

## DIE HEIZUNGS- UND LÜFTUNGSANLAGE IM „HAUS DES RUNDFUNKS“, BERLIN

VON DIPL.-ING. H. BEHRENS, OBERBAURAT, BERLIN • 7 ABBILDUNGEN

**Einleitung.** Mit Einverständnis der Reichsrundfunk-Gesellschaft wird nachstehend auf Grund der vorliegenden Berechnungen und an Hand der Ausführungen eine Beschreibung der Heizungs- und Lüftungsanlagen gegeben. Hierbei haben mich vornehmlich zwei Gründe geleitet: Einmal ist der Neubau dieses nach den Plänen Poelzig's erbauten Rundfunkhauses<sup>1)</sup> gerade in heutiger schwerer Zeit bautechnisch so bedeutungsvoll und eigenartig, daß dabei die Planung und Herstellung einer guten Heizungs- und Lüftungsanlage von außerordentlichem Interesse ist. Sodann muß immer wieder und gerade in Fachzeitschriften, die von Architekten gelesen werden, zum Ausdruck kommen, wie tief und belangvoll die Montage einer Heizungs- und Lüftungsanlage in die Herstellung eines solchen Bauwerkes eingreift, wie sehr der Architekt schon bei der ersten Planung des Gebäudes ihre Belange berücksichtigen sollte.

**Bausubstanz.** Das „Haus des Rundfunks“ besteht (vgl. Grundriß, Abb. 5) aus einem vier- bzw. fünfstöckigen Randbau und den drei im nahezu dreieckigen Innenraum des Randbaues angeordneten Saalbauten, insgesamt mit etwa 100 000 cbm beheiztem Rauminhalt. Der Randbau beherbergt die Verwaltungsräume und schützt die in seinem Schallschatten errichteten Sendesäle vor dem Straßenlärm. Um gegenseitige Belästigungen und Störungen auszuschalten, sind die Saal- und Randbauten voneinander durch durchgehende senkrechte und waagerechte Isolierfugen getrennt. Die Wände bestehen aus Ziegelmauerwerk, das innen durchweg geputzt, außen z. T. geputzt, z. T. durch Klinker bzw. Keramikplatten verkleidet ist. Die Decken sind meist Ziegelhohlsteindecken mit Estrich- und Linoleumbelag. Die Decke des obersten Geschosses ist zugleich Dach und hat außer dem Überbeton, Asphalt- und Pappenabdichtung noch einen Wärmeschutz aus Isolierplatten erhalten. Desgl. sind die 25 cm starken Fensterbrüstungen durch unter Putz verlegte Isolierplatten geschützt. In den Verwaltungsräumen und kleinen Sälen sind normale Kastendoppelfenster, in den Fluren, Aborten und Treppenhäusern einfache Fenster ausgeführt, beide mit oberen Kipflügeln.

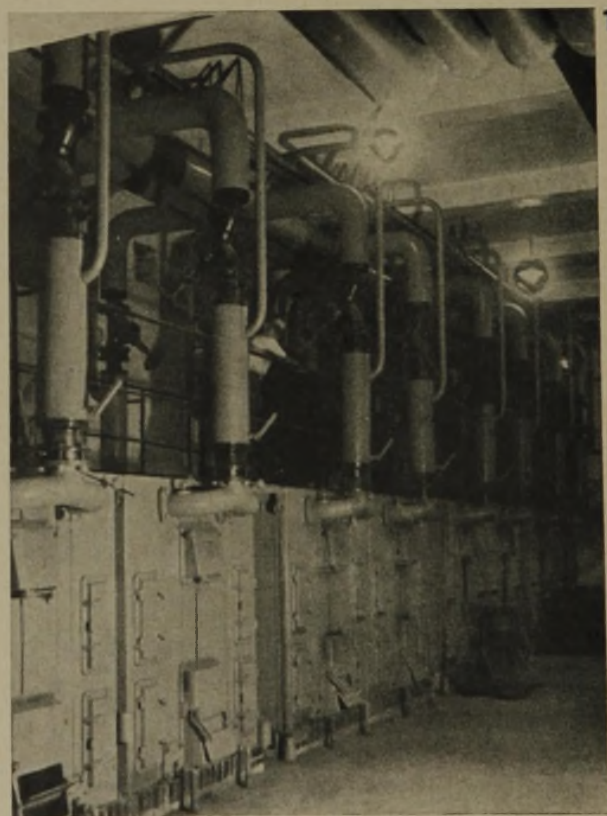
**Heizungssystem.** Nach den für die Ausführung der Heizungs- und Lüftungsanlage geltenden Bedingungen sollen einerseits im allgemeinen selbstverständlich die gesundheitlichen und wirtschaftlichen Forderungen erfüllt, andererseits durch den Betrieb im besonderen durchaus keine Störungen des Sendebetriebs in den hierfür dienenden Räumlichkeiten hervorgerufen werden. Diese besondere strenge Forderung hat sich bezogen sowohl auf den bei jedem Heizbetrieb unvermeidbaren durch Schüren, Abschlacken und Kokstransport entstehenden Lärm und die mit dem Betrieb von Umwälzpumpen

und Lüftern (Ventilatoren) verbundenen Geräusche, wie auch auf die Möglichkeit der Fortleitung „fremden“ Schalles durch Teile der Heizungs- und Lüftungsanlage (Rohrleitungen und Luftkanäle).

Aus diesem Grunde ist für die Randbauten, die Verbindungsgänge und die kleinen Sendesäle IIa und VI eine Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage und für die Sendesäle I bis III sind Luftheizungs- und Lüftungsanlagen ausgeführt worden. Ferner sind, um dem verschiedenen Wärmebedarf von Büro- und Wohnräumen gerecht zu werden, in den Wohnungen an der Privatstraße getrennte Stockwerksheizungen eingebaut.

Der Gesamtwärmebedarf der Räume mit örtlicher Beheizung mittels Radiatoren beträgt bei  $-20^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur rd. 1 850 000 WE/Std.

Die Lüftungs- und Luftheizungsanlagen benötigen, wie weiter unten ermittelt, bei  $-20^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur rd. 490 000 WE/Std.



Blick in den Heizkeller

<sup>1)</sup> Anmerkung der Schriftleitung. Vgl. hierzu die Aufsätze über den Bau selbst im Hauptblatt Nr. 51/52 und in der Konstr.-Beilage Nr. 6 in bezug auf die besonderen Anlagen zur Schallsicherheit. —

## Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage.

**Heizgruppen.** Um den verschiedenen Forderungen zu genügen, ist die Gesamtanlage in folgende Gruppen unterteilt worden:

1. Verwaltungsräume Bredtschneiderstraße, Nordflügel.
2. Verwaltungsräume Privatstraße, Ostflügel.
3. Verwaltungsräume Masurcnallee, Südwestflügel.
4. Verbindungsflure, Regie- und Nebenräume im Saalbau I sowie Restaurant mit Anrichte.
5. Verbindungsflure, Regie-, Verwaltungs- und Nebenräume im Saalbau II, Saal IIa und VI.
6. Verbindungsflure, Regie-, Verwaltungs- und Nebenräume im Saalbau III.
7. Kellerräume, umfassend die Verwaltungs- und Nebenräume, Garderoben und die Kantine.
8. Lufterhitzer der Lüftungs- und Luftheizungsanlagen der Sendesäle I bis III, Heizschlangen im Orgelraum für Saal III.

Die Gruppen haben getrennte Vor- und Rücklaufleitungen und sind in Pumpen- und Verteilerraum einzeln absperrbar und entleerbar (Abb. 4).

Die **Heizzentrale** ist im Kellergeschoß untergebracht. Sie besteht aus dem Koksager, dem eigentlichen Heizraum, dem Schlackenlager sowie Pumpen- und Verteilerraum, in dem auch die Schalttafel mit den Anzeige-, Kontroll- und Anlaßapparaten Platz fand.

**Kesselanlage.** Als Wärmeentwickler der Gesamtanlage (Abb. 1 u. 6) dienen acht gußeiserne Gliederkessel von je 40 qm Heizfläche<sup>2)</sup>, die von oben mit Hilfe eines Trichterwagens mit Bodenentleerung beschickt werden können. Entsprechend baupoliz. Vorschriften erhielt jeder Kessel einen Schornstein von 40 × 40 cm lichtigem Querschnitt, ferner wurde der Heizraum mit zwei über Dach führenden Abluftschächten von je 40 × 40 cm l. W. (entspr. 25 v. H. des ges. Schornsteinquerschnittes) und einem über Fußboden mündenden Frischluftschacht mit 0,65 qm lichtigem Querschnitt (entspr. 50 v. H. des ges. Schornsteinquerschnittes) ausgerüstet und die Decke mit Wasser-glas gestrichen. Sämtliche Kessel sind durch Schrägsitzventile (Koswa) absperrbar und mit vorgeschriebenen Ausdehnungsleitungen ausgerüstet.

Schlacke und Asche werden in Kästen gesammelt, die von Zeit zu Zeit ausgewechselt werden. Innerhalb des Heizraumes werden sie mit Transportkarren befördert, während für die Überwindung des Höhenunterschiedes zwischen Heizraum und Privatstraße ein Aufzug dient.

Die Entleerung der Anlage kann durch die Abflußleitungen erfolgen. Für die unter dem tiefsten Ausflußbecken gelegenen Teile der Anlage ist eine Entleerungsgrube angelegt, aus der das Wasser mit kleiner Elektrozentrifugalpumpe in die Kanalisation befördert wird.

**Pumpenanlage.** Das Heizwasser wird durch zwei **Elektrozentrifugalpumpen**<sup>3)</sup> (davon eine jeweils als Reserve) umgewälzt (vgl. Pumpen- und Verteilerraum, Abb. 6). Pumpen und Motore sind unmittelbar gekuppelt und auf gemeinsamer gußeiserner Grundplatte aufgebaut. Sie sind einzeln durch Schrägsitzventile ausschaltbar gemacht. Für den Antrieb wurden Spezialdrehstrommotoren mit besonders ruhigem und geräuschlosem Lauf verwendet.

**Heizkörper.** Als Heizkörper wurden gußeiserne Leichtmodell-Radiatoren von 14 cm Bautiefe benutzt<sup>4)</sup>. Es wurden insges. rd. 4450 qm Radiatorenheizfläche in 1075 Körpern eingebaut, und zwar i. allg. in jeder Brüstung ein Heizkörper. Jeder derselben hat am Wassereintritt einen doppelt einstellbaren Regulierhahn mit Zeiger, Skala und Handgriff bzw. Einkant für Steckschlüssel usw.

**Rohrleitungsnetz.** Die Vor- und Rücklaufsammlleitungen der Kessel sind mit den im Pumpen- und Verteilerraum untergebrachten Verteilern verbunden. Von diesen zweigen die einzeln absperrbaren Verteilungsleitungen der Heizgruppen ab, die an der Kellergeschoßdecke entlanggeführt werden. Jeder

Strang ist einzeln absperrbar. Es sind insgesamt rd. 14 000 m Rohr von 12 bis 192 mm l. W. verlegt.

**Rohrisolierung.** Die Hauptleitungen der Zentrale und die Verteilungsleitungen der Heizgruppen III bis VIII außerhalb des eigentl. Bereichs der Gruppen sind mit 30 mm starker Korkschalenisolierung, 10 mm starkem Kieselgurunterstrich, Gipsabglättung, Nesselbandage und Olfarbenanstrich versehen. Alle anderen Kellerleitungen haben eine 20 mm starke Kieselgurisolierung mit Nesselbandage und Olfarbenanstrich.

**Ausdehnungsgefäß.** Die Ausdehnungsgefäße sind über dem flachen Dach im Anbau eines Paternoster-aufbaues untergebracht. Um ein Einfrieren zu verhindern, ist der Wasserinhalt durch Zirkulationsleitungen mit der Hauptleitung verbunden. Weiteren Schutz bietet die Luftumwälzung durch den Aufzugschacht. Die Luftleitungen der Heizgruppen sind in Windkessel geführt, deren Entlüftung durch Lufthähne im Kellergeschoß erfolgt.

**Vermeidung von Geräuschen.** Zu diesem Zwecke waren vor allem die beim Betrieb von Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlagen unvermeidlichen Geräusche möglichst auf ihren Entstehungsherd zu beschränken. Aber auch die störende Fortpflanzung der Geräusche durch Teile der Anlage ist unterbunden worden, in erster Linie durch Wahl niedriger Umdrehungszahl und Verwendung von Spezialmotoren für den Antrieb der Umwälzpumpen. Ferner ist durch Einbau von hochwertigem Gummiisoliertplatten<sup>5)</sup> die Übertragung der Motorgeräusche auf den Baukörper unterbunden. Sodann sind in die schmiedeeisernen Leitungsanlagen an geeigneten Stellen Teile aus anderem Material, also mit anderen Resonanzzahlen eingeschaltet, um die Fortleitung von Geräuschen zu stören. Aber auch außerhalb der Zentrale ist durch Auskleidung der Aufhängungen und der Schellen in entspr. Korkstreifen, durch Lagerung der Radiatoren auf Bleiplatten, durch Einschaltung von Kupferröhren in die schmiedeeiserne Leitungsanlage gute Schallisolierung gewährt.

## Luftheizungs- und Lüftungsanlagen der Sendesäle I, II, III.

**Lüftungssystem.** Die scharf durchgeführte Trennung der Rand- und Saalbaukörper hätte bei Einbau einer örtlichen Heizungsanlage nicht erfolgen können, da dann Anlagen durch das Rohrmaterial und das Heizwasser als Wärmeträger eine unmittelbare Verbindung zwischen Rand- und Saalbauten hergestellt hätten. Außerdem sind die für den Randbau angewendeten Schallschutzmaßnahmen der Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage für die ganz besonders hohen Ansprüche in den Saalbauten als nicht ausreichend erachtet worden. So wurden für die Saalbauten Luftheizungs- und Lüftungsanlagen ausgeführt.

Ein unmittelbarer Ausgleich der Luftverhältnisse zwischen innen und außen ist schon mit Rücksicht auf die Erfordernisse des Sendebetriebs nicht möglich, wird aber auch durch den vorzüglichen Schall- und zugleich Wärmeschutz der Wände, durch die Bauart der Fenster und beim Saal I durch völligen Mangel an Außenflächen unmöglich gemacht. Es war also in den Sendesälen eine innerhalb des sog. Behaglichkeitsfeldes liegende günstige Luftverhältnisse künstlich zu erzielen.

**Grundlagen der Berechnung für die Lüftung.** Jeder Saal hat eine eigene Luftkammer erhalten, die im Keller unter dem großen Lichthof Masurcnallee angeordnet worden ist. Die Frischluftentnahme erfolgt aus der offenen Durchfahrt von einer ständig im Schatten gelegenen staubfreien Stelle.

Der Sendesaal I hat einen Rauminhalt von rd. 15 600 cbm, die Sendesäle II und III von je rd. 2650 cbm. Die bei -20 ° C auftretenden stündl. Wärmeverluste betragen 105 000 bzw. 52 500 WE. Die höchste Besetzung des Saales I 400, der Säle II und III je 100 Personen.

Aus Lüftungsgründen werden je Person und Stunde 50 cbm Frischluft eingeführt, und zwar ist diese Frischluftmenge bzw. ihre Erwärmung bis -5 ° C sichergestellt worden. Die stündlich eingeführte Luftmenge ist demnach 400 · 50 = 20 000 cbm von

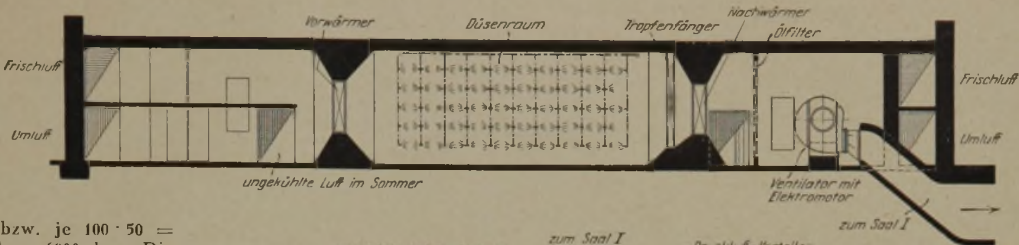
<sup>5)</sup> Isolierplatten: Erzeugnis der (Weco) Weiß & Co., Leipzig.

<sup>2)</sup> Kessel: Erzeugnis der Nationalen Radiator-Gesellschaft, Berlin, Modell Ideal III-M.

<sup>3)</sup> Pumpen: Erzeugnis der Firma Klein, Schanzlin & Becker A.-G., Berlin, mit Ziehl-Abegg-Motoren.

<sup>4)</sup> Heizkörper: Erzeugnis der Nationalen Radiator-Gesellschaft, Berlin, Modell Classic.

**Luftkammer  
in Schnitt  
u. Grundriß  
für Saal I**



2

+20° C = 24 000 kg bzw. je 100 · 50 = 5000 cbm von +20° C = 6000 kg. Die höchste Temperatur der Heizluft erreicht bei Saal I hierbei rd. 38° C. Für die Sendesäle II und III ist die auf dieser Grundlage errechnete Luftmenge von 6000 kg/Std. nach Maßgabe einer nicht zu überschreitenden Heizlufttemperatur von +50° C bei -20° Außentemperatur auf 7300 kg/Std. erhöht. Der über den reinen Lüftungsbedarf hinausgehende Unterschied von 7300-6000=1300 kg Luft/Std. wird aus Wärmeersparnisgründen als Umluft der geforderten Frischluftmenge von 6000 kg/Std. beigegeben.

Durch die Behandlung der Luft in den Luftkammern, also durch Filterung, Befeuchtung und Erwärmung bzw. Kühlung sind gesundheitlich einwandfreie und den Erfahrungsdaten entspr. Luft- und Temperaturverhältnisse in den Sendesälen zu erzielen.

Die Raumluft soll jeweils Temperaturen und Feuchtigkeitswerte aufweisen, die innerhalb des durch zahlreiche praktische Versuche festgestellten sogenannten Behaglichkeitsfeldes liegen:

Z. B. bei +20° C Lufttemperatur, Feuchtigkeitsgrad 0,5 entspr. 7,3 gr absolutem Wassergehalt und 9,4 WE Wärmeinhalt je Kilogramm Luft.

Da die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse der Außenluft im Winter und im Sommer grundverschieden sind, mußte ihre Behandlung in den Luftkammern auch grundsätzlich verschieden sein.

**1. Winterbetrieb.** Den Berechnungen wird Luft von -5° C und einem Feuchtigkeitsgrad von 0,6 entspr. einem absoluten Wassergehalt von 1,6 g je Kilogramm Luft zugrunde gelegt.

Bis zu dieser Außentemperatur ist dem Sendesaal I die geforderte Frischluftmenge von 20 000 kg je Stunde und den Sendesälen II und III je 7300 kg Mischluft (besteh. aus 6000 kg Frischluft und 1300 kg Umluft) mit einem auf 1 kg Luft bezogenen absoluten Wassergehalt von 2,67 g und 1,43 WE Wärmeinhalt zuzuführen. Der Taupunkt der zu erzielenden Raumluft liegt bei +9,5° C und weist einen Wärmeinhalt von 6,75 WE pro Kilogramm Luft auf.

Es kommt nun darauf an, der Außen- bzw. der Mischluft durch Erwärmung den Wärmeinhalt von 6,75 WE je Kilogramm Luft mitzuteilen, um durch die darauffolgende Zuführung von Wasser bis zur Sättigung eine Lufttemperatur von +9,5° C mit hierbei gleichbleibendem Wärmeinhalt von 6,75 WE/kg Luft zu erzielen. Luft mit 6,75 WE Wärmeinhalt und 1,6 bzw. 2,6 g absolutem Wassergehalt, beides je Kilogramm Luft (entspr. den angenommenen Außen- bzw. Mischluftverhältnissen bei -5° C) hat aber eine Temperatur von +23,5 bzw. 21,0° C.

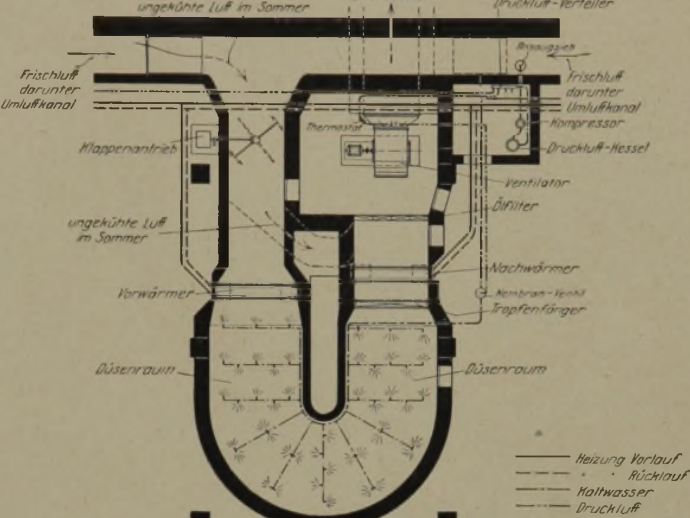
Es werden also der Luft beim Sendesaal I 168 000 WE entspr. der Erwärmung von 24 000 kg Luft von -5 auf +23,5° C, bei den Sendesälen II und III je 39 000 WE entspr. der Erwärmung von je 7300 kg Luft von -5 auf +21,0° C zugeführt.

Der Zustand der Luft nach erfolgter Befeuchtung entspricht dem Taupunkt der Raumluft und besitzt eine Temperatur von +9,5° C, 7,6 g Wassergehalt entspr. 1,0 Feuchtigkeitsgrad und 6,75 WE Wärmeinhalt.

Diese Luft wird im zweiten Erwärmungsprozeß auf die gewünschte Heizlufttemperatur (bei -5° C Außentemperatur z. B. +32,5 bzw. 41° C) nachgewärmt, was einem neuerlichen Wärmebedarf von 133 000 bzw. 55 000 WE entspricht.

Mithin sind für Vor- und Nachwärmung bei -5° C Außentemperatur insgesamt für Saal I 168 000 + 133 000 = 301 000 WE, für Saal II und III je 39 000 + 55 000 = 94 000 WE/Std. erforderlich, die durch die an die Pumpen-Warmwasser-Heizungsanlage angeschlossenen Vor- u. Nachwärmkörper gedeckt werden.

Entsprechend dem Unterschied der absoluten Wassergehalte, die bei Saal I 7,6-1,6=6, bei Saal II und III 7,6-2,6=5 g Wasser/kg Luft beträgt, ist die zu verdampfende Wassermenge



144 bzw. 36 kg je Stunde. Die anteilig hierfür benötigte Wärmeenergie beträgt 85 000 bzw. 21 000 WE, während die restlichen 216 000 bzw. 73 000 WE auf die Lüftung und Luftheizung entfallen.

Hierdurch wird bei allen in Frage kommenden Außentemperaturen und den entsprechenden mittleren relativen Feuchtigkeiten eine Raumluft von +20° C mit etwa 60 v.H. Luftfeuchtigkeit erzielt.

**2. Sommerbetrieb.** Der übliche Zweck des Sommerbetriebes ist, die Außenluft durch Kühlung unter Taupunkt zu trocknen und mittels Kalorifer nachzuwärmen. Hierbei ist der Wärmegewinn von außen her und die Wärme- und Wasserdampfabgabe der Rauminsassen bei der Temperatur und der Feuchtigkeit der eingeführten Luft zu berücksichtigen.

Der Mangel an Wärme für die Luftnachwärmung — da die Kesselanlage für die wenigen, meist nicht ununterbrochen aufeinanderfolgenden Fälle nicht in Betrieb genommen werden kann — zwingt in diesem Falle, von dem üblichen Weg abzuweichen. Es wird unbedingt notwendig, eine gewisse Beeinflussung der Außenluftverhältnisse vor ihrer Einblasung in die Säle dadurch herbeizuführen, daß nur ein Teil der Gesamtluftmenge gekühlt bzw. getrocknet wird, während der ungekühlte Teil zur Nachwärmung dient.

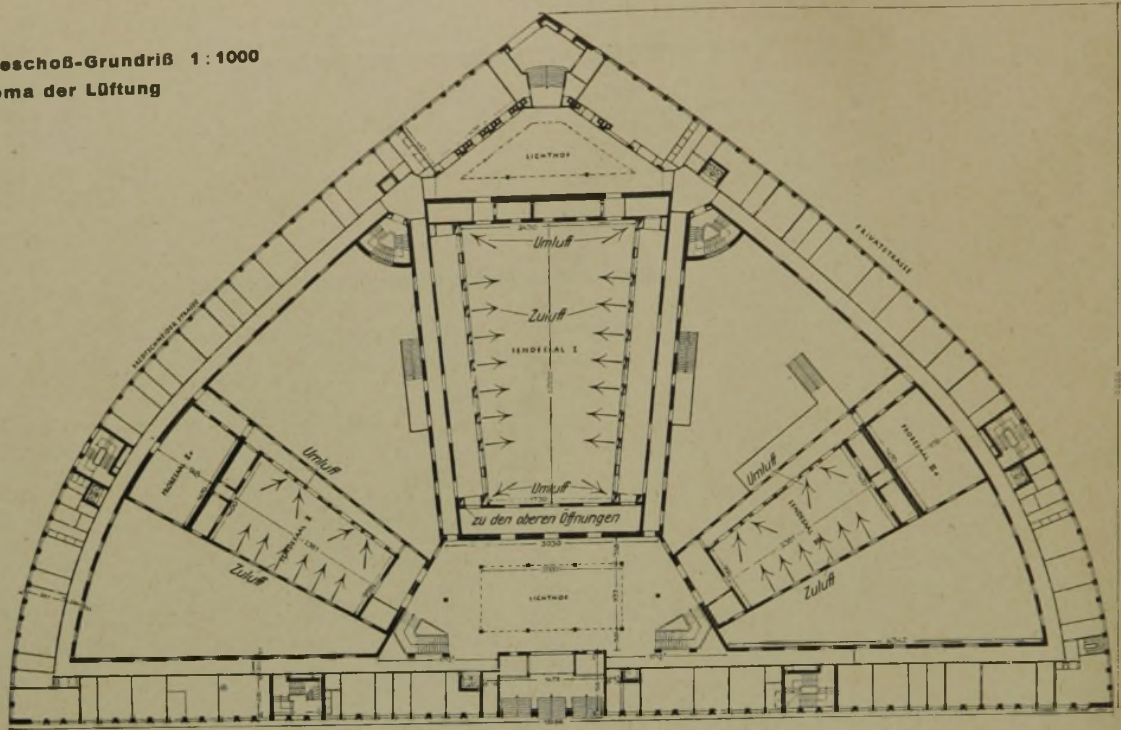
Die angestellten Untersuchungen haben als günstigstes Mischungsverhältnis von ungekühlter zu gekühlter Luft 1:1 bzw. 2:1 ergeben. Hierbei ist mit einer Kühllufttemperatur von +14° C mit 95 v.H. Sättigung entsprechend 8,9 WE Wärmeinhalt und 9,4 g absoluten Wassergehalt/kg gerechnet worden. Es läßt sich also die Mischklappenstellung nach Maßgabe der Mischlufttemperaturen festlegen.

Die für das Mischungsverhältnis 1:1 ermittelten Mischluftwerte ergeben sich aus folgender Tafel:

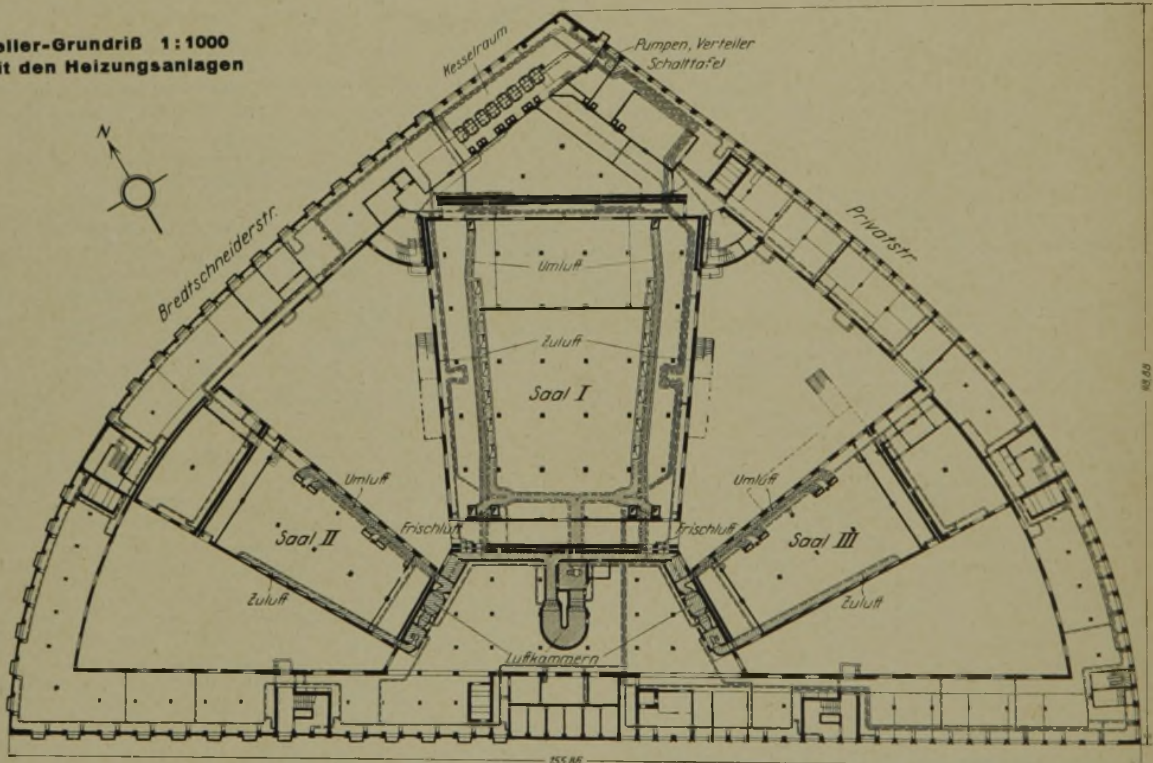
Außenluft		Mischluft		Taupunkt
Temperatur	Feuchtigkeit	Temperatur	Feuchtigkeit	
30	80	22	92,5	20,9
30	50	22	68,9	16,3
27	80	20,5	90,0	19,0
27	50	20,3	70,0	14,5
*) 24	80	18,2 (20,8)	94,0 (86,0)	17,2 (18,4)
*) 24	50	19,0 (20,8)	67,9 (62,0)	13,0 (13,0)

\*) Mit Rücksicht auf die hohe relative Feuchtigkeit der Mischluft bei 24° C und 80 v.H. relativer Feuchtigkeit außen wird am zweckmäßigsten das Mischungsverhältnis von ungekühlter zu gekühlter Luft auf 2:1 eingeschränkt. Die entsprechenden Mischluftwerte sind in Klammern eingetragen.

**3 Erdgeschoß-Grundriß 1:1000**  
**Schema der Lüftung**



**4 Keller-Grundriß 1:1000**  
**mit den Heizungsanlagen**



Die erforderliche Kühlwassermenge ist von der Temperatur und Feuchtigkeit der Außenluft abhängig und beträgt beim Sendesaal I höchstens 18 cbm/Std. und bei den Sendesälen II und III je 5,5 cbm/Std.

**Technische Einrichtungen der Luftkammern.** Jede Luftkammer ist für die beim Winterbetrieb, mit Rücksicht auf die Naßfilter, nötige Luftvor- bzw. Nachwärmung mit je zwei Lufterhitzern in Form von schmiedeeisernen verzinkten Prof. Junkers-Lamellenkaloriferen ausgerüstet worden. Die Kalorifere sind an die für alle Luftkammern gemeinsame Vor- und Rücklaufleitung angeschlossen und durch Ventile einzeln ausschaltbar gemacht (vgl. Abb. 2).

Die im Sommer- und Winterbetrieb erforderliche Wasserzerstäubung wird durch Präzisions-Hoch-

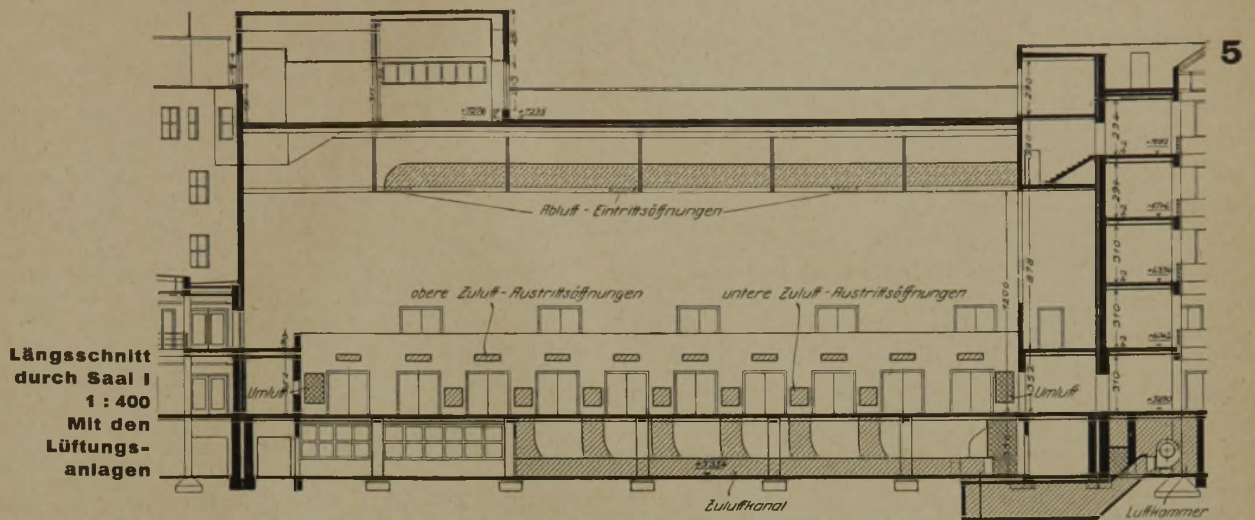
leistung-Nebeldüsen<sup>7)</sup> bewirkt, die in den Düsenkammern so angeordnet sind, daß eine möglichst gleichmäßige Wasserverteilung gewährleistet ist. Die von der Luft mitgerissenen Wassertropfen werden durch Tropfenfänger ausgeschieden. Für die weitere Reinigung der Luft dienen Ölluftfilter<sup>8)</sup> mit einzeln herausnehmbaren Einsätzen.

**Lüfter.** Die Förderung der Luft erfolgt durch zweiseitig saugende Schleudertlüfter (Zentrifugal-Ventilatoren<sup>9)</sup>). Diese sind auf Mauersockeln

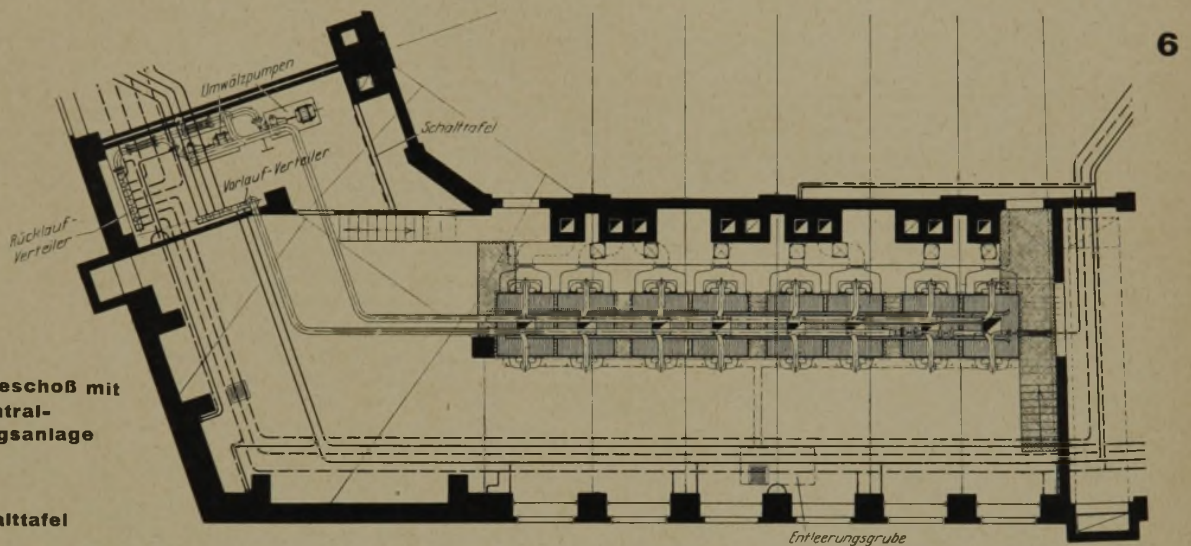
<sup>7)</sup> Düsen: Erzeugnis der Fa. Schlick, Dresden.

<sup>8)</sup> Filter: Bauart Haberl, Berlin.

<sup>9)</sup> Elektroventilatoren der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin.



Längsschnitt  
durch Saal I  
1 : 400  
Mit den  
Lüftungs-  
anlagen

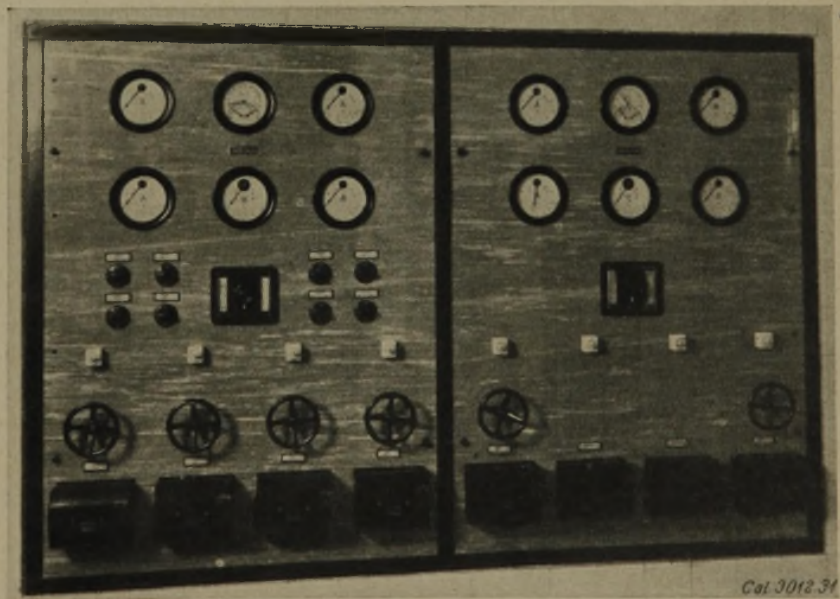


Kellergeschoß mit  
der Zentral-  
Heizungsanlage

7 Schalttafel

montiert, die auf Kraftregelplatten<sup>10)</sup> als isolierender Unterlage ruhen. Der Antrieb erfolgt durch Spezialdrehstrommotoren<sup>9)</sup> unter Verwendung von geräuschlos arbeitenden Keilriemenantrieben<sup>11)</sup>. Durch niedrige Wahl von 200 bis 300 Umdrehungen in der Minute und durch besonders sorgfältige, kräftige Spezialausführung der Aggregate wird technisch vollkommen Geräuschbildung unterbunden. Die Lüfter der Abluftanlagen sind nach gleichem Grundsatz gebaut.

**Fernmeß- und Stellvorrichtungen.** Für eine einwandfreie leichte Überwachung des Heizungs- und Lüftungsbetriebes sind die Luftkammern und Säle mit einer elektrischen Fernthermometeranlage und Fernklappenstellanlage ausgerüstet, während für die Regelung der zerstäubten Wassermenge eine selbsttätige Ventil-



Gal 3012.34

<sup>9)</sup> Elektroventilatoren der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin.

<sup>10)</sup> Isolierplatten: Erzeugnis der (Weco) Weiß & Co., Leipzig.

<sup>11)</sup> Riemenantrieb: Bauart Redewald, Berlin.

stellanlage<sup>12)</sup> mit Druckluftbetrieb und Wasserdruck-Luftkompressor eingebaut worden ist.

<sup>12)</sup> Ventilsteuerung: Bauart der Gesellschaft für selbsttätige Temperaturregelungen (G. S. T), Berlin.

An die Fernthermometeranlage<sup>13)</sup> sind in jeder Luftkammer zwei, und zwar am Ende der Düsenkammer bzw. hinter dem Ventilator eingebaute, Thermometer und zur Kontrolle der Raumtemperaturen im Saal I zwei und in den Sälen II und III je ein Fernthermometer angeschlossen. Außerdem ist eine Außenmeßstelle vorgesehen. (Abb. 7.)

Sämtliche Klappen mit Ausnahme derjenigen, die nur einmal bei der Umstellung von Winter- auf Sommerbetrieb oder umgekehrt von Hand gestellt werden müssen, erhielten elektrisch gesteuerte Stellwerke<sup>13)</sup>. Die Schalter der Klappenstellmotoren sowie die Anzeigevorrichtungen der Fernklappenstell- und Fernthermometeranlagen sind auf der in der Zentrale befindlichen Schalttafel<sup>13)</sup> angeordnet worden. Außer diesen Apparaten befinden sich auf der Schalttafel die Anlasser und Schutzschalter sämtlicher Lüfter- und Pumpen-Antriebsmotoren. Jeder dieser Motoren ist mit einem Ampèremesser zur Kontrolle der Stromaufnahme ausgerüstet. Diese sowie die Druckunterschiedsmesser des Pumpenbetriebes sind gleichfalls in die Schalttafel eingebaut. Schließlich befinden sich auf derselben noch die Relais der mit den Motorschutzschaltern gekuppelten Alarmanlage, die den unfreiwilligen Stillstand der Motoren, also besondere Betriebsstörungen, durch Klingelzeichen dem Heizpersonal anzeigt. Infolge der Anordnung des Kühlwasserverteilers in der Zentrale wird auch für den Notfall eine Bedienung der in der Luftkammer vorgesehenen Düsenanlagen von Hand möglich. Durch diese Zusammenfassung der Anlaß- und Kontrollapparate ist eine verhältnismäßig einfache und mühe-lose Bedienung der Anlage erreicht.

Die Bedienung beschränkt sich im Winter und Sommer auf die tägliche Einstellung der Thermostaten der selbsttätigen Steueranlage, der Kühlwasser- absperrentile entsprechend der herrschenden Außentemperatur.

Durch entsprechende Anordnung der Luftkammern können nach einmaliger Umstellung der von Hand zu stellenden Klappen die ferngesteuerten Mischklappen sowohl für den Winter- wie für den Sommerbetrieb benutzt werden.

Um im Winter die Kesselanlage nicht zu überlasten und die Lüftungs- und Luftheizungsanlagen bei tiefer als  $-5^{\circ}\text{C}$  liegenden Außentemperaturen nur die beabsichtigten und bei der Bemessung der Kesselanlage berücksichtigten Wärmemengen zuzuführen, muß die Heizwassermenge eingeschränkt werden, und zwar durch Drosselung des Rücklauf- Absperrentils bis zur Erreichung der durch Erfahrung ermittelten Rücklaufftemperatur.

Die Druckluft für die selbsttätige Ventilsteuerung der Düsenanlagen wird durch einen vollkommen geräuschlos arbeitenden Druckwasser-Luftkompressor hergestellt, der an das städtische Gebrauchswasser- netz angeschlossen ist. An die Druckluftanlage sind noch zwei Membranhebel angeschlossen, die je zwei gekuppelte Frischlufteintrittsklappen in Abhängigkeit von der Heizwasserrücklaufftemperatur betätigen. Sie werden durch einen in die Heizwasserrücklaufleitung eingebauten Thermostaten gesteuert und bewirken — zwecks Frostschutzes — das Schließen der Klappen bei Unterschreitung von etwa  $10^{\circ}\text{C}$  Rücklaufwasser- temperatur.

Schließlich ist noch die gleichmäßige Beheizung des Orgelraumes mit Hilfe eines an die Druckluftanlage angeschlossenen, auf eine bestimmte einzuhaltende Innentemperatur eingestellten Thermostaten und eines von demselben gesteuerten Ventiles der örtlichen Heizkörper gesichert.

**Luftkanäle.** Die Warmluft wird den Sälen im Winter durch dicht über Fußboden angeordnete Luft- austrittsöffnungen zugeführt. Den neuzeitlichen architektonischen Grundsatz der gleichmäßigen Belichtung eines Raumes durch breite Fenster sinngemäß auf die

Lüftungstechnik übertragend, sind diese Luftaustritts- öffnungen parallel zur Längsachse der Säle gleich- mäßig verteilt angeordnet worden, und zwar im Saal I wegen seiner größeren Breite in beiden Längswänden, in den Sälen II und III nur in der Außenwand. (Siehe Abb. 5: Luftaustrittsöffnungen.)

Um Zugbelästigungen im Sommer zu vermeiden, gelangt die gekühlte Luft in die Säle durch nach dem gleichen Grundsatz gleichmäßig verteilte Austritts- öffnungen, die jedoch  $2\text{cm}$  hoch über Fußboden in den Längswänden liegen.

Während nun die Luftgeschwindigkeit an den unteren Austrittsöffnungen, um keine Zugeschei- nungen hervorzurufen, nur etwa  $0,5\text{m}/\text{Sek.}$  beträgt, wird die gekühlte Luft aus den oberen Austritts- öffnungen zwecks möglichst weiten Eindringens in die Räume mit etwa 2 bis  $3\text{m}/\text{Sek.}$  Geschwindigkeit in die Räume geblasen. In den Sälen II und III erfolgt die Umstellung durch von Hand gestellte Jalousie- klappen. Im Sendesaal I wäre das jedoch infolge der großen Anzahl der Austrittsöffnungen um- ständiglich gewesen. Aus diesem Grunde wurde die Kühlluft den oberen Austrittsöffnungen durch in den Saalungängen angeordnete Deckenkanäle zugeführt. Die Zuführungskanäle zu denselben zweigen bereits im Keller von den nach den unteren Austritts- öffnungen führenden Druckkanälen ab. An den Ab- zweigstellen sind ferngesteuerte Klappen eingebaut, durch welche die Luft nach Bedarf nach den oberen oder unteren Austrittsöffnungen gelenkt wird. Auch ist jede gewünschte Zwischenstellung möglich.

Die Emporen der Säle II und III liegen an den mit Fenstern versehenen Außenwänden. Um den hier entstehenden Wärmebedarf zu decken und um eine Stagnierung der Luft unterhalb der massiven Brüstung zu vermeiden, sind in dieser Luftzuführungs- und Umluftabsaugöffnungen angeordnet.

Das Anheizen der Säle bzw. der Betrieb der Heizung und Lüftung bei unter  $-5^{\circ}\text{C}$  gelegenen Außentemperaturen soll durch „Umluft“ (wieder- verwendete Raumluft) erfolgen. Diese wird durch einige ebenfalls unmittelbar über Fußboden angeordnete Öffnungen abgesaugt, der Luftkammer zugeführt, gereinigt, befeuchtet, erwärmt, gemischt und wieder als frische Luft wie die übrige Zuluft den Räumen zugeleitet. Die verbrauchte Luft, die sogenannte Abluft, wird durch in der Zwischendecke der Säle angeordnete Abluftöffnungen entnommen. An diese Öffnungen schließen sich die Rabitzkanäle an, die in die Abluftkammern münden, wo die Lüfter stehen, die die Abluft absaugen und über Dach drücken.

Die Luftzuführungs- und Umluftabsaugöffnungen sind durch die sogenannten Zu- und Umluftkanäle mit den Luftkammern verbunden. Diese Kanäle befinden sich im Kellergeschoß, und zwar wurden sie z. T. in dem Kellerfußboden versenkt angeordnet. Sie sind durchweg begehbar und mit Betonsohle, Ziegelstein- wänden und Hohlsteindecken  $1,6$  bis  $1,8\text{m}$  hoch und  $0,8\text{m}$  breit ausgeführt worden. Die Wandstärke der warmluftführenden Kanäle beträgt  $38\text{cm}$ . Die anderen Kanalwände sind  $25\text{cm}$  stark gebaut; die zu den einzelnen Austrittsöffnungen führenden Stich- kanäle sind im Interesse des Wärmeschutzes in Ziegel- hohlsteinen ausgeführt worden.

**Zusammenfassung.** So ist die gesamte Heizungs- und Lüftungsanlage in durchaus mustergültiger Weise, die für die nächsten Jahrzehnte in der Heizungs- und Lüftungstechnik vorbildlich sein wird, von der Firma Johannes Haag A. G., Berlin, ausgeführt worden. Es ist ohne Zweifel ihr Verdienst, hier eine geistig gut durchdachte, gewissenhaft berechnete und sorg- fältig ausgeführte Anlage geschaffen zu haben.

Aber schließlich ist diese Tatsache nur ermöglicht worden durch das weitgehende, zielbewußte Ver- ständnis, das die gesamte Bauverwaltung und Bau- leitung den heizungs- und lüftungstechnischen Er- fordernissen während der ganzen Bauzeit entgegen- gebracht haben. —

<sup>13)</sup> Fernthermometer - Fernklappenstell- anlagen: Erzeugnis der Fa. Siemens & Halske, Berlin.

# DIE WICHTIGSTEN WÄRMESCHUTZTECHNISCHEN GESICHTSPUNKTE FÜR DEN ARCHITEKTEN

AUSSTELLUNGSTAFELN DER REICHSFORSCHUNGSGESELLSCHAFT BERLIN

AUF DER BAUAUSSTELLUNG BERLIN 1931

VON PRIVATDOZENT DR.-ING. I. S. CAMMERER, BERLIN • 11 ABBILDUNGEN

Die Tafeldarstellungen der R.F.G. sollten das Gesamtproblem des Wärmeschutzes im Bauwesen wirksam beleuchten, unabhängig von dem Maß der Vorkenntnisse des betrachtenden Besuchers. Dabei kam es weniger auf Vollständigkeit des Materials an, als auf das Herausgreifen der charakteristischen Tatsachen. Die vielfachen Nachfragen nach Kopien der Tafeln durch in- und ausländische Besucher rechtfertigen eine Wiedergabe an dieser Stelle, obwohl die ursprüngliche Absicht nicht über den Rahmen einer Ausstellung hinausging.

Die Tafeln müssen für sich selbst sprechen, so daß im folgenden nur einige Ergänzungen anzufügen sind. Zwei Tafeln sind jedoch nicht in der Art der Darstellung auf der Bauausstellung, sondern in einem genaueren Maßstabe wiedergegeben, da ihr Inhalt für die praktische Anwendung in Betracht kommt.

Die allgemeinen Tafeln 1, 2 und 3 behandeln die Aufgabe, die zweckmäßigste Art der zahlenmäßigen Kennzeichnung und die grundsätzlichen Richtlinien für den Wärmeschutz von Gebäudewänden zu zeigen.

Das Diagramm der Tafel 4 ist in Abb. 4 im größeren Maßstabe gezeichnet und enthält den theoretischen Wärmeschutz beliebiger Baustoffe bei absoluter Trockenheit. Es zeigt den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen der Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes und seinem Raumgewicht, gestattet also, die maßgebende Materialkonstante für ein beliebiges Material aus dem Raumgewicht abzuschätzen, das ja stets überschlägig bekannt und gegebenenfalls leicht zu messen ist. Natürlich kommen beträchtliche Streuungen um die durch die Kurve wiedergegebenen Mittelwerte vor, doch gibt sie, wie vielfache Messungen gezeigt haben, einen für die Praxis genügend verlässlichen Anhaltspunkt.

Tafel 5 zeigt die ebenso wichtige wie leider auch heute noch wenig beachtete Tatsache, daß jede Gebäudekonstruktion auch nach Austrocknung der sogenannten Baufeuchtigkeit dauernd nicht unerhebliche Feuchtigkeitsmengen festhält, die zum Teil ganz überraschende Beträge erreichen.

Dieser Feuchtigkeitsgehalt ist von größtem Einfluß auf das tatsächliche Wärmeschutzvermögen von Baustoffen in der Praxis. Seine diesbezügliche Auswirkung zeigt Tafel 6, die hier der Deutlichkeit halber in Diagramm 6a und 6b unterteilt ist. Wenn man die Größe der notwendigen Zuschläge auf die Wärmeleitfähigkeit für einen bestimmten Feuchtigkeitsgehalt aus dem Diagramm 6a entnimmt, so ist es verständlich, daß die Unkenntnis dieser Korrektur, die erst durch die Forschung der letzten Jahre, insbesondere durch die bei der Reichsforschungsgesellschaft erschienenen Arbeiten geklärt wurde, zu den unangenehmsten Fehlschlägen in deutschen Großsiedlungen geführt hat. Wärmewirtschaftliche Vergleichsbetrachtungen von Baustoffen sind unzutreffend, wenn sie nicht den wahrscheinlichen Feuchtigkeitsgehalt verschiedenartiger Materialien mit in Betracht ziehen.

Diagramm 6b zeigt deshalb, welcher Wärmeschutz für die verschiedenen Baustoffe unter Berücksichtigung der möglichen Werte des Raumgewichts und der Feuchtigkeit in Betracht kommt. Nicht die Handelsnamen eines Baustoffes kennzeichnen dessen Wärmeschutz eindeutig, sondern nur das Hinzufügen des Raumgewichts und der in Betracht kommenden Feuchtigkeit. Um die Anwendung der Abbildung besonders anschaulich zu machen, ist für die einzelnen Baustoffe die Stärke angegeben, die notwendig ist, um den Wärmeschutz der  $\frac{1}{2}$  Stein starken, beiderseits verputzten Ziegelmauer zu erzielen.

Tafel 7 erläutert die besonderen Gesetzmäßig-

keiten, die bei Luftschichten vorliegen und die sehr stark von dem Wärmeaustausch durch feste Körper abweichen; denn in Luftschichten wird Wärme nicht nur durch Leitung, sondern auch durch Luftbewegung und durch direkte Strahlungsübertragung zwischen den begrenzenden Wänden übertragen. Der Wärmeschutzeffekt von Luftschichten ist deshalb, wie die Tafel zeigt, nicht wie bei festen Körpern proportional der Schichtstärke, sondern nimmt in viel geringerem Grade zu und erreicht bei 4 bis 6 cm Stärke die überhaupt mögliche Bestwirkung. Eine Verstärkung darüber hinaus kann in konstruktiven Zweckmäßigkeiten oder in Gewichtersparnissen eine Rechtfertigung finden, verringert aber den Schutzeffekt. Man kann natürlich die Proportionalität zwischen Wärmeschutz und Stärke auch bei Luftschichten bis zu einem gewissen Grade herstellen, wenn man eben getrennte Luftschichten hintereinander anordnet; so sind drei Schichten zu 2 cm hinsichtlich ihres Wärmeschutzes  $5 \cdot 15$  cm Ziegelmauerwerk gleichwertig, also 45 cm, während eine Luftschicht von 6 cm Gesamtstärke nur wenig über den dritten Teil dieser Wirkung erreicht.

Diese abweichende Gesetzmäßigkeit bei Luftschichten führt dazu, daß es für alle Baumaterialien bestimmte Luftschichtstärken gibt, oberhalb deren der Baustoff selbst wärmetechnisch günstiger ist, so daß also Vollwände besser als Hohlwände werden.

Tafel 8 gibt eine einfache Berechnungstafel wieder, die es gestattet, ohne besondere Berechnung festzustellen, ob und welche zusätzlichen Materialschichten bei einer Wandkonstruktion evtl. beigebracht werden müssen, um den Wärmeschutz der  $\frac{1}{2}$  Stein starken Ziegelmauer zu erreichen. Sie ist im Bericht 2 der RFG\*) mit eingehendem Zahlenbeispiel bereits abgedruckt, so daß darauf hier nur verwiesen wird.

Tafel 9 gibt einen Überblick über den Luftaustausch durch Gebäudekonstruktionsteile bei Windanfall. Sie zeigt, daß die normale Wand praktisch für Luftaustausch nicht in Frage kommt und weit von dem Luftdurchgang durch kleine Undichtigkeiten überwogen wird. Ein Atmen von Wänden, von dem auch heute noch vielfach die Rede ist, kommt in dieser Beziehung gar nicht in Frage. Wenn von dem Innenputz einer Wand eine gewisse Porosität gefordert werden muß und absolut dichte Außenoberflächen (Metallhaut) zu verwerfen sind, so ist der Grund der, daß die unvermeidliche Feuchtigkeitsbewegung innerhalb der Wand und zwischen Innenluft und Wand eine Austauschmöglichkeit besitzen muß, um lokale schädliche Wasseransammlungen zu vermeiden. Ein Einfluß auf die Lüftung eines Raumes ist bei den Wänden nicht gegeben.

Tafel 10 gibt das überschlägige Verhältnis des Wärmeverlustes von Fenstern zur normalen Vollziegelwand und zeigt, daß man schon bei mittlerem Wind beim Einfachfenster pro Flächeneinheit mit über dem achtfachen, beim Doppelfenster mit etwa dem sechsfachen Verlust rechnen muß. Der Architekt hat sich also bei der Anordnung von Fensterflächen dieses wärmeschutztechnischen Gesichtspunktes voll bewußt zu sein, bei aller berechtigten Berücksichtigung ästhetischer und hygienischer Wünsche.

Tafel 11 endlich erläutert eine Wärmedurchgangsmessung, die am Stand der Reichsforschungsgesellschaft durch direkte Demonstration an einem besonderen Kühlraum vorgeführt wurde. Die Tafel enthält auch eine Gegenüberstellung, die zeigt, daß bei genügender Erfahrung der Wärmeschutz von Wandkonstruktionen aus Diagramm 4 und 6a mit sehr befriedigender Genauigkeit zu berechnen ist. —

\*) Erhältlich durch den Beuth-Verlag, Berlin.

