

Schweizerische Bauzeitung

Brandenberger, Heinrich

Die Spannungs- und Dehnungsverhältnisse bei Beton

Schweizerische Bauzeitung, Vol.81 (1963)

PDF erstellt am: 13.07.2007

Nutzungsbedingungen

Mit dem Zugriff auf den vorliegenden Inhalt gelten die Nutzungsbedingungen als akzeptiert. Die angebotenen Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre, Forschung und für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrücke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und unter deren Einhaltung weitergegeben werden. Die Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Konsortiums der Schweizer Hochschulbibliotheken möglich. Die Rechte für diese und andere Nutzungsarten der Inhalte liegen beim Herausgeber bzw. beim Verlag.

SEALS

Ein Dienst des *Konsortiums der Schweizer Hochschulbibliotheken*
c/o ETH-Bibliothek, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz

retro@seals.ch

<http://retro.seals.ch>

- [19] C. C. Inglis: Notes on Standing Wave Flumes and Flume Meter Falls. Gov. of Bombay, Public Works Department, Techn. Paper Nr. 15, Bombay 1928.
- [20] E. Jacoby: Die Berechnung der Stauhöhe bei Wehren. Kommissions-Verlag Walter u. Rapa, Riga 1931 (insbesondere S. 2).
- [21] C. Jaeger: Technische Hydraulik. Verlag Birkhäuser, Basel 1949.
- [22] A. H. Jameson: The Development of the Venturi Flume. «Water and Water Engineering» Bd. 32 (1930) Nr. 375, S. 105—107.
- [23] A. H. Jameson: Flow Over Sharp-Edged Weirs: Effect of Thickness of Crest. «Journ. Instn. Civ. Engrs.» Bd. 31 (1948/49) S. 36—55. «Diskussion» Bd. 32 Supplement Nr. 8 (1949) S. 525—530.
- [24] C. Keutner: Abfluss-Untersuchungen und -Berechnungen für Ueberfälle an scharfkantigen Wehren (ein Beitrag zur Wassermengenmessung mittels scharfkantiger Wehre). «Mitt. a. d. Gebiete d. Wasserbaus und der Baugrundforschung», Heft 4, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1931.
- [25] C. Keutner: Strömungsvorgänge an breittkronigen Wehrkörpern und an Einlaufbauwerken. «Der Bauingenieur» Bd. 15 (1934) Nr. 37/38, S. 366—371 und Nr. 39/40, S. 389—392.
- [26] C. E. Kindsvater und R. W. Carter: Discharge Characteristics of Rectangular Thin-Plate Weirs. «Trans. ASCE», Bd. 124 (1959) Abhandl. Nr. 3001, S. 772—801. Diskussionsbeiträge S. 802—822.
- [27] F. H. Knapp: Ausfluss, Ueberfall und Durchfluss im Wasserbau. Eine angewandte Hydraulik auf physikalischer Grundlage. Verlag G. Braun, Karlsruhe 1960 (s. S. 218—220).
- [28] A. Koch: Von der Bewegung des Wassers und den dabei auftretenden Kräften. Herausgegeben von M. Carstanjen, Verlag Julius Springer, Berlin 1926.
- [29] G. de Marchi, F. Contessini und V. Calderini: Dispositivi per la misura della portata dei canali con minime perdite di quota. Sonderdruck des Istituto di idraulica e costruzioni idrauliche. Techn. Hochschule Mailand, Sonderdrucke Nr. 17, 25 u. 26 (1937).
- [30] R. von Mises: Berechnung von Ausfluss und Ueberfallzahlen. «Z. VDI.» Bd. 61 (1917) Nr. 21, S. 447—452; Nr. 22, S. 469—474 und Nr. 23, S. 493—498.
- [31] L. A. Ott: Ausfluss, Durchfluss und Ueberfall. «Wasserkraft und Wasserwirtschaft» Bd. 27 (1932), Heft 18, S. 205—210.
- [32] T. Rehbock: Wassermessung mit scharfkantigen Ueberfallwehren. «Z. VDI.» Bd. 73 (1929) Nr. 24, S. 817—823.
- [33] M. Réthy: Strahlformen incompressibler reibungsloser Flüssigkeiten. «Math. Annalen» Bd. 46 (1895) S. 249—272.
- [34] L. Schiller und F. Eisner: Strömungslehre der Röhre und offenen Gerinne auf experimenteller Grundlage. (Abdruck aus dem IV. Band, Teil 4 des Handbuchs der Experimentalphysik). Akademische Verlags-Gesellschaft, Leipzig 1932 (insbesondere S. 389 und 393).
- [35] S. I. A. Technische Norm Nr. 109 (1924). Normen für Wassermengenmessungen bei Durchführung von Abnahmeversuchen an Wasserkraftmaschinen. Generalsekretariat d. S. I. A., Zürich 1924.
- [36] Société hydrotechnique de France: Code d'essais No 5. Mesure des débits par déversoirs, réservoirs étalonnés, écran mobile, écran salé (Allen), appareils déprimogènes. 2. Aufl., Paris 1954.
- [37] W. Stainsby and F. V. A. Engel: A Comparison of Backwater Effects due to the Various Types of Weirs. Ann. Bull. 1961, International Commission on Irrigation and Drainage. New Delhi (India), 1961, S. 11—19.
- [38] H. J. Tracy: Discharge Characteristics of Broad-Crested Weirs. «Geological Survey Circular» 397, Washington 1957.
- [39] VDI-Wassermengenmessregeln: Regeln für Wassermengenmessungen bei Abnahme von Wasserkraftmaschinen. VDI-Verlag, Berlin 1936.
- [40] J. Weisbach: Lehrbuch der theoretischen Mechanik. 5. Aufl. Verlag Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig 1875 (insbes. S. 957; S. 976; S. 981 und S. 992).

Die Spannungs- und Dehnungsverhältnisse bei Beton

DK 539.31:666.97

Von Dr. Heinrich Brandenberger, Ing., Zürich

Zunächst sei festgestellt, dass die Deformation von Beton nicht allein durch die Längsdehnung beim Längszug festgelegt ist. Nicht nur, dass beim Längszug eine Querkontraktion nach der Poissonschen Zahl auftritt, sondern es sind auch plastische Verformungen bei einer Ueberbeanspruchung vorhanden. Nach Zurücklegung kleiner bleibender Verformungen tritt auch bei Beton wie bei Metallen eine Erhöhung der Elastizitätsgrenze ein. Bild 1 zeigt nach H. Rüschi [1] dieses Verhalten bei Beton, wobei $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_5$ das elastische Verhalten nach einem Elastizitätsmodul anzeigt, während α_4 das plastische Verhalten darstellt, das nach einem Plastizitätsmodul verläuft. Daraus geht hervor dass die bleibenden Verformungen nicht nach dem *E-Modul*, sondern ebenso wie bei Metallen nach einem Plastizitätsmodul vor

sich gehen, während das elastische Verhalten, wie noch gezeigt werden soll, von der erhöhten Elastizitätsgrenze nach einem bestimmbareren Elastizitätsmodul stattfindet.

Auf Bild 2 sind gemessene Verformungen für verschiedene Belastungsgeschwindigkeiten nach Glanville [2] aufgezeichnet. Daraus ist zu ersehen, dass der Fließwiderstand auch beim festen Material, wie bei einer Flüssigkeit, mit zunehmender Gleitgeschwindigkeit steigt.

Auf Bild 3 ist eine verzögert-elastische oder -anelastische Verformung nach H. Rüschi [1] dargestellt. Die anelastische Verformung ist dabei auch in einem Zeitraum von einem Monat noch nicht beendet.

Mit Hilfe der bisherigen Elastizitätstheorie, welche nach dem Hookeschen Gesetz äussere Spannungen gleich innere Spannungen setzt, war es nicht möglich, weder die Querkontraktion beim Längszug zu erklären, noch innere Span-

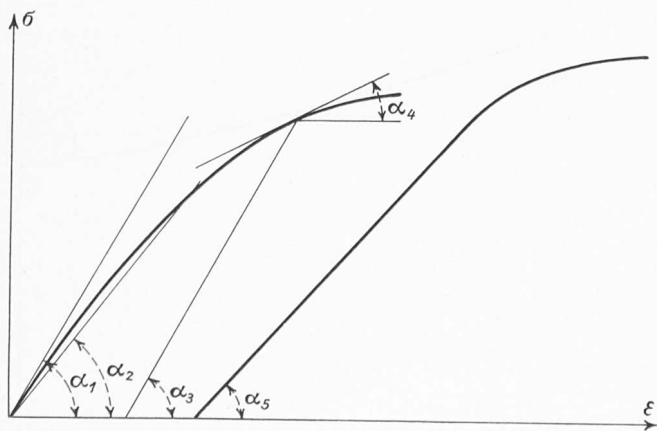
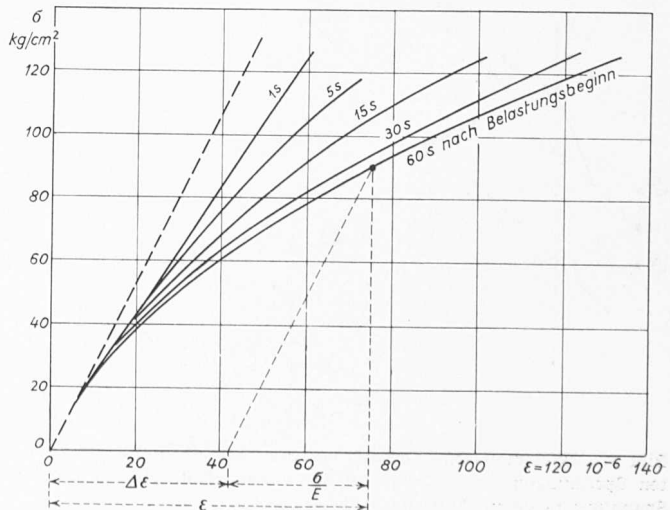


Bild 1. Die verschiedenen Definitionen des *E-Moduls* (nach H. Rüschi)

Bild 2 (rechts). Versuch zur Bestimmung des wahren *E-Moduls* durch Extrapolation der für verschiedene Belastungsgeschwindigkeiten gemessenen Verformungen (nach Glanville)



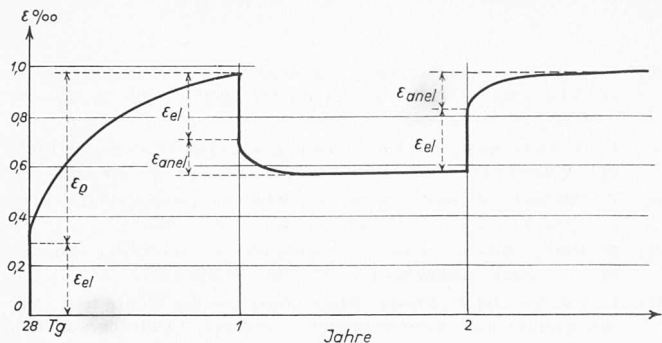


Bild 3. Bestimmung der anelastischen Verformung in einem Kriechversuch

nungen bei einer Ueberbeanspruchung im Material nachzuweisen bzw. zu erfassen. Auch konnte nicht erklärt werden, wieso ein Material in verschiedenen Richtungen verschieden stark fließt, und wieso bei einer Ueberbeanspruchung eine Veränderung der Elastizitätsgrenze eintritt. Alle diese Verhaltensweisen des Betons, wie sie in den Bildern 1 bis 3 zum Ausdruck kommen, sollen nachfolgend mit Hilfe einer neuen Elastizitätslehre, insbesondere der dort aufgestellten Hauptsätze [3], erklärt werden.

Der Umstand, dass bei Beton bei einer Längsbeanspruchung neben der Längsdehnung auch eine Querkontraktion auftritt, macht deutlich, dass neben längsbedingten auch volumenbedingte Spannungen vorhanden sind. Der diesbezügliche 1. Hauptsatz der neuen Elastizitätslehre lautet:

«In jedem festen Körper gibt es zwei Arten von Widerstandskräften, volumen- und längenbedingte, die mit Raum- und Gitterspannungen bezeichnet werden sollen. Die volumenbedingten Spannungen sind wie bei einer Flüssigkeit nach allen Seiten gleich gerichtet, die längenbedingten, zum Unterschied von einer Flüssigkeit als besondere Eigenschaft des festen Körpers, halten zusammen mit den volumenbedingten den äusseren Kräften das Gleichgewicht.»

Bild 4 zeigt in axonometrischer Darstellung die längenbedingten Spannungen σ_{g1} , σ_{g2} , σ_{g3} und die volumenbedingte Spannung σ_R beim Längszug $\sigma_1, \sigma_2 = \sigma_3 = 0$. Während in der Längsrichtung die längenbedingte Spannung σ_{g1} und die Raumspannung σ_R beide der äusseren Spannung σ_1 entgegengesetzt sind, halten in der Querrichtung längenbedingte Spannung und Raumspannung einander das Gleichgewicht. Würde keine Querkontraktion beim Längszug auftreten, d. h. $1/m$ gleich Null sein, dann wäre, wie sich aus Bild 5 ergibt [3] und [4], keine Raumspannung vorhanden, und der Elastizitätsmodul E_R der Raumspannung wäre gleich Null, wie aus Bild 6 [3] und [4] zu ersehen ist. Ein $E_R = 0$ würde besagen, dass der Körper einer Raumänderung keinen Widerstand entgegensetzen würde. Bei einem $1/m = 0,5$ würde keinerlei Volumänderung auftreten, dagegen gleichwohl eine Raumspannung, Bild 5, weil der Elastizitätsmodul E_R , Bild 6, eine unendliche Grösse hätte.

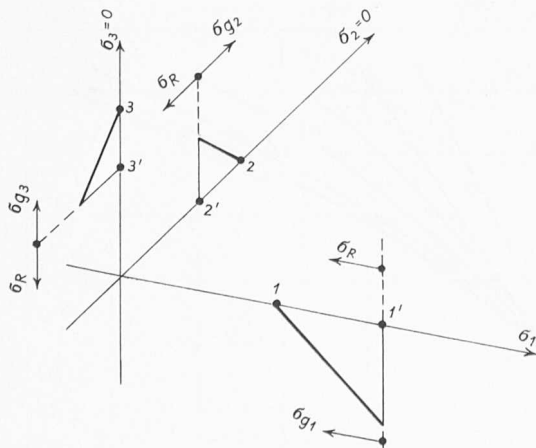


Bild 4. Axonometrische Darstellung der längenbedingten Spannungen σ_{g1} , σ_{g2} , σ_{g3} und der volumenbedingten Spannung σ_R beim Längszug $\sigma_1, \sigma_2 = \sigma_3 = 0$.

Bild 1 zeigt, dass bei Beton, ähnlich wie bei den zähen Metallen, bei zügiger Belastung eine Erhöhung der Elastizitätsgrenze eintritt (Kurve rechts gegenüber der Kurve links). Dabei treten bleibende Verformungen auf, die unter dem Einfluss der Belastung entstehen, und die man auch bei Beton mit «Fließen» bezeichnet. Es treten nun nicht nur in der Längsrichtung bleibende Verformungen ϵ auf, sondern, wie unter Punkt 1,7 von H. Rüschi [1] beschrieben, sind auch solche in der Querrichtung feststellbar, indem es dort heisst: «Die Querkontraktion weist sowohl elastische, als auch verzögert-elastische und Fließanteile auf». Es ist durchaus möglich, dass dabei ein einseitiges Fließen aufgetreten ist, und zwar in der überbeanspruchten Richtung, wodurch im Material innere bleibende Spannungen auftreten, wie bei den zähen Metallen, so dass die bleibende Verformung in der Querrichtung bloss elastische Verformungen sind, hervorgerufen durch die verbliebenen inneren Spannungen. Der diesbezügliche 2. Hauptsatz der neuen Elastizitätslehre lautet [3] und [4]:

«Ein fester, zäher Körper bleibt auch bei einer Ueberbeanspruchung hinsichtlich seines Volumens (Raumspannung), vollkommen elastisch, während die Ursache des Fließens in der begrenzten längenbedingten Spannung (Gitterspannung) gelegen ist. Bei einer Ueberbeanspruchung entsteht durch das Erreichen der maximal begrenzten Gitterspannung in nur einer oder zwei Hauptspannungsrichtungen ein einseitiges Fließen (Verspannen) entsprechend einer ersten Fließgrenze, wodurch die Nulllagen der Raum- und Gitterspannungen nicht mehr zusammenfallen, so dass die Elastizitätsgrenze in der überbeanspruchten Richtung steigt und in der entgegengesetzten Richtung um ebenso viel fällt. Ein volles Fließen entsprechend einer zweiten Fließgrenze setzt erst ein, wenn durch die infolge des einseitigen Fließens steigende Raumspannung in einer weiteren Hauptspannungsrichtung die maximal zulässige Gitterspannung, und zwar im negativen Sinn gegenüber der ersten Fließrichtung, erreicht wird.»

Bild 7 zeigt in axonometrischer Darstellung die Teilchen 1", 2", 3" in den Seitenflächen des Einheitswürfels für eine Verlagerung der Nullstellung der Gitterspannung von 1 und 1* durch ein vorausgegangenes Fließen in Richtung 1 infolge Ueberbeanspruchung auf Zug. Während in den Richtungen 2 und 3 dabei bloss eine elastische Verspannung auftritt, ist in Richtung 1 eine plastische Verformung eingetreten, die jedoch nicht ganz in Erscheinung tritt. Bild 8 zeigt, dass dabei in Richtung 1 ein grösserer elastischer Bereich entsteht, indem bei einem durch Zug vorgespannten Körper zuerst die Spannung in Richtung 1 auf Null zurückgeht, und von dort an noch die maximal zulässige Gitterspannung zur Verfügung steht. Bild 9 zeigt das Spannungs-Dehnungsschaubild, bei einem längsbeanspruchten Körper im elastischen und überelastischen Be-

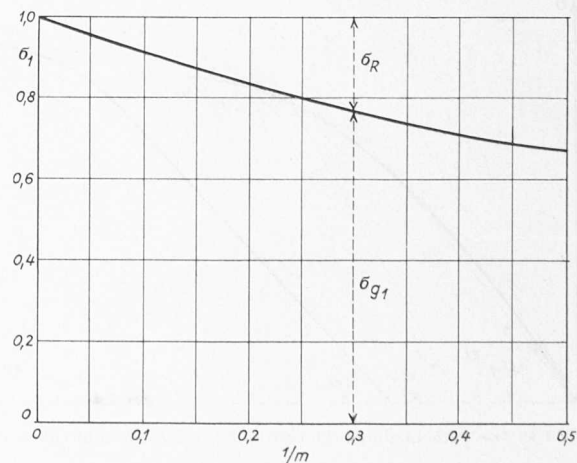


Bild 5. Die längen- und volumenbedingten Spannungen σ_{g1} und σ_R bei der Längsbeanspruchung eines festen Körpers in Abhängigkeit vom Querkontraktionsfaktor $1/m$.

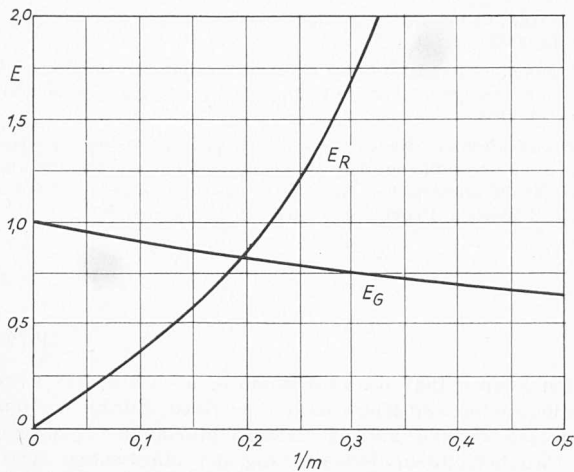


Bild 6. Die Elastizitätskoeffizienten E_G und E_R der längen- und volumenbedingten Spannungen σ_G und σ_R eines festen Körpers in Abhängigkeit vom Querkontraktionsfaktor $1/m$

reich, wie es in [5] eingehend beschrieben ist. Wie man sieht, steigt der elastische Bereich nach Zurücklegung kleiner bleibender Verformungen nach einem sogenannten Plastizitätsmodul. Einmal auf eine höhere Spannung gebracht, verhält sich das Material nach Zurücklegung kleiner bleibender Verformungen von der erhöhten Elastizitätsgrenze durchaus elastisch.

Wie Bild 3 zeigt, geht bei Beton die Verformung nach einer Alterung zurück, indem sich der Körper wieder zusammenzieht. Diese Erscheinung kann dadurch erklärt werden, dass sich die Nullagen der längenbedingten Spannungen wieder zurückverlagern. Sein ursprünglich grosser Fließbereich gibt nach, was sich durch eintretende anelastische Verformung in einem sogenannten «Kriechen» in negativer Richtung bemerkbar macht. Die in Bild 7 von 1 nach 1^* gewanderte Nullage des Fließens geht einfach nach einiger Zeit wieder etwas zurück, so dass ein gewisser Ausgleich zwischen Raum- und Gitterspannung eintritt. Das negative Kriechen ist ein Zeichen, dass die im Material aufgetretenen Spannungen wieder kleiner werden.

Es wird Aufgabe der weiteren experimentellen Forschung sein, zu untersuchen, ob der für die Metalle aufgestellte 3. Hauptsatz betreffend die Ermüdungsfestigkeit und der 4. Hauptsatz, der das Verhalten der Metalle beim direkten Bruch festlegt [3], auch für Beton Gültigkeit hat. Dieser 3. Hauptsatz lautet: «Die Ermüdungsfestigkeit ist eine oftmalige Ueberschreitung der Elastizitätsgrenze, bedingt durch die maximal begrenzte Gitterspannung, und zwar die Wechselfestigkeit an der ersten Fließgrenze und

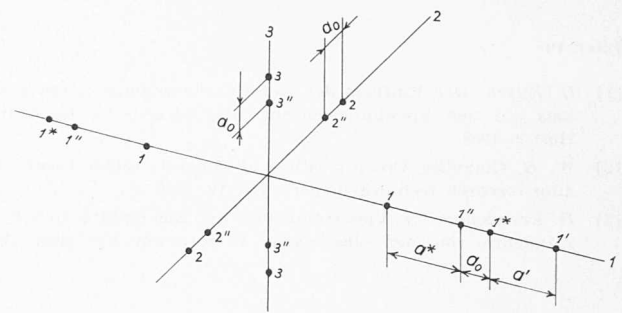


Bild 7. Axonometrische Darstellung der Teilchen $1''$, $2''$, $3''$ in den Seitenflächen des Einheitswürfels für eine Verlagerung der Nullstellung der Gitterspannung von 1 nach 1^* , durch ein vorausgegangenes Fließen in Richtung 1 infolge Ueberbeanspruchung auf Zug

die Ursprungsfestigkeit an der zweiten Fließgrenze.» Der 4. Hauptsatz besagt: «Ein zähes Material bricht erst nach einer gewissen Formänderung, bei der sich das Material kaltverfestigt. Für Zug- und Druckbeanspruchung ist sowohl die Kaltverfestigung für gleiche Verformungsgrade dieselbe, als auch die bis zum Bruch auftretende spezifische Formänderungsarbeit, so dass beide für das Material charakteristische Grössen darstellen.»

Zusätzlich konnte bei den Metallen noch folgendes gesagt werden: Dass das Material nach Erreichen der zweiten Fließgrenze stärker verformt werden muss, bevor seine Festigkeit steigt, ist dadurch zu erklären, dass die höhere Festigkeit durch eine Verschiebung der Kristalle erreicht wird. Dabei zeigt sich ein kaltverfestigtes Material bis zu seiner höheren Festigkeit durchaus elastisch, d. h. es besitzt eine höhere Elastizitätsgrenze. Diese Versteifung der Kristalle geht jedoch durch Alterung, d. h. mit der Zeit, auch bei normaler Temperatur, wieder zurück, so dass auch die höhere Festigkeit damit verloren geht. Wirkt auf den Körper dabei dauernd die höhere Beanspruchung, so tritt ein weiteres Fließen ein, was man als Kriechen bezeichnet. Damit kann ein weiterer Satz der Elastizitäts- und Festigkeitslehre ausgesprochen werden: «Das Kriechen ist ein Fließen einer durch Alterung nachgelassenen Kaltverfestigung des Materials. Ein Bauwerk, das über die zweite Fließgrenze dauernd beansprucht wird und bei dem durch das Kriechen des Materials keine Entlastung eintritt, geht durch Bruch zugrunde. Und zwar wird dies dann eintreten, wenn die durch das Kriechen geleistete Formänderungsarbeit die Bruchformänderungsarbeit erreicht hat.»

Adresse des Verfassers: Dr.-Ing. Heinrich Brandenberger, Rebburgstrasse 1, Zürich 10/37.

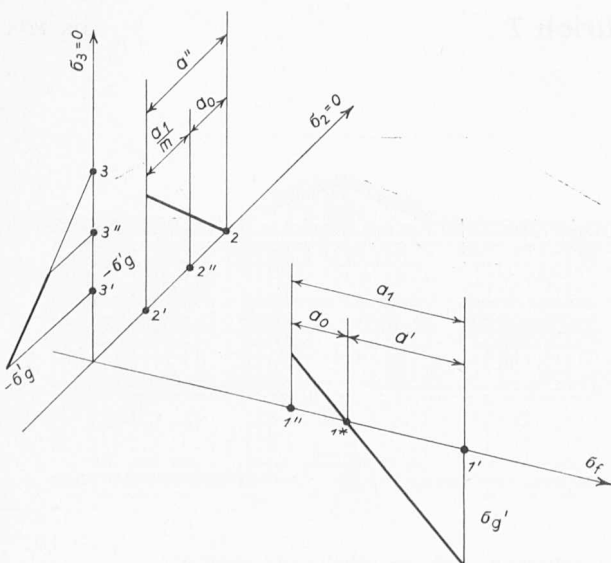


Bild 8 (links). Axonometrische Darstellung der Gitterspannungen für eine Zugbeanspruchung in Richtung 1 bei dem durch Zug vorgespannten Körper nach Bild 7

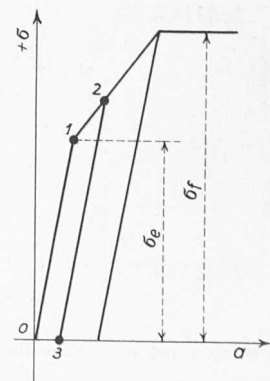


Bild 9 (rechts). Das Spannungs-Dehnungsschaubild bei einem längsbeanspruchten Körper im elastischen und überelastischen Bereich

Literatur:

- [1] H. Rüschi. Der Einfluss der Deformationseigenschaften des Betons auf den Spannungsverlauf. «Schweizerische Bauzeitung», Heft 9, 1959.
- [2] W. H. Glanville. Creep or Flow of Concrete under Load. «Building research technical paper», Nr. 12, 1930.
- [3] H. Brandenberger. Vier Hauptsätze der Elastizitäts- und Festigkeitslehre von der elastischen Verformung bis zum Bruch. «Schweizer Archiv für angewandte Wissenschaft und Technik», Heft 11, 1961.
- [4] H. Brandenberger. Drei Sätze als neue Grundlagen der Elastizitäts- und Festigkeitslehre. «Technische Rundschau», Bern, Nr. 8 und 10, 1953
- [5] H. Brandenberger. Neue Theorie der Elastizität und Festigkeit. Neue Grundlagen der Materialprüfung und Festigkeitslehre. Mit 30 numerischen Beispielen, 65 Abbildungen und 6 Tabellen. Schweizer Druck- und Verlagshaus, Zürich, 1948.

Arnold Hörler sechzigjährig

Am 30. September konnte unser S. I. A.- und G. E. P.-Kollege Arnold Hörler seinen 60. Geburtstag feiern. Mit grösster Freude drucken wir die nachstehende, uns am 15. Oktober zugekommene Würdigung seines Wesens und Wirkens ab, hatten und haben wir doch immer wieder Gelegenheit, die gleichen Feststellungen zu machen wie der Sprecher des VSA.

Red.

Zum 60. Geburtstag von Arnold Hörler, dipl. Bauing. in Zürich, Chef der technischen Abteilung der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) und Dozent für Kanalisationen und Kläranlagen an der ETH, geziemt es sich wohl, mit einigen Worten die grossen Verdienste hervorzuheben, die er sich als Bauingenieur im allgemeinen und insbesondere auf dem Gebiet der Abwassertechnik erworben hat. Seine vielfältige Tätigkeit und die grosse Arbeit, die er — in seiner Bescheidenheit jeglicher «Publicity» abhold — seit rund 30 Jahren unermüdlich und ohne Aufsehen leistet, treten in der breiten Öffentlichkeit wenig in Erscheinung. Fachkollegen und Behördenvertretern, die mit ihm zusammenarbeiten und sich von ihm beraten lassen, wie auch den Studenten, die seine stets den neuesten Stand der Wissenschaft und der Technik berücksichtigenden Vorlesungen besuchen, bleibt sein grosses Wissen und Können nicht verborgen.

Nachdem er seit 1928 als Statiker, Hydrauliker, Konstrukteur und Bauleiter in verschiedenen Firmen gearbeitet hatte, wandte er sich bereits 1934 als Bürochef eines Ingenieurbüros dem damals noch jungen Gebiet der Abwassertechnik zu, um sieben Jahre später als Teilhaber eines Ingenieurbüros nebst Wasserversorgung vor allem dieses Spezialgebiet zu betreuen. Seine in der SBZ vom 15. Nov. 1941 veröffentlichten Gedanken über die Wirkung der Regenauslässe von Kanalisationen (in Funktion der Regenintensitäten statt der bisher üblichen Verdünnung) brachte grundlegend neue Gesichtspunkte, die seither allgemeinen Eingang gefunden haben.

In den Jahren 1947 bis 1954 stand er als Chef dem Büro für Kanalisationen und Kläranlagen der Stadt Zürich vor und hat unter anderem die umfangreichen Unterlagen für die zur Zeit im Bau befindliche Erweiterung der städtischen Kläranlage im Werdhölzli zusammengestellt. Seit 1948 hat Ing. Hörler einen Lehrauftrag an der ETH für Kanalisationen und Kläranlagen und auf den 1. Mai 1954 wurde er an seinen heutigen, für die gesamtschweizerische Abwassertechnik so wichtigen Posten an der EAWAG gewählt.

Der Verband Schweiz. Abwasserfachleute (VSA), der nächstes Jahr auf sein 20jähriges Bestehen zurückblicken kann, ist weitgehend das Werk von Ing. Arnold Hörler. Er gehört zu dessen Initianten und Gründern, hat im Vorstand während 18 Jahren aktiv mitgearbeitet, wovon 9 Jahre als Vizepräsident, und stellt sich im Interesse der Sache trotz seiner übrigen Arbeitslast auch jetzt noch in uneigennütziger Weise für ehrenamtliche Mitarbeit in Kommissionen zur Verfügung.

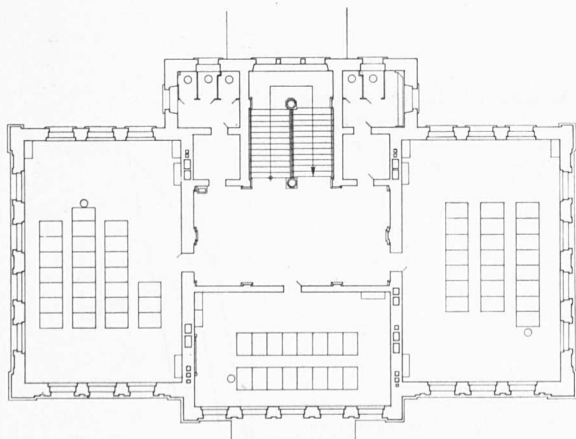
Es würde zu weit führen, seine seitherigen zahlreichen Arbeiten und Studien an der EAWAG, die Fachvorträge, die er für den VSA die EAWAG oder andernorts hielt, und alle Publikationen zu erwähnen, die für die Abwassertechnik vielfach wegweisend waren. Erinnert sei auch an seine langjährige Tätigkeit als Vorstandsmitglied des Z. I. A.

Wenn der VSA heute ein über die Landesgrenzen hinaus bekannter Fachverband ist und wenn die schweizerische Abwassertechnik den Vergleich mit dem Ausland durchaus nicht zu scheuen braucht, so ist dies nicht zuletzt dem unermüdlichen Schaffen von Ing. Arnold Hörler zu verdanken. Der VSA freut sich daher, seinem lieben Kollegen anlässlich seines 60sten Geburtstages einmal in aller Öffentlichkeit für seine grossen Verdienste um zahlreiche Fortschritte in der Abwassertechnik und für seine stete Bereitschaft zu kameradschaftlicher Zusammenarbeit herzlich zu danken und ihm für sein weiteres Wirken alles Gute zu wünschen.

Pierre Wildi

Die renovierte Schulhausanlage Ilgenstrasse in Zürich 7

DK 727.1



1. Stock 1:400, Schulhaus Ilgen A



Südwestfassade 1:400 des Schulhauses Ilgen A