

Wie bestimmt man die Festigkeit von Mörtel und Beton?

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **8-9 (1940-1941)**

Heft 13

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153156>

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.

CEMENTBULLETIN

JULI 1941

JAHRGANG 9

NUMMER 13

Wie bestimmt man die Festigkeit von Mörtel und Beton?

Die Bedeutung der Festigkeitseigenschaften des Baustoffes. Einflüsse auf die Entwicklung und die Grösse der Festigkeiten cementgebundener Baustoffe. Prüfung der Baustoff-Festigkeiten im Laboratorium. Kontrolle der Festigkeiten auf der Baustelle. Anleitung zur Durchführung von Festigkeitsproben.

Die Festigkeitseigenschaften eines Baustoffs sind die Voraussetzung für Konstruktion und Sicherheit eines Bauwerks. Es ist daher erforderlich, über diese Festigkeitseigenschaften soviel Kenntnis als irgend möglich zu besitzen. Auf Grund von Erfahrungen mit einem bestimmten Baustoff ist es zwar möglich, zahlreiche Bauten mit hinreichender Sicherheit auszuführen, doch ist die ständige Kontrolle der massgebenden Festigkeiten das vornehmste Mittel, die persönliche Erfahrung zu vervollständigen und die Grundlagen für wirtschaftliches und sicheres Bauen zu schaffen. Daher ist die Festigkeitsprüfung ein Element von höchster Bedeutung sowohl für den Konstrukteur als für die Allgemeinheit.

Mörtel und Beton sind Baustoffe, die erst im Bauwerk entstehen. Ihre Eigenschaften hängen in hohem Mass von ihrer Zubereitung, Zusammensetzung und Behandlung ab. Zahlreiche Einflüsse, worunter der menschliche nicht der unbedeutendste ist, vermögen sich in ihrer Entwicklung geltend zu machen. Daher ist bei Mörtel und namentlich bei Beton die Festigkeitskontrolle in doppelter Beziehung geboten, obwohl wir über die zuverlässigsten Bindemittel und im Durchschnitt über sehr gute Zuschlagsmaterialien verfügen. Unter den vielen Einflüssen, welche die Festigkeit von Mörtel und Beton im guten oder schlechten Sinn beeinflussen, sind folgende zu nennen:

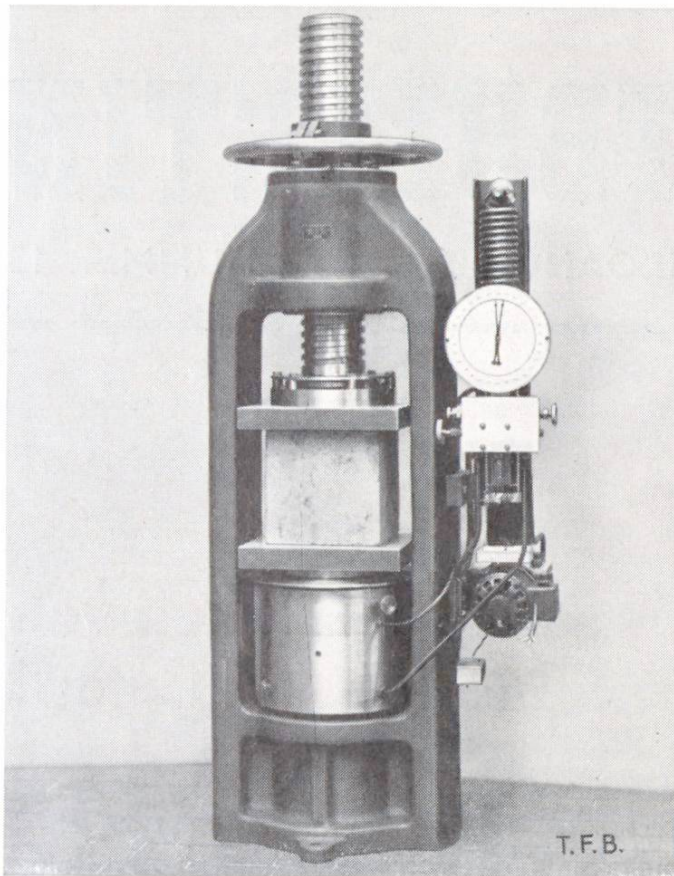


Fig. 1
Betondruckpresse
für 300 Tonnen Höchstdruck
 (Fabrikat Amsler, Schaffhausen),
 geeignet für
 Baustellenprüfungen.

Günstig

Ausreichende Dosierung an Bindemitteln
 Frische Bindemittel
 Kontrollierter Wasserzusatz
 Günstige Kornabstufung des Zuschlags-
 materials
 Kontrollierter Gehalt des Sandes an
 staubfeinen Bestandteilen
 Gesundes, sauberes Zuschlagsmaterial
 Genügende Trocken- und Nassmischung
 Homogene Beschaffenheit des
 Mischgutes
 Intensive Verdichtung
 Möglichst lange Feuchthaltung
 Gleichmässige Erhärtung bei mittleren
 Temperaturen
 usw.

Ungünstig:

Ungenügende Dosierung
 Schlecht gelagerte Bindemittel
 Uebermässige Verwässerung des
 Bindemittels
 Schlechte Körnung von Sand u. Kies
 Zu hoher Mehlgehalt des Sandes
 Verunreinigungen des Zuschlags-
 materials
 Ungenügende Mischung
 Materialtrennungen, Sedimen-
 tation durch Transport usw.
 Mangelhafte Verarbeitung
 Vorzeitige Austrocknung
 Frost, hohe Temperaturunter-
 schiede während der Erhärtung
 usw.

Umgekehrt ist die Festigkeit ein Kennzeichen für die richtige Be-
 reitung des Betons, bzw. für unterlaufene Fehler. Da sie in einer
 gewissen Beziehung zur Dichte, zur Frostbeständigkeit, Abnütz-
 barkeit etc. steht, lässt die Festigkeit auch Rückschlüsse auf diese
 Eigenschaften des Betons zu.

Unmittelbar erforderlich ist die Kenntnis der Festigkeitsverhältnisse
 zur Ermittlung der Tragfähigkeit, bzw. der Sicherheit eines Bau-
 werks. Da Mörtel und Beton vorwiegend auf Druck beansprucht
 werden, ist dementsprechend die Bestimmung der Druckfestigkeit

3 wichtig. In besonderen Fällen (bei Normenmörtel immer) wird auch die Zug- oder Biegezugfestigkeit ermittelt.

Am Bauwerk selbst werden die Festigkeiten nur unter ganz besonderen Umständen festgestellt; denn die Prüfung am Bauwerk hätte eine ganze oder teilweise Zerstörung zur Folge. Daher müssen zur Ermittlung der Materialeigenschaften gleichzeitig mit der Erstellung des Bauwerks besondere Proben aus den verwendeten Betongemengen angefertigt werden.

Festigkeitsprüfung der Bindemittel

Diese Prüfung bildet einen wichtigen Bestandteil der durch die SIA-Normen festgelegten Beurteilung der Bindemittel. Die Einhaltung der sehr strengen Normenbedingungen setzt eine mit grösster Sorgfalt durchgeführte Fabrikation voraus, sie gewährleistet aber andererseits ein ebenso hohes Qualitätsniveau und damit die absolute Zuverlässigkeit der Bindemittel in jeder Beziehung.

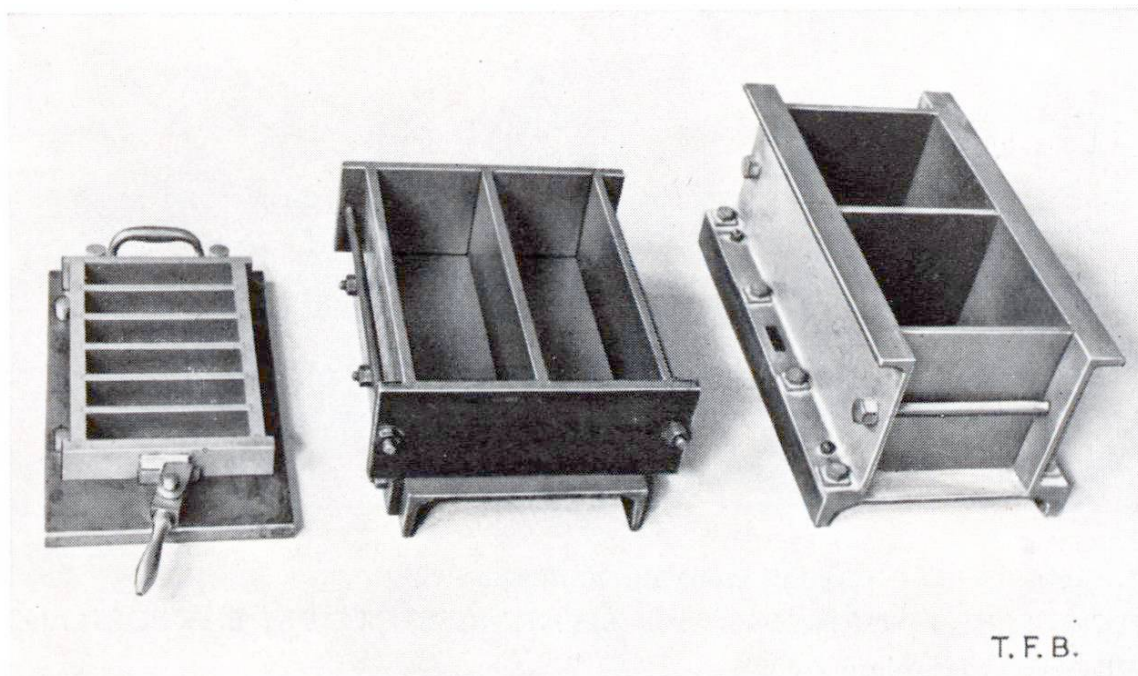
Für den normalen Portlandcement gelten folgende Bedingungen: Der in plastischer Konsistenz mit Normensand und 11 % Wasserzusatz zu Prismen $4 \times 4 \times 16$ cm von 562 g Gewicht verarbeitete und sodann in Wasser von $+15^\circ$ gelagerte Zementmörtel 1 : 3, auf Biegung und Druck erprobt, muss nachfolgende mittlere Festigkeitswerte aufweisen:

Alter	Biegezugfestigkeit	Würfeldruckfestigkeit
7 Tage	$\beta_b = 35 \text{ kg/cm}^2$	$w_{\beta d} = 180 \text{ kg/cm}^2$
28 Tage	45 kg/cm^2	275 kg/cm^2

Toleranz: — 10 %

Fig. 2 Formen zur Herstellung von Probekörpern.

Links für Mörtelprismen, Mitte für Betonprismen, rechts für Betonwürfel.



4 Für den hochwertigen Portlandcement sind die nachstehenden Werte unverbindlich:

Alter	Biegezugfestigkeit	Würfeldruckfestigkeit
3 Tage	$\beta_b = 40 \text{ kg/cm}^2$	$w_{\beta d} = 250 \text{ kg/cm}^2$
7 Tage	50 kg/cm^2	340 kg/cm^2
28 Tage	60 kg/cm^2	420 kg/cm^2

Toleranz: — 10 %

Trotz den hohen Anforderungen werden diese Werte von sämtlichen, schweizerischen Cementen, zum Teil sogar sehr wesentlich überschritten.

Der vorgeschriebene Normensand dient zur Ausschaltung des Einflusses verschiedener Sandkörnungen, wodurch die Eigenschaften der verschiedenen Cemente direkt miteinander vergleichbar werden. Die üblichen Bausande ergeben im allgemeinen bedeutend höhere Festigkeiten als der Normensand.

Festigkeitsprüfung der Mörtel

Der auf dem Bauplatz verwendete Mörtel wird in die gleichen Stahlprismenformen $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ wie beim Normenmörtelversuch eingefüllt. An Stelle der Prismen können auch Würfel mit 71 mm Seitenlänge angefertigt werden. Nach der zuverlässigen Erhärtung (2 bis 3 Tage) schalt man aus und lagert die Probekörper bis zur Prüfung unter feuchten Tüchern oder in feuchtem Sand und zwar unter der gleichen Temperatur, wie sie im Bauwerk herrscht.

Festigkeitsprüfung des Betons

Sowohl **vor**, als auch **während** der Ausführung eines wichtigen Bauwerks sollen sachgemäss durchgeführte Festigkeitsproben angeordnet werden. Für jeden Prüftermin und für jede zu kontrollierende Mischung sind mindestens 2 Prismen oder 3 Würfel anzufertigen. Einzelwerte sind niemals massgebend, sondern nur die Mittel aus mehreren Versuchen.

Die Grösse der Probekörper richtet sich nach der Grösse des Grösstkorns im Kies. Man wählt bei

Kies bis 30 mm Grösstkorn	Prismen $12 \times 12 \times 36$ oder Würfel min. 15 cm Seitenlänge
Kies bis 50 mm Grösstkorn	Prismen $20 \times 20 \times 60$ oder Würfel min. 20 cm Seitenlänge
Kies über 50 mm Grösstkorn	Würfel min. 30 cm Seitenlänge

Die **Schalungen** für die Probekörper bestehen entweder aus Schalbrettern, die vor dem Einfüllen des Betons gut durchgefeuchtet

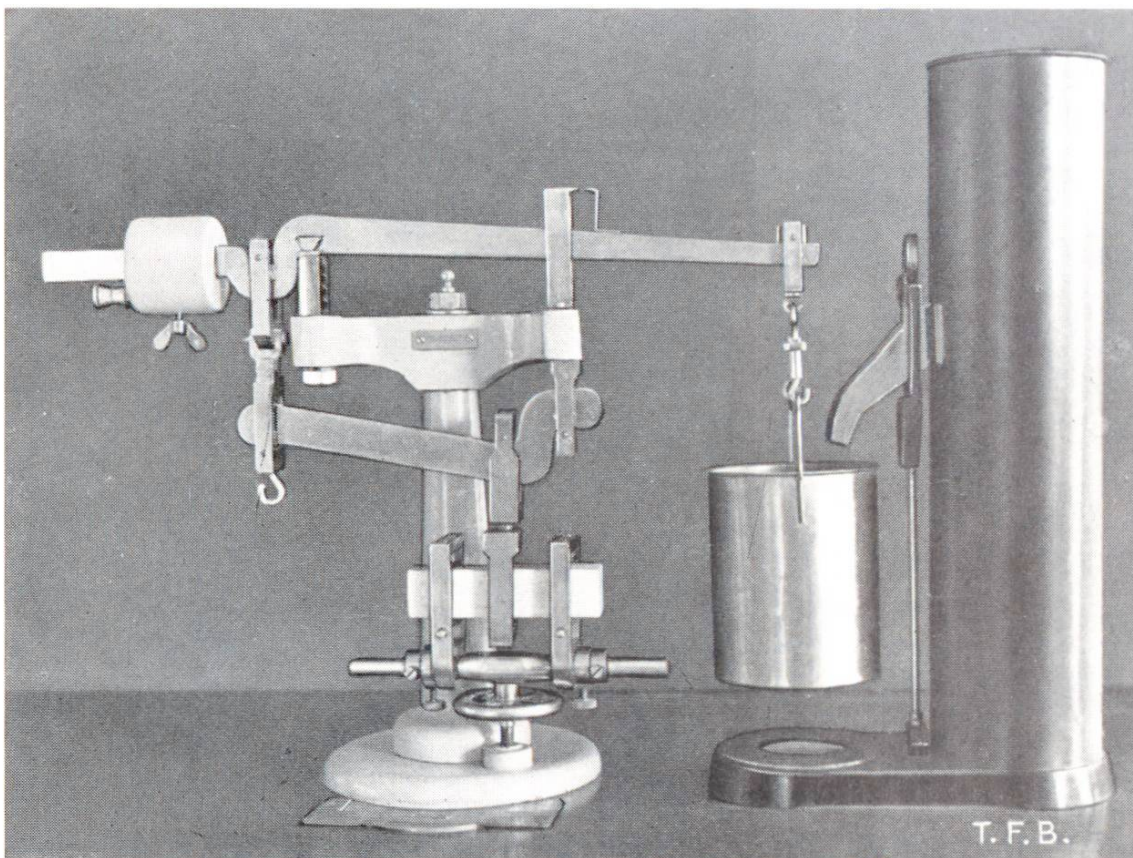


Fig. 3 Biegeversuch an Mörtelprisma 4 x 4 x 16 cm.

sind, oder man verwendet eiserne, leicht eingefettete Formen. Die letzteren bieten den Vorteil, dass die darin angefertigten Probekörper keine Zurichtung für die Prüfung benötigen, vorausgesetzt, dass die Flächen eben und nicht windschief sind.

Der **Probenahme des Betons** ist grösste Beachtung zu schenken. Die entnommene Probe muss der mittleren Qualität des Bauwerkbetons entsprechen. Es empfiehlt sich daher, beim Entleeren des Mixers am Anfang, am Ende und während der Entleerung je eine Schaufel voll Beton zu entnehmen und miteinander zu mischen. Ferner ist anzuraten, Proben aus einigen aufeinanderfolgenden Mischungen zu vereinigen und hiervon die Proben anzufertigen. Allerdings darf dabei der erste Beton nicht länger als eine halbe Stunde liegen bleiben.

Das **Einfüllen und die Verarbeitung** des Betons soll grundsätzlich in der gleichen Weise erfolgen wie im Bauwerk. Die erste Lage darf stärker bearbeitet werden, so dass die Ecken gut ausgefüllt sind, was für die spätere, zuverlässige Auflage in der Prüfpresse wichtig ist. Dagegen sollen die übrigen Lagen nicht stärker verdichtet werden als im Bauwerk. Die Formen werden zirka $\frac{1}{2}$ cm hoch überfüllt und an den Ecken schräg abgestrichen. Kurz nach dem Anziehen des Betons darf die Oberfläche mit der Kelle geglättet werden, doch ohne Gewaltanwendung und Störung des Gefüges. Sobald der

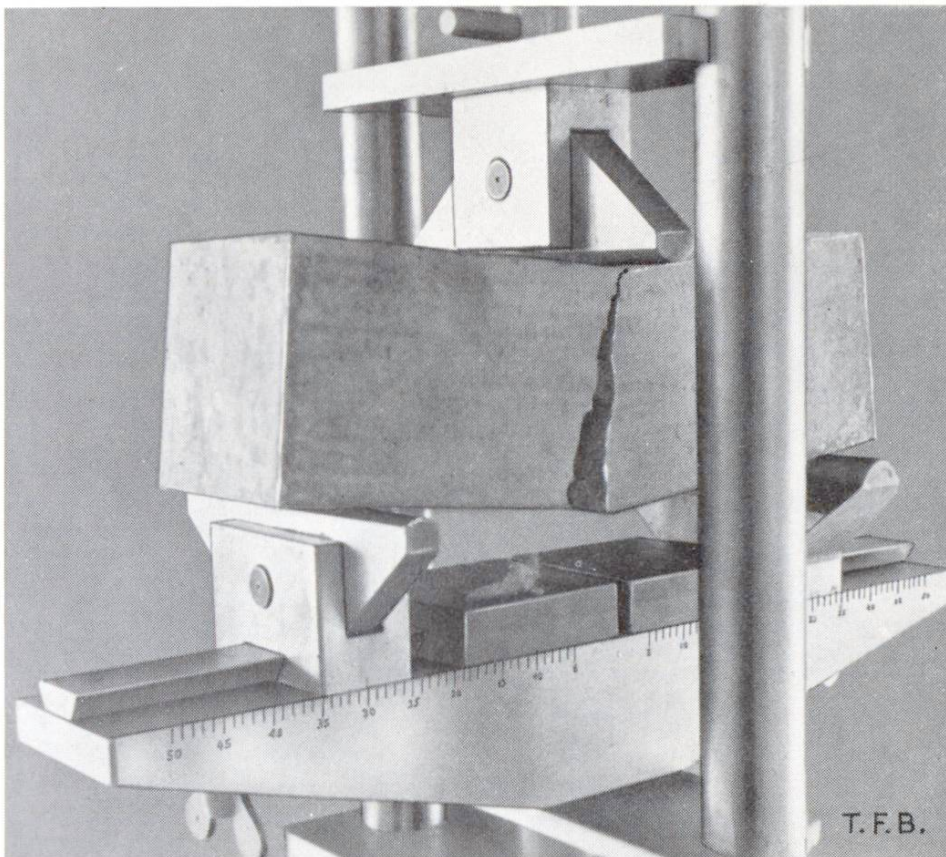


Fig. 4 Biegeversuch an Betonprisma 12 x 12 x 36 cm, nach dem Bruch.

Beton angezogen hat, wird eine laufende Nummer und das Datum sowohl auf der Betonoberfläche (nicht an der Form!), als auch im Baujournal vermerkt.

Das Abbinden und die Erhärtung der Proben muss erschütterungsfrei und so erfolgen, dass der Beton keiner Störung des Gefüges, rascher Austrocknung, Frost und dergleichen ausgesetzt ist.

Sobald die Betonprobe zuverlässig erhärtet ist, d. h. frühestens nach 2 Tagen, wird sie ausgeschalt und noch mindestens 3 bis 5 Tage in feuchtem Sand gelagert, bevor sie transportiert wird. Es ist davor zu warnen, frische Proben zu früh zu transportieren, da sehr oft verborgene Risse entstehen können oder die Proben sonst Schaden leiden.

Für den **Transport** der Proben an den Ort der Prüfung verwendet man starke und dicke Bretterkisten, in welche die Proben in Sägemehl oder in Holzwolle gebettet werden.

Als normaler **Prüftermin** gilt ein Zeitraum von 28 Tagen nach Herstellung der Probekörper. Informativ werden auch Körper schon nach 7 Tagen geprüft, doch ist die 28-Tageprobe massgebend. Von abgelegenen Baustellen ist es unmöglich, 7-Tageproben in genügend erhärtetem und gelagertem Zustand einzusenden, so dass es empfehlenswert ist, dafür eine grössere Anzahl Proben nach 28 Tagen prüfen zu lassen.

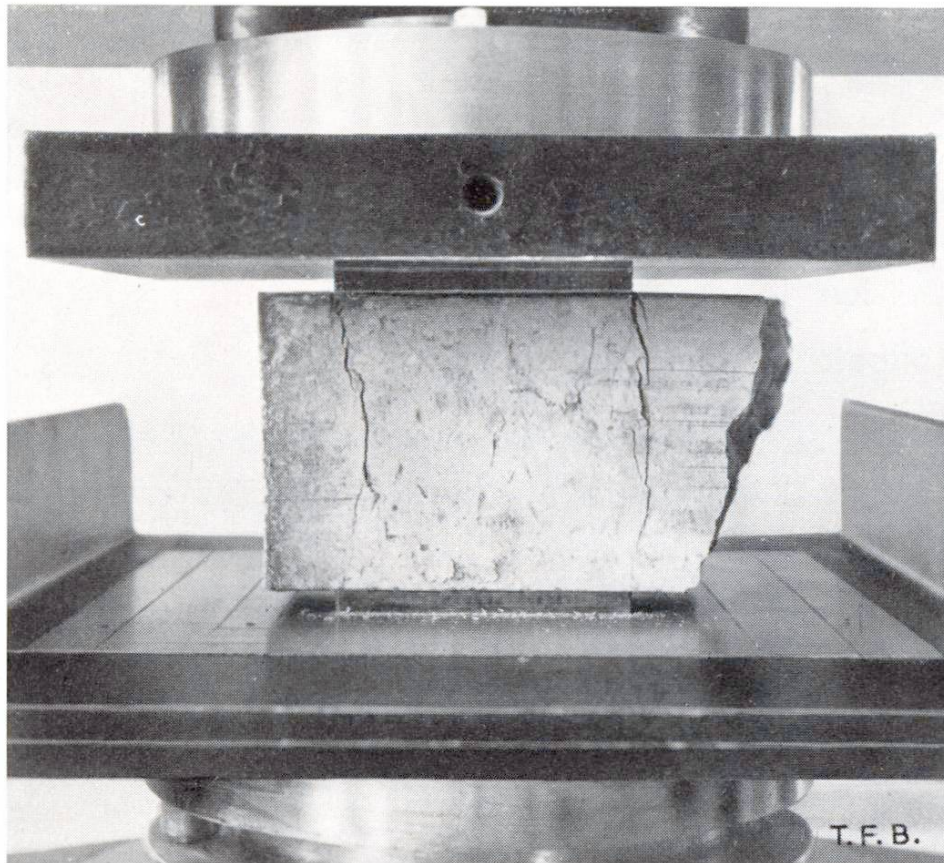


Fig. 5 Druckversuch an Bruchstück des Betonprismas, nach dem Versuch.

Mit der Einsendung der Probekörper an eine anerkannte Prüfstelle (EMPA, usw.) ist ein Antrag zur Prüfung zu stellen, welcher die folgenden Angaben enthält:

Auftraggeber

Anzahl, Bezeichnung und Dimensionen der Probekörper

Datum der Herstellung, Art der Lagerung

Prüfung im Alter von . . . Tagen auf Druck/Biegefestigkeit und Raumgewicht

Dosierung und Marke des Bindemittels

Mischungsverhältnis und Herkunft des Sandkieses
(getrennt oder gemischt)

Konsistenz des Betons, Temperatur bei der Herstellung

Die **Prüfung der Festigkeiten** erfolgt mittelst schweren, hydraulischen Pressen, mit welchen Drücke bis zu 1000 Tonnen und mehr ausgeübt werden können. Der Probekörper wird zwischen zwei blankpolierte Platten eingespannt und hierauf durch konzentrischen Druck langsam und stetig belastet, bis der Würfel zerdrückt wird. Ein Zeiger des Pressenmanometers bleibt bei der höchsten Last stehen und gestattet somit die Ablesung der zur Zerstörung erforderlichen Kraft. Die Gesamtlast wird durch die gedrückte Fläche dividiert und ergibt dann die Druckfestigkeit in kg/cm^2 .

8 Für die laufende Baukontrolle gibt die Ermittlung der Druckfestigkeiten des Betons sehr wertvolle Aufschlüsse. Daneben kann aber noch eine grosse Zahl weiterer Eigenschaften der Baustoffe ins Gewicht fallen, so z. B. Balkenfestigkeiten, Elastizitätsverhältnisse, Ermüdungsfestigkeit, Härte, Verhalten unter ständiger Belastung, Frost usw. Diese Prüfungen gehen über den Rahmen einer normalen Baustelle hinaus und können nur im Laboratorium mit der erforderlichen Zuverlässigkeit durchgeführt werden. In Anbetracht ihrer grossen Wichtigkeit für die Allgemeinheit hat der Bund seinerzeit die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt eingerichtet. In diesem Institut werden die Erfahrungen mit allen Baustoffen seit Jahrzehnten gesammelt, verarbeitet und der Allgemeinheit zugänglich gemacht. Es darf behauptet werden, dass die gewaltigen technischen Fortschritte der Neuzeit nur durch die zielbewusste Materialprüfung möglich geworden sind.

Literatur:

Prof. Dr. M. Roš: Materialprüfung, techn. Fortschritt und volkswirtschaftlicher Nutzen für Industrie, Bauwesen und Gewerbe (Vortrag VSMT, Separatdruck „Technische Rundschau“, Bern 1936).

Prof. Dr. M. Roš: Berichte über verschiedene schweiz. Portlandcemente, 1928 bis 1934.

Prof. Dr. M. Roš: Die zukünftigen schweizerischen Normen für Portlandcement, 1931.

Ing. J. Bolomey: Baukontrolle im Beton und Eisenbeton, Schweiz. Bauzeitung 1931, Seiten 105 und 118.

Ing. J. Bolomey: Die Vereinfachung der Versuche zur Ueberwachung der Betongüte auf kleinen Baustellen, Ciment armé, 1935, Novemberheft.

Prof. A. Hummel: Das Beton-ABC, Verlag Tonindustrie, 1935.