

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 89/90 (1927)
Heft: 10

Artikel: Druckverteilung im Baugrunde
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-41757>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 15.01.2026

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

Neugkeiten blüfften. Sie nehmen bewusst die überlieferten Formen auf, die sich aus der Konstruktion ergeben. Sie machen sich aber die Neuerungen der Technik zu Nutze, wo sie der Bewirtschaftung der Häuser Vorteile verspricht. Aus diesem Grunde sind beide Häuser mit elektrischen Heizungen versehen, die teils als Speicheröfen, teils als Fußbodenheizung ausgebildet wurden; so fallen jede Wartung, jeder Kohlenschmutz und Aschenstaub dahin.

Das Haus H. W. Moser (Abb. 1 bis 3, Tafeln 6 u. 7) liegt auf grüner Terrasse steil über dem See in Herrliberg in einen schon bestehenden Obstgarten eingebettet. Hauptfront Süd-West gegen den See. Windgeschützter Laubenanbau auf der Terrasse mit direkter Verbindung zu Küche und Keller. Im Parterre Wohn- und Wirtschaftsräume, im ersten Stock die Schlafräume. Das Dach nur mit einer Dachkammer, sonst unausgebaut. Elektr. Speicherheizung mit Nachtstrom der E. K. Z., als Uebergangsheizung ein Cheminée in der Arbeitstube. Backsteinmauerwerk 39 cm stark, über Keller Massivdecke, sonst Holzgebälk. Biberschwanz-Doppeldach.

Das Haus M. Kopp (Abb. 4 bis 6, Seite 131, Tafel 8 und 9) liegt am Terrassenrand des „Hohenrain“ auf der Höhe zwischen Kilchberg und Rüschlikon. Die Wohnfront nicht gegen den See (N.-O.), sondern direkt gegen Süden; die Seeseite wird dadurch sekundär (Tafel 9 unten). Die Aussicht ergibt einzelne Durchblicke durch alte Baumkulissen. Im Parterre Wohnräume mit reiner Südlage, ebenso die Schlafräume im ersten Stock. Das Dach blieb unausgebaut bis auf eine Sommergaststube. Haupt- und Kucheneingang getrennt (Abb. 6), über dem Kucheneingang ein schützendes Vordach für Geräte und Reinigungsmöglichkeiten. Vom ersten Stock zum Dachstock führte eine Klappstiege mit Gegengewicht, die in der Ruhelage völlig in der Gangdecke verschwindet. Das Haus ist in Backstein-Hohlmauerwerk mit Schlackenfüllung erstellt. Ueber Keller Massivdecke, sonst Holzgebälk; Sparrendach ohne Binder und Pfetten mit Doppeldecke eingedeckt.

Ueber die elektrische Raumheizung interessieren vielleicht folgende Daten: Der Gesamtanschlusswert ist 20 kW. Mit Bodenheizung werden erwärmt Esstube, Gang, W. C. und Bad, die übrigen Räume mit elektr. Speicheröfen. Es wird nur mit Nachtstrom geheizt; die Speichermassen sind so dimensioniert, dass die Wärme reichlich nachhält, bis zur folgenden Nacht. Die Anlage hat sich in drei Wintern ohne Störungen sehr gut bewährt. Der durchschnittliche Strompreis beträgt 3,4 Rp./kWh. Als durchschnittlicher jährlicher Aufwand für die Heizung sind dabei 480 Fr. zu rechnen, ohne den Boiler, auf den noch 150 Fr. entfallen.

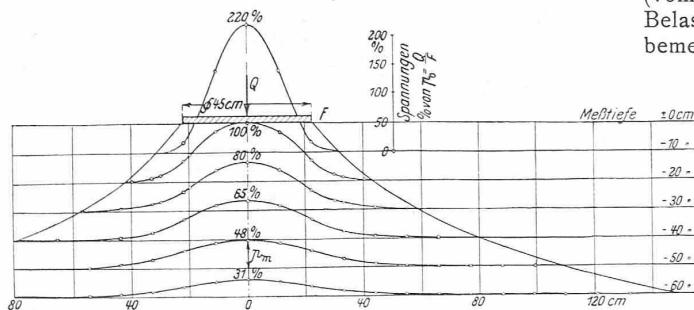


Abb. 1 und 2. Prozentkurven der Druckverteilung in trockenem Sande für verschiedene Tiefen.
Grenzkurve der Druckverteilung (lotrechter Druck). $p_0 = 0,35 \text{ kg/cm}^2$, Lastflächen 1580 cm^2 und 900 cm^2 . — Nach „Bautechnik“ vom 15. Juli 1927.

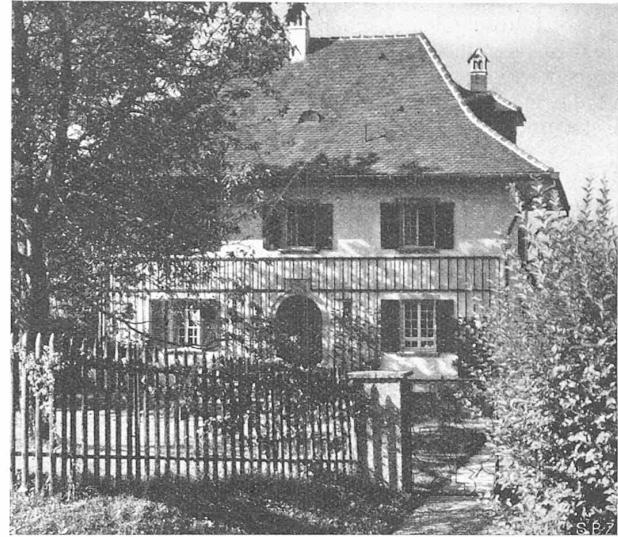


Abb. 3. Haus H. W. Moser von der Strasse aus gesehen.

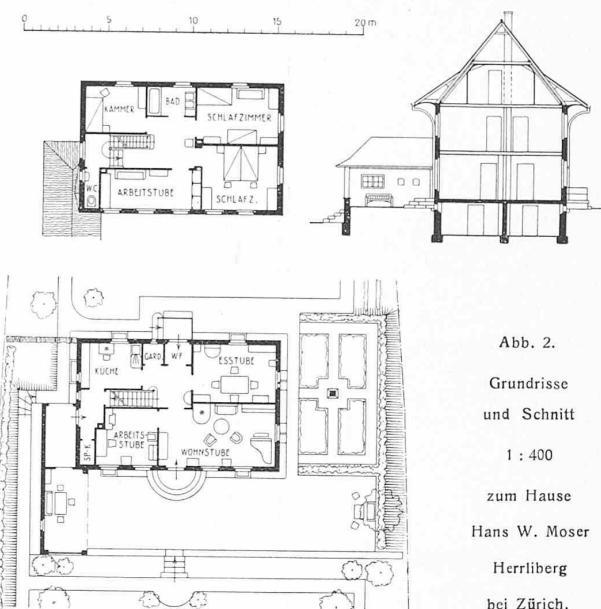
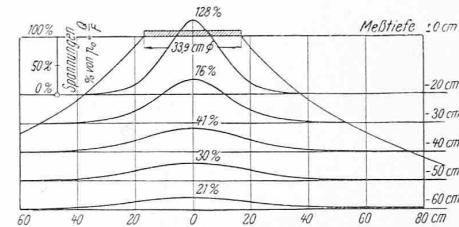


Abb. 2.
Grundrisse
und Schnitt
1 : 400
zum Hause
Hans W. Moser
Herrliberg
bei Zürich.

Druckverteilung im Baugrunde

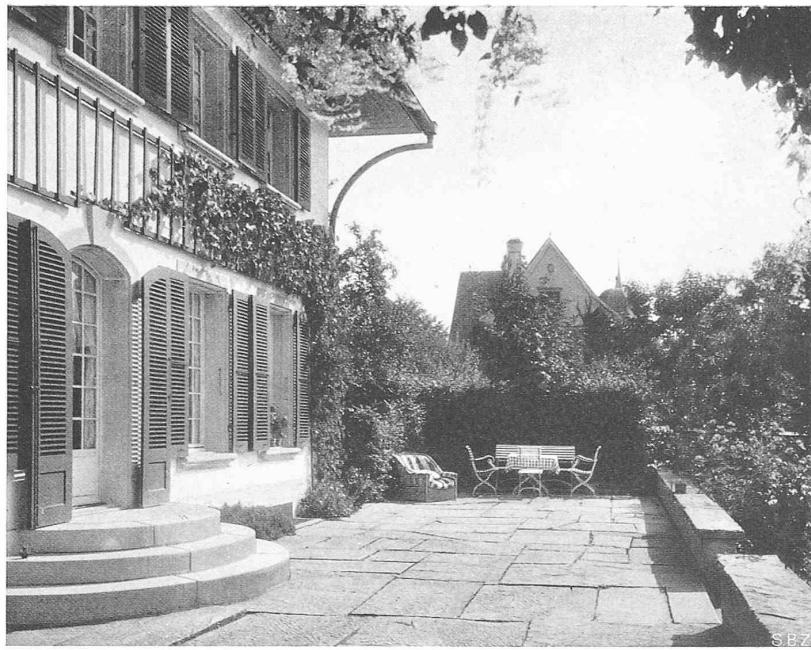
nach Versuchen von Prof. Dr. F. Kögler und Dr. Ing. Scheidig.

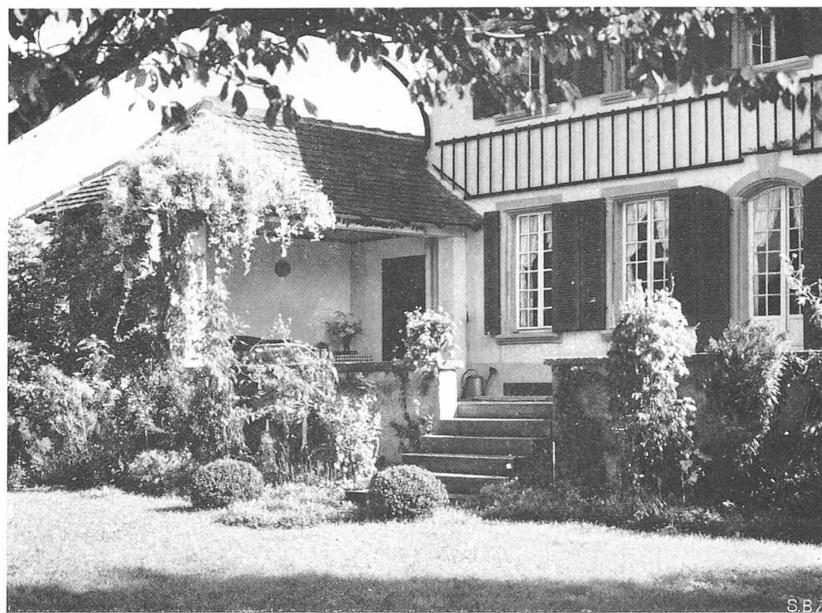
Ueber diese wichtige Frage sind seit langem schon umfangreiche Versuche angestellt worden, die, soweit uns bekannt, bis ins Jahr 1879 zurückreichen (Versuche von Kick in Prag). Neuerdings wurden von Prof. Dr. Ing. F. Kögler (Freiberg Sa.) und Dr. Ing. Scheidig (Langenbessen) eingehende Versuche vorgenommen und in der „Bautechnik“ (vom 15. Juli d. J.) veröffentlicht, nach denen sie für kleinere Belastungsflächen (von 900 bis $10\,000 \text{ cm}^2$) zu folgenden bemerkenswerten Ergebnissen gelangten:





WOHNHAUS DES ARCHITEKTEN HANS W. MOSER IN HERRLIBERG
SEESEITIGE FRONT MIT GARTENTERRASSE



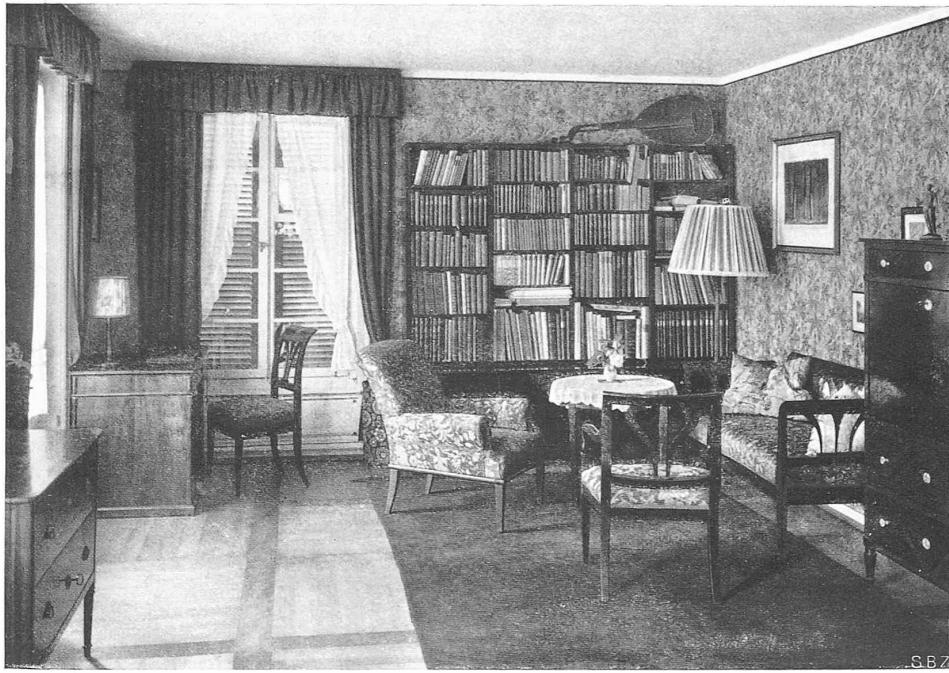


HAUS ARCH. H. W. MOSER, GARTENTERRASSE MIT LAUBE
UNTEN DIE WOHNSTUBE IM ERDGESCHOSS
MIT DURCHBLICK IN DIE ARBEITSTUBE





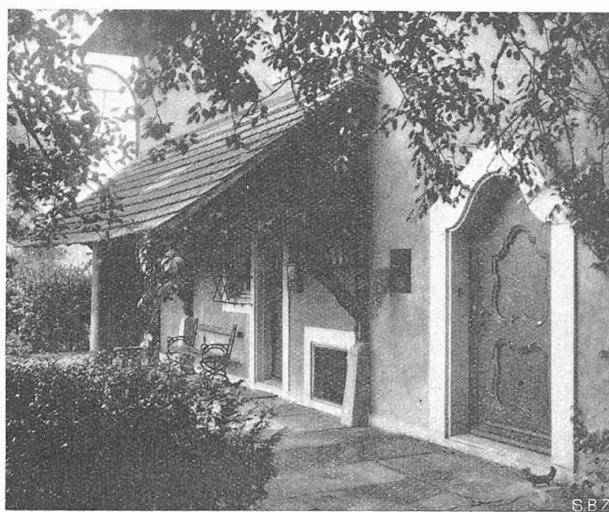
WOHNAU DES ARCH. MAX KOPP, AM HOHENRAIN, KILCHBERG
ANSICHT DER GARTENFRONT, MIT LAUBE UND TERRASSE
UNTEN WOHNSTUBE IM ERDGESCHOSS





WOHNHAUS DES ARCH. MAX KOPP. AM HOHENRAIN, KILCHBERG
OBEN AUS SÜDWEST, UNTER AUS SÜDOST, SEESEITE





S.B.7

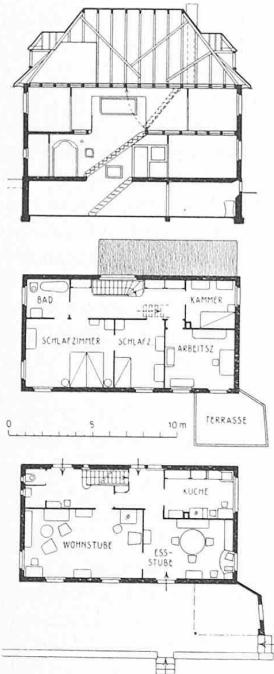


Abb. 5. Risse 1:400.

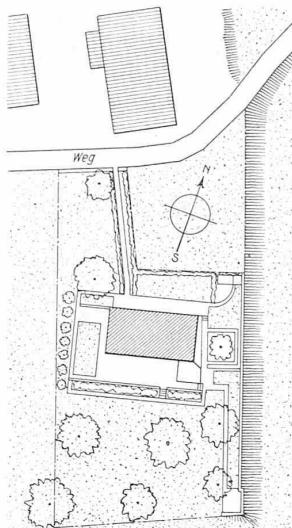


Abb. 4. Lageplan 1:1000 des Wohnhauses von Architekt Max Kopp in Kilchberg bei Zürich.

Abb. 6 (oben). Eingangsseite.

„Sämtliche Versuche haben, was die Gestalt der Druckverteilungskurven anbelangt, grundsätzlich die gleichen qualitativen Ergebnisse geliefert, wie sie die Belastungsfälle der Abbildungen 1 und 2 darstellen. Die Belastungsgrundfläche ist kreisrund und verhältnismässig klein; der Belastungskörper darf als starr angesehen werden. Im einzelnen ergab sich folgendes:

1. In allen wagrechten Ebenen in verschiedener Tiefe unter der Sohlenfläche des Belastungskörpers zeigt sich das selbe charakteristische Bild der Druckverteilung: die Spannungen im äussern Bereich der gedrückten Fläche sind ausserordentlich gering gegenüber den Werten in der Mitte der Fläche. Die in der Baupraxis angenommene gleichmässige Druckverteilung ist nirgends vorhanden; der Querschnitt des Spannungshaufens hat eine der Wahrscheinlichkeitskurve ähnliche Gestalt.

2. Bei wechselnder Grösse der Belastung haben sich bei den bisherigen Versuchen die lotrechten Komponenten des Druckes an irgend einer Stelle der Schüttung mit hinreichender Genauigkeit proportional der

aufgebrachten Last ergeben. Die Proportionalität gilt, solange kein Gleiten im Sande eintritt. Beginnt der Belastungskörper ruckweise unter Wellenbildung an der Oberfläche und unter seitlich und nach oben gerichtetem Ausweichen des Sandes einzusinken, dann nehmen die Drücke in der Axe und in der Nachbarschaft der Lastwirkungslinie (Mittendruck p_m) stärker zu, als der vorerwähnten Proportionalität entspricht. In dem praktisch wichtigen Bereich unterhalb der Gleitgrenze kann das Proportionalitätsgesetz mit hinreichender Genauigkeit als gültig erwiesen gelten.

3. Führt man den Quotienten $p_0 = Q : F$ aus Gesamtlast und Lastfläche ein, der als „gleichförmig verteilt gedachter Sohlendruck unter der Lastplatte“ zu deuten ist, und drückt man den an irgend einer Stelle der Schüttung gemessenen, von der örtlichen Belastung herrührenden lotrechten Druck in Hundertteilen von p_0 aus, so erhält man als Folge des Proportionalitätsgesetzes die für alle Belastungen innerhalb der Gleitgrenze gültigen Prozentkurven der Abb. 1 und 2.

4. Da der Rauminhalt des Spannungshaufens gleich der aufgebrachten Last Q sein muss, folgt aus der eigenartigen Gestalt der Spannungsverteilungskurve, dass der Mittendruck p_m in geringen Tiefen unter der Sohlenfläche des Lastkörpers grösser als p_0 wird. Im Falle der Abbildung 1 ist p_m in 10 cm Tiefe 220% von p_0 gemessen worden, nach Abbildung 2 in 20 cm Tiefe noch zu 128% von p_0 .

5. Aus der Tatsache, dass der Mittendruck p_m mit der Tiefe abnimmt, darf man rückwärts folgern, dass er nach oben hin noch wächst, dass er also an der Sohle des Belastungskörpers wahrscheinlich noch grösser sein wird als 220%. Es ergibt sich in der Sohlenfläche eine Druckverteilung, wie sie in Abbildungen 3 und 4 über der Sohlenfläche gezeichnet ist. Sie ist auch durch unmittelbare Messungen in der Sohlenfläche bestätigt worden. Hiernach steht fest, dass unter der Sohle eines starren Belastungskörpers, wie er beim Versuch verwendet worden ist, keineswegs eine gleichmässige Verteilung des Bodendruckes herrscht, sondern dass der Druck von einem hohen Grösstwerte in der Mitte ($p_m \sim 2,5 p_0$) nach dem Rande zu rasch abfällt bis zu einem sehr kleinen Werte am Rande selbst, dessen Grösse von den Randbedingungen abhängt. Wenn der Körper auf der Oberfläche der Schüttung aufsitzt, wie beim Versuch, kann der Randwert praktisch gleich Null gesetzt werden; er wächst mit zunehmender Gründungstiefe.

6. Aus den Prozentkurven der Abbildungen 1 und 2 lassen sich ohne weiteres die „Kurven gleichen Druckes“ entwickeln, die zu der Isobendarstellung der Druckverteilung in Abbildungen 3 und 4 führen. Die Werte unterhalb einer Tiefe von 60 cm sind hier nach den Formeln von Strohschneider und Boussinesq berechnet. Die im oberen Teile der Schüttung gemessenen Spannungen gehen in die berechneten zwangslässig über. Auch aus den Isobaren ergibt sich das oben geschilderte Druckverteilungsbild unter der Sohle.

Die Darstellung der Isobaren findet sich an verschiedenen Stellen der Literatur, aber in Anlehnung an die Darstellung der amerikanischen Versuche unrichtig. Die in Pennsylvania¹⁾ ermittelte Kurvenschar ist nämlich falsch, weil alle Isobaren im Lastrande mündend gezeichnet sind; richtige Darstellung vergleiche Abbildungen 3 und 4. Die Annahme einer gleichförmig verteilten Bodenreaktion in der Sohlenfläche scheint aber auch für Terzaghi²⁾ so selbstverständlich gewesen zu sein, dass er die Abbildung ohne weiteres als richtig

¹⁾ Eng. Rec. 1914 I. S. 608 und 1915 I. S. 330. Bericht darüber: Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1915, S. 33 und 376.

²⁾ „Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage“, Leipzig 1925, S. 228.

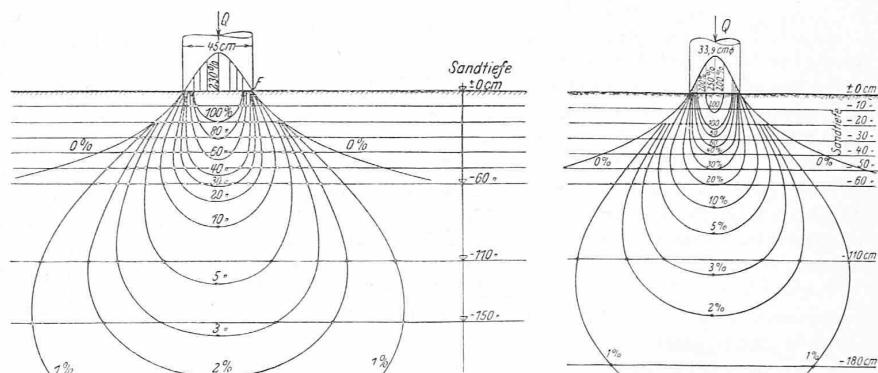


Abb. 3 und 4. Kurven gleichen lotrechten Druckes (Isobaren) zu den Abb. 1 und 2.

angesehen hat. Die von ihm gebrauchte Bezeichnung „% des maximalen Bodendruckes“ bedarf ebenfalls der Berichtigung: es muss „% des mittleren (gleichförmig angenommenen) Sohlendruckes“ heißen. Die Isobarendarstellung nach dem amerikanischen Muster hat auch Stern in die Erläuterungen zum österreichischen Normen-Entwurf¹⁾ übernommen; dabei ist außer dem der Hinweis unterblieben, dass die Ergebnisse nur für kleine Lastkörper gelten; die Übertragung auf grosse Lastkörper ist aber nicht ohne weiteres zulässig; siehe nachstehend.

7. Die Grenzfläche der Druckverteilung verläuft im Meridianschnitt so, wie es die Abbildungen 1 bis 4 zeigen. Auf ihre Ermittlung ist bei unsrern Versuchen besonderer Wert gelegt worden, da die Apparaturen der Amerikaner für die Messung dieser kleinen Drücke durchweg zu unempfindlich waren. Für verschiedene Sandtiefen h ergaben sich die *Grenzwinkel* φ_0 gegen die Lotrechte, am Lastrande gemessen, zu:

$h = 0 \text{ cm}$	$\varphi_0 = 35^\circ$ gemessen	$h = 60 \text{ cm}$	$\varphi_0 = 65^\circ$ gemessen
$h = 10 \text{ "}$	$\varphi_0 = 40^\circ$ "	$h = 70 \text{ "}$	$\varphi_0 = 70^\circ$ "
$h = 20 \text{ "}$	$\varphi_0 = 45^\circ$ "	$h = 80 \text{ "}$	$\varphi_0 = 75^\circ$ "
$h = 30 \text{ "}$	$\varphi_0 = 50^\circ$ "	$h = 90 \text{ "}$	$\varphi_0 = 80^\circ$ geschätzt
$h = 40 \text{ "}$	$\varphi_0 = 55^\circ$ "	$h = 100 \text{ "}$	$\varphi_0 = 82^\circ$ "
$h = 50 \text{ "}$	$\varphi_0 = 60^\circ$ "	$h = 110 \text{ "}$	$\varphi_0 = 85^\circ$ "

Die Grenzkurve der Druckverteilung hat also am Rande des Belastungskörpers eine Neigung von 35° gegen die Lotrechte und wird mit zunehmender Tiefe immer flacher; in einer gewissen Tiefe t_1 scheint sie sich asymptotisch der Wagrechten zu nähern. *Die obengenannten Grenzwinkel haben sich als unabhängig von der Belastung p_0 und von der Grösse der Belastungsfläche erwiesen.* Wohl aber hängen sie von der Gründungstiefe und von der relativen Dichte der Schüttung ab.

Die Grenzkurve der Druckverteilung passt sich in die Isobaren-Schar gut ein und vervollständigt das Spannungsbild unter einer örtlichen Belastung, die durch einen starren Lastkörper mässiger Grösse hervorgerufen wird und die Schüttung nicht über die Gleitgrenze beansprucht. —

Ueber die Versuchsergebnisse für grössere Belastungsflächen stellen die obengenannten Fachleute weitere Mitteilungen in Aussicht. Für Einzelheiten der Versuchsanordnung und Durchführung sei auf die Quelle verwiesen.

Mitteilungen.

Die 39. Generalversammlung der G. E. P. (Gesellschaft Ehemaliger Studierender der Eidgen. Techn. Hochschule) hat in den Tagen des 27. bis 29. August in Schaffhausen einen vom schönsten Wetter begünstigten, wohlgelegenen Verlauf genommen. Haupttraktanden der geschäftlichen Sitzung in der Ratslaube waren die Vorlage des Geschäftsberichtes, der sich diesmal eingehend mit *Berufsfragen der Akademiker* befasst, insbesondere mit der seit einiger Zeit mit einem gewissen System betriebenen Entwertung akademischer Fachbildung und ihrer Träger in den Augen von Behörden und der Öffentlichkeit.²⁾ Sodann kamen verschiedene aktuelle Angelegenheiten der E. T. H. zur Sprache, an denen die G. E. P. mittelbar und unmittelbar beteiligt ist. Zum Kapitel der *Ausbildungsfragen* genehmigte mit starkem Beifall die von rund 300 Mitgliedern besuchte Versammlung folgende vom Ausschuss in zwei Sitzungen vorberatene

RESOLUTION

Die G. E. P. dankt dem Schweizer. Schulrat dafür, dass er eine Anzahl Kollegien für Zivil-Piloten in das Vorlesungs-Programm aufgenommen hat. Sie begrüsst es, dass die E. T. H. diesem, für die Zukunft unseres Binnenlandes besonders wichtigen Ausbildungsbereiche ihre volle Aufmerksamkeit zuwendet, und sie ersucht den Schweizer. Schulrat zu prüfen, ob nicht an der E. T. H. vorerst ein eigener Lehrstuhl, späterhin eine eigene Abteilung für das gesamte Luftverkehrswesen einzurichten sei, an der Ingenieur-Aviatiker eine umfassende wissenschaftliche Ausbildung erhalten können.

Sodann kamen *Nationalismus* und *E. T. H.* zur Sprache, d. h. die volkstümliche, aber grundfalsche und für die Entwicklung jeder Hochschule höchst gefährliche Auffassung, die Berufung akade-

¹⁾ Stern, Belastung des Baugrundes. „Sparwirtschaft“, Beilage des Oenig 1925, Heft 7, S. 70, sowie 1927 als Sonderheft.

²⁾ Vergl. z. B. „S. B. Z.“ vom 15. Aug. 1925, letztmals 13. Aug. 1927.

mischer Lehrer müsse vom Standpunkt nationaler Selbstversorgung à tout prix erfolgen. In der Diskussion beleuchtete sehr eindrücksvoll Generaldirektor A. Schrafl (S. B. B.) unter Berufung auf die Erfahrungen der Praxis, wie kurzsichtig dieser Gesichtspunkt sei. Die Versammlung stimmte denn auch dem von der „Schweizer. Bauzeitung“, dem Vereinsorgan der G. E. P., je und je¹⁾ vertretenen höhern Standpunkt, der Forderung absoluter *Freizügigkeit auf dem Gebiet wissenschaftlicher Arbeit, insbesondere bei Berufungen*, mit starkem Beifall zu und stellte sich damit grundsätzlich auf diesen Boden. Mit gleicher Entschiedenheit stimmte die Versammlung dem Berichterstatter bei in der Ablehnung der Meinung, die oberste Leitung der E. T. H. müsse durch routinierte Politiker erfolgen, und sie bekundete schliesslich dem gegenwärtigen Schulratspräsidenten, Prof. Dr. A. Rohn, Anerkennung und Dank für seine umsichtige Tätigkeit.²⁾

Die übrigen Traktanden, wie Rechnung und Budget, gaben wenig zu reden; es sei hierüber auf das Protokoll verwiesen. Als Vizepräsident an Stelle des verstorbenen Arch. Fréd. Broillet (Freiburg) wurde gewählt Ing. Henri Naville, Direktor bei BBC (Baden), als Mitglied des Ausschusses Ing. Erwin Maier (Schaffhausen); im übrigen wurde der Ausschuss in globo bestätigt, samt dem Präsidenten Arch. O. Pfleghard (Zürich).

Die nächste Generalversammlung soll, einer Einladung der rührigen Pariser G. E. P.-Gruppe entsprechend, im September 1929 in Paris stattfinden; sind doch von den insgesamt rund 3900 Mitgliedern der G. E. P. gegen 400 in Frankreich niedergelassen.

Ein sehr gediegener Vortrag von Dir. H. Käser, der ein eindrucksvolles Bild der *Schaffhauser Industrie-Entwicklung* seit Naturat Peyer-Im Hof, Heinr. Moser und Dr. Amsler-Laffon bot, gab der Versammlung einen, ihrer sichtlich gehobenen Stimmung entsprechenden, harmonischen Abschluss. Wir kommen hierauf, wie auf den geselligen Teil der äusserst gelungenen Tagung, die ihren traditionellen Schluss am Montag Abend in Stein a. Rh., bzw. auf dem Munoth fand, eingehend zurück, möchten aber heute schon den Schaffhauser Kollegen nochmals herzlich danken für Alles was sie den Ehemaligen von Nah und Fern geboten haben! C. J.

Das neue Untergrund-Umformerwerk der Stadt Leipzig, von dem Direktor Dipl. Ing. K. Swoboda in der „E. T. Z.“ vom 28. Juli 1927 eine ausführliche Beschreibung gibt, ist nicht nur als Tiefbauwerk grössten Umfangs bemerkenswert, sondern auch wegen seiner allen neuen Erkenntnissen entsprechenden Einrichtungen, die die grösste Betriebsicherheit gewährleisten. Der Hauptaum der Anlage, dessen Boden 8,4 m unter der Erdoberfläche liegt, hat eine Länge von 69,1 m und eine Breite von 23,25 m. In dessen Mitte, in der Längsrichtung, sind vorläufig sechs der zehn vorgesehenen Einankerumformer von je 2000 kW bei 500 V aufgestellt, und zwar mit ihrer Axe senkrecht zur Längsaxe des Raumes. Links und rechts der Maschinen befinden sich die Drehstrom- und die Gleichstrom-Schaltanlage, und unter den Maschinen, in einem 17 m tief (davon 7 m im Grundwasser) reichenden, rund 9 m breiten Raum, durch Zellentüren voneinander getrennt, die zu jeder Gruppe gehörenden Haupttransformatoren und Regulierungs-Drehtransformatoren. An den Maschinensaal schliesst sich der 23 × 28 m messende Laderaum der Akkumulatorenbatterie, der seinerseits mit dem 48 m langen und 18,5 m breiten Batterieraum in Verbindung steht. Für die Ventilation stehen zwei Exhaustoren von je 184000 m³/h zur Verfügung, durch die ein 14-maliger Luftwechsel des vorhandenen Gesamtraumes in der Stunde erzielt werden kann. Bei der Schaltanlage wurde die höchste Sicherheit dadurch angestrebt, dass alle ihre Teile so spannungssicher ausgeführt wurden, dass sie voraussichtlich den auftretenden Ueberbeanspruchungen standhalten werden. Hier war die Auffassung leitend, dass die entsprechenden Mehrkosten die durch Betriebstörungen in weniger sicher ausgeführten Anlagen verursachten Ausgaben voll aufwiegen. Erwähnt sei noch, dass hier die in andern Unterwerken erprobte Generalschaltung Anwendung gefunden hat. Diese Einrichtung gestattet, und zwar dank der zudem vorhandenen automatischen Anlass- und Schaltvorrichtungen innerhalb etwa 2 min, ein gleichzeitiges Aufs-Netz-Schalten aller Umformer zusammen mit den Batterien, eine Anordnung, die allein die Möglichkeit der Uebernahme einer grösseren Ueberlast gibt, wie sie nach Störungen in der abendlichen Lichtspitze vorhanden ist. z.

¹⁾ Letztmals in „S. B. Z.“ vom 15. Januar 1927.

²⁾ „Die Zukunft unserer Hochschulen“, siehe „S. B. Z.“ vom 7. Mai 1927.