

Ergebnisse des 5. Int. Kongresses für Bodenmechanik und Foundationstechnik, Paris 1961: Sektion 3b: Pfahlgründungen

Autor(en): **Schnitter, Niklaus**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **80 (1962)**

Heft 25

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-66178>

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.

den das Hochbauamt des Kantons Thurgau für einen Anbau an das bestehende klassizistische Regierungsgebäude an der Zürcherstrasse in Frauenfeld ausgeschrieben hat.

Die Schwierigkeit der Aufgabe rechtfertigt es, dass hier für ein relativ kleines Bauvorhaben ein Wettbewerb veranstaltet wurde. Der geplante Anbau soll in funktionaler Verbindung mit dem Regierungsgebäude stehen; er befindet sich aber zugleich in der Flucht der kleinmasstäblichen, aber doch kräftigen Altstadthäuser an der Zürcherstrasse. Der Bau muss also eine Lücke füllen.

Wenn man die Reihe der vorgeschlagenen Lösungen überblickt, kann man sie in zwei Gruppen ordnen:

Einige Projektverfasser sahen die beste Lösung darin, für den zum Regierungsgebäude gehörenden Bau die Architektur der Altstadtbebauung zu übernehmen, d. h. also diese bis ans Regierungsgebäude heranzuführen. Geradezu unlösbar wird dann aber die Aufgabe der Verbindung zwischen der so verlängerten Häuserreihe der Altstadt und dem klassizistischen Hauptbau; und an diesem Problem sind die Projekte, die die Lösung auf diesem Weg suchten, auch gescheitert. Vielleicht waren die Projektverfasser auch der Meinung, dass in einer solchen etwas «verschupften» Baulücke sich etwas möglichst Dezentem und Unauffälliges am besten machen würde. Sie konnten aber der Gefahr, dass das Bescheidene zum Nichtssagenden und dann auch wieder zum Unbefriedigenden werden kann, nicht entrinnen.

Eine zweite Gruppe von Projektverfassern hat sich

wohl gesagt, dass mit etwas Eigenständigem, das nach keiner Seite irgendeinen mühsamen Kompromiss sucht, die Situation am ehesten zu retten sei. Sie haben aber doch der Gefahr nicht ausweichen können, dass ihre Architektur in der Lücke zwischen Bauten von ihrerseits verschiedenen Architekturauffassungen befremdend wirkt, und dass so das Gesamtbild heterogen wird.

Aller dieser Vorschläge — und zu ihnen gehören auch die prämierten — kann man nicht recht froh werden. Man merkt ihnen eine gewisse Verlegenheit an; sie sind eher Auswege als Lösungen. Man ist auch bereit, sich damit wohl oder übel zufrieden zu geben; war doch die Aufgabe wirklich verzwickelt. Doch da entdeckt man unter den eingegangenen Projekten noch einen Vorschlag, der zwar aus der Konkurrenz gefallen, aber mit dem Problem scheinbar mühelos fertig geworden ist (Projekt Nr. 6, Kennwort «Mass», Verfasser: Guhl, Lechner und Philipp, Architekten): ihm gelingt es, eine ganz eigenständige Architektur, die ihren Schwerpunkt in sich selbst hat, auf die gleiche Weise einzuordnen, wie sich ehemals barocke Fassaden in gotische oder romanische einordneten. Verschiedene Auffassungen scheinen sich also, wenn sie echt empfunden sind und sicher durchgebildet, gut vertragen zu können. So zeigt der vorliegende Fall, dass die Frage, ob ein Bau sich in seine Umgebung taktvoll einfüge, nicht eine der äusseren Ähnlichkeit ist, sondern eine der Eigenqualität jedes Baus.

Jakob Schilling

Ergebnisse des 5. Int. Kongresses für Bodenmechanik und Fundationstechnik, Paris 1961

DK 061.3:624.154

Sektion 3b: Pfahlgründungen

Von N. Schnitter, dipl. Ing. ETH, Motor-Columbus AG., Baden

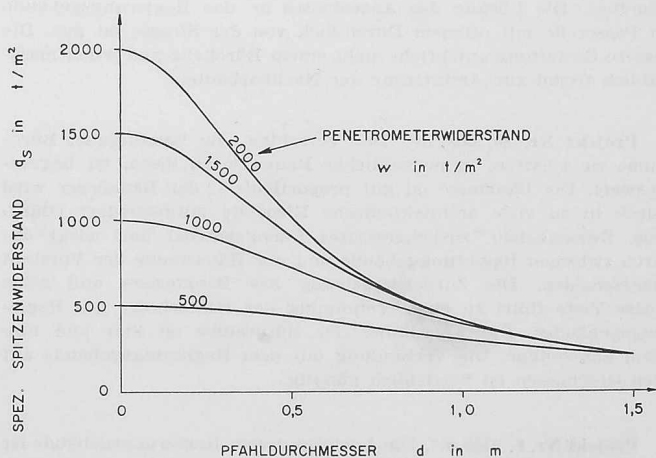
Das eindeutig unerschöpfliche und komplexe Thema der Pfahlgründungen hat die Schweizerische Gesellschaft für Bodenmechanik und Fundationstechnik schon 1960 in Solothurn (s. SBZ 1960, S. 668) beschäftigt. Es ist deshalb interessant, einleitend jene Tagung mit dem Teil des Pariser Kongresses zu vergleichen, der ebenfalls den Pfahlgründungen gewidmet war. Auf einen grundsätzlichen Vortrag folgte in Solothurn eine stattliche Reihe von, wegen Zeitmangel z. T. nur im Druck erschienenen, Kurzreferaten, welche viele der heute in der Schweiz gängigsten Pfahlsysteme zur Darstellung kommen liessen¹⁾. Dadurch wurde einem der überragenden Einflüsse, den die Praxis gerade auf dem Gebiet der Pfahlgründungen hat, klar vor Augen geführt. In Paris hingegen beherrschten, wie bei solchen Anlässen üblich, die Theoretiker das Feld. Den äusseren Gegebenheiten, wie der Pfahlherstellung und sogar den erdbaumechanischen Grundlagen, wurde oft nicht die notwendige, die berichteten Ergebnisse meist relativierende, Bedeutung zugestanden.

Unter dem Titel «Sektion 3 b, Pfahlgründungen» wurden vorgängig des Kongresses 28 Berichte vorgelegt, während weitere 8 unter andern Titeln eingereichte Artikel teilweise ebenfalls Pfahlgründungen behandeln²⁾. Der Generalberichterstatte Prof. L. Zeevaert, welcher durch seine Fundationen im schwierigen Untergrund von Mexiko City bekannt geworden ist, hat eine Ordnung des Materials in folgende Unterthemen vorgenommen: Untersuchungen im Labor und an Modellen, hauptsächlich auch über die Gruppenwirkung: 8 Berichte (3 b/6, 10, 11, 17, 20, 23, 24 und 25); Feldversuche an Pfählen in natürlicher Grösse: 12 Berichte (3 b/1, 3, 4, 8, 9, 12, 15, 18, 21, 26, 27 und 28); Theoretische Untersuchungen: 5 Berichte (3 b/2, 5, 14, 16 und 19); Spezielle Pfahlarten bzw. Pfahlgründungen: 3 Berichte (3 b/7, 13 und 22).

In der von Prof. M. Schultze, Ordinarius für Grundbau an der Technischen Hochschule Aachen, geleiteten Diskus-

sion kamen hingegen folgende spezialisierten Probleme zur Sprache: Bestimmung der Tragfähigkeit von Pfählen auf Grund von Penetrometerversuchen; das Problem der Gruppenwirkung; Pfähle in Ton; Spitzenwiderstand und Mantelreibung bzw. anzuwendende Faktoren, um diese aus der Kohäsion des Tons abzuleiten.

Die erstgenannte Frage nach einer Korrelation zwischen Penetrometerversuch, entweder als statischer Eindringversuch oder als dynamischer Rammversuch durchgeführt, und Pfahltragfähigkeit wird bereits in 6 Beiträgen (1, 3, 11, 12, 15 und 26) zur Sektion 3 b sowie in einem weiteren Kongressbericht (1/53) angeschnitten. Ja, das Auffinden solcher Beziehungen scheint gewissenorts ähnlich in Mode gekommen



$$\text{FORMEL : } q_s = \frac{w}{F_1} = \frac{w}{1 + 5 \cdot 10^{-7} w^{1,3} A_{(cm^2)}} = \frac{w}{1 + 2 \cdot 10^{-4} w^{1,3} d^2 (m)}$$

Bild 1

1) Alle veröffentlicht in der SBZ im Lauf des Jahres 1961.

2) Berichte 1/16, 1/17, 1/53, 3a/7, 3a/8, 3a/13, 3a/17 und 3a/37.

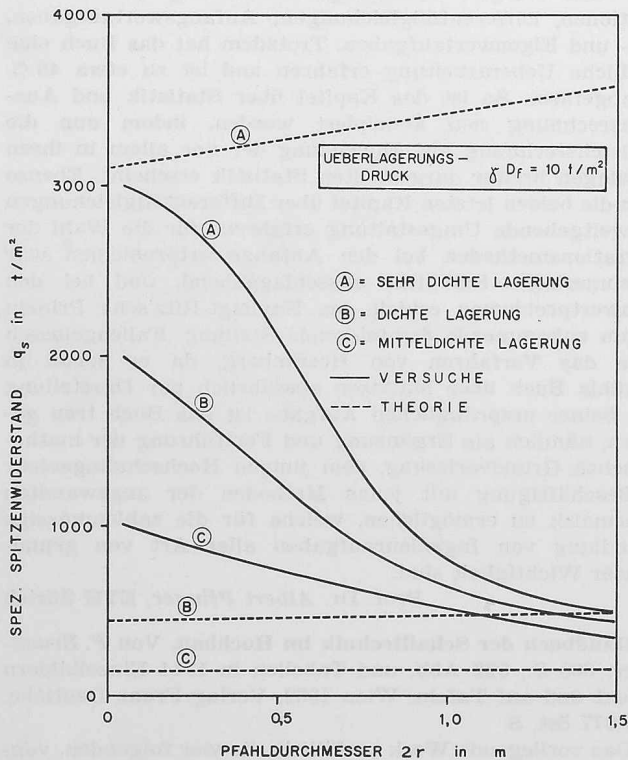
zu sein, wie früher die Ableitung von Rammformeln, von denen übrigens am Pariser Kongress, wohl erstmalig, keine neuen vorgeschlagen wurden. Wie die Rammformeln dürften auch die Beziehungen zwischen Penetrometerversuch und Pfahltragfähigkeit innerhalb relativ enger, wohldefinierter und wohlbekannter Anwendungsbereiche ihre Berechtigung haben.

Eine sorgfältige statistische Korrelation zwischen statischen Penetrometerversuchen und dem aus Belastungsversuchen abgeleiteten Spitzenwiderstand von Bohrpfählen in sandigen oder kiesigen Böden hat Dr. E. Menzenbach von der Technischen Hochschule Aachen vorgelegt (Bericht 3 b/15). Das Ergebnis seiner Studie zeigt, in abgeänderter Darstellung, Bild 1. Wie erwartet, nimmt der spezifische Spitzenwiderstand des Pfahles mit abnehmendem Penetrometerwiderstand ab. Ebenso stark ist die Abnahme jedoch, bei gleichbleibendem Penetrometerwiderstand, mit zunehmendem Pfahldurchmesser. Für grosse Pfähle ist der spezifische Spitzenwiderstand praktisch unabhängig vom Resultat des Penetrometerversuchs — oder in andern Worten: unabhängig von der Lagerungsdichte des Bodens bzw. bei kohäsionslosen Böden von dessen Winkel der inneren Reibung.

Man erinnert sich hier nun, dass es die hergebrachte Theorie, z. B. nach Terzaghi/Peck, Meyerhof oder Caquot/Kerisel, eigentlich anders will. Nach ihr sollte der spezifische Spitzenwiderstand sehr stark mit dem Winkel der innern Reibung und leicht mit dem Pfahldurchmesser zunehmen. Die Aufdeckung dieser Diskrepanz bildet den Hauptpunkt im Beitrag (3 b/12) des letztgenannten Forschers, Prof. J. Kerisel von der Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris. Am Institut des Recherches Appliquées du Béton Armé (IRABA), 30 km südlich Paris, wurde hiezu eine spezielle, grosszügige Versuchsanlage aufgebaut, in der Pfähle natürlicher Grösse in einen homogenen Sandboden abgeteuft werden. Interessante, zum Teil neuartige Messeinrichtungen gestatten, den Spitzenwiderstand und die Mantelreibung zu bestimmen, sowie die Druckverteilung und das Auftreten von Fliesserscheinungen im Boden um den Pfahl. Ein Teil der von Prof. Kerisel in Paris vorgelegten Ergebnisse ist, wiederum in etwas veränderter Darstellung, in den Bildern 2 und 3 wiedergegeben.

Bild 2 zeigt analog demjenigen nach der Arbeit Dr. Menzenbachs den grossen Einfluss des Pfahldurchmessers auf den spezifischen Spitzenwiderstand, wobei bei den grösseren Pfählen die Wirkung der Lagerungsdichte (als Parameter aufgetragen) wiederum stark zurücktritt. Die Diskrepanz zwischen der Wirklichkeit und den gestrichelt eingetragenen theoretischen Werten ist bei sehr dichter Lagerung am krassensten. Bild 2 gilt zudem nur für eine Fundationstiefe bzw. einen Ueberlagerungsdruck des Bodens auf derselben. Der Einfluss des Ueberlagerungsdrucks bei einer bestimmten Pfahlgrösse ist, wiederum mit der Lagerungsdichte als Parameter, in Bild 3 dargestellt. Beim gewählten Beispiel mit einem Pfahldurchmesser von einem Meter überschätzt die Theorie die Tragfähigkeit bei dichtester Lagerung ganz gewaltig, während sie sie bei dichter bis mitteldichter Lagerung eher unterschätzt.

Sind damit die herkömmlichen Theorien über den Spitzenwiderstand in kohäsionslosen Böden ordentlich ins Wanken geraten, wobei wir hier auch die Ergebnisse von Modellversuchen mit einschliessen können, so ist die Unsicherheit bezüglich der Mantelreibung, namentlich in Tonen, noch viel grösser. In diesen nehmen heute die meisten Forscher den eher nebensächlichen spezifischen Spitzenwiderstand zu rund zehnmal die Kohäsion bzw. fünfmal die Druckfestigkeit bei unbehinderter Seitenausdehnung an. Die grossen Divergenzen beginnen erst, wenn es sich darum handelt, den Korrekturfaktor zu bestimmen, mit dem die Kohäsion zu multiplizieren ist, um die spezifische Mantelreibung pro Einheit der Pfahlschaftfläche zu erhalten. Die Angaben schwanken zwischen den Werten 1,0 und 0,2, wobei der Korrekturfaktor im allgemeinen mit zunehmender Kohäsion kleiner wird. Sicher ist dies einer der Fälle, wo das Pfahlmaterial sowie die Abteufungsart und andere Einzelheiten der Herstellung eine überragende Rolle spielen. Hinzu tritt der wichtige Zeiteffekt, über den O. Eide, J. N. Hutchinson und A. Landva vom norwegischen geotechnischen Institut eine gründliche Detailstudie (Bericht 3 b/8) vorgelegt haben. Darnach erreichte ein in schwach plastischem Ton (CL) schwimmender Holzpfahl zwölf Tage nach seiner Rammung die theoretische Tragfähigkeit (Korrekturfaktor = 1,0) und nach zwei Jahren rd. 170 % dieses Wertes, wobei interessanterweise die Geschwindigkeit der Belastungsversuche von untergeordneter Bedeutung war.



THEOR. FORMEL : $q_s = \gamma D_f N_q + 0,6 \gamma r N_\gamma$

Bild 2

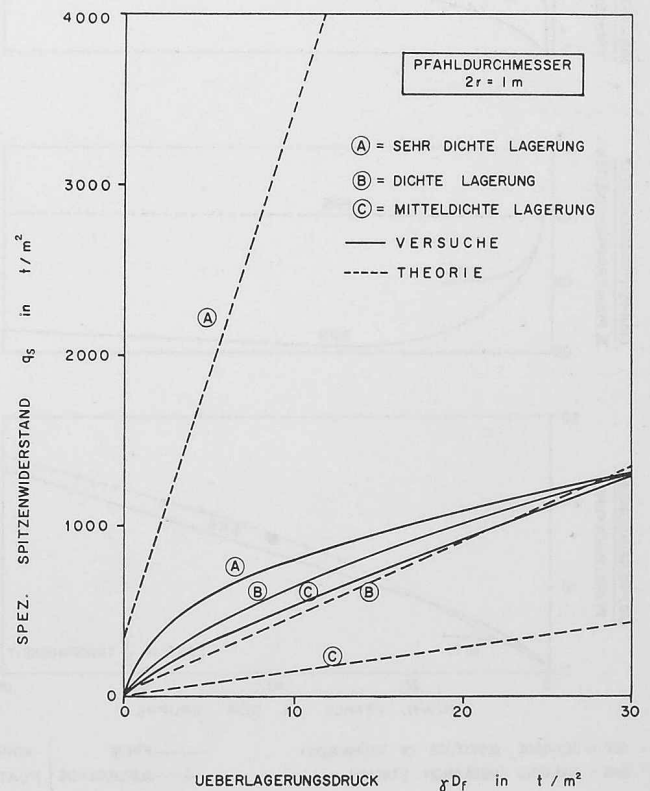


Bild 3

Soviel zur Tragfähigkeit des Einzelpfahles, von der aus es meist noch auf das Verhalten der Pfahlgruppen zu schliessen gilt, welche doch erst den Regelfall der Praxis darstellen. Bekanntlich stellt aber gerade dieser Uebergang eines der am wenigsten abgeklärten Probleme der Pfahltheorie dar. Dies offensichtlich deshalb, weil Versuche an Pfahlgruppen noch entsprechend teurer kämen, als die schon oft genug ihrer Kosten wegen gescheuten Probelastungen an Einzelpfählen. Man ist somit fast zwangsweise auf den billigeren Modellversuch angewiesen, obschon das Problem der Aehnlichkeit ebenfalls kaum angeschnitten worden ist. Immerhin darf man wohl gewisse modellmässig gewonnene Erkenntnisse als qualitative Richtlinien für die Praxis gelten lassen. In diesem Sinne sei abschliessend auf den sauber ausgearbeiteten Beitrag (3 b/24) von Prof. G. F. Sowers, C. B. Martin, L. L. Wilson und M. Fausold vom Georgia Institute of Technology in Atlanta über die Gruppenwirkung bei schwimmenden Pfahlgründungen in Ton hingewiesen. Bild 4 zeigt deren Versuchsergebnisse zusammen mit den 1960 für ein Symposium über Pfahlgründungen am Stockholmer Kongress der Internationalen Vereinigung für Brückenbau und Hochbau veröffentlichten Ergebnissen ähnlicher Versuche von T. Whiteaker von der Building Research Station in London.

Die Grenze der Tragfähigkeit einer Pfahlgruppe in Ton ist gewöhnlich durch einen der zwei folgenden Bruchvorgänge bestimmt: Bei geringen gegenseitigen Pfahlabständen bricht die ganze Gruppe als Block ein; jenseits eines gewissen Grenzabstandes der Pfähle untereinander muss die im wesentlichen konstant bleibende Summe der Einzeltragfähigkeiten der Pfähle überwunden werden. Eben dieser Grenzabstand ist im obersten Diagramm des Bildes 4 in Funktion der Anzahl Pfähle als ausgezogene Kurve dargestellt und bewegt sich in der längst empirisch festgelegten Grössenordnung von zwei bis drei Pfahldurchmessern. Das mittlere Diagramm gibt dazu die entsprechende Gruppentragfähigkeit im Verhältnis zur Summe der Einzelpfahltragfähigkeiten. Wegen der verbleibenden gegenseitigen Beeinflussung der Pfähle, die mit zunehmendem Pfahlabstand nur

sehr langsam abklingt, bleibt dieses Verhältnis stets unter eins. Nach den zum Vergleich beigezogenen Versuchen von T. Whiteaker kommt allerdings der Lage der die Pfähle verbindenden Kopf- oder Fundamentplatte grosse Bedeutung zu. Liegt diese, wie in den Versuchen am Georgia Institute of Technology, höher als die Bodenoberfläche, so treten die vorgenannten unterschiedlichen Brucharten eindeutig auf. Befindet sich die Kopfplatte hingegen in direktem Kontakt mit der Bodenoberfläche, so verhält sich die Gründung durchwegs wie ein starrer Block, d. h. die Tragfähigkeit nimmt mit zunehmendem Pfahlabstand, d. h. grössern Blockdimensionen, stetig zu. Für diesen Fall stellen die im obersten Diagramm von Bild 4 gestrichelt angegebenen Pfahlabstände diejenigen dar, bei welchen die Gesamtragfähigkeit gerade gleich der Summe der Einzelpfahltragfähigkeiten ist. Im untersten Diagramm von Bild 4 ist schliesslich das Verhältnis der Gruppeneinsenkung zu derjenigen des Einzelpfahles aufgetragen, und zwar für die der halben Tragfähigkeit entsprechende Last. Der Einfluss der Lage der Kopfplatte verwischt sich hier, doch tritt umso stärker derjenige der Anzahl Pfähle in Erscheinung. Dies ist eine leider immer noch oft übersehene, aber durch viele Feldmessungen nachgewiesene Eigenschaft von Pfahlgruppen und gilt in ähnlichem Umfang auch in kohäsionslosen Böden, wo im übrigen aber umgekehrte Tragfähigkeitsverhältnisse herrschen, als sie hier für Tone gezeigt wurden. Bei letzteren ist noch zu beachten, dass die in Bild 4 angegebenen Einsenkungen die elastischen sind, welche in der Praxis vor den langfristigen Konsolidationssetzungen meist zurücktreten.

Adresse des Verfassers: Niklaus Schnitter, dipl. Bau-Ing., Erbstrasse 14, Küsnacht ZH.

Buchbesprechungen

Praktische Mathematik für Ingenieure und Physiker. Dritte verbesserte Auflage. Von R. Zurmühl. 548 S., 132 Abb. Berlin 1961, Springer Verlag. Preis DM 29.40.

Die äussere Aufmachung der vorliegenden dritten Auflage dieses bestbekanntesten Buches ist unverändert, ebenso sind es die Kapitelüberschriften und damit die behandelten Stoffgebiete im grossen, nämlich: Gleichungen, lineare Gleichungen und Matrizen, Interpolation und Integration, Statistik und Ausgleichsrechnung, Darstellung willkürlicher Funktionen, Differentialgleichungen; Anfangswertaufgaben, Rand- und Eigenwertaufgaben. Trotzdem hat das Buch eine gründliche Ueberarbeitung erfahren und ist zu etwa 40 % neu abgefasst. So ist das Kapitel über Statistik und Ausgleichsrechnung neu konzipiert worden, indem nun die Ausgleichsrechnung als Anwendung der vor allem in ihren Grundlagen breiter dargestellten Statistik erscheint. Ebenso haben die beiden letzten Kapitel über Differentialgleichungen eine weitgehende Umgestaltung erfahren: für die Wahl der Integrationsmethoden bei den Anfangswertproblemen war die numerische Stabilität ausschlaggebend, und bei den Eigenwertproblemen erhielt das Rayleigt-Ritz'sche Prinzip die ihm zukommende dominierende Stellung. Fallengelassen wurde das Verfahren von Hessenberg, da es schon in Zurmühls Buch über Matrizen ausführlich zur Darstellung kam. Seiner ursprünglichen Aufgabe ist das Buch treu geblieben, nämlich als Ergänzung und Fortführung der mathematischen Grundvorlesung, dem jungen Hochschulingenieur die Beschäftigung mit jenen Methoden der angewandten Mathematik zu ermöglichen, welche für die zahlenmässige Behandlung von Ingenieuraufgaben aller Art von grundlegender Wichtigkeit sind.

Prof. Dr. Albert Pfluger, ETH Zürich

Handbuch der Schalltechnik im Hochbau. Von F. Bruckmayer. 808 S., 522 Abb. und Tabellen in 1344 Einzelbildern im Text und auf Tafeln. Wien 1962, Verlag Franz Deuticke. Preis 977 öst. S.

Das vorliegende Werk zerfällt in die vier folgenden, voneinander weitgehend unabhängigen Teile: Schallschutz, Lärmschutz, Erschütterungsschutz, Raumakustik. Jedes dieser vier Fachgebiete ist weiter in der gleichen Weise gegliedert,

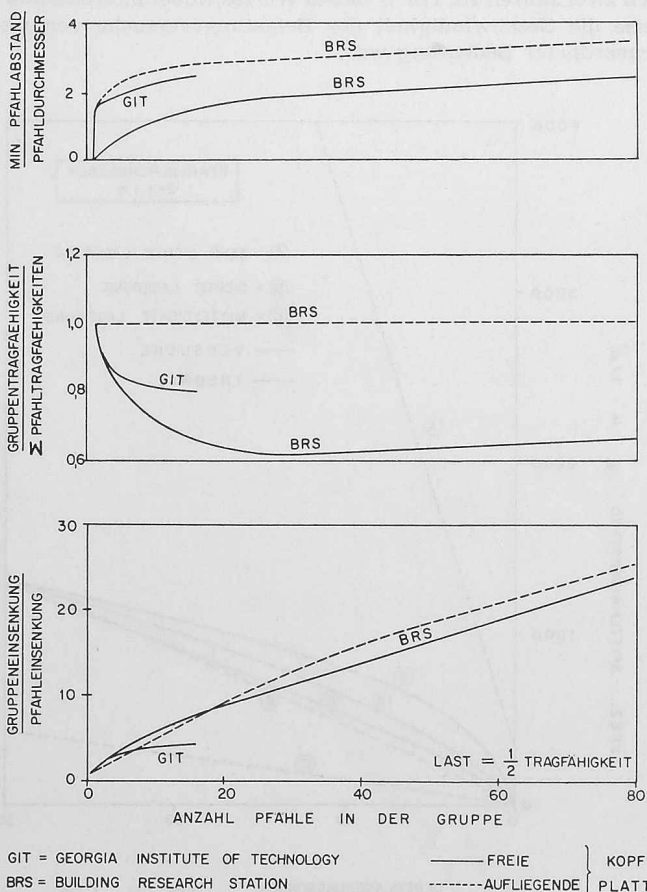


Bild 4