnens ist ein einfacher kreisrunder Schacht, welcher bis zum Wasserspiegel oder auch bis zur Sohle aus wasserdichtem, in Cementmörtel hergestellten Mauerwerk besteht. Der untere Theil des Brunnens

wird, so fern er durchlässig sein soll, mit offenen Stosfugen versehen oder in anderer Weise durchbrochen hergestellt, wodurch dem Wasser der Eintritt gestattet ist¹³⁸⁾. Es ist jedoch nicht in allen Fällen erforderlich, den Brunnen schacht bis in die Tiefe der Wasser führenden Schicht mit gleichem Durchmesser auszuführen. Es genügt, bei grosser Tiefe der Wasser führenden Schicht unter Terrain, dieselbe durch Eintreiben eines gelochten gusseisernen Rohres zu erschliessen, welches man schliesslich in den Boden des Brunnen schachtes einmauert. In Fig. 279 ist diese Ausführung ersichtlich.

Fig. 279.



1/60 n. Gr.

Das hierdurch gewonnene Wasser kann durch eine in oder über dem Brunnen aufgestellte Pumpe gehoben werden. Bei grösseren Anlagen mündet in den Brunnen das Saugrohr der Pumpenanlage.

In neuerer Zeit wird häufig von einer Mauerung des Brunnens ganz abgesehen oder doch der gemauerte Theil desselben auf einen kleinen, unmittelbar unter der Erdoberfläche gelegenen, wenig tiefen Kessel reducirt, der eigentliche Brunnen schacht jedoch durch eiserne Rohre verwhahrt. Derartige Rohrbrunnen finden eine immer grössere Verbreitung, und dieselben dürften für grössere Tiefen in nicht zu steinigem Boden, ferner in Fällen, wo man das Wasser der oberen stark verunreinigten Bodenschichten abhalten will, in der nächsten Zeit eine nicht unwichtige Rolle spielen. An richtiger Stelle angewendet, bilden Rohrbrunnen den gemauerten Brunnen gegenüber eine einfachere, rationellere und meist auch billigere Wassergewinnungsanlage, so dass deren Verwendung empfohlen werden kann.

So fern es sich nicht um Schraub- und Rammbunnen handelt, werden die Rohrbrunnen entweder durch mechanische Bohrarbeit oder mittels Wasserpülung hergestellt. Im ersteren Falle geschieht die Ausführung solcher Brunnen (Bohrbrunnen) in ähnlicher Weise, wie die Anlage der für Bodenuntersuchungen erforderlichen Bohrlöcher, wovon bereits in Theil III, Band 1 dieses »Handbuches« (Abth. II, Abchn. 1, Kap. 1: Baugrund und Untersuchung desselben) die Rede war. Der lichte Durchmesser solcher Brunnen beträgt meist 10 bis 25 cm; bei geringer Weite bedient man sich schmiedeeiserner Rohre, und das Brunnenrohr wird direct als Saugrohr für die darauf zu setzende Pumpe verwendet; bei weiteren Bohrbrunnen können gusseiserne Rohre benutzt werden, und es wird ein besonderes schmiedeeisernes oder kupfernes Saugrohr von 10 bis 12 cm Durchmesser eingesetzt; das äussere Brunnen- oder Futterrohr ist alsdann in manchen Fällen wieder herausgezogen worden. Während man bei Rammbunnen nur unter äusserst günstigen

Verhältnissen Tiefen von 30 m und darüber erzielen kann, hat man mit den in Rede stehenden Bohrbrunnen Tiefen bis zu 90 m erreicht.

Beim sog. hydraulischen Bohrverfahren wird Druckwasser zur Senkung des Brunnenrohres verwendet; das letztere erhält lichte Weiten von 5 bis 15 cm; das erforderliche 3 bis 4 cm weite Spülrohr wird in das Brunnenrohr eingesetzt. In das Spülrohr wird (mittels einer Pumpe etc.) Druckwasser eingeführt; dasselbe tritt unten aus, wühlt das Bodenmaterial auf, steigt zwischen Brunnen- und Spülrohr empör und reißt das gelöste Material mit sich. Bei geeigneten, namentlich bei gleichmässigen Bodenarten kann man Tiefen bis zu 130 m erzielen.

¹³⁸⁾ Vergl. Fussnote 136 auf S. 277.

Eingehendere Mittheilungen über neuere Brunnen-Constructions und -Ausführungen finden sich in: Haus-Brunnen und Pumpen. *Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1864, S. 156.

THIEM. Ueber die Ergiebigkeit artesischer Bohrlöcher, Schachtbrunnen und Filtergalerien. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1870, S. 450.

Zweckmäßige Anlage von Brunnen und Wasserleitungen. *Maschin.-Conf.* 1871, S. 24.

BLUM. Der Rohrbrunnen. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1871, S. 254.

SZUMRAK, P. Ueber artesisch Brunnen, mit besonderer Berücksichtigung derjenigen Ungarns. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1877, S. 180.

Brunnen-Anlagen. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1877, S. 147.

FINK, C. Theorie und Construction der Brunnenanlagen, Kolben- u. Centrifugalpumpen etc. 2. Aufl. Berlin 1878.

LE GRAND. *Les puits tubulaires. Monit. industr.* 1878, S. 75.

Vorrichtungen zur Herstellung von Röhrenbrunnen. *Maschinenb.* 1878, S. 115.

SONNE, E. u. A. SIMONS. Rohrbrunnen mit beweglichen Filterkörben. Darmstadt 1879.

OESTEN, G. Ueber Brunnen. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1879, S. 407.

THIEM, A. Kritische Bemerkungen hierzu. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1879, S. 515.

HOTTENROTH, F. Ueber das Gefetz der Kostenzunahme mit wachsender Tiefe bei Ausführung von Brunnen. *Zeitschr. f. Baukde.* 1880, S. 395.

SONNE, E. Ueber Ausführung und Erfolg von Rohrbrunnen. *Zeitschr. f. Baukde.* 1880, S. 403.

In der Regel werden die Brunnen in dem zu dem betreffenden Gebäude gehörigen Hofraum, Garten etc. angeordnet; bisweilen legt man jedoch den Brunnen im Gebäude selbst an, an einer passenden Stelle des Keller- oder Erdgefchofses, wodurch man den Vortheil erreicht, das das Brunnenrohr gegen Einfrieren geschützt ist; auch dem Eindringen des Tagwassers und des unreinen Wassers der oberen Bodenschichten wird der Zutritt erschwert.

Beispiel. In der 1878 vollendeten Männer-Strafanstalt zu Pilsen erfolgt die Gewinnung des Trinkwassers aus zwei Brunnen, die außerhalb der Strafracte nahe der Abchlufmauer beiderseits des Frontgebäudes angelegt sind. Das Wasser dieser Brunnen wird durch Sträflinge mittels Schöpfpumpen in grössere, in die Erde gemauerte Bassins geleitet, von wo aus es durch Maschinenpumpwerke, die im Maschinenraume stehen, in das auf dem Dachboden des Centralbaues gelegene Hochreservoir gehoben oder, wie jenes für die Waschküche, unmittelbar hinein geleitet wird. Aus dem Reservoir gehen Wasserleitungsrohre nach allen Theilen des Gebäudes. Im Centralbau befindet sich gleichfalls ein Brunnen, dessen Wasser für ökonomische Zwecke in Verwendung genommen und gleichfalls durch die Maschine aus der Tiefe gehoben wird¹³⁹⁾.

Es sei auch auf das in Art. 369, S. 318 vorgeführte Beispiel, die Wasserverforgung einer Villa betreffend, verwiesen.

Für einzelne Gebäude und Gebäudecomplexe wird das Wasser bisweilen auch aus dem nächst gelegenen Flusse oder einem anderen offenen Wasserlauf bezogen. Man kann in einem solchen Falle das Saugrohr der Wasserhebemaschine direct in den Fluss setzen; alsdann wird es an der Mündung mit einem siebartigen, am besten aus Kupfer angefertigten Saugkorb versehen. Besser ist es, die Saugrohrmündung durch einen gemauerten, oben offenen Kasten vor Beschädigungen zu schützen. Indefs ist es in den meisten Fällen vorzuziehen, im Gebäude selbst oder auf dem dazu gehörigen Grundstück einen brunnenartigen Schacht herzustellen und diesen durch eine Rohrleitung, einen gemauerten Canal oder einen Stollen mit dem Fluss in Verbindung zu setzen; das Wasser ist alsdann aus diesem Schacht zu pumpen (Fig. 280).

Die Rohrleitung, bzw. der Canal oder der Stollen muss so tief angelegt werden, das auch bei niedrigstem Wasserstande der Brunnen schacht noch mit Wasser versehen wird. Man giebt dieser Zuleitung ein Gefälle von etwa $\frac{1}{100}$ nach dem Schacht hin und legt die Sohle des letzteren um 1,5 bis 3^m tiefer, als die Einmündung der ersteren; der untere Theil des Schachtes functionirt dann als Schlammfang und

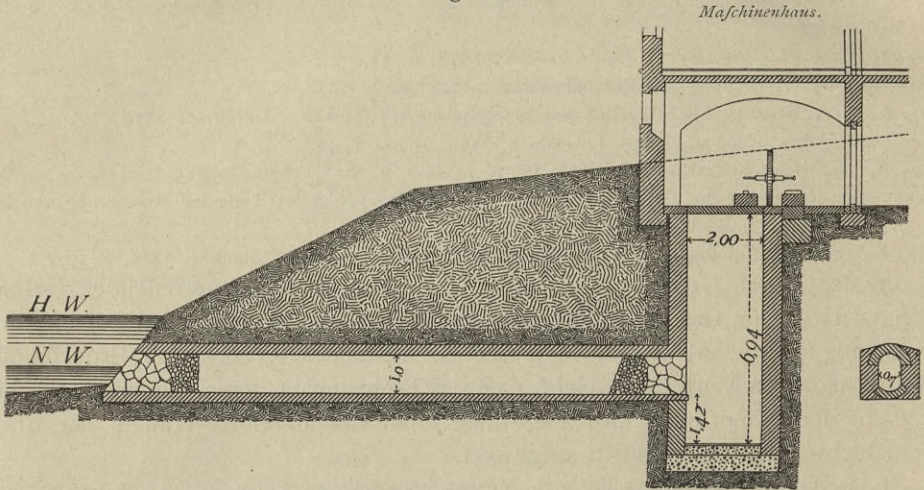
323.
b) Mittels
Flusswasser.

¹³⁹⁾ Nach: *Allg. Bauz.* 1881, S. 31.

mufs von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Mantel und Sohle des Brunnenschachtes müssen wasserundurchlässig fein; die Sohle wird deshalb am besten durch eine Schicht hydraulischen Betons gebildet.

Obwohl man immer bemüht sein wird, das Wasser an einer Stelle zu entnehmen, wo es möglichst rein ist, so wird man doch stets Vorkehrungen zu treffen haben, um das Eintreten von festen Stoffen in die Zuleitung zu verhüten; man hat deshalb die Ausmündung derselben in den Fluß zum Mindesten mit einem engmaschigen Gitter oder einem Sieb zu verwahren. Führt das Flußwasser viele feine Sinkstoffe mit sich, so empfiehlt es sich, im Canal oder Stollen verticale Filterfichten, aus groberem Stein- und feinerem Kiesmaterial bestehend, anzuordnen (Fig. 280). In manchen Fällen genügt eine derartige

Fig. 280



Wasserverforgung der Männer-Strafanstalt zu Pilsen aus dem Radbuza-Flusse. 1/200 n. Gr.

Reinigung nicht; man mufs, wie schon in Art. 319, S. 279 angedeutet wurde, besondere Filterbassins anlegen und in diesen das Wasser von den feinen, mechanisch beigemengten Stoffen befreien; erforderlichen Falles kann auch eine chemische Reinigung desselben stattfinden (vergl. Art. 320, S. 281).

Beispiel. In der vorhin erwähnten Strafanstalt zu Pilsen wird das weiter erforderliche Nutzwasser aus dem nahe gelegenen Radbuza-Flusse (Fig. 280) entnommen, zu dessen Zuleitung und vorhergehender Filtration ein Stollen in das Flusufer eingebaut ist. Durch den letzteren fließt das Wasser in den Brunnenschacht des Maschinenhauses, von wo aus es mittels einer Dampfmaschine in das Reservoir für Nutzwasser gehoben wird¹⁸⁹⁾.

Ist es möglich, Quellwasser in einer Höhenlage zu gewinnen, welche gestattet, das Wasser dem Gebäude direct unter dem nöthigen Drucke zuzuführen, so ist die Frage der continuirlichen Wasserverforgung ohne mechanische Hebung auf die einfachste Weise gelöst, und es bleibt nur zu erwägen, ob man das Vertheilungs- oder Vorrathsreservoir, welches die Schwankungen des Consumes ausgleichen soll, innerhalb des Gebäudes (und zwar im Dachgeschofs desselben) oder auferhalb des Gebäudes an einem durch die Höhenlage günstigen Terrainpunkte oder vielleicht gar in einem besonderen thurmartigen Bau aufstellen wird.

Ist genügendes natürliches Gefälle nicht vorhanden, so mufs auch hier eine künstliche Hebung des Wassers stattfinden.

Beispiel. Für den Wohnsitz (Schloß) des Prinzen von Wales zu Sandringham wird eine 2,4 km von *Sandringham-Hall* entfernt liegende Kreidequelle in eine Sammeltube geleitet und von hier in einen Thurm von 18,29 m Höhe gepumpt, welcher einen als Vertheilungsreservoir fungirenden Behälter trägt; von diesem zweigen die nach dem Schloß führenden Rohrleitungen ab.

Das Regenwasser wird, wenn es in einem Gebäude mit Hilfe der Rohrleitungen vertheilt werden soll, entweder in Cisternen oder in Reservoiren, welche auf dem Dachgeschofs des betreffenden Gebäudes aufgestellt werden, gesammelt. Im ersteren

324.
c) Mittels
Quellwasser.

325.
d) Mittels
Regenwasser.

Falle kann man grössere Mengen von Meteorwasser aufspeichern und so dem Mangel an Wasser zur trockenen Jahreszeit vorbeugen; auch die Qualität des Wassers leidet weniger, als in den Reservoirs des Dachgeschosses. Doch wird bei Ansammlung in Cisternen eine künstliche Hebung des Wassers in das oberste Geschoss erforderlich, ebenso an dieser Stelle die Anordnung eines, wenn auch viel kleineren Verteilungsreservoirs.

In Fig. 281 ist die Einrichtung einer Cisterne dargestellt. Man reinigt das Cisternenwasser leicht dadurch, dass man die Sohle der Cisterne mit einer Sand- und Kieschicht bedeckt und das Saugrohr der Pumpe unter die letztere, also bis auf die Sohle der Cisterne reichen lässt, so dass das Wasser die Sandschicht passieren muss und dadurch beim Emporsteigen von den mechanischen Beimengungen gereinigt wird.

Die Cisternen werden entweder innerhalb der Gebäude selbst (im Kellergeschoss) oder ausserhalb derselben angeordnet; ersteres ist nicht zu empfehlen, weil die Grundmauern dabei fast immer feucht werden und die Beschaffenheit des angesammelten Wassers durch die dumpfe Kellerluft etc. nachtheilig verändert wird. Es ist deshalb am besten, die Cisterne im Hofraume des betreffenden Grundstückes anzulegen an einer von den etwa vorhandenen Abort-, Kehrtrichtgruben etc. möglichst weit entfernten Stelle, welche auch nicht zu sehr der Sonne ausgesetzt, aber auch nicht in dumpfiger Lage sich befinden soll. Erfüllen mehrere Stellen diese Bedingungen, so wähle man diejenige, welche die Nutzbarmachung des in den Cisternen angesammelten Wassers am leichtesten ermöglicht.

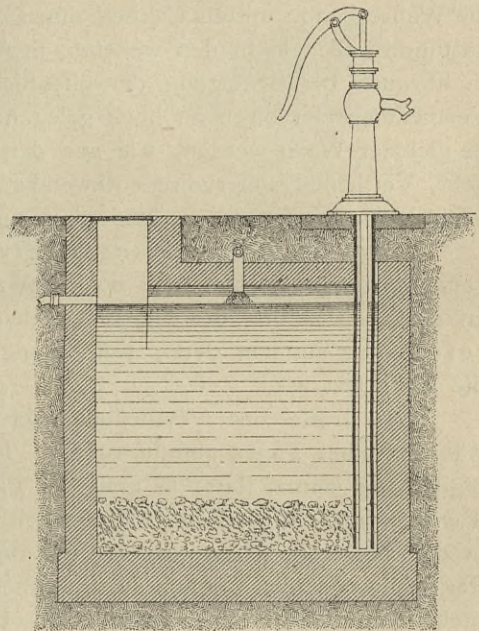
Die Cisterne muss so tief unter der Erdoberfläche gelegen sein, dass die Temperatur des darin aufgespeicherten Wassers weder durch den Frost, noch durch die Sonnenwärme nachtheilig verändert werde; deshalb ist eine Erdüberhöhung von mindestens 60 cm über dem Scheitel des Deckengewölbes erforderlich.

Den Rauminhalt der Cisterne bestimmt man für die gewöhnlichen Fälle in der Weise, dass man entweder pro 1 qm der zur Verfügung stehenden Dachflächen (in horizontaler Projection gemessen) $7\frac{1}{2}$ bis 10 cm Regenhöhe rechnet, oder dass man einen Wasserverbrauch von 15 bis 20 l pro Tag und pro Hausbewohner zu Grunde legt und dabei eine zweimonatliche Verbrauchszeit in Aussicht nimmt. Der Wasserstand innerhalb der Cisterne darf die Kämpferhöhe des Deckengewölbes niemals übersteigen; in Folge dessen muss in dieser Höhe ein Ueberlaufrohr angeordnet werden.

Das Niederschlagswasser gelangt von den Dachflächen durch die Abfallrohre nach abwärts und alsdann entweder direct oder mittels einer gusseisernen Rohrleitung in die Cisterne. Da das Wasser die von den Dachflächen, in den Dachrinnen etc. fortgeschwemmten Staub- und Schmutztheile mit sich führt, so schalte man entweder am Fusspunkt der Abfallrohre oder am Eintritt des Wassers in die Cisterne oder an einer geeigneten Stelle der Rohrleitung einen Schlammfang an, worin das Wasser zur Ruhe kommen und einen grossen Theil seiner Verunreinigungen ablagern kann.

Thunlichste Wasserdichtheit ist das constructive Hauptforderniss; deshalb ist eine wasserdichte Herstellung der Umfassungsmauern (am besten scharf gebrannte Backsteine in Cementmörtel) und der Sohle (Betonfschicht mit doppelter in Cementmörtel gelegter Backsteinflachschicht) unbedingt nothwendig. Ein hart geschliffener Cementputz der Innenwandungen, der auch auf das Deckengewölbe auszudehnen ist, soll

Fig. 281.



Cisterne. 1/60 n. Gr.

niemals fehlen; an den Außenwandungen wird, um das Einfickern fremden Waffers zu verhüten, am besten eine Schicht fetten Thones angebracht.

Hölzerne Cisternen sind nicht zu empfehlen¹⁴⁰).

Soll das Meteorwasser in Reservoiren des Dachgefchoffes gesammelt werden, so werden dieselben, da man meist in den Höhendimensionen sehr beschränkt ist, nur als flache Behälter anzulegen sein, in welche das in den Dachkehlen und -Traufen der Dächer gesammelte Wasser mittels besonderer Rohre geleitet wird. Betreff der Construction solcher Behälter gilt das im folgenden Artikel noch Vorzuführende.

326.
Vertheilungs-
reservoir.

Wird ein städtisches Gebäude aus einem öffentlichen Wasserwerk mit Wasser versorgt und ist, wie dies bei den neueren Anlagen in Deutschland und Oesterreich meist der Fall ist, die Wasserlieferung keinerlei Einschränkung unterworfen, so wird die Aufstellung eines Vertheilungsreservoirs nicht erforderlich. Wenn jedoch die Wasserabgabe mittels Caliberhähnen oder nach dem sog. intermittirenden System stattfindet, eben so in den weiteren, in Art. 339, S. 298 noch zu berührenden Fällen, so ist auch bei Benutzung der öffentlichen Wasserversorgung die Anordnung von Vertheilungsreservoirs an hoch gelegenen Punkten der Gebäude nicht zu umgehen. In gleicher Weise werden, wie aus den vorhergehenden Art. 322 bis 325 hervorgeht, Vertheilungsreservoirs nothwendig, wenn den Gebäuden das Wasser nicht aus öffentlichen Wasserwerken, sondern in anderer Weise zugeführt wird.

Außer den Vertheilungsreservoirs, die wohl auch Hochreservoirs genannt werden, ordnet man noch aus anderen Gründen und zu sonstigen Zwecken an einzelnen Stellen des Gebäudes kleinere Reservoire, sog. Haus- oder Dienstreservoirs an, von deren Einrichtung im folgenden Kapitel (Art. 352, S. 306) die Rede sein wird.

Die Größe der Vertheilungsreservoirs hängt davon ab, wie oft dieselben während eines Tages gefüllt werden. Findet die Füllung, wie häufig der Fall ist, täglich nur einmal statt, so muß der Fassungsraum des Reservoirs dem maximalen Tagesconsum entsprechen. Ergießt sich das Wasser (z. B. aus Quellen) continuirlich in das Reservoir, so hat dasselbe nur den während der verschiedenen Tagesstunden stark schwankenden Consum auszugleichen; alsdann kann es kleiner gehalten werden; meist genügt die Aufspeicherung eines halben Tagesbedarfes.

Bisweilen wird in einem Gebäude die Aufstellung mehrerer Reservoire erforderlich, sei es, um eine vortheilhaftere Vertheilung des Waffers zu erzielen, sei es, um zu große Dimensionen eines einzigen Reservoirs zu vermeiden. Wenn auch die Beschaffung mehrerer kleinerer Reservoire an Stelle eines großen Behälters von gleichem Fassungsraum höhere Kosten verursacht, so erreicht man im ersteren Falle doch einige wesentliche Vortheile:

a) Verfaßt eines der Reservoire, so kann — entsprechende Anordnung vorausgesetzt — die Wasservertheilung durch die übrigen stattfinden; es tritt sonach eine vollständige Unterbrechung der Wasserversorgung nicht ein.

b) Große Reservoire erfordern sehr kräftige Unterstützungen.

c) Die Unterhaltung mehrerer kleineren Reservoire ist einfacher und leichter, als die eines großen Behälters.

Was die Construction der Vertheilungsreservoirs anbelangt, so hat man zu unterscheiden, ob dieselben in das Terrain eingebaut werden können (was übrigens

¹⁴⁰) Siehe: RASCHDORFF. Das Municipal-Gefängniß in Cöln. Wasserversorgung aus Brunnen und Cisternen. Zeitschr. f. Bauw. 1864, S. 521.

BICKNELL. How to construct a cistern. *Scientif. Americ.* Vol. 24, S. 147.

STONE. Waste preventer water cistern. *Engineer*, Vol. 34, S. 287. *Polyt. Centralbl.* 1872, S. 1588.

The position of the water cistern. *Building News*, Vol. 58, S. 91.

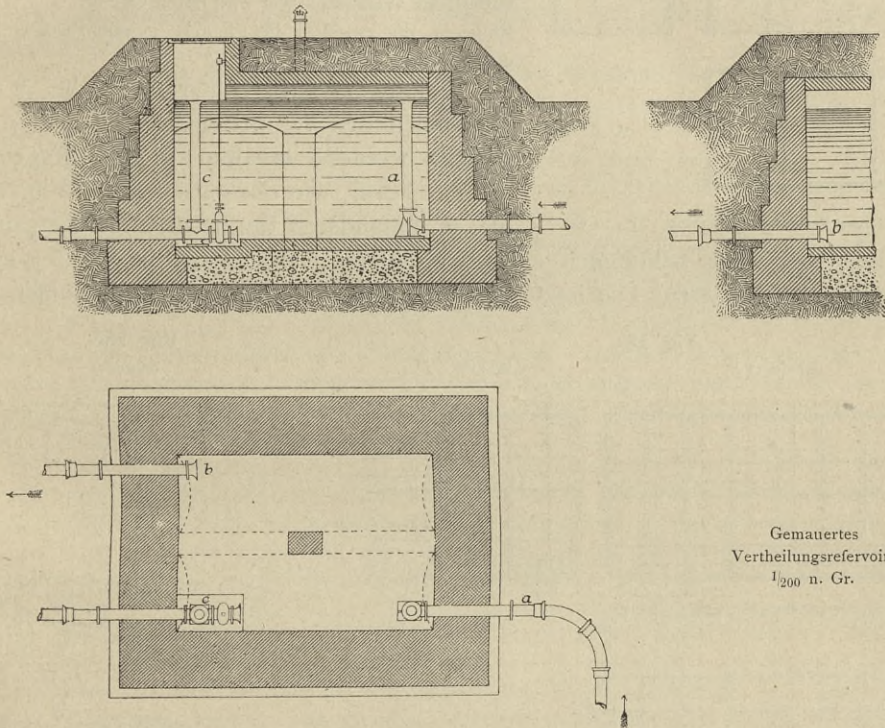
New cistern filter. *Scientif. americ.* Vol. 43, S. 403.

nur selten vorkommen wird), oder ob dieselben im Dachgefchofs oder sonst einem hohen Punkte der Gebäude aufgestellt werden sollen.

Gestatten die Verhältniffe den Einbau eines Reservoirs in das Terrain, so genügt es für kleine Anlagen, einen wasserdichten Schacht, welcher innen mit einem hart geschliffenen Cementputz zu versehen ist, herzustellen und denselben in doppelten Lagen mit Stein- oder Eisenplatten abzudecken. Größere Reservoirs werden überwölbt und zum Schutze gegen Temperatureinflüsse in einer Höhe von mindestens 1 m mit Erdrich überdeckt.

Fig. 282 zeigt die Skizzen eines kleinen überwölbt Reservoirs. Die Sohle desselben wird aus Beton in einer Stärke von nicht unter 40 cm hergestellt, worauf 3 Steinflachschichten zu liegen kommen.

Fig. 282.

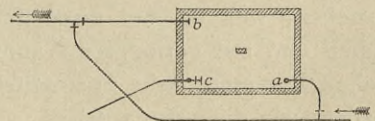


Das Reservoir besitzt einen Einlauf *a* als Ueberfall construirt, einen einfachen Ablauf *b* und eine Ueberlauf- und Entleerungsleitung *c*, um überschüssiges Wasser ableiten und das Reservoir entleeren zu können. Nach Fig. 283 ist die Zuleitung mit der Ableitung durch einen Rohrstrang verbunden, so daß man durch 2 Absperrschieber das Reservoir aus der Leitung ausschalten kann. Das Reservoir enthält einen gemauerten Einsteigechacht.

Fig. 283.

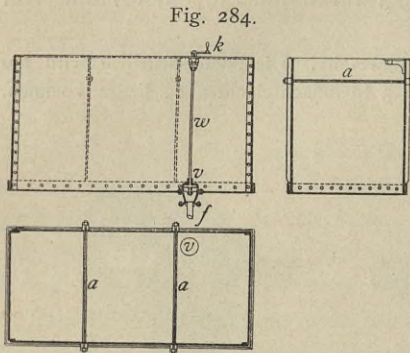
Vertheilungsreservoirs, welche im Dachgefchofs der zu alimentirenden Gebäude oder in besonderen thurmartigen Bauen etc. aufzustellen sind, werden aus Holz oder aus Eisen hergestellt.

Hölzerne Reservoirs werden nur selten (in Amerika) ähnlich wie Fässer aus starken Holzdauben zusammengestellt und durch eiserne Reifen oder Zugbänder zusammengehalten; sie sind auf die Dauer nur schwer wasserdicht zu erhalten. Meistens werden Holzreservoirs als viereckige Kästen aus starken Brettern oder aus Bohlen zusammengesetzt und innen, um die erforder-



liche Wafferdichtheit zu erzielen, mit Zinkblech verkleidet; die Zinkblechtafeln müssen sorgfältig an einander gelötet werden. (Vergl. die Wasserverföorgung einer Villa auf S. 318 und die beigefügte Tafel.)

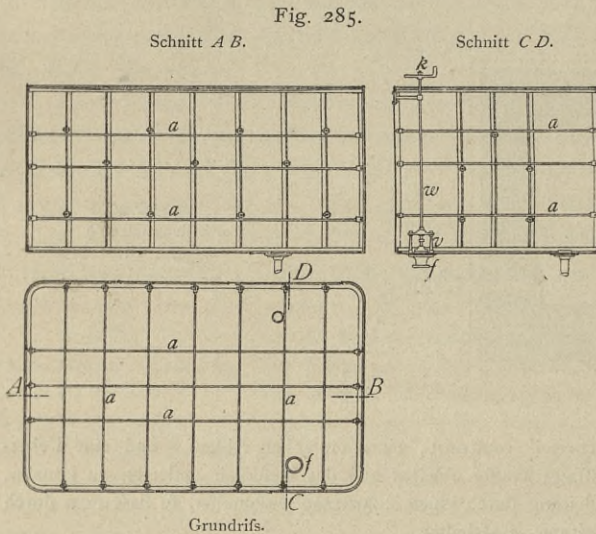
Gufseiserne Reservoirs werden stets in prismatischer Form (mit rechteckigem Grundriss, Fig. 284) ausgeführt. Sie sind zwar schwerer, als schmiedeeiserne Behälter von gleichem Fassungsraum, leiden aber weniger durch den Rost.



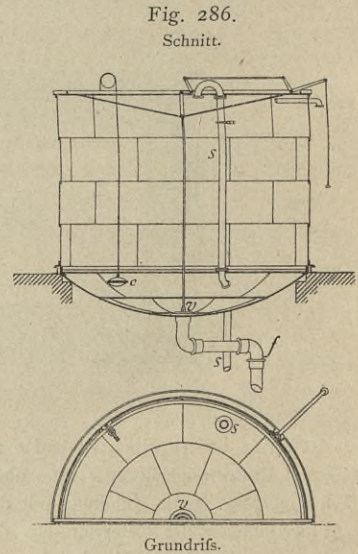
Gufseiserne Verteilungsreservoirs. $\frac{1}{100}$ n. Gr.

Gufseiserne Reservoirs werden aus einzelnen Platten (aus Herdgufs) von 8 bis 15 mm Stärke zusammengefügt; die letzteren sind mit angeöffnen Flanschen versehen, mit Hilfe deren sie zusammengeschraubt werden. Schmiedeeiserne Ankerstangen a , a (von 10 bis 20 mm Dicke) halten je zwei gegenüber liegende Reservoirwände zusammen. Die erforderliche Wafferdichtheit wird durch Gummi- oder sonstige Einlagen, die zwischen die Flansche gebracht werden, oder durch Eifenkitt erzielt.

Schmiedeeiserne Reservoirs, die in den Dachgeschossen der betreffenden Gebäude aufgestellt werden, erhalten in der Regel die gleiche Form, wie die gufseisernen (Fig. 285); die in besonderen thurmartigen Bauen untergebrachten Reservoirs bekommen entweder dieselbe Gestalt oder sie werden cylindrisch geformt (Fig. 286). Die letzteren sind unter sonst gleichen Verhältnissen vor-



Schmiedeeiserne Verteilungsreservoirs. $\frac{1}{100}$ n. Gr.



Grundriss.

zuziehen, weil sie bei zweckmässig gewählter Höhe eine geringere Mantelfläche haben und mit geringerer Wandstärke hergestellt werden können, sonach billiger zu stehen kommen, wie prismatische Behälter. Cylindrische Reservoirs erhalten entweder, wie die prismatischen, ebene Böden oder, wenn sie blofs an ihrem Umfang unterstötzt werden sollen, sphärische (Fig. 286), bzw. conische Böden.

Schmiedeeiserne Reservoirs werden aus einzelnen Blechtafeln (nach Art der Kesselnietungen) zusammengefügt. Bei den üblichen Wassertiefen von 1 bis 3 m genügt eine Blechdicke von 3 bis 6 mm; sie kann oben geringer wie unten gewählt werden. Die Seitenwände prismatischer Behälter werden durch L- und T-Eifen abgesteift und durch Ankerstangen a (Fig. 285) zusammengehalten. Die Wafferdichtheit

wird in der Regel schon durch die Nietung allein erzielt; doch empfiehlt es sich, die genieteten Fugen zu verstemmen.

Schmiedeeiserne, wie gußeiserne Reservoirs sind mit einem guten Anstrich zu versehen, der auch häufig zu erneuern ist; bei schmiedeeisernen Behältern ist dies der Gefahr des Durchrostens wegen von besonderer Wichtigkeit, weshalb man für kleinere Behälter auch verzinkte Eisenbleche in Anwendung bringt.

Wird ein Vertheilungsreservoir in einem besonderen Bau untergebracht, so besteht die Substruction entweder aus einem geeigneten Balkengerüst, oder sie wird als allseitig durch Mauern (bezw. Fachwerkwände) abgeschlossener, prismatisch gefalteter Baukörper (bei größeren Dimensionen auch Wasserturm genannt) hergestellt. Cylindrische Reservoirs mit sphärischem oder conischem Boden ruhen alsdann nur auf den Umfassungsmauern auf. Behälter mit ebenen Böden müssen durch kräftige Balkenlagen gestützt werden; häufig sind die das Dachgeschoß tragenden hölzernen Deckenbalken hierzu nicht stark genug und werden nicht selten durch eiserne I-Träger ersetzt.

Auch bei eisernen Reservoirs müssen Einlauf-, Ablauf-, Ueberlauf- und Entleerungsleitungen vorhanden sein. Das Einlaufrohr mündet oft seitlich ein; bisweilen (s in Fig. 286) durchsetzt es jedoch auch den Reservoirboden. Findet die mechanische Hebung des Wassers im Gebäude selbst statt, so ist das Einlaufrohr mit dem von der Wasserhebemaschine emporführenden Druck- oder Steigrohr identisch. Als Abflussvorrichtung verwendet man bei Reservoirs, die durch die städtische Wasserversorgung gespeist werden, Schwimmkugelhähne. (Vergl. Art. 351, S. 305.)

Die Ablaufleitung besteht bei einfachen Anlagen in einem einzigen Fallrohr *f* (Fig. 284—286), welches das Wasser in die unteren Geschoße führt; dasselbe mündet am tiefsten Punkt des Reservoirbodens aus. Damit nicht zu viel von den Schmutzablagerungen in dasselbe gelange, läßt man einen Rohrstutzen über dem Boden hervorragen und bildet denselben als Seiherkopf aus. In größeren Gebäuden wird auf dem Dachgeschoß eine Horizontalverzweigung der Ablaufleitungen erforderlich, zu welchem Ende die entsprechenden Horizontalrohre vom Reservoir nahe an dessen Boden ausgehen; auch hier sind die Ausflusöffnungen mit Sieben zu versehen. Sämmtliche Ablaufrohre müssen durch Ventile verschließbar sein; oft wählt man Niedererschraubventile (vergl. Art. 337, S. 296), die mittels Welle *w* und Kurbel oder Handrad *k* (Fig. 284 u. 285) hantirt werden können; doch kommen auch Kegelventile mit Hebelvorrichtung (Fig. 286) vor. Am besten ist es indess, die Absperrvorrichtung außerhalb des Reservoirs in die betreffende Rohrleitung einzufachalten und Niedererschraubventile allen anderen Constructionen vorzuziehen.

Das Ueberlaufrohr bildet entweder einen selbständigen, vertical abfallenden Strang oder wird mit einem entsprechenden Rohr der Entwässerungsanlage vereinigt. Das Entleerungsrohr wird am besten mit dem Ueberlaufrohr combinirt; doch kann man auch eines der Fallrohre zum Entleeren des Reservoirs benutzen. Der Schwimmer *c* in Fig. 286 dient dazu, um von außen erkennen zu können, wie hoch das Wasser im Reservoir steht.

Zur Winterszeit sind die Reservoirs dem Einfrieren ausgesetzt; die Bildung einer dünnen Eiskecke schadet nicht, da unter dieser das Wasser zu- und abfließen kann. Bedeckung und gute Umhüllung der Reservoirs mit schlechten Wärmeleitern schützen selbst in Gegenden mit rauhem Klima, wenn ein häufigerer Wasser-Zu- und -Abfluß stattfindet. Ueber die offenen Behälter in den Dachgeschoßen setzt man Deckel, die nicht nur die Kälte, sondern auch Staub und Insecten abhalten. Frei stehende Reservoirs werden in der Regel überdacht und wohl auch allseitig von leichten Wänden umgeben. Man hat wohl auch in dem Raum, in dem das Reservoir untergebracht ist, Heizvorrichtungen angebracht.

Beispiele. *a*) Für die neue Wasserversorgung des fürstlichen Residenzschlosses zu Sigmaringen war das Vertheilungsreservoir in solcher Höhe anzubringen, daß man bei Feuersgefahr einen großen Theil der Dächer (der höchste Dachfirst liegt 62,5^m über dem Donau-Wasserspiegel) beherrschen kann. Aus diesem Grunde und mit Rücksicht auf eine zweckmäßige Wasservertheilung überhaupt wurde der in der Mitte des ganzen Gebäude-Complexes gelegene fog. Römerthurm zur Aufstellung des Reservoirs gewählt; auf dessen viereckigem Unterbau erhebt sich ein achteckiger Aufbau, der um 4,4^m erhöht und durch einen neuen achteckigen, 10,5^m hohen Helm, der entsprechend, mit der Umgebung harmonirend, architektonisch ausgebildet wurde, abgeschlossen. Der höchste Wasserspiegel des in diesem Thurme unterbrachten Vertheilungsreservoirs liegt in einer Höhe von 55,93^m über dem Wasserspiegel der herrschaftlichen Quelle, der das Wasser entnommen wird, und 61,97^m über dem Donau-Spiegel.

Der Wasserbedarf beträgt pro Tag 160^{cbm} oder 1,85^l pro Secunde; da die Quelle 49,35 Secunden-

liter liefert, so wird der Ueberfchufs zum Betrieb der Wasserfäulenmaschine verwendet, die das Wasser in das Reservoir hebt. Das Reservoir ist cylindrisch gestaltet, hat 3,5^m Durchmesser und 6^m Höhe; von den 6 Blechringen der cylindrischen Wandung haben die beiden unteren 6, die beiden mittleren 5 und die beiden oberen 4^{mm} Dicke. Der Behälter ruht auf einer Balkenlage von 9 Stück 176^{mm} hohen I-Trägern, welche ihrerseits durch 2 Unterzüge (Zwillings-I-Träger von 396^{mm} Höhe) gestützt werden. Im gefüllten Zustande faßt das Reservoir 550^{hl} Wasser. Der achteckige Oberbau des Römerthurmes hat eine lichte Weite von 5,1^m. Sämmtliche Außenflächen des Reservoirs haben zum Schutze gegen Temperatureinflüsse eine doppelte Ummantelung aus Brettern mit Deckleisten erhalten, deren Zwischenraum mit Thierhaaren ausgestopft ist. Bei sehr strenger Kälte wird ein am Fusse des Thurmes aufgestellter Wasserheizofen in Thätigkeit gesetzt¹⁴¹⁾.

β) Die Irrenanstalt bei Düren besitzt einen Wasserthurm, worin 5 schmiedeeiserne Reservoirs, und zwar 2 im fünften Obergeschofs mit einem Inhalt von je 22^{cbm} und 3 im vierten Obergeschofs von je 3,6^{cbm} Fassungsraum. Den beiden im fünften Obergeschofs gelegenen Behältern wird durch eine Dampfmaschine mit Pumpwerk Brunnenwasser zugeführt; diese Reservoirs dienen zur Speisung der Wasserverforgungseinrichtungen in allen zur Anstalt gehörigen Gebäuden, das Wirthschaftsgebäude und die Kochanstalt ausgenommen.

Von den im vierten Obergeschofs des Wasserthurmes aufgestellten 3 Reservoirs dient je eines als Brunnenwasserbehälter für die Kochanstalt und für die Waschanstalt und eines für letztere als Regenwasserbehälter. Dieser wird mittels einer besonderen, im Maschinenraum aufgestellten Dampfmaschine gefüllt; letztere saugt aus einer neben dem Maschinenraum liegenden unterirdischen Cisterne von ca. 260^{cbm} Fassungsraum das Wasser empor¹⁴²⁾.

327.
Hebung
des
Wassers.

Wie aus den in Art. 322 bis 325 (S. 281 bis 286) erörterten Methoden der Wasserentnahme hervorgeht, wird in nicht seltenen Fällen eine künstliche Hebung des Wassers in das oder die inner- oder außerhalb der Gebäude angebrachten Vertheilungsreservoirs erforderlich.

Die einfachste Anordnung zur Hebung des Wassers würde darin bestehen, das mittels Handbetrieb einer Pumpe so viel Wasser nach einem hoch gelegenen Reservoir gefördert wird, als der Consum während eines Tages beträgt. Dieser Betrieb würde sich nur auf Stunden ausdehnen, vielleicht auch nach den disponiblen Arbeitskräften mit Unterbrechungen zu verschiedenen Tageszeiten stattfinden können.

Für die mechanische Hebung kleiner Wassermengen eignen sich, sobald Dampf- oder Wassermotoren nicht anderweit vorhanden sind, vorzüglich die kleineren Betriebsmotoren, und zwar die Heißluftmaschinen, die Gasmaschinen und die Windräder.

Die letzteren haben noch den Vortheil, daß sie einer Betriebsunterhaltung nicht bedürfen; sie haben aber auch den Nachtheil, daß bei längerem windstillen Wetter die Wasserverforgung Gefahr läuft, eine Unterbrechung zu erleiden, was bei den beiden anderen Motoren nicht zu erwarten ist. Von diesen beiden Motoren verdient die Gasmaschine in so fern den Vorzug, als man dieselbe zu jeder Zeit und ohne besondere Vorbereitung direct in und außer Betrieb setzen kann.

Handelt es sich um die Wasserverforgung größerer Gebäude, bezw. Gebäude-complexe, sind also größere Wassermengen zu heben, so verwendet man besondere Dampf- oder hydraulische Motoren. Es sei in dieser Richtung auf die zwei in Art. 357 und 369 (S. 312 und 318) angeführten Beispiele verwiesen.

328.
Rohrleitungen
außerhalb der
Gebäude.

Zur Herstellung der Zuleitungen außerhalb des Gebäudes kommen zumeist gusseiserne Leitungsrohre in Anwendung, welche sich abwärts bis zu einem lichten Durchmesser von 40^{mm} herstellen lassen. Dieselben werden durch Muffendichtungen, deren Herstellung im nächsten Kapitel beschrieben ist, mit einander verbunden. Für Leitungen, welche einem Drucke nicht ausgesetzt sind, ist die Anwendung von Thonrohren zulässig; doch ist bei der Verlegung darauf zu achten, daß zum Dichten

¹⁴¹⁾ Nach: Journ. f. Gasb. u. Waff. 1877, S. 35.

¹⁴²⁾ Nach: Rohrleger 1879, S. 84.

der Muffen kein treibender Cement zur Anwendung kommt, da derselbe im anderen Falle das Zerreißen sämtlicher Muffen zur Folge haben würde. In seltenen Fällen und nur bei geringem Drucke wird man Asphaltrohre und Cementrohre zur Anwendung bringen.

Bei Zuleitungen, welche einen noch geringeren lichten Durchmesser als 40 mm erhalten, eignen sich für Leitungen innerhalb der Gebäude am besten Bleirohre und Zinnrohre mit Bleimantel.

2. Kapitel.

Rohrleitungen, Zapfstellen und Hausfilter.

Zu Wasserleitungen innerhalb der Gebäude und zu Wasserzuleitungen können folgende Rohrarten zur Verwendung kommen:

329
Rohrleitungen.

- 1) Gufseisenrohre,
- 2) schmiedeeiserne Rohre,
- 3) verzinnte schmiedeeiserne Rohre,
- 4) Bleirohre und
- 5) Zinnrohre mit Bleimantel (Mantelrohre).

Die Verwendung des Gufseisens als Rohrmaterial zu Hausleitungszwecken findet gewöhnlich nur in dem Falle statt, wenn die Zuleitung einen größeren Durchmesser als 40 mm erhält. Es tritt dieser Fall dann ein, wenn entweder das Gebäude von großer Ausdehnung ist und das Wasser in demselben eine ausgebreitete Verwendung findet, oder in dem Falle, daß größere Wassermengen zu industriellen oder Luxuszwecken verwendet werden oder Feuerlöschvorrichtungen eine Vergrößerung der Zufußleitung nothwendig machen¹⁴³⁾.

330-
Gufseisenrohre.

Die zur Verwendung kommenden gufseisernen Rohre sind innen und außen gut zu asphaltiren, um die Bildung und das Anhaften von Rost in der Leitung zu verhüten. Die Verbindung der einzelnen Rohre erfolgt entweder durch Flansche und zwischengelegte Gummidichtungen, welche letztere zur besseren Widerstandsfähigkeit mehrfache Hanfeinlagen erhalten, oder durch Muffen mit Bleidichtung. Zur Dichtung dieser Muffen dient als unterste Lage eine Schicht mit Leinöl getränkten Hanfgarns, hierauf als zweite Lage eine Schicht reinen getheerten Hanfgarns, während der obere Theil der Muffe durch einen eingegossenen und gut mit Meißeln verstemmten Bleiring ausgefüllt wird.

Für geringere Durchmesser als 40 mm finden lediglich die sub 2 bis 5 genannten Materialien Anwendung, welche sich wegen ihrer leichteren Zusammenfügbarkeit und Biegsamkeit vorzüglich für Hausleitungszwecke eignen.

331-
Schmiedeeiserne
Rohre.

Schmiedeeiserne Rohre in der Beschaffenheit, wie sie zu Gasleitungen Verwendung finden¹⁴⁴⁾, sind für Wasserleitungszwecke nicht zu empfehlen, in manchen Städten sogar verboten. Dieselben sind, vornehmlich bei weichem Wasser, ungemein der Oxydation unterworfen und werden vom Roste nach kurzer Dauer zerstört und dadurch unbrauchbar. Außerdem veranlassen sie durch ihre Oxydation

¹⁴³⁾ Vergl. die Normal-Tabelle für gufseiserne Flanschen und Schieber, Ventile, Hähne und Muffenrohre im I. Theile dieses »Handbuchs«, Band 1, Abth. I (Die Technik der wichtigeren Baustoffe), Abchn. 1, Kap. 6 (Eisen und Stahl), unter b, S. 187.

¹⁴⁴⁾ Ueber die Dimensionen solcher Rohre siehe: Theil I dieses »Handbuchs«, Band 1, Abth. I (Die Technik der wichtigeren Baustoffe), Abchn. 1, Kap. 6 (Eisen und Stahl), unter g (Draht und sonstige Schmiedeeisen-Fabrikate).

eine Gelbfärbung des Wassers, welche dessen Verwendbarkeit sehr beeinträchtigt. Man hat diesen Uebelstand dadurch zu verhindern gesucht, daß man das Rohr innen und außen mit einem Ueberzuge von Zinn verfäh. Die Herstellung dieser alle Theile des Rohres gleichmäßig bedeckenden Zinnschicht ist aber technisch außerordentlich schwierig, und es ist daher kaum zu vermeiden, daß einzelne Stellen des Rohres unbedeckt bleiben. Diese Stellen sind erfahrungsgemäß einer viel stärkeren Oxydation, als unverzinntes Rohr, unterworfen; es wirkt sonach der Ueberzug in diesem Falle mehr schädlich, als nützlich.

332.
Bleirohre.

Eine ausgedehnte Anwendung hingegen findet das Bleirohr. Die große Biegsamkeit des Materials, welche gestattet, sich allen Verhältnissen ohne Façonstücke leicht anzupaffen, die leichte Verbindungsfähigkeit der Rohre unter sich und mit den sonstigen Vorrichtungen machen dieses Material zu dem unentbehrlichsten für Hausleitungen-Einrichtungen.

Auch gegen dieses Material sind vielfach Bedenken erhoben worden und zwar dieses Mal von ärztlicher Seite, indem befürchtet wurde, daß das Blei sich im Wasser auflöse und hierdurch der Gesundheit schädlich werde. Zahlreiche Beobachtungen haben diese Thatfache bestätigt, andere hingegen widerlegt, ohne daß man bis jetzt im Stande gewesen wäre, die eigentlichen Gründe für beide Erscheinungen mit Sicherheit anzugeben. Im Allgemeinen hat sich herausgestellt, daß weiches, luftreiches Wasser die Lösung des Bleies begünstigt, während härteres, an Bicarbonaten und Sulfaten reicheres Wasser nach kurzer Zeit bewirkt, daß sich auf der inneren Wandfläche des Rohres eine schwache schützende Lage von Blei- und Calcium-Carbonat niederschlägt, welche jede weitere Lösung des Bleies verhindert. Aus diesen Gründen ist es in einigen Städten durch die Behörden verboten, für Leitungen, denen Wasser zu Genuszzwecken entnommen werden soll, Bleirohre zu verwenden, in anderen Städten jedoch zufolge der chemischen Beschaffenheit des Wassers gestattet, Bleirohre für alle Zwecke zur Anwendung zu bringen. Selbst für den Fall, daß eine geringe Lösung von Blei stattfände, ließe sich die Gefahr dadurch leicht umgehen, daß man nach einer Entleerung der Leitung oder nach einer längeren Stagnation des Wassers in derselben die zuerst ausfließenden Wassermengen unbenutzt ablaufen läßt und das Wasser erst dann benutzt, wenn man überzeugt ist, daß die Leitung vollständig mit frisch zugetretenem Wasser gefüllt ist.

Um sich gegen die Gefahr der Bleivergiftung zu schützen, hat man mehreren Orts das Innere der Rohre mit einem Ueberzuge von Sulfat versehen. Dieser Ueberzug hat sich jedoch nicht als dauernd erwiesen und ist nach kurzer Zeit verschwunden.

333.
Mantelrohre.

Von allen Ersatzmitteln, welche an Stelle des Bleirohres getreten sind, verdient das in neuester Zeit außerordentlich in Gebrauch gekommene Zinnrohr mit Bleimantel, kurzweg Mantelrohr genannt, die weit gehendste Beachtung. Dieses Rohr vereinigt in sich die guten Eigenschaften des Zinnes, die Qualität des Wassers nicht zu schädigen, mit der leichten Behandlungsfähigkeit des Bleies beim Verlegen.

Das Mantelrohr zeigt in seinem Querschnitte einen Zinnring von 0,5 mm Stärke, welcher sich vom Blei durch seine weiße Farbe deutlich abzeichnet.

Bleirohr und Zinnrohr mit Bleimantel würden in ihrer äußeren Erscheinung nicht zu unterscheiden sein, wenn das letztere nicht dadurch gekennzeichnet würde, daß es äußerlich eine Anzahl schwach rippenförmiger Erhöhungen enthält, welche bei der Fabrikation als Erkennungszeichen mit erzeugt werden; das Bleirohr hingegen ist an seiner Außenwandung vollständig glatt.

Die Fabrikation des Mantelrohres datirt aus dem Jahre 1867; sie muß daher als noch ziemlich neu bezeichnet werden. Die Neuheit und Schwierigkeit der Fabrikation waren Anfangs Ursache, daß die Rohren zu stellenden Anforderungen sowohl in Bezug auf die innige Verbindung des Bleies mit dem Zinn, als auch betreff der allseitig gleichmäßigen Wandstärke nicht genügten. Andererseits aber glaubte man durch die Anwendung des gegenüber dem Blei viel härteren Zinnes in den Wandstärken bedeutend zurückgehen zu dürfen, um betreff des Preises mit dem einfachen Bleirohr concurriren zu können. Durch diese Verminderung der Wandstärken trat aber die Ungleichmäßigkeit derselben in ungleich höherem Grade auf, und es hat dieselbe an vielen Orten das Platzen solcher Rohrleitungen zur Ursache gehabt. Hierdurch hatte das an sich vortreffliche Material anfänglich etwas von feinem guten Rufe eingebüßt. Gegenwärtig ist man aber zu der Ansicht gekommen, dem Zinn eine größere Haltbarkeit als dem Blei nicht zuzusprechen, sondern dasselbe lediglich als ein Schutzmittel gegen die Einwirkung des Wassers auf Blei zu betrachten. Man verwendet daher gegenwärtig Mantelrohre mit derselben Wandstärke, wie sie die gewöhnlichen Bleirohre haben. Die Kosten derselben sind demzufolge auch entsprechend höhere geworden.

So viele Vortheile das Bleirohr, wie das Mantelrohr haben, so besitzen beide auch ihre Nachtheile. Dieselben haben zumeist ihren Grund in der Weichheit des Materials in so fern, als dasselbe äußeren mechanischen Einwirkungen weniger Widerstand entgegensetzt, als andere Materialien. Ja es ist wiederholt vorgekommen, daß Ratten Bleirohre vollständig durchfressen haben. Ferner ist zu beachten, daß das Erdreich, durch welches die Leitung gelegt werden soll, nicht außergewöhnlich kalkhaltig sei. Kalk in Begleitung von Feuchtigkeit greift Blei sehr energisch an und würde dasselbe in kürzester Zeit vollständig zerstören¹⁴⁵⁾.

Beide Rohrforten werden betreff ihrer Wandstärke nach dem Gewichte pro laufenden Meter angegeben. Diese Gewichte werden je nach dem in der Leitung herrschenden Drucke sehr verschieden sein können. Die Erfahrungen mit diesen Materialien beim Wasserwerke der Stadt Dresden haben, unter Voraussetzung eines Leitungsdruckes von 5 Atmosphären, zu folgenden Gewichten pro Längeneinheit geführt:

Lichter Durchmesser:	10	13	16	20	25	30	Millim.
Gewicht (Bleirohr:	1,5	2,0	2,5	4,0	5,5	7,0	Kilogr.
pro 1 m (Mantelrohr:	2,0	3,0	3,5	4,5	5,5	7,0	»

Bei einem Leitungsdrucke von 3 Atmosphären würden bereits folgende Gewichte genügen:

Lichter Durchmesser:	10	13	16	20	25	30	Millim.
Gewicht pro 1 m Blei-							
rohr:	1,25	1,75	2,25	3,25	4,0	5,0	Kilogr.

Der Durchmesser einer Zufußleitung wird bestimmt nach der Anzahl der Zapfstellen von je 13 mm lichter Weite. Hierbei müssen Zapfstellen größeren Durchmessers in der entsprechenden Anzahl der 13 mm-Zapfstellen ausgedrückt werden. Ein Clofet-Hahn gilt gleich 2 Zapfstellen.

Bei 35 m mittlerem Wasserdruck in der Leitung rechnet man:

	bis auf 10 Zapfstellen ein Zuleitungsrohr von 20 mm.
auf 10 bis 20	» » » » 25 »
» 20 » 40	» » » » 30 »
» 40 » 60	» » » » 40 »
60 und mehr	» » » » 50 »

Für Industrierwasser ist der Durchmesser des Rohres besonders zu bestimmen, desgleichen für Leitungen, welche zu Feuerlöschzwecken dienen. Ein Feuerhahn für Wohngebäude darf keine Zuleitung unter 25 mm lichtem Durchmesser erhalten. Eine in einem Gebäude sich verzweigende Hauptleitung wird gegen ihren Endpunkt

¹⁴⁵⁾ Ueber die verschiedenen in Anwendung kommenden Rohrarten siehe auch:

Étude comparative des tuyaux de distribution des eaux. *Revue gén. de l'arch.* 1862, S. 101.

Glassefütterte Eisenröhren. *Deutsche Bauz.* 1873, S. 412.

Les tuyaux de plomb. *Gaz. des arch. et du bât.* 1873, S. 180.

Tuyaux en plomb doublés d'étain, système Hamon. *Revue gén. de l'arch.* 1873, S. 104, 134.

zu, je nach der Abnahme der Zahl der Zapfstellen, geringere Durchmesser erhalten können.

335.
Zuleitungsrohr.

Die Zuleitung des Wassers nach dem Grundstück, möge sie nun erfolgen woher sie wolle, ist in einer solchen Tiefe unter der Terrainoberfläche auszuführen, bis zu welcher einerseits selbst die stärkste Kälte nicht einzudringen vermag, andererseits aber auch das Wasser den Einflüssen der Sommerwärme entzogen ist. Diese Tiefe beträgt für unsere deutschen Verhältnisse im Mittel 1,5 m, und es ist daher zweckdienlich, fämmtliche Zuleitungsrohre mit ihrer Oberkante in diese Tiefe zu legen. Zweigleitungen für Gärten hingegen, welche nur in Sprengventilen, Fontainen oder Wafferkünften endigen, können in viel geringerer Tiefe und zwar bis zu 0,5 m, verlegt werden, da bei denselben eine Erwärmung des Wassers kein Nachtheil ist, im Winter aber die Leitung außer Betrieb kommt und entleert wird.

Den derzeitigen Verhältnissen wird es in den meisten Fällen entsprechen, den Bezug des Wassers als aus der Leitung einer öffentlichen städtischen Wasserversorgung geschehend anzunehmen, welche letztere nach den gegenwärtig für die Anlage dieser Werke geltenden Principien angelegt ist. Jede andere Art des Wasserbezuges würde nur ganz unwesentliche Aenderungen in der Einrichtung der Hausleitungen zur Folge haben.

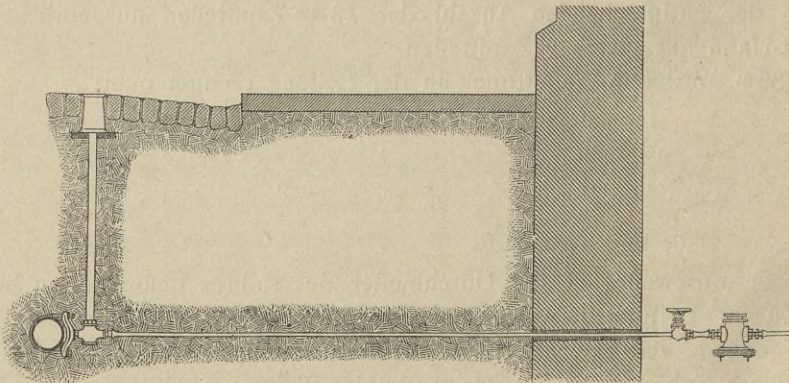
336.
Abzweigung
vom Strafsen-
rohr.

Die Abzweigung der Rohrleitung von dem in der Strafe gelegenen Rohre nach dem Gebäude kann auf doppelte Weise ausgeführt werden und zwar a) durch Anbohrung der Strafsenleitung oder b) durch ein an dieser Stelle in die Strafsenleitung eingeschaltetes Façonstück mit Abzweig.

Die Abzweigung mittels Anbohrung ist nur für Abzweige bis 30 mm Durchmesser ausführbar, hat aber den Vortheil, dass man sie an jeder beliebigen Stelle des Rohrstranges ausführen kann, während im zweiten Falle für die größeren Abzweige besondere Façonstücke nöthig werden, welche bei der Verlegung der Strafsenleitung an den im Voraus zu bestimmenden Stellen eingeschaltet werden müssen.

Fig. 287 und 288 zeigen zwei verschiedene Anordnungen der Zuleitungen nach dem Gebäude. In Fig. 287 ist das Zweigrohr mit einer Schelle an das Strafsen-

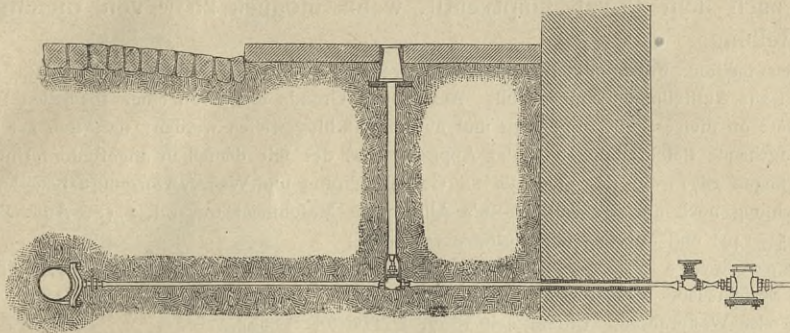
Fig. 287.



Abzweigung vom Strafsenrohr. 1/50 n. Gr.

rohr angedichtet und der Haupthahn unmittelbar in diese Anbohrschelle eingeschraubt; in Fig. 288 ist der Haupthahn von der Fahrbahn nach dem Fußsteige verlegt worden. Die erstere Anordnung gestattet die Anbohrung des Strafsenrohres unter Druck, ohne dasselbe entleeren zu müssen; bei der zweiten Anordnung ist

Fig. 288.

Abzweigung vom Strafsenrohr. $\frac{1}{50}$ n. Gr.

dies nur nach Entleerung der Strafsenleitung möglich; dagegen befindet sich die Schutzkappe in der geschützten Lage des Fußsteiges, ist daher den Beschädigungen durch den Wagenverkehr nicht ausgesetzt.

Dieser außerhalb des Gebäudes befindliche Absperrhahn ist in der Regel nur der Verwaltung des Wasserwerkes zugänglich und darf nur von dieser in Benutzung genommen werden.

Fig. 289 zeigt die zur Abdichtung und Befestigung der Ableitung nöthige Rohrschelle in größerem Maßstabe, während Fig. 290 dasjenige Verbindungsstück, Sauger genannt, darstellt, welches zur Verbindung erforderlich ist, wenn der Haupthahn nicht unmittelbar in die Schelle eingeschraubt wird.

Früher war man in Folge der größeren Wandstärke der Rohre im Stande, die Anschlußtheile direct in das Rohr einzuschrauben; gegenwärtig werden aber die Rohre in Folge verbesserter Fabrikationsmethoden so dünnwandig hergestellt, daß ein directes Einschrauben unthunlich ist und daher zu obigen Vorrichtungen gegriffen werden muß.

Fig. 291 zeigt einen Haupthahn nebst den Schutzvorrichtungen der Schlüsselstange (Strafsenkappe) im Durchschnitt, so wie die Strafsenkappe in der Oberansicht, Fig. 292 den Haupthahn in der Ansicht.

Unmittelbar nach dem Eintritt des Zuleitungsrohres in das Gebäude, oder, falls ein Vorgarten und Leitungen für denselben vorhanden sind, vor deren Abzweigung ist ein Privat-Hauptventil, mittels dessen der Besitzer des Grundstückes im Stande ist, die gesammte Zuleitung zum Grundstück abzusperrn, einzuschalten.

Fig. 291.

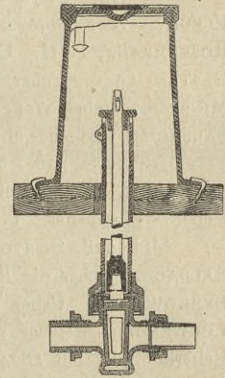


Fig. 289.

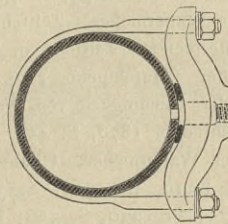
Rohrschelle. $\frac{1}{10}$ n. Gr.

Fig. 290.

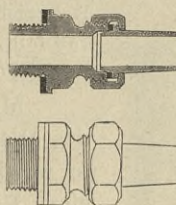
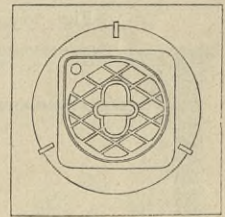
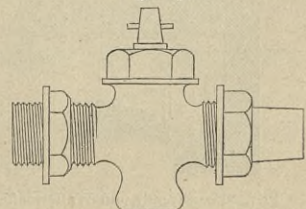
Sauger. $\frac{1}{5}$ n. Gr.Strafsenhahn mit Kappe.
 $\frac{1}{10}$ n. Gr.

Fig. 292.

Strafsenhahn. $\frac{1}{5}$ n. Gr.

Ist die Einschaltung eines Wassermessers erforderlich, so findet derselbe unmittelbar nach dem Privat-Hauptventil, wenn möglich 25 cm von diesem entfernt, seine Aufstellung.

In den meisten Fällen ist von den Wasserwerks-Verwaltungen festgesetzt, welches System von Wassermessern zur Aufstellung kommen soll. Aus diesem Grunde möge von einer speciellen Beschreibung dieser Apparate an dieser Stelle abgesehen und nur darauf hingewiesen werden, dass sich zur näheren Information eingehende Beschreibungen dieser Apparate und der mit denselben angestellten Untersuchungen in den Jahrgängen 1871—80 des »Journal für Gasbeleuchtung und Wasserverforgung« befinden. Auch sei in dieser Richtung noch auf M. RÜHLMANN's Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 1 (2. Aufl. Braunschweig 1875, S. 145—149) und auf folgende Aufsätze verwiesen:

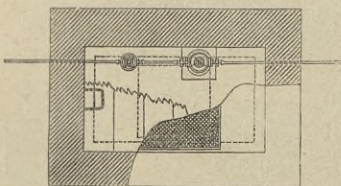
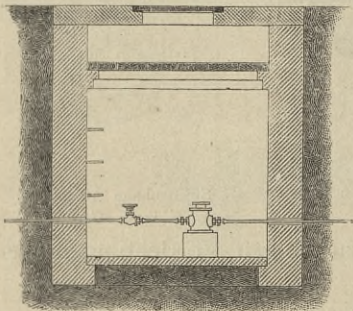
- GLYNN. *On water-meters. Civ. eng. and arch. journ.* 1854, S. 186, 187, 304, 305. *Artiz.* 1854, S. 111.
 Wassermesser verschiedener Construction. *Allg. Bauz.* 1865, S. 336. *Polyt. Centralbl.* 1866, S. 170.
 Wassermesser oder Wasseruhren. *Unser Zeit* 1867, 1. Hälfte, S. 625.
 HARTIG. Ueber Wassermesser. *Deutsche Industrieztg.* 1867, S. 55. *WIECK's ill. Gwbz.* 1867, S. 75.
 Ueber Wassermesser oder Wasseruhren. *Deutsche Industrieztg.* 1867, S. 192, 202, 215.
 HALL. Ueber die Brauchbarkeit der Wassermesser, bei denen ein constanter Theil der ganzen zuffliessenden Wassermenge gemessen wird. *Deutsche Industrieztg.* 1870, S. 167.
 REID. *On water meters as in use by water companies. Engineer*, Vol. 32, S. 169. *Polyt. Journ.* Bd. 202, S. 316. *Polyt. Centralbl.* 1871, S. 1345. *Engng.* Vol. 12, S. 362.
 FLEURY. *Water meters. Engineer*, Vol. 33, S. 433. *Polyt. Centralbl.* 1872, S. 1258.
 ROSENKRANZ, P. H. Ueber Wassermesser. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1874, S. 145.
 OESTEN, G. v. Ueber Wassermesser. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1874, S. 427.
 MINSEN. Ueber Wassermesser. *Maschinenb.* 1875, S. 178.
 SALBACH. Versuche über die Genauigkeit von Wassermessern. *Civiling.* 1875, S. 325. *Maschin.-Conf.* 1875, S. 326. *Maschinenb.* 1876, S. 45.
 SCHNEIDER. Prüfung einiger Wassermesser. *Civiling.* 1875, S. 362.
 Ueber Wassermesser. *Polyt. Journ.* Bd. 223, S. 367; Bd. 224, S. 254, 500; Bd. 225, S. 137, 442; Bd. 228, S. 370, 375; Bd. 230, S. 356; Bd. 235, S. 394, 463.
 SALBACH. Ueber die Brauchbarkeit der Wassermesser. *Maschinenb.* 1877, S. 134.
 BERKOWITSCH. Ueber Wassermesser. *Wochsch. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1877, S. 216.
 LOEWENHERZ. Ueber Wassermesser. *Verh. d. Ver. zur Bef. d. Gwbfl. in Preussen* 1878, S. 100.
 Ueberficht der seit 1824 construirten Wassermesser. *Polyt. Journ.* Bd. 235, S. 394 u. 463.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. 3. Band. Wasserbau. Herausgegeben von L. FRANZIUS u. E. SONNE. Leipzig 1879. S. 166.
 SAMMAIN, KENNEDY et OURY. *Compteurs à eau de divers systèmes. Publication industr.* Vol. 27, S. 68.

Muss die Aufstellung des Privat-Hauptventils und des Wassermessers ausserhalb des Gebäudes erfolgen, so werden beide Apparate in einen gemauerten, mit einer Eisenplatte oder einem Bohlenbelag abzudeckenden Schacht gestellt, wie derselbe durch Fig. 293 veranschaulicht ist.

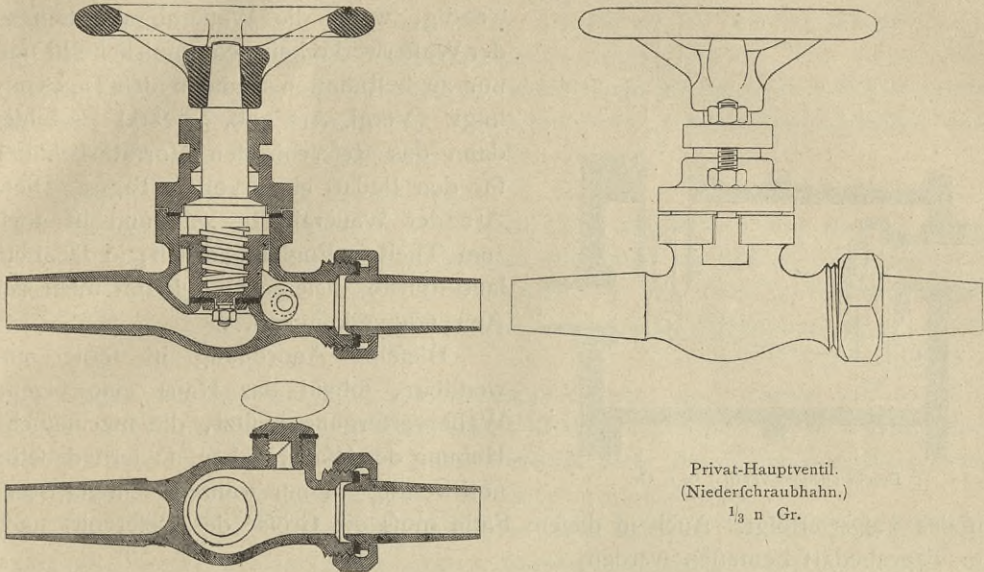
Statt der Ventile wurden an dieser Stelle früher Hähne angewendet. Sämmtliche Hähne zeigen jedoch den Uebelstand, dass sie sich schwer drehen lassen, sobald sie längere Zeit nicht in Gebrauch gewesen sind. Es ist dies eine Unannehmlichkeit, welche im Falle des Bedarfes höchst störend wirkt und oft Anlass zur gewaltsamen Behandlung und Beschädigung des Hahnes giebt. Dies ist der Grund, dass in neuester Zeit statt der Hähne Niederschraubventile angewendet werden, wie überhaupt für alle übrigen Zapfstellen im Gebäude,

Fig. 293.



Privat-Hauptventil und Wassermesser.
 1/50 n. Gr.

Fig. 294.



Privat-Hauptventil.
(Niederschraubhahn.)
 $\frac{1}{3}$ n. Gr.

welche mit einer unter höherem Druck befindlichen Leitung direct in Verbindung stehen, Kegelhähne unzulässig sind, weil dieselben bei schnellem unvorsichtigem Schließen Stöße in der Leitung verursachen, welche der Haltbarkeit der Leitung gefährlich werden können. Nur für die Anbohrung unter Druck ist die Verwendung eines Kegelhahnes unvermeidlich. Fig. 294 veranschaulicht die Construction eines derartigen Niederschraubventils durch zwei Querschnitte nebst Ansicht. Beim Privat-Hauptventil ist an der einen Seite eine Entleerungsschraube angebracht, durch deren Lüftung die Hausleitung entleert werden kann.

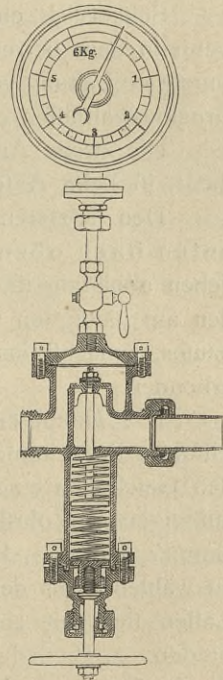
Es ist unter Umständen wünschenswerth, in der Hausleitung oder in einem Theile derselben nicht den vollen Druck der Straßenleitung zu besitzen. Man erreicht diesen Zweck durch Einschaltung eines Druckreductions-Ventils, welches, so fern es für die ganze Hausleitung wirksam sein soll, hinter dem Privat-Hauptventil, bezw. hinter dem Wassermesser einzuschalten, andererseits aber am Anfange der betreffenden Zweigleitung anzuordnen ist. Die Fig. 295 und 296 zeigen zwei Druckreductions-Ventile, welche beide, dem jeweiligen Bedürfnis entsprechend, regulirbar sind und zwar entweder durch das Spannen einer Feder (Fig. 295) oder durch die Größe aufgelegter Gewichte (Fig. 296).

Die Anordnung der Hausleitung kann im Princip verschieden sein, indem man entweder

a) fämtliches Wasser nach einem im Dachgeschoß des Gebäudes aufgestellten Vertheilungsreservoir und von dort aus durch Leitungen nach den einzelnen Consumstellen vertheilt, oder

b) das Wasser durch directe Rohrleitungen nach den Verbrauchsstellen führt.

Fig. 295

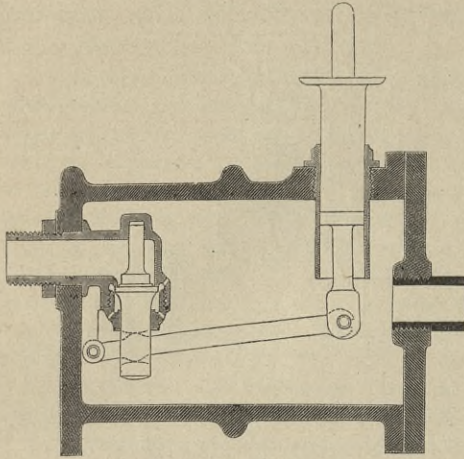


338.
Druck-
reductions-
Ventile.

Druckreductions-Ventil.
 $\frac{1}{5}$ n. Gr.

339.
Hausleitung.

Fig. 296.

Druckreductions-Ventil. $\frac{1}{5}$ n. Gr.

Die erstgedachte Anordnung ist nothwendig, wenn die Wasserabgabe Seitens der Wasserwerke keine continuirliche ist und nur zu bestimmten Stunden des Tages erfolgt. (Vergl. Art. 326, S. 286.) Es bildet dann das Reservoir den Vorrathsbehälter für den Bedarf eines vollen Tages. Diese Art der Wasserabgabe war und ist noch zum Theil in England üblich; in Deutschland dürfte dieselbe aber kaum mehr zur Anwendung kommen.

Dieselbe Anordnung ist ferner anwendbar, sobald das Haus eine eigene Wasserversorgung besitzt, die mechanische Hebung des Wassers aber, so fern dieselbe nothwendig ist, nur während einiger Stunden des Tages erfolgt.

Auch in diesem Falle muß die Größe des Reservoirs nach dem Tagesbedarf bemessen werden.

Es kann aber auch der Fall eintreten, daß eine größere Anzahl Zapfstellen mit Wasser versorgt werden sollen, für welche ein directer Anschluß an die Druckleitung von der Wasserwerks-Direction nicht genehmigt wird. Es betrifft dies zumeist Clofet-Ventile. Unter diesen Umständen ist gleichfalls die Einschaltung von Reservoirs erforderlich.

Schließlich empfiehlt sich die Aufstellung eines Reservoirs auch noch dann, wenn in dem betreffenden Hause bereits eine, aber für niedrige Druckverhältnisse angelegte Leitung vorhanden ist und dieselbe Wasser aus einer Leitung mit höheren Druckverhältnissen erhalten soll.

Die zweite Anordnung, welche das Wasser direct nach den Consumstellen vertheilt, ist beim Anschlusse an eine städtische Wasserleitung die zumeist übliche.

Den letzteren Fall vorausgesetzt, findet die Vertheilung des Wassers von unten nach oben statt, wovon die Gesamtanordnung des Rohrnetzes im Wesentlichen abhängig ist. Für die Art der Verzweigung derselben lassen sich, wenn man den am häufigsten vorkommenden Fall, nämlich die Wasserversorgung eines Wohnhauses, zunächst ins Auge faßt, die Grundsätze aus folgender Betrachtung unschwer erkennen.

Die Hauptversorgungsstellen eines Wohnhauses sind: Küchen, Clofets und Pissoirs, Badezimmer. Es ist nun üblich, Räume für gleiche Zwecke dieser Art in den Geschossen eines Hauses über einander liegend anzuordnen, so daß ein vertical aufsteigender Rohrstrang sämtliche über einander gelegenen Küchen, Clofets, Badezimmer etc. eines Hauses versorgen kann. Der Ort für das sog. Steigrohr ist so zu wählen, daß der seitliche Abzweig nach der Zapfstelle ein möglichst kurzer ist. Lassen sich mit einem Steigrohr mehrere Zapfstellen eines Geschosses leicht verbinden, z. B. dadurch, daß Küche und Badezimmer neben einander liegen, oder durch eine kurze Rohrverbindung eine Waschoilette im Nebenzimmer angeschlossen werden kann, so reducirt sich die Anzahl der aufsteigenden Rohrstränge in entsprechender Weise.

Im Allgemeinen gilt für Wohnhäuser, so wie für Gebäude, die anderen Zwecken

dienen, die Regel, die horizontale Vertheilung des Hauptrohres im Kellergeschofs vorzunehmen, wo dieselbe am bequemsten auszuführen ist und die Räumlichkeiten zugleich einen Schutz gegen das Einfrieren der Leitung bieten. Von diesen Kellerräumen steigen einzelne, passend gelegene Rohrfränge an denjenigen Stellen vertical aufwärts, welche gestatten, das eine möglichst große Anzahl von Zapfstellen durch kurze Verbindungsrohre angeschlossen werden kann.

Längere horizontale Rohrleitungen in den über Tag gelegenen Geschoffen suche man thunlichst zu vermeiden. Ist dies nicht möglich, so lege man sie gehörig unterstützt an der Decke entlang, jedoch so, das man die Leitung ohne Schwierigkeiten vollständig entleeren kann. Einzelnen entfernt liegenden Zapfstellen giebt man ein besonderes, von unten aufsteigendes Rohr statt einer langen horizontalen Zweigleitung im oberen Geschofs.

Liegen die einzelnen Steigrohre in verschiedenen, von einander weit entfernten Theilen eines ausgedehnten Gebäudes, und ist die Rohrleitung auf der Strafsse leicht zu erreichen, so empfiehlt es sich, zur Vereinfachung des Vertheilungsnetzes zwei oder noch mehr Abzweigungen vom Strafsenrohre anzuordnen.

Die horizontale Verzweigung des Rohrnetzes mus im Dachgeschofs geschehen, wenn die Wasservertheilung von einem daselbst aufgestellten Reservoir, also von oben nach unten, stattfindet. An die Stelle der Steigrohre treten alsdann die nach abwärts führenden Fallrohre (vergl. Art. 326, S. 289), von denen aus mittels möglichst kurzer Zweigleitungen die einzelnen Zapfstellen versorgt werden. (Vergl. auch das in Art. 369, S. 318 vorgesehrene Beispiel.)

Feuerlöschleitungen sind von den Leitungen für den Hausbedarf zu trennen und für sich als unabhängige Leitungen mit dem Strafsenrohr direct zu verbinden. Es hat dies seinen Grund in dem Umstand, das diese Leitungen sich nicht immer in frostfreien Räumen befinden können, sondern zumeist auf kalte Corridore gelegt werden müssen. Hierdurch tritt die Nothwendigkeit ein, die Leitung während des Winters zu entleeren und sie nur bei Bedarf in Betrieb zu setzen. Zweigen Leitungen für den täglichen Gebrauch von einer Feuerlöschleitung ab, so werden dieselben entweder während des Winters nicht benutzt werden können, oder man läuft Gefahr, das die Feuerlöschleitung einfriert und unbrauchbar wird. Einen zweiten Uebelstand bildet das längere Stagniren des Wassers in solchen meist weiten Rohrleitungen, wodurch die Qualität desselben geschädigt wird.

Im Einzelnen ist in Betreff der Anordnung der Rohrleitungen noch Folgendes zu beachten.

1) Die Leitungen und Zapfstellen sollen möglichst in Räume gelegt werden, in denen ein Einfrieren des Wassers in der Leitung während des Winters nicht stattfinden kann. Die Leitungen dürfen daher weder an Frontmauern, noch an solche Wände verlegt werden, welche der directen Einwirkung des Frostes ausgesetzt sind. Am geeignetsten sind Kellerräume, Küchen- und Zwischenwände bewohnter Räume, niemals aber die Wände kalter Corridore und Treppenhäuser. Umhüllung der Rohre kann für längere Dauer als Schutz gegen Einfrieren nicht angesehen werden.

2) Leitungen, welche in einen Keller zu liegen kommen, legt man gern in den Fußboden und zwar, wenn möglich, in einen aus Backsteinen hergestellten und leicht abgedeckten Canal. Es hat diese Anordnung den Vortheil, das bei einem etwaigen Defecte der Leitung an dieser Stelle eine Unterwaschung der Mauerfundamente nicht stattfinden, sondern das Wasser frei auftreten kann.

3) Hingegen vermeide man möglichst, die Rohrleitung unter Dielen zu legen, da dieselbe alsdann schwer zugänglich ist, Defecte nicht sofort bemerkt werden und daher großen Schaden an den darunter befindlichen Decken anrichten können.

4) Ist man genöthigt, Blei- oder Mantelrohr an der Wand hinzuführen, so genügt es nicht, das Rohr mittels einzelner Rohrhaken an der Wand zu befestigen; denn das Rohr biegt sich an den frei hängenden Stellen durch und bildet an den Befestigungen leicht Einknickungen, welche theils dem Durchfluß des Wassers hinderlich sind, theils das Entfernen des Wassers aus der Leitung erschweren und somit Veranlassung zum Einfrieren der Leitung geben. Man veräume daher nicht, das Rohr in seiner ganzen Länge auf eine an der Mauer befestigte Holzleiste zu legen.

5) Alle Absperr- und Entleerungsvorrichtungen sollen leicht zugänglich sein, um sich derselben im Nothfalle schnell bedienen zu können. Eben so müssen Feuerhähne nur an möglichst bequem gelegenen Orten angebracht und nicht, wie dies oft geschieht, in die Ecken versteckt werden. Unter jedem Zapfhahne soll sich ein Ausgufsbecken mit Ableitung befinden, welches die überschüssigen Wassermengen sofort abführt. (Näheres hierüber im nächsten Bande, Abschnitt 5.)

342.
Absperr-
u. Entleerungs-
vorrichtung.

6) Wo eine Legung der Leitung durch kalte Räume nicht zu umgehen ist, soll die Leitung an der Stelle, wo sie noch frostfrei liegt, eine Abstell- und Entleerungsvorrichtung erhalten.

7) Jeder Abzweig vom Hauptrohre soll durch ein Absperrventil abgeschlossen und für sich entleert werden können; es ist daher erforderlich, daß das Rohr eine, wenn auch schwach steigende Richtung und keine Biegungen erhält, in denen trotz des Oeffnens der Entleerungsvorrichtung das Wasser stehen bleiben kann.

8) Zweigen in Räumen des Keller- oder Erdgeschosses mehrere Leitungen zugleich vom Hauptrohre ab, so empfiehlt es sich, die Absperr- und Entleerungsvorrichtungen in einen kleinen gemeinschaftlichen Schacht zu legen und denselben durch einen Eisen- oder Holzbelag abzudecken.

343.
Steig- u.
Fallrohre.

9) Die verticalen Steigrohre, die das Wasser von unten in die oberen Geschosse führen, bezw. die Fallrohre, die vom Dachgeschofs das Wasser nach unten leiten, legt man entweder in eine rinnenförmige Ausparung der Wand, wie dieselbe beim Neubau eines Hauses leicht herzustellen ist, oder direct an die Wand. Im ersteren Falle kann die Rinne auf zweierlei Weise ausgeführt sein: a) derart, daß die Zu- und eventuell auch die Ableitungsrohre in die Rinne eingelegt werden und die letztere durch ein Verkleidungsbrett von aussen unsichtbar gemacht wird, oder b) daß die Rohre in dieser Rinne eingelegt, hierauf aber durch Mörtel bündig mit der Wand verputzt werden¹⁴⁶⁾.

Legt man die Rohre an die Aussenfete der Wand, so erhalten dieselben zum Schutz gegen äussere mechanische Einflüsse eine leichte Holzumkleidung, und es ist dann zweckmäsig die Leitung in einer Ecke des Zimmers hoch zu führen, um diese Umkleidung möglichst wenig hervortreten zu lassen. In allen Fällen wird aber das Rohr durch Rohrhalter an der Mauer befestigt.

Vor dem Verlegen soll das Rohr möglichst gerade ausgestreckt und vermieden werden, daß bei der Arbeit des Bohrens, Löthens etc. Bleispäne oder Lothtropfen in das Innere des Rohres fallen.

¹⁴⁶⁾ Ueber das Verfahren, Bleirohre in Cement zu verlegen, liegen zum Theile schlimme Erfahrungen vor; solche Leitungen wurden in vielen Fällen spröde und brüchig, ja zerfressen und durchlässig. Es ist deshalb Vorsicht in dieser Richtung geboten.

Die einzelnen Leitungen führen das Wasser den den mannigfaltigsten Zwecken dienenden Zapftellen zu, und es haben die Ventile und Zapfhähne der verschiedensten Construction den Zweck, die bequeme Entnahme des Wassers aus der Leitung zu gestatten.

Man wird unterscheiden können:

- a) Einfache Entnahme durch Zapfhahn,
- b) Entnahme durch continuirlichen Auslauf und
- c) Entnahme mittels Schwimmkugelhahn zur Baffinfüllung.

Die Zapf- oder Ausflusshähne sollen einen kleineren Querschnitt haben, als das Leitungsrohr, von dem sie gespeist werden.

Für die Construction der Zapfhähne gilt unter allen Umständen die Regel, daß bei Leitungen, welche unter höherem Druck stehen, nur Abschlußvorrichtungen

Fig. 297.

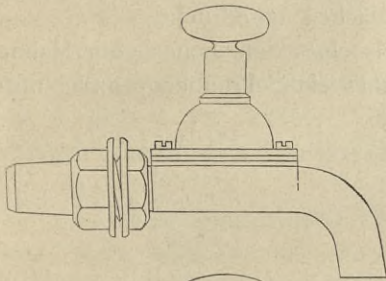


Fig. 298.

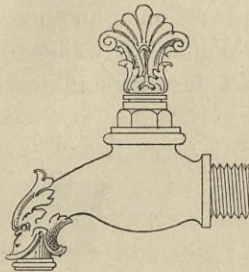


Fig. 299.

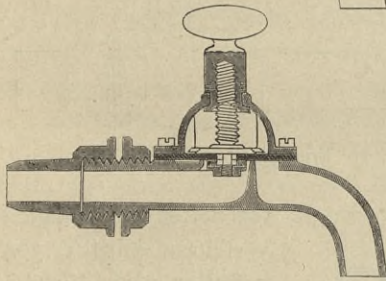
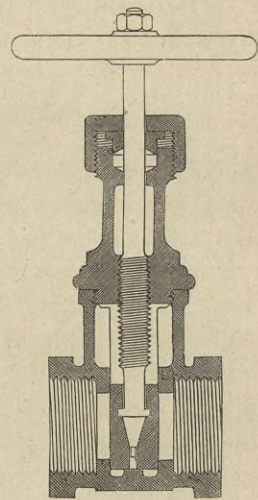


Fig. 300.

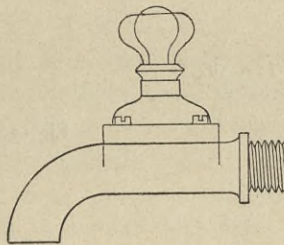


Fig. 301.

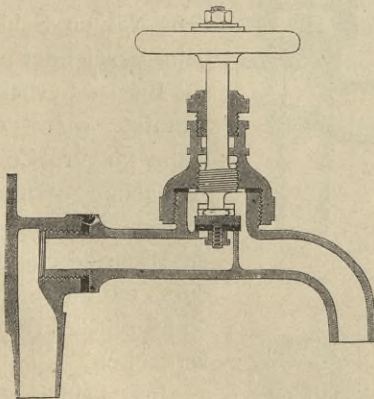
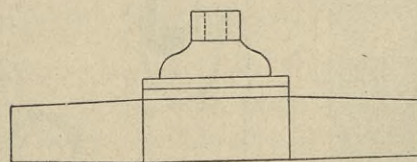


Fig. 302.



Fig. 303.

Niedererschraubhähne. $\frac{1}{8}$ n. Gr.

zur Verwendung kommen dürfen, bei denen ein plötzlicher Abschluß des Wassers und eine hieraus resultirende Stoswirkung in der Leitung nicht stattfinden kann.

Es find daher, wie bereits früher erwähnt wurde, Kegelhähne nicht statthaft, sondern nur Ventile, bei welchen durch mehrmaliges Umdrehen eines Handgriffes das Oeffnen und Abschliessen erfolgt. Sie werden am besten aus Messing oder Rothguß hergestellt und wasserdicht gefchliffen.

345.
Nieder-
schraubhähne.

Die gebräuchlichsten Formen dieser Niederschraubhähne sind die Gummi-Niederschraubhähne (Fig. 297) und die Ventilhähne (Fig. 301). Ihre Ausführung kann je nach dem Zwecke eine mehr oder weniger reich ausgestattete sein, wie aus Fig. 298 und 300 ersichtlich ist. Soll der Hahn nur bestimmten Personen zugänglich sein, so erhält derselbe nur ein von einer Blechhülse umgebenes Schlüssel-Vierkant (Fig. 303), so das das Oeffnen und Schliessen nur mittels eines aufgesetzten Schlüssels (Fig. 302) erfolgen kann.

Eine andere Construction eines Ventils und zwar des sog. *Peets*-Ventils ist aus Fig. 299 ersichtlich. Die Auf- und Abbewegung zweier Schieberplatten geschieht ebenfalls mittels einer Schraube; die Platten werden in ihrer richtigen Stellung durch einen als Keil wirkenden Conus an ihre Sitzflächen angedrückt.

346.
Schlauch-
u. Feuer-
hähne.

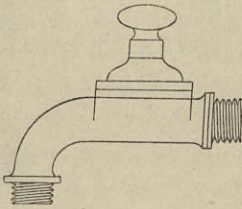
Beabsichtigt man das Wasser zeitweilig mittels eines Schlauches vom Hahne aus weiter zu leiten, so erhält der Auslauf des Hahnes ein Schraubengewinde, mit-

Fig. 304.



$\frac{1}{8}$ n. Gr.

Fig. 305.



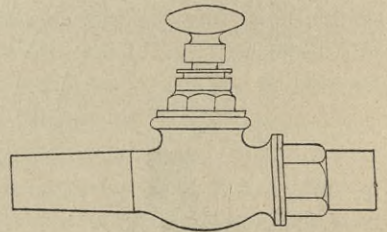
Schlauchhahn. $\frac{1}{8}$ n. Gr.

Fig. 306.



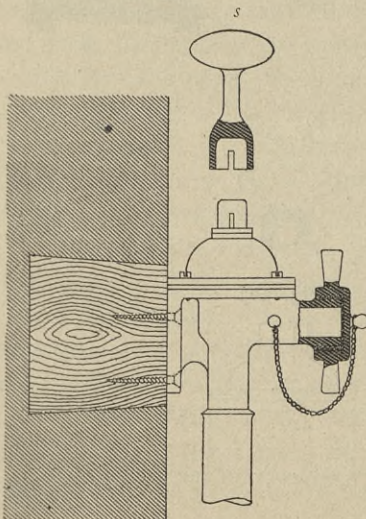
$\frac{1}{8}$ n. Gr.

Fig. 307.



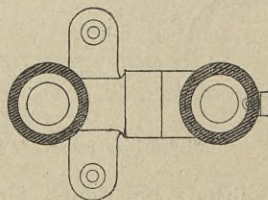
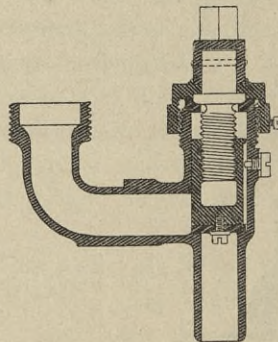
Durchgangsventil. $\frac{1}{8}$ n. Gr.

Fig. 308.



Feuerhahn. $\frac{1}{8}$ n. Gr.

Fig. 309.



Sprengventil. $\frac{1}{8}$ n. Gr.

tels dessen die Schlauchverfchraubung (Fig. 304) befestigt wird. Ein derartiger Hahn wird mit dem Namen Schlauchhahn bezeichnet und ist aus Fig. 305 ersichtlich. Benutzt man diesen Hahn längere Zeit zur einfachen Wasserentnahme, so kann man das Schraubengewinde durch ein aufgeschraubtes Mundstück (Fig. 306) verdecken.

Im Principe dem Schlauchhahn vollständig gleich, aber nur einfacher und in grösseren

Dimensionen ausgeführt, ist der Feuerhahn (Fig. 308); derselbe soll nicht zur gewöhnlichen Wasserentnahme benutzt werden und ist daher auch nicht ohne Schlüssel zugänglich.

Beide Arten von Hähnen, die Gummi-Niederschraub- und die Ventilhähne, werden auch als Absperrvorrichtungen für einzelne Leitungen verwendet und werden in dieser Form mit dem Namen Durchgangsventile bezeichnet. Sie erhalten dann beiderseitig Stutzen zum Einlöthen und sind durch die Fig. 299 und 307 verdeutlicht. Das Schlauchventil findet in etwas veränderter Form auch als Sprengventil für Gärten (Fig. 309) Verwendung, indem dasselbe auf eine Holzbohle geschraubt und mit einer Schutzkappe überdeckt an die Ränder der Gartenwege gesetzt wird.

Die Verbindung der Zuleitung mit dem Hahne erfolgt entweder durch eine Wandscheibe (Fig. 310), welche auf einem in die Wand eingelassenen Holzdübel mittels Holzschrauben befestigt wird und daher zugleich zur soliden Befestigung des Hahnes an der Wand dient, oder direct durch Löthung.

Es muß hier noch einer Art Ventile Erwähnung geschehen, und zwar der Selbstschluß-Ventile, welche in neuerer Zeit in den verschiedensten Constructions aufgetreten sind, verursacht durch eine Concurrenzausschreibung der Gemeinde Wien im Jahre 1878¹⁴⁷⁾.

Das Wesentlichste dieser Ventile besteht darin, daß man durch eine Drehung, einen Druck oder Zug mit der Hand das Ventil öffnet, durch einfaches Loslassen des Objectes aber einen selbstthätigen Abschluß des Ventils herbeiführt. Es soll hierdurch dem Offenstehenlassen des Hahnes und der damit verbundenen Wasservergeudung entgegengetreten werden. Der Abschluß dieser Ventile ist nicht immer ein ganz stoßfreier; selbst anfänglich gut wirkende Ventile können mit der Zeit unter Stößen abschließen, so daß es bei einzelnen Constructions immerhin bedenklich bleibt, dieselben direct an eine Druckleitung anzuschließen.

Der Abschluß des Ventils kann erfolgen:

- 1) durch mechanische Mittel (Feder, Uhrwerk, Gewichte),
- 2) durch den Wasserdruck selbst und zwar entweder
 - a) nach Ausfluß einer gewissen Wassermenge, oder
 - b) nach beliebiger, vom Consumenten abhängigen Dauer.

Die hervorragendsten Constructions der einzelnen Systeme sind folgende.

Sub 1 gehörig:

α) Das Abschlußventil von *Herdevin* in Paris (Fig. 311). Der doppelte Abschluß erfolgt durch die Wirkung einer Feder.

β) Das Abschlußventil von *Spanner* in Wien (Fig. 312). Die Rückdrehung des Conus erfolgt durch eine beim Oeffnen gespannte Feder.

γ) Das Abschlußventil von *Biega* in Breslau (Fig. 313). Der Abschluß erfolgt durch die Wirkung eines Gewichtes.

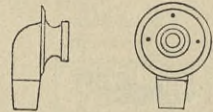
Sub 2_a gehörig:

δ) Das Absperrventil von *Tylor* in London (Fig. 314). Das Ventil muß vorher geschlossen gewesen sein, um nach der Aufdrehung Wasser geben zu können. Die Behandlung ist eine gleiche, wie beim Niederschraubventil, und kann dasselbe auch als ein solches wirken. Das Ventil schließt nach Durchfluß einer gewissen Wassermenge (10 bis 15^l) selbstthätig ab.

347.
Durchgangs-
u. Spreng-
ventile.

348.
Wandscheibe.

Fig. 310.



Wandscheibe. $\frac{1}{5}$ n. Gr.

349.
Selbstschluß-
Ventile.

¹⁴⁷⁾ Bericht hierüber siehe: Journ. f. Gasb. u. Waff. 1879, S. 571.

Fig. 311.

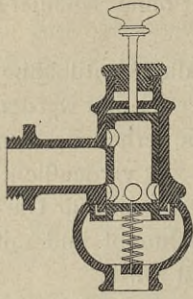
System *Herdevin*.

Fig. 312.

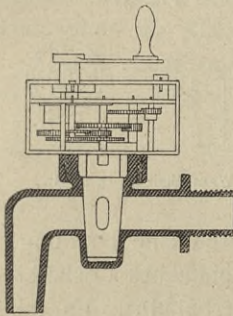
System *Spanner*.

Fig. 313.

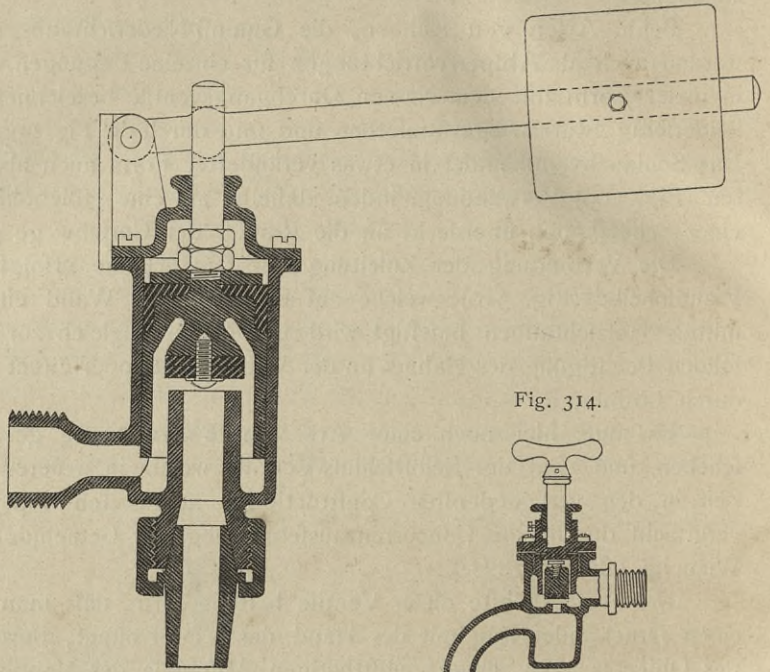
System *Biega*.

Fig. 314.

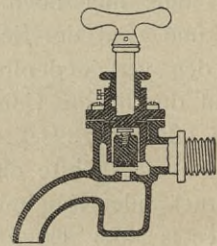
System *Tylor*.

Fig. 315.

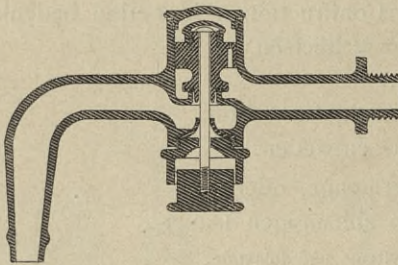
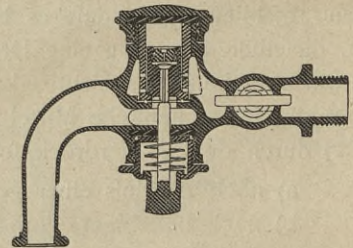
System *Leopolder*.

Fig. 316.

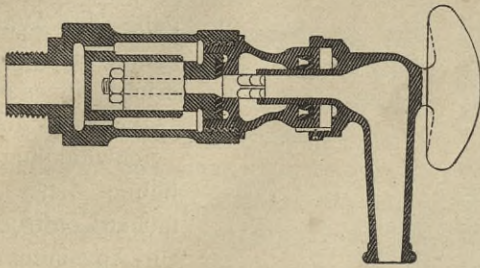
System *Baumgärtner*.Selbstschluß-Ventile. $\frac{1}{8}$ n. Gr.Sub 2_b gehörig:

- ε) Das Abperrventil von *Leopolder* in Wien (Fig. 315).
- ζ) » » » *Baumgärtner* in Wien (Fig. 316).
- η) » » » *Knaust* in Wien (Fig. 317).
- θ) » » » *Valentin* in Frankfurt a/M. (Fig. 318).
- ι) » » » *Schrabetz* in Wien (Fig. 319).

Diese letztgenannten fünf Constructionen schließen sich durch den eigenen Druck des Waffers; der langsame Schluß wird durch die Form des Schlußventils, zumeist aber durch das langsame Füllen eines kleinen, beim Öffnen entleerten Raumes herbeigeführt. Die Ventile von *Schrabetz* und *Baumgärtner* besitzen noch einen vom Ventil unabhängigen Conusabschluß.

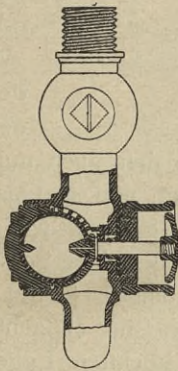
Die guten Constructionen dieser Hähne lassen sich auch für öffentliche Brunnen und als Clofet-Ventile verwenden.

Fig. 317.



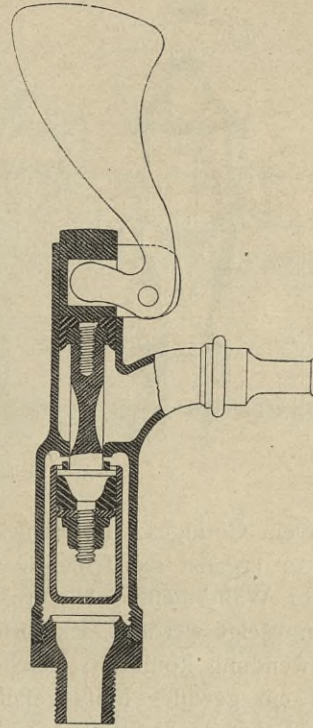
Sytem *Knauff*.

Fig. 319.



Sytem *Schrabetz*.

Fig. 318.



Sytem *Valentin*.

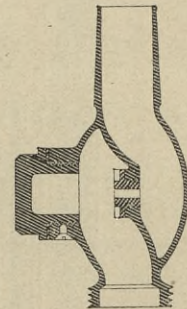
Selbstschlufs-Ventile. $\frac{1}{8}$ n. Gr.

Prämiirt wurden von der wiener Prüfungs-Commission mit dem ersten Preise das Ventil von *Baumgärtner*, mit dem zweiten jenes von *Schrabetz*¹⁴⁸⁾.

Die Entnahme von Wasser als continuirlicher Auslauf wird durch sog. Caliberhähne regulirt. Diese Art der Entnahme ist aber in Mittel- und Norddeutschland wenig oder gar nicht üblich, mehr in Süddeutschland; die Bezahlung des Wassers erfolgt nach der Anzahl Liter, welche pro Minute zum Ausflufs gelangen. Diese Methode der allgemeinen Wasserabgabe kann als eine rationelle nicht bezeichnet werden, da der grösste Theil des Wassers unbenutzt abfließt, oder bei allmählicher Aufspeicherung in Reservoirien von seiner anfänglichen Frische verliert. Die einfachste Form eines Caliberhahnes zeigt Fig. 320, wobei das Durchflusquantum durch ein gelochtes Mundstück bestimmt wird.

350.
Caliberhähne.

Fig. 320.



Caliberhahn. $\frac{1}{8}$ n. Gr.

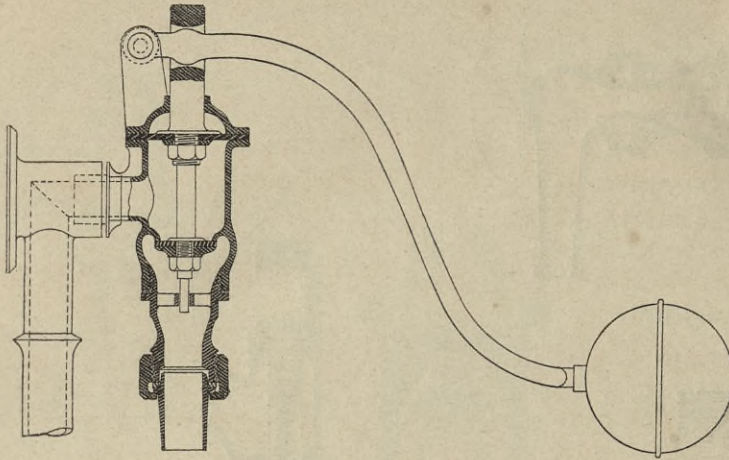
351.
Schwimmkugel-
hähne.

Zur Füllung von Reservoirien dienen die Schwimmkugelhähne. Es sind dies Ventilhähne, welche bei einem gewissen Wasserstande durch eine Schwimmervorrichtung zum Abschluß gebracht werden, bei niedrigerem Wasserstande durch dieselbe Vorrichtung sich öffnen und Wasser ausfließen lassen. Fig. 321 giebt ein derartiges Ventil im Querschnitt.

¹⁴⁸⁾ Vergl. BERKOWITSCH, A. Selbstschlufs-Ventile auf der Ausstellung in Paris 1878. Wochschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1878, S. 183.

ROSENSTINGL, J. G. Vortrag über Selbstschlufs-Ventile. Wochschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1879, S. 125.

Fig. 321.

Schwimmkugelhahn. $\frac{1}{4}$ n. Gr.

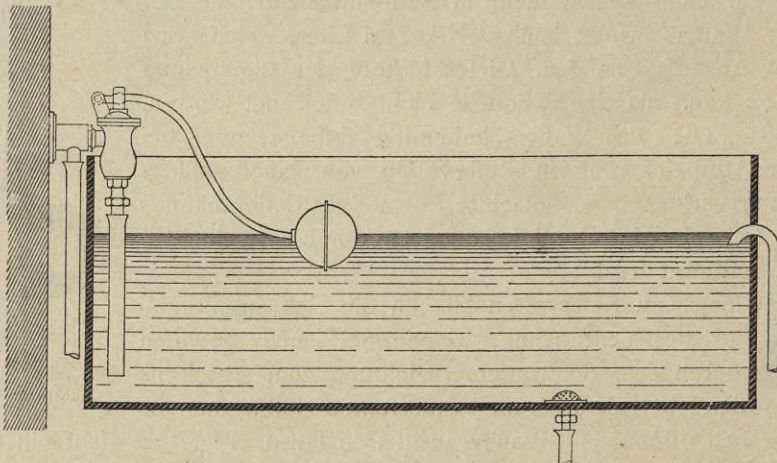
In einigen Städten, wo die Abgabe des Wassers nach Wassermessern erfolgt, ist es nicht statthaft, die Schwimmkugelhähne dieser einfachen Construction zur Anwendung zu bringen. Bei geringer Entnahme aus dem Reservoir oder bei großer Wasseroberfläche des letzteren sinkt der Wasserspiegel

nur um ein Geringes; der Schwimmkugelhahn wird daher auch nur sehr wenig geöffnet; er ergänzt das fehlende Quantum sehr langsam und in Quantitäten, welche von dem Wassermesser, so fern derselbe dem Systeme der Flügelmesser angehört, nicht angezeigt werden. Es dürfen an diesen Orten nur solche Schwimmkugelhähne zur Anwendung kommen, welche sich erst plötzlich öffnen, sobald der Wasserstand bis auf ein gewisses Maß gefallen ist. Es wird dies am einfachsten durch einen zweiten Schwimmer erreicht, welcher den in seiner höchsten Lage fest gehaltenen Schwimmer bei einem bestimmten Wasserstande auslöst. Bei Erreichung des höchsten Wasserstandes arretirt sich der Ventilschwimmer von selbst.

352.
Dienst-
reservoir.

Die Einrichtung eines Reservoirs ist aus Fig. 322 zu ersehen. Das zufließende Wasser wird bis ziemlich auf den Boden des Bassins geführt, damit die heftige Bewe-

Fig. 322.

Dienstreservoir. $\frac{1}{20}$ n. Gr.

gung des Schwimmers beim Einfließen des Wassers wegfällt. Die Abflußöffnung ist durch ein Sieb geschützt. Das Reservoir erhält außerdem einen Ueberlauf,

durch den etwa überschüssig zufließendes Wasser direct nach der Ableitung geführt wird. Um zu verhüten, daß aus der Ableitung etwa übel riechende Gase austreten, ist derselbe entweder mit einem S-förmig gebogenen Geruchverschluß¹⁴⁹⁾ versehen, oder es mündet das Ueberlaufrohr in einen vom Bassin abgetrennten, bis in die Höhe des Oberwasserspiegels reichenden Raum. Dieser Raum bleibt immer gefüllt, unabhängig von den Schwankungen des Wasserspiegels im Bassin.

Für Closet- und Selbstschluß-Hähne empfiehlt es sich, zur Vermeidung von Stosswirkungen dieselben durch Einschaltung von kleineren Reservoirs (auch Dienstbüchsen, Spülapparate etc. genannt) von der directen Verbindung mit der Hauptleitung abzutrennen;

Fig. 323 zeigt eine kleinere von *Fortin* in Paris ausgeführte Bassineinrichtung mit Schwimmer, welche hauptsächlich für Selbstschluß-Ventile bestimmt ist.

Schließlich muß noch einer Gattung von Vorrichtungen Erwähnung gethan werden, welche vor dem Gebrauche des Wassers zur Anwendung kommen können und eine mechanische, eventuell auch chemische Reinigung des Wassers herbeiführen sollen. Es sind dies die Hausfilter.

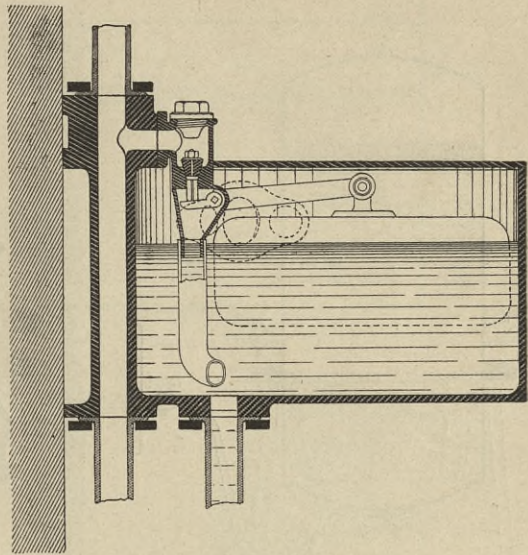
Für die Reinigung des Wassers sind die verschiedensten Materialien vorgeschlagen und angewendet worden. Von der großen Anzahl derselben seien nur folgende erwähnt: Wollabfälle mit Alaun, Eisensalzen und Gerbsäure getränkt, Seeschwämme, Kohle, Wollgewebe, künstliche und natürliche poröse Steine (*grès filtrant*), Eisenschwamm, Sand etc.

Man kann zweierlei Filter unterscheiden:

- 1) Filter, welche direct in die Leitung eingeschlossen oder an dieselbe angegeschlossen werden können, und
- 2) Filter, welche nicht unter hohem Druck arbeiten und denen das Wasser durch einen Schwimmkugelhahn zugetheilt wird.

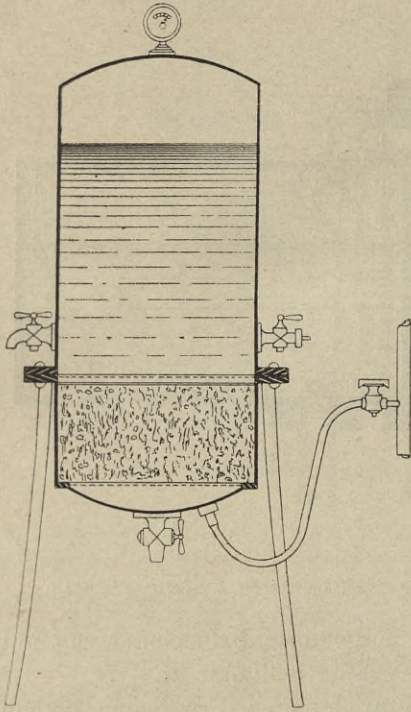
Auf der Weltausstellung zu Paris 1878 war ein Filter (System *Chanoit*) ausgestellt, welches die Filtration unter Druck gestattete und gleichzeitig eine Verbesserung des Wassers durch Mengung desselben mit comprimierter Luft herbeiführen sollte. Dieser Apparat ist in Fig. 324 im Querschnitt dargestellt und in seiner Wirkung ohne weitere Erklärung verständlich. Mittels dieses Apparates kann sämtliches Verbrauchswasser oder auch nur ein Theil desselben einer Reinigung unterworfen werden. Der am Boden des Apparates befindliche Hahn dient dazu, nach Abschluß der Zu- und Ableitung mittels der im oberen Theile befindlichen comprimierten Luft eine Strömung in der entgegengesetzten Richtung durch das Filtermaterial,

Fig. 323.

Reservoir für Selbstschluß-Ventile von *Fortin*. $\frac{1}{5}$ n. Gr.353-
Hausfilter.

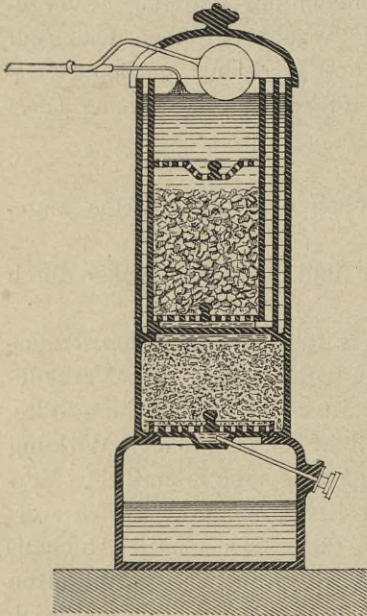
¹⁴⁹⁾ Vergl. das im nächsten Bande dieses »Handbuches« über »Entwässerung der Gebäude« Gefagte.

Fig. 324.



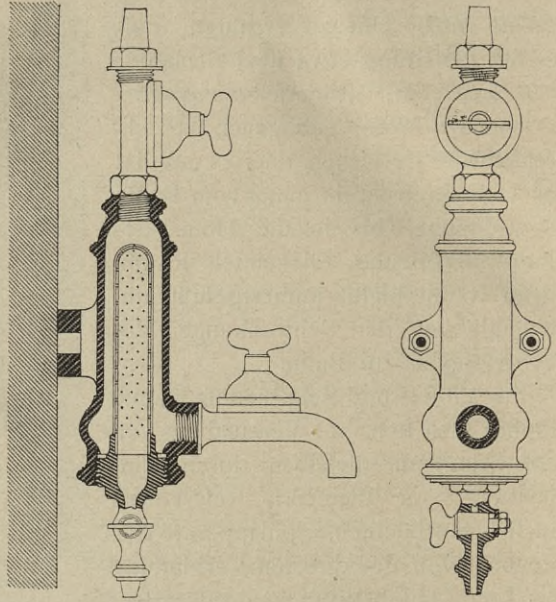
Filter von *Chanoit*. $\frac{1}{20}$ n. Gr.

Fig. 326.



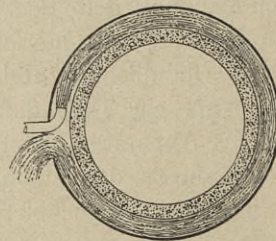
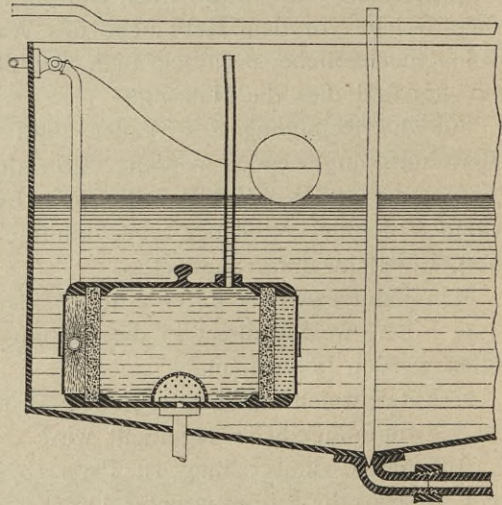
Filter von *Bischof*. $\frac{1}{20}$ n. Gr.

Fig. 325.



Filter von *Salbach*. $\frac{1}{5}$ n. Gr.

Fig. 327.



Londoner Filter. $\frac{1}{20}$ n. Gr.

deffen Bestandtheile in diefem Falle geheim gehalten find, hervorzu- rufen und die abgefetzten Unrei- nigkeiten wegzuspülen. Fehlende Luft wird durch einen zweiten, feitlich angebrachten Hahn er- fetzt.

Eine zweite Vorrichtung zur directen Einschaltung ift das von *Salbach* conftituirte kleine Haus- filter (Fig. 325); daffelbe dient zur Entnahme von filtrirtem und un- filtrirtem Waffer; die Filtration er- folgt durch ein mit Filz überzoge- nes cylindriſches Sieb. Bei Oeff- nung des directen Hahnes nimmt das ausströmende Waffer fämmt- liche Unreinigkeiten, welche ſich auf dem Filzfilter abgelagert haben, mit hinweg.

Von denjenigen Filtern, wel- chen das Waffer mittels Schwimm- kugelhahn zufließt, ſeien die Ap- parate von *Lorenz* (Fig. 328), das fog. Londoner Filter (Fig. 327) und das Filter von *Bifchof* (Fig. 326) erwähnt.

Beim *Lorenz'schen* Filter erfolgt die Reinigung durch hohle Kohlencylinder, von denen mehrere je nach Bedürfnis über ein- ander gefchraubt werden können. Das Waffer ſammelt ſich in einem am Boden befindlichen Blechgefäße. Der wirkſame Theil des Londoner Filters beſteht eben- falls aus einem Hohlcylinder von Filter- kohle. Derfelbe befindet ſich in einem Kaſten innerhalb eines Baſſins, deſſen Waſſer- ſtand durch einen Schwimmkugelhahn nor- mirt iſt. Durch dieſen Hahn läuft ſo viel Waffer zu, als aus dem Filterkaſten gerei- nigt abfließt. Will man aber die Filter- fläche reinigen, ſo öffnet man ein in der Mitte des Refervoirs befindliches Ventil, wo- durch der Waſſerſtand ſchnell fällt und die Zuleitung der Filterfläche kräftig umſpült. Beide Apparate ſind mit nach oben gehen- den Luftröhrchen verſehen.

Bifchof verwendet als Filtermaterial fog. Eiſenſchwamm, d. h. fein vertheiltes metal- liſches Eiſen, welches aus Kiesabbränden nach dem Ausziehen des Kupfers gewonnen

Fig. 328.

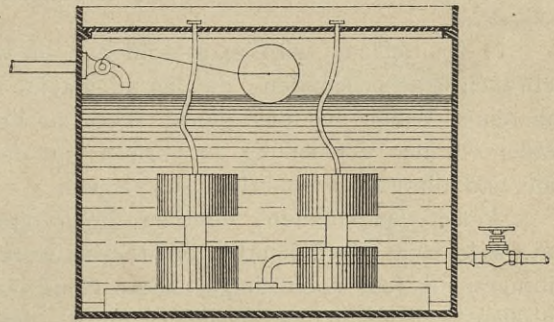
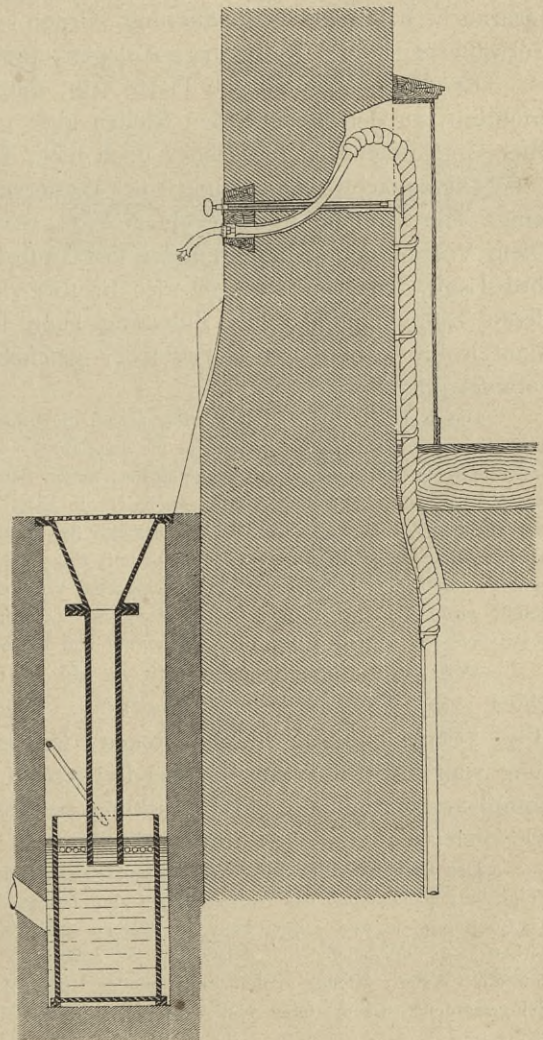
Filter von *Lorenz*. 1/20 n. Gr.

Fig. 329.



1/25 n. Gr.

wird¹⁵⁰⁾. Das Wasser passirt noch eine zweite Filterschicht von Braunstein oder präparirtem Sande und spritzt schliesslich durch die feiliche Oeffnung eines kleinen Röhrchens in das darunter befindliche Reinwassergefäss.

In Deutschland wird man wohl nur in wenigen Fällen von den Hausfiltern Gebrauch machen müssen, da das allgemeine Bestreben dahin geht, bereits gutes und reines Wasser für das ganze Werk zu liefern und da, wo es nöthig ist, das Wasser vor der Vertheilung zu filtriren und dadurch die Einzelfiltration durch centrale Sandfiltration entbehrlich zu machen.

354.
Sontige
Einrichtungen.

Aufser den Hähnen, Ventilen, Reservoirs, Filtern und sonstigen Einrichtungen, welche im Vorstehenden besprochen worden sind, werden an die Hauswasserleitungen meistens noch einige andere Constructionen des inneren Ausbaues angegeschlossen, welche solchen Zwecken dienen, die grössere Wassermengen benöthigen. Dazu gehören insbesondere die Spül-, Wasch- und Badeeinrichtungen und diejenigen Anlagen, die zur Spülung der Closets, Pissfoirs etc. bestimmt sind. Die hierzu erforderlichen Einrichtungen, so wie auch diejenigen Anlagen, die zur Ableitung des verbrauchten Wassers (Entwässerung) dienen, werden im folgenden Abschnitt (Koch-, Entwässerungs- und Reinigungs-Anlagen; Band 5 dieses Theiles) behandelt werden.

355.
Gesamt-
anlage.

Es dürfte nunmehr am Platze sein, durch einige Beispiele das Vorstehende zu erläutern, an den betreffenden Stellen aber noch einige Bemerkungen hinzuzufügen über Gegenstände, deren früher noch nicht Erwähnung gethan werden konnte.

Die einfachste Anordnung einer Wasserverorgungsanlage eines Hauses wird diejenige sein, welche nur in einer Auslaufvorrichtung auf dem Hofe besteht. Diese Vorrichtungen bedürfen der sorgsamsten Ausführung, da sie im Winter durch ihre Lage den Einwirkungen des Frostes viel leichter ausgesetzt sind, als alle anderen Einrichtungen. Die Zuleitung kann in diesem Falle aus einem Blei- oder Mantelrohre von 15 mm Durchmesser geschehen. In Fig. 329 ist die Anordnung veranschaulicht.

Die Rohrleitung ist in Kellertiefe bis an die hintere Frontwand des Gebäudes geführt worden und steigt längs derselben an der Innenseite bis ungefähr 1 m über dem Fussboden des Erdgeschosses auf. Hier findet sich ein Durchgangsventil eingeschaltet, dessen Schlüsselstange verlängert ist und bis ausserhalb der Mauer hervorragt. Von dem Ventile an steigt die Leitung nur noch ein kurzes Stück und führt dann in niedergehender Richtung nach der Aussenseite der Mauer, in einem Mundstücke endigend. Das Rohr ist von seinem Austritt aus dem Keller an mit Filz oder Tuchleisten umwickelt, so wie mit einem Holzgehäuse umkleidet, welches mit einem schlechten Wärmeleiter (Cokesafche, Häckfel, Sägespäne etc.) angefüllt wird. Unmittelbar nach Einmündung der Leitung in die Kellerräume soll sich das Privat-Hauptventil befinden, mittels dessen eine Absperrung und Entleerung der ganzen Leitung möglich ist.

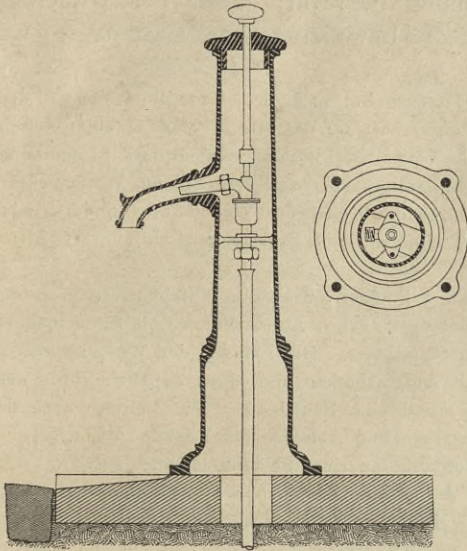
Will man den Auslauf nicht an die Mauer legen, so macht sich die Errichtung eines Auslaufftänders nothwendig. Derselbe kann in einer einfachen Säule (Fig. 330) mit Auslaufhahn bestehen, so fern die Umstände es gestatten, die Leitung während des Winters ausser Betrieb zu setzen. Anderenfalls wird man zu einer complicirteren, aber in ihrer Wirkung vollkommeneren Construction greifen müssen, wie dieselbe in Fig. 331 dargestellt ist.

Das Brunnenventil wird beim Anheben eines Hebels, welcher den Niedergang eines Kolbens zur Folge hat, geöffnet und das Wasser gelangt zum Auslauf. Beim Loslassen des Hebels sinkt derselbe durch das Contregewicht nach unten, hebt den Kolben eines Theils, bis derselbe nicht mehr auf das Einlassventil wirken kann und dasselbe sich daher schliesst, anderen Theils aber noch ein bedeutendes Stück höher, so dass alles Wasser, welches in dem aufsteigenden Rohre bis zum Auslauf gestanden hat, in den vom Kolben frei gewordenen Raum treten und somit im Winter nicht einfrieren kann. Die innere Einrichtung des

¹⁵⁰⁾ Vergl. Polyt. Journ. Bd. 210, S. 41.

Fig. 330.

Vertical- und Horizontalfchnitt.



Ansicht.

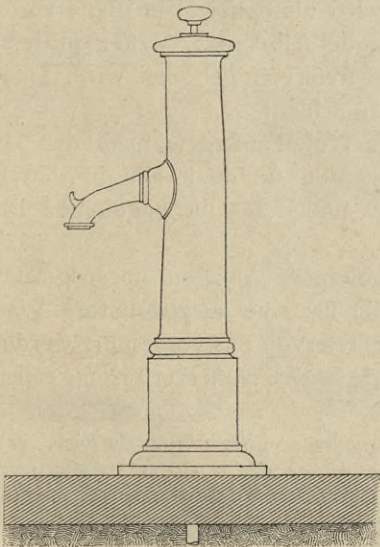
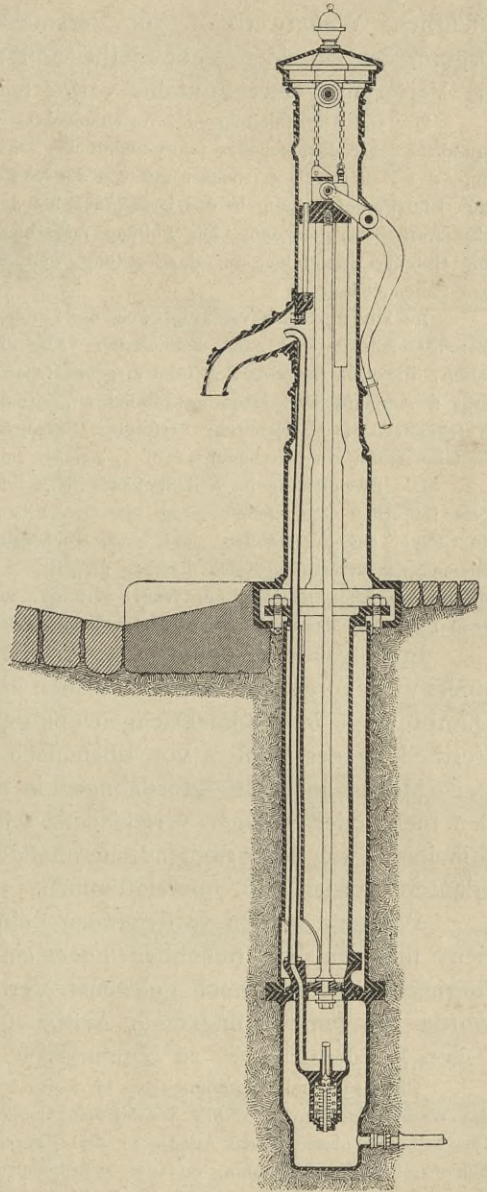
Auslaufftänder. $\frac{1}{15}$ n. Gr.

Fig. 331.

Auslaufftänder. $\frac{1}{20}$ n. Gr.

Brunnens kann bei einer Reparatur ohne Ausschachtung herausgenommen und eben so leicht wieder eingefetzt werden.

Eingehendere Beschreibung der Rohrlegungsarbeiten und der Herstellung der verschiedenen Zapfstellen findet sich in des Verfassers unten näher bezeichnetem Werk¹⁵¹⁾.

¹⁵¹⁾ SALBACH, B. Die Wasserleitung in ihrem Bau und ihrer Verwendung in Wohngebäuden. 2. Aufl. Leipzig 1876.

356.
Verforgung
eines Mieth-
hauses.

Auf der neben stehenden Tafel ist die Wasserverforgung eines städtischen vier-
geschossigen Miethhauses mit Seiten- und Hintergebäude — im Anschlusse an das
öffentliche Wasserwerk — zur Veranschaulichung gebracht; aufer der Wasserver-
forgung der einzelnen Gebäudetheile ist auch die Bewässerung des Gartens, so wie
die Verforgung einer Fontaine vorgefeken.

Der Ort der Einleitung des Anschlufsrohres vom Strafsenrohre nach dem Grundstück ist aus dem
Grundrifs des Kellergeschosses sofort kenntlich. Die Leitung erhält auf der Strafe eine Abchlufsvorrich-
tung, das Hauptventil *a*, welches nur von der Wasserwerks-Verwaltung benutzt werden darf. Unmittelbar
nach Eintritt der Leitung in das Grundstück hat der Privat-Haupthahn *b* und eventuell der Wassermesser *c*
eine Aufstellung gefunden. Die Leitung führt hierauf durch die Keller des Vorderhauses hindurch nach
dem Hof und zweigt hier mit einer Leitung, welche durch ein Ventil mit Entleerung *d* abstellbar ist, nach
dem Seitengebäude ab.

Im Hintergebäude verzweigt sich die Leitung nach 3 Punkten, nach der Wafchküche, nach den
oberen Geschossen und nach dem Garten. Alle drei Leitungen haben Absperrhähne mit Entleerung er-
halten; dieselben befinden sich in dem gemeinschaftlichen Schachte *e*. Die Leitung der Wafchküche ver-
forgt 2 Auslaufftellen: einen gewöhnlichen Zapfhahn mit Ausgußbecken und einen Zapfhahn über dem
Wafchkeffel; die Gartenleitung verforgt 2 Sprengventile *f* und eine Fontaine *g*. Die Leitung nach der
Fontaine erhält ein Durchgangsventil *h*, welches zum Reguliren und Abstellen der Fontaine dient.

Die Zweigleitung im Seitengebäude führt im Clofetraume an einer Schornsteinmauer aufwärts, ver-
forgt im ersten Obergeschofs (vergl. die Grundrifsparthe des ersten Obergeschosses) eine Badeeinrichtung,
ein Clofet, eine Wafchtoilette und einen Küchenauslauf. Die gleichen Vorrichtungen werden im Hinter-
gebäude von der aufsteigenden Leitung gespeist. Es ist auf diese Weise das ganze ausgedehnte Gebäude
in jedem Geschofs reichlich mit Wasser verforgt, und es bliebe sich für die Anordnung vollständig gleich,
wenn man auch das zweite und dritte Obergeschofs mit Bade- und Toilette-Einrichtungen versehen wollte.

Im folgenden Kapitel (Art. 369, S. 318) wird als Beispiel die Wasserverforgung
einer Villa vorgeführt werden, wobei im Gebäude selbst das Wasser mittels einer
Dampfpumpe in ein im Dachgeschofs gelegenes Refervoir gehoben wird, fonach die
Vertheilung des Wassers von oben nach unten geschieht.

Mögen auch die Anordnungen in anderen Wohnhäusern je nach den Umfän-
den mehr oder weniger verschiedene fein, so werden sie doch alle in den Haupt-
principien, wie sie vorstehend auseinandergesetzt und durch die gegebenen Beispiele
erläutert worden sind, übereinstimmen.

357.
Verforgung
einer herrschaftl.
Refidenz.

Während in den vorstehenden Beispielen kleinere Anlagen vorausgesetzt wur-
den, mag im Nachstehenden noch ein Beispiel für eine ausgedehntere Wasserver-
forgung von einem hoch gelegenen Vertheilungsrefervoir aus vorgeführt werden. Es
wurde die vom Civilingenieur *Kröber* projectirte neue Wasserverforgung des fürst-
lichen Refidenzschlosses zu Sigmaringen gewählt¹⁵²).

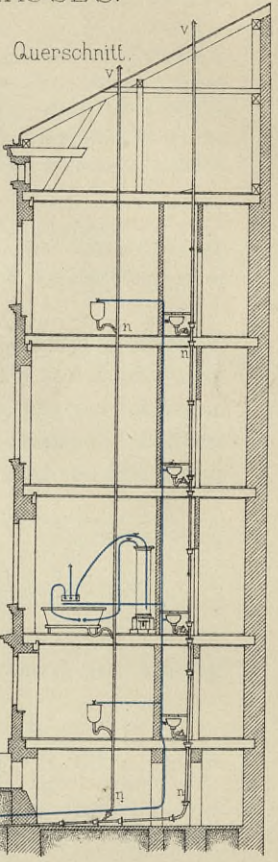
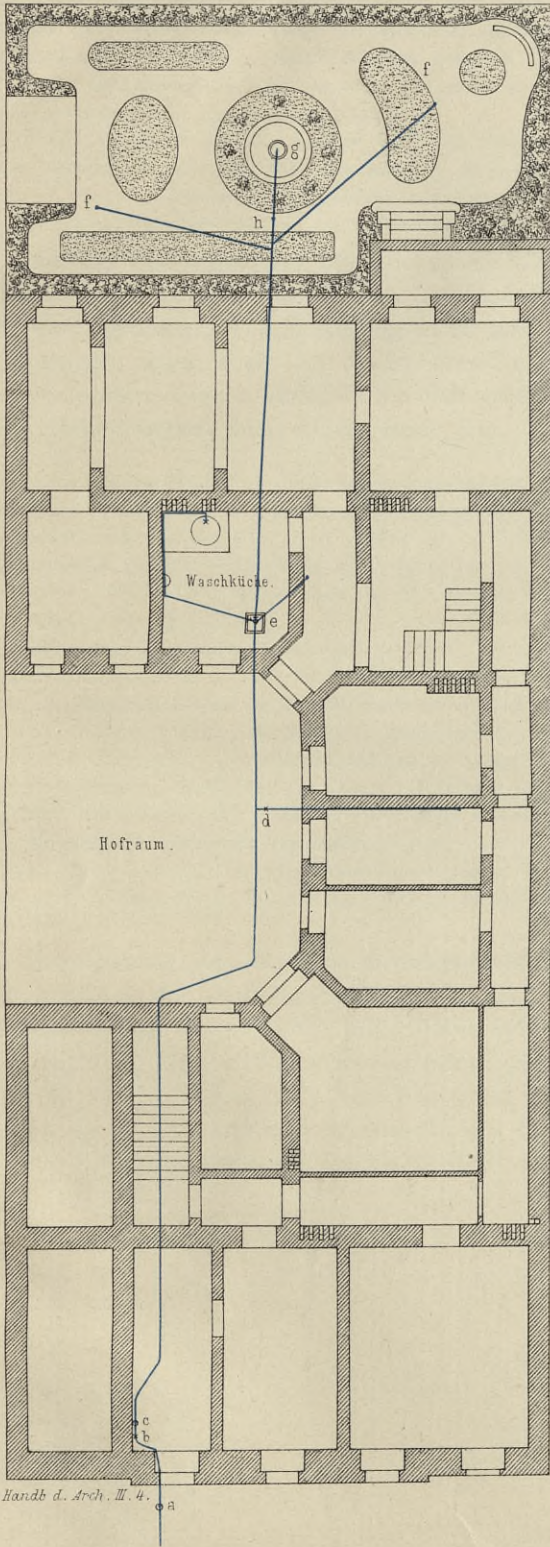
Die Lage und Anordnung des im fog. Römerthurm gelegenen Vertheilungsrefervoirs, in welches
das Wasser einer in der Nähe befindlichen Quelle gehoben wird, wurde bereits auf S. 289 beschrieben.
Das Rohrnetz nimmt feinen Anfang in drei Hauptfallrohren, von welchen zwei über die Dachböden des
Schlosses, der Kunstsammlung und der Nebengebäude sich hinziehen und dann abfallend in allen Geschossen
sich verbreiten; das dritte fällt lothrecht bis zum Fuß des Thurmes ab, wo es sich im Boden unter dem
oberen und unteren Schloßshofe hinzieht und feine äußersten Zweige einerseits bis in den Marfall und
das Theater fendet, andererseits unter stetem Abfallen die große Fontaine und den Circulationsanschluf an
eine der gedachten Dachleitungen erreicht, um endlich, ganz unten in der Stadt angekommen, noch das
erbprinzliche Palais zu verforgen.

Alle Hauptrohrfränge sind in Gufseifen hergestellt worden. Um kräftige Strahlen für Feuerlösch-
zwecke zu erzielen, erhielten diese Stränge ziemlich große Durchmesser; sie fangen mit 120mm an und
gehen bis 60mm herab. In allen Corridoren, in möglichster Nähe der Treppenhäuser, sind Feuerventile
mit 45mm weiter Oeffnung direct in die Leitungen eingefchaltet. Im Ganzen sind 31 Ventile mit einem
Schlauchgewindeabgang und 6 Ventile mit doppelten Abgängen vorhanden. Unmittelbar neben diesen

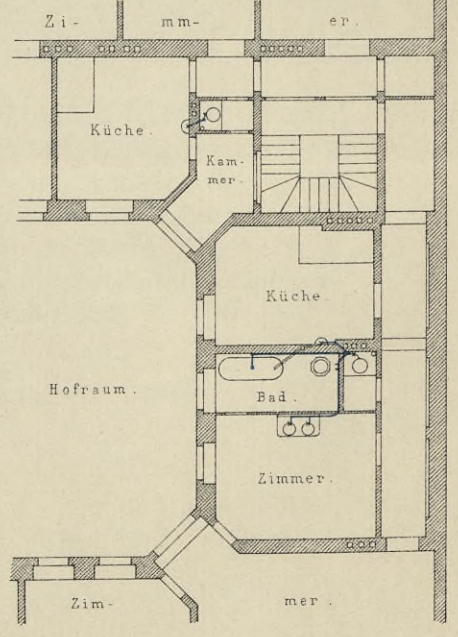
¹⁵²) Nach: Journ. f. Gasb. u. Waff. 1877, S. 35.

WASSERVERSORGUNG EINES MIETHHAUSES.

Grundriss des Kellergeschosses.



Grundrisspartie des 1. Obergeschosses.



Handb. d. Arch. II. 4. a

Ventilen, welche in Holzkasten mit Glasthürchen eingeschlossen sind, ist je eine Schlauchrolle von 15 m Länge mit Gewinde und Mundstück von 16 bis 20 mm Ausgangsweite aufgehängt.

Von den unter den Höfen hinlaufenden Bodenleitungen sind in geeigneten Abständen 7 Feuerlöschhähne abgezweigt. Ausser 4 laufenden Brunnen wird noch ein Ventilbrunnen von der Leitung gespeist. Die dem Froste ausgesetzten Theile der Rohrleitungen wurden durch Anwendung einer steten Wassercirculation am wirksamsten vor dem Einfrieren geschützt; ausserdem aber wurden sämmtliche Rohre mit Strohzöpfen doppelt umwickelt und an besonders gefährdeten Orten noch mit Bretterverschalungen verwahrt und die Zwischenräume mit Stroh ausgestopft.

Von den Hauptfallrohren zweigen nach den verschiedenen Räumlichkeiten, als Küchen, Waschküchen, Wagenschuppen, Marfall, Closets etc., schmiedeeiserne Leitungen geringeren Calibers ab, für welche als Hauptabsperrung nur Conshähne mit unten geschlossenem Gehäuse und Stopfbüchsen und an den Zapfstellen Niederschraubhähne zur Verwendung kamen.

Bei der Verforgung von öffentlichen Anstalten, Krankenhäusern, Gefängnissen etc. handelt es sich zumeist um die zweckmässige Disposition einer Zahl von Zuleitungen nach einer grösseren Anzahl Auslaufftellern und eine passende Placirung der letzteren. Im Uebrigen gelten auch hier die früheren Regeln. Wo fern bei einzelnen Gebäudearten besondere Eigenthümlichkeiten sich geltend machen, wird noch im IV. Theile dieses »Handbuches« hiervon die Rede sein.

358.
Verforgung
öffentl.
Gebäude.

Ueber einige ausgeführte Wasserverforgungs-Anlagen siehe:

RÖMER, E. Irren-Anstalt zu Schwetz. Wasserverforgung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1854, S. 215, 221.

Distribution d'eau dans un hôtel privé. Revue gén. de l'arch. 1859, S. 33.

Alimentation de l'hôpital de Berck-sur-Mer. Revue gén. de l'arch. 1862, S. 60.

HENNEBERG. Wasserverforgungs-Anlage für eine einzelne Villa. *Deutsche Bauz.* 1870, S. 311. *Maschin.-Conf.* 1871, S. 9.

Die Wasserleitung des neuen Opernhauses in Wien. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1871, S. 59.

PICARD. *Alimentation en eau du fort Saint-Michel, à Toul. Annales des ponts et chaussées* 1876 — I, S. 33.

PILTER. *Alimentation d'eau du fort Saint-Michel, à Toul. Revue industr.* 1876, S. 142.

KRÖBER. Die neue Wasserverforgung des kaiserlichen Residenzschlosses zu Sigmaringen. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1877, S. 35. *Maschin.-Conf.* 1877, S. 395.

Wasserverforgung der Irrenanstalt bei Düren. *Rohrleger* 1879, S. 84.

SCHOLTZ. Wasserverforgung eines herrschaftlichen Wohnhauses und Anchluss derselben an die städtische Canalifation. *Baugwks.-Ztg.* 1880, S. 516.

TROJAN, E. v. Die k. k. Männer-Strafanstalt in Pilsen. Wasserverforgung. *Allg. Bauz.* 1881, S. 31.

HUDE v. d. u. HENNICKE. Das Central-Hôtel in Berlin. Wasserverforgung des Hôtels. *Zeitschr. f. Bauw.* 1881, S. 187.

Die Kosten der Wasserverforgungseinrichtungen sind ziemlich verschieden je nach der Art der Wasserbeschaffung, je nach der Ausstattung der Zapfstellen, je nach der Höhe der Arbeits- und Materialpreise etc. Anhaltspunkte gewährt in dieser Richtung die nachfolgende von *Blankenstein* herrührende Zusammenstellung¹⁵³⁾, worin für eine grössere Zahl von Bauten in Berlin die Kosten der Wasserleitungsanlagen für je eine der in dem betreffenden Gebäude angebrachten Zapfstellen und auf je 100 cbm des Gebäude-Volums reducirt aufgeführt sind.

359.
Kosten.

¹⁵³⁾ Aus: *Wochbl. f. Arch. u. Ing.* 1880, S. 40. (Vergl. auch die Tabelle auf S. 23 u. 24.)

Berliner Bauwerke. Bezeichnung.	Zahl der Zapf- stellen im Gebäude.	Kosten der Wafferverforgung in Mark	
		pro Zapfstelle.	pro 100 cbm Gebäude.
Gärtnerhaus im Humboldthain	2	158,00	6,59
Wohnhaus für Krankenpflegerinnen im Friedrichshain	9	105,78	29,22
65./77. Gemeindefchule: Schulhaus	6	90,67	2,56
82./90. Gemeindefchule: Schulhaus	11	94,35	5,20
73. Gemeindefchule: Schulhaus	5	115,60	5,11
89. Gemeindefchule	3	99,07	2,17
96. Gemeindefchule: Schulhaus	4	94,20	3,77
95. Gemeindefchule	2	219,28	4,29
80. Gemeindefchule: Schulhaus	6	233,00	14,58
Wohnhaus nach der Strafe	14	110,98	31,88
78./97. Gemeindefchule: Schulhaus	21	81,31	7,87
88. Gemeindefchule	8	119,62	7,84
Sophien-Schule	43	117,52	21,40
Ascanisches Gymnasium: Gymnasium	12	142,80	7,95
Directoratsgebäude	11	90,90	29,40
Turnhalle	7	109,19	12,64
Humboldt-Gymnasium: Gymnasium	15	119,13	8,00
Directoratsgebäude	10	108,82	17,88
Turnhalle	3	119,6	7,28
Leibnitz-Gymnasium: Gymnasium	13	171,50	12,30
Directoratsgebäude	10	139,50	46,37
Turnhalle	10	75,20	12,58
Gymnasium und Realchule in der Dorotheen- und Georgen-Straße:			
Gymnasium	26	125,26	13,25
Realchule	10	208,10	8,78
Directoratsgebäude	5	46,46	4,82
Turnhalle	8	165,08	18,84
Königfädter Gymnasium und Realchule: Claffengebäude	67	153,25	23,39
Directoratsgebäude	12	98,00	15,90
Turnhalle	9	100,00	13,43
Waifenhaus in der alten Jakobstraße	60	160,50	41,84
Krankenhaus in Friedrichshain: Zwei Verwaltungsgebäude mit Verbin- dungsbau und Portal (incl. Badeeinrichtungen)	61	166,33	49,18
Oekonomiegebäude	30	135,02	23,72
Zwei Thorgebäude	10	112,90	41,81
Sechs dreieckchoffige Pavillons (incl. Badeeinrichtungen)	318	143,06	52,82
Vier zweieckchoffige Pavillons (incl. Badeeinrichtungen)	80	135,77	38,92
Zwei Ifolirgebäude (incl. Badeeinrichtungen)	59	290,49	69,64
Badehaus (ruffische und römische Bäder)	18	75,17	66,58
Leichenhaus	6	148,00	123,25
Neues Rathhaus (incl. Refervoir)	233	375,52	44,75
Rathswage-Gebäude am Gartenplatz	10	113,13	12,30
Feuerwacht-Gebäude am Spittelmarkt	7	334,86	72,51
Feuerwacht-Gebäude in der Tieck-Straße	8	191,37	41,50
Pferdestall für die Schutzmannschaft	4	137,50	6,75

3. Kapitel.

Warmwasserleitungen.

In den beiden vorhergehenden Kapiteln wurden (ohne das dies besonders bemerkt zu werden brauchte) nur diejenigen Anlagen berücksichtigt, welche zur Verforgung der Gebäude mit kaltem Wasser dienen. Die Bequemlichkeit und Annehmlichkeit einer ausreichenden Wasserverforgung läßt sich indess durch die Anlage von Warmwasserleitungen noch steigern, d. h. durch Leitungen, denen unmittelbar warmes Wasser zu den verschiedensten Zwecken entnommen werden kann. Ist die Anlage einer Warmwasserleitung in Wohngebäuden als eine Annehmlichkeit zu betrachten, so wird sie in einzelnen Fällen, hauptsächlich in Gebäuden, welche gemeinsamen öffentlichen Zwecken dienen, z. B. Gasthöfen, Krankenhäusern etc. zur Nothwendigkeit, ganz abgesehen von den Warmwasserleitungen in Badehäusern, welche eine besondere Specialität bilden und von denen bei der Beschreibung dieser Gebäude (im IV. Theile dieses »Handbuches«) noch gesprochen werden wird.

360.
Allgemeines.

Eine Warmwasserleitung in Wohngebäuden bietet den Hausbewohnern die Annehmlichkeit, warmes Wasser zu Spül-, Reinigungs- und ähnlichen Zwecken schnell zur Hand zu haben, eines Theils um die Mühe des Herbeiholens aus der entfernt, oft in einem anderen Geschofs liegenden Küche zu ersparen, anderen Theils aber auch, um auf eine eventuelle Erwärmung des Wassers nicht erst längere Zeit warten zu müssen. Je nach dem beabsichtigten Zwecke wird man das warme Wasser in der Regel nach folgenden Apparaten führen können:

- 1) entweder nach einem einfachen Auslaufhahn, mit Hilfe dessen man das warme Wasser zu jedem beliebigen Zwecke entnehmen kann, oder
- 2) nach einer Waschoilette, welche dann neben dem Ventil für kaltes Wasser ein zweites Ventil für warmes Wasser besitzt, oder
- 3) nach einer mit den Wohnräumen verbundenen Badeeinrichtung, in welche die Warmwasserleitung an derselben Stelle einmündet, wo man sonst das Zuleitungsrohr vom Badeofen einführt. (Vergl. Abschn. 5 im nächsten Bande dieses »Handbuches.«)

Die Verwendung des warmen Wassers zu Küchen- und Spülzwecken, in Waschküchen etc. läßt sich fast immer auf die Entnahme desselben aus einer einfachen Zapfstelle zurückführen.

Die Anlage einer Warmwasserleitung wird sich auf solche Wohngebäude beschränken, die nur von einer oder von zwei Familien bewohnt werden, z. B. Villen, kleine Miethhäuser und herrschaftliche Wohngebäude. Für mehrgeschossige Miethhäuser, in denen jede Etage bis unter das Dach hinauf von mehreren Familien bewohnt wird, dürfte eine dem ganzen Gebäude dienende centrale Anlage nur in seltenen Fällen zur Ausführung kommen, da bei der großen Anzahl von Einwohnern der Wasserverbrauch sich sehr steigert und die Anlage, vor Allem aber die Unterhaltung der Einrichtung bedeutende Unkosten und mancherlei Schwierigkeiten verursachen würde. Das Bedürfnis nach warmem Wasser wird in solchen Häusern meistens nur durch die jeder Wohnung angehörige Kocheinrichtung befriedigt; in besser ausgestatteten Wohnungen werden bisweilen mit den Kochherden besondere Einrichtungen zur Erzeugung und Fortleitung warmen Wassers (nach der Spül-, Badeeinrichtung etc.) verbunden.

Dient hingegen ein Gebäude einem einzigen gemeinsamen Zweck, wie dies bei großen Gasthöfen, Krankenhäusern, Verforgungsanstalten, Asylhäusern, Entbindungsanstalten etc. der Fall ist, so ist die Anlage einer Warmwasserleitung im Interesse der Zwecke, welche die Thätigkeit innerhalb eines derartigen Gebäudes verfolgt, Bedürfnis. Ueberall dort, wo warmes Wasser zu jeder Zeit und in reichlichem Mafse

vorhanden sein muß und wo es gilt, Zeit, Mühe und Arbeitskräfte zu sparen, wird eine Warmwasserleitung zur unbedingten Nothwendigkeit.

361.
Erzeugung
warmen
Wassers.

Bei der Wahl des Mittels zur Erzeugung des warmen Wassers wird man vor Allem danach trachten, die Kosten der Erwärmung auf ein Minimum zu beschränken und deshalb darauf bedacht sein, eine bereits vorhandene Wärmequelle mitzubenutzen oder Abgänge einer solchen auf geeignete Weise nutzbar zu machen.

Zur Erzeugung des warmen Wassers werden daher, wenn Gelegenheit dazu vorhanden ist, benutzt:

- 1) die abgehenden Feuergase von Koch- oder Heizeinrichtungen,
- 2) der directe Dampf eines für andere Zwecke errichteten Dampferzeugers oder
- 3) der abgehende Dampf einer vorhandenen motorischen Anlage.

Ist keine der vorgenannten Wärmequellen verfügbar oder ist die vorhandene für den gewünschten Zweck nicht ausreichend, so macht sich:

- 4) die Errichtung von besonderen Heizapparaten nothwendig.

Unter Umständen können auch

5) Warmwasserleitungen, welche für Heizungszwecke angelegt sind, zur Wasserentnahme benutzt werden.

362.
Benutzung
abgehender
Feuergase.

Die Benutzung abgehender Feuergase erfolgt in der Weise, daß man dieselben vor dem Eintritt in den Schornstein durch einen Raum streichen läßt, in welchem ein Wärmepapparat für das Wasser in Form einer kupfernen Blase oder einer eben solchen Rohrflange aufgehängt ist. Die Einrichtungen müssen so getroffen sein, daß das Wasser in dem Apparate circulirt; das durch eine Rohrleitung zufließende kalte Wasser tritt am Boden des Gefäßes oder im tiefsten Punkte der Rohrflange ein, steigt bei zunehmender Erwärmung im Wärmepapparat empor und wird an der höchsten Stelle durch eine besondere Leitung seiner Verwendung zugeführt. Es ist dies das Grundprincip jeder Warmwasserleitung im vorliegenden Sinne, wie es ja auch dasjenige der Warmwasser-Heizungen ist.

Die Einrichtungen, die man mit den in Küchen befindlichen Kochherden in Verbindung bringt, um warmes Wasser zu erzeugen, werden im folgenden Abschnitt (im nächsten Bande dieses »Handbuches«) besprochen werden.

Ist die vorhandene Heizanlage, möge sie nun in einem einfachen Kochherd, Küchenofen oder dem Ofen einer Luftheizung bestehen, nicht für die gehörige und andauernde Erwärmung des Wassers ausreichend, so wird man die Anordnung treffen, daß zwar die Rauchgase den Wärmepapparat passiren können, außerdem aber noch eine kleine Feuerungsanlage speciell für diesen Zweck vorhanden ist, welche im Bedarfsfalle als Ergänzung dient oder auch zeitweise allein die Erwärmung übernimmt.

363.
Besondere
Wärmepapparate.

Behindert die örtliche Lage die Benutzung vorhandener Koch- und Heizeinrichtungen, so wird die Errichtung einer selbständigen Feuerungsanlage nothwendig. Die Wärmepparate bleiben hierbei die gleichen, wie früher; es werden die Feuerungsanlagen entweder aus Mauerwerk hergestellt und die Wärmepparate eingehängt, oder die ganze Anlage erhält die Form eines Ofens nach Art der Badeöfen, nur mit dem Unterschiede, daß das Wasser stets circuliren kann, während es in einem Badeofen nur beim Einlassen in die Wanne in Bewegung kommt¹⁵⁴⁾. Als Heizmittel kann jeder der üblichen Brennstoffe, Leuchtgas nicht ausgenommen, zur Verwendung kommen.

¹⁵⁴⁾ Vergl. Abfchn. 5 im nächsten Bande dieses »Handbuches«.

In gleicher Weise, wie es statthaft ist, den aufsteigenden Rohrstrang einer Warmwasserleitung durch Heizkörper in Zimmern etc. zu führen und so das warme Wasser auch zur Zimmerheizung zu benutzen, wird man auch umgekehrt einer Warmwasser-Heizungseinrichtung warmes Brauchwasser entnehmen können, obwohl die Gesamtanlage dadurch eine theuere wird. Es empfiehlt sich in einem solchen Falle, Heizkessel und Heizkörper aus Kupfer oder Messing anzufertigen, da sonst das Wasser durch Rost stark verunreinigt wird. Ausserdem muss das Ausdehnungsgefäss (vergl. Art. 234, S. 193) so eingerichtet sein, dass selbstthätig Wasser zufließt in dem Masse, als solches unten verbraucht wird.

364.
Benutzung
von Wasser-
heizungen.

Bei derartigen Anordnungen lässt sich die Wärmeabgabe schwer reguliren, da in unregelmässiger Weise bald grössere, bald kleinere Mengen warmen Wassers entzogen werden. Es ist deshalb die Anwendung des in Rede stehenden Verfahrens nur für besondere Fälle geeignet.

Die Erwärmung des Wassers durch directen oder indirecten Dampf wird nur in den Fällen möglich sein, wenn Dampfanlagen zu anderen Zwecken in dem Gebäude selbst oder in unmittelbarer Nachbarschaft sich befinden. Dient die maschinelle Anlage zur Wasserversorgung des Gebäudes selbst, so wird man den abgehenden Dampf der Pumpmaschine zu diesem Zwecke verwenden, indem man nach Art der bekannten Construction der Vorwärmer das zu erwärmende Wasser mit dem Dampfe in Berührung bringt. Directer Dampf wird auf gleiche Weise nutzbar zu machen sein.

365.
Erwärmung
durch
Dampf.

Sämmtliche Rohrleitungen und sonstigen Apparate einer Warmwasserleitung für Nutzzwecke gleichen den Apparaten einer solchen Leitung für Heizzwecke so sehr, dass es an dieser Stelle genügt, betreff der Detailconstruction auf die vorhergehenden Kapitel, insbesondere auf Kap. 5 und 6 (unter c, γ) desselben, zu verweisen und nur das Nachstehende hinzuzufügen.

366.
Gesammt-
anordnung

Da in einer Warmwasseranlage eine fortwährende Circulation herrschen soll, so muss derjenige Rohrstrang, welcher das zu erwärmende Wasser zuführt, mit dem aufsteigenden Rohrstrange, von dem aus die Vertheilung des erwärmten Wassers stattfindet, in Verbindung stehen. Es geschieht dies durch ein kleines Reservoir, welches im Dachgeschoss oder einem sonst hoch gelegenen Raume des betreffenden Gebäudes angeordnet und von der Kaltwasserleitung mittels eines Schwimmkugelhahnes (vergl. Art. 351, S. 305) gespeist wird. Von dem Boden dieses Reservoirs führt der Fallstrang nach dem zumeist im Kellergeschoss aufgestellten Wärmeparate, während der aufsteigende Vertheilungsstrang nur in geringer Tiefe unter dem Oberwasserspiegel des Reservoirs einmündet (vergl. die Tafel bei S. 318). Wird der Leitung Wasser entnommen, so strömt das kältere Wasser aus dem Reservoir nach dem Wärmeparat, während das fehlende Wasser aus der Kaltwasserleitung mittels Schwimmkugelhahn ergänzt wird.

Für die Leitungen kommen meist bei grösserem Durchmesser gusseiserne, bei kleinerer Weite schmiedeeiserne Rohre zur Anwendung; die Verbindungen, Dichtungen, Abzweigungen, Compensationsvorrichtungen etc. sind die gleichen, wie bei der Wasserheizung. Bleirohr kommt für Warmwasserleitungen seltener zur Anwendung und dann nur für den Abfallstrang und für kurze Abzweige nach Zapfstellen; man gebe in solchen Fällen den Rohren eine möglichst grosse Wandstärke, da die wechselnde Temperatur des Wassers, welche bis auf 60 bis 75 Grad steigt, zu schwaches Rohr bleibend ausdehnt und fortgesetzt erweitert, bis schliesslich ein

367.
Rohrleitungen.

Bruch erfolgt. Man bringt daher für kleine Zweigleitungen mit Vortheil auch Kupferrohre zur Anwendung. Die letzteren empfehlen sich in Rücksicht auf den Rost überhaupt mehr, als eiserne Rohre; doch ist der hohe Preis derselben der allgemeineren Anwendung hinderlich.

Die Rohrleitungen für warmes Wasser wird man in derselben Weise im Gebäude aufwärts führen, als dies mit Kaltwasserleitungen geschieht. Man legt sie am besten in eine Rinne der Wand oder an die Wand und verzieht sie mit einer Holzverkleidung. Selbstverständlich wird man Fall- und Steigleitung unmittelbar neben einander legen, während man die Kaltwasserleitung an einer anderen geeigneten Stelle im Gebäude hoch führt. Im Uebrigen gilt das in Kap. 5 (S. 173 bis 199) für Wasserheizungsrohre Gefagte.

Eine Warmwasserleitung darf auch durch kalte Räume gelegt werden, vorausgesetzt, daß sie den Winter über unausgesetzt im Gange bleibt. Wird hingegen zeitweilig der Betrieb unterbrochen und ist daher im Winter ein Einfrieren der Leitung zu befürchten, so ist es nothwendig, die Leitung während der Zeit der Nichtbenutzung zu entleeren.

Das kleine Reservoir im Dachgeschofs ist dicht abzudecken und mit einem Dunstrohre zu versehen, welches bis über das Dach hinauszuführen ist.

Als Absperrventile der Hauptleitungen, von denen je eines in das Fall- und Steigrohr einzuschalten ist und welche am besten in die unmittelbare Nähe dieses Reservoirs zu placiren sind, wendet man Metallventile mit conischen Ventilflächen nach Art der Construction von Dampfventilen an.

Als Zapfhähne empfehlen sich die einfachen Gummi-Niederschraubventile (vergl. Art. 345, S. 302); jedoch ist darauf zu achten, daß zu den Gummiplatten bestes und gut vulcanisirtes Material verwendet wird. Bei Waschoiletten, Badeeinrichtungen etc., welche zwei Ventile und zwar für kaltes und warmes Wasser besitzen, verzieht man die Zapfhähne mit den deutlichen Bezeichnungen »Kalt« und »Warm« zur sofortigen Orientirung für den Benutzenden.

Schließlich seien noch zur Veranschaulichung des im vorliegenden Kapitel Gefagten die von Ingenieur *Stumpf* in Berlin construirten Anlagen zur Verforgung einer Villa mit kaltem und warmem Wasser beschrieben.

1) Kaltwasserleitung. In neben stehender Tafel ist ein Schnitt durch die Wirthschaftsräume dieser zweigeschoffigen Villa dargestellt. Im Kellergeschofs ist neben der Waschküche ein kleiner, wenig Brennstoff erfordernder Dampfkeffel *a* aufgestellt, welcher die unmittelbar daneben situirte, doppelt wirkende Dampfpumpe einfacher Construction treibt. Dieselbe saugt das Wasser aus einem in der Nähe befindlichen Brunnenschacht, und führt es durch das Druckrohr *b* direct nach dem im Dachgeschofs aufgestellten Reservoir *c*. Dadurch, daß die Pumpe doppelt wirkend ist, ist es möglich, daß dieses Druckrohr gleichzeitig Hauptvertheilungrohr der Kaltwasserleitung ist. Es schliessen sich daran unmittelbar die Zweigleitungen *w* nach der Waschküche (im Kellergeschofs), ferner *l* nach der Küche und *d* nach dem Speisezimmer (im Erdgeschofs), endlich *e* nach der im Schlafzimmer aufgestellten Waschoilette, *i* nach dem Clofet und *f* nach dem Badezimmer (im Obergeschofs). Die Zweigleitungen *g*, dicht über der Pumpe, welche durch den Hahn *n* ganz absperrbar sind, bezw. im Winter sich entleeren lassen, verforgen im Garten eine Fontaine *h* und Sprenghähne *k* (vergl. Art. 347, S. 303), welche einzeln außer Thätigkeit gesetzt werden können.

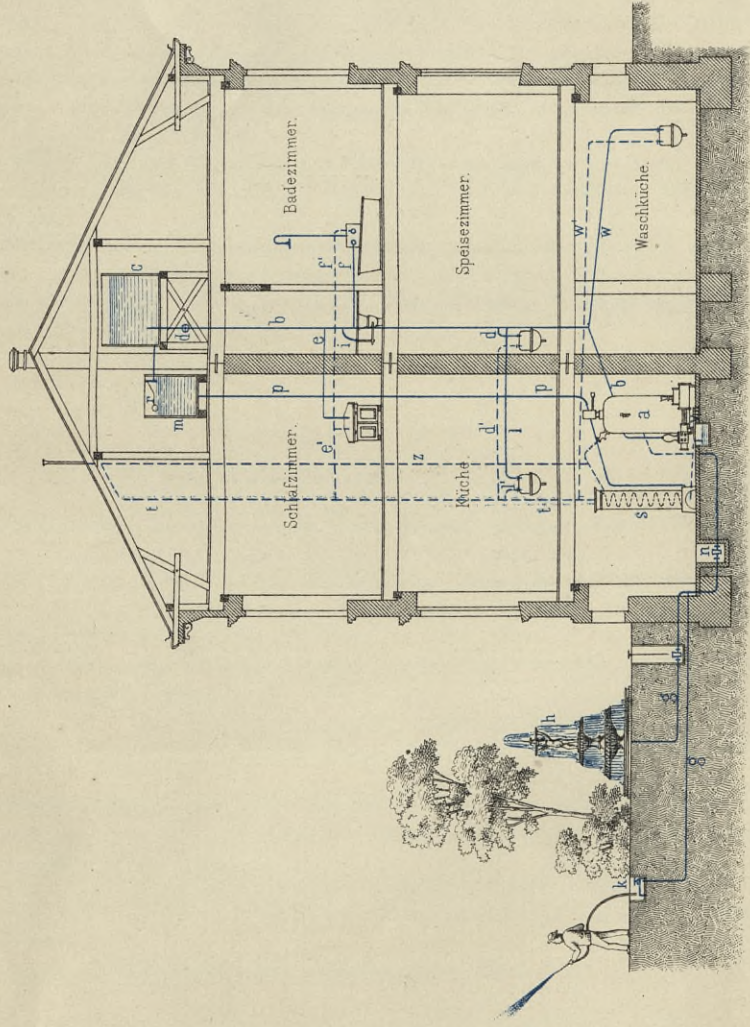
Wenn im Garten Wasser gebraucht wird, arbeitet die Dampfpumpe unausgesetzt. Sonst genügt es, das Reservoir *c* immer gefüllt zu halten; behuf steter Controle hierüber wird durch eine an einem Schwimmer befestigte Kette der Wasserstand des Reservoirs im Kellergeschofs neben dem Dampfkeffel *a* angezeigt. Ein Signalrohr, welches nach unten geführt ist, giebt außerdem dadurch, daß es beginnt, Wasser zu speien, an, wenn das Reservoir ganz gefüllt ist.

Die ganze Leitung wird, im Falle eine Reparatur nothwendig ist, durch den Haupthahn *d* abgsperrt.

368.
Reservoir
u. Ventile.

369.
Verforgung
einer
Villa.

VERSORGUNG EINER VILLA MIT KALTEM UND WARMEM WASSER.



— Kaltwasserleitungen.
 - - - Warmwasserleitungen.

2) Warmwasserleitung. Diese ist, wie folgt, angelegt. Das Reservoir *c* speist mittels eines Schwimmkugelhahns *r* (vergl. Art. 351, S. 305) das kleinere und etwas tiefer stehende Reservoir *m*. Von diesem führt ein Rohrstrang *p* nach dem im Kellergeschoß neben Kessel und Dampfmaschine stehenden Wärmepapparat *s*, in dessen unteren Boden er einmündet. Dieser Wärmepapparat ist gänzlich mit Wasser gefüllt; das Steigrohr *t* führt aus demselben bis in das Dachgeschoß. Im Vorwärmer, also vom Wasser umspült, liegt eine Rohrchlange, welche am unteren Ende entweder den von der Pumpe abgehenden Dampf oder auch, wenn diese steht, frischen Kesseldampf (aus *a*) empfängt und deren Fortsetzung am anderen Ende das Exhaust-Rohr *z* bildet, welches über das Dach geführt ist und in das oben das Steigrohr *t* mündet. Von letzterem zweigen die kurzen Rohrstränge *w'* nach der Waschküche, *l'* nach der Küche, *d'* nach dem Speisezimmer und *e' f'* nach der Waschoilette des Schlafzimmers und nach dem Badezimmer ab.

Die Wirkungsweise dieser Einrichtungen ist folgende. Sobald der Dampf in der Rohrchlange circulirt, erwärmt sich das Wasser (welches selbstredend im Rohr *t* eben so hoch steht, wie der Spiegel des Reservoirs *m*) im Wärmepapparat *s*, und die warmen Wassertheilchen steigen im Rohre *t*, weil dieses von oben in den Apparat geführt ist, empor. Somit kann man aus allen mit *t* zusammenhängenden Zweigleitungen warmes Wasser erhalten, entsprechend dem Fassungsraum des Wärmepapparates selbst noch eine geraume Zeit, nachdem der Dampf aufgehört hat, durch die Schlange zu circuliren. In dem Maße, als an den einzelnen Zapfstellen warmes Wasser verbraucht wird, sinkt kaltes aus dem Reservoir *m* nach unten in den Wärmepapparat. Das Niveau in *m* wird, wie bereits angedeutet, durch einen Schwimmkugelhahn *r* stets auf einer bestimmten Höhe erhalten.

Das Steigrohr *t* könnte auch mit Vortheil in das Reservoir *m* einmünden, damit eine Circulation des Wassers stattfinden und eine zu starke Erhitzung desselben bis zur Siedetemperatur nach längerem Stagniren nicht eintreten kann.

Das in der Rohrchlange und im Exhaustrohr sich bildende Condensationswasser wird nach einem kleinen Behälter geleitet, in dem die Kesselspeisepumpe *v* steht, die übrigens auch aus dem Brunnen saugen kann, falls Condensationswasser nicht vorhanden ist. Eben so besteht die Einrichtung, daß der Kessel auch durch die Dampfmaschine, wenn diese im Gang ist, gespeist wird¹⁵⁵).

Literatur¹⁵⁶)

über »Hauswasserleitungen«.

- FROMMANN. Gründlicher Unterricht zur Anlegung von Wasserleitungen. Coblenz 1840.
Distribution de l'eau dans les habitations. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 241, 289.
Distribution d'eau dans une maison contenant environ cent locataires. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 300.
 KÜMMEL. Beiträge zur Construction von Wasseranlagen, insbesondere zu häuslichen Zwecken. Mitth. d. Gwbver. f. Hannover. 1860, S. 255; 1861, S. 6, 71.
 GILL. Abbildungen und Erläuterungen von Wasserleitungs-Apparaten im Innern der Häuser und Wohnungen. ROMBERG's Zeitschr. f. pract. Bauk. 1860, S. 217.
 ZELLER, C. *Des conduites d'eau, de leur établissement et de leur entretien.* Paris 1863.
 SCHMIDT, E. H. Die Anlage von Kalt- und Warmwasserleitungen in Wohngebäuden. ROMBERG's Zeitschr. f. pract. Bauk. 1863, S. 47.
 Ueber die Anlage der Wasserleitungen für das Haus. HAARMANN's Zeitschr. f. Bhdw. 1866, S. 12, 26.
 HERMANN. Apparate zur Vertheilung des Wassers in den Städten und zwar auf den Straßen wie in Wohnungen. Allg. Bauz. 1867, S. 373.
 GIRARD, L. D. *Élévations d'eau. Alimentation des villes et distribution de force à domicile.* Paris 1868.
 JOLY, V. Ch. *Traité pratique du chauffage de la ventilation et de la distribution de l'eau dans les habitations particulières.* Paris 1868.
 STUMPF. Zur Anlage unserer Haus-Wasserleitungen. Deutsche Bauz. 1871, S. 61. Journ. f. Gasb. u. Wasser. 1871, S. 649.
 BLUM. Einrichtung von Wasserleitungen in Häusern mit Anwendung der Gasmaschine von LANGEN und OTTO. Baugwks.-Ztg. 1871, S. 166.
 PÜTSCH. Privat-Wasserleitungen. Baugwks.-Ztg. 1871, S. 308.

¹⁵⁵) Nach: Deutsche Bauz. 1870, S. 311.

¹⁵⁶) Die nachstehenden, so wie auch die vorhergehenden Literaturverzeichnisse sind, dem in der allgemeinen »Einleitung« Gefagten entsprechend, von der Redaction beigelegt worden.

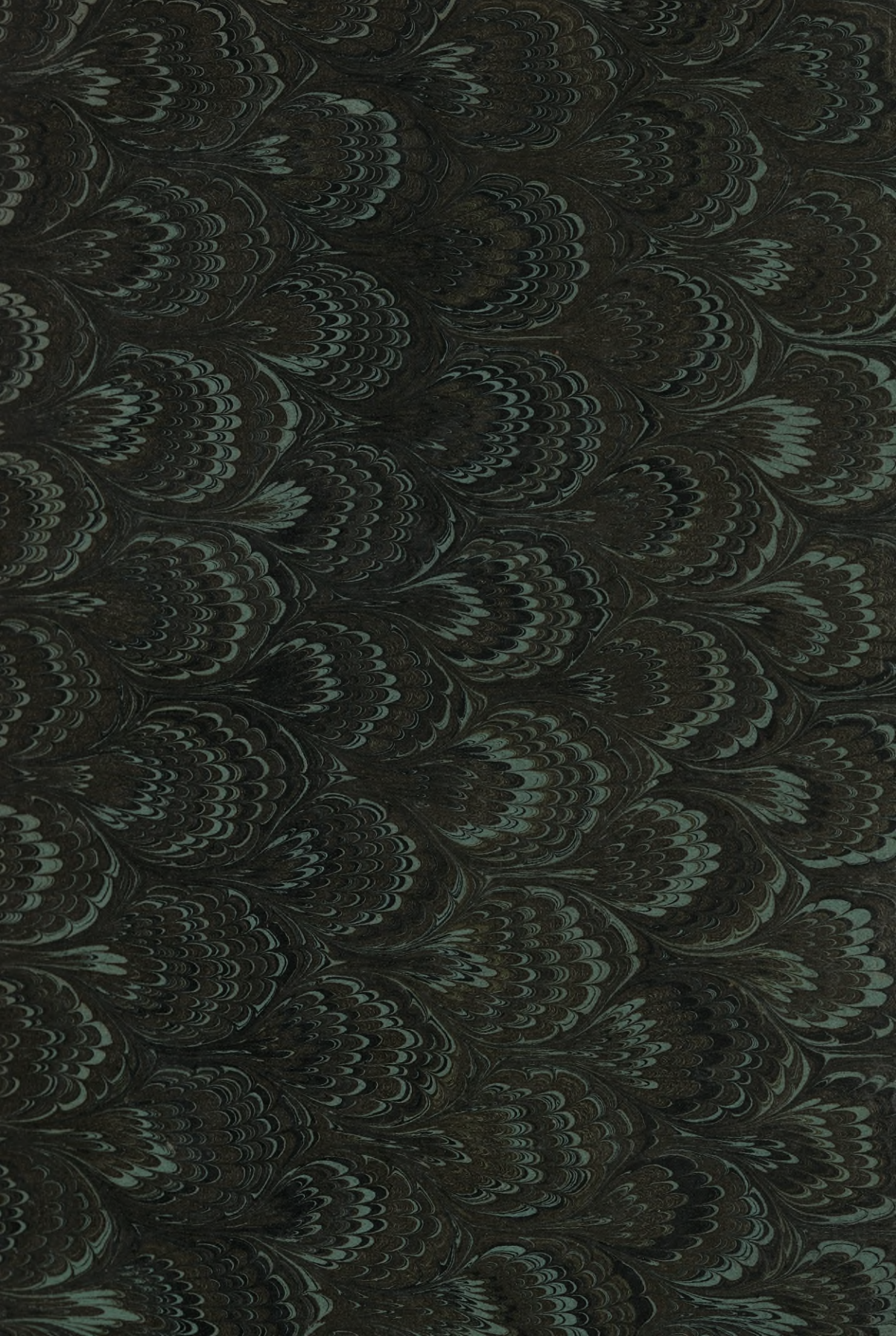
- Distribution d'eaux dans les maisons particulières. Revue gén. de l'arch.* 1872, S. 61, 115, 151, 217.
- SALBACH, B. Die Wasserleitung in ihrem Bau und ihrer Verwendung in Wohngebäuden, zu Wasch-, Bade-, Clofet- und Feuerlöcheinrichtungen, zur Gartenbewässerung und zu Springbrunnen. 2. Aufl. Halle 1876.
- Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876. Herausgegeben von der österr. Commission. 17. Heft. Heizung, Ventilation und Wasserleitungen. Von L. STROHMAYER. Wien 1877.
- Sanitary science and practice. Iron*, Vol. 10, S. 616.
- LÜDICKE, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- u. Maschinenchloffer. Weimar 1878.
- Eine Hauswasserleitung, wie sie nicht sein soll. Rohrleger 1878, S. 124.
- Eine Hauswasserleitung, wie sie sein soll. Rohrleger 1878, S. 163 u. 185.
- DUMONT, G. *Les distributions d'eaux et les canaux d'irrigations.* Paris 1879, S. 277.
- DENTON, J. B. *House sanitation, water supply, and domestic filtration etc.* London 1879.
- Assainissement des habitations. Écoulement des eaux ménagères. Revue gén. de l'arch.* 1879, S. 257; Pl. 11—12.
- FATH. *Distribution des eaux dans les maisons particulières. Semaine des const.* Vol. 3, 8. 618.
- WHITE, W. *Domestic plumbing and water service.* London 1880.
- OELRICHS, B. Wasserleitungsapparate auf der Berliner Gewerbeausstellung. Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1880, S. 201, 227, 234.
- L'eau à volonté. Monit. des arch.* 1880, S. 49, 65, 81.
- PARRY, J. *Water: its composition, collection, and distribution.* London 1880.
- SCHOLTZ, A. Construction und Anlage der Gas- und Wasserleitungen in Gebäuden etc. Stuttgart 1881.

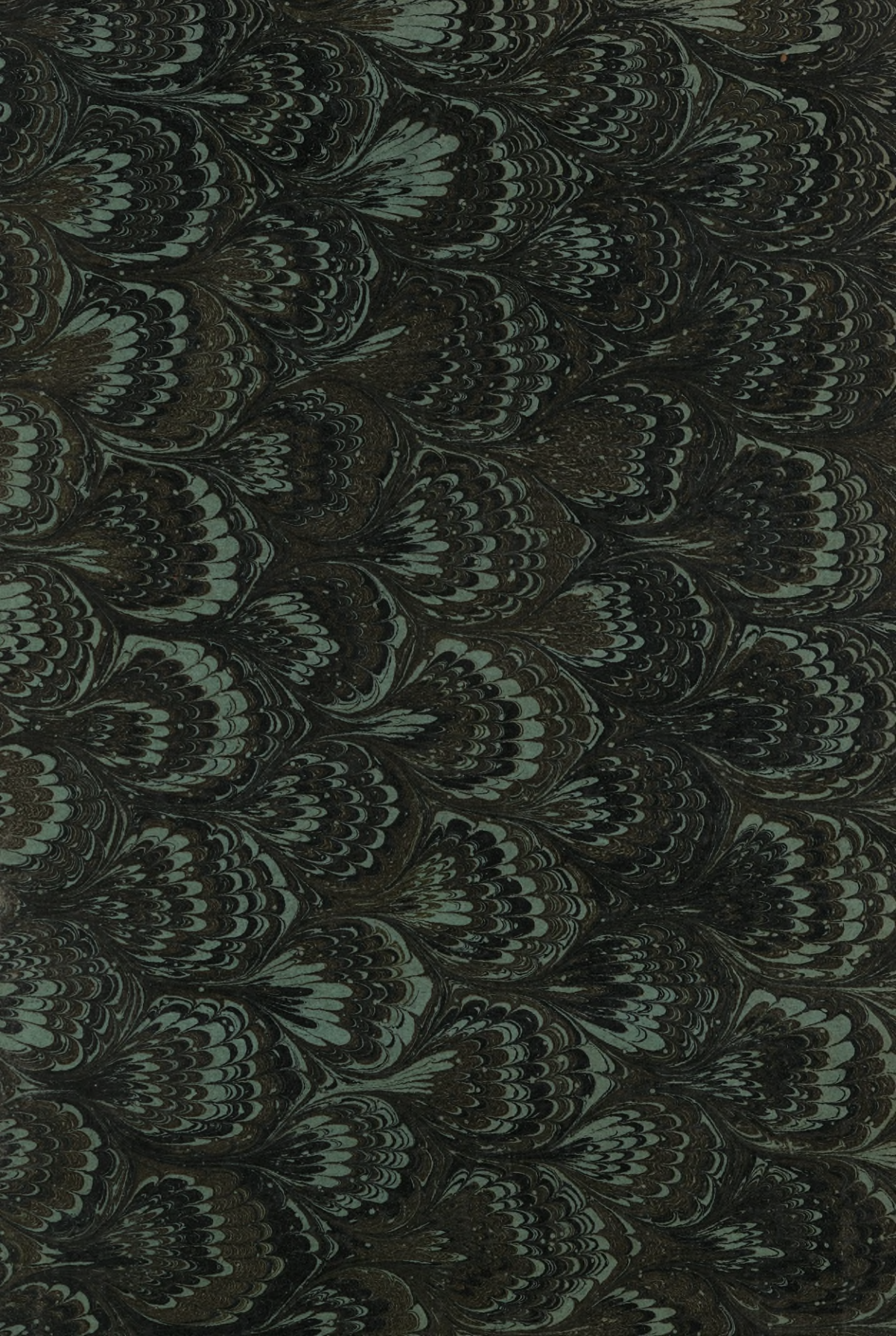
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Berichtigungen.

- S. 5, Zeile 16 v. u.: Statt »ECLET« zu lesen: »PECLET«.
- S. 22, » 8 v. o. } : Statt »Kap. 6« » » »Kap. 4«.
- S. 73, » 22 v. o. }
- S. 230, » 9 v. u. soll die Formel lauten:

$$F = \frac{W}{k} \frac{\log. \text{ nat. } \frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}}{T_1 - T_2 - (t_1 - t_2)}$$





WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-306419

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300528