

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 71 (1953)  
**Heft:** 30

**Artikel:** Die Zent-Frenger-Strahlungsheizdecke  
**Autor:** Frenger, Gunnar  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-60591>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.01.2025

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

gehört, konnte wesentlich vorwärts gebracht werden. Alle der FID angeschlossenen Institutionen erhielten vor der Wiener Tagung von der Schweiz aus einen Fragebogen, auf dem zu den einzelnen Bereichen der Zusammenarbeit Stellung zu nehmen ist. Die SVD wird die Antworten zu Händen der FID verarbeiten.

Die *Ausgestaltung, Erweiterung und Aenderung der Dezimalklassifikation (DK)* ist ein so weitschichtiges Gebiet, dass sich verschiedene Kommissionen damit zu befassen haben. Am erfolgreichsten zeigte sich hier die unter dem Vorsitz von C. Frachebourg, PTT-Bibliothek, Bern, arbeitende Kommission für Elektrotechnik, mit dem Unterausschuss für Fernmeldewesen. In dieser Kommission sind zehn Länder vertreten, nämlich: Dänemark, Deutschland, Frankreich, Grossbritannien, Italien, Japan, die Niederlande, Oesterreich, Spanien und die Schweiz. Ihre Delegierten kamen von PTT-Verwaltungen (6), von den Science Abstracts, London, vom Niederländischen Patentamt, von der Asociación Ingenieros-Telecomunicación, Madrid, den NV Philips Gloeilampenfabriken, Eindhoven, der Siemens & Halske AG., München, dem Subcommittee für Electrical Engineering, Tokyo, und dem Deutschen Normenausschuss, Berlin. Diese Institutionen hatten Ingenieure und andere Spezialisten gesandt, was wieder einmal mehr Beweis dafür ist, dass die Dezimalklassifikation sich je länger je mehr über den blossen Bibliotheksgebrauch hinaus zu einem bedeutenden Ordnungsmittel in Industrie und Wissenschaft entwickelt. Der Ausschuss steht vor der grossen und schwierigen Aufgabe, die Einteilung der elektrischen Nachrichten-Technik neu zu gestalten. Wird der Vorschlag seinerzeit auch von der Union internationale des télécommunications in Genf gut befunden, so besteht Aussicht, dass die DK in allen Telegraphen- und Telephonverwaltungen der Welt eingeführt wird. Es darf nicht vergessen werden, dass Gebiete, wie z. B. die Schwingungstechnik und die Elektrotechnik viel zu diskutieren geben, weil sie noch verhältnismässig neu und daher entwicklungs-fähig sind. Im weitern ergab die Aussprache, dass das Bedürfnis nach einer weitgehenden Unterteilung der Dezimalklassifikation bei den Patentämtern und Laboratorien viel grösser ist als bei den Verwaltungen, so dass fast immer eine Kompromisslösung gesucht werden muss. Die Kommission hat gute Arbeit geleistet und wird von den Leitern der FID als muster-gültig bezeichnet. Eine eingehende Schilderung der Arbeiten wird im «Bulletin des SEV» erscheinen.

Auf Wunsch der Union internationale des chemins de fer, Paris, wird, ähnlich wie für das Fernmeldewesen, ein Unterausschuss für die Elektrifikation und das elektrische Signalwesen der Eisenbahnen gegründet. Dieser Ausschuss wird erstmals auf Veranlassung der SVD in der Schweiz zusammentreten; man erwartet die Mitwirkung der Staatseisenbahnen der wichtigsten europäischen Länder.

Einen bedeutungsvollen Beitrag leistete E. Kocherhans, Neuhausen, mit seinem eingehenden Vorschlag zur Ausgestaltung der Gebiete 621.7/9 der DK. Nach einer längeren Diskussion über die Frage «vollständige Umgestaltung der vorhandenen DK-Ziffern 621.7/9 oder Eingliederung des Vorschlages in die bestehende Einteilung» wurde der Englische Normenausschuss beauftragt, in Verbindung mit dem deutschen Normenausschuss die Anpassung der bestehenden DK an den Vorschlag Kocherhans zu versuchen. Wird eine annehmbare Lö-

sung nicht gefunden, so wird die Neubearbeitung die heutige Gruppe 621.7/9 ersetzen. Bis Ende 1953 soll die Kompromisslösung verhandlungsbereit sein.

Auch die Abteilungen 32 (Politik), 34 (Rechtswissenschaft) und 35 (Verwaltung) sowie 65 (Handel und Verkehr) bedürfen einer weitgehenden Ueberarbeitung. Es sei dabei nur an neue Begriffe, wie Eiserner Vorhang, Titoismus, Human relations usw. erinnert, die in der DK noch nicht enthalten sind. Eine Liste derartiger neuer Begriffe soll erstellt werden; die Vorschläge gehen an einen besondern Arbeitsausschuss. Mit der Bearbeitung dieser DK-Gruppen befassen sich z. Zt. drei Ausschüsse; einige Teilgebiete in 35 und 65 dürften bis zur nächsten Tagung bereinigt sein.

Ein Ausschuss mit Dr. Ing. E. Wüster, Wieselburg, an der Spitze befasst sich unter Mitarbeit russischer, italienischer, französischer, englischer und deutscher Interessenten mit der Erstellung eines Wörterbuches der Werkzeugmaschinen, wofür bereits 1500 Begriffe zusammengestellt sind. Dr. Wüster ist international anerkannter Spezialist in der technischen Terminologie und ein führender Mann für technische Wörterbücher. Im Auftrage der UNESCO bearbeitet er eine «Bibliographie of monolingual scientific and technical Vocabularies», deren Manuskript nahezu abgeschlossen ist. Ein Besuch in den Büroräumen in Wieselburg, wo Bibliothek und Archiv ganz auf der Grundlage der Dezimalklassifikation aufgebaut sind, tat die Nützlichkeit dieser Klassifikation von einer andern Seite dar.

Das Schlagwortverzeichnis zur DK, Buchstaben H bis Z, in deutscher Sprache, steht vor der Drucklegung und soll auf Ende 1953 erscheinen. Bearbeiter ist alt Bibliotheksrat C. Walther, Wiesbaden. Englische und französische Ausgaben der Gruppe 3 (Sozialwissenschaften und Recht) sind in Bearbeitung. In Japan erschienen Ausgaben der DK 5 (Naturwissenschaft), 62 (Ingenieurwissenschaft) und 66 (Chemische Technologie). Eine spanische Kurzausgabe steht gegenwärtig beim Generalsekretariat FID in Prüfung und eine französische Kurzausgabe steht in Aussicht. Bald werden also Kurzausgaben in vier Sprachen erhältlich sein, was die Verbreitung der DK fördern wird. Im Jahre 1952 wurden mit 26 PE-Noten (Projets d'extension) 3000 Erweiterungen publiziert.

\*

Empfänge beim Minister des Unterrichts und auf dem Kahlenberg durch den Bürgermeister von Wien, in der Nationalbibliothek, hier verbunden mit einem musikalischen Nachmittag, sowie ein gemütlicher Abend in Grinzing beim Heurigen, wie es nur der Wiener bieten kann, brachten die Gesellschaften der Dokumentalisten und der Bibliothekare in nähere Berührung. Einmal mehr hat es sich gezeigt, dass Kameradschaft den Weg zu fruchtbringender Zusammenarbeit ebnet kann. Sie wird auf dem Gebiete dokumentarischer Forschung Früchte tragen unter allen denen, die guten Willens sind. Die FID hat zwei Weltkriege überstanden, ein gutes Zeugnis für die Gründer Otlet und La Fontaine. Der jetzige Generalsekretär, Ing. F. Donker Duyvis, hat in 25jähriger unermüdlicher und uneigennütziger Arbeit das Erbe treu verwaltet, wofür ihm der Berichterstatter an der Schlussitzung persönlich und im Namen der Teilnehmer Worte des aufrichtigen Dankes ausgesprochen hat.

E. Mathys

## Die Zent-Frenger-Strahlungsheizdecke

Von Dipl. Ing. GUNNAR FRENGER, Oslo

DK 697.353

Strahlungsheizungen werden in Europa, speziell in England, Holland, der Schweiz und Deutschland seit mehr als 40 Jahren gebaut. In den letzten 15 Jahren sind auch in Skandinavien solche Heizungen in vermehrtem Masse installiert worden, dagegen ist diese Heizungsart in den USA und Kanada erst in jüngster Zeit aufgekommen, macht dort nun aber eine rasche Entwicklung durch. Das Prinzip der Strahlungsheizung beruht auf dem Naturgesetz, dass jeder Gegenstand Wärmestrahlen aussendet, sobald die Umgebung eine niedrigere Temperatur aufweist als er selber. Dabei ist die Luft für die Wärmestrahlen praktisch durchlässig, d. h. sie wird nicht direkt erwärmt.

Bei den Deckenstrahlungsheizungen werden von der erwärmten Decke Wärmestrahlen gegen die kühleren Wände und den Fussboden gesandt, die sie grösstenteils absorbieren und dadurch erwärmt werden; ein kleinerer Teil wird reflek-

tiert. Die Luft wird im wesentlichen erst nachher durch Konvektion erwärmt. Deshalb ist die Lufttemperatur in so beheizten Räumen etwas niedriger als die Temperatur der beheizten Flächen. Auf diesem Wege erreicht man eine gleichmässige Raumtemperatur als mit irgendeinem anderen Heizungssystem. Da die Heizflächen verhältnismässig gross sind, genügt eine niedrigere Heizflächentemperatur als bei den übrigen Systemen, z. B. bei Radiatoren. Dies bewirkt erfahrungsgemäss eine grössere Behaglichkeit in den beheizten Räumen. Die gegenüber anderen Heizungsarten um etwa 2° C niedriger gehaltene Raumtemperatur erzeugt das gleiche Wärmegefühl. Dadurch ergibt sich überdies eine gewisse Brennstoffersparnis. Die Strahlungsheizung kombiniert somit den besseren Komfort mit grösserer Wirtschaftlichkeit. Eine Heizung ohne sichtbare, platzbeanspruchende Heizkörper wird zudem von Architekten und Hausbewohnern bevorzugt.

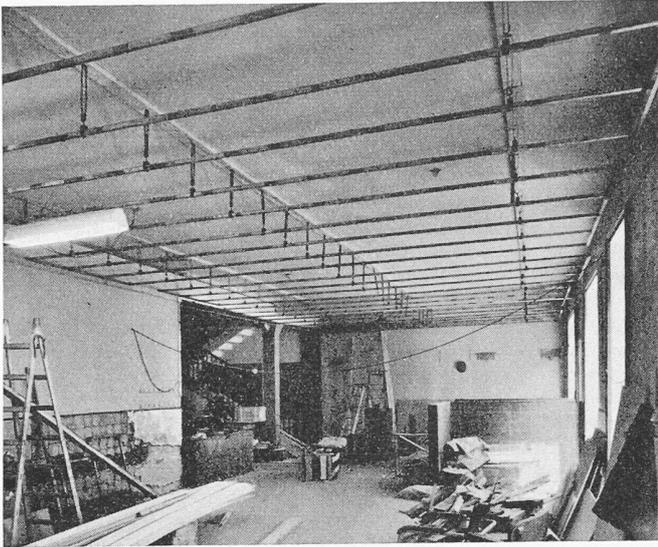


Bild 1. Raum mit aufgehängten Heizrohrregistern, bereit zur Montage der Deckenelemente.

In den bisher am meisten angewandten Systemen wird als strahlende Fläche die Raumdecke benützt. Das Heizwasser zirkuliert in Rohren, die direkt im Beton oder Gips der Decke eingebettet sind. Diese Strahlungsheizungen stellen zweifellos einen sehr grossen Fortschritt im Heizungswesen dar. Sie haben weite Verbreitung gefunden. Die steigende Bedeutung der Lärmbekämpfung hat zu einer stark vermehrten Verwendung von Schallschluckdecken geführt. Diese können aber mit den bisher üblichen Strahlungsdecken nicht oder nur mangelhaft kombiniert werden, da durch sie die Wärmestrahlung reduziert wird. Auch für eine Kombination mit der Ventilation eignen sich die Strahlungsdecken mit eingegossenen Rohren nicht gut, während sich eine Kombination der Schallschluckplatten mit zugloser Ventilation leicht erzielen lässt. Je nach Wichtigkeit der Schallsisolierung oder der Ventilation musste deshalb in vielen Fällen auf die an und für sich erwünschte Strahlungsheizung verzichtet werden.

Nachfolgend sei die Entwicklung des nach mir benannten Systems beschrieben, das eine Kombination von Strahlungsheizung, Schallsisolierung und zugloser Ventilation darstellt, und das sich auch sehr gut zur Strahlungskühlung eignet. Ich möchte dabei hervorheben, dass die Frenger-Decke nicht allein mein Werk ist; tüchtige Ingenieure in vielen Ländern haben mit mir zusammengearbeitet und mir zu meinem Erfolg verholfen. Das Frenger-System ist das Ergebnis meiner jahrelangen Erfahrungen im Bau von Strahlungsheizungen und von unablässigen Versuchen, diese Heizungsart zu verbessern. Das System ist heute durch viele Patente in der ganzen Welt geschützt, und seine Verwendung macht überall rasche Fortschritte.

In erster Linie ging es darum, eine möglichst rasche und genaue Anpassung der Heizleistung an den jeweiligen Wärmebedarf zu erreichen. Als Material für eine ideale Strahlungsdecke erwies sich schon bei den ersten Versuchen Aluminium als der am besten geeignete Werkstoff. Aluminium ist einer der besten Wärmeleiter. Das grösste Problem war aber, eine Aluminiumdecke zu entwickeln, die leicht zu fabrizieren, ein-

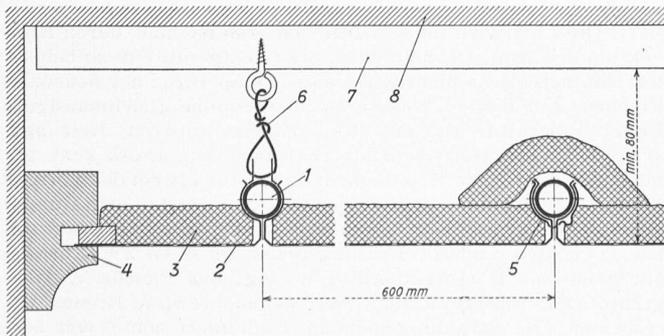


Bild 3. Querschnitt durch eine Frenger-Decke. 1 Heizrohr, 2 perforierte Aluminiumplatte, 3 Isolierung, 4 Randleiste, 5 Klammer, 6 Aufhänger, 7 Tragleiste, 8 Decke.

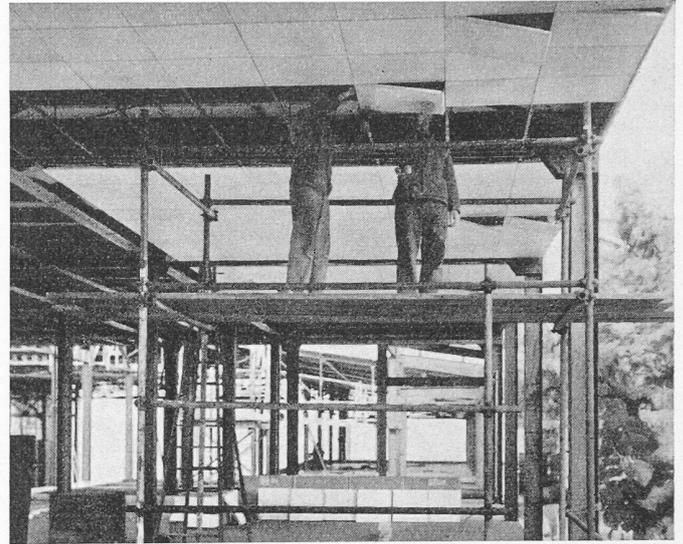


Bild 2. Montage der Deckenelemente im ALCOA-Building in Pittsburg, USA, wo insgesamt 22 500 m<sup>2</sup> Frenger-Decken montiert sind

fach zu installieren und mit den Röhren in einwandfreie Wärmeverbindung zu bringen war. Nach langen Versuchen gelang es, eine Lösung zu finden, die sich für eine rationelle Montage und zugleich industrielle Massenproduktion eignet. Die Versuche nach dem ursprünglichen Entwurf begannen im Jahre 1944. Im Jahre 1945 war die erste Frenger-Decke für Strahlungsheizung und -Kühlung im Betrieb. Die Versuche lieferten die Grundlagen für die sichere und einfache Berechnung der Hauptgrössen dieses Systems.

Die neue Decke besteht aus viereckigen Aluminiumplatten, die in metallenen Kontakt mit einem Rohrnetz gebracht werden. Die Röhren werden zuerst zu Registern zusammengeschweisst, die dem Raum angepasst sind. Alsdann hängt man die Register 8 bis 10 cm unter der Decke auf und verbindet sie miteinander, so dass sie ein vollständiges Netz bilden, das von der Hauptleitung der Heizung gespiesen wird. Die Röhren weisen einen stets gleichen Abstand voneinander auf; er beträgt normalerweise 60 cm. Die Platten sind aus 0,75 mm dickem Aluminiumblech hergestellt, 60 × 60 cm gross, an der Unterseite matt-weiss gestrichen, oben metallblank und in der Regel mit Schallschlucklöchern versehen. Die Plattenränder sind gegen oben umgebogen, so dass sie sich den Rohren gut anpassen und mittels Metallklammern in engen Kontakt mit den Rohren gebracht werden können, wodurch eine gute Wärmeleitung vom Rohr auf die Platte erreicht wird. Die Platten können dank der praktischen Ausbildung der Klammern sehr leicht an das Rohrnetz montiert und wenn nötig wieder weggenommen werden. Um die Wärmestrahlung nach oben zu verhindern, werden die Platten und Rohre mit einer Isolation bedeckt, die gleichzeitig schallschluckend wirkt. Die Frenger-Decke erzielt dadurch die gleiche Wirkung wie eine gute Akustik-Decke (Bild 4).

Die Röhren dienen als Leiter für die Heiz- bzw. Kühlflüssigkeit, sowie als Aufhängevorrichtung für die Platten. Die Rohrregister der Frenger-Decke erhalten normalerweise die gleiche Temperatur wie das Heizungswasser bei Radiatorenheizung. Das Röhrennetz der Frenger-Decke kann also an das

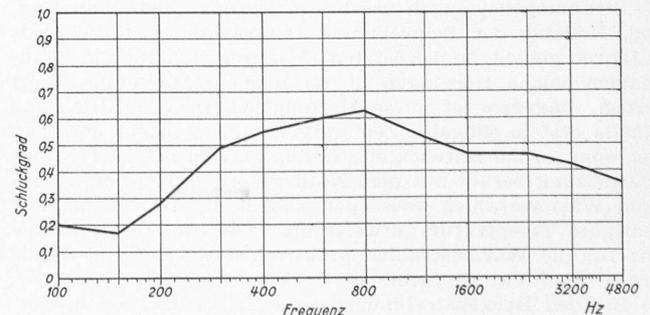


Bild 4. Schallschluckgradkurve bei einem Deckenabstand von 100 mm und einer Lochfläche von 4,7 % (aus EMPA-Bericht Nr. 45 107)

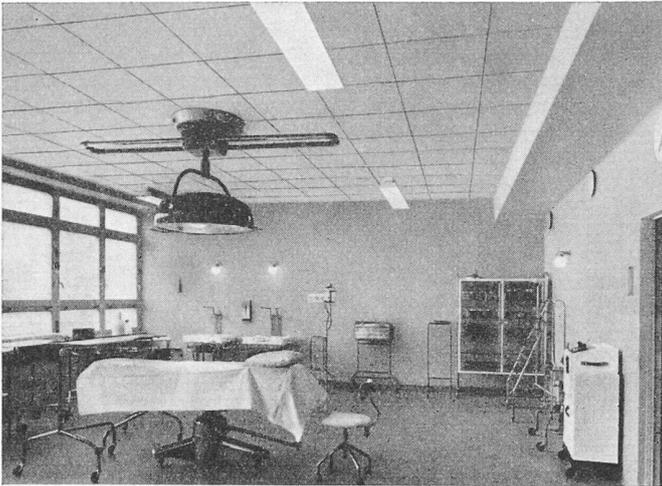


Bild 6. In bestehenden Operationssaal nachträglich eingebaute Frenger-Decke, die ein sehr rasches Aufheizen ermöglicht und leicht abwaschbar ist.

übliche Zentralheizungssystem angeschlossen werden. Die mittlere Plattentemperatur liegt aber infolge des genau berechneten Rohrabstandes verhältnismässig niedrig. Dank der niederen Wärmebelastung der Decke ist die Regulierung der Heiz- und Kühlwirkung sehr einfach. Normalerweise wird die Vorlauftemperatur für das ganze Gebäude reguliert; es können aber auch einzelne Gruppen oder Räume durch Thermostate und einfache Ventile geregelt werden.

Die Frenger-Decke lässt sich sehr gut zur Verteilung von Ventilationsluft benutzen, wobei eine absolut zugfreie Lüftung erreicht wird. Ein Ventilator fördert die Ventilationsluft in den Raum, der sich zwischen der eigentlichen Decke und der aufgehängten Frenger-Decke befindet. Aus dieser Luftkammer tritt sie durch die Schlitze längs der Platten auf den Seiten, die nicht an den Heizrohren anliegen, in den zu ventilierenden Raum aus. Diese Schlitze entstehen dadurch, dass man bei der Montage zwischen den Platten einen Abstand von 1,5 mm offen lässt.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die in den Zwischenraum eingeführte Luft eine ziemlich niedrige Temperatur aufweisen darf, da sie teilweise durch die obere Fläche der Platten und Röhren vorgeheizt wird. Dank der guten Verteilung und geringen Eintrittsgeschwindigkeit ergeben sich keine Zugserscheinungen, selbst wenn die Zuluft kälter als die Raumluft ist. Gerade die Einführung kühler Luft bewirkt das Gefühl von Behaglichkeit und ergibt so die besten Arbeitsbedingungen.

Die Frenger-Decke erleichtert den Bauvorgang in verschiedener Hinsicht. Einmal kann eine möglichst einfache und billige Hauptdecke gewählt werden. Sodann ist die Montage der Rohrregister, der Ventile und der elektrischen Leitungen sofort nach Fertigstellung der rohen Decke möglich. Der Umstand, dass die Frenger-Platten das ganze Rohrnetz zudecken, gestattet eine beliebige Verlegung der verschiedenen Leitungen an der Decke, die jederzeit zugänglich sind, da die Platten einzeln leicht und ohne Beschädigung der Decke herausgenommen werden können. Diese Zugänglichkeit ermöglicht eine Kontrolle und allfällige spätere Änderungen ohne grosse Kosten. Die Kesselanlage, die Verteilleitungen und die Organe für die Temperaturregulierung benötigen keine Er-

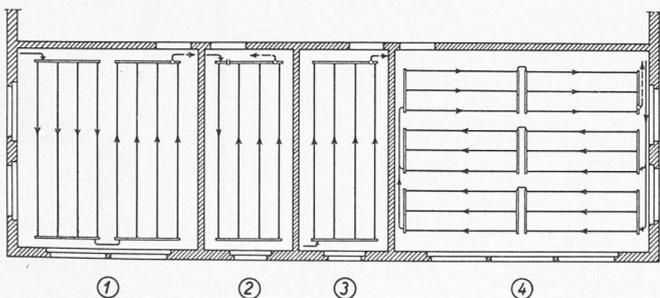


Bild 5. Verschiedene Anordnungen von Heizrohrregistern. 1 Eckzimmer, Eintritt auf der einen Fensterseite, 2 und 3 Zwischenzimmer, Rohre senkrecht zur Fensterwand, Eintritt auf Fensterseite, 4 Eckzimmer, Eintritt in Fensterecke.



Bild 7. Bureauraum im ALCOA-Wolkenkratzer mit Frenger-Decke für Heizung im Winter und Kühlung im Sommer und mit versenkten Beleuchtungskörpern.

klärung, da sie gleich gebaut sind wie bei gewöhnlichen Zentralheizungen. Es ist lediglich darauf hinzuweisen, dass in vielen Fällen die Rohrleitungen einfacher ausfallen, weil anstatt mehrerer Radiatoren nur einige wenige Rohrregister angeschlossen werden müssen. Preislich ist sodann hervorzuheben, dass die Frenger-Decke weniger Mauerdurchbrüche erfordert, und dass die kostspieligen Mauerschlitze, Konsolen usw. wegfallen.

Bei der Planung der Rohrnetze und bei der Disposition der Anlagen sind einige Punkte sehr wichtig und sollen hier noch besonders hervorgehoben werden. Die grösste und wirksamste Strahlung erfolgt am Eintritt des Heizungswassers in das Rohrnetz. Mit dem angenommenen bzw. berechneten Temperaturabfall sinkt die Strahlungsintensität bis zum Wasseraustritt auf ihren kleinsten Wert. Dieser natürlichen Erscheinung ist Rechnung zu tragen, indem die Wasserzirkulation in den Rohrregistern so vorgesehen wird, dass die stärkste Strahlung an den Ort des grössten Wärmebedarfs im zu heizenden Raum verlegt wird. So muss also der Vorlauf in der Nähe der Aussenwand angeschlossen werden und der Rücklauf an der Innenwand, womit die schwächste Strahlung an den Ort des geringsten Wärmeverlustes zu liegen kommt. Es ist also notwendig, dass für jeden Raum die Wärmeverluste nach Grösse und Lage untersucht und die Rohrregister und die Strömungsrichtung des Wassers entsprechend festgelegt werden. Die Länge der einzelnen Register sollte aber zur Vermeidung von unnötigen Schweisstellen die normalen Fabrikationslängen der Rohre nicht überschreiten. Ferner sind höchstens sechs Rohre in einem Register an einen Vor- bzw. Rücklauf anzuschliessen, und zwar immer diagonal. Je nach Lage, Form und Grösse des Raumes können die einzelnen Register, die, wie oben beschrieben, normal aus zwei bis vier, aber höchstens sechs Rohren von max. 5 bis 6 m Länge bestehen, verschiedenartig kombiniert werden. In Räumen mit einer Aussenwand sind folgende Anordnungen zu empfehlen:

1. Nebeneinander angeordnete Register senkrecht zur Aussenwand.
2. Hintereinander angeordnete Register parallel zur Aussenwand.
3. Eine Kombination von nebeneinander und hintereinander angeordneten Registern parallel zur Aussenwand.

Für Eckräume, d. h. für Räume mit zwei Aussenwänden, werden die Register parallel zur längeren Wand verlegt. Das Wasser wird vorerst durch die Register längs der längeren Wand geleitet und von da durch ein Verteilrohr längs der kürzeren Wand in die nebeneinander angeordneten Register. Der Rücklauf kommt so automatisch an die Innenwand, also an den Ort des geringsten Wärmebedarfs zu liegen. Für grosse Gebäude mit vielen gleichen Räumen sollten die Rohrregister möglichst vereinheitlicht werden, wobei sich die Anordnung mit Registern senkrecht zur Aussenwand als besonders günstig erwiesen hat.

Ein besonderer Vorteil des Frenger-Deckenheizsystems liegt darin, dass es in jedem beliebigen Zeitpunkt nach Fertigstellung des Rohbaues montiert werden kann. Es ist also in

Neubauten wie auch in bestehenden Gebäuden, die modernisiert werden sollen, ohne Schwierigkeiten verwendbar. Die Bilder 1, 2, 6 und 7 zeigen einige wenige Ausführungen, deren Reihe beliebig erweitert werden könnte.

Das Hauptverwendungsgebiet der Frenger-Decke erstreckte sich bisher im allgemeinen auf Bürogebäude, Hotels, Restaurants, Banken, Ladenlokale, Schulen und Spitäler, besonders wegen der Möglichkeit der Kombination der Strahlungsheizung mit der Schallisolierung, sowie wegen der leichten Regulierbarkeit. Die Verwendung der Frenger-Decke zur Kühlung von Aufenthaltsräumen wurde namentlich in Amerika seit 1948 geprüft und entwickelt. Anlass dazu gaben die Versuche der Ingenieure Jaros, Baum und Bolles in New York, die für den Neubau der Aluminium Company of America — ALCOA — die Verwendung von Aluminiumplatten für die Strahlungskühlung zu prüfen hatten. Sie entwickelten ein System mit 2,5 mm dicken Platten mit aufgelöteten Rohren, die durch Flanschen miteinander verbunden werden. Nach dem Abschluss dieser Versuche im Jahre 1950 sollte nun der geplante Wolkenkratzer der ALCOA mit solchen Decken ausgerüstet werden.

Im Jahre 1948 hatte die Firma Burgess-Manning & Co. in Libertyville das Frenger-System übernommen und den amerikanischen Verhältnissen angepasst. In Zusammenarbeit mit den Ingenieuren der ALCOA und des Verfassers wurden nun eingehende Versuche angestellt, die die gute Eignung der dünnen Aluminiumplatten des Frengersystems zur Heizung und Kühlung bestätigten. Die Decke entsprach auch allen Anforderungen der Architekten der ALCOA, so dass der Einbau von 22 500 m<sup>2</sup> Frenger-Decken in den Neubau beschlossen wurde. Die grossen Materialersparnisse, die Möglichkeit der serienmässigen Herstellung der Platten und die einfache Installation erleichterten die Wahl dieses Systems. Die Anlage ist seit Frühling 1952 mit vollem Erfolg in Betrieb.

Zur Raumkühlung im allgemeinen sei noch folgendes bemerkt: In der Regel verwendet man zur Kühlung kalte Luft. Da die Luft nicht zu kalt eingeführt werden darf, sind sehr grosse Luftmengen und damit grosse Kanäle notwendig, sollen im Raum die gewünschten Verhältnisse erhalten werden. Die grössten Schwierigkeiten bieten das Vermeiden von Zug

und das Erreichen einer gleichmässigen Raumtemperatur. Man hat auch mit Erfolg die mit einbetonierten Rohren versehenen Decken mit Kühlwasser gespiesen und zur Strahlungskühlung herangezogen. Dieses System kann aber nur in Räumen verwendet werden, wo die relative Feuchtigkeit der Luft 60 bis 65 % nicht übersteigt. Bei dieser Luftfeuchtigkeit scheint auch die Behaglichkeitsgrenze erreicht zu sein. Um die Kondensation an der Decke zu vermeiden, muss die Temperatur des Kühlwassers über dem Taupunkt der Raumluft liegen. Die Kühlfähigkeit der Strahlungsdecke bei trockener Luft ist sehr gut.

In Gegenden mit feuchtem Klima oder in Räumen mit grossen Menschenansammlungen ist die Luft zu entfeuchten. Alsdann lässt sich die Luft mit Vorteil durch eine Frenger-Decke verteilen, deren Heizrohre mit kaltem Wasser durchströmt werden. Die Decke kann dabei einen bedeutenden Teil der Wärme direkt abführen, so dass die Kühlluftmengen und damit die Kosten der Luftverteilungsanlagen wesentlich vermindert werden können. Die Kombination von Luft- und Strahlungskühlung ergibt gegenüber der reinen Luftkühlung die folgenden Vorteile:

1. Grössere Behaglichkeit.
2. Gleichmässigerer Temperaturverteilung im gekühlten Raum.
3. Die Wärmeabgabe von Beleuchtungskörpern wird direkt von der Decke absorbiert, ohne die Raumluft zu erwärmen.
4. Die Luft kann mit höherer Temperatur eingeblasen werden, d. h. die Raumtemperatur braucht nicht so stark abgesenkt zu werden.
5. Sparsamerer Kühlbetrieb.
6. Reduktion der Baukosten durch Verkleinerung der Ventilatoren und Kanäle.

Alle massgebenden Spezialisten scheinen sich darin einig zu sein, dass Aluminium der beste Baustoff zur Erzielung einer einwandfreien Strahlungskühlung darstellt. Interessant ist vielleicht festzustellen, dass die ersten Kühlungsversuche im relativ kalten Norwegen vorgenommen wurden. Heute wird in Amerika und Kanada das Frenger-System in ständig steigender Zahl von Anlagen zur Kühlung herangezogen, und in Italien werden nach kurzer Anlaufzeit solche Kühldecken in grossem Masse verwendet.

## Neues Luftschutz-System: Luftschutzanlagen nach dem Glocken-Gruben-Stollen-System

Von H. GÜTTINGER, Zürich-Berlin

DK 699.85

System und Anlagen nach der vom Verfasser neu entwickelten Glocken-Gruben-Stollen-Kombination beruhen auf den von ihm gesammelten Kriegserfahrungen und einem sorgfältigen Studium des Luftkrieges in seinen vernichtenden Erscheinungsformen. Sie sind aus der Praxis des Luftkrieges geschöpft. Die Vorstudien dazu begannen während des Krieges; sie erstreckten sich auf das Beobachten von Bombeneinschlägen nach Sprengkörperart, Streuung, Einfallwinkel, Trefferlage, Früh- oder Spätzündung, auf die Art der Explosionswirkungen und Zerstörungsvorgänge, auf den Umfang und Ablauf des Einsturzes bombengetroffener Häuser, auf die verschiedenartige Ruinenbildung und auf die unregelmässigen und vielgestaltigen Formbildungen des Trümmerschuttes. In den ersten Nachkriegsjahren wurde das gesammelte Material durch ein fortgesetztes Ruinenstudium in den zerstörten Grosstädten Deutschlands erweitert und ergänzt. Die einzelne Häuserruine ermöglicht in den meisten Fällen eine nahezu vollkommene Rekonstruktion des Bombeneinschlages und Zerstörungsvorganges. Ruinen erteilen den eindringlichsten Anschauungsunterricht für die oft schon verheerenden Auswirkungen eines einzelnen Bombeneinschlages, für die Folgen des Reiheneinschlages kurz nacheinander einfallender Bomben, für innen, aussen, hoch, tief, senkrecht und schräg liegende Einschläge, bis zum Zerstörungsbild ganzer Stadtteile und Städte nach einem Massenbombeardement. Daraus hat der Konstrukteur seine wertvollsten Erkenntnisse für das

von ihm entwickelte Luftschutzsystem gewonnen. Das Erfahrungsgut, das der letzte Weltkrieg auf diesem Gebiete und in einem erschreckenden Ausmass geliefert hat, muss beim Bau künftiger Luftschutzeinrichtungen, gleich welcher Art, viel stärker berücksichtigt und ausgewertet werden, wenn diese in einem zukünftigen, mit ungleich vernichtenderen Kriegsmitteln geführten Kriege ihren Zweck erfüllen sollen.

Der gewöhnliche Luftschutzraum nach alter oder neuer Bauvorschrift besitzt lediglich Nahtreffersicherheit gegen Einschläge von 500 kg-Bomben, die in mindestens 15 m Abstand von seiner Aussenwand detonieren. Liegt der Einschlag

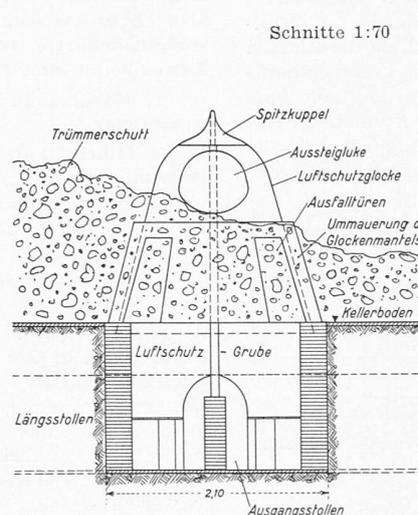


Bild 1. Innenaufbau mit Gusshohl- und Glocken-Gruben-Stollen-System, halb verschüttet; Spitzkuppel geschlossen

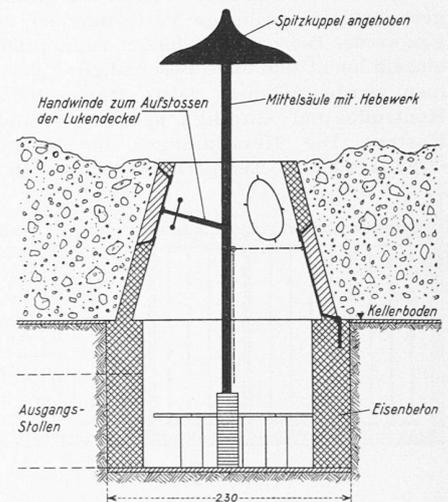


Bild 2. Innenaufbau mit Eisenbeton-Hohl- und Glocken-Gruben-Stollen-System,  $\frac{3}{4}$  verschüttet; Spitzkuppel emporgehoben