

Zeitschrift: Das Werk : Architektur und Kunst = L'oeuvre : architecture et art
Band: 12 (1925)
Heft: 5: Sonderheft : Amerika

Rubrik: Technische Mitteilungen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

DAS WERK

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

FÜNFTES HEFT / MAI 1925 / NACHDRUCK VERBOTEN

Die Akustik in Sälen, insbesondere im Hauptsaal des Kirchgemeindehauses Enge, Zürich

VON ING. F. M. OSSWALD, WINTERTHUR

Ueber Raumakustik, d. h. die Faktoren, welche die gute Hör-, Sprech- und Musizierbarkeit eines allseitig umwandten Raumes beeinflussen, bestehen immer noch unklare Vorstellungen, obschon seit Jahrhunderten Anstrengungen gemacht worden sind, in das Wesen des akustischen Komforts einzudringen. Zu jeder Zeit sind akustisch gute Räume entstanden, aber keiner der glücklichen Architekten vermochte anzugeben, auf welche Weise diese Einzelergebnisse zustande gekommen sind. Andere Räume bereiteten ihnen wieder Enttäuschungen und die Fehlresultate mehrten sich, je grösser die Räume gebaut und je mehr die modernen Baustoffe Beton, Eisen und Glas auch zum Innenausbau verwendet wurden.

Zu Beginn des jetzigen Jahrhunderts erkannte der seither verstorbene Professor *Wallace Clement Sabine* (Harvard-Universität, U. S. A.) die ausschlaggebende Wichtigkeit der *Nachhalldauer*, d. h. derjenigen Zeit, die ein Ton von seiner Erzeugung bis zum Verklingen braucht. Darauf fuszend legte er durch geschickte und hingebende Experimentierarbeit den Grund zur wissenschaftlichen Behandlung der Raumakustik. Die Richtigkeit der neuen Erkenntnisse ergab sich in glänzender Weise durch ihre Anwendung bei Neubauten und Analysierung bestehender Räume. Der Verfasser hat diese Methoden seit einigen Jahren in der Schweiz eingeführt und, dank der Unterstützung durch die *Eidgenössische Volkswirtschafts-Stiftung*, eingehende Versuche zum Teil im *Physikalischen Institut der E. T. H.* durchführen können. Die Resultate dieser Studien wurden beim Bau des Kirchgemeindehauses Enge angewendet und brachten einen erfreulichen Erfolg. Die Erwartungen in bezug auf die akustische Auswirkung gingen voll in Erfüllung, sodass dieser Saal heute zu den bestakustischen Räumen dieser Grösse gehört.

Zur Geschichte und Theorie der Raumakustik mögen folgende orientierenden Bemerkungen am Platze sein:

Längst gemachte Beobachtungen über den Schallrückwurf hatten dazu geführt, gewisse Gesetze, welche in der Optik gelten, auch auf die Schallprozesse zu übertragen. Man verfolgte mit Vorliebe die Wegbahnen der Schall-»Strahlen« im Raum, und stellte sich dabei die Begrenzungsflächen des Raums als in allen Teilen gleich gut reflektierend vor. Um Echo zu vermeiden, versuchte man die reflektierten Schallen, welche einen gewissen Schall-»Umweg«

gegenüber den direkten Schallwellen zurücklegen, vom Hörhorizont des Auditoriums fernzuhalten. Dieser Gedanke ist durchaus berechtigt, wenn es sich um sehr grosse Räume handelt, wo der reflektierte Schall infolge der grossen Distanzen um $\frac{1}{10}$ Sekunde und noch später beim Ohr eintrifft und daher deutliche Wiederholung des akustischen Reizes hervorbringt, also »Echo« erzeugt. Sind aber die Dimensionen des Raums nur mässig, oder die Richtungen der reflektierenden Flächen derart, dass die Echos in kürzerer Zeit als ca. $\frac{1}{20}$ Sekunde nach dem vorempfundenen Schall beim Ohr eintreffen, so verschmelzen sie zum »Nachhall«, d. h. das Ohr erfährt die Empfindung eines immer dünner werdenden Schallreizes bis die untere Hör-Reizschwelle erreicht ist.

Der zeitliche und qualitative Verlauf des Nachhallprozesses ist aber nicht nur abhängig von den Dimensionen und der Formgebung des Raumes, sondern auch von der Lautheit der Schallquelle, der Modulation des Schalles, und vor allem von der Fähigkeit des Raums (samt Inhalt), den Schall zu verdauen. Die neueren Forschungen haben einwandfrei gezeigt, dass die Art, wie der Nachhallprozess verläuft, der ausschlaggebende Faktor beim akustischen Genuss ist. Er muss daher geregelt werden durch richtige Bemessung und Placierung der schallabsorbierenden Gegenstände und Oberflächen.

Allgemein ist bekannt, dass die Akustik eines grossen, leeren und kahlen Raums derart schlecht sein kann, dass die Sprache darin schon in wenigen Dezimetern Entfernung zum unverständlichen Gewirr wird, während bei Anwesenheit einer starken Zuhörerschaft die Resultate befriedigend sein können. Hierbei ist also an den grossen Flächen der Wände und Decken nichts geändert worden, die Anwesenheit der Menschen allein hat die akustische Veränderung gebracht.

Die meisten Räume — und auch der hier zu besprechende — haben aber selbst bei guter Besetzung ohne besondere Vorkehrungen noch zu wenig absorbierende Kraft, und es muss daher für zusätzliche Absorption gesorgt werden. Man kann die Schall-Absorption eines Raums fast beliebig bemessen und steigern, läuft dann aber Gefahr, die zum mühelosen Hören nötige Lautheit zu sehr zu verringern. Daher muss haushälterisch mit der Schallstärke und den Absorptionsquantitäten umgegangen werden (besonders in

Hinsicht auf den in der Intensität begrenzten menschlichen Sprechapparat). Die Analyse zahlreicher, kleiner, mittlerer und bis sehr grosser Räume (Sprech- und Musikräume), über deren akustische Qualitäten sich bestimmte Fach- und Publikumsurteile ausgebildet haben, hat wichtige Einblicke in die Optima der Nachhallverhältnisse gebracht und gezeigt, dass sie je nach Umfang und Art der akustischen Darbietungen sehr verschieden sein können. Mancher Raum ist bei gleicher Besetzung entweder besser für Musik, oder besser für Rede. Diese Beobachtung ist eine Bestätigung der Nachhalltheorie.

Nachdem der entscheidende Einfluss des Nachhalls feststand, bedeutete es nur noch einen Schritt weiter, physikalische Messmethoden auszubauen, und dadurch die Möglichkeit zu erlangen, zahlenmässige Bewertung der Verhältnisse mit physiologischer Empirie zu vereinigen. Damit ist es heute möglich, selbst Räume, die erst in den Plänen vorliegen, auf ihre Akustik zu taxieren.

Die frühere Raumakustik hatte gewisse »Rezepte« für Raumproportionen formuliert. Mit Vorliebe kopierte man auch bewährte Räume oder brachte gefühlsmässige Verbesserungen an. Die zahlreichen Fehlresultate haben aber gezeigt, dass auf diesem Weg nicht viel zu erreichen ist, und so ist die Raumakustik in den Ruf eines unlösbaren Problems gekommen. Erst das Eindringen in das Wesen des akustischen Komforts, d. h. des Schall-Absorptionsprozesses, hat Erfolg gebracht. Natürlich ist auch heute noch die volle Aufmerksamkeit auf die Formgebung des Raumes zu richten, beispielsweise sind die, mit Recht berücksichtigten, grossen gekrümmten Flächen stets zu prüfen. Aber man geht zu weit, wenn man jede Flächenkrüm-

mung von vorneherein als alleinschuldig bei akustischen Defekten hinstellt. Auch die Interferenz-, Resonanz- und Echo-Phänomene sind zu berücksichtigen.

Aus diesen Darlegungen geht hervor, dass die akustische Gestaltung eines Raums auf eine Reihe von physikalisch verfolgbaren und mentalen Faktoren Rücksicht zu nehmen hat. In jedem einzelnen Falle ist der bestmögliche Kompromiss zwischen ästhetischen, bautechnischen, musikalischen und gesellschaftlichen Forderungen anzustreben.

Im Kirchgemeindehaus Enge handelt es sich um einen rechteckigen Saal von 20,5 m Länge, 13,3 m Breite und 8 m Höhe, Abb. 1 und 2, für Sprache und Musik, mit beweglicher Stuhlung für 400 Personen im Parterre. Seitlich oben ist eine Empore mit 150 permanenten Sitzen und der Orgel (Kuhn, Männedorf). Der Orgelspieltisch befindet sich rechts unten im Saal. Auf der Rückseite, Abb. 2, kann durch Öffnen der Türwand und Hinzuziehung des niedern Korridors nebst Sitzungszimmer für weitere 100 Besucher Platz geschaffen werden. Das Bühnenhaus mit moderner Bühnenausstattung (Isler, Zürich) dient auch als Sänger- und Orchesterplatz. Hierfür kann ein aus Sperrholzplatten zusammenstellbares »Zimmer« innen an die Bühnenöffnung angeschoben werden. Für Proben und Unterrichtszwecke, also bei schwacher Auditoriumsbesetzung, kann der Saal ferner durch Ziehen eines ca. 12 m von der Bühne entfernten Quervorhanges, Abb. 2, verkleinert werden.

Die mässigen Dimensionen des Saales und die ausgiebige Kleinprofilierung der Seitenwände schliessen hier eigentliches Echo aus. Die Höhe ist zwar grösser, als akustisch wünschbar; sie wurde aber durch die Emporenanordnung

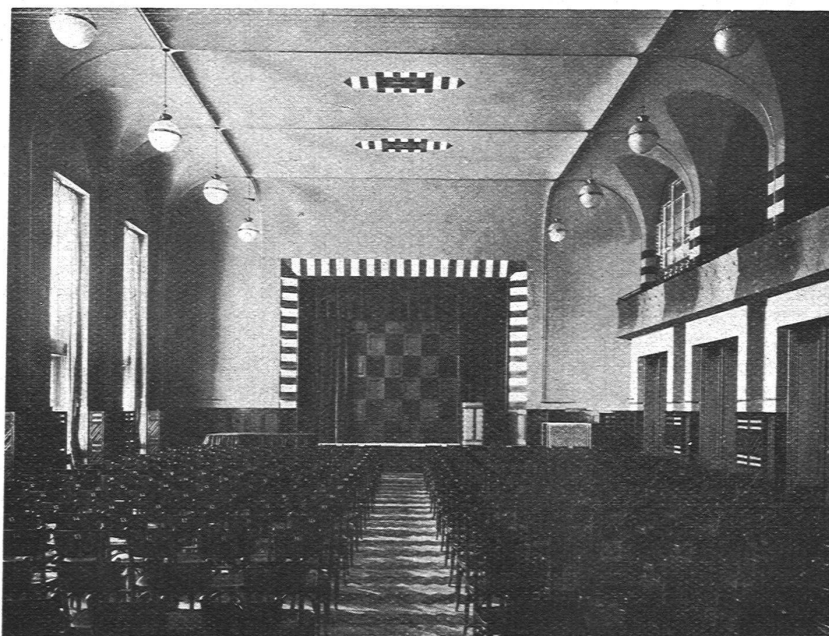


Abb. 1. Hauptsaal im Kirchgemeindehaus Enge (Zürich).

Auf der Bühne ist die »Sprechwand« heruntergelassen. Der Quervorhang zur Unterteilung des Saales ist zurückgezogen.

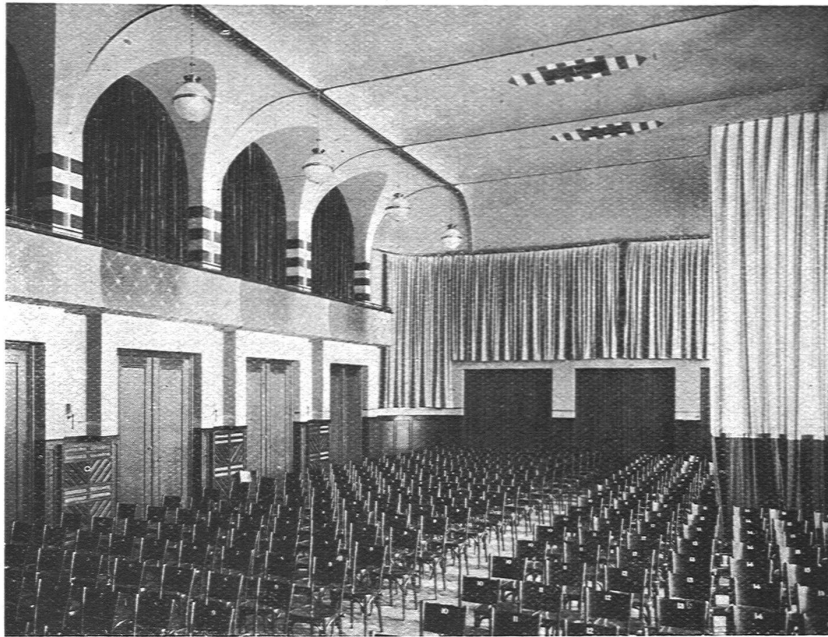


Abb. 2. Hauptsaal im Kirchgemeindehaus Enge (Zürich).
Die Absorbierungsgehänge an der Rückwand und in den Emporeöffnungen sind ganz gezogen, der zur Veranschaulichung teilweise gezogene Quervorhang wird zur Unterteilung des Saales ganz vorgezogen.

bestimmt. Das Volumen ist reichlich für die Platzzahl. Die physikalische Schalldichte bei moduliertem Schall erleidet dadurch eine, wenn auch unbedeutende, Einbusse. Andererseits hat ein grosser Raum den Vorzug der Luftreserve und höherer visueller Wirkung. Die prismatische Form ist gut. Die Hohlkehlen an den Wand- und Deckenstössen, die quergestellten Tonnengewölbe, sowie die Stichkappen über den Fenstern und Emporebögen waren mit Vorsicht zu betrachten wegen der prinzipiell bestehenden Gefahrmöglichkeit von Schallstörungsherden. Diese Kehlen und Zwickel wurden daher besonders geprüft, wobei sich jedoch nichts Beunruhigendes ergab. Sie konnten als Konzession an die visuelle Raumwirkung mit in den Kauf genommen werden. Immerhin ist jede Verbesserung solcher Hohlkehlen akustisch willkommen.

Die Empore, als kommunizierender Seitenraum, mit Pfeilern und naher Decke steht dem Hauptraum (wenigstens bezüglich der hinteren Plätze) nach, was bei fast allen angegliederten Räumen unvermeidbar ist. Ähnliches gilt auch für den östlichen Erweiterungsraum im Parterre und falls bei geöffneten Seitentüren noch Auditorium im Haupteingang der Nordseite untergebracht wird.

Die Emporeöffnungen werden durch Vorhänge verschliessbar gemacht.

Der Orgelkammer wäre eine leichte Drehung gegen die Mitte des Saales zu wünschen gewesen, sie steht überdies recht hoch.

Um die Akustik des Saales bei nur teilweiser Besetzung innerhalb gewisser Grenzen abstimmen zu können, ist, wie Abb. 2 zeigt, die akustisch harte Rückwand mit einem

Gardinenvorhang zu etwa der Hälfte abblendbar. Ferner ist aus Abb. 1 zu entnehmen, wie auf der Bühne eine »Sprechwand« herabgelassen werden kann. Ursprünglich

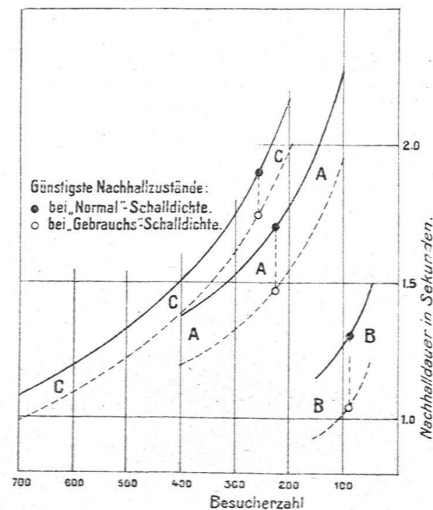


Abb. 3. Graphische Darstellung der Nachhalldauern.
A. Predigt bei Verwendung der Sprechwand, ohne Abteilungsvorhang. B. Unterricht bei Verwendung der Sprechwand, mit Abteilungsvorhang. C. Konzert bei Verwendung des Bühnenzimmers, ohne Abteilungsvorhang.

war eine Kastenkanzel geplant, die dann aber fallen gelassen und durch eine, hinter dem Sprechenden wie eine Sofitte herablassbare, schwere Holzwand ersetzt wurde. Die Bühnenöffnung wird dann zum Teil durch diese Wand, zum Teil durch die seitlich und von oben her anschliessenden Vorhänge ausgefüllt. Diese Einrichtung hat sich gut bewährt. Sie gibt den Vortragenden oder Solisten volle Bewegungsfreiheit und sorgt dafür, dass der Schall ohne unnötige Schwächung nach dem Auditorium geleitet wird. Zum Schluss sei an Hand der Abb. 3 noch auf die in diesem Saale herrschenden Nachhallverhältnisse hingewiesen. Die Kurven veranschaulichen die Nachhalldauer bei verschiedener Verwendung des Saales in Sekunden, aufgetragen als Funktion der Besucherzahl und zwar bezieht sich:

Kurve »A« auf von der Bühne her gesprochene Worte (Predigt) bei herabgelassener Sprechwand;

Kurve »B« auf den Unterricht bei gezogenem Mittelvorhang und

Kurve »C« auf Konzerte bei offener Empore und zurückgezogenem Querabteilungsvorhang.

Die eingetragenen Werte zeigen die Optima für 220, 80 resp. 260 Besucher. Die ausgezogenen Kurven gelten für sogenannte »Normal«-Schalldichte, während die der aktuellen Lautheit entsprechenden effektiven Nachhalldauern punktiert angegeben sind. Bei Kurve »C« ist ein dem Maximum entsprechendes dreissigköpfiges Orchester angenommen. Für Sprache ist ein Rhythmus von vier Silben pro Sekunde, für Musik ein solcher von fünf Tönen pro Sekunde zugrunde gelegt.

Die Kirchgemeinde Enge hat ihr neues, von der Firma *Pflegelhard & Haefeli*, Zürich, erbautes Gemeindehaus im November letzten Jahres bezogen. Das grosse Entgegenkommen von seiten der Bauherrschaft und der Architekturfirma hat hier ein Werk entstehen lassen, das technisch in jeder Hinsicht zweckmässig ist und auch für die sehr verschiedenartigen akustischen Darbietungen als voll befriedigend bezeichnet werden kann.

Die Heizungsanlage im Werkstattgebäude mit Grossflugzeughalle in Dübendorf bei Zürich

AUSGEFÜHRT VON DER FIRMA JOH. MÜLLER, CENTRALHEIZUNGSFABRIK, RÜTI (ZÜRICH)

Das in den Jahren 1922/23 durch die Direktion der eidgenössischen Bauten erstellte Werkstattgebäude mit Grossflugzeughalle auf dem Flugplatze in Dübendorf (Abb. 1) besteht in der Hauptsache aus den beiden Flügelbauten und der dazwischenliegenden grossen Flugzeughalle (Abb. 2). In den beiden erstgenannten Gebäudeteilen sind Werkstätten und Magazinräume, sowie Betriebsbureaux untergebracht, während die grosse Halle zur Montage und

Aufnahme von Flugzeugen dient. Die totale Gebäudelänge beträgt 137 m, wovon 54 m auf den Mittelbau entfallen. Die abnormal grossen Raumverhältnisse dieser Halle mit über 20 000 m³ Rauminhalt, sowie die Zweckbestimmung der übrigen Räume in den Werkstattbauten verlangten die Installation eines Heizsystems, mit dem die grossen Räume in kürzester Zeit auf die verlangten Innentemperaturen erwärmt werden können. Bei der grossen Halle

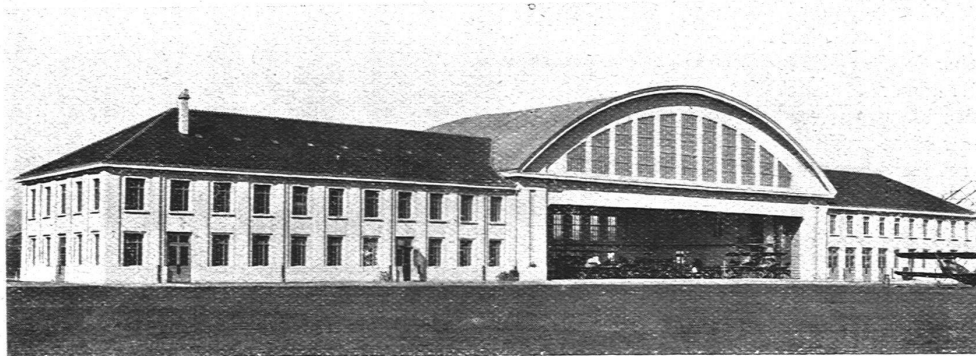


Abb. 1. Werkstattgebäude mit Grossflugzeughalle auf dem Flugplatz in Dübendorf.

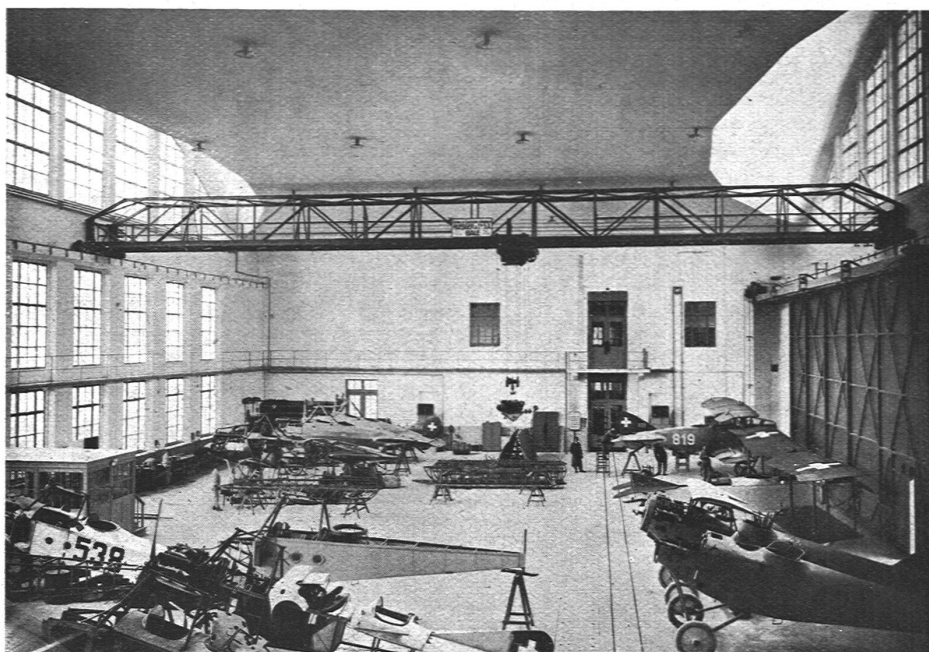


Abb. 2. Flugzeughalle im Werkstattgebäude auf dem Flugplatz in Dübendorf.

musste ausserdem die Abkühlung des Luftvolums berücksichtigt werden, welche beim Öffnen des 45 m breiten, mechanisch angetriebenen Schiebetores entsteht. Als Heizungssystem ist daher Niederdruckdampfheizung mit einem Betriebsdruck von 0,25 Atm. gewählt worden, wobei zur Erwärmung der Räumlichkeiten in den beiden Werkstattebauten horizontale Rohrschlangen aus schmiedeisernen, glatten Röhren und freistehende Radiatoren zur Verwendung gelangten.

Die Flugzeughalle dagegen wurde mit Dampfumluftheizung, unter Verwendung von Luftheizapparaten (Abb. 3),

versehen. Wie ersichtlich, bestehen sie aus zwei seitlich unten angeordneten Luftturbinen mit dazwischenliegendem Elektromotor, der durch einen abhebbaren Deckel leicht zugänglich ist. Die Luftturbinen blasen die über dem Boden angesaugte Luft durch den in horizontaler Lage angeordneten Lamellenheizkörper und die anschliessende, nach vorn gewölbte Luftaustrittshaube mit jalousieartigem Klappenverschluss in den Raum aus.

Die Kesselanlage (Abb. 4) ist in dem unterkellerten Teil des nordwestlichen Flügels (rechts von der Flugzeughalle) untergebracht. Zur Erzeugung des erforderlichen Dampfes

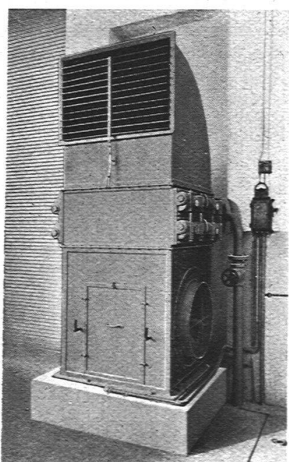


Abb. 3. In der Flugzeughalle in Dübendorf aufgestellte Luftheizapparate.

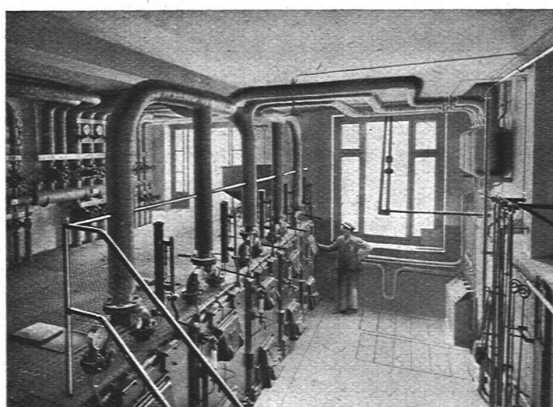


Abb. 4. Kesselraum im Werkstattgebäude auf dem Flugplatz Dübendorf.

für die gesamte Anlage sind fünf gusseiserne Cluser-Kessel mit einer Heizfläche von zusammen 152 m², aufgestellt. Sie haben vordere und obere Beschickung. Die Oberkante der flachen Abdeckung ist mit dem Boden des danebenliegenden Kohlenraumes auf gleiche Höhe gebracht, sodass die Kohlen mittels eines dazu konstruierten Kohlenwagens mit aufklappbarem Boden vom Kohlenraum direkt durch die oberen Füllschachtöffnungen in die Kessel geleert werden können. Dabei muss jeder Kohlenwagen eine im Kesselpodest eingebaute Wage passieren. Asche und Schlacken werden durch eine mechanische Transportanlage vom Heizerstand direkt ins Freie geschafft.

Die fünf Dampfkessel sind in drei absperrbaren Gruppen angeordnet und zwar so, dass je zwei Feuer für sich, sowie ein Kessel allein, eine Gruppe bilden. Durch diese Unterteilung ist ermöglicht, dass je nach dem Wärmebedarf ein, zwei, drei, vier oder alle fünf Kessel in Betrieb genommen werden können.

Dem Charakter der Gebäudeteile entsprechend, ist das Dampfleitungsnetz in drei Hauptgruppen unterteilt, von denen jede vom Dampfverteiler, der hinter den Kesseln in übersichtlicher Weise angeordnet ist, abzweigt. Es führt eine Hauptleitung zum südöstlichen Flügel, eine Hauptleitung zur Halle,

eine Hauptleitung zum nordwestlichen Flügel und

ein weiterer Abzweig zum Boiler der Warmwasser-Versorgung, dessen Erwärmung im Winter indirekt durch eine eingebaute Heizschlange erfolgt, während für den Sommerbetrieb elektrische Heizung vorgesehen ist.

Die Dampf- und Kondenswasserleitungen sind zum grössten Teil in beschlupfbare oder von oben her zugängliche Bodenkanäle verlegt und isoliert. Entgegen der üblichen Anordnung bei Niederdruckdampfheizungen, wird das Kondenswasser aus allen drei Gebäudeteilen nicht direkt in die Kessel, sondern zuerst in ein geräumiges, schmiedeisernes und allseitig gut isoliertes Reservoir geleitet. Die Speisung erfolgt automatisch mittels einer, bzw. zwei durch Elektromotoren angetriebenen kleinen Zentrifugalpumpen, die das heisse Kondenswasser einem für jede Kesselgruppe besonders dienenden Speiseautomaten zuführen, welcher letztere den Kesselwasserstand konstant halten.

Als Reserve-Speisevorrichtung bei event. Aussetzen des elektrischen Stromes dient einerseits eine Handspeisepumpe und andererseits eine Kombination mit der Warmwasser-Versorgungsanlage.

Die Anlage hat sich während zwei Wintern gut bewährt. Speziell ist die leichte und gleichmässige Erwärmungsmöglichkeit der grossen Flugzeughalle durch die sechs einzeln aufgestellten Luftheizapparate hervorzuheben.

★

★

★

Buchbesprechung

Schweizerisches Patentrecht. Textausgabe der Bundesgesetze betreffend die Erfindungspatente und der dazugehörigen Vollziehungsverordnungen mit ausführlichem Sachregister, sowie Tabellen über Gebühren, Fristen und Termine. Von A. Wüger, Kanzleisekretär des eidg. Amtes für geistiges Eigentum. Textausgabe in Leinwand gebunden Fr. 4.—, Sachregister broschiert Fr. 2.—. Herausgegeben vom Verlag des Polygraphischen Institutes, Zürcherhof, Zürich.

Der Schutz der *gewerblich verwertbaren Erfindungen* spielt eine bedeutende Rolle und gibt oft zu Streitigkeiten Anlass. Die schweizerischen Gesetzgeber haben sich in den letzten Jahrzehnten daher mehrmals damit befasst. Gegenwärtig ist diese, als *Patentrecht* bezeichnete

Materie durch zwei Bundesgesetze und drei Vollziehungsverordnungen geregelt.

Der Verlag des Polygraphischen Institutes hat nun eine *Textausgabe* der Bundesgesetze betreffend die Erfindungspatente mit einem ausführlichen *Sachregister*, sowie *Tabellen* über Gebühren, Fristen und Termine im Patentwesen herausgegeben. Die Bearbeitung ist durch einen, mit dem Patentrecht praktisch wie theoretisch vertrauten Beamten, A. Wüger, Kanzleisekretär des eidg. Amtes für geistiges Eigentum erfolgt.

Neben dieser Textausgabe, die in Leinen-Einband Fr. 4.— kostet, gibt der Verlag für diejenigen, die bereits im Besitz der Bundesgesetze und bundesrätlichen Verordnungen sind, das *Sachregister* mit Tabellen zum Patentrecht auch für Fr. 2.— separat heraus.

H.

★

★

★

Die »Technischen Mitteilungen« werden in Verbindung mit der Redaktion des »Werk« redigiert von Ingenieur Max Hottinger
Parkring 49, Zürich 2. Einsendungen sind an ihn oder an die Redaktion zu richten.
