



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

§ 47. Luftheizungsanlage im Direktorialgebäude des Physiologischen
Institutes zu Berlin

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96800](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96800)

auf welche sie sich aufsetzt. Von der einen Seite der Wanne fließt das Wasser mittels Zuflußrohr ein, an der anderen Seite ist das Abflußrohr angebracht. Die Regulierung der Befeuchtung ist indessen bei einfachen Pfannen schwierig; besser wird dieselbe mittels der Körting'schen „Streudüsen“ mit eingelegter Spirale bewirkt, indem man nach Bedarf einige derselben ein- oder ausschaltet.

Gewicht der Luft.

Daß die Luft die Eigenschaft der „Schwere“ besitzt, ist durch den Torricelli'schen Versuch hinreichend dargethan; auch hat man durch Wägung direkt ermittelt, daß ein Kubikmeter Luft bei 0° und 760 mm Barometerstand 1,293 kg wiegt. — Hiernach kann man das spezifische Gewicht der Luft — auf Wasser als Einheit bezogen — bestimmen. Da sich nun die spezifischen Gewichte zweier verschiedenen Substanzen bei gleichem Volumen wie die absoluten Gewichte derselben verhalten und ein Kubikmeter Wasser von normaler Dichte 1000 kg wiegt, so gilt die Gleichung:

$$x : 1 = 1,293 : 1000$$

wonach

$$x = 0,001293.$$

Diese Zahl stellt das spezifische Gewicht der Luft bei 0° und 760 mm Barometerstand dar, d. h. Wasser

hat ungefähr das 770fache Gewicht eines gleichen Volumens Luft. — Da aber gewöhnlich der Luftdruck geringer ist, auch Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt ihren Einfluß geltend machen, so pflegt man für praktische Berechnungen das Gewicht von 1 cbm Luft in der Regel = 1,25 kg anzunehmen.

Bei höherer Temperatur und gleichem Volumen ist das Gewicht geringer: denn trockene Luft dehnt sich bei konstantem Druck infolge zunehmender Erwärmung für jeden Grad des hundertteiligen Thermometers um 0,003665 ihres Volumens, das sie bei 0° hatte, aus. Diese Zahl nennt man den Ausdehnungs-Koeffizienten der Luft. Hiernach ist das Volumen eines Kubikmeter Luft von 0° bei t° C.:

$$1 + 0,003665 \cdot t \text{ cbm}$$

und für t = 100° C. = 1,3665.

Da bei dieser Ausdehnung das Volumengewicht sich nicht geändert hat, so besteht die Gleichung:

$$1 \cdot 1,293 \text{ kg} = 1,3665 \cdot x \text{ kg},$$

worin x das Gewicht der auf 100° C. erhitzten Luft bezeichnet und ist hiernach

$$x = 0,946 \text{ kg}.$$

In nachstehender Tabelle ist das absolute Gewicht der Luft für Lufttemperaturen von -20° C. bis +98° C. zusammengestellt.

Tabelle XIV. Dichtigkeit der Luft bei verschiedenen Temperaturen.

Temperatur	Dichtigkeit kg	Temperatur	Dichtigkeit kg	Temperatur	Dichtigkeit kg	Temperatur	Dichtigkeit kg	Temperatur	Dichtigkeit kg	Temperatur	Dichtigkeit kg
-20°	1,400	0°	1,289	+20°	1,209	+40°	1,132	+60°	1,064	+80°	1,004
18°	1,389	+2°	1,285	22°	1,201	42°	1,124	62°	1,058	82°	0,998
16°	1,378	4°	1,279	24°	1,197	44°	1,118	64°	1,051	84°	0,992
14°	1,368	6°	1,270	26°	1,185	46°	1,111	66°	0,045	86°	0,986
12°	1,358	8°	1,261	28°	1,177	48°	1,104	68°	1,039	88°	0,981
10°	1,347	10°	1,252	30°	1,169	50°	1,097	70°	1,033	90°	0,976
8°	1,337	12°	1,243	32°	1,161	52°	1,090	72°	1,027	92°	0,970
6°	1,327	14°	1,234	34°	1,154	54°	0,083	74°	1,021	94°	0,965
4°	1,318	16°	1,225	36°	1,146	56°	1,077	76°	1,015	96°	0,960
2°	1,311	18°	1,217	38°	1,139	58°	1,070	78°	1,009	98°	0,950

Nachdem im Vorhergehenden die wichtigsten Teile jeder Luftheizungsanlage, nämlich die Heizkammer mit Luftheizofen, die Luftleitungs- und die Regulierungsvorrichtungen eingehend erörtert worden sind, lassen wir in § 47 die Gesamtanlage zur Beheizung eines Wohngebäudes mit erwärmter Luft und als Beispiel die Anleitung zur Berechnung dieser Heizung folgen.

Breymann, Bautechniklehre. IV. Vierte Auflage.

§ 47.

Luftheizungsanlage im Direktorialgebäude des Physiologischen Institutes zu Berlin,

dargestellt auf Taf. 21 bis 24. Erbaut 1878—1880.

Zur Beheizung des Gebäudes sind, wie die nachstehende Berechnung ergibt, zwei Apparate, daher zwei Heizkammern erforderlich geworden. Die dafür geeigneten Räume haben, ihren Dimensionen entsprechend, zu einer verschiedenen Röhrenanordnung der Kaloriferen An-

laß gegeben. Zu jeder Heizkammer gehört ein separater Einfeuerungsraum und bei der längeren Kammer ein Raum zum Ausrußen der Röhren. Der Keller für Brennmaterial liegt zu beiden Kammern hinreichend bequem.

Die frische Luft wird jeder der Kammern durch einen unterirdischen, gewölbten Kanal zugeleitet, der etwa inmitten der Kammer ausmündet. Die Heizluft strömt aus der oblongen Kammer durch elf Öffnungen verschiedener Größe und versorgt ebensoviele Räume (in drei Geschossen) mit zusammen 1598 cbm Inhalt. Die bei C gelegene Heizkammer beheizt elf Räume verschiedener Größe mit 1252 cbm Inhalt. — Nach den entfernteren Heizrohrmündungen strömt die Heizluft in gezogenen Kanälen unterhalb des Gewölbes.

Die Richtung des warmen Luftstromes w ist durch Pfeile im Grundriß des Kellergeschosses angedeutet (vergl. Tafel 21).

Alle Ausmündungen der Heizluft in den Zimmern der drei Geschosse, ebenso die Einmündungen der Ventilationsluft sind durch verschieden gerichtete Pfeile in den Grundrissen und durch eingesezte Zahlen markiert. Im Durchschnitt (Tafel 24) sind dagegen die verschiedenen Luftleitungen durch charakterisierende Farben anschaulich gemacht, die Heizkanäle sind rot, die Frischluftkanäle grün, die Ventilationskanäle blau eingetragen und die Mündungen der Kanäle durch Buchstaben erläutert. Alle Ventilationskanäle münden über Dachhöhe aus und sind mit Deflektoren versehen. Die Regulierung der Luftströmungen wird durch Drosselklappen bewirkt. Weitere Beschreibungen sind durch vier Blatt Zeichnungen und die darin „enthaltenen Erklärungen“ entbehrlich gemacht.

Berechnung der Luftheizungsanlage für das Direktorial-Wohngebäude des Physikalischen Institutes zu Berlin.

Vorbemerkungen. Im III. Kapitel ist der theoretische Nachweis geführt worden, daß jeder von festen Wänden umschlossene Raum durch Strahlung und Leitung so lange Wärme abgibt, bis er die Temperatur der Umgebung erlangt hat. Da diese aber in unserem Klima während der Wintermonate erheblich sinkt, so müssen die Oberflächen der uns umgebenden Behausung durch Heizvorrichtungen eine solche Temperatur erhalten, daß die von ihnen ausströmenden Wärmestrahlen mit der physiologischen Körperwärme übereinstimmen.¹⁾

1) In den §§ 15 und folgende ist auf wissenschaftlicher Basis die Wärmemenge W ermittelt, welche stündlich durch einen Quadratmeter Umschließungsfläche bei 1° Temperaturdifferenz entweicht; dieselbe ist abhängig

1) Edm. Trélat, Wiener med. Presse. 1889, S. 1466.

von der Art der Umschließung und demgemäß für Mauern, Fensterflächen, Decken, Fußböden u. s. w. besonders hergeleitet. Die Anzahl von Wärmeeinheiten, welche durch den Quadratmeter stündlich übergeht, haben wir den Transmissions-Koeffizienten genannt und mit K bezeichnet.

Die Transmissions-Koeffizienten für Ziegelmauerwerk von verschiedener Stärke sind in den Tabellen XII und XIII zusammengestellt; für Quaderverblendung ist bei gleicher Wandstärke den Tabellenwerten ein Zuschlag von 15° zuzufügen.

Die Transmissions-Koeffizienten von Deckenkonstruktionen verschiedener Art sind aus § 17 zu entnehmen.

Die durch eine wärmeüberführende Fläche F bei $t - t_0$ Grad Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Innenluft entweichende Wärmemenge wird ausgedrückt durch die Formel:

$$W = F \cdot K (t - t_0),$$

worin K den Transmissions-Koeffizienten der Umschließungs-substanz bezeichnet.

2) In Nord- und Mitteldeutschland wird für die Berechnung von Wärmeverlusten gewöhnlich eine Winter Temperatur von -20° C. zu Grunde gelegt. Für Innenräume soll laut Ministerialerlaß vom 7. Mai 1894 der Grad der Erwärmung in öffentlichen Gebäuden betragen:¹⁾

für Wohn- und Geschäftsräume	20°
„ Auditorien	18°
„ Korridore, Flure, Treppenhäuser	12°

so daß für Wohn- und Geschäftsräume $t - t_0 = 40^\circ$ C. zu setzen ist.

Die Summe der Wärmeverluste der einzelnen umschließenden Flächen eines Raumes (der Wände, Türen, Fenster u. s. w.) ist sein Gesamtwärmeverlust.

3) Soll, wie üblich, mit der Heizung eine Lüftungsanlage verbunden werden, so muß auch die für die Vorwärmung der Frischluft auf Zimmertemperatur nötige Wärme durch den Heizapparat erzeugt werden.

4) Die Berechnung der Wärmeverluste bildet die Grundlage für die Größe der Luftheizungsanlage, sie giebt den eigentlichen „Wärmebedarf“ an und daraus ist die Leistungsfähigkeit des Kalorifers zu bestimmen.

Für sämtliche Wohnräume ist eine Maximalleistung, d. h. Erwärmung der Zimmer auf $+20^\circ$ C. bei einer Winter Temperatur im Freien von -20° C. vorausgesetzt. Für das Treppenhaus genügt eine Erwärmung auf 10° C. Die Korridore nehmen wegen ihrer geschützten Lage zwischen geheizten Räumen und wegen der zahlreichen Heizkanäle,

1) Vergl. Kapitel 7, § 90, III.

die in den Korridorwänden angebracht sind, leicht eine Temperatur von 10 bis 12° C. dauernd an. Hiernach ergeben sich für die Wärme transmittierenden Wandflächen, Decken u. s. w. nachstehende Temperaturdifferenzen:

Für Außenwände	40° C.
" Wände am Treppenhause	10° "
" " des ungeheizten Vestibüls	20° "
" " der ungeheizten Innenräume	15° "
" die Fußböden des Erdgeschosses	15° "
" " Decken des II. Stockwerkes	35° "

Diese Temperaturdifferenzen sind der Transmissionsberechnung zu Grunde gelegt und in der nachstehenden Tabelle (Spalte 7) verzeichnet. Die Transmissions-Koeffizienten der Spalte 8 sind für Backsteinmauern nach der Formel des § 17 . . $k = \frac{16,8}{4,9 + 24e}$ bestimmt worden, worin e die Wanddicke bezeichnet.

Das Produkt aus dem Flächeninhalt, der Temperaturdifferenz und dem zugehörigen Transmissions-Koeffizienten giebt den stündlichen Wärmeverlust dieser Fläche für Maximalleistung. Diese Wärmeverluste, in Wärmeeinheiten ausgedrückt, sind in der letzten Spalte der Berechnung auf Seite 118 enthalten.

Zu dem Gesamtwärmeverluste gehört auch diejenige Wärmemenge, welche in der Ventilationsluft enthalten ist und mit dieser stündlich entweicht. Die in einem Kubikmeter Ventilationsluft von + 20° enthaltene Wärmemenge drückt sich aus: durch das Produkt aus ihrem absoluten Gewicht bei dieser Temperatur, ihrer spezifischen Wärme bei konstantem Druck und ihrer Temperatur. Nun ist:

die spezifische Wärme der Luft . . = 0,2375,
das absolute Gewicht¹⁾ bei + 20° = 1,209,

in einem Kubikmeter Ventilationsluft von + 20° sind daher enthalten:

$$1,209 \times 0,2375 \times 20 = 5,74 \text{ W.-Einheiten.}$$

In Tabelle B, Spalte 2, sind die stündlich für jeden Raum abzuführenden Luftmengen in Kubikmetern angegeben unter der Annahme, daß in der Stunde eine 1½- bis 2malige Lüfterneuerung stattfindet. Für den Gesellschaftssaal ist eine dreimalige Lüfterneuerung pro Stunde zu Grunde gelegt.

Nun. Dieses Luftquantum wird schon bei der niedrigsten Temperaturdifferenz — wie solche zu Anfang und am Ende der Heizperiode zu herrschen pflegt —, d. h. bei 10 bis 12° Außentemperatur und + 20° C. Zimmertemperatur, abgeführt: Bei hohen Kältegraden fällt es daher noch bedeutender aus.

Multipliziert man die Zahlen der Spalte 2, Tabelle B, mit der vorstehend ermittelten Zahl 5,7, so erhält man die

1) Hierzu die Tabellen A und B auf S. 118 bis 120.

Wärmeverluste durch Ventilation; diese Resultate sind in Spalte 4 zusammengestellt.

Von dem Wärmeverluste durch Ventilation ist noch für den Gesellschaftssaal die darin stündlich produzierte Wärmemenge mit 120 Wärmeeinheiten pro Kopf in Abzug zu bringen, also für 20 Personen mit 2400 Wärmeeinheiten.¹⁾

In Tabelle B, Spalte 5, endlich sind die Gesamtwärmeverluste sämtlicher zu heizenden Räume des Gebäudes enthalten.

Größe der Heizfläche.

Die Heizfläche des Kalorifere bestimmt sich aus der Summe der Gesamtwärmeverluste, d. h. aus der Luftmenge, welche der betreffende Heizapparat in der Stunde zu erwärmen hat. Die durchschnittliche Temperatur der den Räumen zugeführten Heizluft soll + 40° C. betragen, bei welcher Temperatur ein Kubikmeter Luft

$$1,132 \times 0,237 \times 40 = 10,7 \text{ Wärmeeinheiten}$$

enthält. Dividiert man den Gesamtwärmeverlust eines jeden Raumes durch die Zahl 10,7, so erhält man als Resultat die Kubikmeter Heizluft, welche demselben zugeführt werden muß. Diese Luftmengen sind in Spalte 6 der Tabelle B zusammengestellt und betragen

für Gruppe I	3433,5 cbm
" " II	3089 "

Beide Luftvolumina müssen sich im Maximum von — 20° auf + 40° erwärmen und demgemäß ausdehnen. Das Volumen bei + 40° ist bekannt und sei bezeichnet durch V₄₀, dasjenige bei — 20° kann man ableiten aus der Formel:

$$V(-20) = \frac{V_{40}}{1 + at}$$

worin t die Temperaturerhöhung und a den Ausdehnungs-Koeffizienten der Luft = 0,003665 bezeichnet. Hiernach ist:

$$V(-20) = \frac{3433,5 \text{ cbm}}{1 + 0,003665 \cdot 60} = 2814 \text{ cbm für Gruppe I,}$$

$$V(-20) = \frac{3089 \text{ cbm}}{1 + 0,003665 \cdot 60} = 2532 \text{ cbm für Gruppe II.}$$

Zur Erwärmung eines Kubikmeter Luft von — 20° Temperatur und 1,4 kg Gewicht auf + 40° C. sind erforderlich:

$$1,400 \times 0,237 \times 60 = 19,9 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Hiernach berechnet sich die Gesamtwärmeproduktion für Gruppe I zu 2814 × 19,9 = 55 999 Wärmeeinh.,
" " II " 2532 × 19,9 = 50 386 "

1) Die Wärmeerzeugung durch Gasflammen ist nicht in Betracht gezogen. Der Verf.

Für kontinuierliche Heizung bei Tage und Unterbrechung bei Nacht sind diese Zahlen (vergl. S. 44) zu multiplizieren mit dem empirischen Koeffizienten 1,2, so daß die voraussichtlich höchste Gesamtwärmeproduktion betragen dürfte:

für den Kalorifer der Gruppe I = 67 200 W.-Ein.,
 " " " " " " II = 60 463 "

Die stündlich durch einen Quadratmeter glatte, gußeiserne Heizfläche entwickelte Wärmemenge beträgt 2500 bis 3000 Wärmeeinheiten. Ein größerer Teil der Flächen des Apparates besteht jedoch aus gerippten Strahlungsflächen, welche vom Feuer nicht direkt berührt werden, auch sind horizontale Heizröhren nur mit einem Teile ihres Umfanges in Rechnung zu stellen: Wir wollen daher im Durchschnitt die Wärmeproduktion eines Quadratmeters Heizfläche nur zu 2000 Wärmeeinheiten annehmen. Danach sind erforderlich rot:

für den Kalorifer I $\frac{67\,200}{2000}$ rot. = 34 qm Heizfläche.
 " " " II $\frac{60\,463}{2000}$ rot. = 30 qm Heizfläche.

Querschnitt der Heizkanäle.

Hierbei ist nur eine Ausströmungsgeschwindigkeit zu Grunde gelegt, wie sie etwa der mittleren Temperatur des Januar in Berlin bei einer Heizkammertemperatur von 60° C. entspricht.

Nach den im Gymnasium zu Rendsburg¹⁾ vorgenommenen anemometrischen Versuchen (welche mit den in § 44 durch Rechnung ermittelten Geschwindigkeiten nahezu übereinstimmen) beträgt die Ausströmungsgeschwindigkeit:

Für das Erdgeschoß im Mittel 1,2 bis 1,5 m in der Sekunde,
 " " I. Stockwerk im Mittel 2,0 bis 2,38 m " " "
 " " II. " " " 2,2 bis 2,6 m " " "

Man erhält nun die Querschnitte der Heizkanäle in Quadratmetern, indem man das den Räumen zuzuführende Luftquantum dividiert durch das Produkt aus Geschwindigkeit und Zeitdauer. Danach sind die in Tabelle B, Spalte 8, enthaltenen Querschnitte unter Zugrundelegung folgender Ausströmungsgeschwindigkeiten berechnet:

Im Erdgeschoß 1,2 m,
 " I. Stockwerk 2,0 m,
 " II. " " " " 2,5 m.

Für Zimmer Nr. 1 beträgt demnach der Querschnitt des Heizkanals:

$$\frac{387}{3600 \cdot 1,2} = 0,089 \text{ qm.}$$

1) Diese Messungen sind bei +2° äußerer Temperatur und für ähnliche Etagenhöhen vorgenommen worden. Der Verf.

Querschnitte der Ventilationskanäle.

Dieselben sind für die Minimal-Temperaturdifferenz von 8° C., wie solche zu Anfang und am Ende der Heizperiode stattfindet, nämlich für +10 bis 12° Lufttemperatur im Freien und +20° C. Zimmertemperatur zu berechnen. Schon bei dieser Differenz von 8° C. soll ein- bis zweimaliger Luftwechsel für die Wohn- und Schlafzimmer, und eine dreimalige Lüfterneuerung für den Salon stattfinden. Da die theoretische Abzugsgeschwindigkeit der Ventilationsluft außer von der Temperaturdifferenz auch von der Höhe und Beschaffenheit der Abzugskanäle abhängt, so berechnet sie sich nach der Formel I, § 44

$$v = 4,4 \sqrt{\frac{H(T-t)}{273+t}}$$

Die effektive Abzugsgeschwindigkeit ist nur 1/2 der theoretischen.

Die Höhe der Kanäle beträgt vom Fußboden des Geschosses ab gerechnet:

für die Räume im Erdgeschoß . 16,16 m,
 " " " " I. Stock . . 12,26 m,
 " " " " II. " " . . 7,39 m.

Die wirklichen Abzugsgeschwindigkeiten bei T-t = 8° betragen demnach:

für das Erdgeschoß $0,5 \times 4,4 \sqrt{\frac{16,16 \times 8}{293}} = 1,487 \text{ m,}$
 " " I. Stockw. $0,5 \times 4,4 \sqrt{\frac{12,26 \times 8}{293}} = 1,279 \text{ m,}$
 " " II. Stockw. $0,5 \times 4,4 \sqrt{\frac{7,39 \times 8}{293}} = 0,981 \text{ m.}$

Hienach erhält man unter Annahme eines ein- bis zweimaligen Luftwechsels in den Wohnräumen und einer dreimaligen Lüfterneuerung im Salon folgende Querschnitte für die Räume von Gruppe I, wie sie in Spalte 9 zusammengestellt sind.

E	}	für das Zimmer des Direktors .	$\frac{300}{1,49 \cdot 3600} = 0,056 \text{ qm}$
		" " Vorzimmer	$73 : (1,49 \times 3600) = 0,014 \text{ "}$
		" " Privatlaboratorium	$300 : (1,49 \times 3600) = 0,056 \text{ "}$
I	}	" " Treppenhaus	$263 : (1,49 \times 3600) = 0,049 \text{ "}$
		" " Arbeitszimmer	$325 : (1,28 \times 3600) = 0,070 \text{ "}$
		" " Vorzimmer	$100 : (1,28 \times 3600) = 0,021 \text{ "}$
II	}	" " Zimmer der Töchter	$250 : (1,28 \times 3600) = 0,054 \text{ "}$
		" " Salon (zur Hälfte)	$426 : (1,28 \times 3600) = 0,092 \text{ "}$
		" " Schlafzimmer	$154 : (0,98 \times 3600) = 0,043 \text{ "}$
		" " " " " " " " " " " "	$250 : (0,98 \times 3600) = 0,070 \text{ "}$
		" " " " " " " " " " " "	$160 : (0,98 \times 3600) = 0,045 \text{ "}$
		" " den disponiblen Raum	$79 : (0,96 \times 3600) = 0,022 \text{ "}$

Bei der Ausführung sind vorstehende Querschnittsdimensionen — zum Teil des Mauerverbandes wegen — auf die Zahlen der Spalte 10 vergrößert worden.

Die Querschnitte für Gruppe II wurden in derselben Weise bestimmt.

Bestimmung des Kohlenverbrauches.

Bei einer Außentemperatur von -1°C ., welche 4° niedriger bleibt, als die mittlere Wintertemperatur von Berlin, beträgt der stündliche Wärmeverlust nur $\frac{21}{40}$ des oben berechneten Maximalbedarfes, also

für Gruppe I $\frac{67200 \times 21}{40} = 35280$ Wärme-Einh.

" " II $\frac{60463 \times 21}{40} = 31743$ "

zusammen 67023 Wärme-Einh.

Bei täglich 10stündiger Heizung resultiert also ein täglicher mittlerer Wärmebedarf von zusammen

$10 \times 67023 = 670000$ Wärme-Einh. rot.

Nun beträgt der theoretische Heizeffekt mittelguter Steinkohlen pro Kilogramm 6000 Wärmeeinheiten, wovon in Wirklichkeit nur nutzbar gemacht werden 67 Proz. oder

rot. 4000 Wärmeeinheiten: der gesamte Kohlenverbrauch für sechs Heizmonate oder 180 Heiztage (Mitte Oktober bis Mitte April) berechnet sich daher pro Heizperiode auf

$\frac{670000 \times 180}{4000} = 30150 \text{ kg} = \frac{30150}{75} = 402 \text{ hl.}$

In praxi betrug der tägliche Kohlenverbrauch nach sieben tägiger Beobachtung bei im Mittel $2,5^{\circ}$ äußerer Temperatur für beide Kaloriferen = 3 hl.

Die Gesamtkosten der Heizungsanlage betrug laut nachstehender Aufstellung 8730 Mark.

Der Kubikinhalt sämtlicher zu erwärmenden Räume beträgt nach Tabelle B, Kol. 1 rot. $1598 + 1252 = 2850$ cbm; hiernach erforderten je 100 cbm zu heizender Raum einschließlich der Ventilationseinrichtungen

$\frac{8730}{28,50} = 306$ Mark Anlagekosten.

Kosten der Heizanlage.

Nr.	Anzahl	Benennung der Gegenstände	Geldbetrag			
			im einzelnen		im ganzen	
			M	δ	M	δ
I. Erd- und Mauerarbeiten.						
1	—	Die Fundamente der beiden Heizapparate und				
2	12	lauf. Meter Kanal, letzterer 0,38 m in den Wangen stark mit $\frac{1}{2}$ Stein starkem Gewölbe. Hierzu die Erde ausgehoben, das Fundament in angemessener Breite in Beton hergestellt, die Wangenmauern des Kanals mit Klütern in Cement aufgeführt und überwölbt, auch das umgekehrte Gewölbe als Sohle desselben in Cement hergestellt und den Kanal abgedeckt. Hierzu an Arbeitslohn zusammen	363	—		
		Material	960	—		
3	—	Sonstige Mauerarbeiten an den Stirnmauern der beiden Kammern, beim Vermauern der Reinigungskapiteln und der Zuleitungen für warme Luft in die Steigeanäle, beim Einsetzen der sämtlichen Verschlussgitter, der Drossel- und Jalousieklappen und der Befestigung von Deflektoren auf den Ventilationsseffen	840	—		
		Mauerarbeiten	—	—	2163	—
II. Eisenteile und Geräte.						
4	2	Kalorifere von Reinhardt in Würzburg, mit 36 qm Heizfläche und Wasserverdunstungsgefäßen	3462	—		
5	2	Rauchrohre vom Heizapparate nach dem Schornsteine führend, von 30 cm lichter Weite, zusammen 4 m lang	80	—		
6	2	Einschlußthüren zu den Heizkammern	42	—		
7	2	Saß große Schürgeräte	72	—		
8	1	große Fußbüchse	7	—		
9	2	eiserne Drehklappen mit Schlüssel für den kalten Kanal, à 1,20 breit, 0,90 m lang à 50 M	100	—		
10		Fracht und Aufstellungskosten (Montage)	650	—		
11	15	qm eiserne Gitter zum Verkleiden der Heiz- und Ventilations-Öffnungen	540	—		
12	22	Drosselklappen verschiedener Größe zum Abschluß der Heizkanäle durchschnittlich à 12,5 M	297	—		
13		desgl. für die Ventilationskanäle	297	—		
14	50	Drehklappen für den Verschluss der unteren Ausströmungsöffnungen	600	—		
15	28	Jalousieklappen mit Stellstange für die oberen Ventilationsöffnungen	420	—		
		Gesamtkosten	—	—	6567	—
					8730	—

A. Berechnung der Wärmetransmission von den Räumen im Direktorialgebäude des „Physikalischen Institutes“ zu Berlin.

Stad	Nr.	Benennung der Räume	Transmittierende Flächen	Dimensionen			Flächeninhalt	Temperaturdifferenz	Transmissionskoeffizient	Anzahl der W.-Einh.	
				Mauerstärke	Länge	Höhe				in einzelnen	in ganzen
Gruppe I.											
E.	1	Zimmer des Direktors	Frontwand abz. der Fenster	0,64	6,37	4,15	19,94	40°	0,82	654,03	2427,52
			2 Doppelfenster	—	2,60	2,50	6,50	40	1,54	400,40	
			Angebaute Wand	0,64	7,41	4,15	28,22	15	0,82	349,57	
			Tür darin	—	1,10	2,30	2,53	15	2,60	93,47	
			Wand am Klosett	0,51	6,37	4,15	26,44	15	0,96	380,74	
			Teil der Wand am Korridor	0,64	3,00	4,15	7,95	8	0,82	52,15	
			Die Tür darin	—	1,50	3,00	4,50	8	2,60	93,60	
			Der Fußboden	—	6,37	7,41	47,20	15	0,39	276,12	
			Die gestaffte Decke	—	6,37	7,41	47,20	5	0,54	127,44	
E.	2	Vorzimmer	Frontwand abz. 2 Fenster	0,64	2,70	4,15	7,7	40	0,82	231,90	
			2 Doppelfenster	—	1,80	2,30	4,14	40	1,54	255,02	
			Korridorwand	0,25	2,70	4,15	8,68	8	1,55	107,63	
			1 Tür darin	—	1,10	2,30	2,53	8	2,60	52,62	
			Fußboden	—	4,40	2,70	11,88	15	0,39	69,50	
			Decke (gestaft)	—	4,40	2,70	11,88	5	0,54	32,08	
E.	3	Privatlaboratorium	2 Frontwände abz. 3 Fenster	0,64	{ 6,37 5,98 }	4,15	41,50	40	0,82	1361,20	2722,66
			3 Fenster	—	3,90	2,50	9,75	40	1,54	600,60	
			Wand an der Garderobe	0,51	6,37	4,15	26,44	15	0,96	380,74	
			Wand am Korridor	0,64	2,00	4,15	8,30	8	0,82	54,45	
			Fußboden	—	6,37	5,98	38,09	15	0,39	222,83	
			Decke (gestaft)	—	6,37	5,98	38,09	5	0,54	102,84	
E.	4	Treppenhaus	Frontwand abz. 2 Fenster	0,51	3,10	13,20	28,68	30	0,82	705,53	3261,91
			2 einfache Fenster	—	3,60	3,40	12,24	30	3,00	1101,60	
			2 Mangelmauern	0,38	14,00	13,20	184,80	5	1,12	1034,88	
			alter Fußboden	—	3,10	7,00	21,70	15	0,39	126,95	
			alte Decke	—	3,10	7,00	21,70	25	0,54	292,95	
I.	5	Arbeitszimmer	Frontwand abz. 2 Fenster	0,64	6,37	4,60	20,02	40	0,82	656,66	2464,71
			2 Doppelfenster	—	2,90	3,20	9,28	40	1,54	571,65	
			Wand angebaut	0,64	7,41	4,60	31,56	15	0,82	388,19	
			1 Tür darin	—	1,10	2,30	2,53	15	2,60	98,67	
			Wand am Klosett	0,51	6,37	4,60	29,30	15	0,96	421,92	
			Wand am Korridor	0,64	3,00	4,60	11,27	8	0,82	73,93	
			1 Tür darin	—	1,10	2,30	2,53	8	2,60	52,62	
			Fußboden	—	6,37	7,41	47,20	4	0,39	73,63	
			Decke (gestaft)	—	6,37	7,41	47,20	5	0,54	127,44	
I.	6	Vorzimmer	Eckwand abz. 2 Fenster	0,51	3,70	4,60	9,06	40	0,96	347,90	
			2 Fenster	—	1,80	3,20	7,96	40	1,54	490,34	
			2 desgl.	—	1,00	2,20	2,20	40	1,54	490,34	
			Einfache Glaswand	{ —	2,70	3,80	10,26	8	3,00	246,24	
				{ —	2,70	0,80	2,16	8	2,60	44,93	
			Fußboden	—	5,20	2,70	14,04	4	0,39	21,90	
			Decke (gestaft)	—	5,20	2,70	14,04	5	0,54	37,91	
I.	7	Zimmer der Töchter	2 Frontwände abz. 2 Fenster	0,64	{ 6,37 5,98 }	4,60	42,89	40	0,82	1406,79	2528,93
			3 Doppelfenster	—	4,35	3,20	13,92	40	1,54	857,47	
			Wandteil am Korridor	0,64	2,20	4,60	7,59	8	0,82	49,79	
			1 Tür darin	—	1,10	2,30	2,53	8	2,60	52,62	
			Fußboden	—	6,37	5,98	38,09	4	0,39	59,42	
			Decke (gestaft)	—	6,37	5,98	38,09	5	0,54	102,84	
Seitenbetrag										15343,70	

Stoß	Nr.	Benennung der Räume	Transmittierende Flächen	Dimensionen			Flächeninhalt	Temperaturdifferenz	Transmissionskoeffizient	Anzahl der W.-Einh.				
				Mauerstärke	Länge	Höhe				im einzelnen	im ganzen			
I.	8	Salon	Frontwand abz. 4 Fenster	0,64 0,51 — — — — — — — —	7,20	4,60	23,84	40°	0,82 0,96 — — — — — — — —	Übertrag: 15343,70				
			4 Fenster		3,54	4,60	8,32	40		781,95				
			2 Fenster		4,70	3,20	17,24	40		319,49				
			Korridorwand		1,00	2,20	—	—		1061,98				
			2 Türen darin		0,64	9,74	4,60	35,50		8	232,88			
			Fußboden		—	3,10	3,00	9,30		8	193,44			
			Decke (gestaft)		—	9,74	6,37	62,04		4	96,78			
			—		—	9,74	6,37	62,04		5	167,51			
			—		—	—	—	—		—	2854,03			
			hiervon 1/2 für Gruppe I =										1427,01	
II.	9	Eckschlafzimmer	2 Frontwände abz. 4 Fenster	0,51	{6,43}	3,65	35,52	40°	0,96	1363,97				
			4 Fenster		{6,04}	4,00	2,50	10,00		40	1,54	616,00		
			Korridorwand		0,64	2,00	3,65	4,77		8	0,82	31,29		
			1 Thür darin		—	1,10	2,30	2,53		8	2,60	52,62		
			Fußboden		—	6,43	6,04	38,84		4	0,39	60,59		
			Decke (gestaft)		—	6,43	6,04	38,84		35	0,54	734,08		
2858,55														
II.	10 u. 11	Schlafzimmer	Frontwand abz. 3 Fenster	0,51	{3,08}	3,65	15,93	40	0,96	611,71				
			3 Fenster		{3,34}	3,00	2,50	7,50		40	1,54	462,00		
			Korridorwand		0,64	6,42	3,65	18,37		8	0,82	120,51		
			2 Türen darin		—	2,20	2,30	5,06		8	2,60	105,25		
			Fußboden		—	6,42	6,43	41,28		4	0,39	64,40		
Decke (gestaft)	—	6,42	6,43	41,28	35	0,54	780,19							
2144,06														
II.	12	Disponibler Raum	—	—	—	—	—	—	—	1035,00				
			Summa: Gruppe I									22808,32		
Gruppe II.														
E.	13 E. 14	Dienerzimmer do.	Wie Gruppe I Nr. 3.	—	—	—	—	—	—	2722,66				
			Frontwand abz. Fenster	0,64	2,81	4,15	8,41	40	0,82	275,85				
			1 Fenster	—	1,30	2,50	3,25	40	1,54	200,20				
			Wand am Vestibül	0,38	6,37	4,15	23,91	20	1,12	535,58				
			1 Thür darin	—	1,10	2,30	2,53	20	2,60	131,56				
			Wand am Korridor	0,64	2,81	4,15	9,13	10	0,82	74,87				
			1 Thür darin	—	1,10	2,30	2,53	10	2,60	65,78				
			Fußboden	—	6,37	2,81	17,90	15	0,39	104,72				
			Decke (gestaft)	—	6,37	2,81	17,90	5	0,54	48,33				
1436,89														
I.	15	Salon	Wie Gruppe I Nr. 8.	—	—	—	—	—	—	1427,01				
			Zimmer der Frau	—	—	—	—	—	—	—	2528,93			
I.	16 I. 17	Blumenzimmer	Wie Gruppe I Nr. 7.	—	—	—	—	—	—	1189,22				
			Wie Gruppe I Nr. 6.	—	—	—	—	—	—	—	—			
I.	18	Speisezimmer	2 Frontwände abz. 2 Fenster	0,64	{6,37}	4,60	36,58	40	0,82	1199,82				
			2 Fenster		{3,60}	3,20	9,28	40		1,54	571,65			
			Erkerwand abz. 3 Fenster		0,51	5,50	4,60	15,70		40	0,96	602,88		
			3 Fenster		—	3,00	3,20	9,60		40	1,54	591,36		
			Wand an der Treppe		—	6,37	4,60	27,00		10	1,12	302,40		
			1 Thür darin		—	1,00	2,30	2,30		10	2,60	59,80		
			Wand am Korridor		0,64	2,75	4,60	8,15		8	0,82	53,46		
			1 Thür darin		—	1,50	3,00	4,50		8	2,60	93,60		
			Fußboden		—	6,37	6,85	43,63		4	0,39	68,06		
			Decke		—	6,37	6,85	43,63		5	0,54	117,80		
			Fußboden im Erker		—	—	—	7,07		4	0,39	11,03		
			kalte Decke dafelbst		—	—	—	7,07		35	0,54	133,62		
			3805,43											
			II.		19	Schlafzimmer	Frontwand abz. Fenster	0,51		3,08	3,65	8,74	40	0,96
1 Fenster	—	1,00		2,50			2,50		40	1,54	154,00			
Korridorwand	—	3,08		3,65			8,71		8	0,82	57,14			
1 Thür darin	—	1,10		2,30			2,53		8	2,60	52,62			
Fußboden	—	3,08		6,43			19,80		4	0,39	30,89			
Decke	—	3,08		6,43			19,80		35	0,54	374,22			
1004,49														
Gruppe II Seitenbetrag									14114,63					

Stock	Nr.	Benennung der Räume	Transmittierende Flächen	Dimensionen			Flächeninhalt	Temperaturdifferenz	Transmissionskoeffizient	Anzahl der W.-Einb.	
				Mauerstärke	Länge	Höhe				im einzelnen	im ganzen
II.	20	Schlafzimmer	Wie Gruppe I Nr. 9	—	—	—	—	—	Übertrag: . . . 14114,63		
II.	21	Schlafzimmer	Frontwände abg. 5 Fenster	0,51	{6,93 6,43}	3,65	36,26	40°	0,96	1392,38	2858,55
			5 Fenster	—	5,00	2,50	12,50	40	1,54	770,00	
			Wand am Badezimmer	—	6,43	3,65	21,27	10	1,12	238,22	
			1 Thür darin	—	1,00	2,20	2,20	10	2,60	57,20	
			Korridorwand	—	2,75	3,65	10,04	8	0,82	65,86	
			Fußboden	—	6,93	6,43	44,56	4	0,39	69,51	
			Decke	—	6,93	6,43	44,56	35	0,54	842,18	
										3435,35	
II.	22	Ankleidezimmer	Frontwand abg. 2 Fenster	0,51	2,70	3,65	4,86	40	0,96	186,62	856,88
			2 Fenster	—	2,00	2,50	5,00	40	1,54	308,00	
			Korridorwand	0,25	2,70	3,65	7,33	8	1,54	90,31	
			1 Thür darin	—	1,10	2,30	2,53	8	2,60	52,62	
			Fußboden	—	2,70	3,97	10,72	4	0,39	16,72	
			Decke	—	2,70	3,97	10,72	35	0,54	202,61	
										856,88	
										Summa: Gruppe II	21265,41

B. Übersicht des Gesamt-Wärmeverlustes.

Stock	Nr.	Benennung der Räume	Rauminhalt	Evakuierte Luftmenge	Wärmeverlust		Gesamt-Wärmeverlust	ebm Heizluft	Querschnitt der Heizkanäle	Querschnitt der Ventilationsfanäle	
					Transmission in der Stunde	Ventilation in der Stunde				berechnet	ausgeführt
Gruppe I.											
E.	1	Direktorzimmer	196	300	2428	1710	4138	386,7	0,089	0,056	0,16
E.	2	Vorzimmer	49	73	749	279	1028	96,0	0,022	0,014	0,04
E.	3	Privatlaboratorium	158	300	2723	1710	4433	414,3	0,095	0,056	0,21
E.	4	Treppenhaus	263	263	3262	1499	4761	444,9	0,127	0,049	0,076
I.	5	Arbeitszimmer	217	325	2465	1852	4317	403,4	0,056	0,070	0,15
I.	6	Vorzimmer	64	100	1189	570	1759	164,3	0,023	0,021	0,04
I.	7	Zimmer der Töchter	175	250	2529	1425	3954	369,5	0,051	0,054	0,18
I.	8	Salon 1/2	142	426	1427	2428—1200	2655	248,1	0,034	0,093	0,14
II.	9	Schlafzimmer	142	250	2859	1425	4284	400,2	0,044	0,070	0,13
II.	10	"	73	154	1004	878	1882	175,8	0,018	0,043	0,05
II.	11	"	79	160	1140	912	2051	191,6	0,021	0,045	0,05
II.	12	Disponibler Raum	40	79	1035	450	1485	138,7	0,015	0,022	0,06
			1598				36747	3433,5			
Gruppe II.											
E.	13	Dienerzimmer	158	300	2723	1710	4433	414,3	0,095	0,056	0,19
E.	14	"	74	154	1437	878	2315	216,3	0,050	0,043	0,13
I.	15	Salon 1/2	142	426	1427	2428—1200	2655	248,1	0,034	0,093	0,14
I.	16	Zimmer der Frau	175	250	2529	1425	3954	369,5	0,051	0,054	0,18
I.	17	Nummernzimmer	64	100	1189	570	1759	164,3	0,023	0,021	0,04
I.	18	Speisezimmer	223	450	3805	2565—1200	5170	483,1	0,067	0,097	0,16
II.	19	Schlafzimmer	72	154	1004	878	1882	175,8	0,018	0,043	0,055
II.	20	"	142	250	2859	1425	4284	400,2	0,044	0,070	0,13
II.	21	"	163	328	3435	1870	5305	495,8	0,055	0,061	0,098
II.	22	Ankleidezimmer	39	78	857	445	1302	121,7	0,013	0,022	0,060
			1252				33059	3089,1			