Zeitschrift: Das Werk : Architektur und Kunst = L'oeuvre : architecture et art
Band: 15 (1928)

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: 10.01.2026

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

DAS WERK

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

FÜNFTES HEFT - MAI 1928 - NACHDRUCK VERBOTEN

DIE SCHALLDURCHLÄSSIGKEIT VON WÄNDEN GEGEN LUFTSCHALL

DR. ING. R. BERGER, BERLIN

Der Durchgang des Luftschalls durch Wände lässt sich bequem an einer Energieflussdarstellung veranschaulichen.

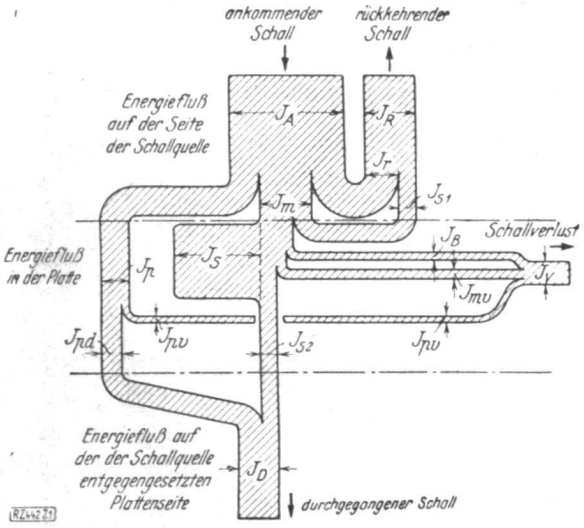


Abb. 1. Energiefluss durch eine Wand beim Auftreffen von Schallwellen. Berger, Versuche über Durchlässigkeit von Wänden gegen Luftschall, Ergänzungsheft »Techn. Mechanik« zur Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing. 1925, Bd. 69, S. 69

Aus Abbildung 1 können wir folgendes entnehmen: Der auf eine Wand auftreffende Luftschall (J_A) wird von der Wandoberfläche F teilweise zurückgeworfen (J_r), oder dringt in die Ritzen, Poren und Fugen (J_p) ein. Ein weiterer Betrag (J_m) des ankommenden Schalls wird von der Wand unter dem Einfluss des Schalldruckes in Form von Schwingungsenergie aufgenommen. Die schwingende Wand strahlt einen Teil (J_{s_1}) ihrer Schwingungsenergie auf die Seite zurück, auf der die Schallquelle liegt, und einen anderen Teil (J_{s_2}) auf die Gegenseite. Der auf der Seite der Schallquelle von der Wand weggehende Schall (J_R) setzt sich daher zusammen aus dem an der Wandoberfläche zurückgeworfenen Schall (J_r) und dem von ihr beim Schwingen ausgestrahlten Schall (J_{s_1}). In den Ritzen, Poren und Fugen der Wand wird ein geringer Betrag (J_{pv}) des eingedrungenen Schalls (J_p) in Wärme umgewandelt. Für den durch die Spalten auf die Gegenseite hindurchgedrungenen Schall (J_{pd}) gilt daher: $J_{pd} = J_p - J_{pv}$.

Der in Schwingungsform von der Wand aufgenommene Betrag (J_m) des Schalls geht zum Teil in der Wand weiter über ihre Ränder hinaus in die angrenzenden festen Bauteile. Den in den festen Bauteilen, also in den Wänden, Decken, Böden usw. in andere Räume fortwandernden Schall (J_B) nennen wir im Gegensatz zum Luftschall, der sich in der Luft ausbreitet, Bodenschall oder Körperschall. Ein weiterer Anteil (J_{mv}) der Schwingungsenergie der Wand wird infolge innerer Reibung wieder in Wärme umgewandelt. Der auf die Gegenseite der Schallquelle hindurchgedrungene Schall (J_D) setzt sich daher zusammen aus dem durch die Poren hindurchgegangenen Schall (J_{pd}) und dem auf die Gegenseite ausgestrahlten Schall (J_{s_2}). Es ist also $J_D = J_{pd} + J_{s_2}$. In Wärme umgewandelt wurde die Energiemenge $J_W = J_{pv} + J_{mv}$. Es gilt daher für den Energiefluss: $J_A = J_R + J_D - J_V$. Hierbei ist $J_V = J_{pv} + J_{mv} + J_B$. Wenn wir Räume gegen Luftschall schützen wollen, müssen wir den durchdringenden Schall (J_D) möglichst klein machen, gleichzeitig aber auch sorgen, dass der Bodenschall (J_B) die Nachbarräume nicht stört. Den Anteil des Schalls, der durch die Poren usw. hindurchgeht, brauchen wir nicht mehr theoretisch zu untersuchen. Hier besteht die klare Forderung der Theorie: «Vermeide die unmittelbare Verbindung zwischen der Schallquellenseite der Wand und ihrer Gegenseite durch Luftkanäle«. An Türen, Fenstern usw. muss mit Dichtmitteln die Luftverbindung zwischen Innen- und Aussenraum so gut als möglich abgeschnitten werden. Der Schalldurchgang durch Poren usw. ist sonst sehr gross. Der zweite Anteil (J_{s_2}) des hindurchgedrungenen Schalls (J_D) rührt von der Schallausstrahlung (J_s) der schwingenden Wand her. Hier kommen wir zu einem theoretisch nicht gerade einfachen Abschnitt der Schalltechnik. Wir haben die Aufgabe, die Schallausstrahlung der Wand so klein als möglich zu machen. Wie verhält sich die Schallausstrahlung einer unter dem Einfluss von auffallenden Schallwellen in Schwingungen versetzte Wand? Es sei K die auf die Wand wirkende äussere Kraft, M die Masse der Wand, b_m die Wandbeschleunigung, u die Wandgeschwindigkeit und x die Amplitude der Wand beim Schwingen unter dem Einfluss der ankommenden Schallwellen, R sei eine Grösse, welche die Schallausstrahlung der Wand, die Schallableitung in Nachbarräume und die innere Reibung berücksichtigt und häufig als Dämpfungsglied und dergl. bezeichnet wird, S sei die Direktions- oder Richtkraft, welche die unter dem Einfluss des Schalldrucks erfolgte Durchbiegung der Wand rückgängig zu machen sucht. Dann ist

$$K = Mb_m + Ru + Sx$$

Wir haben nun die einzelnen Glieder dieser Gleichung zu betrachten.

Es ist ohne weiteres klar, dass die auf die Wand wirkende äussere Kraft K dem Schalldruck P und der Wandfläche F proportional ist.

Das Produkt $M \cdot b_m$ aus Wandmasse M und ihrer Beschleunigung b_m dürfen wir setzen

$$Mb_m = C_1 F h s b_m$$

wobei F die Wandfläche, h ihre Dicke, s ihre Dichte und C_1 ein Formfaktor ist. Letzterer führt die Gleichungen über die biegungschwingende Wand auf diejenigen eines in allen Punkten mit gleichem Ausschlag schwingenden Kolbens zurück.

Für die Direktions- oder Richtkraft S der Wand, welche die unter dem Einfluss der Schallwellen erfolgte Durchbiegung der Wand rückgängig zu machen bestrebt ist, dürfen wir nach den Festigkeitsformeln über ebene biegungssteife Platten setzen:

$$S = k E h^3 \frac{a^3 + a^3}{a^3 b^3}$$

Hierbei ist E der Elastizitätsmodul, h die Wanddicke, a die Länge und b die Breite der Wand, ferner k ein Festwert.

Die mit der Wandgeschwindigkeit u multiplizierte Grösse R setzt sich aus drei Grössen zusammen: dem Reibungswiderstand r_v, massgebend für die Grösse der durch innere Reibung in Wärme umgewandelten Schwingungsenergie der Wand, dem Randverlust r_B durch Ableitung von Schall über den Einspannungsrand der Wand hinweg in Form von Boden- oder Körperschall und ferner dem Strahlungswiderstand r_s, massgebend für den von der Wand an die Luft zurückgestrahlten Schall. Es ist somit

$$R = r_v + r_B + r_s$$

Die Schallisolation hat die Aufgabe, r_B (Ableitungswiderstand) und r_s (Strahlungswiderstand) möglichst klein und r_v (Verlustwiderstand) möglichst gross zu machen. Wir wollen den Schall möglichst in Wärme umwandeln, Nachbarräume vor dem eindringenden störenden Schall schützen und die Schallausstrahlung der Wand so klein als möglich haben.

Die Grösse r_v für die Umwandlung von Schall in Wärme in der Wand, hängt von der inneren Reibung der Baustoffe der Wand und der Anordnung der Baustoffe ab. Die Grösse r_s für die Schallstrahlung der Wand hängt nicht mehr von der Fläche F allein, sondern auch noch von ihrer Gestalt ab, und zwar bei rechteckigen Wänden von dem Verhältnis der Wandlänge a und Wandbreite b zur Wellenlänge λ des auf die Wand auftreffenden Luftschalles. Die Theorie zeigt, dass

$$r_s = v_l \delta_l F h (y)$$

ist, wenn v_l die Schallgeschwindigkeit der Luft und δ ihre Dichte, F die Wandfläche und h (y) eine von der Wandlänge a, der Wandbreite b und der Wellenlänge γ des Schalls der Luft abhängige Funktion ist. Die Funktion h (y) wurde für Kreisflächen von Rayleigh abgeleitet und mittels Besselscher Funktionen erster Ordnung berechnet. Für Quadrate und für Rechtecke vom Seitenverhältnis 7:1 wurde von Riegger unterstützt, von Backhaus ein Stück der Kurve h (y) berechnet. Die Grösse y selbst ist für das Quadrat $y = 4\sqrt{\pi}\, a/\lambda$; für ein Rechteck vom Seitenverhältnis 7:1 ist $y = 4\sqrt{\pi/7}\, a/\lambda$.

Die Kurve h (y) krümmt sich zuerst ähnlich wie eine zur y-Achse symmetrische Parabel nach oben und schwankt dann um den Wert h (y) = 1 mit abnehmenden Ausschlägen.

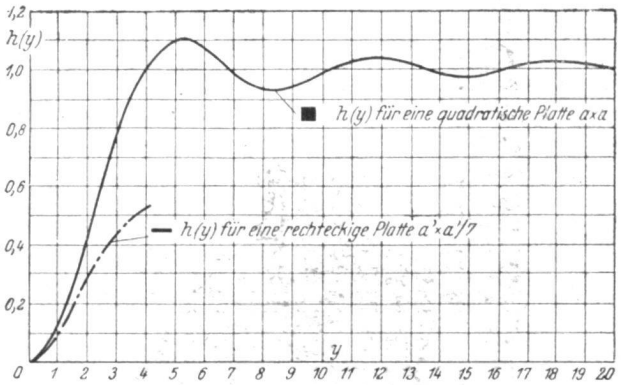


Abb. 2. Abhängigkeit der Strahlungsleistung $r_s \sim h(y)$ von y für eine quadratische und rechteckige Wand. Siehe Riegger, Zur Theorie des Lautsprechers, wissensch. Veröffentl. aus dem. Siem.-Konz. III. Bd. 1924, S. 68

Die Schallausstrahlung ist proportional h (y) der Abbildung 2. Wir sehen aus Bild 2, dass für y = 4 bei einer quadratischen Wand zum erstenmal h (y) = 1 wird. Dann wird $a/\lambda = 1/\sqrt{\pi} = 0{,}5642$. Hier kann in erster Annäherung das Kurvenstück von h (y) rechts des Punktes y = 4 und h (y) = 1 durch eine zur Abszisse parallele Gerade ersetzt werden mit dem Abstand h (y) = 1. Ebenso können wir in roher Annäherung das Kurvenstück links von dem vorgenannten Punkt durch eine Gerade ersetzen, die durch diesen Punkt und den Ursprung geht. Für diese Gerade ist h (y) = y/4.

Für eine quadratische Wand gilt dann, wenn $y \geqq 4$ und daher $a/\lambda \geqq 0{,}564$ ist, ist $h(y) \backsim 1$ und folglich

$$r_s \backsim v_l \delta_l F$$

Wenn $y \leqq 4$ und daher $a/\lambda \leqq 0{,}564$ ist, ist $h(y) \backsim y/4 \backsim \sqrt{\pi}\, a/\lambda \backsim 1{,}772\, a/y$ und folglich

$$r_s \backsim v_l \delta_l F\, 1{,}772\, a/\lambda$$

Im letzteren Falle nimmt also die Strahlungsleistung mit zunehmender Wellenlänge ab.

Wir müssen aber r_s im Zusammenhang mit der Gleichung

$$K = Mb_m + Ru + Sx$$

betrachten. Dann sehen wir, dass die Wand von den auftreffenden Schallwellen um so weniger beschleunigt werden kann, je schwerer sie ist, eine um so geringere Amplitude hat, je biegungssteifer sie ist und um so mehr Schall in Wärme umwandelt, je grösser ihre innere Reibung ist. Von den von der Wand aufgenommenen Schwingungen werden um so mehr wieder in Schallform an die Luft zurückgestrahlt, je grösser die Wandfläche ist.

Es ist aber auch die auftreffende Schallmenge proportional der Wandfläche.

Sind die Wandlängen annähernd gleich der Wellenlänge des Luftschalles oder grösser als diese, so kann der Einfluss der Wandfläche F auf die Schallstrahlung vernachlässigt werden. Sind die Wandabmessungen klein im Verhältnis zur Wellenlänge des Luftschalls, so nimmt die Schallstrahlung der Wand um so mehr ab, je kleiner das Verhältnis a/λ ist.

Mit vorstehenden theoretischen Betrachtungen ist beabsichtigt, auch jenen, die der Schalltechnik etwas ferner stehen, mit einigen Grössen vertraut zu machen, von denen der Schalldurchgang abhängt. Es ist wünschenswert, dass die Theorie über den Schalldurchgang an Wänden von verschiedenen Grössen und Stoffen innerhalb des ganzen Hörbereichs mit einer in der Tonhöhe stetig veränderbaren Schallquelle nachgeprüft wird, so dass wir z. B. nicht nur einige zufällige Punkte der stark schwankenden Kurve h (y) erhalten. Die Richtkraft S einer Wand lässt sich ohne Schwierigkeiten messen. Nur der systematische Versuch wird für Theorie und Praxis Fortschritte bringen. Die theoretischen Betrachtungen werden den Forscher davor bewahren, dass er in falscher Richtung experimentiert. Heute ist die Theorie der experimentellen Forschung voraus. Es ist jetzt an der Zeit, und durch die Elektronen-Röhre ist es möglich geworden, dass durch das Experiment die Theorie nachgeprüft und den praktischen Erfordernissen angepasst wird.

DIE REICHSBAUFORSCHUNG VOR DER ÖFFENTLICHKEIT

Am 24. April fand die erste Mitgliederversammlung der Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen E. V. statt. Damit tritt diese Gesellschaft zum ersten Male vor die Gesamtheit ihrer Mitglieder und die Oeffentlichkeit.

Die fachliche Arbeit der Forschungsgesellschaft konnte aus äusseren Gründen erst einige Monate nach der Gründung, nämlich im Herbst 1927, beginnen. Die bisher vorliegenden Ergebnisse der Arbeit entsprechen nicht dem, was weite Kreise erwartet haben. Es ist jedoch vollkommen unmöglich, das zu erwarten, wenn man als Ergebnis dieser Arbeiten Bauten ansieht Die anderen Arbeiten an der Rationalisierung unserer Gütererzeugung haben ebenfalls lange rein wissenschaftliche Vorarbeiten erfordert. Im Bauwesen liegt es so, dass die in der übrigen Industrie selbstverständlichen, grossenteils seit Jahrzehnten vorliegenden Arbeiten nicht gemacht sind. Es gibt im deutschen Bauwesen nirgends ein Gutachten, das etwa dem vielgenannten Schmalenbachgutachten über die Selbstkosten des Kohlenbergbaues entspricht. Wenn heute alle Tageszeitungen Erwägungen über die Wirkung der Bergarbeiterlöhne, der dadurch steigenden Kohlenpreise und der daraus folgenden Verteuerung unserer Ausfuhrware anstellen, so hat man niemals von einem ernstlichen Interesse weiter Kreise an der zwangsläufigen Verbilligung von Bauarbeiterlöhnen, Baukosten, Mieten und Industriearbeiterlöhnen gehört.

Es fehlen fast sämtliche Verbindungen zwischen den einzelnen wirtschaftlichen Vorgängen, die auf Aenderungen im Baubetriebe folgen und notwendig folgen müssen. Keineswegs beschränkt sich das Bauwesen auf die Arbeitsmethoden, die vor Jahrhunderten entwickelt sind. Derartige Redensarten hört man wohl, sie haben aber keine sachliche Bedeutung. Wohl aber hat es dem Bauwesen an dem Zwang von Weltmarktpreisen gefehlt, und es wird von allen wirklichen Kennern nicht bestritten, dass sehr viele überall sonst in der Gütererzeugung bewährte Grundsätze nicht durchgeführt sind. Die Folgen zeigen sich u. a. darin, dass 1 m³ Wohnraum, in Lohnstunden umgerechnet, in Deutschland wesentlich teurer ist als in manchem anderen Lande, und dass dem Volk daher weniger Wohnraum zur Verfügung steht oder es bei gleichen Ansprüchen diesen Wohnraum teurer bezahlen muss.

Die Reichsforschungsgesellschaft hat eine grosse Reihe von Arbeiten zur Rationalisierung des Bauwesens begonnen und hat aus den ihr zur Verfügung stehenden Mitteln Zuschüsse zu einer Reihe von Siedlungen gewährt, Zuschüsse, die nur die Mehrkosten, die durch Versuche bedingt werden, abdecken sollen. Ausserdem hat sie aus ihren Mitteln Darlehen teils gegeben, teils in Aussicht gestellt für die Finanzierung solcher Bauten, an denen die Angestellten der Gesellschaft Versuche oder Beobachtungen machen werden. Diese Aufwendungen betreffen z. T. solche Bauten, bei denen man auf sehr schwere Mängel rechnet. Es handelt sich aber darum, die Ursache dieser Mängel und ihr Ausmass genau festzustellen, da in keinem bisher nachgewiesenen Fall nicht auch Vorteile entweder erreicht oder mindestens beabsichtigt wurden. Die einwandfreie Beobachtung und der Nachweis eines einmal gemachten Fehlers kann also sehr wohl für künftige Bauten förderlich sein. Es kann erwartet werden, dass am Ende des beginnenden Bausommers 1928 wertvolle Beobachtungen der Forschungsgesellschaft vorliegen und der Oeffentlichkeit übergeben werden können.

Tagungsbericht

Der Vorsitzende des Verwaltungsrates, Baurat Riepert, erinnerte an die Bedeutung des Baugewerbes, in dem über 3 Millionen Menschen tätig sind (im Bergbau nur ¾ Millionen) und an die Abhängigkeit der Gesamtwirtschaft vom Ergehen der Bauwirtschaft und sprach unumwunden aus, dass man sich von den sofort oder bald greifbaren Ergebnissen der hier geleisteten Untersuchungen hinsichtlich ihres finanziellen Einflusses auf das Bauwesen solange keine sehr weitgehenden Vorstellungen machen dürfe, wie von der Kapital- und Zinsseite her die Einwirkung auf die Bauwirtschaft sehr viel stärker ist, als der grösste technische Fortschritt vermag. Erst dann, wenn auch die Kapitalwirtschaft wieder in einem normalen Gleise ist, können sich die von der Reichsbauforschung gefundenen Ersparnismöglichkeiten auch finanziell spürbar erweisen.

Ueber Entstehen (was den Hörern bekannt war), Aufgaben (die sich mit denen des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit kreuzen und jetzt abgetrennt werden) und Arbeiten (von denen man in Bälde nicht besondere Erfolge erwarten dürfe) sprachen die Geschäftsführer recht ausführlich.

Professor Wolff, Breslau, behandelte die 4 Grössen, die für die Wohnungsherstellung preisbildend sind, nämlich Bauland, Baugeld, Bauplanung und Baubetrieb. Nur ein

Teil kann durch Grundrisstypung und die dadurch ermöglichte Reihenherstellung beeinflusst werden. Wenn die Reichsforschungsgesellschaft für Wohnungstypen von 45, 57 und 70 qm Wohnfläche in absehbarer Zeit eine Reihe optimaler Grundrissformen gefunden hat, so sollten mit öffentlichen Geldern keine Wohnungen mehr gefördert werden, die hinter dem so bekannten Optimum zurückbleiben. Eine Regelung dieser Art würde gleichzeitig stärksten Ansporn und grösste Bewegungsfreiheit schaffen.

Frau Dr. Lüders, Mitglied des Reichstages, sprach über die engen — bisher meist übersehenen — Zusammenhänge zwischen Haus- und Bauwirtschaft und verlangte, dass die Bauten aus der Gebrauchsart der Wohnungen heraus konstruiert und ausgestattet werden.

Durch den Vortrag «Die Mechanisierung der Hochbaustelle, ein Mittel zur Rationalisierung des Wohnungsbaus», fesselte Prof. Dr. Georg Garbotz die Zuhörer:

Von allen bedeutenderen Industriezweigen ist das Baugewerbe wohl als letztes der Frage der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit seiner Betriebe nähergetreten. Neben einer ganzen Reihe mehr psychologischer Gründe hat wohl auch die Frage der Ausbildung des Bauingenieurs und des Architekten nach der betriebswirtschaftlichen Seite ausschlaggebend hierzu beigetragen. Während aber das Tiefbaugewerbe wenigstens im Grossbaubetrieb für die Rationalisierung eine ganze Menge getan hat, sind ähnliche Bestrebungen im Hochbau erst allerjüngsten Datums. Die wirtschaftliche Struktur des Baugewerbes, in dem nur 2 vH Grossbauunternehmungen tätig sind, deutet darauf hin, dass die Rationalisierungsversuche sich in erster Linie mit den Kleinbetrieben zu beschäftigen haben.

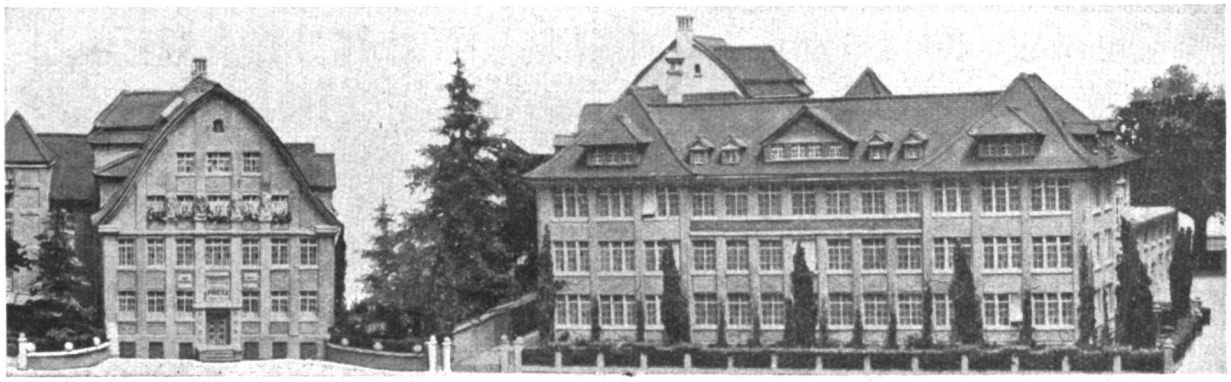
Die Schwierigkeiten sind allerdings gerade hier ganz besonders gross, da die Kapitalkraft dieser vornehmlich sich mit Hochbauten beschäftigenden Unternehmungen sehr gering ist, Dauer und Umfang ihrer Arbeiten sich in bescheidenen Grenzen bewegen und die Kenntnis der wirtschaftlichen Verwendungsmöglichkeiten moderner Maschinen meist fehlt. Vier Wege der Rationalisierung lassen sich im Hochbau feststellen:

1. Verbilligung der Bauten durch die Wahl der Baustoffe und der Bauformen, also Rücksichtnahme auf die Herstellung bereits bei der Planung.
2. Normung der Einzelteile und Typung ganzer Grundrisse, ein Verfahren, das ja bei den in ziemlichem Umfang durchgeführten Wohnungsbauten nach der Skelett- oder Plattenbauweise weitgehend Anwendung gefunden hat.
3. Wirtschaftliche Ausnutzung der menschlichen Arbeitskraft im Sinne wissenschaftlicher Betriebsführung durch Vornahme von Zeit- und Bewegungsstudien zur Verringerung der Vergeudung menschlicher physischer Energie, sowie Arbeitsvorbereitung und Mechanisierung der Büroorganisation zur wirtschaftlichen Ausnutzung der geistigen Arbeitskraft.

Der vierte und letzte Weg, der dem Aussenstehenden am leichtesten verständlich ist, ist die Anwendung der Maschine auf der Baustelle. Ohne Industrialisierung des Hochbaues (behandelt in dem Buche von Otto Rode, »Der wirtschaftliche Baubetrieb«, Bauweltverlag) oder zum mindesten Zusammenschluss der Kleinbauunternehmungen scheinen allerdings die Möglichkeiten der Rationalisierung auf diesem Wege weniger Aussicht als auf den drei anderen zu bieten. Die Massen sind gering, die Bauten wechseln häufig; infolgedessen beschränkt sich die Anwendung der Maschine meist auf die Geräte für den Horizontal- und Vertikaltransport sowie für die Aufbereitung der Baustoffe. Nur bei grossen Siedlungsbauten sind erfreuliche Ansätze zu einer wirtschaftlich berechtigten Mechanisierung festzustellen.

Die Vorteile des Maschinenbetriebes liegen in den erzielbaren Lohnersparnissen, in der Verringerung der Bauzinsen durch Verkürzung der Bauzeit, in dem geringeren Bedarf an Facharbeitern, der Güte des Erzeugnisses und schliesslich der Möglichkeit, mit Hilfe von Maschinen Aufgaben lösen zu können, die ohne sie technisch überhaupt nicht durchführbar wären.

Es muss davor gewarnt werden, die Mechanisierung etwa als das wichtigste Mittel der Rationalisierung im Hochbau ansehen zu wollen. Die Maschine um ihrer selbst willen einzusetzen, müsste zu wirtschaftlichen Fehlschlägen führen. Gefordert werden muss, dass die Baumaschinenfabriken, soweit sie den Hochbau beliefern, billige leicht transportable und bedienbare Geräte auf den Markt bringen und sich in bewusstem Gegensatz zu den Forderungen des Tiefbaues auf den Gedanken der vielfältigen Verwendbarkeit, durch den im Hochbau allein der wirtschaftliche Verwendungsbereich der Maschine erweitert werden kann, einstellen.



Georg Holzleitner, Horgen • Architektur- u. Gartenbau-Modelle