S.I.A.-Kurs "Schallfragen im Bauwesen"

Autor(en): **Pfeiffer, W.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **111/112 (1938)**

Heft 17: **Schallfragen im Bauwesen**

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-49846

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

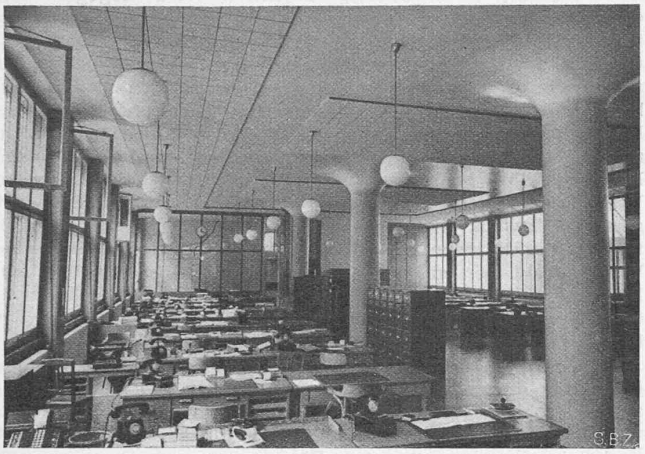


Abb. 15. Grosser Bureauraum, Celotexplatten zu Einzelflächen zusammengefasst (nachträglich angebracht, ungünstiger als Abb. 12)

führt, und zwar der besseren Vergleichbarkeit halber solche, bei denen das gleiche Material, gelochte Celotex-Platten, verwendet wurde. Aus der Schluckgradkurve dieser Platten (Abb. 10) ist ersichtlich, dass erst oberhalb von 300 Hz die Absorption gross wird; trotzdem ist dieser Stoff sehr gut für diesen Zweck geeignet. Das erste Beispiel ist eine Turnhalle von 1840 m³, deren Decke mit einer zusammenhängenden Fläche des erwähnten Materials belegt wurde. Die nach Sabine aus dem Schluckgrad berechnete Kurve (Abb. 11) zeigt bei den tiefen und hohen Frequenzen eine gute Uebereinstimmung mit den gemessenen Werten, einzig im mittleren Frequenzbereich bleibt das erzielte Resultat etwas hinter den Erwartungen zurück. Abb. 12 zeigt einen Bureauraum, an dessen Decke das Material schachbrettähnlich verlegt wurde. Die berechnete Kurve verdeutlicht, dass die absorbierende Wirkung durch die aufgelöste Anordnung des Materials stark gestiegen ist; besonders bei den tiefen Frequenzen ist das erreichte Ergebnis viel besser als erwartet (Abb. 13). Ein zweiter Raum von nahezu der gleichen Grösse und ebenfalls schachbrettähnlicher Anordnung des Materials verhält sich interessanterweise anders. Der Zufall wollte es hier, dass die Schmalseiten der einzelnen Celotex-Platten mit einem dicken, undurchlässigen Oelfarbanstrich versehen wurden. Wie die Gegenüberstellung mit der berechneten Kurve zeigt (Abb. 14), ist hier vor allem kein Gewinn mehr bei den tiefen Frequenzen festzustellen, bei den mittleren Frequenzen wurden wiederum die Erwartungen nicht ganz erfüllt. Dieses Beispiel gibt die Erklärung dafür, warum die schachbrettähnliche Anordnung die Absorption bei den tiefen Frequenzen so stark erhöht. Der Effekt wird durch die dann freien Schmalseiten der einzelnen Platten erzielt; deren Fläche macht 42 % der Plattenfläche aus, dabei beträgt die Schicht-«Tiefe» 30 cm gegenüber nur 3,2 cm senkrecht dazu (Format der Celotex-Platten 30 × 30 cm, Dicke 3,2 cm).

Das letzte Beispiel zeigt eine Zwischenlösung zwischen zusammenhängender Fläche und Schachbrett (Abb. 15). Um einen direkten Vergleich der Wirkungsgrade dieser drei Anordnungen zu erhalten, wurde für jeden Fall der effektiv wirksame mittlere Absorptions-Koeffizient für den Frequenzbereich von 300 bis 3000 Hz aus den Nachhallmessungen berechnet. Dabei wurden folgende Werte erhalten: Zusammenhängende Fläche 0,50, grobe Unterteilung 0,60, Schachbrett 0,86. Eine möglichst starke Auflösung der absorbierenden Fläche ist also akustisch sehr günstig und gibt gleichzeitig eine sehr gute Ausnützung des Materials.

Damit wurde an einigen Beispielen gezeigt, wie die Schallschluckstoffe zur Beeinflussung der Nachhallzeit von Räumen verwendet werden können. Eine andere Aufgabe, die noch kurz erwähnt sei, ist die Korrektur geometrisch ungünstiger Raumformen, z. B. in Vortragsräumen, Hörsälen, Theatern usw. Raumteile, die störende Rückwürfe bewirken, sowie gekrümmte Flächen, die unerwünschte Schallkonzentrationen zur Folge haben, werden mit hochabsorbierenden Schallschluckstoffen verkleidet. Meistens können beide Aufgaben gleichzeitig gelöst werden, indem das zur Erzielung einer bestimmten Nachhallzeit nötige Material gerade an geometrisch kritischen Orten angebracht wird.

S. I. A.-Kurs „Schallfragen im Bauwesen"

Bericht von Dipl. Ing. W. PFEIFFER, Winterthur

Der vom S. I. A. vom 4. bis 6. März d. J. durchgeführte Schallkurs hatte in erster Linie den Zweck, den bauausführenden Architekten über die auftretenden Probleme im Zusammenhang zu orientieren und ihm den Weg zu zeigen, wie die wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Praxis umgesetzt werden können. Der nachfolgende Bericht über diesen Kurs wird deshalb zweckmässig nach dem behandelten Stoff aufgeteilt und nicht nach einzelnen Vorträgen. (Deren genaue Titel und die Namen der Referenten finden sich auf S. 86 lfd. Bds.).

A. Geschichtliches.

Osswald gab in anschaulicher Weise einen gedrängten Ueberblick über die geschichtliche Entwicklung. Das Schallproblem ist so alt wie die Menschheit: Wann hat der Mensch zuerst seine Hände zu einem Sprechtrichter geformt oder die Hand an das Ohr gelegt, um besser zu hören? Lange bevor sich die Wissenschaft der Akustik annahm, wurden schon hervorragende Leistungen erzielt, man denke an die antiken Theater oder an die akustischen Kuriositäten wie die Flüstergewölbe (1) [1]. Auch die Schallmessung in ihrer Anfangsform ist alt. Meyer erwähnte das Beispiel von der Porzellanprüfung durch Beklopfen, oder das Auffinden hohler Stellen durch Abklopfen. Im Verlaufe der Zeit sind dann allerdings viele schalltechnisch unrichtige Konstruktionen entstanden. Auf raumakustischem Gebiete zeugen z. B. die manchenorts notwendig gewordenen provisorischen Kanzeleinbauten davon. Aber auch die Schall-Isolierungstechnik hielt zunächst nicht Schritt mit den stets wachsenden Anforderungen. Neue Bauweisen, wachsender Lärm, fortwährend engeres Zusammenwohnen von Menschen verschärften das Problem. Aus dem Wassereimer, der in früheren Zeiten ins Haus getragen wurde, entwickelten sich die kompliziertesten und geräuschvollen Leitungsanlagen.

Grundlegende Arbeiten auf theoretischem Gebiete haben, um zwei ältere Forscher zu nennen, Helmholtz und Hertz geleistet, in neuerer Zeit namentlich Béckésy, Berger und Sabine. Heute fehlen die theoretischen Erkenntnisse nicht mehr. Die Hauptaufgabe ist vielmehr deren richtige Anwendung in der Praxis.

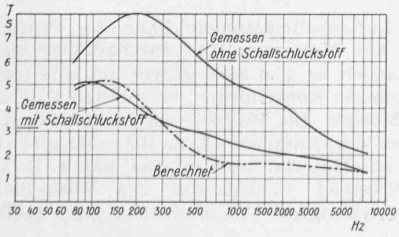
B. Bauakustik.

In dieses Gebiet fallen in der Hauptsache die Luftschallisolierung von Wänden und Decken, Körperschallfragen (Maschinen-Isolierungen), Trittschallisolierung von Decken, sowie geräuschlose Installation von Wasserversorgungs- und Lüftungsanlagen.

Allgemein gesagt, befasst sich die Bauakustik mit der Isolierung von Lärm durch geeignete Anordnung der Konstruktion. Hand in Hand damit muss die Lärmbekämpfung gehen. In dieser Beziehung wurde in verschiedenen Ländern schon Hervorragendes geleistet. So berichtet z. B. Séguenot [2]) von den Arbeiten des Touring Club de France. Wichtig ist die Erkenntnis, dass immer die stärkste Lärmquelle bekämpft werden muss, da alle schwächeren von den stärksten übertönt werden. Die Begründung liegt in dem Gesetz der Phonaddition, das Zel-

[1]) Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes.

[2]) Ing. *L. Séguenot* vom «office technique pour l'utilisation de l'acier», Paris, sprach am 5. März anstelle des verhinderten H. Reiher.



Nachhallzeiten: Abb. 11. Turnhalle, 1840 m³

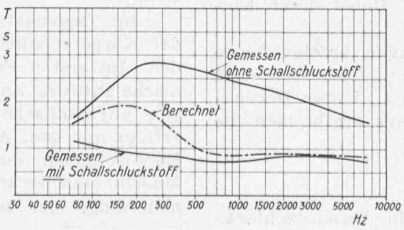


Abb. 13. Bureauraum 370 m³

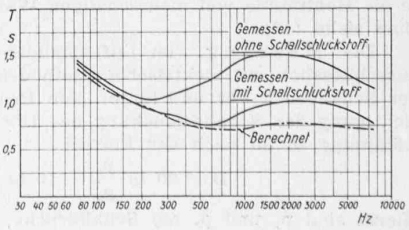


Abb. 14. Bureauraum 400 m³

ler erwähnte. Dieses Gesetz gilt allerdings nur mit Einschränkung (psychologischer Natur). Es kann sich ein schwaches Geräusch aus einem starken Lärm herausheben und störend werden. Mengeringhausen berichtete, wie der Lärm von einem Hotel-Badezimmer wohl beseitigt werden konnte, dass dafür aber nachher das Ablegen des Rasier-Apparates in den Nachbarbadezimmern gehört wurde. Gigli erwähnte den Einfluss des Lärms auf die Leistungsfähigkeit des Menschen. Bei geistiger Arbeit vermindert Lärm die Leistungsfähigkeit, anderseits kann bei eintöniger mechanischer Arbeit Musik die Leistung steigern.

In seinem ersten Vortrage besprach Meyer die Grundbegriffe des Luftschalles. An Hand der bekannten Kurven gleicher Hörlautheit nach Fletcher & Munson zeigte er den Unterschied zwischen den beiden Begriffen decibel (db) und Phon (2) (5). Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass das Hörempfinden jedoch nicht genau logarithmisch verläuft; man hat deshalb eine Lautheitsfunktion vorgeschlagen (3, S. 20). Neben diesen beiden Begriffen Lautstärke und Lautheit spielt die Lästigkeit eine grosse Rolle. Tiefe Töne können viel stärker sein, bis sie lästig sind als hohe, ein für die ganze Isolierungsfrage äusserst wichtiger Umstand. Zeller berichtete von der Isolierung eines Schlafzimmers gegen den Strassenlärm der Grosstadt: nachdem es gelungen war, die hohen Frequenzen abzudämmen, war die Störung beseitigt, obschon der verbleibende Lärm nicht wesentlich schwächer war. Die Energien, die es zur Erzeugung von Hörschall braucht, sind ausserordentlich klein. Würden alle Bewohner Zürichs gleichzeitig sprechen, so würde dabei eine Energie erzeugt, die ausreicht, um eine Taschenlampe gerade zum Glühen zu bringen, und die Energie einer Fabriksirene ist mit einigen hundert Watt nicht grösser als diejenige einer gewöhnlichen elektrischen Lampe (4, S. 3). Die Lästigkeit ist ferner durch eine Reihe psychologischer Momente bedingt (5).

Die Aufgabe, Sprechschall zu dämmen, fällt in der Hauptsache den Wänden und Decken zu. Es ist zu unterscheiden zwischen einschaligen und mehrschaligen Konstruktionen. Einschalig ist z. B. eine Backsteinmauer, mehrschalig sind alle Konstruktionen, bei denen Luftschichten zwischengeschaltet sind. Für die einschalige Wand oder Decke besteht eine Gesetzmässigkeit, die von allen Forschern, zuerst von Berger, gefunden wurde. Die Dämmung wächst linear mit dem Logarithmus des Wandgewichtes (6). Die Dissertation Bergers ist eine äusserst wertvolle Arbeit, die das für eine Dissertation seltene Glück einer Neuauflage erlebte. Siehe ferner (7), sowie (8), Seite 64. Folgende Tabelle zeigt die Verhältnisse:

Wandgewicht	Dämmung db	
10	27	Die angegebenen Dämmwerte
50	35	sind Mittelwerte für die im
100	40	log. Masstab aufgetragenen
200	44	Frequenzen zwischen 100 und
400	48	3000 Hz.

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse bei den mehrschaligen Wänden. Diese besitzen eine ausgesprochene Grenzfrequenz, oberhalb derer die Dämmung stark zunimmt (26). Die Frequenz-Abhängigkeitskurve hat also bei den mehrschaligen Wänden einen ganz andern Verlauf als bei den einschaligen. Ueber den Einfluss von Schallbrücken siehe (12). Zeller machte darauf aufmerksam, dass man sich diese Kurven wenigstens in den groben Zügen immer merken sollte, um sich vor Ueberraschungen zu schützen. Neben dem Gewicht der Wände spielt deren Luftdichtigkeit eine grosse Rolle. Es ist klar, dass Löcher in den Wänden den Schall leicht durchlassen. Auf diesen Punkt legte vor allem Mengeringhausen mit Recht grosses Gewicht. Das Einspitzen von Leitungen jeder Art in die Wände ist für die Luftschalldämmung besonders schädlich und unter allen Umständen zu vermeiden (Schlitzpläne erstellen, (4), Seite 77). Ueber den Einfluss von Löchern, Ritzen, Poren siehe (9) und (3), Seite 184 ff. Fleurent brachte in seinem ersten Vortrag das Beispiel der undichten Türe und den Einfluss des Schlüsselloches. Ueber den letzten Punkt siehe auch (4), S. 63. Ferner besprach der Referent das Einlegen von Matten in die Hohlräume von mehrschaligen Wänden. Ueber deren Einfluss siehe (10).

Die Messung von Luftschalldämmungen erfolgt heute ausschliesslich mit elektrischen Methoden (11). Gemessen wird der Schalldruck vor und hinter dem Prüfstück. Unter Berücksichtigung der Schallschluckung des Hörraumes ergibt sich die Dämmung in db nach der Formel

$$D = 20\ lg\ \frac{p_1}{p_2} - 10\ lg\ \frac{A}{F}$$

Hierin sind p_1 und p_2 die Schalldrücke, A die Gesamtschluckfläche des Hörraumes und F die Fläche des Prüfstückes in m².

Diese Messung ist vollständig objektiv. Wird dagegen mit einem Geräuschmesser etwa nach Bauart Siemens gemessen, so geht die Phondefinition mit ein. Die Resultate beruhen dann also auf der Hörkurve von Fletcher, d. h. sie sind nicht mehr vollständig objektiv, dürften sich aber dem «praktischen» Hören besser nähern als das Schalldruckverfahren. Grundsätzlich sollen Luftschallmessungen nur am fertigen Bauelement, d. h. also an einer Wand oder Decke durchgeführt werden, sei es am Bauwerk selbst, oder wenn dies nicht möglich ist, im Labor an Versuchsstücken von mindestens 2 × 2 m. Die von Séguenot gezeigte Messung an Mattenmustern von 50/50 cm hat deshalb für die Praxis keine Bedeutung, weil aus Matten allein keine Wand gebaut werden kann. Prinzipiell kann jeder Baustoff zum Isolator werden, je nach dem es sich um Luftschalldämmung oder Körperschalldämmung handelt. Im ersten Falle ist der harte, im zweiten Falle der weiche Baustoff Isolator.

Die Angaben der einzelnen Institute über die Dämmzahlen gehen für die selbe Konstruktion teilweise noch sehr auseinander. Wohl sind die Begriffe Phon und db nunmehr normiert, nicht jedoch die Messmethode. Für 45 db Dämmung braucht es 100 kg Wandgewicht nach Berger, 300 nach Cammerer (9, S. 4). Es ist deshalb grösste Vorsicht mit der Verwendung von Zahlen in Prospekten geboten.

Neben der Messung von Dämmwerten geben die Klanganalysen wertvolle Einblicke. Sie geben Aufschluss über die Frequenz-Zusammensetzung der Geräusche und sind sehr nützlich zum Aufsuchen der Stör-Frequenzen (8, S. 5 ff). Meyer zeigte z. B. Klangspektren von den Geräuschen, die entstehen, wenn auf Holzbalken- oder Massivdecken entweder mit Holz- oder Gummihämmern geklopft wird. Aus diesen Spektren ist deutlich die Verschiebung der Klangfarbe ersichtlich und damit auch ein Zusammenhang mit der Lästigkeit der betreffenden Geräusche.

Ein weiteres, sehr wichtiges Gebiet der Bauakustik betrifft den Körperschall. Man versteht darunter die Fortleitung von Schallwellen in den festen Baustoffen. Körperschall wird übertragen durch Mauern, Eisen- oder Eisenbetonskelette, Rohrleitungen u. s. w. Zur Dämmung dienen hier weiche Stoffe, die zwischengeschaltet werden. Dieses Zwischenschalten bietet aber meist erhebliche Schwierigkeiten, weil die weichen Stoffe nicht tragfähig sind. Prinzipiell soll deshalb entweder die Erzeugung von Körperschall überhaupt vermieden oder dann soll verhindert werden, dass sich Körperschall in hörbaren Luftschall verwandelt. Da diese Verwandlung speziell an dünnen Bauteilen vor sich geht, sind solche zu vermeiden. In jedem Architekturbureau sollte ein Plakat hängen: die dünnste Wand ist 12 cm stark. Niemals sollen Wasserinstallationen an dünnen Bauteilen befestigt werden, ein Punkt, auf den Mengeringhausen in seinen interessanten Ausführungen mit allem Nachdruck hinwies (Waschbecken an einer Krankenzimmer-Trennwand vermeiden, sie gehören an die starke Gangwand (4) (13) (14). Auch sollen Leitungen nicht am Eisenskelett befestigt werden ohne Zwischenschalten von Dämmstoffen. Das von Fleurent empfohlene Isolieren der Deckenauflager scheint wohl theoretisch richtig, ist jedoch in der Praxis undurchführbar. Oft kann Körperschalleitung auch durch prophylaktische Massnahmen vermieden werden (Osswald: sinngemässe Anordnungen der Hausmeister) oder unstörend gemacht werden (Mengeringhausen: Beispiel vom Kesselreinigen).

Einen Versuch der Verhinderung von Körperschalleitung im Bauwerk stellt die Novadom-Bauweise [3]) dar, über die Hofbauer berichtete. Er trat sehr für diese Bauweise ein und sucht darzulegen, dass sie schalltechnisch einen grossen Fortschritt bedeute. Wenn man aber die unten beschriebenen Messresultate näher untersucht, muss man zum Schluss kommen, dass die schalltechnischen Verbesserungen nicht von Belang sind und dass Hofbauer etwas allzustark «pro Nova domo» gesprochen hat. Der gezeigte Film von einem Hausbau war ja gewiss als Abwechslung in der Fülle der technischen Vorträge sehr willkommen, hatte aber allzu tendenziösen Charakter, um für eine Veranstaltung, wie der durchgeführte Schallkurs geeignet zu sein.

Im Gegensatz zu Luftschallmessungen kann die Prüfung der Körperschalleitung am Materialmuster durchgeführt werden. Im ersten Falle handelt es sich nach Meyer um eine technische Prüfung an der ganzen Konstruktion, im zweiten Fall um eine physikalische am Muster. Die Prüfung am Materialmuster erfolgt mit dem Apparat von Costadoni (8, S. 103) und gibt die Eigenschaften, die für ein Material wichtig sind, das z. B. als Maschinenisolierung verwendet werden soll. Als Mass dient neuerdings der sog. Verwärmgrad. Daneben hat man (eben-

[3]) Siehe «SBZ» Bd. 103, S. 174* (1936).

falls am Materialmuster) gemessen, wie gross der Weg in einem Material sein muss, bis die Körperschallstärke 1 db abnimmt und hat gefunden, dass es hiefür braucht bei: Eisen 25 bis 100 m, Backstein 5 bis 30 m, Beton 8 bis 50 und Holz 3 bis 20 m. Es fällt auf, dass der Unterschied zwischen Backstein und Beton nicht sehr gross ist, woraus hervorgeht, dass die Hellhörigkeit von Bauten viel mehr eine Konstruktionsfrage als eine Materialfrage ist. Da nun aber im Bauwerk nie ein Baustoff allein vorhanden ist, sondern immer eine häufige Abwechslung, so müssen Körperschalleitungen unbedingt am Bauwerk gemessen werden.

Diesbezügliche Versuche sind von Gastell (11) durchgeführt worden, sowie von Schmidt (15). Es wurde die Abnahme der Körperschallstärke in db/m bestimmt — Werte, die naturgemäss wegen der Verschiedenartigkeit der Gebäude stark voneinander abweichen. Die Abnahme bewegt sich innerhalb der Grenzen 2 bis 8 db. Hofbauer hat an Versuchspfeilern ohne Putz in der Novadombauweise eine Abnahme von 15 db für Hohlziegel und 35 db für Vollziegel gefunden (16, Seite 249 ff). Eine Messung, die Pfeiffer an einem ausgeführten fertigen Bauwerk durchführte, ergab eine Abnahme von nur 6 db, sodass die Novadombauweise gegenüber anderen Bauweisen keinen Vorteil bietet. Tatsächlich war denn auch ein Klopfen mit 50 Gramm schweren Gummikolben bei 2 mm Fallhöhe auf den Boden des zweiten Stockes im Erdgeschoss deutlich hörbar, d. h. die Umleitung durch das Mauerwerk um das ganze erste Stockwerk hat trotz der Spezialbauweise stattgefunden. An der Leitung sind eben neben dem Mauerwerk auch alle Rohrleitungen, Fenstergewände und der Putz beteiligt. Ein einfacher Versuch über den Einfluss von Schallbrücken kann auch damit gemacht werden, dass Wasserleitungsgeräusche an einer Türe abgehört werden. Aus dem kleinen Geräuschunterschied bei offener und geschlossener Türe geht hervor, dass schon die wenigen cm² Berührungsfläche der Türangeln genügend Körperschall durchlassen, um einen stark hörbaren Luftschall zu erzeugen.

Einen Sonderfall des Körperschalles stellt der Trittschall dar, das ist derjenige Körperschall, der durch das Herumgehen in den Decken erzeugt wird und an der Deckenunterseite hörbaren Luftschall abstrahlt. Ueber dieses im Hausbau äusserst wichtige Problem haben sich Zeller, Gigli und Hofbauer geäussert. Trittschall ist wenn immer möglich am Entstehungsort zu bekämpfen. «Würde durch dringlichen Bundesbeschluss nur noch das Tragen von Gummisohlen erlaubt, so wäre das Trittschall-Problem gelöst.» Der Estrichbelag hat den entscheidenden Einfluss. Daneben besteht ein Zusammenhang zwischen Estrich und Gewicht der Tragdecken (17). Theoretische Berechnungen über den Trittschallschutz sind wegen der Vielgestaltigkeit der Konstruktionsmöglichkeiten nicht durchführbar. Einzig die Messung gibt für einen bestimmten Fall Aufschluss. Sie erlaubt auch, zu beurteilen, in welchem Masse die einzelnen Deckenschichten an der Isolierung beteiligt sind. Ein Beispiel einer solchen Messung zeigte Zeller (11), (7), (17).

Während für Luftschallmessungen elektrische Verfahren fast ausschliesslich verwendet werden, sind für Trittschall sowohl elektrische Messungen (7), (11) als die sog. Reizschwellenverfahren in Anwendung (17), (18), (19). Ja, es scheint, dass die letzten eher geeignet sind, das praktische Verhalten der Decken vom Standpunkte des Hausbewohners aus zu erfassen. Beim elektrischen Verfahren wird mit einem sog. Trampel ein bestimmter Lärm erzeugt, und mit einem elektrischen Geräuschmesser die durchgelassene Geräuschstärke gemessen. Jene Decke ist dann die beste, die am wenigsten Geräusch durchlässt. Beim Reizschwellenverfahren wird ebenfalls geklopft, die Fallhöhe und damit die Klopflautheit jedoch so lange verändert, bis gerade nichts mehr gehört wird. Als Mass wird dann diese Reizschwellenenergie eingeführt. Das Messverfahren ist heute noch sehr umstritten und man ist weit entfernt von einer internationalen Verständigung. Dem praktisch tätigen Akustiker eröffnet sich hier noch ein dankbares Tätigkeitsfeld.

Ueber das Gebiet der Wasserversorgungs-Installation referierte Mengeringhausen. Beim Wasser ist vor allem wichtig, dass nicht mit grossem Wasserdruck gearbeitet wird. Die Druckreduzierung, wie sie auf eine ganz kurze Strecke im Ventil des gewöhnlichen Wasserhahns stattfinden muss, ist die hauptsächlichste Lärmquelle, weil sich Kavitation, Strahlabhebung, bildet. Bei den geräuschlosen Hahnen muss die Druckreduzierung auf mehrere hintereinander liegende Stellen verteilt und müssen die Wasserfäden möglichst sanft aus ihrer Richtung abgelenkt werden. Die im Hahn erzeugten Geräusche werden einesteils durch die Rohrleitung selbst (hohe Frequenzen) oder durch die Wassersäule (tiefe Frequenzen) an andere Stellen des Hauses übertragen. Wasser selbst ist ein guter Schalleiter, wie an dem Beispiel des Brunnens in Goslar gezeigt wurde. Bei der Pumpe liegen die Verhältnisse ähnlich. Läuft diese nicht innerhalb der ihr eigenen Charakteristik (weil oft der Besteller zu reichliche Leistungen vorschreibt), so entsteht Lärm. Es kann dann durch Zuschalten eines Wasserwiderstandes die Lärmbelästigung beseitigt werden (14), (13), (4), (20), (21), (22). Mengeringhausen empfiehlt wenn immer möglich offene Montage, man soll die Installation zeigen dürfen. Bei Leitungsschlitzen ist darauf zu achten, dass die Abschluss-Deckel nicht dünn sind, weil sie sonst Körperschall durch Abstrahlung in starken Luftschall verwandeln können.

Sehr interessant berichtete Zeller über die Lüftungsanlagen. Die Anforderungen werden für schweizerische Verhältnisse in Phon etwa wie folgt gestellt:

Konzert- und Vortragssäle	25 bis 30
Hörsäle, Theater	30 bis 40
Ruhige Arbeitsräume	40 bis 50
Werkstätten, gewöhnliche	40 bis 50
Laute Werkstätten	50 bis 60

Die deutschen Vorschriften sind ähnlich. Amerikanische Angaben liegen wegen des verschiedenen Ausgangspunktes um 4 Phon höher. Die Garantiemessung erfolgt in Kopfhöhe der sitzenden Person, in 3 m Entfernung vom Luftaustritt (VDI-Regeln und «Wegleitung» von Hottinger, Zürich). Wir unterscheiden mechanische Geräusche, Luftgeräusche und Geräusche, die von Wandschwingungen der Kanäle herrühren. Für die mechanischen Geräusche hat die Klanganalyse wertvolle Aufschlüsse gegeben. So hat man gefunden, dass Kugellager weniger gut sind als Gleitlager, weil sie bei etwa 2000 Hz eine Geräuschspitze aufweisen. Die Luftgeräusche sind eine Funktion der Umlaufgeschwindigkeit U, etwa nach der Formel

$$L = a \cdot \lg U + C$$

wo a und C konstante Werte sind. Um Schwingungen der Kanalwandungen zu vermeiden, soll die Luftgeschwindigkeit 7 m nicht übersteigen. Es ist wichtig, die Frequenzzusammensetzung der Luftgeräusche zu kennen, um beurteilen zu können, welche Schluckmaterialien zu verwenden sind. Die Messung der Geräuschstärke dagegen ist auch zur Auffindung von allfälligen Störungen wertvoll. Sind lange Kanäle vorhanden, so darf die Ventilationsmaschine stärkere Geräusche machen, als bei kurzen, weil die Kanäle selbst dämpfen. Als Dämpfung in den Leitungen sind die verschiedensten Querschnittsformen und Querschnittsveränderungen möglich, wovon der Referent einige Beispiele zeigte (14).

C. Raumakustik.

Die Raumakustik hat die Aufgabe zu lösen, in einem Raum Sprache oder Musik möglichst gut hörbar zu machen. Dazu muss ein Saal nach drei Gesichtspunkten untersucht werden: den geometrischen, den physikalischen und den ästhetischen. Ueber den ersten Punkt sprach Fleurent. Der Saal muss so beschaffen sein, dass nirgends Echowirkungen entstehen können. Echo entsteht, sobald der Wegunterschied des direkten Schallstrahles und eines ein- oder mehrmal gebrochenen indirekten Strahles mehr als 21 m beträgt. Dann trifft nämlich der indirekte Schall nicht mehr innerhalb der Reaktionszeit des Ohres ein und das Ohr hört den Schall ein zweites Mal, eben als Echo. Die Reaktionszeit ist nun aber keine mathematisch genaue Grösse, weshalb ein Saal in weiteren Grenzen untersucht werden muss, etwa ob die Wegunterschiede 17 oder 35 m betragen. Die Schallstrahlen kann man durch geeignete Raumbegrenzungsformen dirigieren, was dann zu den bekannten gebrochenen oder gebogenen Formen grosser Säle führt. Oder man kann unerwünschte Rückwürfe durch Einbau von schallschluckenden Materialien an den betreffenden Stellen verhindern. Dadurch entstehen oft sehr merkwürdige Innenräume, wie Fleurent am Beispiel des Ciné Gaumont Palace zeigt, der aber mit seinen geschwungenen Balkonlinien sehr gut sein soll. Im Capitol-Kinotheater in Bern[4]) wurden aus diesen Ueberlegungen heraus Decke und seitliche Balkonbrüstungen als gebrochene Fläche ausgebildet, im Gegensatz zur bekannten Salle Pleyel in Paris, die bei glatter Decke eine vorzügliche Akustik aufweist[5]). Bei kleinen Sälen müssen diese Ueberlegungen nicht gemacht werden, weil alle Schallwege zu kurz sind, um Zeitdifferenzen entstehen zu lassen.

Da die Verfolgung der Schallstrahlen auf graphischem Wege eine sehr mühevolle Arbeit ist und bei einigermassen komplizierten Formen überhaupt unmöglich wird, hat man die Aufgabe auch experimentell gelöst. Man benützt hiezu Modelle,

[4]) «SBZ» Bd. 95, Seite 50 (1930).
[5]) «SBZ» Bd. 90, S. 179*, 350* (1927); Bd. 95, S. 47* (1930).

in denen die Schallwege auf einem Wasserspiegel für einen bestimmten Gebäudeschnitt verfolgt werden können (1) (23).

Zu genaueren Ergebnissen kommt man unter Verwendung von Luft anstatt Wasser. Osswald zeigte die entsprechende Apparatur, wie sie im akustischen Labor der E. T. H. verwendet wird (24) (25).

Die physikalichen Untersuchungen befassen sich in der Hauptsache mit der Berechnung des Nachhalles. Für jeden Saal gibt es einen optimalen Nachhall, der von der Raumgrösse abhängt und ferner davon, ob Rede oder Musik möglichst gut zum Vortrag kommen soll, wobei bei Musik wieder deren Charakter zu beachten ist. Hierüber berichtete Gamzon. Eine Bachkantate erfordert viel längeren Nachhall als etwa Tanzmusik. Im ersten Falle ist ein gewisses Ineinanderfliessen der Töne notwendig, im zweiten Falle muss ein straffer Rhythmus herauskommen. Die Nachhallzeit kann durch die Art der Raumoberflächen beeinflusst werden, indem man sie mehr oder weniger schallschluckend macht. Es ist dem Forscher Sabine zu verdanken, als erster diese Gesetzmässigkeiten erkannt zu haben. Seine Formel für die Nachhallzeit:

$$t = 0{,}164 \frac{V}{\Sigma F \alpha}$$ ist noch heute im Gebrauch.

Hierin bedeutet V das Raumvolumen in m^3 und F den Flächeninhalt der einzelnen Oberflächenarten mit ihren entsprechenden Schallschluckbeiwerten α. Da diese Beiwerte frequenzabhängig sind, ist auch die Nachhallzeit von der Frequenz, das heisst von der betreffenden Tonhöhe abhängig. Will man also eine Nachhallmessung machen, so muss man in erster Linie die Schallschluckbeiwerte kennen. Mitbestimmend für die Schallschluckung ist die Porosität eines Materials. Deren Messung erklärte Meyer im physikalischen Teil seines Vortrages. Die Porosität wird in Ohm ausgedrückt und wir werden nun jedesmal, wenn wir an einer gutgestopften Zigarette ziehen, daran denken, dass wir dabei einen Widerstand von 1000 Ohm überwinden müssen. Der Widerstand ist nicht durch die Porosität an sich bestimmt, sondern durch die gegenseitige Lage der einzelnen, sehr kleinen Hohlräume. Haben diese unter sich keine Verbindung, so wird trotz grosser Porosität der Widerstand gross.

Ueber die weiteren physikalischen Eigenschaften von Schallschluckstoffen berichtete Furrer. Dessen Ausführungen sind in einem besonderen Aufsatze in dieser Nummer zu finden.

Die Untersuchungen in ästhetischer Richtung haben sich hauptsächlich damit zu befassen, dass eine gute Klangmischung eintritt, d. h. dass z. B. bei einem Orchester nicht einzelne Instrumente stark heraustreten. Stützt man sich bei solchen Untersuchungen allzusehr nur auf die Schallschluckkurven eines Raumes, so können allerdings schwere Fehlschläge eintreten. Gerade zur Beurteilung ästhetischer Anforderungen kann und muss das eigene Ohr weitgehend benützt werden, während man durch schematisches «Denken» mit Kurven Gefahr läuft, das natürliche Hören zu verlernen.

Bei grossen Sälen ist zu untersuchen, wie weit die menschliche Stimme ausreicht, um ohne künstliche Verstärkung einen Saal «besprechen» zu können. An dem Beispiel der Bahnhofhalle Zürich, das nur zur Veranschaulichung der Raumgrössen gewählt wurde, zeigte Osswald die Verhältnisse, wie sie für die ganze Halle vorliegen, und wie sie sich ändern würden, wenn die Halle nach und nach verkleinert würde. Für grosse Säle muss eine künstliche Verstärkung mit Lautsprechern zu Hülfe genommen werden. Dabei kann der Schall bei Verwendung eines einzigen Lautsprechers u. U. in der Nähe desselben zu stark werden, sodass verschiedene Lautsprecher aufgestellt werden müssen. Um ein gutes Zusammenarbeiten derselben sicherzustellen, müssen oft gewisse Verzögerungseinrichtungen zugeschaltet werden, die entweder in sogen. künstlichen Kabeln bestehen können, die aber sehr teuer sind, oder in Luftkanälen, an deren Enden mit Mikrophonen der Schall neu aufgenommen wird (25).

D. Die Aufgabe des Architekten.

Das Schallproblem kann vom Physiker allein nicht gelöst werden. Denn alle theoretischen wissenschaftlichen Erkenntnisse nützen nichts, wenn niemand da ist, der sie am Bau in Wirklichkeit umsetzt. Deshalb erwächst dem Architekten die Pflicht, sich mit dem Schallproblem auseinanderzusetzen. In Verbindung mit einem erfahrenen Akustiker muss er beurteilen können, wo isoliert werden muss und wie weit man mit Isoliermassnahmen gehen soll. Diese Frage der Zusammenarbeit zwischen Physiker, akustischem Berater und Architekten einerseits, mit dem Bauherrn anderseits, haben namentlich Zeller und Mengeringhausen behandelt.

Schon in der ersten Planung muss der Architekt die Schallfragen miteinbeziehen. Als erstes ist städtebaulich eine Einteilung in Lärmzonen vorzunehmen. Was für Folgen hier eine unrichtige Vorstellung haben kann, zeigte Zeller am Beispiel einer Fabrik. Diese wurde allerdings im Fabrikviertel erstellt, wo ihre 80 Phon noch zulässig waren. Dagegen betrug ihr Lärm in 1400 m Entfernung immer noch 40 Phon und war damit höher als für ein Wohnviertel zulässig. Einige kleine Messungen, beizeiten durchgeführt, hätten hier den richtigen Weg gezeigt.

Aber auch im Grundriss selbst muss der Architekt schalltechnisch richtig disponieren und so dem akustischen Berater vorarbeiten. Wenn W. C. und Bäder über das beste Zimmer des Hauses gelegt werden oder wenn, wie Mengeringhausen erwähnte, ein Wohnzimmer von vier Badzimmern umgeben ist, dann muss man sich nicht wundern, wenn oft unlösbare Schallprobleme entstehen.

Damit der Architekt richtig disponieren kann, muss er unbedingt die schalltechnischen Grundbegriffe kennen. Wo er sich nicht sicher fühlt, soll er beizeiten einen unabhängigen Berater zuziehen, mit dem er alle Fragen bespricht. Denn bei der Bauausführung kann der Berater nicht andauernd dabei sein und es müssen unfehlbar Misserfolge eintreten, wenn Architekt und Bauführer nicht genau wissen, an welchen Punkten eine sorgfältige Ueberwachung notwendig ist. So ist z. B. mit einer 25 cm - Backsteinmauer mit Sicherheit ein Luftschallschutz von 50 db zu erreichen; damit wird Sprache unhörbar. Achtet aber der Bauführer in Fällen, wo es auf die Erreichung dieses Dämmwertes ankommt, aus Mangel an Spezialkenntnis nicht sorgfältig auf die gute Ausführung, d. h. in diesem Falle darauf, dass nicht mit Brocken gemauert wird, dass keine Löcher entstehen und alle Fugen satt ausgemörtelt sind, so kann eine Mauer entstehen, die unter Umständen wohl statisch noch genügt, die aber einen ganz geringen Luftschallschutz bietet (9). Derartige Beispiele liessen sich beliebig vermehren.

Eine akustisch unabhängige Beratung kann aber nie vom Isoliermaterial-Lieferanten durchgeführt werden, der selbstverständlich an der Lieferung interessiert ist. Weil in der Akustik, im Gegensatz beispielsweise zur Wärmetechnik, die psychologischen Momente starken Einfluss haben, liegt hier das Problem besonders heikel. Eine unabhängige Beratung ist dringend notwendig und kann höchstens jenem Lieferanten schaden, der ungeeignete Materialien in den Handel bringt (Zeller). Der Baustoff und das Isoliermittel, die für das betreffende Projekt als die richtigen erkannt wurden, müssen dann vom Architekten mit allem Nachdruck auch durchgesetzt werden (Mengeringhausen). Es sei in diesem Zusammenhange gestattet, beizufügen, dass diese Forderung gerade bei uns in der Schweiz oft aus engen lokalpatriotischen Erwägungen nicht durchgeführt wird, zum Schaden des Bauwerkes und zum Schaden desjenigen Lieferanten, der den richtigen Baustoff hätte liefern können.

Das Verständnis für Schallfragen wird besonders durch die Messung am Bauwerk gefördert. Wie Osswald betont, sollen deshalb die Baumessungen einfach sein und es soll dem Architekten und jedem Interessierten verständlich gemacht werden, wie solche Messungen vor sich gehen. In dieser Beziehung scheint der Schallkurs eine Lücke gelassen zu haben, die sicher von vielen Teilnehmern empfunden wurde. Das Trittschallgeräusch über dem Auditorium I war ja ein dauerndes Memento und es wäre nun gewiss sehr instruktiv gewesen, gerade den Aufbau dieser Decke kennen zu lernen und an ihr eine Trittschall- und eine Luftschallmessung vorzunehmen. Dadurch hätte mancher den Anschluss an die gebotene Theorie gefunden. Zeit für solche Versuche hätte sich sicher finden lassen, wenn die leider oft häufigen Wiederholungen desselben Einzelgebietes durch verschiedene Referenten weggefallen wären, was sich bei richtiger Verständigung der Kursleitung mit den Referenten hätte erreichen lassen.

Hand in Hand mit den Rohbauplänen müssen akustische Pläne ausgearbeitet werden, die z. B. die Abmessungen von luftschallgedämmten Wänden enthalten, Aufschluss geben über die notwendigen Belagshöhen mit Rücksicht auf die gewünschte Trittschallisolierung, Angaben enthalten über die Schwellenanordnung bei gedämmten Türen und die Orte kennzeichnen, wo im Ausbau schallschluckende Materialien einzubauen sind usw. Auch die Lüftungsanordnung soll in solchen Plänen enthalten sein, dann kann vermieden werden, dass Entlüftungen von Gasautomaten, weil sie an gemeinsamen Abluftkanälen liegen, die Rolle des Haustelephons übernehmen. Wird in dieser Weise vorgegangen, dann können schalltechnisch richtige Bauten entstehen, die höchstens 2 bis 4 % teurer sind als andere. Oft

wird aber in Unkenntnis bedeutend mehr Geld ausgelegt, ohne einen Gegenwert zu schaffen.

Besonderes Gewicht legte Zeller auf die Art und Weise, wie Garantien verlangt werden. Das Aufstellen sinngemässer Garantien erfordert gründliche Sachkenntnis. Es ist unsinnig, bei einer Lüftung maximal 6 db Geräusch zuzulassen, wenn praktisch weniger als 10 db überhaupt nicht vorkommen. Dadurch wird der seriöse Fabrikant benachteiligt, weil der unseriöse den Auftrag trotzdem übernimmt, indem er sich sagt, bei der Garantieabnahme stelle sich ja dann doch heraus, dass man überhaupt nicht so tief hinunter messen könne. Auch geht es nicht an, einem Händler z. B. eine Isoliermatte abzukaufen, diese in eine Wand einzubauen und nachher vom Lieferanten eine Garantie für die Wand zu verlangen. Wo die Verantwortung sauber ausgeschieden werden soll, muss sich die Garantie auf den ganzen Baugegenstand erstrecken, der dann auch in seinem ganzen Aufbau vom Unternehmer zu erstellen ist. Wo eine Trennung nicht möglich ist, wie beispielsweise beim Zusammenwirken von Estrichbelag und Tragkonstruktion, die meist von verschiedenen Unternehmern erstellt werden, muss der Architekt in Verbindung mit dem ihn beratenden unabhängigen Akustiker in der Lage sein, die Eignung der Fertigkonstruktion zu garantieren. Angaben in Materialprospekten sind schon wegen der im Abschnitt Luftschall erwähnten Unsicherheit in den Phonangaben mit grösster Vorsicht aufzunehmen. Angaben über Schallschluckbeiwerte dürfen nur verwendet werden, wenn man sich über die Art der Messmethode Rechenschaft geben kann und schliesslich muss beachtet werden, dass jeder Baustoff erst zu einem Bauteil wird, wenn er fertig eingebaut ist.

Aus allem geht hervor, dass das Schallproblem für den Architekten eine reizvolle und wichtige Aufgabe darstellt, der er nicht ausweichen darf, sondern deren Lösung er durch sinnvolles Mitarbeiten fördern helfen soll.

Literaturzusammenstellung

1. Lifschitz: Vorlesungen über Bauakustik. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1930.
2. W. Bausch: Phon & Decibel. «Ges. Ing.» 1936, S. 757.
3. Braunmühl & Weber: Einführung in die angewandte Akustik. Verlag Hirzel, Leipzig 1936.
4. Das lärmfreie Wohnhaus. VDI-Verlag, Berlin 1934.
5. Osswald: Decibel-Phon, «SBZ», Bd. 111, S. 99, 26. Febr. 1938.
6. R. Berger: «Ueber die Schalldurchlässigkeit», Dissertation. Verlag J. Birkenfeld, Berlin NW 87.
7. Reiher: Ueber den Schallschutz durch Baukonstruktionsteile, Beiheft zum «Gesundheitsingenieur», München 1932.
8. Schoch: Die physikalischen und technischen Grundlagen der Schalldämmung im Bauwesen. Verlag Hirzel, Leipzig 1937.
9. Feck: Bautechnische Untersuchungen über die Luftschalldämmung von Wandkonstruktionen. Diss. VDI-Verlag, Berlin 1936.
10. Cammerer: Die Wirkung gebräuchlicher Dämmstoffe in Leichtwänden. «Ges. Ing.» 1936, S. 648.
11. Castell: Schalldämmessungen in der Praxis, «Akustische Zeitschrift», Sept. 1936.
12. Meyer: Versuche über Körperschalleitung (Schallbrücken), «Akustische Zeitschrift», März 1937.
13. Mengeringhausen: Richtig installieren! VDI-Verlag, Berlin.
14. Zeller: Lärm- und Erschütterungsabwehr im Hochbau, eine Vortragsreihe für Baufachleute. VDI-Verlag, Berlin 1937.
15. R. Schmidt: «Ing.-Archiv», 1934, S. 352.
16. Hofbauer & Bruckmayer: Die Körperschalldämmung von Novadommauerwerk. «Akustische Zeitschrift», Sept. 1937.
17. Pfeiffer: Trittschall im Hochbau, siehe Seite 213 dieser Nummer.
18. Doorentz: Schall- und Erschütterungsschutz für Hochbauten. Verlag Wilh. Ernst, Berlin 1935.
19. Hofbauer: «Ges. Ing.», 1934.
20. Knoblauch & Reiher: Ausbreitung von Geräuschen in Wasserleitungen. «Ges. Ing.», 1929.
21. Mengeringhausen: «Ges. Ing.», 1933, Nr. 19.
22. Reiher & Sippel: Verringerung von Geräuschen in Wasserleitungen. «Z. VDI», 1931, S. 681.
23. Michel: Hörsamkeit grosser Räume. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1921.
24. Osswald: Raumakustik in geometrischer Betrachtung. «Zeitschrift für techn. Physik», Nr. 12, 1936.
25. Osswald: Zur akustischen Gestaltung von Grossräumen. «Die E. T. H. dem S. I. A. zur Jahrhundertfeier», Festschrift 1937.
26. Meyer: Die Mehrfachwand als akustisch-mechanische Drosselkette. «E. N. T.», Bd. 12, 1935, S. 393.

MITTEILUNGEN

Fortschritte in der Berechnung von Kreiselpumpen werden in «Z. VDI» Nr. 9/1938 von Prof. Dr. C. Pfleiderer im Anschluss an Versuche im hydraulischen Laboratorium der Technischen Hochschule Braunschweig erörtert. Der Aufsatz behandelt die Bestimmung des Einflusses der endlichen Schaufelzahl durch Berechnung der durch die Auseinanderstellung der Schaufeln verursachten Minderleistung, die Grösse der Toträume am Leitradeintritt bei verschiedenen Laufschaufelzahlen und -Austrittswinkeln für den stossfreien Eintritt, die günstigste Formgebung der Spiralgehäuse leitradloser Pumpen nach dem Drallgesetz, ferner die Vorausbestimmung der Drosselkurven von Langsamläufern und halbaxialen Schnelläufern mit Leitrad unter Vergleich der Rechnung mit dem Versuchsergebnis, das günstigste Verhältnis der Schräglage der Ein- und Austrittskante eines Rades, den Einfluss der Grösse des Schaufelaustrittwinkels an der Laufradnabe auf die Strahlablösung und Rückströmung bei schwacher Belastung und schliesslich die Berechnung des Verlaufes der Leistungsbedarfslinie von Schnelläufern unter besonderer Berücksichtigung der möglichen Verminderung des Leerlaufkraftbedarfs bei Verwendung von Ringwulstaustrittgehäusen mit schaufellosem Diffusor. Die in den einzelnen Abschnitten besprochenen Probleme sind unter Beigabe graphischer Darstellungen auf eine für die praktische Verwertung der Ergebnisse geeignete Form gebracht.

Reisegeschwindigkeiten bei der Deutschen Reichsbahn. Das amtliche Nachrichtenblatt «Reichsbahn» enthält in Heft 38 vom 22. Sept. 1937 eine Uebersicht über die Erhöhung der Reisegeschwindigkeiten auf den Strecken der Deutschen Reichsbahn im Verlaufe der letzten Jahre. Danach hat sich die Reisegeschwindigkeit im Durchschnitt aller Schnellzüge in dem Jahrzehnt 1927 bis 1937 von 60,2 km/h auf 75,6 km/h, also um 25 % gesteigert. Die schnellsten Züge sind *Triebwagenzüge;* sie erreichten beispielsweise folgende Reisegeschwindigkeiten im Jahre 1937:

	km	km/h
FDt 16 Berlin-Köln	578,9	118,1
FDt 572 Berlin-Frankfurt a. M.	538,9	109,3
Dt 720 München-Stuttgart	239,8	97,2

Die höchsten mittleren Fahrgeschwindigkeiten zwischen zwei aufeinanderfolgenden Halten sind:

FDt 16 Berlin-Hannover	254,1	132,6
FDt 572 Berlin-Leipzig	164,4	128,0
FDt 2 Berlin-Hamburg	286,8	125,6

Von den *Dampfzügen* werden folgende höchste mittlere Fahrgeschwindigkeiten erreicht:

FD 24 Berlin-Hamburg	286,8	119,5
FD 21 Hamm-Hannover	176,4	105,3
FD 79 Augsburg-Nürnberg	137,2	102,9

Regulierung des unteren Mississippi. Am Mississippi, dessen zahlreiche Serpentinen das Gefälle vermindern und damit den notwendigen Abflussquerschnitt für die Hochwasser vergrössern, wird auf Grund von Modellversuchen im Flussbaulaboratorium Vicksburg die Wirkung der Durchstiche untersucht. Die auf Grund dieser Untersuchungen seit 1928 durchgeführten Durchstiche zur Verkürzung des Flusslaufes umfassen eine Gesamtkubatur von 470 000 000 m³. Der Bau der Durchstiche erfolgt von der Oberwasserseite aus mittels Schwimmbagger, bis an ein kleines Stück, das nach Rückzug der Installationen gesprengt und durch Erosion vom Flusse selbst vollständig entfernt wird. «Génie Civil» vom 18. Dez. 1937 berichtet anhand zahlreicher Abbildungen über das Laboratorium und die Arbeiten; wer die letztes Jahr in «Engineering» erschienenen, ausserordentlich einlässlichen Veröffentlichungen über den gleichen Gegenstand nicht durcharbeiten will, wird mit Vorteil zu dieser kürzeren Darstellung in französischer Sprache greifen.

Zur Frage des Zürcher Kantonspitals (vgl. Bd. 110, S. 285* und Bd. 111, S. 44*) hat sich der Reg.-Rat in einer Zuschrift an den Kantonsrat neuerdings geäussert. Auf Grund einer Erklärung des Dekanats der Medizin. Fakultät, wonach die gesamten Kliniken und Polykliniken ständig und dauernd beisammen bleiben müssen und die Verlegung der Polykliniken weitab von den Wohnquartieren der in Frage kommenden Bevölkerungskreise untragbar sei, lehnt der Reg.-Rat die Verlegung des Spitals auf das Burghölzliareal auch nach dem reduzierten Raumprogramm ab. Er beruft sich dabei u. a. auch auf fast alle Fachleute des städt. Baukollegiums (die Arch. Prof. Gull, Haefeli, Hippenmeier, sowie E. F. Burckhardt und Freytag), die dem Reg.-Rat darin beipflichten, dass die bei der Universität zur Verfügung stehenden 129 375 m² zur Aufnahme sämtlicher Institute des Spitals genügen. Zudem würden die Mehrkosten beim Burghölzli für die I. Etappe 9,3 Mill. Fr. betragen. Das Wort hat nun der Kantonsrat.

Passungsrost. Wenn zwei aufeinandergepasste Stahlteile sich mit einem geringen Spiel zu bewegen beginnen, entsteht eine eigenartige Zerstörung an der Arbeitsstelle unter Bildung des sog. Passungsrostes. Es sind ganz besondere chemische und mechanische Vorgänge, die zu dieser Erscheinung führen und die im Zusammenhang mit der Dauerhaltbarkeit von Konstruktionen von grösster Wichtigkeit sind. Im Zusammenhang mit der Normung der Wellenenden von Maschinen und Apparaten durch die ISA sollten auch die Sitze der zylindrischen Wellenenden von Antriebs- und Arbeitsmaschinen international festgelegt werden. Dadurch veranlasst, wurden nun eingehende Versuche durchgeführt, über die der Präsident der Schweizerischen Normalienkommission, F. Streiff, im «Schweizer Archiv» 1/1938 berichtet.

Die Wasserkraftwerke Tremp & Serós, die zur Energieversorgung von Barcelona dienten, und die durch ihre Eroberung durch die Nationalisten neuerdings von sich reden machen, sind