

## EIN GRUNDGESETZ DER TONMECHANIK UND SEIN EXPERIMENTELLER BEWEIS.

Von Dr.-techn. Leo Rendulic, Berlin<sup>1</sup>.

**Übersicht:** In einer vorangegangenen Veröffentlichung<sup>2</sup> wurde als Grundgesetz der Tonmechanik ausgesprochen, daß für das mechanische Verhalten von Tonen nur der jeweils vorhandene „wirksame<sup>3</sup> Spannungszustand“ maßgebend ist. Als wirksame Spannungen wurden mit Terzaghi die durch die Festsubstanz übertragenen Spannungen bezeichnet. Der „totale Spannungszustand“ setzt sich aus den beiden Summanden, dem wirksamen Spannungszustand und dem Porenwasserdruck zusammen. Wurde dieses Gesetz in dieser ersten Arbeit nur deduktiv auf Grund einiger „Gedankenexperimente“ abgeleitet, so soll hier der experimentelle Beweis für seine Richtigkeit erbracht werden. Die Ergebnisse der ersten Versuchsreihe wurden bereits veröffentlicht<sup>4</sup>. Die restlichen Versuche zu beschreiben und ihre Ergebnisse mitzuteilen, ist der Zweck der vorliegenden Arbeit.

In der Untersuchung „Porenziffer und Porenwasserdruck“<sup>2</sup> konnte die Größe des Porenwasserüberdruckes abgeleitet werden, welcher bei einer plötzlichen, unendlich kleinen Änderung der totalen Spannungen entsteht. Diese Folgerung aus dem Gesetz ist aber experimentell nicht zu überprüfen, denn sie beschränkt sich auf unendlich kleine Änderungen der totalen Spannungen. Der entstehende Porenwasserüberdruck ist selbst unendlich klein und entzieht sich deshalb der Beobachtung. Es ist aber ohne weiteres möglich, die Größe des auftretenden Porenwasserüberdruckes auch bei endlich großen Änderungen der totalen Spannungen unter der Voraussetzung der Gültigkeit des oben zitierten Grundgesetzes abzuleiten. Bei einer direkten Messung des Porenwasserüberdruckes ergibt sich die Möglichkeit eines Vergleiches zwischen gemessenen und theoretisch ermittelten Porenwasserüberdrücken. Eine Übereinstimmung dieser Werte ist gleichbedeutend mit einer experimentellen Bestätigung des Grundgesetzes, da die theoretische Ermittlung der Druckwerte auf der Gültigkeit dieses Gesetzes aufbaut<sup>5</sup>.

### Zusammenhang zwischen Porenziffer und Spannungszustand.

In der Arbeit<sup>2</sup> haben wir uns zur Auffindung der Zusammenhänge zwischen Porenziffer, Porenwasserüberdruck und totalen Spannungen darauf beschränkt, nur unendlich kleine Änderungen dieser Größen ins Auge zu fassen. Dadurch wurde erst die mathematische Behandlung der Vorgänge im Toninnern ermöglicht, denn im unendlich kleinen sind alle Beziehungen durch lineare Gleichungen darstellbar. So war insbesondere die Änderung der Porenziffer als Funktion der Änderung der wirksamen Spannungen

<sup>1</sup> Für das Zustandekommen der Versuche, welche in dieser Arbeit beschrieben werden, bin ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Karl v. Terzaghi (Wien), Herrn Geheimrat Dr. A. Hertwig (Berlin) und Herrn Baurat Dr.-Ing. habil. W. Loos (Berlin) zu größtem Dank verpflichtet. Prof. K. v. Terzaghi hat mir bei meiner Abreise von Wien den Öldruckapparat leihweise zur Vollendung der begonnenen Versuche nach Berlin mitgegeben. Herr Geheimrat Hertwig als Leiter der Deutschen Forschungsgesellschaft für Bodenmechanik und Herr Dr. Loos als Geschäftsführer der Forschungsgesellschaft haben mir die finanziellen Mittel und den Raum zur Durchführung der Versuche zur Verfügung gestellt.

<sup>2</sup> Rendulic, Leo: Porenziffer und Porenwasserdruck. Bauing. 17 (1936) S. 559.

<sup>3</sup> Siehe auch K. v. Terzaghi u. L. Rendulic: Die wirksame Flächenporosität des Betons. Z. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 86 (1934) S. 1.

<sup>4</sup> Rendulic, L.: Der hydrodynamische Spannungsausgleich in zentral entwässerten Tonzylindern. Wasserwirtsch. u. Techn., Wien, 3 (1935).

<sup>5</sup> Eine direkte Messung des Porenwasserdruckes ohne laboratoriums-mäßige Behelfe am Feld wurde durchgeführt von C. Biemond: Direct Measuring of Internal Water Pressure in Clay. Proc. of the International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering 1936.

durch die Gleichung

$$\Delta \varepsilon = \frac{\partial \varepsilon}{\partial \sigma_1} \Delta \sigma_1 + \frac{\partial \varepsilon}{\partial \sigma_2} \Delta \sigma_2 + \frac{\partial \varepsilon}{\partial \sigma_3} \Delta \sigma_3$$

gegeben.

Diese einfache Beziehung wird ungültig, sobald die  $\Delta \sigma_1$ ,  $\Delta \sigma_2$  und  $\Delta \sigma_3$  endlich große Werte annehmen. An Stelle dieser linearen Gleichung tritt dann eine anders geartete, sicher nicht einfache Funktion, deren Auffindung wir von vornherein aus dem Bereich der vorliegenden Untersuchung ausschließen. Damit ist uns auch der Weg einer rechnerischen Behandlung des Problems versperrt. Wir trachten deshalb eine geeignete zeichnerische Methode zu finden, welche es uns ermöglicht, aus der Änderung des totalen Spannungszustandes auf die Größe des auftretenden Porenwasserüberdruckes zu schließen.

Zur Vereinfachung setzen wir voraus, daß wir mit einem vollständig isotropen Tonmaterial experimentieren, daß also alle Richtungen im Ton untereinander gleichwertig sind. Dieselbe Voraussetzung wurde auch bei der Behandlung der unendlich kleinen Spannungsänderungen angenommen. Es wurde dort gezeigt, daß zufolge dieser Annahme alle Spannungstensoren, welche sich nur durch ihre Orientierung im Raum voneinander unterscheiden, dieselbe Gleichgewichtsporenziffer zugeordnet haben müssen. Die Kenntnis der drei Hauptspannungsgrößen genügt demnach bei isotropen Tonen vollständig zur Kennzeichnung eines totalen oder wirksamen Spannungszustandes.

In einer graphischen Darstellung der Beziehung zwischen Porenziffer und wirksamen Spannungszustand braucht also auf die Hauptspannungsrichtungen nicht eingegangen zu werden. Als Veränderliche treten nur die Hauptspannungsgrößen in die Darstellung ein.

Abb. 1 zeigt die einfachste Darstellungsweise: In einem dreiachsigen rechtwinkligen Koordinatensystem wird auf jeder der drei Koordinatenachsen die Größe einer Hauptspannung aufgetragen: Jedem Punkt dieses Darstellungsraumes entspricht also ein möglicher Spannungszustand im Ton, dessen Hauptspannungsgrößen mit den Ordinaten des Punktes übereinstimmen.

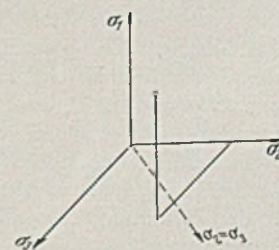


Abb. 1. Darstellung eines Spannungszustandes im isotropen Material.

Nehmen wir an, wir hätten eine unbeschränkte Anzahl von Tonproben, die untereinander vollständig gleichwertig sind. Die Gleichgewichtsporenziffer im spannungslosen Zustand sei  $\varepsilon_0$ . Wir setzen nun der Reihe nach jede dieser Proben einem dreiachsigen Belastungszustand aus und bestimmen nach vollständigem Eintritt des neuen Gleichgewichtes die neuen Porenziffern  $\varepsilon$  ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ). Auf diese Art können wir zu beliebig vielen Punkten des Darstellungsraumes der Abb. 1 eine zugehörige Gleichgewichtsporenziffer finden. Verbindet man alle Punkte mit gleichen Gleichgewichtsporenziffern durch Schichtenflächen, dann erhält man eine graphische Darstellung des Zusammenhanges zwischen Spannungszustand und der dazugehörigen Gleichgewichtsporenziffer. Wir wollen uns hier aber nur mit zweiachsigen Spannungszuständen, wie sie mit Hilfe des später beschriebenen Öldruckapparates herstellbar sind, beschäftigen. In Abb. 1 ist auf der  $\sigma_2$ - $\sigma_3$ -Ebene die Gerade  $\sigma_2 = \sigma_3$  eingetragen. Alle Spannungszustände, für welche  $\sigma_2 = \sigma_3$



ist, liegen in der Ebene, die durch die  $\sigma_1$ -Achse und die Gerade  $\sigma_2 = \sigma_3$  gebildet wird. Abb. 2 zeigt diese Ebene. Die darin enthaltenen Schichtenlinien entstehen als Schnittlinien dieser Ebene mit den räumlichen Schichtenflächen.

Für zweiachsige Spannungszustände wird also die räumliche Darstellung mit den Schichtenflächen zur übersichtlichen ebenen Darstellung mit Schichtenlinien.

Bei Benutzung des Porenziffern-Spannungsdiagrammes (Abbild. 2) dürfen die folgenden Punkte niemals außer acht gelassen werden.

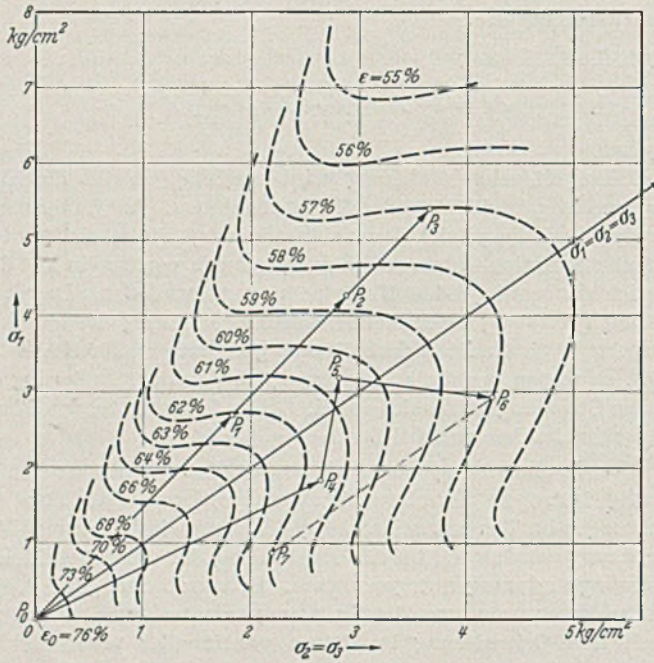


Abb. 2. Kurven gleicher Porenziffern in der Bildebene  $\sigma_2 = \sigma_3$ .

1. Das Diagramm ist kein Kennzeichen für das Bodenmaterial, sondern gilt nur für die Proben, mit deren Hilfe wir die Schichtenlinien der Abb. 2 experimentell ermittelt haben. Dasselbe Bodenmaterial, jedoch mit einer anderen Belastungsvergangenheit, kann ein ganz anderes Porenziffernspannungsschaubild liefern. Jedes Diagramm kennzeichnet also ein bestimmtes Material mit einer ganz bestimmten Belastungsvergangenheit und der 0-Porenziffer  $\epsilon_0$ .

2. Das Diagramm Abb. 2 wurde so gefunden, daß wir untereinander gleichwertige Probekörper (0-Porenziffer  $\epsilon_0$ ) der Reihe nach einem bestimmten Spannungszustand aussetzten und die neue Gleichgewichtsporenziffer ermittelten. Vom Zustand  $P_0$  ausgehend wurde z. B. ein Probekörper dem Spannungszustand  $P_1$  ausgesetzt und für  $P_1$  die Porenziffer  $\epsilon = 62\%$  gefunden. Ein anderer Probekörper wurde von  $P_0$  ausgehend dem Zustand  $P_3$  ausgesetzt und dort als Gleichgewichtsporenziffer  $\epsilon = 57\%$  gefunden. Die Erfahrung lehrt uns, daß wir zur selben Porenziffer  $\epsilon = 57\%$  für den Spannungszustand  $P_3$  gelangen, wenn wir einen Probekörper zuerst bei  $P_1$  konsolidieren lassen, dann die Spannungen auf  $P_2$  erhöhen, neuerlich konsolidieren lassen, um schließlich die Gleichgewichtsporenziffer unter dem Spannungszustand  $P_3$  zu finden. Dasselbe gilt auch für den Belastungsweg  $P_4 \rightarrow P_5 \rightarrow P_6$ .

Anders verhält sich der Ton jedoch, wenn wir zuerst die Probe unter den Spannungen  $P_3$  ins Gleichgewicht kommen lassen, um sie nachher auf  $P_2$  oder  $P_1$  zu reduzieren. In diesem Fall erhalten wir andere Porenziffern als den Spannungszuständen  $P_1$  bzw.  $P_2$  im Schaubild zugeordnet sind.

Dieser experimentell gefundenen Tatsache wollen wir dadurch Rechnung tragen, daß wir die Zustandänderungen  $P_0 \rightarrow P_1$ ,  $P_1 \rightarrow P_2$ ,  $P_2 \rightarrow P_3$ ,  $P_0 \rightarrow P_4$ ,  $P_1 \rightarrow P_5$  und  $P_5 \rightarrow P_6$  als Belastungsvorgänge bezeichnen. Wir definieren sie als solche Spannungsänderungen, nach deren Durchführung sich dieselbe Gleichgewichtsporenziffer einstellt, wie beim direkten Belastungsvorgang von  $P_0$  ausgehend. Dementsprechend bezeichnen wir die Zustandsänderungen  $P_1 \rightarrow P_0$ ,  $P_2 \rightarrow P_1$  usw. als Entlastungsvorgänge. Die Gleichgewichts-

porenziffer nach Durchführung eines Entlastungsvorganges ist immer kleiner als die Porenziffer, die demselben Spannungszustand bei einer direkten Belastung von  $P_0$  ausgehend entspricht.

3. Die Spannungen  $\sigma_1$  und  $\sigma_2 = \sigma_3$  im Porenziffer-Spannungsdiagramm sind stets wirksame Spannungen.

**Der Porenwasserdruck.**

Die im Punkt 1 und 2 gemachten Aussagen über das Porenziffernspannungsdiagramm sind aus der Erfahrung gewonnen. Punkt 3 hingegen ist eine direkte Folgerung aus dem Grundgesetz. Deshalb ergibt sich hier die Möglichkeit einer experimentellen Überprüfung dieses Gesetzes.

Nehmen wir an, ein Probekörper sei unter dem Spannungszustand  $P_1$  (Abb. 2) ins Gleichgewicht gekommen. Der Ton besitzt nun die Porenziffer  $\epsilon = 62\%$ . Jetzt ändern wir plötzlich den äußeren (totalen) Spannungszustand auf  $P_6$ . Dem neuen Spannungszustand würde die kleinere Porenziffer  $\epsilon = 58\%$  entsprechen. Ein plötzliches Absinken der Porenziffer von  $62\%$  auf  $58\%$  ist jedoch nicht möglich, weil die Poren des Tons vollständig mit Porenwasser ausgefüllt sind. Es entsteht sofort ein gewisser Porenwasserüberdruck, welcher den Anlaß zum Abströmen des überschüssigen Porenwassers gibt, sofern die Möglichkeit dazu vorhanden ist.

Wie groß ist nun der entstehende Porenwasserüberdruck? Zur Beantwortung dieser Frage gehen wir davon aus, daß im ersten Moment nach der Belastung wegen des Porenwassergehalts die Porenziffer unverändert den Wert  $\epsilon = 62\%$  beibehalten muß. Der wirksame Spannungszustand im Ton muß also im Diagramm Abb. 2 einem Punkt entsprechen, welcher auf der Schichtenlinie  $\epsilon = 62\%$  liegt. Der totale und der wirksame Spannungszustand stehen zueinander in der Beziehung

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \bar{\sigma}_1 - w \\ \sigma_2 &= \bar{\sigma}_2 - w \\ \sigma_3 &= \bar{\sigma}_3 - w. \end{aligned}$$

Es ist also ein Spannungszustand  $P_7$  zu finden, welcher sich einerseits von  $P_6$  nur um einen allseitigen Druck  $w$  unterscheidet und der andererseits auf der Schichtenlinie  $\epsilon = 62\%$  liegt. Eine Parallele zur Geraden  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  durch  $P_6$  gezogen, ist der geometrische Ort aller Spannungszustände, welche sich von  $P_6$  nur um einen hydrostatischen Spannungszustand unterscheiden. Der gesuchte Spannungszustand  $P_7$  liegt im Schnittpunkt dieser Geraden mit der Schichtenlinie  $\epsilon = 62\%$ .  $P_7$  gibt uns den im Ton herrschenden wirksamen Spannungszustand an, während  $P_6$  der totale Spannungszustand ist. Die Größe des Porenwasserüberdruckes liest man als Ordinatendifferenz der Punkte  $P_6$  und  $P_7$  entweder auf der  $\sigma_1$ - oder auf der  $\sigma_2 = \sigma_3$ -Achse ab.

Für Entlastungsvorgänge können wir die Abb. 2 nicht verwenden, da sie bei Entlastungen ihre Gültigkeit verliert. Im Prinzip kann man selbstverständlich auch bei Entlastungen dasselbe Verfahren der Ermittlung des entstehenden Porenwasserunterdruckes verwenden. Nur müßte man dann ein neues Porenziffern-Spannungsdiagramm für Entlastungen ausgehend vom Spannungszustand  $P_1$  experimentell ermitteln.

Die Versuchstechnische Überprüfung des Grundgesetzes der Tonmechanik, über die im folgenden berichtet wird, besteht nun darin, daß die Porenwasserdrucke, welche bei einer Belastung des Tones entstehen, direkt gemessen und mit den theoretischen Ergebnissen verglichen werden.

**Die Versuchsanordnung.**

In der Arbeit <sup>4</sup> „Der hydrodynamische Spannungsausgleich in zentral entwässerten Tonzylindern“ wurde eine Apparatur beschrieben, die zur Aufbringung eines allseitig gleichen Druckes verwendet werden konnte. Einige Zusatzeinrichtungen, die hier beschrieben werden sollen, ermöglichten die Herstellung eines zweiachsigen totalen (äußeren) Spannungszustandes auf den zylindrischen Probekörper und die Messung des Porenwasserüberdruckes.



Abb. 3 ist eine schematische Darstellung dieses Öldruckapparates mit allen neu hinzugekommenen Bestandteilen.

P ist ein zylindrischer Probekörper von 5 cm Durchmesser und 8 cm Höhe, bestehend aus dem zu untersuchenden Tonmaterial. Oben und unten ist der Tonzylinder durch die beiden Messingstempel

S begrenzt. Ton und Messingstempel sind von einer vollkommen wasserundurchlässigen, sehr dünnen Gummihaut

G straff und nahtlos umschlossen. Dieser Gummischlauch wird zwischen oberem Messingstempel und einer Druckplatte

T mit Hilfe der Schraubenmutter

A eingezwängt, so daß von oben her weder das äußere Druckwasser

W zum Ton gelangen, noch das Porenwasser des Tons zwischen Gummihaut und oberem Druckstempel abströmen kann.

Ähnlich wird die Gummimembran zwischen unterem Messingstempel S und dem Behälterboden mittels der Schraubenmutter

B eingezwängt, so daß also auch unten weder Wasser ein- noch ausströmen kann.

In der Längsachse des Tonzylinders be-

K findet sich ein Kern von 0,8 cm Durchmesser aus einem stark wasserdurchlässigen Sandglimmergemisch, welches die Aufgabe hat das abströmende Porenwasser bei geschlossenem Ventil

H<sub>2</sub> und geöffnetem Ventil

H<sub>1</sub> in das Meßrohr

M zu leiten. Ist das Ventil H<sub>1</sub> geschlossen, und H<sub>2</sub> geöffnet, dann steht das Porenwasser des Tons mit dem Quecksilbermanometer Q in Verbindung und der Porenwasserüberdruck kann gemessen werden.

Der ganze Probekörper wird von einem Druckgefäß

D umschlossen. Der untere Teil dieses Druckgefäßes ist mit Wasser angefüllt, da die Gummihaut G vom Drucköl zerstört würde. Durch eine Druckleitung steht die Druckflüssigkeit mit dem kleinen Ölbehälter

Y in Verbindung, in welchem der Druck durch Einpressen von Druckluft erzeugt wird. Die Druckluft wurde aus einer Stahl-druckluftflasche eingeleitet. Ein Reduzierventil, welches zwischen Ölbehälter und Druckluftflasche eingeschaltet war, setzte den Flaschendruck von 120 at auf die gewünschten Gebrauchsdrucke von 1—10 at herunter. Diese Art der Druckerzeugung hat sich gut bewährt. Die durchschnittlichen Schwankungen im Gebrauchsdruck betragen innerhalb von 12 Stunden  $\pm 0,1$  bis  $\pm 0,2$  at. Als Ursache dieser Schwankungen konnten die Änderungen in der Lufttemperatur, scheinbar durch Beeinflussung des Reduzierventils, erkannt, aber in Ermangelung eines Thermostatenraumes nicht beseitigt werden.

Die Messung des Gebrauchsdruckes erfolgte mit Hilfe eines Spezial-Quecksilbermanometers, nachdem sich herausgestellt hatte, daß die gewöhnlichen Dosenmanometer weder in Eich- noch in Meßgenauigkeit den Anforderungen genügten, die hier gestellt werden mußten. In Abb. 3 ist dieses Serienmanometer dargestellt. Es besteht aus 5 hintereinander geschalteten einfachen Manometern und gestattet bei einer Höhe von rd. 1,6 m Druckmessungen bis zu 10 at. Wie der Öldruckapparat gehört auch dieses Spezialmanometer zum Inventar des Wiener Erdbaulaboratoriums (Prof. K. v. Terzaghi).

Mittels der Druckflüssigkeit im Druckkessel D kann auf den zylindrischen Probekörper ein beliebig großer allseitiger Druck hergestellt werden. Um zweiachsige Spannungszustände erzeugen zu können, ist in den oberen Messingstempel die Stahlstange

R eingeschraubt und mit Hilfe einer Manschettendichtung aus dem Druckgefäß herausgeführt.

Der Belastungshebel

F ist durch ein Gegengewicht vollständig ausbalanciert, so daß

kein Druck auf die Stange R ausgeübt wird, wenn das Laufgewicht

L in der Nullstellung ist. Durch Verschiebung dieses Laufgewichtes kann dann jeder gewünschte axiale Zusatzdruck auf den Probekörper ausgeübt werden. In der Darstellung ist wegen der besseren Übersichtlichkeit der Hebel direkt über der Stahlstange R gezeichnet. In Wirklichkeit erfolgt die Kraftübertragung nicht direkt, sondern mittels dünner Drahtseile über mehrere Rollen. Die Anordnung ist so getroffen, daß mit dem-

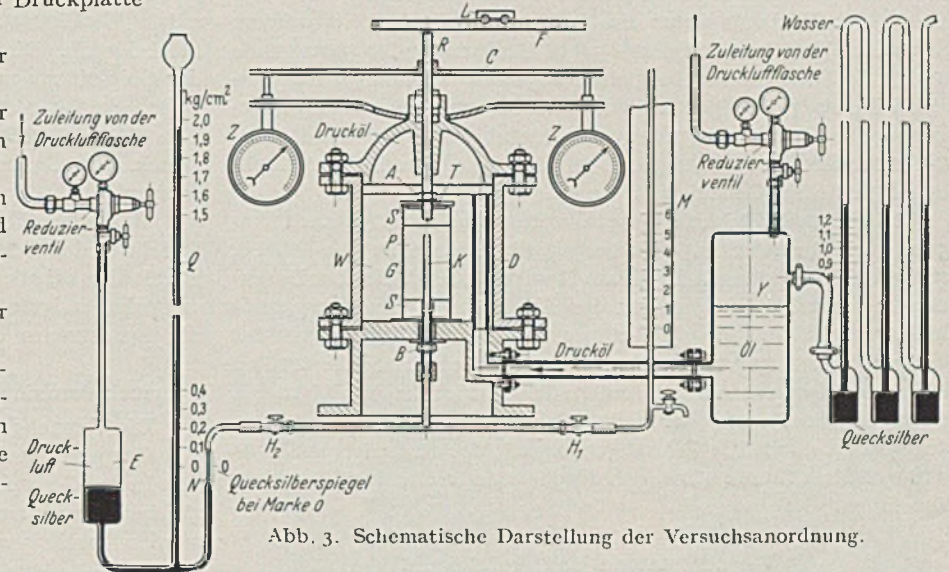


Abb. 3. Schematische Darstellung der Versuchsanordnung.

selben Belastungshebel, aber durch andere Seilführung außer Druck auch Zug hergestellt werden kann. Es lassen sich demnach auf die Probekörper sowohl zweiachsige Spannungen, bei welchen  $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$  als auch solche, bei welchen  $\sigma_1 < \sigma_2 = \sigma_3$  ist, herstellen.

In der Abb. 3 kann man weiter die Lage zweier Zeiß-Meß-

uhren Z erkennen. Sie sind am oberen Ende des Druckbehälters mittels starrer Konsolarme befestigt. Die Taststifte dieser Uhren liegen an der Stange

C an. Mit Hilfe dieser Uhren mißt man die gegenseitige Verschiebung von Behälter und Stahlstange R, d. h. also auch die vertikale Formänderung des zylindrischen Probekörpers mit einer Meßgenauigkeit von 0,01 mm.

Die Porenwasserdruckmessungen konnten, wie bereits gesagt, mit dem Quecksilbermanometer Q vorgenommen werden. Zuerst wurden ebenfalls Versuche mit Dosenmanometern ausgeführt und der hier gezeigte Weg erst beschritten, bis sich die Unbrauchbarkeit der Dosenmanometer herausgestellt hatte. An die Meßvorrichtung müssen zwei Forderungen gestellt werden: Sie soll eine große Meßgenauigkeit besitzen und dabei so beschaffen sein, daß während der Messung kein Porenwasser aus dem Innern der Probe in den Manometer abströmt. Jeder Verlust an Porenwasser würde sich sofort in einem Absinken des Porenwasserdruckes bemerkbar machen. Beide Bedingungen erfüllt der in Abb. 3 dargestellte Manometer.

In den links vom Steigrohr Q befindlichen Quecksilber-

behälter E wurde während der Messung Druckluft eingeführt. Dazu diente eine zweite Druckluftflasche. Mit Hilfe eines Reduzierventils konnte während der Porenwasserdruckmessung der Luftdruck über dem Quecksilberspiegel in E ständig so eingestellt werden, daß der Quecksilbermeniskus in dem rechts vom Steigrohr angeordnetem Kapillarrohr

N stets an der dort angebrachten Marke einspielte. Der Leitungsraum oberhalb des Meniskus in N bis ins Innere des Sandglimmerkernes wurde sorgfältig mit destilliertem (luftfreiem) Wasser gefüllt. Die Anwesenheit von Luft in dieser Leitung würde wegen ihrer Zusammendrückbarkeit Anlaß zum Abströmen einer gewissen Menge von Porenwasser aus dem Toninnern



geben und somit ein Absinken des Porenwasserdruckes erzeugen. Als Verbindungsleitung zwischen Kapillare N und dem Abflußrohr aus dem Toninneren wurde eine Kupferleitung von rd. 2 mm inneren Durchmesser gewählt. Damit waren alle möglichen Vorkkehrungen getroffen, um die Porenziffer des Tons während der Porenwasserdruckmessung unverändert zu halten.

Die Dauer einer Messung betrug 15—20 min und bestand hauptsächlich in einer Beobachtung des Meniskus in der Kapillare N. Stieg er über die Marke, dann mußte der Luftdruck in E mittels des Reduzierventils etwas abgesenkt und umgekehrt bei einem Absinken des Meniskus unter die Nullmarke etwas erhöht werden. Zeigte der Meniskus in N durch 5 min hindurch weder ansteigende noch abfallende Tendenz bei gleichzeitigem stationären Quecksilberstand im Steigrohr Q, dann wurde die Messung als beendet angesehen. Die Größe des Porenwasserdruckes wurde aus der Höhendifferenz der Quecksilberspiegel im Steigrohr Q und in der Kapillare N mit einer Genauigkeit von 0,01 kg/cm<sup>2</sup> abgelesen.

Die Empfindlichkeit dieses Instruments, welches nach Angaben des Verfassers in Wien hergestellt wurde, läßt sich beliebig steigern, indem man die Kapillare N mit möglichst kleinem Durchmesser herstellt. Je geringer der Kapillarendurchmesser, desto kleiner sind die aus dem Tonkörper abströmenden bzw. die in das Toninnere hineingepreßten Wassermengen, die sich noch feststellen lassen und denen man durch Ändern des Luftdruckes im Behälter E entgegenwirken kann. Der Meßgenauigkeit sind andererseits Grenzen gesetzt durch die Einstellgenauigkeit des Reduzierventils, so daß es keinen Zweck hätte, den Kapillarendurchmesser allzu klein zu wählen.

**Versuchsmaterial und Probekörper.**

Die zylindrischen Probekörper wurden aus einem blauen Wiener Tegel aus Oberlaa mit einer Atterbergschen Fließgrenze von 47,6 Gewichtsprozent Wassergehalt und einer Plastizitätsgrenze (Ausrollgrenze) von 22,8% Wassergehalt verwendet. Das spezifische Gewicht der Festsubstanz betrug 2,76 g/cm<sup>3</sup>. In Abb. 4 ist die Kornverteilungskurve des Versuchsmaterials dargestellt.

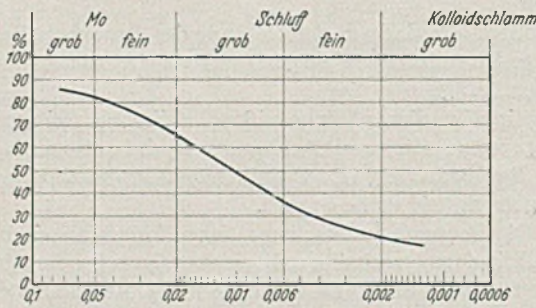


Abb. 4. Kornverteilungskurve des Versuchsmaterials.

Vor Beginn der Versuche wurde eine größere Menge dieses Materials gut maschinell homogenisiert und in einer verlöteten Blechkiste im Feuchtraum aufbewahrt. Aus diesem Vorrat wurde für jeden Versuch soviel Tonmaterial entnommen, als zur Herstellung der Probe erforderlich war.

Abb. 5 zeigt die Herstellung des Probekörpers. Der Ton wird um das in der Längsachse des Zylinders befindliche Nickelrohr vom äußeren Durchmesser 0,8 cm eingestampft. Das Nickelrohr wird dann mit Wasser gefüllt und in Schichten von höchstens 0,5 cm das Gemisch aus Sand und Glimmer unter Wasser eingestampft, bei gleichzeitigem langsamen Hochziehen des Rohres. Auf diese Art erreicht man, daß die Poren des Sandglimmerkernes vollständig mit Wasser ausgefüllt sind.

Bei der Durchführung von zweiachsigen Druckversuchen ist zur Erlangung einwandfreier Resultate unbedingt erforderlich, daß der Drainagekern den aufgezwungenen Formänderungen keinen Widerstand entgegensetzt. Die Verwendung einer plastischen Drainage in der Art des Sandglimmerkernes scheint eine ideale Lösung zu sein. Die Anregung zu dieser Art der Ausführung erhielt ich von K. v. Terzaghi.

Abb. 6a zeigt einen fertig eingebauten Probekörper vor Aufbringung des Druckgefäßes, Abb. 6b denselben Probekörper während eines Versuches unter allseitig gleichem Druck. In 6a sind oberhalb und unterhalb des eigentlichen Tonkörpers noch je ein paar Messingschellen zu sehen. Sie haben dieselbe Höhe wie die beiden Messingstempel S in Abb. 3 und stellen eine zusätzliche Sicherung gegen Eindringen von Druckwasser ins Innere der Probe dar.

Abb. 7a zeigt einen Probekörper nach Ausbau aus dem Apparat. Der axiale Druck war hier größer als der Manteldruck. Die Probe ist noch von der Gummihaut umhüllt. Abb. 7b zeigt einen Probekörper, bei welchem der Manteldruck größer war als der axiale Druck. Die Gummihaut ist hier bereits entfernt.

Man erkennt auf beiden Bildern deutlich die beiden Scharen von Gleitflächen, wie sie sich bei allen zweiachsigen Druckversuchen zeigten, welche bis nahe an die Bruchgrenze durchgeführt wurden.

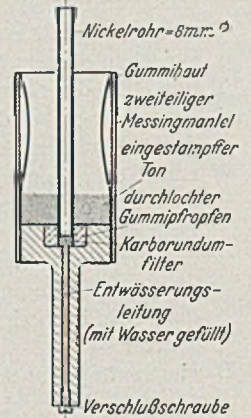


Abb. 5. Herstellung des Probekörpers durch Einstampfen in einen Messingmantel.

**Versuchsdurchführung und Ergebnisse.**

Die Versuche wurden in insgesamt vier Gruppen durchgeführt.

In der Gruppe A kamen vier Versuchskörper unter allseitig gleichem Druck zur Konsolidation. Die Ergebnisse dieser Gruppe wurden bereits<sup>4</sup> veröffentlicht. Der Vollständigkeit halber ent-

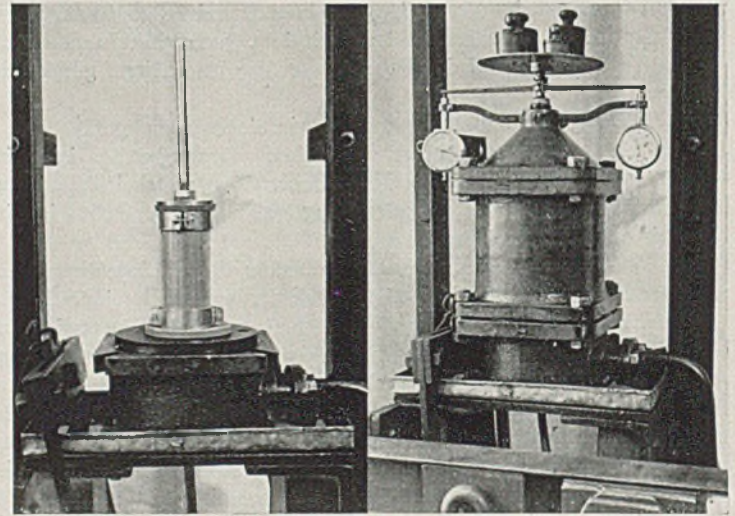


Abb. 6a. Der Versuchskörper fertig Abb. 6b. Druckzelle während eines Versuches.

nehmen wir dieser Arbeit die Zahlentafel 1 mit den Ergebnissen der Versuche.

Zahlentafel 1 (Versuchsreihe A).

Probekörper Nr.	1	2	3	4
Ausgangszustand .	$\epsilon = 83,5\%$	79,6%	79,5%	78,5%
Allstg.				
Druck .	$p = 1,0 \text{ kg/cm}^2$			70,0%
	$\epsilon = 65,8\%$			65,0%
	$\epsilon = 62,5\%$	60,9%		61,0%
		58,7%	58,9%	59,5%
			57,3%	
				57,1%
				54,9%



Die Zahlen in der Zahlentafel sind die Gleichgewichtsporenziffern, welche sich unter dem wirksamen allseitigen Drucken einstellten, Probekörper 1, 2 und 3 erhielten je zwei Laststufen, Probekörper 4 wurde der Reihe nach mit 6 Laststufen belastet.

In der Versuchsgruppe B wurden die Probekörper 5, 6 und 7 untersucht. Probekörper 5 wurde zuerst einem allseitig gleichen Druck von 2 kg/cm<sup>2</sup> ausgesetzt und der Eintritt des Gleichgewichts in diesem Belastungszustand abgewartet. Während der ganzen weiteren Durchführung dieses Versuches wurde als Manteldruck  $\sigma_2 = \sigma_3$  der Druck von 2,0 kg/cm<sup>2</sup> beibehalten und der Reihe nach der vertikale Druck  $\sigma_1$  auf 1,2  $\sigma_2 = 2,4$  kg/cm<sup>2</sup>, 1,4  $\sigma_2 = 2,8$  kg/cm<sup>2</sup>, 1,6  $\sigma_2 = 3,2$  kg/cm<sup>2</sup> usw. erhöht. Die nächsthöhere Laststufe wurde dann aufgebracht, wenn das Fließen beendet schien. Es ist sehr wahrscheinlich, daß trotzdem noch eine kleine Fließbewegung vorhanden war, welche wegen der kurzen Beobachtungsdauer nicht festgestellt werden konnte. Scherversuche von Hvorslev (Diss., Wien 1936) unter langandauernder Lasteinwirkung zeigen, daß schon bei Scherlasten, die weit unter der Bruchlast liegen, ein langsames, konstantes Fließen auftritt. Auch bei Druckversuchen mit unbehinderter Seitenausdehnung stellt sich ein konstantes Fließen ein<sup>6</sup>. Der Eintritt eines neuen Gleichgewichts ließ sich am stationären Wasserstand im Meßrohr M (Abb. 3) und im Aufhören der Zeigerbewegung der Meßuhren Z feststellen. Ähnlich wurde Probekörper 6 zuerst einem allseitigen Druck von 2,5 kg/cm<sup>2</sup> ausgesetzt und die vertikale Last bei unverändert gehaltenem Manteldruck  $\sigma_2 = \sigma_3 = 2,5$  kg/cm<sup>2</sup> schrittweise auf 1,2  $\sigma_2 = 3,0$ , 1,4  $\sigma_2 = 3,5$  kg/cm<sup>2</sup> usw. erhöht. Derselben Prozedur wurde Probekörper 6 ausgesetzt, jedoch bei einem Manteldruck von  $\sigma_2 = \sigma_3 = 3,0$  kg/cm<sup>2</sup>. Die Porenziffern, die der Ton bei allen diesen Belastungsstufen annahm, sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt.

Zahlentafel 2 (Versuchsreihe B).

Probekörper Nr.		5	6	7
Ausgangsporenziff.		75,5%	76,0%	75,5%
Manteldruck . . .		2,0 kg/cm <sup>2</sup>	2,5 kg/cm <sup>2</sup>	3,0 kg/cm <sup>2</sup>
Hauptspannungs- verhältnis . . .	$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{\sigma_1}{\sigma_3} = 1,0$	$\epsilon = 63,3\%$	62,0%	60,4%
	1,2	62,7%	61,4%	59,7%
	1,4	62,2%	60,3%	58,9%
	1,6	61,4%	59,7%	58,0%
	1,8	60,5%	58,6%	57,1%
	2,0	59,7%	57,6%	56,2%
	2,2	58,7%	56,9%	55,6%
	2,4	58,5%	56,3%	54,9%
	2,6	58,0%	56,0%	54,7%
	2,8	57,9%	55,9%	54,6%
	3,0	57,9%	56,1%	54,8%
	3,2	58,2%	56,3%	—

Alle Probekörper bis zum Bruch belastet.

Vor Beginn und nach Beendigung eines jeden Versuches wurden genaue Volumenbestimmungen der Probekörper durchgeführt. Die Volumendifferenz mußte theoretisch mit der abgeströmten Wassermenge, die am Meßrohr direkt abzulesen war, übereinstimmen. In der Zahlentafel 3 sind für die Probekörper 1—6 die beiden Zahlen gegenübergestellt.

Zahlentafel 3.

Probekörper Nr.	1	2	3	4	5	6
Volumenverlust	17,9 cm <sup>3</sup>	18,0 cm <sup>3</sup>	19,7 cm <sup>3</sup>	20,0 cm <sup>3</sup>	14,6 cm <sup>3</sup>	17,0 cm <sup>3</sup>
Wasseraustritt	18,0 cm <sup>3</sup>	18,8 cm <sup>3</sup>	20,1 cm <sup>3</sup>	21,3 cm <sup>3</sup>	15,8 cm <sup>3</sup>	18,3 cm <sup>3</sup>
Versuchsdauer	113 Std.	117 Std.	122 Std.	250 Std.	460 Std.	570 Std.

Es scheint ein systematischer Einfluß vorhanden zu sein, welcher den Volumensverlust kleiner erscheinen läßt, als die ausge-

<sup>6</sup> Terzaghi K. v.: The static Rigidity auf Plastic Clays. J. Rheology 2 (1931) S. 253.

tretene Wassermenge vermuten ließe. Möglicherweise ist die Ursache in einem Quellen der Gummihaut während des Aufenthalts im Druckwasser zu suchen. Gewichtsermittlungen vor und nach dem Versuch ergaben tatsächlich eine leichte Gewichtszunahme, durch welche die Differenzen in Zahlentafel 3 jedoch nicht erklärt werden können.

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, daß das Porenwasser im Toninnern unter der Einwirkung der Molekularkräfte eine größere Dichtigkeit besitzt. Beim Austritt aus dem Ton muß dann das Wasser eine Volumensvergrößerung erleiden. Nach Harkins beträgt das mittlere Einheitsgewicht des Wassers in den Poren von Holzkohle etwa 1,2 g/cm<sup>3</sup>. Aus Zahlentafel 3 errechnet man als Summe der Wasseraustrittsmengen aus allen sechs Probekörpern 112,3 cm<sup>3</sup>. Die Summe der Volumensverluste beträgt 106,9 cm<sup>3</sup>. Die Differenz wäre durch ein mittleres spezifisches Gewicht des Wassers in den Porenräumen von rd. 1,05 g/cm<sup>3</sup> erklärt.

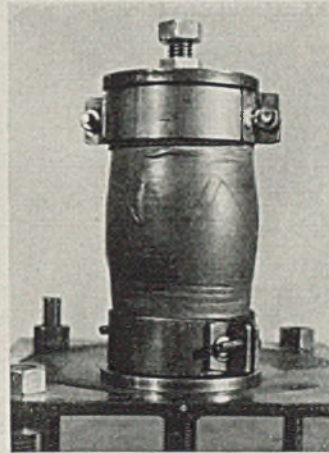


Abb. 7a. Probekörper der Versuchsreihe C nach Ausbau aus der Druckzelle.



Abb. 7b. Probekörper der Versuchsreihe D nach Ausbau aus der Druckzelle.

Nach beendetem Versuch wurde jeder Probekörper in dünne Scheiben geschnitten und im Heizschrank bei einer Temperatur von 110° C vollständig ausgetrocknet. Aus dem spezifischen Gewicht der Trockensubstanz und dem Gewicht der getrockneten Probe wurde das Volumen der Festsubstanz ermittelt. Da das Gesamtvolumen des Probekörpers ebenfalls festgestellt wurde, ließ sich die Porenziffer nach beendetem Versuch errechnen. Die Gleichgewichtsporenziffern für die Zwischenstufen konnten dann mit Hilfe des nach jeder Laststufe abgelesenen Wasserstandes im Meßrohr M abgeleitet werden.

Die Versuchsreihe B könnte man noch weiter führen, indem man Probekörper unter dem Manteldruck 1,0 kg/cm<sup>2</sup> mit axialen Zusatzlasten stufenweise bis zum Bruch untersucht. Desgleichen solche mit konstanten Manteldrucken von 4,0 kg/cm<sup>2</sup>, 5,0 kg/cm<sup>2</sup> usw. Aus den Ergebnissen all dieser Versuche ließe sich dann der oberhalb der Geraden  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  liegende Teil des Porenziffernspannungsdiagrammes Abb. 2 durch Interpolation konstruieren. Die Versuche dieser Art brauchen aber zu ihrer Durchführung sehr viel Zeit, da nach jeder neuen Laststufe die vollständige Konsolidation abgewartet werden muß. Wie aus Zahlentafel 3 entnommen werden kann, dauert der reine Belastungsvorgang 3—4 Wochen pro Probekörper. Dazu kommen noch die empfindlichen Volumen- und Gewichtsermittlungen vor und nach jedem Versuch.

Nimmt man die Gültigkeit des eingangs zitierten Grundgesetzes der Tonmechanik als gegeben an, dann läßt sich zur Auffindung der Schichtlinien ein Weg finden, der bedeutend schneller zum Ziel führt. Nehmen wir an, wir lassen einen Probekörper unter einem allseitigen Druck von 3,0 kg/cm<sup>2</sup> konsolidieren und versperren daraufhin den Abflußbahn H<sub>1</sub> (Abb. 3). Der Ton kann von diesem Augenblick an kein Porenwasser mehr abgeben und wird unter jedem äußeren (totalen) zweiachsigen Spannungszustand, den wir aufbringen, immer dieselbe Porenziffer besitzen, die er vor Schließung des Abflußhahnes hatte. Messen wir die Porenwasserdrucke



die dabei auftreten, dann können wir die wirksamen Spannungen ableiten, die im Ton herrschen und kennen gleichzeitig die dazugehörige Porenziffer.

In Verfolgung dieses Gedankenganges wurde die Versuchreihe C mit den Probekörpern 8—14 durchgeführt. Die Ergebnisse für die einzelnen Probekörper sind in Abb. 8 graphisch dargestellt.

zuständen, die alle dieselbe Porenziffer besitzen, wie sie der Probekörper 11 unter dem allseitigen Druck von 3,0 kg/cm<sup>2</sup> besaß. Die Verbindungslinie aller zu diesen wirksamen Spannungszuständen gehörigen Punkte ergibt also eine Schichtenlinie.

Bei den Probekörpern der Versuchsreihe C wurden keine Porenziffern ermittelt. Es kam hier nur darauf an, die Gestalt der Schichtenlinien festzustellen. Die jeweils zu einer Schichtenlinie gehörende Porenziffer kann den Versuchen der Reihe A entnommen werden.

Der Vorteil dieser Art der Schichtenlinienermittlung liegt darin, daß nach dem Verschließen des Ventils H<sub>1</sub> keine Porenwasserströmung mehr stattfindet und daher die einzelnen Laststufen einander in 8—12 Stunden-Intervallen folgen können. Bei den Versuchen der Reihe A und B betragen diese Belastungsintervalle mindestens 36—48 Stunden.

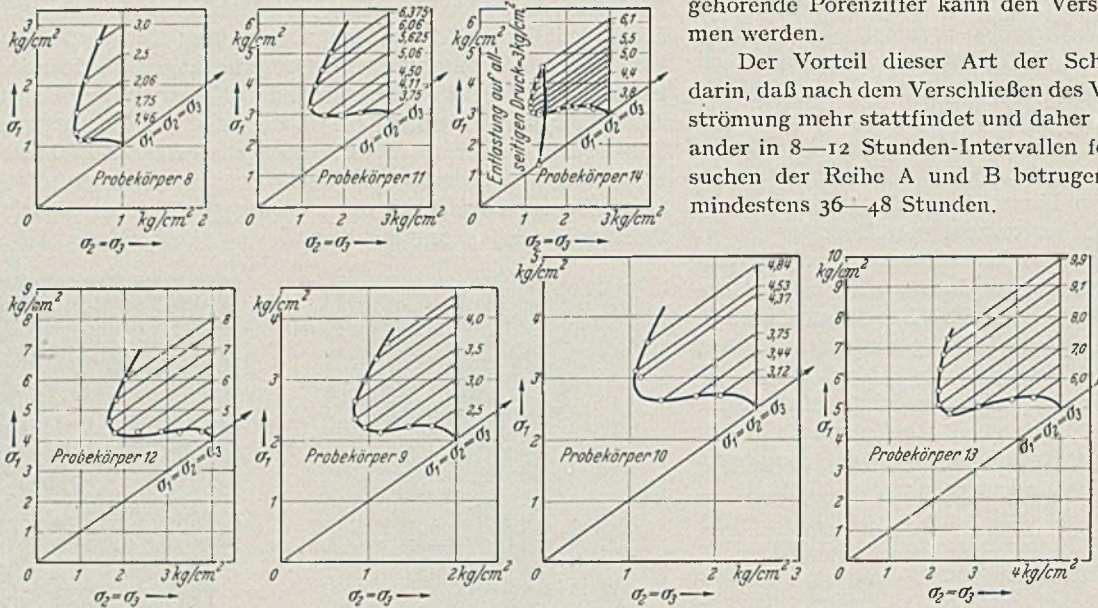


Abb. 8. Kurven gleicher Porenziffern, ermittelt aus den Versuchsergebnissen der Versuchsreihe C.

Es wurde beispielsweise der Probekörper 11 unter einen allseitigen Druck von 3,0 kg/cm<sup>2</sup> gebracht und solange unter der Einwirkung dieses Druckes belassen, bis keine Porenwasserströmung mehr vorhanden war. Daraufhin wurde die Abflußleitung des Porenwassers mit dem Ventil H<sub>1</sub> abgeschlossen. Das Ventil H<sub>2</sub> blieb zunächst ebenfalls geschlossen. Sodann wurde unter Beibehaltung des Manteldruckes von 3,0 kg/cm<sup>2</sup> der lotrechte Druck auf den Zylinder auf 3,75 kg/cm<sup>2</sup> erhöht und ungefähr einen halben Tag unverändert belassen. Nach dieser Zeit hat erfahrungsgemäß der Porenwasserdruck einen stationären Wert angenommen. Die Messung des Porenwasserdruckes erfolgte nach Öffnung des Ventils H<sub>2</sub> in der Art, wie sie im Abschnitt „Die Versuchsanordnung“ bereits beschrieben wurde und lieferte den Wert p = 0,70 kg/cm<sup>2</sup>. Der wirksame Spannungszustand im Tonkörper besitzt demnach die Hauptspannungskomponenten:

$$\sigma_1 = 3,75 - 0,7 = 3,05 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = \sigma_3 = 3,00 - 0,7 = 2,30 \text{ kg/cm}^2.$$

Der Punkt in der Abbildungsebene, welcher zu diesem Spannungszustand gehört, wurde in Abb. 8 durch einen Kreis markiert. Durch weiteres stufenweises Steigern des axialen Zusatzdruckes erhält man auf diese Art eine ganze Reihe von wirksamen Spannungs-

In Zahlentafel 4 sind die Resultate der Versuchsreihe C übersichtlich zusammengestellt.

Mit Probekörper 14 wurde eine Wiederholung des Versuches der Probe 11 vorgenommen. Nach Aufbringung der Laststufe  $\sigma_1 = 6,1 \text{ kg/cm}^2$  wurde versuchsweise auf den allseitig gleichen Druck 3,0 kg/cm<sup>2</sup> entlastet, d. h. auf denselben totalen Spannungszustand zurückgegangen, unter welchem der Probekörper zu Beginn des Versuches konsolidiert war. Es stellte sich jetzt nicht etwa wieder der Porenwasserdruck p = 0 ein, sondern der Druck erhöhte sich sogar von 1,54 kg/cm<sup>2</sup> der letzten Laststufe auf p = 1,69 kg/cm<sup>2</sup>. Dieses Ergebnis ist in mehrfacher Hinsicht bemerkenswert und es ist beabsichtigt zu einem späteren Zeitpunkt auf dieses Resultat zurückzugreifen.

Mit den Probekörpern 15—20 der Versuchsreihe D wurde der Verlauf der Schichtenlinien für den Bereich  $\sigma_1 < \sigma_2 = \sigma_3$  auf ähnliche Art wie in der Versuchsreihe C aufgesucht.

Bei den Probekörpern der Reihe C war nach Aufbringung jeder neuen Laststufe die Fließgeschwindigkeit, d. h. die Längenänderung pro Zeiteinheit im ersten Moment am größten, um im Verlauf der Zeit abzunehmen. Die Probekörper der Reihe D zeigten bei den ersten Laststufen dasselbe Verhalten bis schließlich bei einer letzten

Zahlentafel 4 (Versuchsreihe C).

Probekörper 8		Probekörper 9		Probekörper 10		Probekörper 11		Probekörper 12		Probekörper 13		Probekörper 14	
Manteldruck $\sigma_2 = \sigma_3 = 1,0 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_2 = \sigma_3 = 2,0 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_2 = \sigma_3 = 2,5 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_2 = \sigma_3 = 3,0 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_2 = \sigma_3 = 4,0 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_2 = \sigma_3 = 5,0 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_2 = \sigma_3 = 3,0 \text{ kg/cm}^2$	
$\sigma_1$	p	$\sigma_1$	p	$\sigma_1$	p	$\sigma_1$	p	$\sigma_1$	p	$\sigma_1$	p	$\sigma_1$	p
1,0	0,00	2,00	0,00	2,50	0,00	3,00	0,00	4,00	0,00	5,00	0,00	3,00	0,00
1,46	0,38	2,50	0,28	3,13	0,42	3,75	0,70	4,50	0,25	6,00	0,69	3,60	0,40
1,56	0,46	2,75	0,55	3,44	0,72	4,13	1,14	5,00	0,76	6,50	1,20	4,00	0,80
1,63	0,49	3,00	0,88	3,75	1,13	4,50	1,55	5,50	1,20	7,00	1,97	4,40	1,20
1,75	0,55	3,25	1,05	4,06	1,51	4,88	1,75	6,00	1,73	7,50	2,66	4,80	1,75
2,06	0,54	3,50	1,15	4,21	1,54	5,25	1,80	6,50	2,30	8,00	2,90	5,20	1,80
2,31	0,46	3,75	1,15	4,37	1,48	5,63	1,71	7,00	2,38	8,50	2,95	5,50	1,74
2,50	0,42	4,00	1,04	4,53	1,43	6,00	1,58	7,50	2,20	9,10	2,68	5,80	1,63
2,75	0,29	4,25	0,91	4,69	1,40	6,19	1,55	7,75	2,08	9,50	1,78	6,10	1,54
3,00	0,28	4,37	0,87	4,84	1,36	6,38	1,40	8,00	2,00	9,90	1,69	3,00	1,69

Alle Versuche ohne Bruch abgebrochen.



Steigerung der axialen Zusatzlast die Fließgeschwindigkeit eine zunehmende Tendenz aufwies. Diese Grenzlast wird hier als Bruchlast bezeichnet, obwohl kein plötzlicher Bruch auftrat, sondern eine immer mehr zunehmende Fließgeschwindigkeit vorhanden war, welche schließlich die Einschnürung erzeugte, die in Abb. 7b sichtbar ist.

schnittsfläche von  $5^2 \frac{\pi}{4} = 19,6 \text{ cm}^2$  in Rechnung gestellt. Die Querschnittsvergrößerung bei den Versuchen der Reihe C bzw. die Verringerung des Querschnitts bei den Probekörpern der Reihe D konnte nicht berücksichtigt werden, da die Probekörper nicht nach jeder Laststufe ausgebaut wurden.

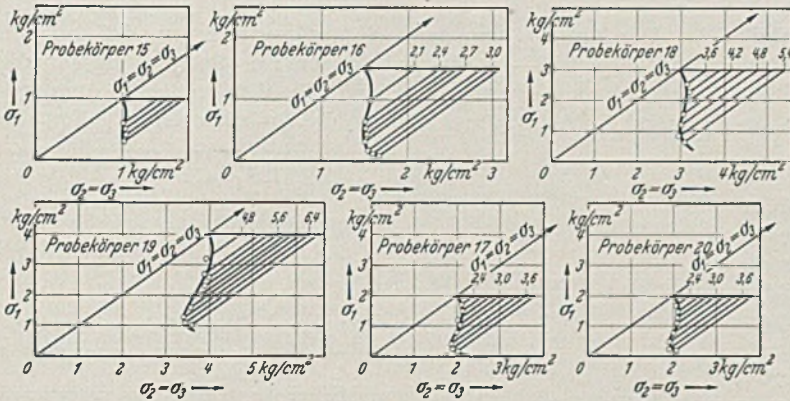


Abb. 9. Kurven gleicher Porenziffern, ermittelt aus den Versuchen der Versuchsreihe D.

Während der Steigerung der axialen Zusatzlast bei allen sechs Probekörpern der Versuchsreihe D durch Erreichen der Bruchlast eine Grenze gesetzt war, konnte bei keinem der sieben Probekörper der Versuchsreihe C eine solche Bruchlast festgestellt werden. Die Ursache dieses Unterschiedes ist zweifellos darin zu suchen, daß bei den Versuchen mit kleinerer vertikaler Hauptspannung (Reihe D) durch das Fließen an irgend einer Stelle die in Abb. 7b erkennbare Einschnürung entstehen muß. Im Verlauf des Fließens vergrößert sich diese Einschnürung, die Querschnittsfläche des Probezylinders wird kleiner, die Spannung  $\sigma_1$  wächst an dieser Stelle bei unveränderten Hauptspannungen  $\sigma_2 = \sigma_3$  an und die Fließgeschwindigkeit wird größer. Bei den Versuchen mit Hauptspannungen  $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$  macht sich die umgekehrte Tendenz bemerkbar. Das Fließen erzeugt hier eine Vergrößerung der Querschnittsfläche, d. h. also eine Verkleinerung der Hauptspannung  $\sigma_1$  und somit eine Verkleinerung der Fließgeschwindigkeit.

In Zahlentafel 5 sind die Versuchsergebnisse aus Reihe D zusammengestellt. Der Versuch mit Probekörper 20 ist eine Wiederholung des Versuchs mit Probekörper 17.

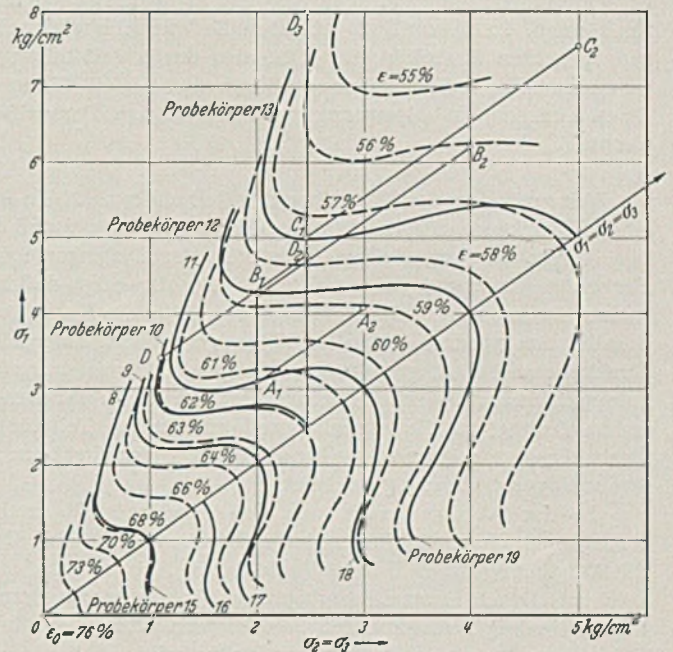


Abb. 11. Ermittlung des Porenziffern-Spannungsdiagrammes durch Interpolation aus den Ergebnissen der Versuchsreihen C und D.

Die voll ausgezogenen Linien der Abb. 11 sind eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse, wie sie in Abb. 8 und 9 für jeden Versuchskörper getrennt dargestellt sind. Die beiden aus den Probekörpern 12 und 19 gewonnenen Schichtenlinien sind fast vollständig symmetrisch bezüglich der Geraden  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ . Ebenso die zu den Probekörpern 9 und 17 bzw. 8 und 15 gehörigen Schichtenlinienpaare. Merkbar unsymmetrisch liegen nur die beiden Schichtenlinien der Probekörper 11 und 18. Es kann wohl angenommen werden, daß es sich hierbei um eine zufällige Störung in einem der beiden Probekörper handelt und, daß die Symmetrie als

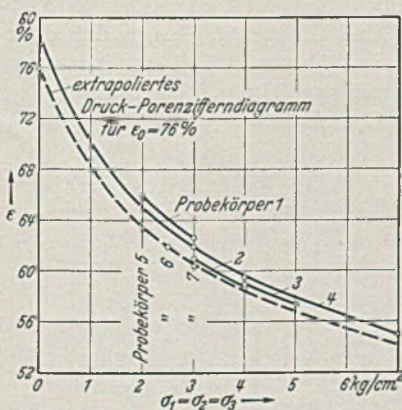


Abb. 10. Druck-Porenziffern Diagramm für  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ .

Zahlentafel 5 (Versuchsreihe D).

Probekörper 15	Probekörper 16	Probekörper 17	Probekörper 18	Probekörper 19	Probekörper 20						
Axialdruck		Axialdruck		Axialdruck		Axialdruck		Axialdruck		Axialdruck	
$\sigma_1 = 1,0 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_1 = 1,5 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_1 = 2,0 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_1 = 3,0 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_1 = 4,0 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_1 = 2,0 \text{ kg/cm}^2$	
$\sigma_2 = \sigma_3$	p	$\sigma_2 = \sigma_3$	p	$\sigma_2 = \sigma_3$	p	$\sigma_2 = \sigma_3$	p	$\sigma_2 = \sigma_3$	p	$\sigma_2 = \sigma_3$	p
1,0	0,00	1,5	0,00	2,0	0,00	3,0	0,00	4,0	0,00	2,0	0,00
1,4	0,40	2,1	0,53	2,4	0,32	3,6	0,44	4,8	0,85	2,4	0,38
1,5	0,48	2,4	0,87	2,6	0,51	3,9	0,72	5,2	1,32	2,6	0,55
1,6	0,59	2,5	0,99	2,8	0,80	4,2	0,99	5,4	1,45	2,8	0,75
1,7	0,70	2,6	1,09	3,0	1,00	4,5	1,47	5,6	1,77	3,0	0,98
		2,9	1,35	3,2	1,23	4,8	1,80	5,8	2,01	3,2	1,28
		3,0	1,41	3,4	1,59	4,9	1,91	6,0	2,48	3,4	1,61
		3,1	1,43	3,6	1,77	5,1	2,23	6,2	2,78	3,6	1,80
				3,8	1,83	5,4	2,38	6,4	2,92	3,7	1,83
						5,5	2,35	6,6	2,95	3,8	1,79

Alle Probekörper sind gebrochen.

Die Spannung  $\sigma_1 = \sigma_2 + \frac{p}{F}$  setzt sich bei den zweiachsig beanspruchten Probekörpern aus dem allseitig herrschenden Druck  $\sigma_2$  und der Zusatzspannung  $\frac{p}{F}$  zusammen. Als Querschnittsfläche F wurde in allen Versuchskörpern die ursprünglich vorhandene Quer-

Regel betrachtet werden darf. In diesem Fall können die Schichtenflächen der räumlichen Darstellung Abb. 1 nur unwesentlich von Drehflächen mit der Geraden  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$  als Drehachse verschieden sein. Bei homogenem Material muß nämlich das Schnittbild dieser Schichtenflächen mit der Ebene, welche durch die  $\sigma_2$ -Achse und die Gerade  $\sigma_1 = \sigma_3$  entsteht, identisch sein mit dem



Schnittbild der Ebene, gebildet durch die  $\sigma_3$ -Achse und die Gerade  $\sigma_1 = \sigma_2$ . Beide Schnittbilder sind wieder identisch mit dem Schichtenplan Abb. 2, welcher nur die Spannungszustände  $\sigma_2 = \sigma_3$  enthält. Solange keine Versuche mit dreiaxig beanspruchten Probekörpern vorliegen, welche ein wesentliches Abweichen der Schichtenflächen von der Drehflächenform beweisen, wird man also die Schichtenflächen zumindest angenähert als Drehflächen betrachten können. In diesem Falle ist durch die Versuche mit zweiaxig beanspruchten Probekörpern, d. h. also durch Aufstellung eines ebenen Porenziffernspannungsdiagrammes auch die zu einem dreiaxigen Spannungszustand gehörige Porenziffer bekannt.

Wir greifen zu den Versuchen der Reihe A zurück. In Abb. 10 ist das Druckporenzifferndiagramm des Probekörpers 4 und die aus den Versuchen festgestellten Teilstücke der Diagramme für die Probekörper 1, 2 und 3 eingezeichnet. Die Abb. zeigt, daß bei den kleinen Differenzen in der Ausgangsporenziffer die Kurven nahezu parallel zueinander verlaufen. Das gestrichelt eingezeichnete Druckporenzifferndiagramm zur Ausgangsporenziffer  $\epsilon_0 = 76\%$  entspricht keinem wirklich durchgeführten Versuch, sondern wurde in Anlehnung an die experimentell ermittelten Teilstücke der Probekörper 1, 2, 3 und 4 als Druck-Porenzifferndiagramm für die Probekörper 5, 6 und 7 gezeichnet.

In der Abb. 11 wurde aus den experimentell ermittelten Schichtenlinien ein Schichtenplan interpoliert. Als Grundlage für die Aufstellung dieses Planes diente das in Abb. 10 gestrichelt gezeichnete Druck-Porenzifferndiagramm. Versuche von Bernatzik<sup>7</sup> mit zweiaxig beanspruchten Sandkörpern führten zu ähnlichen Schichtenplänen, wie sie hier dargestellt sind.

**Die Versuchsergebnisse als Beweis für die Richtigkeit des Grundgesetzes.**

Wie bereits mehrfach erwähnt, war die Voraussetzung für die Richtigkeit dieses indirekt ermittelten Porenziffern-Spannungsdiagramms die Gültigkeit des Grundgesetzes, wonach die Porenziffer von der Größe des wirksamen Spannungszustandes abhängt.

Die drei Versuche mit den Probekörpern der Versuchsreihe B setzen uns in die Lage, die Richtigkeit des Diagramms Abb. 11 bzw. Abb. 2 zu überprüfen. In der Abb. 12 sind die voll ausgezogenen Linien die Versuchsergebnisse der Probekörper 5, 6 und 7. Die gestrichelten Linien wurden aus dem Schichtenplan Abb. 11 abgeleitet. Die gute Übereinstimmung der beiden Linien ist als experimenteller Beweis für die Richtigkeit des Grundgesetzes zu werten.

Die Abb. 12 zeigt, daß sich der Ton unter wachsender axialer Zusatzlast bei konstantem Manteldruck zuerst verdichtet. Kurz vor Eintritt des Bruches findet jedoch bei fortschreitender Belastung eine neuerliche Auflockerung statt. Arthur Casagrande<sup>8</sup> berichtet von ähnlichen Beobachtungen bei Scherversuchen mit Sanden. Auch hier findet kurz vor dem Abscheren eine Auflockerung des Sandes statt.

Die bisherigen Ausführungen behandelten die Auswirkungen des Grundgesetzes auf die Porenziffer. Daß auch die Formänderungen und die Festigkeitsgrenzen vernünftigerweise nicht auf die totalen, sondern nur auf die wirksamen Spannungen bezogen werden dürfen, soll im folgenden gezeigt werden.

In Abb. 13 sind die Formänderungen der Tonzylinder unter wachsender axialer Zusatzlast und konstantem Manteldruck dargestellt. Bei den Probekörpern 8, 9, 11, 12 und 13 wurden aber nicht die wirksamen axialen Zusatzlasten, sondern die totalen dem Diagramm zugrunde gelegt. Rein äußerlich verliefen z. B. die Versuche mit den Probekörpern 7 und 11 vollständig gleich. Der ein-

zige Unterschied bestand darin, daß bei Probekörper 7 das Porenwasser nach jeder Belastungsstufe abfließen konnte, während bei 11 der Abfluß versperrt blieb. Hält man den totalen Spannungszustand als maßgebend für die Formänderungen, dann läßt sich der Unterschied zwischen den beiden Formänderungskurven nicht erklären, während er bei Kenntnis des Grundgesetzes verständlich wird.

Der Abb. 13 kann man eindeutig entnehmen, daß bei den Probekörpern 8—13 die wirksamen Spannungen für die Formänderungen maßgebend sind. Zu dem totalen Spannungszustand  $A_2$  (Abb. 13 und Abb. 11) des Probekörpers 11 gehört der

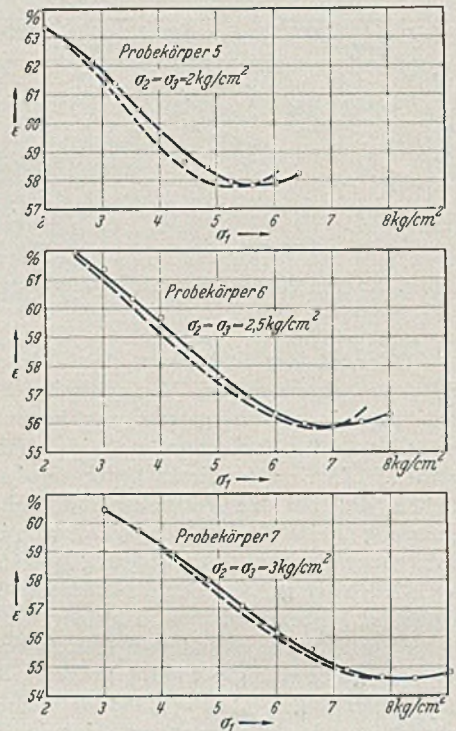


Abb. 12. Kontrolle für die Richtigkeit des Grundgesetzes. Direkt und indirekt ermittelte Porenziffernabhängigkeit.  $\sigma_2 = \sigma_3 = \text{konst.}$ ,  $\sigma_1$  ist veränderlich.

wirksame Spannungszustand  $A_1 \cdot A_1$  ist aber gleichzeitig ein Belastungszustand des Probekörpers 5, bei welchem nur wirksame Spannungen auftreten. In  $A_2$  (Probekörper 11) und in  $A_1$  (Probekörper 5) müssen die Tangenten an die beiden Formänderungskurven (Abb. 13) untereinander ungefähr parallel sein, da beide Probekörper dort unter der Einwirkung desselben wirksamen Spannungszustandes stehen. Eine Überprüfung zeigt, daß diese Bedingung tatsächlich erfüllt ist (Abb. 13). Weitere Paare von zusammengehörigen Punkten mit ungefähr parallelen Tangenten sind  $B_1$  und  $B_2$  und schließlich  $C_1$  und  $C_2$ .

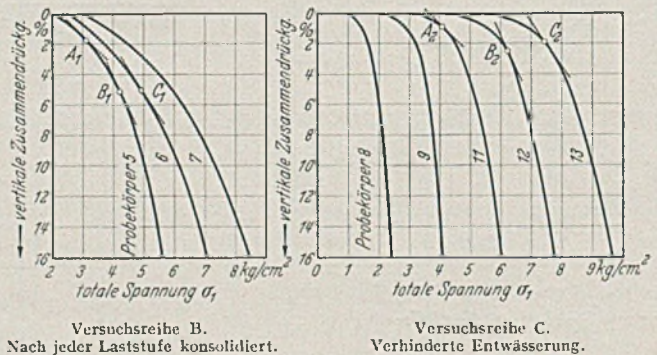


Abb. 13. Formänderungsdiagramme. Der Belastungsweg der totalen Spannungen war bei Probek. 5 und 9 dasselbe. Die Unterschiede im Formänderungsverlauf erklären sich aus der Verschiedenheit der Belastungswege der wirksamen Spannungen.

Ganz ausschlaggebend wirkt sich der Einfluß des Porenwasserüberdruckes bei Erreichung der Festigkeitsgrenzen aus. Alle, die bereits Scherversuche mit Tonen durchgeführt haben, wissen, daß man praktisch jeden beliebigen Winkel der inneren Reibung

<sup>7</sup> Bernatzik, W.: Versuche über Festigkeitseigenschaften von Sand im dreiaxigen Spannungszustand. Wasserwirtsch. u. Techn., Wien, 3 (1935) S. 184.

<sup>8</sup> Casagrande, A.: Characteristics of Cohesionless Soils Affecting the Stability of Slopes and Earth Fills. J. Boston Soc. civ. Engr., January 1936.



bei Zugrundelegung der totalen Spannungen experimentell erhalten kann, je nach dem Zeitintervall, in welchem die einzelnen Laststufen aufeinander folgen.

Versuche von Leo Jürgenson<sup>9</sup> mit zweiachsig beanspruchten Tonzylindern zeigen, daß bei verhinderter Entwässerung als Winkel der inneren Reibung der Wert 0 erhalten wird, wenn man bei der Ermittlung dieses Winkels die totalen Spannungen zugrunde legt.

K. v. Terzaghi<sup>11</sup> berichtet über Versuche, die E. v. Gottstein an der Wiener Technischen Hochschule in seinem Auftrag durchgeführt hat. Auch hier ergibt sich ein Reibungswinkel von nahezu Null-Graden, da dem Ton keine Entwässerungsmöglichkeit gegeben war und zur Ermittlung des Reibungswinkels die totalen Spannungen verwendet wurden. Andere Versuche mit demselben Material bei gegebener Entwässerungsmöglichkeit lieferten einen Reibungswinkel von 24°.

Unerklärlich bleiben diese Ergebnisse bloß dann, wenn man die totalen Spannungen als maßgebend für die Bruchgefahr betrachtet. Bei Berücksichtigung des Grundgesetzes wird dieses Ergebnis selbstverständlich. Der Probekörper 10 wird beispielsweise bei plötzlicher Belastung bei dem totalen Spannungszustand D<sub>2</sub> ( $\sigma_1 = 4,8 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_2 = \sigma_3 = 2,5 \text{ kg/cm}^2$ ) zerstört werden (s. Abb. 11). In Wirklichkeit ist es der wirksame Spannungszustand D<sub>1</sub> ( $\sigma_1 = 3,4 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_2 = \sigma_3 = 1,1 \text{ kg/cm}^2$ ), der den Bruch hervorruft. Wird derselbe Probekörper langsam, stufenweise belastet und kann

das überschüssige Porenwasser entweichen, dann tritt der Bruch erst im Spannungszustand D<sub>3</sub> ( $\sigma_1 = 8,0 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_2 = \sigma_3 = 2,5 \text{ kg/cm}^2$ ) auf. Je nach der Geschwindigkeit mit der man die axiale Zusatzlast steigert, kann die totale Bruchlast jeden Wert zwischen  $\bar{\sigma}_1 = 4,8$  und  $\bar{\sigma}_1 = 7,6 \text{ kg/cm}^2$  bei  $\bar{\sigma}_2 = \bar{\sigma}_3 = 2,5 \text{ kg/cm}^2$  annehmen<sup>11 12</sup>.

Der Probekörper 10 der Versuchsreihe C ist unter einem allseitigen Druck von 2,5 kg/cm<sup>2</sup> konsolidiert. Nach Eintritt des Gleichgewichts wurde die Porenwasserableitung versperrt. Als Folge dieser Maßnahme muß dieser Probekörper, wenn er im Bereich  $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$  zum Bruch gebracht wird, im Augenblick des Bruches stets die wirksamen Spannungen D<sub>1</sub> ( $\sigma_1 = 3,4 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_2 = \sigma_3 = 1,1 \text{ kg/cm}^2$ ) aufweisen. Die totalen Spannungen während des Bruches können von den wirksamen um jeden beliebigen Porenwasserdruck verschieden sein. Die Differenz zwischen der größten und der kleinsten totalen Hauptspannung besitzt aber immer denselben Betrag  $(3,4 + p) - (1,1 + p) = 2,3 \text{ kg/cm}^2$ . Die Bruchkreise im Mohrschen Diagramm besitzen alle denselben Durchmesser und man könnte daraus schließen, daß der Winkel der inneren Reibung den Wert Null besitzt, weil man fälschlich die totalen Spannungen der Berechnung des Reibungswinkels zugrunde gelegt hat. Das ist auch die Erklärung der Versuchsergebnisse von Jürgenson und v. Gottstein: Der Bruch erfolgte stets bei demselben wirksamen Spannungszustand.

<sup>9</sup> Jürgenson, Leo: The Shearing Resistance of Soils. J. Boston Soc. Civ. Engr., July 1934.

<sup>10</sup> Terzaghi, K. v.: Tragfähigkeit der Flachgründungen. Erster Kongreß der Internationalen Vereinigung für Brückebau und Hochbau in Paris 1932.

<sup>11</sup> Terzaghi, K. v.: The Shearing Resistance of Saturated Soils and the Angle between the Planes of Shear. Proc. of the International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering 1936, Vol. I (Harvard University).

<sup>12</sup> Buisson, M.: L'étude des Fondations, Caractéristiques physiques et mécaniques des Sols. Travaux, Novembre 1934.

## TRAGFÄHIGKEIT VON IN BETONKLÖTZEN VERANKERTEN DICKEN RUNDEISEN.

Von Dr.-Ing. G. Grüning, Berlin.

(Mitteilung aus dem Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem.)

Übersicht: Durch drei große Versuche wird nachgewiesen, daß es möglich ist, 60 mm dicke Rundeisen allein mit Konstruktionselementen des Eisenbetonbaues im Beton ausreichend sicher zu verankern.

### I. Versuchszweck.

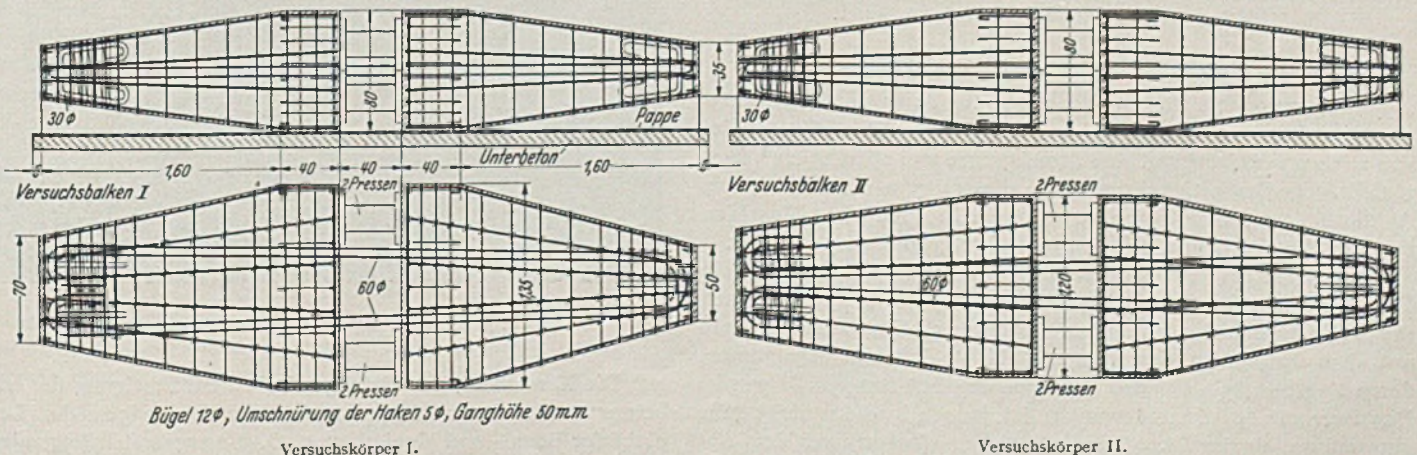
In den letzten Jahren waren eine Reihe von weitgespannten Eisenbetonbogen- oder Rahmenhallen errichtet worden, bei denen der auftretende Horizontalschub durch kräftige Rundeisen aufgenommen wurde, die meistens in dem Fußboden verlegt waren. Die Einbindelänge, die für die Einführung dieser Rundeisen in den Beton des Tragwerkes zur Verfügung stand, war häufig verhältnismäßig kurz und genügte nicht nach den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton. Infolgedessen erwies es sich als zweckmäßig, eingehende Versuche über die Tragfähigkeit der Endhaken einbetonierter starker Rundeisen vorzunehmen, um derart festzustellen, wie weit der Haken für die Aufnahme der zu übertragenden Zugkräfte herangezogen werden konnte.

Die Versuche wurden von dem Reichsluftfahrtministerium angeregt; die Versuchskörper wurden von der Beton- und Monierbau-A.-G. entworfen und hergestellt. Die Durchführung der Versuche erfolgte durch das Staatliche Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem.

### II. Beschreibung der Versuchskörper.

Die Versuchskörper sind in Abb. 1 u. 2 dargestellt. Sie bestanden aus zwei Rundeisen  $\varnothing 60 \text{ mm}$  in St 37, die rechts und links in je einem Eisenbetonkörper verankert sind. Der lichte Abstand zwischen den Eisenbetonkörpern betrug 40 cm. Zwischen die Körper wurden vier Pressen gesetzt, die diese auseinanderdrücken und gegebenenfalls die Rundeisen herausziehen sollten.

Die Körper I und II waren ziemlich gleich ausgebildet; die Einbettungslänge der Rundeisen bis zu den Haken betrug etwa 170 cm. Im linken Widerlager hatte jedes Rundeisen einen Haken mit 15 cm lichtem Durchmesser entsprechend den Eisenbeton-



Versuchskörper I.

Versuchskörper II.

Abb. 1. Ausbildung der Versuchskörper I und II.



bestimmungen. Die Haken waren mit einer Spiralbewehrung umschürt; außerdem war der ganze Eisenbetonkörper reichlich mit Bügeln bewehrt. Im rechten Widerlager waren beide Rundeseisen in einem Bogen von 30 cm Lichtdurchmesser zu einem Eisen zusammgeführt. Der Bogen war nicht mit einer Spirale, sondern nur mit Bügeln bewehrt. Der Unterschied zwischen den Körpern I und II bestand lediglich darin, daß im linken Widerlager die Haken beim Körper I nach innen und beim Körper II nach außen angeordnet waren.

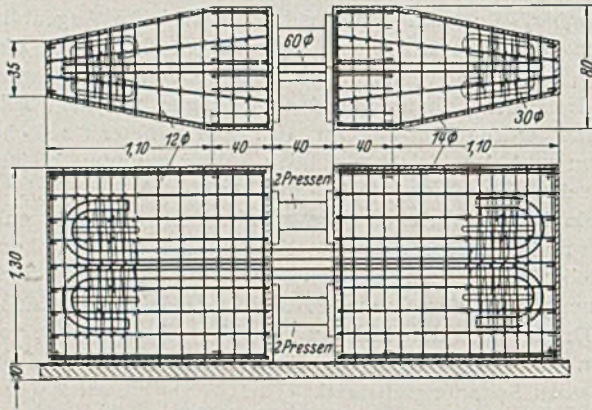


Abb. 2. Ausbildung des Versuchskörpers III.

Der Körper III war wesentlich kürzer als die beiden anderen Körper. Die Einbettungslänge der Rundeseisen bis zu den Haken betrug nur etwa 120 cm. Auf beiden Widerlagern waren die Eisen mit Haken von 27 cm Lichtdurchmesser versehen, die durch Spiralen umschürt waren. Der Betonkörper war außerdem wieder reichlich mit Bügeln bewehrt.

Die Abb. 3, 4 und 5 geben Lichtbilder wieder, die von den Bewehrungen der drei Proben gemacht wurden.

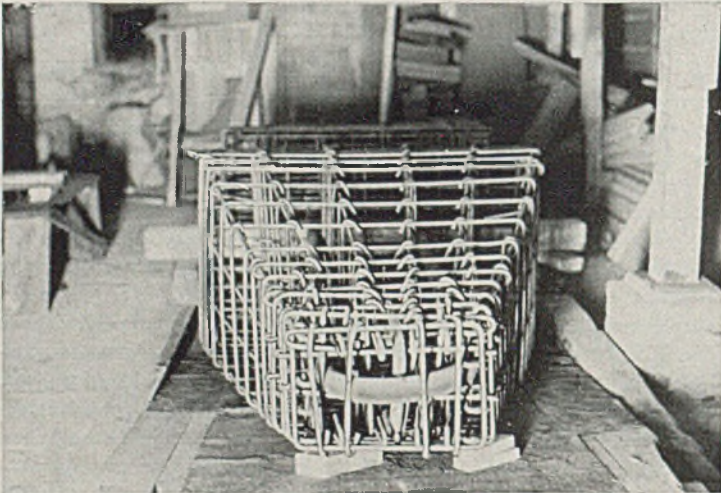


Abb. 3. Bewehrung des Versuchskörpers I.

III. Ergebnisse der Materialuntersuchungen.

Von den 60 mm dicken Rundeseisen aus St 37 wurde ein Reststück im Zugversuch untersucht. Es wurde ein Elastizitätsmodul von 2 060 000 kg/cm<sup>2</sup> und eine Streckgrenze von 2620 kg/cm<sup>2</sup> festgestellt. Die Zugfestigkeit wurde an dieser Probe nicht bestimmt, da die Prüfung um Kosten zu ersparen in einer 100 t-Maschine erfolgte, die Zerreißkraft des Stabes aber größer als 100 t war.

Nachdem bei den Hauptversuchen beim Probekörper III ein Bruch in einem Rundeseisen eingetreten war, gewann die Frage nach der Zugfestigkeit der Rundeseisen Bedeutung. Es wurden deshalb aus dem Rundeseisen des Versuchs III zwei Stäbe entnommen, deren Zugfestigkeit zu 5020 bzw. 5000 kg/cm<sup>2</sup> festgestellt wurde. Das Ergebnis des Zerreißversuchs ist jedoch insofern nicht ganz einwandfrei, als der Zerreißversuch sieben Wochen nach dem Abschluß der Prüfung des Körpers III erfolgte, bei der die Rundeseisen

weitgehend gereckt waren, so daß mit Verfestigung durch Reckung und Alterung zu rechnen ist.

Zur Feststellung der anfänglichen Zugfestigkeit wurde deshalb an einem im Zugversuch noch nicht verformten Rundeseisenstück die Härte an verschiedenen Stellen eines Querschnittes durch Kugeldruckversuche bestimmt. Das Ergebnis ist in Zahlentafel I enthalten.

Zahlentafel I.

Messung	H 10/3000/30 nach DIN 1605 Bl. 3	Zugfestigkeit (näherungsweise) = H · 36 kg/cm <sup>2</sup>
1	121	4400
2	122	4400
3	126	4500
4	122	4400
5	123	4400
6	126	4500
7	126	4500
8	126	4500
9	126	4500

Die Zugfestigkeit der Rundeseisen kann danach zu etwa 4500 kg/cm<sup>2</sup> angesetzt werden.

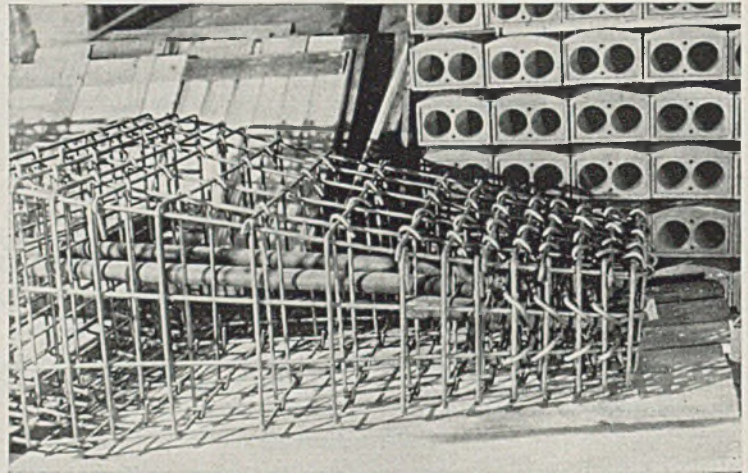


Abb. 4. Bewehrung des Versuchskörpers II.

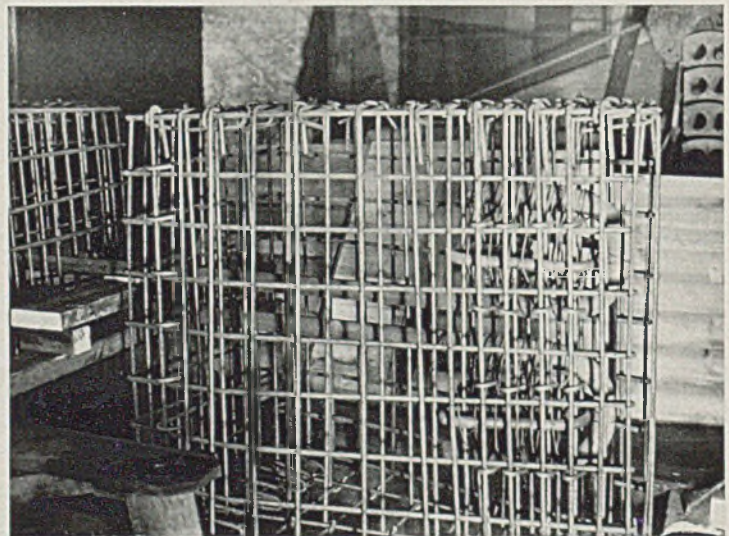


Abb. 5. Bewehrung des Versuchskörpers III.

Die Herstellung von Betongemischen zur Fertigung der Eisenbetonversuchskörper erfolgte am 22. November 1935 auf dem Lagerplatz der Beton- und Monierbau A.-G. Es ergab sich folgende Zusammensetzung des Betons:



1 Rtl. höherwert. Portl.-Zement Marke Adlerstolz  
+ 1 „ Kiessand (= 1 Gwtl.)  
+ 0,5 „ Basaltspalt 3 bis 7 mm (= 0,45 Gwtl.)  
+ 0,7 „ „ 7 „ 15 mm (= 0,63 „ )  
+ 0,7 „ „ 7 „ 25 mm (= 0,70 „ ).  
Gesamtwassergehalt: 10% (durch Abdampfen ermittelt).

Steife des Betons: weich.

Kornzusammensetzung des Gesamtzuschlags: vgl. Sieblinie D der Abb. 6.

Mischen des Betons: In Mischmaschine Bauart Kaiser.

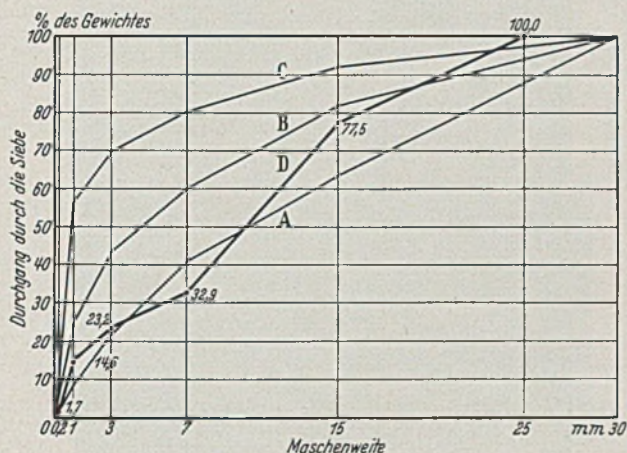


Abb. 6. Siebkurve der Zuschlagstoffe. Geprüfter Zuschlagstoff: Siebkurve D; Gebiet zulässiger Kornzusammensetzung zwischen A und C. Gebiet zulässiger Kornzusammensetzung zwischen A und B.

Einbringen des Betons: Der Beton wurde schichtenweise in die Schalung, die vorher angeätzt worden war, eingebracht. Das Verdichten des Betons geschah durch Stochern mit Holzlaten.

Festigkeit: Aus der Betonmischung wurden vier Würfel von 20 cm Kantenlänge nach den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton hergestellt und je zwei nach 7 und 28 Tagen Alter gemäß den vorgenannten Bestimmungen auf Druckfestigkeit untersucht. Die Prüfung ergab:

Versuch Nr.	Tag der Prüfung	Alter der Würfel Tage	Druckfestigkeit kg/cm <sup>2</sup>	
1	29. II. 1935	7	537	557
2			577	
3	20. II. 1935	28	686	682
4			677	

#### IV. Bestimmung der durch die Pressen ausgeübten Kräfte.

Die Kraftbestimmung bei diesen Versuchen war besonders schwierig. Eine Eichung der Preßköpfe allein hätte nicht genügt, da bei der gewählten Versuchsanordnung durch unvermeidbare Unregelmäßigkeiten die Pressen außerordentlichen Druck bekommen konnten, der einen unkontrollierbaren Reibungsverlust in den Pressen bedeutet hätte. Die Kraft wurde deshalb bis zur Erreichung der Proportionalitätsgrenze in den Rundeisen durch Dehnungsmessungen an den Rundeisen mit Huggenberger Tensometern bestimmt. Eine Anordnung der Meßgeräte zeigt Abb. 7. Hierzu war der Elastizitätsmodul der Rundeisen im Zugversuch zu 2 060 000 kg/cm<sup>2</sup> bestimmt worden. Bei Lasten oberhalb der Proportionalitätsgrenze wurde dann die Kraft aus der Anzeige des den Pressen angeschlossenen Manometers bestimmt, wobei auf Grund der Vergleichsmessungen angenommen werden konnte, daß der Reibungsverlust der Pressen von da ab immer so groß gewesen ist wie beim Erreichen der P-Grenze in den Rundeisen.

#### V. Versuchsdurchführung.

Die Hauptversuche wurden am 4., 5. und 6. Dezember 1935

durchgeführt. Der Beton hatte dabei nur ein Alter von 12—14 Tagen. Die Versuche sollten zunächst nur bis zur Erreichung der Streckgrenze in den Rundeisen durchgeführt werden. Die Anordnung der Versuchskörper ist bereits früher beschrieben, die Messung der Rundeisenkräfte wurde ebenfalls bereits näher erläutert. Die Streckgrenze wurde durch Dehnungsmessungen an den Rundeisen bestimmt. Die hierbei vorhandenen Spannungen sind im nächsten

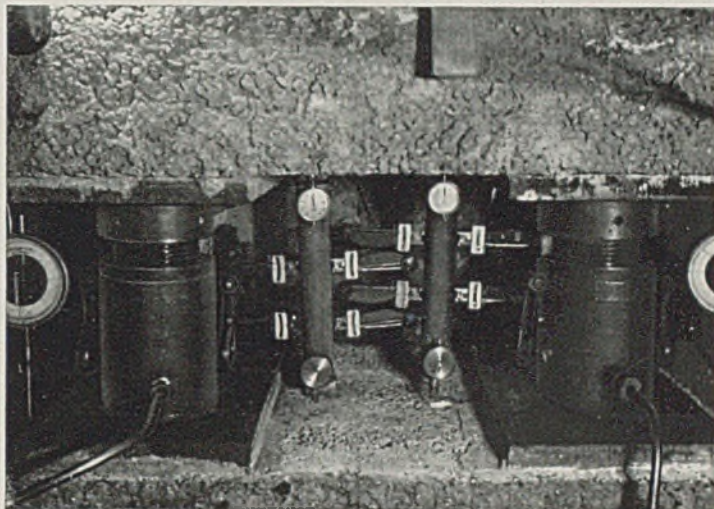


Abb. 7. Meßstellenanordnung am Versuchskörper II.

Abschnitt angegeben. Die Versuchskörper wurden nach dem Erreichen der Streckgrenze in den Rundeisen noch weiter gedrückt, bis sich der lichte Abstand zwischen den Widerlagern um die folgenden Beträge vergrößert hatte.

Versuchskörper	Vergrößerung des lichten Abstandes in cm	Beim Abdrücken erreichte Höchstlasten in t
I	7,0	160
II	4,5	164
III	14,0	188

Der Körper III war weiter gedrückt worden als die Körper I und II, da sich bei diesem Körper wegen der geringeren Länge der Rundeisen eine Prüfung über die Streckgrenze hinaus leichter ermöglichen ließ als bei den Körpern I und II. Bei einer Last von 178 t zeigten sich an den Kopfseiten der Widerlager des Körpers III starke Risse (Abb. 10). Diese Risse ließen vermuten, daß bei hohen Lasten vielleicht doch ein Herausziehen der Rundeisen aus dem Beton eintreten würde. Die Prüfung dieses Versuchskörpers wurde deshalb später, nachdem die inzwischen anderweitig benutzten Pressen wieder frei waren, fortgesetzt. Am 13. und 14. Februar 1936 wurde der Körper weiter gedrückt. Die Last stieg dabei bis auf 200 t an. Dem entspricht eine mittlere Spannung in den Rundeisen von 3500 kg/cm<sup>2</sup>. Schon vor dem Erreichen der Höchstlast bei 176 t, 184 t, 192 t und 200 t ertönte mehrmals ein lautes Knallen. Bei den Lasten 176 und 200 t fiel die Last in den Preßzylindern bis auf einen Bruchteil ab. Es muß deshalb angenommen werden, daß bei der ersten Last der Anriß, bei der Höchstlast aber der Durchbruch des oberen Rundeisens erfolgte. Nach dem Erreichen der Höchstlast wurde der Körper bei kleineren Lasten weitergedrückt. Nach langer Zeit wurde die Bruchfläche des oberen Eisens aus dem Eisenbetonkörper herausgezogen. Nach weiterem Drücken wurde auch das untere Eisen herausgezogen, das sich beim Herausziehen mehr oder weniger gerade gezogen hatte. Die herausgezogenen Eisenenden sind in Abb. 11 abgebildet. Die hinterher erfolgte Aufstimmung des Widerlagers ist in den Abb. 12 u. 13 zu sehen. Man sieht den abgebrochenen Haken des oberen Eisens, der sich durch den Druck etwa 2 cm aus seinem ursprünglichen Bett herausgezogen hat.



VI. Meßergebnisse.

a) Dehnungsmessungen.

Die Ergebnisse der Dehnungsmessungen sind in Abb. 8 aufgetragen. Die Streckgrenze der Rundeisen wurde erreicht bei

- Versuch 1 2640 kg/cm<sup>2</sup>
- Versuch 2 2850 kg/cm<sup>2</sup>
- Versuch 3 2710 kg/cm<sup>2</sup>.

Die Streckgrenze lag also ein wenig höher als bei dem im Materialprüfungsamt untersuchten Rundeisen ( $\sigma_s = 2620$  kg/cm<sup>2</sup>).

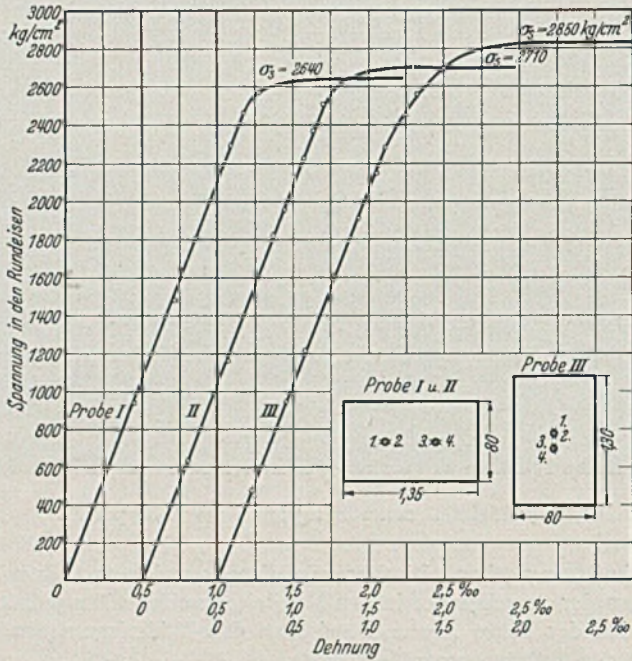


Abb. 8. Ergebnis der Dehnungsmessungen an den Rundeisen. (Die angegebenen Werte sind aus mindestens vier Einzelmessungen gemittelt.)

b) Ergebnis der Messung der Abstandsänderung.

Gemessen wurde zunächst die Abstandsänderung der Eisenbetonklötze an vier Stellen in der Nähe der Kanten (s. Abb. 9).

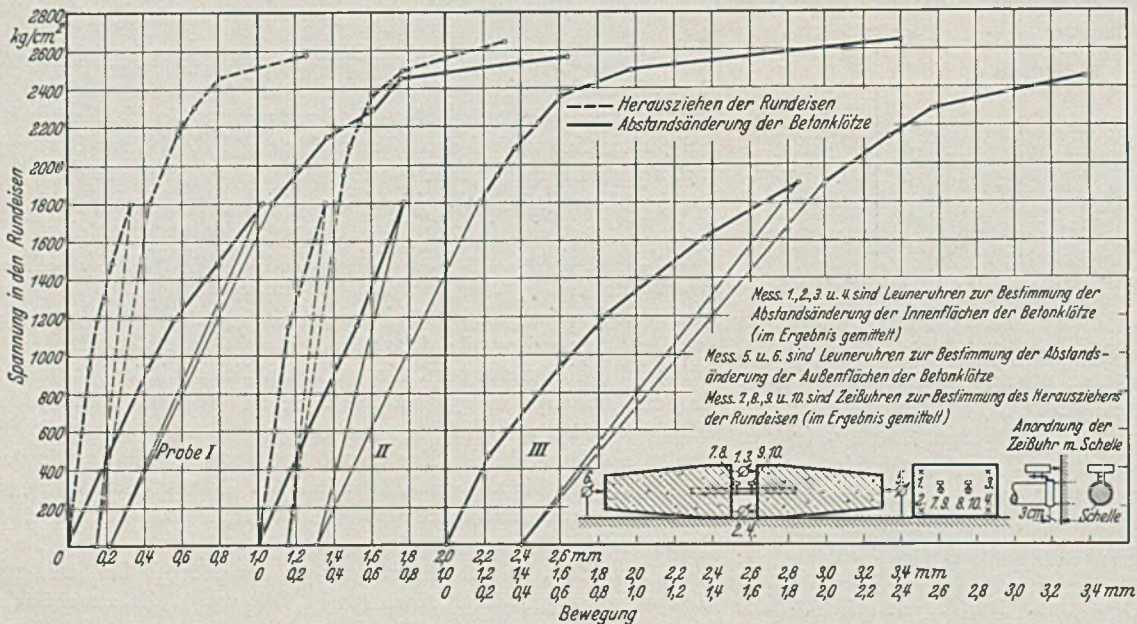


Abb. 9. Messung der Abstandsänderung der Betonklötze und des Herausziehens der Rundeisen.

Daneben wurden die Bewegungen der beiden Außenflächen durch je eine Meßuhr bestimmt. Außerdem wurde bei den Versuchskörpern I und II das Herausziehen der Rundeisen durch vier Zeißuhren gemessen. Die vier Messungen der Abstandsänderung der Eisenbetonklötze wurden gemittelt, ebenso die Messungen über das Herausziehen der Rundeisen.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Abb. 9 aufgetragen. Der Unterschied der Messungen der Abstandsänderung der Innenkanten und der Messung der Bewegung der äußeren Stirnflächen sollte die Längenänderung der Betonkörper angeben. Da jedoch einmal eine positive und einmal eine negative Längenänderung hier-



Abb. 10. Stirnfläche des Körpers III kurz nach dem Erreichen der Streckgrenze in den Rundeisen.

für festgestellt wurde, die beide weniger als 5% der Abstandsänderung betragen, wird im folgenden nur auf die Messung der Abstandsänderung der Innenkanten eingegangen.

Die Gesamtlängenänderung der Eisen kann mit einer praktisch ausreichenden Genauigkeit der Abstandsänderung (Leuneruhrenmessung) der Innenkanten gleichgesetzt werden, weil die Längenänderung des Betonklötzes — wie früher gesagt — demgegenüber nur klein war. Dies gibt eine gute Möglichkeit zur Entscheidung der Frage, ob und wie lange die Eisen durch Haftung und Reibung am Eisenumfang getragen haben und wann die Haken wirksam wurden.

Die Reibungsspannung am Rundeisenumfang ist zunächst am größten am Ende des Betonklötzes, da dort die Verschiebung am größten ist.

Es stellt sich die in Abb. 14 oben stark ausgezogene Haftspannungsverteilungslinie längs der Rundeisen ein. Wenn bei höheren Spannungen, insbesondere bei Erreichung der Streckgrenze, die Querkontraktion der Eisen sich auswirkt, kann die Haftspannung auch weiter innen größer sein als am Ende des Betonklötzes. Bis zu Spannungen dicht unterhalb der Streck-



grenze kann jedoch mit der angegebenen Haftspannungsverteilung gerechnet werden. Diese kann mit ausreichender Genauigkeit durch die in Abb. 14 angegebenen Dreiecke ersetzt werden. Wenn die Haftspannung gradlinig von Null bis auf den Maximalwert  $\tau_{\max}$  ansteigt, muß die Eisenspannung wie ebenfalls in Abb. 14 angegeben nach einer quadratischen Parabel von Null bis  $\sigma_{e \max}$  ansteigen. Die Länge, auf die innerhalb des Betonkörpers Haftspannungen auf das Eisen einwirken, wird mit  $l'$  bezeichnet. Im Höchstfall kann  $l'$  gleich  $l'_0$  werden. Ist  $l'$  kleiner als  $l'_0$ , wird die gesamte Zugkraft durch Haftspannungen auf den Beton übertragen. Wird bei größeren Eisenspannungen rechnerisch  $l'$  größer als  $l'_0$ , ist dies ein Beweis dafür, daß nur ein Teil der Zugkraft durch Haftspannungen, der Rest aber durch den Endhaken übertragen wird. Wenn in den Rundeisen die Streckgrenze überschritten ist, kann damit gerechnet werden, daß praktisch fast die gesamte Eisenkraft nur durch die Haken übertragen wird.



Abb. 11. Herausgezogene Eisenenden beim Versuchskörper III. Oberes Eisen: Haken abgebrochen. Unteres Eisen: Haken aufgebogen.

Im folgenden soll untersucht werden, wie lange die Rundeisenkraft nur durch Haftspannungen übertragen wird, wann die Haken wirksam werden und wie groß die mittleren Haftspannungen sind. Aus der Messung der Abstandsänderung der Betonklötze, die der

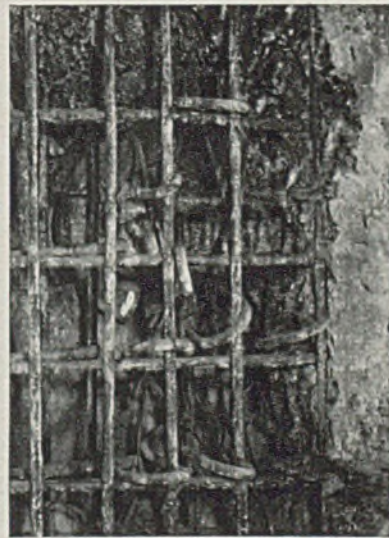


Abb. 12 und 13. Aufstimmung am Körper III (Kreidestriche: Abgerissenes Rundeisen).

Gesamtlängenänderung der Rundeisen gleichgesetzt werden kann, läßt sich die Länge  $l'$  leicht berechnen. Die Abstandsänderung  $\Delta l$  ist nach Abb. 14

$$\Delta l = \frac{1}{E} \cdot \sigma_{e \max} \left( 40 + 2 \cdot \frac{l'}{3} \right)$$

$$l' = \Delta l \cdot \frac{1,5 E}{\sigma_{e \max}} - 40.$$

Die mittlere Haftspannung  $\tau_{\text{mittel}} = \frac{1}{2} \tau_{\max}$  ist

$$\tau_{\text{mittel}} = \frac{\sigma_{e \max} \cdot f_e}{l' \cdot u} = \frac{\sigma_{e \max}}{l'} \cdot 1,54$$

( $u$  = Rundeisenumfang,  $f_e$  = Rundeisenquerschnitt)

In der nachfolgenden Zahlentafel 2 sind die Längen  $l'$  und die mittleren Haftspannungen  $\tau_{\text{mittel}}$  für die drei Versuchskörper neben den Eisenspannungen  $\sigma_{e \max}$  aufgetragen.

Zahlentafel 2.

Körper I			Körper II			Körper III		
$\sigma_{e \max}$	$l'$	$\tau_{\text{mittel}}$	$\sigma_{e \max}$	$l'$	$\tau_{\text{mittel}}$	$\sigma_{e \max}$	$l'$	$\tau_{\text{mittel}}$
kg/cm <sup>2</sup>	cm	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	cm	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	cm	kg/cm <sup>2</sup>
935	102	14	612	95	10	468	108	7
1192	108	17	1147	102	17	935	(158)	(9)
1477	126	18	1805	161	17			
1805	146	19	1940	164	18			
2150	156	21	2080	165	19			
2290	(177)	(20)	2220	172	20			
			2360	(173)	(21)			
	$l'_0 = 170$ cm			$l'_0 = 170$ cm			$l'_0 = 120$ cm	

Man sieht daraus, daß bei den Versuchskörpern I und II bis dicht unterhalb der Streckgrenze die gesamte Zugkraft nur durch Haftspannungen auf den Beton übertragen wurde. Erst beim Erreichen der Streckgrenze bekommen die Haken einen größeren Teil der Zugkraft. Dagegen kann angenommen werden, daß bei Versuchsende, wenn der lichte Abstand der Betonklötze sich um 7 bzw. 4,5 cm vergrößert hat, fast die gesamte Zugkraft nur durch die Haken aufgenommen wird, da sowohl die Querkontraktion der Eisen oberhalb der Streckgrenze als auch die großen Verschiebungen zwischen Eisen und Beton große Haftspannungen und wahrscheinlich machen. Von der Beton- und Monierbau-A.-G war in einem Vorversuch festgestellt worden, daß ein ebensolches Rundeisen ohne Haken einbetoniert sich bei einer mittleren Haftspannung von nur 12 kg/cm<sup>2</sup> aus dem Beton herausziehen ließ. Die hier errechneten Haftspannungen von 20 bis 21 kg/cm<sup>2</sup> erscheinen dagegen recht hoch zu sein. Beim Körper III, bei dem die

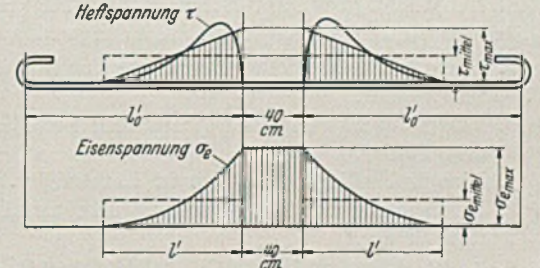


Abb. 14. Haftspannungen  $\tau$  und Eisenspannungen  $\sigma_e$ .

Länge  $l'$  nur 120 cm betrug, begann die Wirkung der Endhaken schon weit früher bei etwa  $\sigma_{e \max} = 600$  kg/cm<sup>2</sup>. Es ist anzunehmen, daß im Gegensatz zu den Körpern I und II hier oberhalb dieser Last sowohl die Haftspannungskraft als auch die Hakenkraft weiter anstieg, während bei den Körpern I und II die Haftspannungskraft ihr Maximum wohl schon annähernd erreicht hat, ehe der Haken zu wirken beginnt.

## VII. Ergebnisse und Schluß.

Alle drei Versuchskörper wurden in einem Alter von zwei Wochen belastet, bis die 60 mm starken Eisen bis zur Streckgrenze beansprucht waren. Dies war bei Spannungen von 2640, 2850 und 2710 kg/cm<sup>2</sup> der Fall. Eine Auswertung der Meßergebnisse ergab, daß bei den Körpern I und II bis fast zu diesen Spannungen hinauf alle Kräfte durch Reibungsspannungen am Rundeisenumfang und nicht durch die Haken in die Klötze eingeleitet wurden. Beim Körper III begann die Mitwirkung der Haken von einer Eisenspannung oberhalb 600 kg/cm<sup>2</sup> ab. Bis zur Erreichung der Streckgrenze wurden keinerlei sichtbare Risse in den Eisenbetonkörpern beobachtet. Man kann annehmen, daß im Endzustand die Querkontraktion der Eisen so groß war, daß dann der Hauptteil der Zugkraft nur durch die Haken übertragen wurde.



Der Körper III wurde über die Streckgrenze hinaus bis zum Bruch belastet. Dicht oberhalb der Streckgrenze zeigten sich an den Außenflächen der beiden Widerlager starke senkrechte Risse. Bei einer mittleren Eisenspannung von 3500 kg/cm<sup>2</sup> riß das obere Eisen am Ansatz des Hakens ab. Das untere Eisen konnte darauf aus dem Beton mit dem oberen zusammen herausgezogen werden. Durch das bei Versuch III am Hakenansatz abgerissene Rund-eisen ist der Beweis erbracht, daß auch der Haken allein ohne

Haftspannungen eine ausreichende Verankerung für das Rund-eisen bilden kann.

Die Versuche haben insofern ihr Ziel erreicht, als sie gezeigt haben, daß es möglich ist, dicke Rund-eisen aus St 37 mit ausreichender Sicherheit allein durch Konstruktionselemente des Eisenbetonbaues in den Beton hinein zu verankern und daß deshalb unter gewissen Voraussetzungen eine Änderung der bestehenden Bestimmungen in diesem Punkt berechtigt erscheint.

## BEITRAG ZUR BERECHNUNG KREUZWEISE BEWEHRTER KONTINUIERLICHER DECKENPLATTEN.

Von Reg.-Baumeister J. Färber, Stuttgart-Bad Cannstatt.

Kreuzweise bewehrten Platten kommt in neuerer Zeit immer mehr steigende Bedeutung zu. Sofern diese Decken mindestens in einer Richtung von so großer Ausdehnung sind, daß eine Unterteilung notwendig wird, so entstehen rechteckige kreuzweis bewehrte Platten, die sich in einer oder zwei Richtungen über mehrere Felder erstrecken. Für die in den Bestimmungen für Eisenbeton vorgesehene Berechnungsweise wird nachstehend ein einfaches Verfahren gezeigt:

Eine gleichmäßig verteilte Einheitslast wird derart in  $q_x$  und  $q_y$  zerlegt, daß der Plattenmittelpunkt unter Berücksichtigung der Stützungsart der Ränder im Streifen gleichlaufend zu  $l_x$  für die Last  $q_x l_x$  die gleiche Durchbiegung aufweist wie im Streifen gleichlaufend zu  $l_y$  für die Last  $q_y l_y$ , wobei  $q_x + q_y = q$  ist. Die Aufteilung setzt also die Kenntnis der Durchbiegung voraus und für diese soll eine einfache Berechnungsformel aufgestellt werden. Wir gehen dabei von den Fixpunkten aus. Läuft die Platte über mehrere Felder durch, so können für jedes Feld nach den bekannten Regeln für den kontinuierlichen Träger die Fixpunkte ermittelt werden, und zwar, da wir die Zahlenwerte brauchen, am besten rechnerisch, nicht graphisch. Betrachten wir beispielsweise Abb. 1 so erkennen wir, daß wir folgende Berechnungen anzustellen haben:

1. Einen kontinuierlichen Deckenstreifen in Richtung  $y$  über vier Felder.
2. Einen durchlaufenden Deckenstreifen in Richtung  $y$  über drei Felder.
3. Eine freiaufliegende Platte in Richtung  $y$ .
4. Einen kontinuierlichen Deckenstreifen in Richtung  $x$  über drei Felder.
5. u. 5a. Einen kontinuierlichen Deckenstreifen über zwei Felder in Richtung  $x$ .
6. Eine freiaufliegende Platte in Richtung  $x$ .

Für alle die Deckenstreifen sind die Spannweiten und Auflagerverhältnisse bekannt. Soweit sie durchlaufend sind, können ohne weiteres die Festpunkte eingerechnet werden. Beispielsweise für Streifen 1

$$i_2 = \frac{l_{y2}}{3 + \frac{2 l_{y1}}{l_{y2}}}$$

$$i_3 = \frac{l_{y3}}{3 + \frac{l_{y2}}{l_{y3}} \left( 2 - \frac{i_2}{l_{y2} - i_2} \right)}$$

usw.

Sind alle Festpunkte bekannt, so ergibt sich die Durchbiegung in Plattenmitte für eine Last  $q$  gleich

$$f_m = \frac{q l^4}{384 E J} \frac{5 l - 11 i - 11 k + 24 \frac{i \cdot k}{l}}{1 - i - k}$$

Die einfache Ableitung dieser Gleichung soll hier wegbleiben. In einem Endfeld ist  $K = 0$  (oder  $i = 0$ ), dann ist

$$f_m = \frac{q l^4}{384 E J} \frac{5 l - 11 i}{1 - i}$$

und in einem freiaufliegenden Feld ist auch  $i = 0$ , wodurch die bekannte Gleichung

$$f_m = \frac{5 q l^4}{384 E J}$$

entsteht. Man rechnet nun mit  $q = 1$  und mit einer  $384 E J$  fachen Durchbiegung, die nachstehend der Kürze halber mit  $f_y$  bzw.  $f_x$

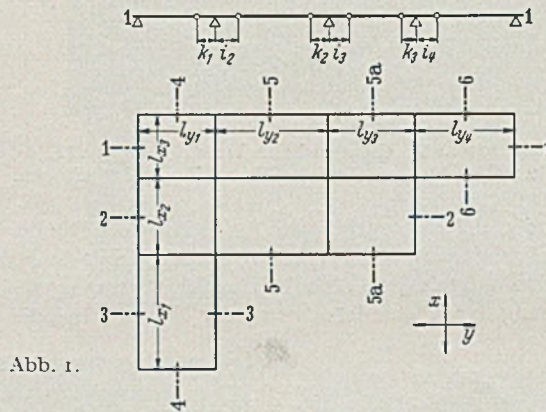


Abb. 1.

bezeichnet sein soll. Sind diese bekannt, so ist für jedes Feld

$$f_x q_x - f_y q_y = 0$$

und

$$q_x + q_y = 1$$

oder

$$q_x = \frac{f_y}{f_x + f_y}$$

$$q_y = \frac{f_x}{f_x + f_y}$$

Damit ist die Aufteilung beendet, und die Berechnung kann nach gewohnten Regeln weitergehen.

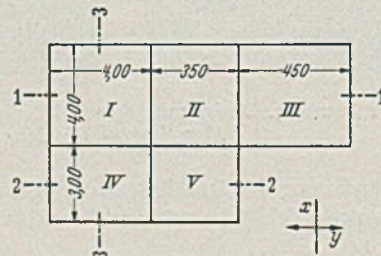


Abb. 2.

Beispiel: Es sei eine Decke mit dem auf Abb. 2 gezeichneten Grundriß zu berechnen.

Man erhält folgende Werte:

Für Schnitt 1 (Richtung  $y$ )

$$i_2 = \frac{3,50}{3 + 2 \frac{4,0}{3,5}} = 0,66 ; \quad 2 - \frac{0,66}{3,50 - 0,66} = 1,768$$



$$i_3 = \frac{4,5^0}{3 + 1,768 \frac{3,5}{4,5}} = 1,03$$

$$K_3 = \frac{3,5^0}{3 + 2 \frac{4,5}{3,5}} = 0,63; \quad 2 - \frac{0,63}{3,5^0 - 0,63} = 1,78$$

$$K_1 = \frac{4,0}{3 + 1,78 \frac{3,5}{4,0}} = 0,88.$$

Für Schnitt 2 ergibt sich ebenso

$$i_2 = 0,66 \quad \text{und} \quad K_1 = 0,84$$

und für Schnitt 3

$$i_2 = 0,89; \quad K_2 = 0,53.$$

Damit wird in y-Richtung

$$\text{Raum I} \quad f_y = 4,0^4 \frac{5 \cdot 4,0 - 11 \cdot 0,88}{4,0 - 0,88} = 850$$

$$f_x = 4,0^4 \frac{5 \cdot 4,0 - 11 \cdot 0,89}{4,0 - 0,89} = 840$$

$$f_x + f_y = 1690$$

$$\text{Raum II} \quad f_y = 3,5^4 \frac{5 \cdot 3,5 - 11 \cdot 0,66 - 11 \cdot 0,63 + 24}{3,5 - 0,66 - 0,63} = 417$$

$$f_x = \text{wie Raum I} = 840$$

$$f_x + f_y = 1257$$

$$\text{Raum III} \quad f_y = 4,5^4 \frac{5 \cdot 4,5 - 11 \cdot 1,03}{4,5 - 1,03} = 1320$$

$$f_x = 4,0^4 \cdot 5 = 1280$$

$$f_x + f_y = 2600$$

Für die folgenden Räume ergibt sich analog

$$\text{Raum IV} \quad f_y = 872$$

$$f_x = 301$$

$$f_x + f_y = 1173$$

$$\text{Raum V} \quad f_y = 540$$

$$f_x = 301$$

$$f_x + f_y = 841$$

und damit folgende Zusammenstellung

Raum	I	II	III	IV	V
$q_x$	0,503	0,332	0,508	0,743	0,642
$q_y$	0,497	0,668	0,492	0,257	0,358

Werden nunmehr die Belastungen, und zwar Nutz- und Eigenlast in den einzelnen Feldern mit vorstehenden Koeffizienten multipliziert, so kann die Berechnung mit bekannten Methoden weitergeführt werden. Die schon ermittelten Fixpunkte erleichtern die graphische Weiterbehandlung. Die darauffolgende Berücksichtigung der Verdrillungssteifigkeit bietet ebenfalls nichts Besonderes,

## KURZE TECHNISCHE BERICHTE.

### Stand der Arbeiten am „All-American-Canal“.

Die Imperial- und Coachella-Niederungen im südlichsten Kalifornien leiden unter Wassermangel. Seit mehr als 25 Jahren ist ihnen daher Wasser des Colorado-Flusses durch den Imperial-Haupt-Kanal zugeführt worden, der aber fast 80 km durch mexikanisches Gebiet führt und deshalb von mancherlei Schwierigkeiten Anlaß bot. Im Rahmen des Colorado-Ausbaues ist ein Ersatzbau beschlossen und begonnen, der nach Fertigstellung etwa 70% des Coloradowassers ausgeglichen in die wasserärmeren Täler leiten wird. Das erste Projekt hierzu wurde schon 1919 aufgestellt, aber erst im Rahmen der Boulder-Damm-Akte — durch die ursprünglich nur die Schäden des Colorado-Hochwassers gebannt werden sollten — konnte der Kanalplan festere Formen annehmen.

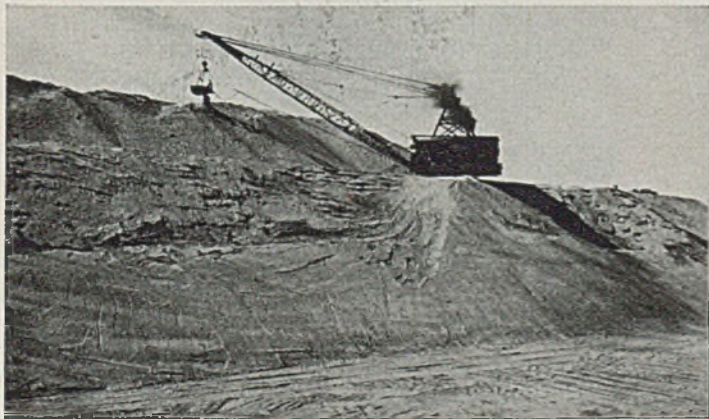


Abb. 1. Bagger mit Kübel von 12 m<sup>3</sup>-Inhalt bei der Verbreiterung des Kanalquerschnittes auf der Strecke durch die Sandhügel. Schütthöhe bis 30 m, Ausleger 52,5 m lang.

Der „All-America-Canal“ nimmt oberhalb der Stadt Yuma im Stau des Laguna-Dammes 424,4 m<sup>3</sup>/sec auf und verteilt diese im Laufe seiner 128 km langen Entwicklung. 56 m<sup>3</sup>/sec gehen in den nach Süden abzweigenden Yuma-Kanal, weitere 84 m<sup>3</sup>/sec werden nach rd. 25 km durch ein Kraftwerk am Berge Pilot Knob wieder in das Colorado-Bett, das hier recht nahe kommt, abgegeben, wobei 60 000 kVA anfallen; 280 m<sup>3</sup>/sec dienen zur Bewässerung der Niederungen, von denen 42 m<sup>3</sup>/sec durch einen 210 km langen Kanal in das Coachella-Tal geführt werden müssen.

Schließlich erhält die Stadt San-Diego noch 4,4 m<sup>3</sup>/sec durch einen ebenfalls rd. 200 km langen Zweigkanal. Die gesamte bewässerte Fläche umschließt 4046 km<sup>2</sup>, und die Baukosten betragen rd. 38,5 Millionen Dollar.

Nachdem heute etwa 3 Jahre der Bauzeit verflossen sind und etwa 85% des Aushubs fertiggestellt wurden, findet sich in der Fachliteratur ein Rückblick auf die technischen Erkenntnisse und Fortschritte. Bei der Menge und Art der fast 54 000 000 m<sup>3</sup> Aushub genügten nicht mehr normale Fördergeräte, wie man sie bei der Mississippi-Regulierung verwendete, vielmehr entwickelten sich die Bagger zu Größen bis zu 12,2 m<sup>3</sup> Kübelinhalt, bei einer max. Auslegerweite von 52,50 m und 450 PS-Dieselantrieb. Auch ist die Form der Kübel erheblich geändert, da man

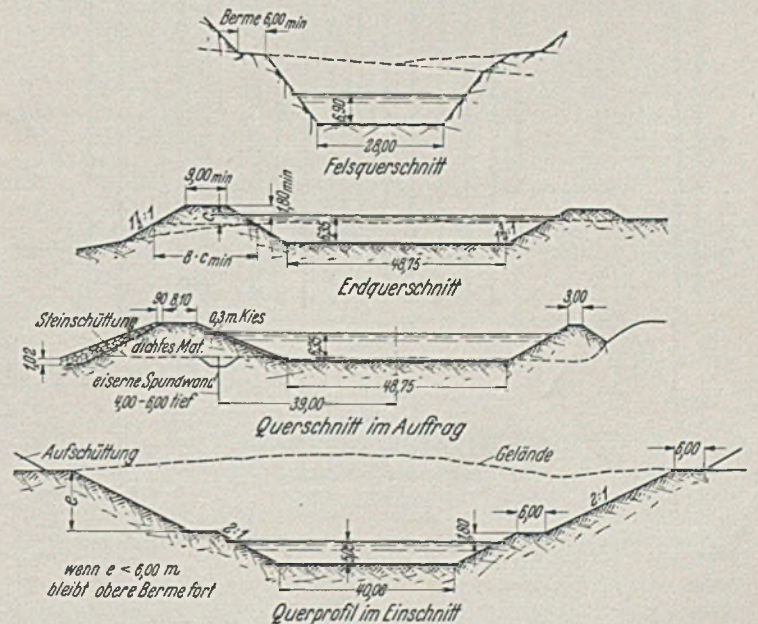


Abb. 2. Regelquerschnitte des Kanals.

fast ausschließlich mit feinem und feinstem Sand zu tun hatte. Die Strecke durch Sandhügel und Wüstenflächen war besonders schwierig infolge der Staubentwicklung, die jede Arbeitsmaschine unbrauchbar



machte. Hier konnte man erst zum Ziele kommen, nachdem der Boden durchnäßt wurde. Ein oberflächliches Besprengen brachte Krustenbildung mit sich, die wieder aufgebrochen werden mußte; schließlich hatte man Erfolg mit einer künstlichen Infiltration, indem man durch Röhre im allseitigen Abstand von 3 m unter einem Druck von 7 kg/cm<sup>2</sup> je Minute 1135 l Wasser in den Boden preßte. Die erzielte Durchfeuchtung reichte bis 6 m tief und machte den Boden schüttbar, wobei die Feuchtigkeit den Boden für weitere Besprengung erst geeignet machte. Der trockene, staubfeine Boden nahm sonst keine Beregnung an. Der Wasserzusatz für die solide Verdichtung der Sanddämme war durch Versuch zu 12% bestimmt, 8—9% wurden durch die vorstehend erwähnte Einpressung erreicht. Die Verdichtung des Dammes geschah mit Walzen, die eine Flächenpressung von 17,5 kg/cm<sup>2</sup> ausübten. Nach 12maligem Walzen war der Boden, der mit 1690—1760 kg Raumgewicht aufgeschüttet lagerte, auf rd. 2000 kg/m<sup>3</sup> verdichtet. Die Dämme waren nicht mehr der Gefahr des Windangriffs ausgesetzt, nachdem man diesem Punkt besonderes Augenmerk zugewendet hatte.

des Materials dieses wieder entfernt werden kann. Zu letzterem Zweck hat man in der gefährdeten Strecke in den Dämmen alle 800 m Durchstiche offen gelassen.

Die Wassergeschwindigkeit im Kanal soll 1,15 m/sec betragen, die Sohle nicht angreifen und kein Geschiebe und keine Verschlammung führen; bei ganz feinen Sanden in der Sohle wurden diese ausgehoben und durch gröberes Material ersetzt. Verschiedene Strecken mußten gedichtet werden, was mehr als 730 000 m<sup>3</sup> Dichtungsmaterial als Klei, Sand und Kies unter 12,5 cm Ø erforderte, das in Schichten nicht über 15 cm (nach Verdichtung durch Walzen mit 17,5 kg/cm<sup>2</sup> Flachendruck) eingebracht wurde.

Eine große Reihe von Kunstbauten, wie Einlässe, Düker für das Kanalwasser und auch Düker für Wasserläufe, die unter dem Kanal durchgeführt wurden, Verteilerbauwerke und eine Entlastungsanlage für das gesamte Kanalwasser von 425 m<sup>3</sup>/sec wurden notwendig, wobei die Bauwerke im Wüstengebiet infolge der enormen Sonnenbestrahlung, der die sichtbaren Teile ausgesetzt sind, die meisten konstruktiven Schwierigkeiten boten. [Nach Engng. News. Rec. 118 (1937) S. 258 und 113, S. 488, 688.] Dipl.-Ing. Ernst Bachus, Hannover.



Abb. 3. 30 m tiefer Einschnitt im Gebiet der Sandhügel.

**Bemerkenswerte Betonbalkenbrücke mit steifer Bewehrung.**

Die kürzlich erbaute Straßenbrücke über den Fraserfluß bei Westminster in Britisch-Kolumbien, die einen veralteten Überbau dieser Hauptverkehrsstraße zwischen Seattle und Vancouver ersetzt, erforderte an ihrem Südennde eine 426,72 m lange Auffahrtsrampe. Bei dem vorhandenen schlechten Untergrund und einer Fahrbahnhöhe von 27,43 m am flußseitigen Ende der Rampe würde ein Lehrgerüst sehr teuer geworden sein. Statt dessen wurden in jeder Öffnung drei leichte Stahlträger verwandt. Diese mußten imstande sein, die tote Last des frischen Betons und der Schalung zu tragen, dienten aber gleichzeitig auch als Bewehrung der Betonhauptträger. Die nachstehend beschriebene Bauweise wurde bei zwanzig Öffnungen — elf Öffnungen mit 22,45 m, eine Öffnung mit 31,7 m und acht Öffnungen mit 17,88 m Spannweite — angewandt.

Nach Fertigstellung der Pfeiler wurde die Montage der Stahlkonstruktion vom landseitigen Ende mit Hilfe eines verschieblichen Auslegerkrans begonnen. Dieser setzte erst die drei Stahlträger auf ihre Lager ab, verlegte die Querträger und rückte dann selber auf den gerade fertiggestellten Stahlüberbau vor, um in der nächsten Öffnung den gleichen Vorgang zu wiederholen.

Die Gurte der Träger bestanden aus zwei schweren Winkeln, die Füllungsstäbe aus Winkeln und Flachstählen. In einigen Fällen wurden zusätzliche Rundstäbe mit dem Untergurt verschweißt, um den erforderlichen Bewehrungsquerschnitt für Verkehrsbelastung zu erzielen.

Anschließend an die Aufstellung der Stahlkonstruktion wurde die Holzschalung in der üblichen Weise zusammengebaut und an den Stahlträgern aufgehängt (Abb. 1). Da alle Stahlteile bereits vorher zu Ein-

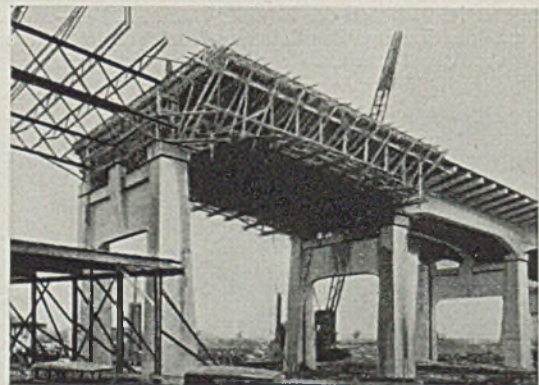


Abb. 1. Schalung der hohen Auffahrtsrampe zur Fraserflußbrücke.

heiten verschweißt waren, war die Bewehrung schon sorgfältig verteilt, ehe die Schalung angebracht wurde. Auf diese Weise wurde gegenüber der normalen Eisenbetonbauweise beträchtlich an Zeit gespart.

Jeder Stahlträger erhielt eine der Durchbiegung beim Betonieren entsprechende Überhöhung, so daß die Betonbalken nach dem Erhärten des Betons die gewünschte Form annahm.

Die Brücke wurde für eine Belastung von je einem 20 t-Lastwagen auf jeder der vier Fahrbahnsuren berechnet. Der ursprüngliche Entwurf sah zwei Betonträger mit Rundstahlbewehrung unter der 12,19 m breiten Fahrbahntafel vor. Für die Anwendung der steifen Bewehrung wurde jedoch ein dritter Träger erforderlich.

Querschnitt und Aufriß der Träger sind aus der beigefügten Zeichnung (Abb. 2) ersichtlich. Die gesamten Baukosten des langen Rampenbauwerks einschließlich Gründung, Pfeiler, Beleuchtungsmaste usw. betragen umgerechnet rd. 1880 RM je Meter Brückenlänge oder rd. 130 RM

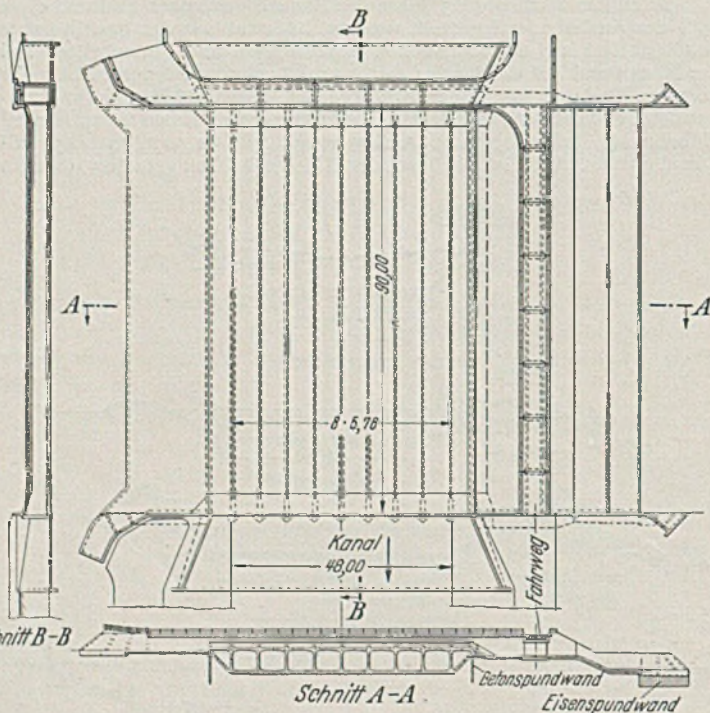


Abb. 4. Düker-Zeichnung für die Unterführung des Kanals unter dem Picacho-Fluß.

Die Linienführung machte Einschnitte in den Sandhügeln bis zu 30 m Tiefe erforderlich. Es bestand die Gefahr, daß die häufigen Sandstürme die Dämme zu Wanderdünen machen würden. Man begegnete dieser Gefahr mit 4 Maßnahmen: 1. Oberflächensprengung mit Abfallöl 2. Pflanzenwuchs auf den Böschungen, wo der Boden es zuließ, 3. Anordnung des groben Materials auf den Böschungsf lächen und der Dammkrone, 4. Anlage einer breiten Berme, von welcher bei einer Wanderung



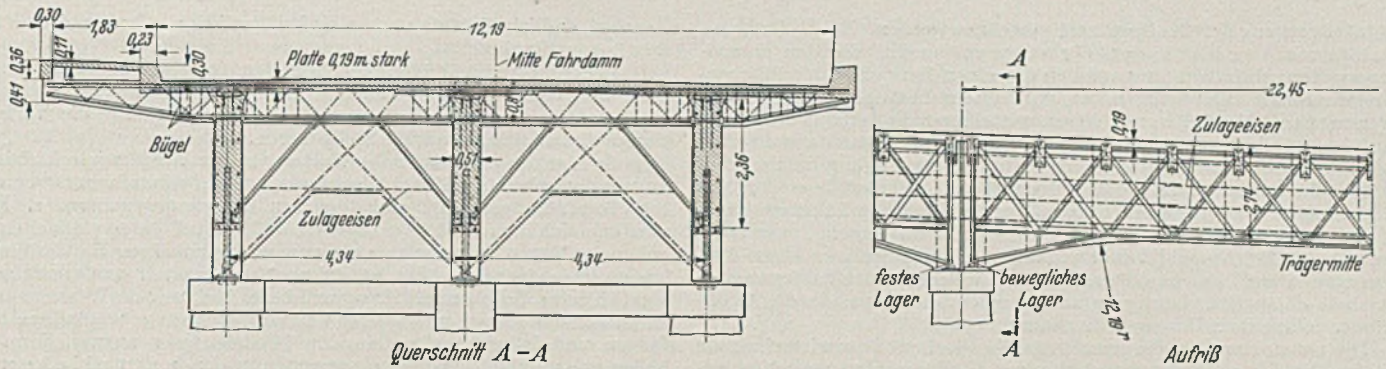


Abb. 2. Querschnitt und Aufriß der steifen Bewehrung in einer Öffnung der Südrampe der Fraserflußbrücke.

je Quadratmeter überdeckter Grundfläche. Das hier angewandte Verfahren, die Stahlkonstruktion in doppelter Weise auszunutzen, war also sehr wirtschaftlich. [Nach Engng. News Rec. 118 (1937) S. 270.]  
Ernst E. Fröhlich, Hannover.

### Der Korrosionsschutz als Bauproblem.

Übersicht: Die Bleifarbenverordnung. — Auswahl der Zusatzstoffe für bleihaltige Rostschutzfarben nach dem „Wirtschaftlichkeitsgesetz“. — Neue Schutzstoffe aus heimischen Rohstoffen.

Mein letzter Bericht zu vorstehendem Thema<sup>1</sup> ging von der Feststellung aus, daß die beiden „klassischen“ Rostschutzpigmente, Bleimennige und Bleiweiß, zwar nach wie vor nicht entbehrt werden könnten, jedoch aus nationalwirtschaftlichen Gründen bis auf weiteres mit mäßigen Zusätzen an billigen, leicht zu beschaffenden Streckstoffen versehen werden müßten. Diese Feststellung hat inzwischen insofern Gesetzeskraft erlangt als die beiden genannten Pigmente seit August vorigen Jahres nur noch mit mindestens 20% an bleifreien Zusätzen versehen hergestellt oder veräußert werden dürfen<sup>2</sup>.

Dies darf jedoch nicht dazu führen, daß auf die Verwendung dieser hochwertigen Anstrichstoffe fortan überhaupt verzichtet wird. Man muß sich dabei stets vergegenwärtigen, daß die technischen und rechnerischen Grundlagen der Sachwerterhaltung (und folglich auch der Korrosionsverhütung) stets gleich bleiben, mag der Rohstoffmarkt nun zufällig so oder so bestellt sein. Das vom Reichsbahnzentralamt ermittelte und von anderer Seite vielfach bestätigte Gesetz der „Wirtschaftlichkeit auf lange Sicht“<sup>3</sup> hat denn auch heute noch unbeschränkte Gültigkeit. Man wird also die Auswahl der Schutzstoffe derzeit nach dem gleichen Grundsatz treffen müssen, der von jeher für sie maßgeblich war: Er lautet, daß der an sich wertvollere, wenngleich teurere Schutzstoff die verhältnismäßig bessere Schutzwirkung verbürgt und infolgedessen — auf einen längeren Zeitraum berechnet — doch billiger zu stehen kommt als irgendeine minderwertige Ware. Die vorerwähnten gesetzlichen Beschränkungen sind denn auch ausschließlich im Hinblick auf die Zeitverhältnisse und nicht etwa deshalb erfolgt, weil die Entbehrlichkeit der oben genannten „aktiven“ Bleipigmente in den betreffenden Verwendungsarten bislang irgendwie erwiesen wäre.

Hieraus ergibt sich nun allerdings die weitere Folgerung, daß die Ersatz- oder Zusatzstoffe nur in den unbedingt nötigen Mengen und unter Aufgebot aller fachmännischen Umsicht und Erfahrung mit den eigentlichen Trägern der Schutzwirkung verarbeitet werden dürfen. Pigmente und Substrate, die schlecht decken oder die Quellung des Bindemittels begünstigen, sollten für Rostschutzzwecke vorweg ausscheiden, desglei-

chen alle diejenigen, die erst in letzter Zeit und nur auf Grund örtlicher Erfolge oder unzulänglicher Kurzprüfungen eingeführt worden sind, die unvermeidliche Bewährungsfrist also noch nicht bestanden haben. Als Beimengung für Bleimennige beispielsweise kommen sodann in erster Linie Eisenoxyd und das unter dem Namen „Hammerschlag“ bekannte blauschwarze Eisenoxyduloxyd in Betracht, die beide verhältnismäßig billig und auch im Inland leicht zu beschaffen sind. Es muß jedoch mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß das Eisenoxydrot in Dutzenden verschiedenen Abarten im Handel erscheint, unter denen man solche von rostverzögernder, neutraler und sogar rostfördernder Wirkung unterscheiden kann. Es bedarf demnach kaum eines Beweises, daß die Auswahl unter ihnen nur von wirklich berufener Seite erfolgen darf.

Die neuen Bleifarben<sup>4</sup> gehören zweifellos zum Besten, was sich im Rahmen der heutigen Rohstofflage zum Zwecke der Rostverhütung bieten läßt. Dies schließt jedoch nicht aus, daß heute noch eine große Anzahl mehr oder minder getarnter Verschnitte aus bleifreien, billigen Materialien als ihnen gleichwertig feilgeboten wird, deren angebliche Schutzwirkung meist weder erfahrungsgemäß noch wissenschaftlich ausreichend belegt werden kann. Darüber hinaus ist eine Anzahl neuartiger Rostschutzfarben im Handel anzutreffen, die immerhin einen wertbestimmenden Bestandteil enthalten, d. h. einen Stoff, von dem man sich auf Grund früherer oder neuerer Beobachtungen eine besonders günstige Wirkung erhofft<sup>5</sup>. Wieder andere, dem gleichen Zweck dienende Fabrikate sind aus dem Bestreben heraus entstanden, ein altbekanntes Prinzip in neuer, verbesserter Form zu verwirklichen. Alle diese Sondertypen von Rostschutzfarben sind heute noch recht jung und demgemäß wird ein halbwegs sicheres Urteil über sie wohl erst in einigen Jahren möglich sein.

Alles in allem kann gesagt werden, daß die praktische Korrosionsverhütung gegenwärtig in einem behelfsmäßigen Zwischenstadium angelangt ist, insofern die altbewährten Schutzstoffe nicht mehr im erforderlichen Maße zugänglich sind, während andererseits die aus der Rohstoffumstellung hervorgegangenen Neuerungen zumeist noch der Bewährung im großen harren. Eine vorzeitige oder übermäßige Verwendung der letzteren erscheint daher im Hinblick auf die in den Eisen- und Stahlbauten verkörperten unersetzlichen Werte augenblicklich noch wenig angebracht.

Dipl.-Ing. H. Heberling, München.

<sup>4</sup> Es sind dies: Bleiweiß Z, bestehend aus rd. 70 Gew.-T. reinem Bleiweiß und 30 Gew.-T. reinem Zinkweiß; Bleimennige V 75, bestehend aus etwa 25 Gew.-T. reiner Bleimennige und einem entsprechenden Zusatz von ausgewähltem Eisenoxydrot und Hammerschlag. Beide Erzeugnisse sind frei von Füll- und Verschnittstoffen jeglicher Art.

<sup>5</sup> Einer davon ist das Siliziumkarbid, ein ungewöhnlich harter Körper, der bislang nur als Schleifmittel größere Verwendung fand.

## VERSCHIEDENE MITTEILUNGEN.

### Reichswasserwirtschaftstagung 1937 in Breslau.

Die Wasserwirtschaftstagung 1937 des Reichsverbandes der Deutschen Wasserwirtschaft E. V., die vom 29.—30. Juni in Breslau abgehalten wurde, brachte eine Reihe bedeutsamer Vorträge, über die nachstehend kurz berichtet werden soll:

Über „Wasserwirtschaft und Vierjahresplan“ sprach Ministerialrat Leopold im Reichs- und Preuß. Verkehrsministerium. Der Vortragende unterschied zwischen Flächenwasserwirtschaft, worunter die vorwiegend Agrarbedürfnissen dienende Wasserwirtschaft der großen Landflächen mit dem ausgedehnten Netz der Kleingewässer verstanden wurde, und der Linienwasserwirtschaft der Großgewässer, die verschiedenartigen Nutzungen in oft verwickelter Zusammensetzung dient.

Wie bekannt, erstrebt der Vierjahresplan eine Steigerung der deutschen Rohstoffherzeugung an sich sowie ferner eine ausgiebige und vielseitige Verwertung der in der Heimat erzeugten Rohstoffe.

An der unmittelbaren Rohstoffherzeugung ist in erster Linie die Flächenwasserwirtschaft beteiligt. Durch Ausnutzung aller Möglichkeiten und insbesondere durch planmäßige Verteilung der verfügbaren Wassermengen und sorgfältigen Ausgleich zwischen örtlichen und zeitlichen Mangel- und Überschubbereichen können hier weite Landflächen einer gesteigerten Erzeugungsfähigkeit und höheren Kulturformen zugeführt werden. Wasserwirtschaftliche Maßnahmen dieser Art, für die im Rahmen des Vierjahresplanes große Beträge bereitgestellt sind, sollen in erster Linie dort angesetzt werden, wo bereits in kurzer Zeit mit einem Erfolg gerechnet werden kann. Darüber hinaus aber wird durch die wasserwirtschaftliche Planung, die vom Reichs- und Preußischen Ernährungsminister betrieben wird, auf weitere Sicht ein System von Grundlagen entwickelt, das für die künftige Entwicklung, insbesondere der Flächenwasserwirtschaft, von großer Bedeutung sein wird.

Angesichts der geplanten umfangreichen Maßnahmen in der Flächenwasserwirtschaft muß mit der Möglichkeit gewisser Veränderungen



im Abfluvorgang der Großgewässer gerechnet werden. Die Linienwasserwirtschaft der Großgewässer, die den zusammengesetzten Abfluvorgang aus den einzelnen Bereichen der Flächenwasserwirtschaft aufzunehmen hat, wird dieser Entwicklung Rechnung tragen müssen. Abgesehen von diesen mittelbaren Folgen aus dem Vierjahresplan ist die Linienwasserwirtschaft der Großgewässer unmittelbar an den Aufgaben des Vierjahresplanes in großem Umfang dadurch beteiligt, daß sie die Standortbedingungen, die die Großgewässer den örtlich mannigfaltig gegliederten Stätten der gewerblichen Erzeugung bieten, den neuen Aufgaben anzupassen hat, die hier in engem Zusammenhang mit der Reichs- und Landesplanung zu beurteilen ist. Diese Aufgaben sind, wie es der besonderen Eigentümlichkeit der Linienwasserwirtschaft entspricht, häufig zusammengesetzter Natur, da die Großgewässer zahlreichen Belangen dienen müssen.

Die neuen Impulse, die sowohl für die Flächenwasserwirtschaft als auch für die Linienwasserwirtschaft vom Vierjahresplan ausgehen, erfordern ein besonders enges Zusammenarbeiten der beiden Wirkungsbereiche der Wasserwirtschaft, wobei es nötig ist, vor allem durch eine Verfeinerung aller hydrologischen und wasserwirtschaftlichen Methoden nicht nur eine genauere Übersicht über die geänderten Abfluserscheinungen, sondern auch eine weitergehende Beherrschung des Wasser-schatzes und des Abfluvorganges zu erreichen.

Ein weiterer Vortrag von Dipl.-Ing. Kirchner, Direktor der Städt. Wasserwerke Breslau befaßte sich mit der „Wasserversorgung Schlesiens“. Nach Kennzeichnung der geologischen Struktur der schlesischen Ebene und des schlesischen Gebirges wurden die Wasserversorgungen einer Reihe von Städten der Provinz behandelt, und dann die drei wichtigsten Wasserversorgungsbetriebe Schlesiens, nämlich das niederschlesische Industriegebiet im Waldenburger Bergland, das oberschlesische Industriegebiet und die Wasserversorgung der Hauptstadt Breslau. An diesen drei Beispielen wurde aufgezeigt, wie verschiedenartig die Lösungen der Wasserversorgungsfrage sein können, weil sie nur der Örtlichkeit der Natur abgelauscht werden können. In allen Fällen ist die Wasserversorgung ein voller Erfolg geworden. An dem Beispiel der Wasserversorgung der Landeshauptstadt Breslau war zu ersehen, wie eng Flußwasserwirtschaft, Landesmelioration und Grundwasserwirtschaft zusammenhängen und eine für alle Teile zufriedenstellende Lösung gefunden werden kann.

Das Thema „Wasserwirtschaft und Wasserstraße in Schlesien“ behandelte Oederstrombauingenieur Franziskus, Leiter des Gauamtes für Technik.

Im Rahmen seiner Ausführungen ging der Vortragende besonders darauf ein, wie Schlesien ein Beispiel dafür biete, daß sich die Bewertung der verschiedenen Teilgebiete der Wasserwirtschaft im Einzelfalle völlig ändern könne.

Schlesien ist im Grunde ein reiches Land. Seine fruchtbaren Fluren machen es zur heute ergiebigsten Kornkammer Deutschlands. Seine Wälder haben seit langem eine weit verbreitete Papier- und Zellstoffindustrie wachsen lassen, der heute die Zellwollherstellung gefolgt ist. Daneben steht der Reichtum an Bodenschätzen. An erster Stelle die Steinkohle, im letzten südöstlichen Ausläufer Oberschlesiens, an den Hängen der Sudeten im Waldenburger und Neuroder Revier. Aus der Steinkohle hervorgehend entwickelten sich die Eisenindustrie von Oberschlesien, die stahlverarbeitenden Werke von Waldenburg, Breslau, Grünberg, Görlitz, Niesky usw. Im westlichsten Teile Schlesiens, um Hoyerswerda, beginnt die Braunkohle. Zink- und Bleierz aus der Beuthener Ecke decken erhebliche Teile des deutschen Bedarfs. Manche andere Erze, auch Edelmetalle werden gewonnen. Steine und Erden decken weit mehr als einheimischen Bedarf. Strehlen besitzt die größten Granitbrüche Europas.

Dieses knappe Bild muß hinsichtlich der Wasserwirtschaft in Schlesien zu dem Schluß führen, daß hier in ausgesprochenem Maß Hochwasserschutz und Wasser für Bodenkultur und Industrie an erster Stelle stehen müssen. Der letzte Zweifel schwindet in dem Gedanken an Schlesiens schon stark binnenländisches Klima mit seinen ungleichmäßigen Abflubedingungen.

Der Weltkrieg und seine Auswirkungen waren furchtbar für Schlesien. Etwa vier Fünftel des oberschlesischen Industriegebiets und das Hultschiner Land wurden ihm entrissen. Die Nachbarprovinz Posen wurde polnisch. Wie eine lange Halbinsel streckt Schlesien sich zwischen seinen beiden neuen Nachbarn. Beide bauten sich eigene Erzeugungs- und Verarbeitungsindustrien aus, schlossen zu deren Schutz mehr und mehr ihre Grenzen gegen Schlesien durch Zollmauern und traten mit Schlesien in Wettbewerbsverhältnis. Immer stärker wurde Schlesien angewiesen auf den Inlandsmarkt Mitteldeutschlands, der dreihundert Kilometer und mehr entfernt war. Diese „Verkehrsferte“ wurde Verhängnis. Arbeitslosigkeit setzte ein, die weit über das Maß im übrigen Reich hinausging. Mit dem Führer, durch ihn kam der Umschwung.

Wirtschaftlich mußte die Entscheidung dahin fallen, Schlesiens Verkehrsferte so sehr wie möglich zu mildern. Die Arbeitslosigkeit war zu bekämpfen. Volkstumsmäßig war das oberschlesische Grenzgebiet neu und enger nach Westen hin zu binden.

Es gab nur eins, das all diesen Notwendigkeiten gerecht wurde: Den Ausbau der Oderwasserstraße, der an sich im Gang war, stärkstens zu fördern und wesentlich zu erweitern. Der Anschluß des Oberschlesischen Industriegebiets an die Oder durch den Kanal, der des Führers Namen trägt, der Bau weiterer Staubecken bei Turawa und

Berghof, endlich die Oderverlegung bei Ratibor verdanken dem Führer ihre Inangriffnahme.

Lebensnotwendigkeiten brachen den toten Grundsatz: Gerade dort, wo Bodenkultur und Industrie in so hohem Maß Wasserwirtschaft zu ihren Gunsten vordringlich erscheinen lassen, mußte die Verkehrswasserwirtschaft an die erste Stelle treten.

So klar die grundsätzliche Wertung in der Wasserwirtschaft ist, so notwendig ist bei ihrer Durchführung ein sorgfältiges und verantwortungsbewußtes Abwägen ihrer verschiedenen Zweige gegeneinander. Dabei wird eins sich in vielen Fällen ergeben, daß nämlich die so vielfachen Aufgaben der Wasserwirtschaft nicht einander ausschließen. Sie werden vielleicht selten einander völlig decken, noch viel seltener im Grunde gegensätzlich sein. Schadenverhütung und beste Nutzung des Wassers laufen im letzten fast immer auf dasselbe hinaus: Hochwässer weitgehend abzufangen und dadurch zu verringern, Niedrigwässer anzureichern. Wir haben wie alle Kulturvölker eingegriffen in den natürlichen Ablauf des Wassers und haben es notwendig tun müssen. Ein Zurück zur Natur ist nicht möglich. Nun fordert die Zukunft, für die wir Sorge zu tragen haben, die einzige andere Möglichkeit: Beherrschung des Wassers.

Über „Landeskulturelle Aufgaben in Schlesien“ führte Professor Wechmann, Ministerialrat im Reichs- und Preuß. Ministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Berlin etwa folgendes aus:

Die Landeskultur umfaßt alle die Maßnahmen, die der Erhöhung der landwirtschaftlichen Erzeugung dienen und sich dabei auf wasserwirtschaftliche Arbeiten stützen. Hierzu gehören also im besonderen die Regelung der Wasserläufe, der Hochwasserschutz, die Entwässerung, die Bewässerung, die Moorkultur und die landwirtschaftliche Wasserversorgung.

Die meteorologischen Verhältnisse des Sudetenlandes bedingen ausgedehnte und außerordentlich starke Sommerregen im Gebirge. Um sich vor den dadurch hervorgerufenen Überschwemmungen zu schützen, haben die Bewohner schon vor mehreren hundert Jahren Schutzmaßnahmen getroffen, wenn auch zunächst nur in Form einzelner regelloser Eindeichungen. Erst in den Jahren von 1850—1860 sind zusammenhängende Deichzüge entstanden. Die verheerenden Hochwässer in den Jahren 1897 in den linken Nebenflüssen der Oder und 1903 in der Oder selbst haben dazu geführt, planmäßigen Hochwasserschutz zu treiben. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß als die erste Maßnahme das „Gesetz betreffend Schutzmaßregeln im Quellgebiet der linksseitigen Zuflüsse der Oder“ vom 16. September 1899 erlassen worden ist, das vor allem Bestimmungen über die Erhaltung des Waldbestandes, Verbot der Beackung von Grundstücken auf Berghängen und Hochlagen und Verbot der Entwässerung von Moorflächen enthielt, also eine sinnvolle Verbindung von Hochwasserschutz und Naturschutz darstellt, ein Gedanke, der erst in neuester Zeit wieder erhöhte Beachtung gefunden hat. Im übrigen sind in Schlesien auf Grund des Hochwasserschutzgesetzes von 1900 und des Oedergesetzes von 1905 großzügige Anlagen durch Regelung der Wasserläufe und Bau von Talsperren und anderen Rückhaltebecken geschaffen worden, die darauf abzielen, die schädlichen Spitzen der Hochwässer zu mildern und im übrigen das Hochwasser gefahrlos abzuführen.

Ebenso wie bei dem Hochwasserschutz hat sich bereits früh im besonderen bei den schweren Böden des Flachlandes zwischen den Sudeten und der Oder das Bedürfnis nach Entwässerung geltend gemacht. Es ist bemerkenswert, daß in Schlesien im Jahre 1883 der Schlesische Verein zur Förderung der Kulturtechnik, die jetzige Kulturtechnische Gesellschaft, gegründet worden ist, der sich vornehmlich die Durchführung der damals noch verhältnismäßig neuen Dränung zur Aufgabe stellte. Von der Schlesischen Generalkommission ist auch die erste Drän-Anweisung herausgegeben worden, die noch heute auch in ihrer neuesten, vom Reichs- und Preußischen Minister für Ernährung und Landwirtschaft aufgestellten Form von vielen kurz „Die Schlesische Anweisung“ genannt wird. Die Fläche, die allein auf genossenschaftlichem Wege gedränt ist, beträgt heute etwa 133 000 ha, abgesehen von den zahlreich namentlich vom Großgrundbesitz auf eigenem Grund und Boden ausgeführten Dränungen. Außerdem sind im Laufe der Jahre noch 467 Entwässerungsgenossenschaften mit einer Gesamtfläche von 85 000 ha entstanden, die ein Grabennetz von etwa 1500 km Länge ausgebaut haben.

Von Moorkulturarbeiten, die ja stets ebenfalls mit der Entwässerung beginnen, sind besonders die Arbeiten im Sprottebruch zu erwähnen, einem Niedermoor von 6000 ha Größe, das mit Hilfe des Reichsarbeitsdienstes aus einem wüsten, für die Volksernährung nutzlosen Gebiet in fruchtbares Gelände umgewandelt wird.

Das Bedürfnis nach Bewässerung hat sich erst erheblich später herausgestellt, als die Landwirtschaft intensiver zu arbeiten begann. Die Zahl der Bewässerungsgenossenschaften ist daher bei weitem nicht so groß wie die der Entwässerungsgenossenschaften.

In jüngster Zeit hat die Verwertung städtischen und gewerblichen Abwassers für landwirtschaftliche Zwecke eine besondere Bedeutung erlangt. Eine Reihe von Städten, im besonderen Görlitz und Breslau, planen Anlagen hierfür. In Breslau sollen mehr als 4 Millionen m<sup>3</sup> im Jahre der Landwirtschaft zugeführt und von Abwasserwertungsgenossenschaften aufgenommen und verwertet werden. Die Verwendung gewerblicher Abwässer ist wegen ihrer Zusammensetzung und der Möglichkeit ihrer Reinigung erheblich schwieriger. Mit gutem Erfolg werden in Konstanz in Oberschlesien die stickstoff- und kalihaltigen Abwässer



einer Hefefabrik verregnet und dadurch eine Fläche von 100 ha Acker und Grünland zu erhöhter Ertragsfähigkeit gebracht.

Ländliche Wasserversorgungsanlagen dienen nicht nur, wie auch andere Wasserleitungen, zur Förderung der Gesundheit und zur Hebung der allgemeinen Lebenshaltung, sondern sie erleichtern auch den Wirtschaftsbetrieb und vermehren dadurch die landwirtschaftliche Erzeugung. In etwa 90 Gemeinden in Schlesien bestehen Wasserversorgungsanlagen und außerdem sind noch 7 Gruppenwasserversorgungen vorhanden, von denen jede das Gebiet einer ganzen Reihe von Gemeinden umfaßt.

In der Zeit seit der Machtübernahme durch den Nationalsozialismus sind auf allen Gebieten die Landeskulturarbeiten in ganz besonderem verstärktem Maße gefördert worden. So kann die seitdem gedränte Fläche zu 20 000 ha geschätzt werden. Aber auch für die Zukunft sind noch wichtige und umfangreiche Landeskulturarbeiten in allen Zweiggebieten zu leisten. Im besonderen bietet die landwirtschaftliche Verwertung von Abwässern aller Art, die Verwendung von Müll zur Bodenverbesserung, die Vermehrung der Bewässerungsanlagen u. a. noch ein reiches Betätigungsfeld für den Kulturtechniker. Ganz besonders aber wird es künftig mehr als bisher darauf ankommen, daß wasserwirtschaftlich zusammenhängende Gebiete nach einheitlichen Gesichtspunkten bearbeitet werden. Die durch den Reichs- und Preußischen Minister für Ernährung und Landwirtschaft ins Leben gerufenen Wasserwirtschaftsstellen, von denen sich auch eine in Breslau befindet, sind dazu berufen, diese Arbeit zu leisten, durch die eine zweckmäßige und allen Interessen Rechnung tragende Ausnutzung des uns von der Natur gebotenen Wasserschatzes zum Wohle der deutschen Volksgemeinschaft gewährleistet wird.

Bolle, Hamburg.

### Die 75. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure in Kiel am 28. Juni bis 2. Juli 1937.

Die 75. Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure fand in der Kriegsmarinestadt Kiel vom Montag, den 28. Juni bis Freitag, den 2. Juli statt [siehe Ankündigung Bauing. 18 (1937) S. 395]. Gleichzeitig veranstaltete der Verein deutscher Heizungstechniker im VDI seine Hauptversammlung in Kiel am 28. und 29. Juni. Der Hauptversammlung des VDI ging zeitlich voraus die Hauptversammlung des Deutschen Kältevereins im VDI und die Haupttagung des Fachausschusses für die Forschung in der Lebensmittelindustrie des VDI/DKV und VdCh. vom 23. bis 26. Juni in Bremen und Wesermünde.

Die ehrenamtliche technisch-wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit der deutschen Ingenieure hat in dem großen Aufbauplan zur Sicherung der Güterversorgung des deutschen Volkes eine außerordentlich wichtige Aufgabe zu erfüllen. Durch das freiwillige Zusammenwirken von Ingenieuren aller Fachrichtungen und Fachmännern der verschiedensten Berufe wird vom VDI, dem ältesten technisch-wissenschaftlichen Ingenieurverein Deutschlands, der heute die Fachgruppe Mechanische Technik und allgemeine Ingenieurwissenschaften des NS.-Bundes Deutscher Technik bildet, in den Fachgruppen, Fachausschüssen und Arbeitsgemeinschaften danach gestrebt, die Erzeugungsverfahren und Arbeitsmittel immer mehr zu vervollkommen, die zweckmäßige Verwendung vor allem der heimischen Werkstoffe zu sichern, sowie die Erhaltung der Nahrungsmittel und Baustoffe zu fördern. — Die 75. Versammlung des VDI gab wieder ein Bild von dem weitreichenden Arbeitsgebiet des Vereines und von seinem Streben, den Einsatz wertvoller Ergebnisse der technischen Arbeit auf allen Gebieten der Technik und des Gebrauches zu fördern. Rund 2500 deutsche Ingenieure, Männer der Wissenschaft, der Wehrmacht und der Wirtschaft kamen nach Kiel, um an dem wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch, an den geschäftlichen Sitzungen, der Gedenkfeier und den kameradschaftlichen Zusammenkünften teilzuhaben. — Gehoben wurde die Bedeutung der Versammlung durch die Anwesenheit des Herrn Hauptamtsleiters des Hauptamtes für Technik und Reichswalters des NS.-Bundes Deutscher Technik, Generalinspektor Dr.-Ing. Todt.

Die Hauptversammlung des VDI wurde am 28. Juni vorm. mit einer Reihe von gleichzeitig stattfindenden Fachsitzungen eröffnet. In der Fachsitzung „Schweißtechnik“ zeigt Dr.-Ing. R. Berthold, Berlin, „Neue Möglichkeiten der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, insbesondere in der Schweißtechnik“. Er wies auf die Verbesserung hin, welche die Prüfung mittels Röntgenstrahlen durch die Schaffung neuer Röntgenröhren erfahren hat und auf den Wert, den das Magnetverfahren für das Erkennen feiner Risse und Bindefehler in Werkstoff und Schweißnaht hat. Dr.-Ing. P. Brenner, Hannover, und Dr.-Ing. H. Kleiner, Hannover, brachten in einem Gemeinschaftsvortrag „Fortschritte und Aufgaben beim Schweißen von Aluminiumlegierungen“ die Ergebnisse vergleichender Schweißversuche mit Werkstoffen der wichtigsten Legierungsarten sowie einen Überblick über die zweckmäßige Durchführung der Schweißung und die schweißgerechte Gestaltung der Werkstücke.

Die Fachsitzung „Schwingungs- und Schalltechnik“ begann mit einem Vortrag von Dr.-Ing. habil. L. Cremer, Berlin, „Über nicht lineare Schwingungssysteme“, in dem die mathematische Erfassung verwickelter Schwingungsvorgänge behandelt wird. Dann gab Dr.-Ing. habil. E. Lehr, Berlin, mit seinem Vortrag „Berechnung der Kraftwagenfederung auf schwingungstechnischer Grundlage“ einen Einblick in die mit Hilfe eines Modells durchgeführten Versuchsarbeiten, welche die Möglichkeit geben sollen, die Federung unserer Kraftfahr-

zeuge weitgehend zu verbessern. Obering. H. Hartz, Berlin, zeigt in seinem Bericht „Schwingungstechnische Gestaltung von Maschinen-Grundungen“ Mittel und Verfahren, um die durch laufende Maschinen verursachten Bodenerschütterungen und Geräusche durch zweckmäßige Gestaltung der Fundamente auszuschalten. Prof. Dr. E. Lübcke, Berlin, berichtete über die für den Gesundheitsschutz wichtigen „Lärmmessungen in den Betrieben“. Neben „objektiven“ Geräuschmessern, welche eine Reihe von Eigenschaften des menschlichen Ohres besitzen, werden noch ergänzend andere Geräte verwendet, die es erlauben, den zeitlichen Verlauf der Geräusche und ihre Schallzusammensetzung aufzunehmen. An Hand von Beispielen wird dargelegt, wie durch die Untersuchung Mittel zu weitgehender Verminderung des Betriebslärms gefunden werden können.

Von der Arbeitsgemeinschaft deutscher Kraft- und Wärmeingenieure des VDI wurde die Fachsitzung „Kraftwerkbau und -betrieb“ veranstaltet. Dr.-Ing. E. Schulz, Berlin, gab in seinem Vortrag „Der Werkstoffaufwand in Dampfkraftwerken“ einen Überblick über die Arbeiten, die der von ihm geleitete Werkstoffausschuß der Arbeitsgemeinschaft durchführte, um den Werkstoffaufwand für den Bau von Dampfkraftwerken zu ermitteln und ihn der Rohstofflage möglichst weitgehend anzupassen. Dir. Dr.-Ing. Lent, Bochum, sprach über „Erfahrungen beim Bau und Betrieb der Benson-Kesselanlage Scholven“; Obering. H. Presser, Essen, über „Untersuchungen an neueren Feuerungsarten“, welche die Eignung derselben für die verschiedenen Betriebsanforderungen und Heizmittel feststellen sollen. Dr.-Ing. F. Schultz-Grunow, Göttingen, erörterte Versuche, die im Kaiser-Wilhelm-Institut für Strömungsforschung an dem Modell eines Großkessels mit Mühlenfeuerung angestellt worden sind, um die Heizgasströmung im Betriebe zu ermitteln. Diese Versuche sind wichtig, weil sie der Verwendung auch minderwertigerer Brennstoffarten die Wege ebnen. Obering. E. Becker, Berlin, behandelte in seinem Vortrag „Lagerwerkstoffe im Kraftwerk“ die Frage des Gebrauches von Maschinenlagern in Kraftwerken, die aus Heimstoffen bestehen oder die nur geringen Aufwand an Fremdstoffen erfordern. Dipl.-Ing. W. Simon wies in seinem Vortrag „Ölpflege im Kraftwerk“ auf die Notwendigkeit einer sparsamen und wirtschaftlichen Ölpflege hin, durch die der Schmiermittelbedarf erheblich gesenkt werden kann.

Den Aufgaben, die der deutschen Technik in fremden Ländern erwachsen, war die Fachsitzung „Auslandstechnik“ gewidmet. In ihr brachte Doz. Dr. med. H. Ruge, Kiel, einen Überblick über die technischen Mittel für „Die Tropenhygiene im Hafen und an Bord“ für die Sicherstellung von einwandfreiem Trinkwasser, für die Frischhaltung von Nahrungsmitteln, für den Schutz gegen das Eindringen von Seuchenträgern (Ratten) und für die künstliche Klimatisierung. In erweitertem Umfang wird die „Lüftung, Heizung und Klimatisierung von Seeschiffen“ durch Prof. Dr.-Ing. D. Schäfer, Berlin, behandelt. Diese Fragen sind von besonderem technischen Interesse, da die für den Gebrauch an Land entwickelten Lüftungs-, Heizungs- und Kühlanlagen den besonderen Verhältnissen an Bord entsprechend umgestaltet werden müssen. Prof. Dr.-Ing. Masing, Berlin, besprach einige der wichtigsten Prozesse der „Technischen Elektrochemie“, welche der Erzeugung von Metallen, Metallüberzügen und Wasserstoff sowie der Wasserreinigung und Chlorkali-Elektrolyse dienen.

Am Montag nachm. wurde in der Fachsitzung „Korrosionsschutz und Anstrichfragen“ von Ministerialrat O. Ulfers, Berlin, über „Korrosionsschutz von Leichtmetallen bei Seefahrzeugen“ gesprochen und die Verfahren erörtert, um die im Schiffbau heute viel verwendeten Leichtmetalle vor Zerstörung durch das Seewasser zu schützen, wobei er die unter Förderung durch die Marine entwickelten besonderen Leichtmetallschutzanstriche besonders berücksichtigt. An Möglichkeiten der Korrosionsbekämpfung bestehen im wesentlichen folgende: Hoher Reinheitsgrad des Leichtmetalls und Entwicklung seewasserbeständiger Legierungen; chemische und elektrische Oberflächenschutzverfahren; Plattieren: Schweiß- und Spritzplattierung; Schutzanstriche. Zum Schluß wird eine Zusammenfassung über den Verwendungsbereich des Aluminiums im Schiffbau gegeben. Dr. J. D'Ans, Berlin, der über „Einfluß der Rohstoffbeschaffung auf den Korrosionsschutz“ sprach, legte die Möglichkeiten zur Einsparung von Anstrichmitteln und vor allem von Sparstoffen beim Korrosionsschutz dar, die sich durch geeignete Bauweisen, gute Vorbereitung der zu schützenden Werkstoff-Flächen, Erziehung der Handwerker, Gebrauch von Austauschstoffen und durch Beschränkung der Anwendung der aus Sparstoffen bestehenden Schutzanstriche auf die wichtigsten und gefährdetsten Teile ergeben. Dir. Dr. C. Bärenfänger, Kiel, teilt in seinem Bericht „Neue Erkenntnisse über Anwuchsbehinderungen“ die Ergebnisse zahlreicher Laboratoriums- und Großversuche mit, welche die Verhinderung des Schiffsbewuchses zum Ziel haben. Da durch das Festsetzen von Seepocken, Muscheln und Algen am Schiffskörper die Geschwindigkeit der Seeschiffe erheblich herabgesetzt bzw. der Verbrauch an Heiz- und Treibstoffen stark vermehrt wird, haben diese wissenschaftlichen Arbeiten Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der deutschen Seeschifffahrt.

Die Fachsitzung „Gestaltung“ zeigt Wege, um hochwertige Seeschiffe mit geringstem Aufwand an Werkstoffen und vor allem an Sparstoffen zu bauen. So werden von Prof. Dr.-Ing. Schnadel, Berlin, in „Erfassung der Kräfte und der Beanspruchungen am Schiffskörper“ Berechnungsgrundlagen mitgeteilt, die durch Spannungsmessun-



gen an Schiffmodellen und an Seeschiffen und vor allem durch die Hochseefahrt 1934 erhalten wurden. Durch sie ist es möglich, die im Schiffskörper auftretenden Beanspruchungen genauer als bisher zu ermitteln und die Festigkeit der Baustoffe weitgehender auszunützen. Auch Dipl.-Ing. H. Stemmer, Wilhelmshaven, brachte in seinem Bericht „Schiffbauliche Messung von Kräften, Spannungen und Bewegungsvorgängen, insbesondere Stapellaufmessungen“ interessante Ergebnisse und einen Überblick über die benutzten Meßgeräte und ihre Eigenschaften. Dir. B. Bleicken, Hamburg, behandelte in „Auswirkung der Rohstoff-Frage auf die an Bord gebräuchlichen Lager“ die Verwendung von Lagern aus Heimstoffen, zinnarmen Legierungen oder mit fremdstoffsparendem Aufbau. Mit Hilfe der von ihm angeführten Versuche und Maßnahmen kann eine nicht unbeträchtliche Devisenersparnis bei mindestens gleicher Betriebssicherheit erzielt werden. Obering. R. Klein, Essen, sprach über „Neuere Konstruktionen und Erfahrungen aus der Praxis im Bau von Zahnrad- und Flüssigkeitsgetrieben“, und die sich daraus ergebenden Konstruktionsfragen. Im Schiffsgetriebebau muß besonders die Forderung „leicht und trotzdem geräuschlos“ durch geschickten Aufbau erfüllt werden.

In der Fachsitzung „Technikgeschichte“ gab Marinebaurat Fr. Höhler, Kiel, einen Überblick über die Entwicklungsgeschichte des germanischen Schiffbaues. Dr.-Ing. e. h. Teichel, den Haag, zeigte in seinem Vortrag „Zur Geschichte des Unterseebootes“, wie es der neuzeitlichen Technik gelang, den jahrhundertalten Wunsch nach einem Unterwasserfahrzeug zu erfüllen und im Laufe von rd. 40 Jahren das Unterseeboot zu einem Kriegsmittel von höchster Brauchbarkeit zu machen. Dr.-Ing. F. Gutsch, Berlin, berichtete über die hundertjährige Arbeit an der Entwicklung der Schiffsschraube als Antriebsmittel, die von der Probefahrt des englischen Farmers Smith von London nach Dover im Sommer 1837 bis zur Aufstellung der Treibschrauben-Wirbellehre in neuester Zeit reichte.

Die Fachsitzung „Wehrtechnik und Wehrwirtschaft“ begann mit einem Vortrag von Obering. E. Rauscher, Berlin, in dem die Umstellung von Betrieben von der Friedensfertigung auf die Kriegsfertigung behandelt wurde. Dann sprach Oberst a. D. von Xyländer, Berlin, über die wirtschaftlichen und technischen Maßnahmen Italiens bei der Durchführung des abessinischen Krieges und die dabei gemachten Erfahrungen. Major Dr. K. Hesse, Potsdam, erörterte die Grundlagen für den personellen Einsatz in der Wehrwirtschaft und sprach über Kriegserfahrungen, typische Weltkriegerscheinungen und die heute notwendigen Maßnahmen und Vorbereitungen.

Am Dienstag wurden die Vortragsveranstaltungen durch drei Fachsitzungen am Vormittag abgeschlossen.

In der Fachsitzung „Schiffsantrieb“ wurden von Dir. Dipl.-Ing. G. Jahn, Kiel, in seinem Vortrag „Wahl der Antriebskraft für Handelsschiffe“ die allgemeinen Gesichtspunkte dargelegt, von welchen die Wahl der Maschinenart für den Antrieb von Handelsschiffen abhängt, wobei er besonders auf die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Antriebsmittel einging. Dir. B. Bleicken, Hamburg, zeigte den starken Anstoß in „Entwicklungsrichtungen im Bau von Schiffsdampfkesseln“, welchen die Weiterentwicklung des Schiffskesselbaues durch den Wettbewerb des Dieselmotors erhielt und der zur Verwendung von Hochdruckdampfkesseln und von verbesserten Feuerungsanlagen führte. Prof. Dr.-Ing. E. Kraft, Berlin, sprach über neuzeitliche Schiffsdampfturbinen und -kolbenmaschinen“, wobei er auch auf die in der Praxis gewonnenen Erfahrungen mit dem turbo-elektrischen Antrieb einging. Korvettenkapitän Dipl.-Ing. J. Heimberg, Berlin, behandelte die Erfahrungen, die mit dem Dieselmotor als Kriegsschiffantrieb gemacht worden sind. Obering. F. Mayer, Augsburg, besprach in „Sonderanforderungen an den Schiffs-Dieselmotor“ die konstruktiven Maßnahmen, die zur Beherrschung der drehkritischen Schwingungen schnelllaufender, vielzylindriger Dieselmotoren und zur Vermeidung von Erschütterungen getroffen werden.

Die heute für die Technik und Volkswirtschaft so wichtigen Fragen der Werkstoffwahl und der Werkstoffausnützung wurden in der Fachsitzung „Rohstoff-Fragen“ behandelt. Dir. Dr. G. Leysieffer, Troisdorf, zeigte in seinem Vortrag „Die Verwendung von Kunststoffen im Schiffsbau“, daß diese neuen Werkstoffe heute bei der Innenausstattung von Passagierschiffen vielfachen Gebrauch finden. Ihr geringes Gewicht, ihre Beständigkeit gegen die Einflüsse von Seewasser und Seeluft, ihre Feuersicherheit, hohe Festigkeit, leichte Form- und Bearbeitbarkeit sowie die Schönheit ihrer Oberfläche machen sie zu außerordentlich brauchbaren Werkstoffen für Wandbekleidungen, Möbelteile und Bodenbeläge in Schiffen. Marineoberbaurat Zimmermann, Wilhelmshaven, brachte unter dem Thema „Leichtmetall im Schiffbau“ einen Überblick über die immer mehr zunehmende Verwendung des Aluminiums als Konstruktionswerkstoff für den Schiffbau. Weiterhin zeigte er den hohen Wert, den die Aluminiumfolie im Schiffbau als Isolierungsmittel für den Wärme-, Brand- und Schallschutz hat. Reichsbahnoberrat Ph. Haas, Berlin, wies Wege zur verlustarmen Erfassung des Altmetalls. Der Vortrag von Ing. E. de Ridder, Bitterfeld, über „Verwendungsmöglichkeiten der Magnesiumlegierungen in der deutschen Industrie“ mußte ausfallen.

Die Fachsitzung „Ingenieur und Volkswirtschaft“ brachte eine Reihe von Vorträgen, in denen die großen Linien des Arbeitseinsatzes und der Wirtschaftsführung aufgezeigt wurden. Fabrikbesitzer O. Sack, Leipzig, wies auf die „Wirtschaftspflicht des deutschen Unternehmers“ hin, der seinen Betrieb so zu führen hat, daß

Höchstleistungen für die Volkswirtschaft erzielt werden. Geh. Reg.-Rat Dr. F. Syrup, Berlin, sprach über den Arbeitseinsatz im Vierjahresplan und beleuchtete die Bedeutung der auf dem Gebiet des Arbeitseinsatzes getroffenen Maßnahmen. Die „Aufgaben der Treuhänder der Arbeit bei der Wirtschaftslenkung“ behandelte Reichstreuhand Dr. F. Völtzer, Hamburg. Er gab einen kurzen Überblick über die nationalsozialistische Sozialverfassung seit 1933 und über die in der Zeit erlassenen Verordnungen als die tragenden Säulen der neuen Sozialordnung. Die Hauptaufgabe der Treuhänder ist, Richtlinien für die Lohngestaltung zu erlassen. Zwei Ziele stehen im Vordergrund: Die Arbeitsschlacht und der Vierjahresplan.

Am Dienstag nachmittag 16.30 Uhr fand eine Gedenkfeier am Marineehrenmal Laboe statt mit einer Ansprache von Marinestabsingenieur a. D. Gerhards, Kiel.

Am Mittwoch vormittag fanden im Haus der Arbeit die Hauptvorträge der 75. Hauptversammlung des VDI statt. Oberst F. Löb, Berlin, zeigte die Bedeutung und den Einsatz der Gemeinschaftsarbeit im Rahmen des Vierjahresplanes, Ministerialrat H. Burkhardt VDI, Berlin, wies auf den Einfluß hin, den der Kriegsschiffbau auf die Entwicklung der Technik ausgeübt hat. Er legte dar, wie durch die Anforderungen und Arbeiten des Kriegsschiffbaues die ersten Baustähle höherer Festigkeit entwickelt wurden, wie durch sie die Anwendung der Schweißtechnik, die Formgebung der Schiffskörper, die Konstruktion schnelllaufender Motoren und leistungsfähiger Dampfkraftanlagen, die Hebezeugtechnik sowie die Verwendung des Aluminiums im Schiffbau eine erhebliche Weiterentwicklung erfuhr. Dr.-Ing. H. Ude VDI, Berlin, behandelte die wichtigsten Grundlagen, welche die Werkstoffforschung durch immer neue Versuche und Untersuchungen für die Konstruktion schaffte und die uns heute erlauben, die Festigkeitsberechnung wirklichkeitsgetreuer und damit die Formgebung der Bauteile zweckentsprechender zu gestalten als bisher.

Mittwoch, den 30. Juni um 14.15 Uhr fand in der Aula der Universität die Jungingenieurtagung statt, bei der auch Dr.-Ing. Todt richtungweisende Worte zu dem jüngeren Berufskameraden sprach. Danach gab der Reichsschulungsobmann des NS-Bundes Deutscher Technik Dr.-Ing. O. Stäbel VDI, Berlin, grundlegende Ausführungen über das „Leistungsprinzip in der Technik“. Prof. Dr. J. von Lers, Berlin, wies auf die führende Rolle der nordischen Rasse in der Technik hin, die dem Streben der nordischen Menschen nach Ordnung und Harmonie entspringt. Dann sprach A. Funkenberg, Berlin, über die Bedeutung des Ostseeraumes für Deutschland.

Die eigentliche Hauptversammlung des VDI fand am Spätnachmittag des Mittwoch im Kieler Stadttheater statt. Der Vorsitzende Dir. Dr.-Ing. Schult erstattete Bericht über das vergangene Arbeitsjahr. Dann sprach Dr.-Ing. Todt und gab seiner Befriedigung Ausdruck, daß der VDI es verstanden habe, jung zu bleiben und heute die stärkste Säule des NS-Bundes Deutscher Technik bilde.

Dr.-Ing. Todt nahm dann die Übergabe der Auszeichnungen vor, die der Verein deutscher Ingenieure anlässlich seiner 75. Hauptversammlung verdienten Männern der Technik verliehen hatte: General der Artillerie Prof. Dr. phil. h. c. Dr.-Ing. Becker VDI, dem Chef des Heereswaffenamtes, die Grashofdenkmünze, die höchste Ehrung, die der VDI zu vergeben hat, für seine entscheidenden Verdienste um einen hohen Stand der deutschen Waffen. Weiterhin übergab er drei jüngeren Ingenieuren den VDI-Ehrenring, der für wertvolle Arbeit und Leistung verliehen wird.

Am Donnerstag und Freitag wurden Besichtigungen durchgeführt, wie eine Ausfahrt mit Schiffen der Kriegsmarine, Besichtigung der Marineschule Kiel-Wiek, des Fliegerhorstes Kiel-Holtenau, der Kanalschleusen bei Holtenau, der großen Kieler Werften (Deutsche Werke A.-G. und Krupp Germaniawerft) und eine Fahrt zu den Landgewinnungsarbeiten an der Westküste von Schleswig-Holstein.

Dipl.-Ing. G. Föhlinger, Hannover.

### Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft, München.

Das Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserkraft e. V. München der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften hielt am 26. Juni die Tagung seines Verwaltungsrates und seine Mitgliederversammlung ab. Der Vorsitzende, Ministerialdirektor Prof. Weigmann an legte die Lage des Instituts und den Stand seiner Arbeiten dar.

Im abgelaufenen Jahr, das sich bis 31. März 1937 erstreckte, wurden insbesondere Großmodellversuche auf dem Gebiete des Hochwasserschutzes und der Entwässerung ausgeführt und in Angriff genommen, so z. B. Versuche über die Wasserabführung von Streichwehren; über die zweckmäßige Ausgestaltung von Absturzbauwerken für regulierte Wasserläufe; über Strömungserscheinungen in den Kurven großer Abwasserkanäle und über die Strömungsverhältnisse im Einlauf zu einem Großkraftwerk. Die Baubehörden machten in steigendem Maße von den in der Versuchsanstalt Oberrach am Walchensee gegebenen Möglichkeiten hydrotechnische Fragen durch Großversuche zu klären, Gebrauch. Für die Niederschlagsabteilung des Luftamtes München führt das Forschungsinstitut laufend umfangreiche Messungen über die Regen-, Schnee- und Verdunstungsverhältnisse im Alpengebiet durch.

In den Wissenschaftlichen Beirat des Instituts wurden neu berufen Prof. Dr.-Ing. Streck der Technischen Hochschule München und Baudirektor Stecher vom Stadtbauamt München.



# MITTEILUNGEN DES DEUTSCHEN NORMENAUSSCHUSSES

Juli 1937

DIN

Entwurf 2  
E 1060

## Baukalk

Einspruchsfrist bis 1. 9. 1937

(Einspruchszuschriften in doppelter Ausfertigung an den Deutschen Normenausschuß, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40, erbeten.)

### Inhalt

#### Vorbemerkung

#### I. Einteilung der Baukalke und deren Eigenschaften Ziffer

§ 1.	Begriffsbestimmung . . . . .	1—10
§ 2.	Lieferformen . . . . .	11—13
§ 3.	Verarbeitungsvorschriften . . . . .	14
§ 4.	Gütevorschriften . . . . .	15—25a
	a) Chemische Zusammensetzung . . . . .	15—17
	b) Kornfeinheit . . . . .	18—20
	c) Ergiebigkeit . . . . .	21—23
	d) Raumbeständigkeit . . . . .	24
	e) Erhärtungsfähigkeit . . . . .	25—25a

#### II. Prüfung der Baukalke

§ 5.	Umfang der Prüfung . . . . .	26—28
§ 6.	Probenahme . . . . .	29—33
§ 7.	Vorbereitung des Kalkes zur Prüfung . . . . .	34—35
§ 8.	Chemische Untersuchung . . . . .	36
§ 9.	Physikalische Untersuchungen . . . . .	37—90
	a) Bestimmung des Raumgewichtes . . . . .	37—41
	1. Litergewicht, eingelaufen (Einlaufgewicht) . . . . .	38—39
	2. Litergewicht, eingerüttelt (Rüttelgewicht) . . . . .	40—41
	b) Bestimmung der Kornfeinheit . . . . .	42—50
	1. Siebverfahren . . . . .	42—47
	2. Auf der Prüfstelle gelöschte Kalke . . . . .	48
	3. Pulverförmig eingelieferter Kalk für Mauermörtel . . . . .	49
	4. Pulverförmig eingelieferter Kalk für Putzmörtel . . . . .	50
	c) Bestimmung der Ergiebigkeit . . . . .	51—65
	1. Ablösen von Stückkalk zu Teig . . . . .	51—57
	2. Ablösen von Stückkalk zu Pulver . . . . .	58—65
	3. Ablösen von gemahlenem Branntkalk . . . . .	66—71
	d) Prüfung der Raumbeständigkeit . . . . .	72—75
	1. Herstellung und Lagerung der Probekörper . . . . .	73
	2. Prüfung . . . . .	74—75
	e) Prüfung auf Erhärtungsfähigkeit . . . . .	76—90
	1. Vorbehandlung des Kalkes . . . . .	77—78
	2. Herstellung der Mörtel . . . . .	79—80
	3. Herstellung der Versuchskörper . . . . .	81—82
	4. Anzahl der Versuchskörper . . . . .	83
	5. Lagerung der Versuchskörper . . . . .	84—85
	6. Prüfung . . . . .	86—90

#### III. Normensand und Prüfgeräte

a)	Normensand . . . . .	91
b)	Siebe . . . . .	92—94
c)	Normen-Einlaufgerät und Litergefäß . . . . .	95—97
d)	Kalklöschkästen und Löschkörbe . . . . .	98—99
e)	Normen-Mörtelmischer, Normen-Ramme, Normen-Hammergerät und Formen . . . . .	100—102
f)	Lagergefäße für die Probekörper . . . . .	103—104
g)	Festigkeitsprüfer . . . . .	105—108
	1. Druckfestigkeitsprüfer . . . . .	105—107
	2. Zugfestigkeitsprüfer . . . . .	108

Vorbemerkung. Die Normen für Baukalk umfassen Kalke in gebrannter und in gelöschter Form für Mauer- und Putzmörtel.

### I. Einteilung der Baukalke und deren Eigenschaften

#### § 1. Begriffsbestimmung

1. Im allgemeinen ist zu unterscheiden zwischen Kalksorten, Kalkarten und Kalkformen.

Die Kalke (mit Ausnahme des künstlichen Zementkalkes) werden nach ihren natürlichen Eigenarten, die bei jedem Vorkommen anders sind, gekennzeichnet. Daher gibt es die zahlreichen im Handel befindlichen Kalksorten, die, um erst eine Einteilung zu ermöglichen, in Kalkarten zusammengefaßt werden.

Die Einteilung nach Kalkarten hat jedoch fast nur im Bauwesen Bedeutung, wo die chemische Zusammensetzung des Kalkes verschiedenartige Verwendungsmöglichkeiten bietet und umgekehrt die Anwendungsgebiete des Kalkes unterschiedliche Eigenschaften fordern (z. B. Luftkalk — Wasserkalk; große Löschergiebigkeit — hohe Erhärtungsfähigkeit u. a.). Die Baukalkarten sind in den Ziffern 4 bis 10 erläutert.

Die Kalkarten und Kalksorten können größtenteils in mehreren Handelsformen geliefert werden: gebrannt in verschiedener Stück- bzw. Korngröße sowie gelöscht in breiiger bzw. feinpulvriger Form.

2. Natürliche Baukalke (im folgenden Kalk genannt) sind Mörtelbindemittel, die entstehen, wenn kohlenaurer Kalk in seinen verschiedenen Abarten unterhalb der Sintergrenze gebrannt wird.
3. Kalke werden nach ihrem Gehalt an artbestimmenden Bestandteilen, wozu Erdalkalien (Kalziumoxyd, Magnesiumoxyd) und lösliche saure Bestandteile (Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxyd) zu rechnen sind, eingeteilt.
4. In erster Linie bedingt die Zusammensetzung der Kalke neben dem Gefüge den Grad des Zerfallens beim Benetzen mit Wasser und ihre Fähigkeit, unter Wasser beständig zu sein und zu erhärten. Hiernach unterscheidet man folgende Kalkarten:

#### a) Luftkalke:

1. Weißkalke,
2. Dolomitzkalke (Graukalke).

#### b) Wasserkalke:

1. hydraulische Kalke,
2. Zementkalke (Naturzementkalke und künstliche Zementkalke),
3. Romankalke (früher Romanzemente genannt).

5. Weißkalke sind Kalke, die, bezogen auf die Summe der artbestimmenden Bestandteile, mindestens 90% CaO enthalten. Ein etwa vorhandener Gehalt an MgO darf 5% nicht überschreiten.

Weißkalke löschen je nach der Höhe ihres Kalziumoxydgehaltes kräftig und zeigen nach dem Löschen zu Kalkteig weiße oder weißliche Färbung.

6. Dolomitzkalke (Graukalke) sind Kalke, die, bezogen auf die Summe der artbestimmenden Bestandteile, mindestens 90% CaO + MgO enthalten, wobei der Gehalt an MgO mehr als 5% ausmachen muß.

Dolomitzkalke zeigen gegenüber Weißkalken im allgemeinen etwas trägeres Lösungsverhalten und nach dem Löschen seltener weiße, meist grauweiße oder dunklere Färbung.

7. Hydraulische Kalke sind Kalke, die, bezogen auf die Summe der artbestimmenden Bestandteile, mehr als 10% lösliche saure Bestandteile enthalten. Hydraulische Kalke mit mehr als 5% MgO erhalten den Zusatz „dolomitisch“.

Hydraulische Kalke löschen träge, zerfallen vollständig zu Pulver und sind bei sachgemäßer Behandlung wasserbeständig.

8. Zementkalke sind Kalke, die, bezogen auf die Summe der artbestimmenden Bestandteile, mindestens 15% lösliche saure Bestandteile enthalten, unter Wasser erhärten und höhere Erhärtungsvermögen aufweisen als die hydraulischen Kalke. Naturzementkalke zerfallen bei Zusatz von Wasser nur teilweise. Künstliche Zementkalke sind Erzeugnisse auch anderer Entstehung, die in der Hauptsache aus unterhalb der Sintergrenze gebranntem Kalk bestehen, die entsprechende Erhärtungsfähigkeit besitzen und ebenfalls unter Wasser erhärten.

9. Romankalke sind Kalke, die aus silikatreichem Kalkstein gewonnen werden. Sie zerfallen nicht bei Zusatz von Wasser und werden daher nur gemahlen geliefert.

10. Für die Artbestimmung von Übergangssorten, die zahlenmäßig nicht unter die Begriffsbestimmungen von Weißkalk, Dolomitzkalk, hydraulischem Kalk und Zementkalk eingeordnet werden können, sind das Lösungsverhalten und die Erhärtungsfähigkeit mit heranzuziehen.

#### § 2. Lieferformen

11. Kalke kommen in den Handel als:
    - Stückkalk (ungelöschter stückiger Branntkalk),
    - gemahlener Branntkalk (ungelöschter gemahlener Kalk),
    - Kalkbrei, Kalkteig (ingesumpfter Kalk),
    - Löschkalk (pulverförmig gelöschter Kalk).
- Zementkalke kommen stets pulverförmig, gelöscht, teilweise gelöscht oder ungelöscht in den Handel.
- Pulverförmig werden alle feinkörnigen Kalke genannt, die durch Mahlen, Sichten oder Sieben gewonnen werden.



- 12. Pulverförmig gelöschter Kalk (Löschkalk) darf zur Vermeidung der Klumpenbildung bis zu 10 % ungelöschte Bestandteile (CaO und MgO) enthalten.
- 13. Pulverförmige Kalke müssen im Angebot, auf den Lieferungs-papieren wie auf der Verpackung die Kennzeichnung der Kalkart (Weißkalk, Dolomitmalk, hydraulischer Kalk, Natur-Zementkalk, künstlicher Zementkalk, Romankalk) und die Bezeichnung „ungelösch“ oder „gelösch“ aufweisen. Die Bezeichnung „Sackkalk“ ist unzulässig, da sie keinen Aufschluß über Art oder Form des ge-lieferten Kalkes gibt. Auf der Verpackung ist das Gewicht und die Verarbeitungsvorschrift anzugeben.

§ 3. Verarbeitungsvorschriften

- 14. Ungelöschter Kalk ist gegen Feuchtigkeit zu schützen.  
Wegen der Verschiedenartigkeit der Kalke, die sich aus ihrer Zusammensetzung oder Vorbehandlung im Werk ergibt, müssen auch verschiedene Verarbeitungsvorschriften festgelegt werden. Pulverförmige Kalke können entweder nur mit Wasser angerührt (eingesumpft) und nach vorgeschriebener Einsumpfdauer mit Sand zu sofort verwendbarem Mörtel verarbeitet werden, oder zunächst trocken mit Sand gut durchgemischt, dann mit Wasser versetzt und gut durchgearbeitet werden. Der so angemachte Mörtel muß die vorgeschriebene Zeit liegen bleiben (Mörtel-liegezeit).

Der Einfachheit halber sind die pulverförmigen Kalke in bezug auf die erforderliche Einsumpfdauer bzw. Mörtelliegezeit in vier Gruppen zusammengefaßt. Die in der Verarbeitungsvorschrift des Lieferwerkes angegebene Einsumpfdauer bzw. Mörtelliegezeit muß einer der nachfolgenden Gruppen entsprechen.

- Im Anlieferungszustand ohne Einsumpfen bzw. Mörtelliegezeit zu verarbeiten,  
nach 12 Stunden Einsumpfungsdauer bzw. Mörtelliegezeit zu verarbeiten,  
nach 24 Stunden Einsumpfungsdauer bzw. Mörtelliegezeit zu verarbeiten,  
nach 48 Stunden Einsumpfungsdauer bzw. Mörtelliegezeit zu verarbeiten.

Maßgebend ist nur die vom Lieferwerk angegebene Verarbei-tungsvorschrift, da nur diesem die genaue Zusammensetzung des Kalkes und die Vorbehandlung im Werk bekannt sind.

§ 4. Gütevorschriften

a) Chemische Zusammensetzung  
(Prüfung Ziff. 36)

- 15. Vorbemerkung. Die chemische Zusammensetzung ist maß-gebend für die Bestimmung der Kalkart und neben anderen, von Gefüge und Brennvorgang abhängigen Eigenschaften mitbestim-mend für die Beurteilung der Güte des Erzeugnisses.
- 16. Durch die chemische Analyse sind die Gehalte an wirksamen Bestandteilen, und zwar Erdalkalien (Kalziumoxyd, Magnesiumoxyd) und löslichen sauren Bestandteilen (Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxyd), ferner an unwirksamen Be-standteilen (Feuchtigkeit, Hydratwasser, Kohlensäure), sowie an Nebenbestandteilen (unlösliche Kieselsäure u. a.) fest-zustellen. Aus dem Gehalt an Nebenbestandteilen und unwirksamen Bestandteilen (bei letzteren unter Berücksichtigung der vorliegenden Kalkform — Branntkalk oder Löschkalk) ist auf die Güte der Erzeugnisse, soweit die chemische Zusammensetzung in Betracht kommt, zu schließen. Im Gesamtkalk darf der Gehalt an unlöslichen Nebenbestandteilen bei Weißkalk 3%, bei Dolomitmalk 5% nicht überschreiten. Erdalkalien und lösliche saure Bestandteile bilden zusammen die artbestimmenden Bestandteile; ihre aus dem Analysenbefund gewonnen Gehaltzahlen sind auf 100 umzurechnen. Die nach der chemischen Zusammensetzung für die Güte- und Artbestimmung maßgebenden Bestandteile gehen aus Tafel I hervor.

b) Kornfeinheit  
(Prüfung Ziff. 42 bis 50)

- 18. In Stücken gelieferter gebrannter Weißkalk, Dolomitmalk und hydraulischer Kalk sollen trocken gelösch auf dem Prüfsieb 0,6 DIN 1171 nicht mehr als 5% Rückstand hinterlassen.
- 19. Die gemahlen oder pulverförmig gelösch gelieferten Erzeugnisse müssen, ohne Rückstand zu hinterlassen, durch das Prüfsieb 0,6 DIN 1171 hindurchgehen und dürfen auf dem Prüfsieb 0,20 DIN 1171 nicht mehr als 10% Rückstand hinterlassen.
- 20. Kalk für Putzmörtel darf auf dem Prüfsieb 0,090 DIN 1171 höch-stens 10%, auf dem Prüfsieb 0,20 DIN 1171 höchstens 2% Rück-stand hinterlassen.

c) Ergiebigkeit  
(Prüfung Ziff. 51 bis 71)

- 21. Die Ergiebigkeit ist nur bei Kalken zu ermitteln, die ungelösch (in Stücken oder Pulverform) geliefert werden und für die eine be-stimmte Ergiebigkeit seitens des liefernden Werkes gewährleistet wird. Bei Weißkalk ist das Ablöschen zu Teig, bei Dolomitmalk und hydraulischem Kalk zu Pulver üblich.

Tafel I.

Nach der chemischen Zusammensetzung für die Güte und Artbestimmung der Kalke maß-gebende Bestandteile

Für Güte <sup>1</sup>	Für Art <sup>2</sup>			
	Luftkalke		Wasserkalke	
	Weiß-kalk	Dolomit-kalk	hydrau-lischer Kalk	Zement-kalk und Roman-kalk
A. Glühverlust				
1. Feuchtig-keit . . .	—	—	—	—
2. Hydrat-wasser . .	—	—	—	—
3. Kohlen-säure . . .	—	—	—	—
B. Wirksame Be-standteile				
a) Erdalkalien				
4. CaO . . .	CaO ≥ 90%	CaO + MgO ≥ 90%	—	—
5. MgO . . .	MgO < 5%	MgO > 5%		
b) lösliche saure Bestandteile				
6. SiO <sub>2</sub> löslich				
7. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .	—	—	> 10%	> 15%
8. Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . .				
C. Neben-bestandteile + Rest . . .				
	A + B + C bei Weißkalk C < 3%		lösliche saure Bestandteile	
				bei Dolomit-kalk C < 5%

- 22. Die Ergiebigkeit der Kalke ist nicht nur verschieden je nach der Kalkart, dem Gefüge, der Aufbereitung und dem Alter, sondern auch wesentlich abhängig von dem sachgemäßen Ablöschen. Erfahrungsgemäß ist die Ergiebigkeit beim Löschen kleinerer Mengen (z. B. von 5 kg bei der Prüfung auf Ergiebigkeit) geringer als beim Löschen im Großen (in Löschgruben, Löschhaufen u. dgl.).

- 23. Als durchschnittliche Ergiebigkeit ist beim Ablöschen von je 5 kg gebranntem Kalk zu fordern:  
bei Weißkalk: . . . . . 11 l Kalkteig,  
bei Dolomitmalk . . . . . 11 l Kalkpulver eingelaufen,  
bei hydraulischen Kalken 7 l Kalkpulver eingelaufen.

d) Raumbeständigkeit  
(Prüfung Ziff. 72 bis 75)

- 24. Jeder sachkundig und vollständig gelöschte Kalk ist beim Erhärten an der Luft raumbeständig. Die Wasserkalke sollen auch beim Erhärten unter Wasser beständig bleiben.

e) Erhärtungsfähigkeit  
(Prüfung Ziff. 76 bis 90)

- 25. Die Erhärtungsfähigkeit der Kalke gibt einen Anhalt für die maß-gebenden mörteltechnischen Eigenschaften (bei Mauermörtel: Trag-fähigkeit, bei Putzmörtel: Haftfähigkeit).  
Sie wird bestimmt als  
K-Wert bei Luftkalk durch das Kohlensäure-Erhärtungs-  
vermögen (Lagerung in Kohlen-säure), als  
H-Wert bei Wasserkalk durch hydraulische Erhärtung (La-  
gerung in feuchter Luft) und als  
K + Hd-Wert bei Übergangssorten des Kalkes auf besonderen  
Antrag.

Die K- und H-Werte sollen nachstehende Mindestwerte er-reichen:

<sup>1</sup> A + B + C = 100.

<sup>2</sup> CaO + MgO + lösliche saure Bestandteile = 100.



Tafel II.

Lagerung:	Kohlensäure-lagerung	Lagerung in feuchter Luft	
Erhärtungsfähigkeit	K-Wert	H-Wert	
		Druck (H <sub>d</sub> )	Zug (H <sub>z</sub> )
nach Tagen:	5	28	28
<b>Luftkalk:</b>	15		
Weißkalk . . . . .			
Dolomitskalk . . . . .			
<b>Wasserkalk:</b>			
Hydraulische Kalk	15	3	
Natur-Zementkalk	20	4	
Künstliche Zementkalk . . . . .	30	5	
Romankalk . . . . .	60	12	

Wird der K + H<sub>d</sub>-Wert ermittelt, so muß er um 5 höher als in der Zahlentafel II angegeben liegen. Die K- und H<sub>d</sub>-Werte sind außerdem getrennt anzugeben.

**II. Prüfung der Baukalk**

**§ 5. Umfang der Prüfung**

26. Bei den einzelnen Kalkarten sind die nachstehenden Eigenschaften zu ermitteln:
- chemische Zusammensetzung,
  - Raumgewicht (nur bei pulverförmigen Kalken),
  - Kornfeinheit (bei Stückkalk nur nach dem Löschen, Ziff. 56),
  - Ergiebigkeit (nicht bei Zementkalk und Romankalk),
  - Raumbeständigkeit (nicht bei Weißkalken),
  - Erhärtungsfähigkeit.
27. Für eine vollständige mechanische Normprüfung werden folgende Materialmengen benötigt:
- a) Stückkalk . . . . . 25 kg.
  - b) gemahlener Branntkalk . . . . . 25 kg.
  - c) Kalkteig . . . . . 20 kg.
  - d) Löschkalk . . . . . 12 kg.
  - e) Zementkalk . . . . . 8 kg.
  - f) Romankalk . . . . . 8 kg.

Diese Mengen sollen möglichst auch für Teilprüfungen zur Verfügung stehen. Bereitstellung größerer Mengen ist erwünscht.

28. Für die Ermittlung der chemischen Zusammensetzung genügen 100 g einer sachgemäß entnommenen Durchschnittsprobe.

**§ 6. Probenahme**

29. Bei verpacktem körnigen oder pulverförmigen Kalk ist die oberste Schicht zu entfernen und die Probe aus dem Innern mehrerer Fässer oder Säcke zu entnehmen.
30. Soll in großen Behältern (Silos, Kähnen, Wagen o. dgl.) unverpackt lagernder körniger oder breiiger oder pulverförmiger Kalk geprüft werden, so sind an verschiedenen Stellen und aus verschiedenen Höhenlagen mit einem Rohr nach Art der Getreidestecher Proben zu entnehmen.
31. Bei Stückkalklieferungen in Wagenladungen sind bei der Probenahme je Waggon etwa 50 kg an verschiedenen Stellen zu entnehmen.
32. Die entnommenen Einzelproben sind durch inniges Mischen und mehrfaches Vierteln, erforderlichenfalls nach vorhergehendem Zerschlagen zu einer Gesamtprobe zu vereinigen. Die Proben sind in Weißblechdosen mit gut schließenden Deckeln aus demselben Werkstoff aufzubewahren oder zu versenden. Für Analysenproben werden als Behälter Flaschen mit eingeschlifftem Stopfen empfohlen.
33. Zweckmäßig wird das Probematerial mit einer amtlichen Ursprungsbescheinigung, die auch Angaben über die Art der Probeentnahme enthalten muß, eingereicht.

**§ 7. Vorbereitung des Kalkes zur Prüfung**

34. Pulverförmig eingelieferter oder an der Prüfstelle zu Pulver gelöschter Kalk muß vor der Prüfung zunächst durch das Prüfsieb 1,2 DIN 1171 gesiebt werden. Sind Klumpen vorhanden, so sind sie soweit wie möglich zwischen den Fingern zu zerreiben und dem Kalk wieder zuzugeben. Etwaige steinige Rückstände sind ihrer Menge nach zu bestimmen und von der Prüfung auszuschalten.
35. Kalk, Normensand, Anmache- und Lagerwasser sowie der Probenlagerraum, der Prüfraum und die Prüfgeräte sollen 17—20° Temperatur haben. Die relative Luftfeuchtigkeit im Probenlagerraum soll etwa 65% betragen

**§ 8. Chemische Untersuchung**  
(Anforderungen Ziff 5 bis 10, 16)

36. Die chemische Zusammensetzung der Kalke soll nach anerkannten Verfahren ermittelt werden<sup>3</sup>.

**§ 9. Physikalische Untersuchungen**

a) Bestimmung des Raumgewichtes

37. Das Raumgewicht wird nur an pulverförmigen Kalken als Litergewicht des eingelaufenen und eingerüttelten Pulvers mit 1 g Genauigkeit für den Einzelversuch und mit 10 g für die Mittelwerte festgestellt.

1. Litergewicht, eingelaufen — Einlaufgewicht

38. Von dem nach Ziff. 34 vorbehandelten Kalkpulver wird mit einer Handschaufel soviel in den Füllaufsatz des Einlaufgerätes Bauart Böhme Ziff. 95 bis 97) geschüttet, daß das über dem Rande stehende Pulver in seinem natürlichen Böschungswinkel abfällt. Durch Betätigen des Verschlushebels des Füllaufsatzes wird dann die Verschlussklappe des Füllaufsatzes geöffnet und dieser von dem Meßgefäß abgehoben. Der überstehende Teil des in das Gefäß eingelaufenen Kalkpulvers wird mit einem Lineal abgestrichen und die Gewichtsmenge des Gefäßinhaltes bestimmt

39. Der Versuch wird dreimal ausgeführt und, falls die sich hierbei ergebenden Werte um mehr als 10 g voneinander abweichen, noch zweimal wiederholt; das Mittel aus den drei am wenigsten voneinander abweichenden Werten gilt als das Litergewicht des eingelaufenen Kalkpulvers — Einlaufgewicht.

2. Litergewicht, eingerüttelt — Rüttelgewicht

40. Das nach Ziff. 34 vorbehandelte Kalkpulver wird in Teilmengen von je 150 g in das Litergefäß des Einlaufgerätes Bauart Böhme (Ziff. 95 bis 97) geschüttet und jede Teilmenge durch Hin- und Herstoßen des Gefäßes (etwa 2 Stöße in der Sekunde) auf einer starren Unterlage (eiserne Platte) 2 Minuten lang gerüttelt.

Die Teilmengen werden so lange eingefüllt, bis das Litergefäß annähernd gefüllt ist. Dann wird der Verlängerungsaufsatz (Ziff. 96 bis 97) auf das Gefäß aufgesetzt. Hierauf werden weitere Teilmengen des Kalkpulvers eingeschüttet, bis das Litergefäß über seinen Rand hinaus gefüllt ist. Der Verlängerungsaufsatz wird dann abgenommen, der überstehende Teil des Kalkpulvers mit einem Lineal abgestrichen und die Gewichtsmenge des in dem Litergefäß enthaltenen Kalkpulvers bestimmt.

41. Der Versuch wird zweimal ausgeführt und, falls die erhaltenen Werte um mehr als 10 g voneinander abweichen, ein drittes Mal. Das Mittel aus den zwei am wenigsten voneinander abweichenden Versuchen gilt als das Litergewicht des eingerüttelten Kalkpulvers — Rüttelgewicht.

b) Bestimmung der Kornfeinheit  
(Anforderungen Ziff. 18 bis 20)

1. Siebverfahren

42. Zur Bestimmung der Kornfeinheit wird der gemahlene gebrannte oder pulverförmig gelöschte Kalk bei etwa 98° getrocknet.
43. Entsprechend den Gütevorschriften (Ziff. 18 bis 20) wird der Kalk auf einem oder mehreren Sieben abgeseibt.
- Die Rückstände auf den einzelnen Sieben werden in Prozenten des Siebguteinsatzes (100 g) mit 0,1% Genauigkeit angegeben.
44. Die Prüfung wird zweimal mit je 100 g getrockneten Kalk ausgeführt. Weichen die Ergebnisse dieser beiden Prüfungen um mehr als 1% auf dem Sieb 0,090 DIN 1171 bzw. mehr als 0,3% auf den Sieben 0,20 und 0,6 DIN 1171 voneinander ab, so ist eine dritte Prüfung auszuführen. Maßgebend ist der Mittelwert aus den beiden am nächsten beieinander liegenden Ergebnissen.

45. Geprüft wird in der Regel durch Sieben von Hand. Hierbei sind quadratische Siebe mit Holzrahmen nach Ziff. 92 zu verwenden. Der Kalk wird auf das Prüfsieb, bei Siebung durch mehrere Siebe zunächst auf das feinste Prüfsieb gebracht und gesiebt, indem das Sieb mit einer Hand gefaßt und in leicht geneigter Lage gegen die andere Hand geschlagen wird, und zwar so, daß je Sekunde etwa 2 Schläge ausgeführt werden. Nach 25 Schlägen wird das Sieb in waagerechter Lage um einen rechten Winkel gedreht und dann leicht nochmals auf eine feste Unterlage geklopft. In den in Ziff. 48 bis 50 angegebenen Abständen wird die untere Fläche des Siebes mit einer weichen Stielbürste abgebürstet, um etwa verstopfte Maschen zu öffnen.

Siebgewebefeinheit, Siebdauer und Zeitpunkte des Abbürstens sind je nach dem Siebgut verschieden (Ziff. 48 bis 50).

46. Nach Ablauf der jeweiligen Siebdauer wird der Rückstand durch Schräghalten des Siebes unter Aufklopfen auf eine feste Unterlage in einer Ecke gesammelt, in eine Schale geschüttet und gewogen. Zur Nachprüfung wird der Rückstand auf demselben Sieb weitere 2 Minuten gesiebt. Beträgt die Abnahme des Rückstandes nach dieser Zeit weniger als 0,05 g, so ist das Sieben als beendet anzusehen; andernfalls muß es um je 2 Minuten fortgesetzt werden, bis die vorgenannte Bedingung erfüllt ist.
47. Statt der Handsiebung kann auch ein maschinelles Siebverfahren angewendet werden, wenn es zu gleichwertigen Ergebnissen führt. In Streitfällen ist das Handverfahren maßgebend.

2. Auf der Prüfstelle gelöschte Kalke

48. Auf der Prüfstelle gelöschte Kalke werden auf dem Prüfsieb 0,6

<sup>3</sup> Ein neues Verfahren wird ausgearbeitet.



DIN 1171 10 Minuten lang gesiebt; nach 3, 5 und 8 Minuten ist die untere Fläche des Siebes zu bürsten (Ziff. 45).

Der dann verbliebene Rückstand wird nach Ziff. 46 behandelt.

### 3. Pulverförmig eingelieferter Kalk für Mauer Mörtel

49. Pulverförmig eingelieferte Kalke (Kalke für Putzmörtel siehe jedoch Ziff. 50) werden zunächst auf dem Sieb 0,20 DIN 1171 abgesiebt; Siebdauer 30 Minuten, Bürsten nach 10 und 20 Minuten (Ziff. 45).

Der Rückstand dieser Siebung wird auf dem Sieb 0,6 DIN 1171 abgesiebt; Siebdauer 10 Minuten, Bürsten nach 3, 5 und 8 Minuten. Der dann verbliebene Rückstand wird nach Ziff. 46 behandelt.

### 4. Pulverförmig eingelieferter Kalk für Putzmörtel

50. Pulverförmig eingelieferter Kalk für Putzmörtel wird zunächst auf dem Sieb 0,090 DIN 1171 abgesiebt; Siebdauer 30 Minuten, Bürsten nach 10 und 20 Minuten (Ziff. 45).

Der Rückstand dieser Siebung wird auf dem Sieb 0,20 DIN 1171 abgesiebt; Siebdauer 25 Minuten, Bürsten nach 10 und 20 Minuten. Der dann verbliebene Rückstand wird nach Ziff. 46 behandelt.

## c) Bestimmung der Ergiebigkeit (Anforderungen Ziff. 21 bis 23)

### 1. Ablöschen von Stückkalk zu Teig

51. Zur Feststellung der Ergiebigkeit beim Ablöschen zu Teig werden auf dem Boden von zwei Löschkästen (vgl. III d Ziff. 98), deren Gewicht vorher festgestellt ist, je 5 kg auf etwa Nußgröße zerkleinerter Stückkalk ausgebreitet und mit abgewogenem Wasser von  $+20^\circ$  gerade abgedeckt. Als Löschwasser kann jedes Trinkwasser verwendet werden.

52. Nach dem Beginn des Löschens wird unter fortwährendem Rühren allmählich weiter abgewogenes Wasser zugegossen, bis anscheinend alle Teile gelöscht sind. Bei ruhigem Stehen wird, richtige Wassermenge vorausgesetzt, ein steifer Brei entstehen, der kein Wasser absondert.

53. Der zum Abdecken des Kalkes und weiterhin zum Ablöschen erforderliche Wasserzusatz wird festgestellt, Beginn und Ende des Löschens bestimmt und das Verhalten während des Lösungsvorganges vermerkt.

54. Nach vollendetem Ablöschen werden die Löschkästen 24 Stunden mit dem Deckel verschlossen, dann bleiben sie so lange im Laboratorium offen stehen, bis der Kalkteig Risse aufweist. Die Löschkästen sind nach vollendetem Ablöschen vor Erschütterungen zu schützen.

55. Sobald Ribbildung eintritt, wird dieser Zeitpunkt festgestellt, die Höhe des Kalkteiges an verschiedenen Stellen im Löschkasten gemessen und die mittlere errechnet. Je 1 cm Höhe der vorgeschriebenen Löschkästen entspricht 1 l Kalkteig. Außer der Raummenge wird auch das Gewicht des gewonnenen Kalkteiges bestimmt.

56. Zur Feststellung der Menge der nicht gelöschten Teile wird der gewonnene Kalkteig mit Wasser zu Kalkmilch verdünnt und über dem Prüfsieb 0,20 DIN 1171 abgeschlämmt; der auf dem Sieb verbleibende Rückstand wird bis zur Gewichtsbeständigkeit bei etwa  $100^\circ$  getrocknet und gewogen. Die Menge an diesen ungelöscht gebliebenen Teilen wird in Prozenten des Gewichtes des ungelöschten Kalkes angegeben.

57. Die nicht gelöschten Teile werden auf Nachlöschen untersucht. Zu diesem Zweck werden sie wiederholt mit Wasser benetzt (oder unter Wasser gebracht) und getrocknet; beobachtet wird, ob Zerfallen eintritt.

### 2. Ablöschen von Stückkalk zu Pulver

58. Zur Feststellung der Ergiebigkeit beim Ablöschen zu Pulver werden in zwei Löschkörbe je 5 kg auf etwa Nußgröße zerkleinerter Stückkalk gelegt und in diesen so lange in vorher gegebenem Wasser von  $20^\circ$  gehalten, bis das heftige Aufsteigen von Luftblasen aufhört. Dann wird der Kalk in Löschkästen, deren Gewicht vorher festgestellt ist, geschüttet.

59. Reichte das aufgesogene Wasser nicht aus, um ein vollständiges Zerfallen zu feinem Pulver herbeizuführen, so ist der Löschesuch mit einer neuen Probe zu wiederholen. Nachdem der Kalk wiederum nach dem Eintauchen in die Löschkasten geschüttet ist und begonnen hat zu zerfallen, verteilt man über ihn mit einer Brause vorsichtig Wasser, dessen Menge ebenfalls bestimmt wird.

60. Der Gesamtbedarf des zum Löschen erforderlichen Wassers sowie die Dauer des Löschens werden bestimmt, das Verhalten während des Lösungsvorganges wird vermerkt.

61. Nach vollendetem Ablöschen werden die Löschkästen mit dem Deckel verschlossen und bleiben, vor Erschütterungen geschützt, drei Tage im Laboratorium stehen.

62. Das Gewicht des gewonnenen Kalkpulvers wird bestimmt.

63. Das Litergewicht des eingelaufenen und eingerüttelten Kalkpulvers wird festgestellt (Ziff. 37 bis 41) und die Ausbeute in Litern bezogen auf das Einlaufgewicht berechnet<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Die Kenntnis des Rüttelgewichtes ist erwünscht, weil es ein Merkmal der verschiedenen Kalksorten hinsichtlich des Brenngrades ist.

64. Das Kalkpulver wird auf dem Prüfsieb 0,6 DIN 1171 gesiebt (Ziff. 42 bis 48) und gewogen; die Menge der Rückstände wird in Prozenten des Gewichtes des ungelöschten Kalkes angegeben.

65. Der Rückstand wird auf Nachlöschen untersucht (Ziff. 57).

### 3. Ablöschen von gemahlenem Branntkalk

66. Auf dem Boden von zwei Löschkästen, deren Gewicht vorher festgestellt ist, werden je eine Mischung von 5 kg gemahlener Branntkalk und 10 kg Normensand ausgebreitet. Die Mischungen sind in geeigneten Mischgefäßen herzustellen.

67. Auf die ausgebreiteten Mischungen wird unter ständigem Umrühren soviel Wasser gegeben, daß ein flüssig-kellengerchter Mörtel entsteht. Die Wassermenge ist so zu regeln, daß weder Klumpenbildung infolge zu geringen, noch infolge zu reichlichen Wasserzuflusses eintritt.

Der erforderliche Wasserzusatz wird festgestellt. Das Verhalten während des Lösungsvorganges wird vermerkt.

68. Nach Beendigung der Mörtelbereitung werden die Löschkästen mit dem Deckel verschlossen und bleiben, vor Erschütterungen geschützt, drei Tage im Laboratorium stehen.

69. Nach dieser Lagerung wird die Höhe des Mörtels im Löschkasten an verschiedenen Stellen gemessen und die mittlere errechnet. Je 1 cm Höhe der vorgeschriebenen Löschkästen entspricht 1 l Mörtel. Außer der Raummenge wird auch die Gewichtsmenge des gewonnenen Mörtels bestimmt.

70. Durch Abzug des beim Löschen an Normensand zugesetzten Gewichts — 10 kg — bzw. des ihm entsprechenden Raumes —

$$\frac{10 \text{ kg (Normensand)}}{2,65 \text{ kg/dm}^3 \text{ (spez. Gew. von Quarz)}} = 3,81$$

von der Gewichts- und Raummenge des eingelöschten Mörtels erhält man das Gewicht und den Rauminhalt des gelöschten Kalkes.

71. Zur Feststellung der Menge nicht löscherfähiger Teile werden 5 kg gemahlener Branntkalk gemäß Ziff. 49, 1. Abs. auf dem Prüfsieb 0,20 DIN 1171 abgesiebt.

Der Siebrückstand wird gewogen, auf dem Boden eines Löschkastens ausgebreitet und im übrigen nach Ziff. 51, 52, 54, 56 und 57 behandelt. Die Menge der ungelöscht gebliebenen Teile wird jedoch auf 5 kg bezogen und in Prozenten dieser Menge angegeben.

## d) Prüfung der Raumbeständigkeit (Anforderungen Ziff. 24.)

72. Die Raumbeständigkeit ist bei hydraulischem Kalk, Zementkalk und Romankalk nachzuprüfen. Nicht gelöschte und unvollständig gelöschte Kalke sind vor der Prüfung auf Raumbeständigkeit nach den vom Lieferwerk angegebenen Verarbeitungsvorschriften einzusumpfen oder als Mörtel liegenzulassen.

### 1. Herstellung und Lagerung der Probekörper

73. 100 g kellengerrecht angemachter Kalkmörtel in der Zusammensetzung des Normenmörtels (Ziff. 77 ff.) werden auf die Mitte von Glasplatten gebracht und diese so lange gerüttelt, bis Kuchen von etwa 9 cm Durchmesser und etwa 1 cm Dicke in der Mitte entstehen. Es sind mindestens 10 Kuchen zu fertigen.

Die Proben werden im Zimmer an der Luft gelagert (s. Ziff. 35).

### 2. Prüfung

74. Beginnend mit eintägiger Lagerung wird täglich eine Probe mit der Glasplatte in Wasser von  $17$  bis  $20^\circ$  gelegt. Zeigt der Kuchen nach 24 stündiger Wasserlagerung Zerstörungserscheinungen (Quellen, Aufweichen, Risse usw.), so ist eine neue Probe, die also jetzt einen Tag länger an der Luft gelagert hat, unter Wasser zu bringen und ebenso zu verfahren. Diese Versuche sind fortzusetzen, bis die Kuchen während 24 Stunden Lagerung im Wasser unversehrt bleiben.

Bei hydraulischem Kalk und Zementkalk muß nach einer ihrer Eigenart entsprechend langen Lagerung an der Luft dieser Zustand nach 7 Tagen, bei Romankalk nach 1 Tag erreicht sein (Wasserlagerungsfähigkeit).

75. Zeigen die Kuchen nach weiterer neuntägiger (also zusammen zehntägiger) Lagerung unter Wasser weder Risse noch Krümmungen, so ist der Kalk als raumbeständig anzusehen.

## e) Prüfung auf Erhärtungsfähigkeit (Anforderungen Ziff. 25)

76. Die Prüfung auf Erhärtungsfähigkeit bietet nur dann Gewähr dafür, daß zuverlässige und vergleichbare Ergebnisse erzielt werden, wenn die für ihre Ausführung gegebenen Vorschriften genau und in allen Einzelheiten beachtet werden.

### 1. Vorbehandlung des Kalkes

77. Gelöschte und nicht löscherfähige, in Pulverform eingelieferte Kalke sind nach Ziff. 34 vorzubehandeln.

Ungelöscht und unvollständig gelöscht eingelieferte Kalke sind zu Pulver abzulöschen und dann ebenfalls nach Ziff. 34 vorzubehandeln.



Abgelöscht in Teigform eingelieferte Kalke sind zu Pulver zu trocknen.

78. Besondere Anweisungen des Erzeugers für die Behandlung des Kalkes sind sinngemäß zu berücksichtigen.

2. Herstellung der Mörtel

K-Wert	H-Wert
79. Normenmörtel aus 1 Gewichtsteil Kalk + 8 Gewichtsteilen Zementnormensand. 200 g Kalkpulver (Ziff. 77 bis 78) und 1600 g Normensand werden in einer Schüssel zunächst trocken von Hand mit einem leichten Löffel oder Spatel 1 Minute gemischt.	Normenmörtel aus 1 Gewichtsteil Kalk + 3 Gewichtsteilen Zementnormensand. 400 g Kalkpulver (Ziff. 77 bis 78) und 1200 g Normensand werden in einer Schüssel zunächst trocken von Hand mit einem leichten Löffel oder Spatel 1 Minute gemischt.
80. Dem trockenen Gemisch werden 153 g (8,5%) Wasser zugesetzt. Die feuchte Masse wird eine weitere Minute von Hand gemischt.	Dem trockenen Gemisch wird soviel Wasser zugesetzt, daß die entstehende Masse erdfeuchte Beschaffenheit hat. Das ist daran erkennbar, daß sie sich in der Hand ballen läßt. Der Versuch wird zweckmäßig mit 10% Wasserzusatz begonnen. Etwa 820 g dieses Mörtels werden in die Druckformen gefüllt und auf dem Normen-Hammergerät (Ziff. 101) unter Anwendung von 150 Schlägen eingeschlagen. Der Probekörper darf nach dem Entformen keine Schichten- oder Ribbildung aufweisen. In diesem Fall ist der Wasserzusatz zu hoch gewählt; der Versuch muß dann mit um je 0,5% niedrigerem Wasserzusatz wiederholt werden, bis der Probekörper schicht- und ribfrei bleibt und sich noch gut entformen läßt.

Darauf wird die feuchte Masse in dem Normen-Mörtelmischer (Ziff. 100) gleichmäßig verteilt und durch 40 Schalenumdrehungen weiterverarbeitet.

Wird nach Anweisung des Erzeugers das Gemisch aus Kalk und Sand breiförmig angemacht und eingesumpft (Ziff. 78), so ist dieser Brei nach der vorgeschriebenen Dauer des Einsumpfens so lange auf mit Fließpapier belegten Gipsplatten zu lagern, bis er 8,5% Wassergehalt für K-Lagerung oder erdfeuchte Beschaffenheit für H-Lagerung hat. Dann ist sinngemäß nach Ziff. 80 zu verfahren.

3. Herstellung der Versuchskörper

81. Die Formen müssen vor dem Gebrauch gut gereinigt und mit Formöl, einer Mischung von zwei Drittel Rüböl und ein Drittel Petroleum, leicht geölt sein; starkes Ölen oder Einfetten der Formen beeinflusst die Ergebnisse ungünstig.

Druckbeanspruchung	Druckbeanspruchung	Zugbeanspruchung
70 g des vorschriftsmäßig gemischten Mörtels werden in die Normen-Zylinderform (Ziff. 102) gebracht und in der Normen-Ramme (Ziff. 101) mit 75 Schlägen des 2 kg-Bärgewichts aus 25 cm Höhe eingeschlagen. Für die Übergangszeit kann der Mörtel im Normen-Hammergerät (Ziff. 101) mit 110 Schlägen eingeschlagen werden. Nach Entfernen der Form von der Unterlagsplatte wird der Probekörper mit Hilfe des Aufsatzstempels herausgedrückt und gekennzeichnet.	820 g des vorschriftsmäßig gemischten Mörtels werden in die mit den Aufsatzkästen versehenen Normen-Würfelformen (Ziff. 102) gebracht und im Normen-Hammergerät (Ziff. 101) mit 150 Schlägen eingeschlagen. Die nach Entfernen der Aufsatzkästen überstehende Mörtelmasse der so hergestellten Körper wird mit einem Messer abgestrichen, die Oberfläche geglättet und gekennzeichnet. Die Körper werden mit der Form an der Luft im Zimmer gelagert und nach etwa 20 Stunden entformt.	200 g Normen-Mörtel werden in die mit den Aufsatzkästen versehenen Normen-Zugformen (Ziff. 102) eingebracht und im Normen-Hammergerät (Ziff. 101) mit 150 Schlägen eingeschlagen. Die nach Entfernen der Aufsatzkästen überstehende Mörtelmasse der so hergestellten Körper wird mit einem Messer abgestrichen und die Oberfläche geglättet und gekennzeichnet. Die Zugprobekörper sind bereits etwa eine halbe Stunde nach der Herstellung zu entformen.

4. Anzahl der Versuchskörper

83. 8 Zylinder.	5 Würfel.	12 Zugprobekörper.
-----------------	-----------	--------------------

5. Lagerung der Versuchskörper

84. Es ist jeweils die gleiche Anzahl Versuchskörper in die Lagergefäße (Behandlungsgerät und Kasten) zu bringen. Werden gleichzeitig mehrere Kalke geprüft, so sind für jeden Kalk gesonderte Gefäße zu benutzen.

85. Die Zylinder werden eine halbe Stunde lang an der Luft im Zimmer liegend aufbewahrt, so daß die Luft allseitig an die Körper herankommt. Danach kommen sie in das Kohlensäure-Behandlungsgerät (Ziff. 103) und werden in einem Kohlensäurestrom 5 Tage lang gelagert. Der Kohlensäurestrom wird so eingestellt, daß aus dem Rohr in der Waschflasche in der Sekunde etwa 3 Blasen austreten. Die Zylinder sind vorsichtig in das mit Kohlensäure gefüllte Behandlungsgerät einzubringen. Sofort nach dem Einbringen ist mittels eines brennenden Spanes zu prüfen, ob die Kohlensäure mindestens 2 cm unterhalb des oberen Randes des Behandlungsgefäßes steht, und der Siebdeckel aufzulegen.

Die Versuchskörper lagern auf Holzrosten in einem geschlossenen Kasten in dem durch Feuchthalten von Fülzeinlagen die feuchtigkeitsgesättigte Luft zu halten ist. Auf Dichtschließen des Deckels ist besonders zu achten.

6. Prüfung

86. Vor der Prüfung ist in jeder Reihe ein Zylinder längs aufzuspalten und der Grad der Kohlensäurewirkung durch sofortiges Aufträufeln einer wässrigen und alkoholischen Phenolphthalein-Lösung (Mischung 1 : 2) nachzuprüfen. Tritt sofortige Rotfärbung auf, so muß die Kohlensäurebehandlung der restlichen Körper noch so lange weitergeführt werden, bis die Prüfung eine vollständige Durchdringung mit Kohlensäure anzeigt. Tritt an den Körpern erst nach 3 Minuten oder später eine Rotfärbung ein, so gelten diese Körper auch als völlig von Kohlensäure durchdrungen.

Die Raumgewichte der einzelnen Prüfkörper zur Ermittlung des K- und H<sub>2</sub>-Wertes sind vor der Prüfung festzustellen (durch Ausmessen und Wägen). Ferner sind die Gewichte der Prüfkörper für die Ermittlung des H<sub>2</sub>-Wertes in Gramm zu bestimmen.

K-Wert	H-Wert	Zugbeanspruchung
Druckbeanspruchung	Druckbeanspruchung	Zugbeanspruchung
87. Die Prüfkörper werden auf Druckpressen, die den Bestimmungen von DIN 1604 entsprechen müssen, auf Druck beansprucht. Da die Geschwindigkeit der Kraftsteigerung von Einfluß auf das Versuchsergebnis ist, ist darauf zu achten, daß die Belastung bei den Probekörpern für K-Lagerung um 20 kg/cm <sup>2</sup> und bei den Probekörpern für H-Lagerung um 100 kg/cm <sup>2</sup> in der Sekunde zunimmt.	Der Druck wird auf 2 Seitenflächen der Würfel, nicht aber auf die Bodenfläche und die bearbeitete Oberfläche ausgeübt.	Die Proben werden mit dem Zugfestigkeitsprüfer (Ziff. 108) geprüft. Die Belastung der Zugprobe soll durchschnittlich um 500 g in der Sekunde zunehmen.
88. Der Druck wird auf die Endflächen des Zylinders ausgeübt.	Der Druck wird stets auf 2 Seitenflächen der Würfel, nicht aber auf die Bodenfläche und die bearbeitete Oberfläche ausgeübt.	—
89. Der K-Wert ist $\frac{1}{40}$ des Mittels der in kg ausgedrückten Bruchlasten aus 5 Versuchen.	Der H <sub>2</sub> -Wert ist $\frac{1}{50}$ des Mittels der in kg ausgedrückten Bruchlasten aus 5 Versuchen.	Der H <sub>2</sub> -Wert ist das 10 fache des auf die Waagschale aufgebrauchten Gewichtes als Mittel aus 10 Versuchen.

90. Offensichtliche Fehlproben sind auszuschneiden. Als solche gelten Proben, deren Wert mehr als 10% unter dem Mittel sämtlicher Werte liegt. Die K-Werte, H-Werte und K + H-Werte sind als Zahlenwerte in ganzen Zahlen ohne Einheitsbenennung anzugeben, weil sie lediglich einen Maßstab für die Erhärtungsfähigkeit der Kalke darstellen.



III. Normensand und Prüfgeräte

a) Normensand

91. Als Normensand ist der deutsche Zementnormensand zu verwenden (DIN DVM 1164).

b) Siebe

- 92. Beim Sieben von Sand sind quadratische Siebe mit Holzrahmen von etwa 22 cm lichter Weite und etwa 9 cm lichter Höhe zu verwenden.
- 93. Die Bespannung der Siebe muß DIN 1171, Drahtgewebe für Prüfsiebe, entsprechen.
- 94. Folgende Siebe werden gebraucht:

Siebbezeichnung	lichte Maschenweite mm	Drahtdurchmesser mm
1,2	1,2	0,8
0,6	0,6	0,4
0,20	0,20	0,13
0,090	0,090	0,055

Zulässige Abweichungen s. DIN 1171.

c) Normen-Einlaufgerät und Litergefäß

- 95. Das Normen-Einlaufgerät besteht aus einem zylindrischen Litergefäß (A) mit festem oberen Rand, dem Zwischenstück (B) mit Verschlussklappe (D) und einem Füllaufsatz (C) mit dem gefederten Verschlusshebel (E), der zum Festhalten und Lösen der Verschlussklappe dient. Durch Betätigung des Hebels öffnet sich die Verschlussklappe und läßt das in den Füllaufsatz eingefüllte Gut in das Litergefäß (Abb. 1) fallen. Die Wanddicke des Litergefäßes beträgt mindestens 1 mm.
- 96. Zur Bestimmung des Rüttelgewichtes wird ein am oberen Rand durch einen Wulst versteiftes und am Fuß verstärktes Litergefäß (A) mit Aufsatz (F) verwendet (Abb. 2). Die Wanddicke des Litergefäßes beträgt mindestens 2 mm.
- 97. Abmessungen des Normen-Einlaufgerätes sowie des Litergefäßes mit Aufsatz siehe Tafel III.

Tafel III

Maße für Normen-Einkaufgerät und Litergefäß.  
1. Litergefäß A<sup>5</sup>

Zeichen	Bezeichnung	Maße in mm:	
		Größtmaß	Kleinstmaß
a	lichter Durchmesser . . .	88	87
b	lichte Höhe . . . . .	gemäß Inhalt von 1000 cm <sup>3</sup> Fehlergrenze ± 5cm <sup>3</sup>	
2. Zwischenstück B			
c	lichter Durchmesser . . . . .	88	87
d	lichte Höhe . . . . .	136	134
3. Füllbehälter C:			
e	lichter Durchmesser, unten . . . . .	80	78
f	lichter Durchmesser, oben . . . . .	100	98
g	ganze Länge . . . . .	200	198
4. Aufsatz F:			
h	ganze Höhe . . . . .	50	49
i	lichter Durchmesser . . . . .	88	87

d) Kalklöschkästen und Löschkörbe

- 98. Kalklöschkästen sind mit verzinktem Stahlblech ausgeschlagene Holzkästen von quadratischem Grundriß. Die Kantenlänge beträgt, innen gemessen, etwa 31,7 cm, die lichte Höhe etwa 40 cm. Die Kästen müssen mit einem passenden Deckel versehen sein. Der Kalklöschkasten hat 40 l Inhalt. Zwei Kalklöschkästen sind mindestens erforderlich.
- 99. Die Kalklöschkörbe bestehen aus verzinktem Drahtgeflecht von nicht über 2 cm weiten Maschen. Durchmesser des zylindrischen oder leicht kegelförmigen Korbes etwa 25 cm, Höhe etwa 30 cm. Sie sind vorteilhaft mit einem Henkel versehen.

e) Normen-Mörtelmischer, Normen-Ramme, Normen-Hammergerät und Formen

- 100. Zur Mörtelbereitung ist der Normen-Mörtelmischer (DIN DVM 1164) zu verwenden.
- 101. Zum Einschlagen der Zylinderkörper ist die Normen-Ramme (Abb. 3), zum Einschlagen der Würfel und Zugprobekörper das Normen-Hammergerät (DIN DVM 1164) zu verwenden<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Wird als Werkstoff Messing verwendet, so ist die Blechdicke des Rohres für das Litergefäß (Einlaufgewicht) mindestens 1 mm, für das Litergefäß (Rüttelgewicht) mindestens 2 mm.

<sup>6</sup> Für die Übergangszeit kann für die Herstellung der Zylinderkörper an Stelle der Normen-Ramme auch das Normen-Hammergerät Verwendung finden.

102. Die Formen und Zubehörteile für Zylinderkörper müssen den Angaben in Abb. 4 und Tafel IV die für die Würfel und Zugprobekörper den Angaben DIN DVM 1164 entsprechen.

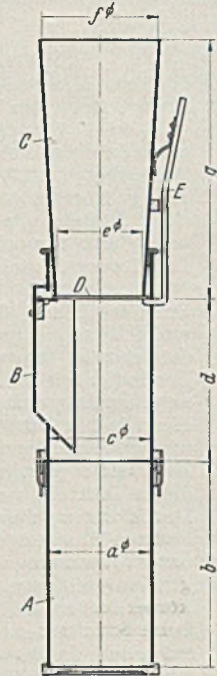


Abb. 1. Normen-Einlaufgerät.

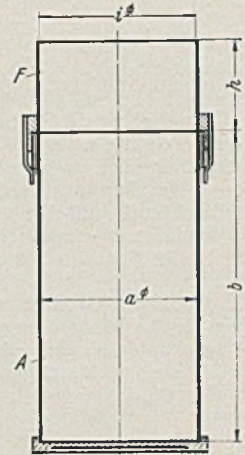


Abb. 2. Litergefäß mit Aufsatz für Rüttelgewicht.

Abb. 3. Normen-Ramme.

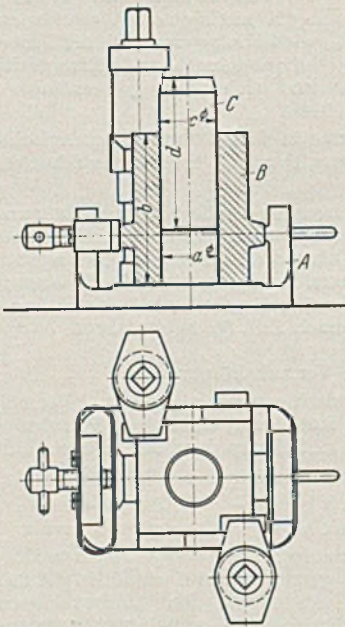
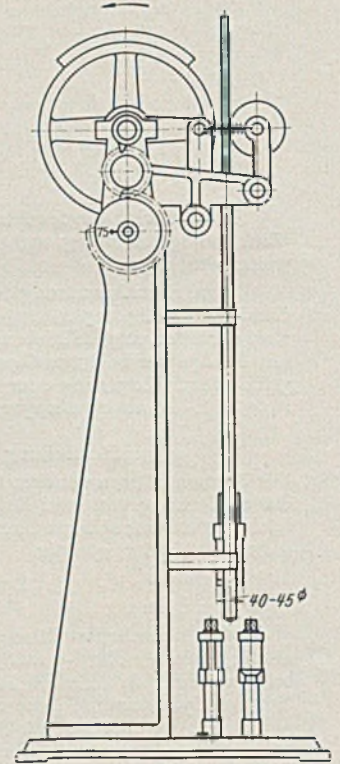


Abb. 4. Formeneinrichtung für zylindrische Bruchprobekörper.



Tafel IV

Maße für Form und Zubehörteile für zylindrische Versuchskörper (Abb. 4).

1. Unterlagsplatte für Druckform (A):

Es finden die Unterlagsplatten für Druckformen gem. § 16 Bild 19 DIN 1164 Verwendung.

2. Form für zylindrische Versuchskörper (B):

Zeichen	Bezeichnung	Maße in mm	
		Größtmaß	Kleinstmaß
a	Durchmesser . . . . .	35,7	35,6
b	Höhe . . . . .	100	99

3. Kern für die zylindrische Form (C):

c	Durchmesser . . . . .	35,5	35,4
d	Höhe . . . . .	101	100

Die Formeinrichtung muß mittig in die Einspannvorrichtung für Formen gem. § 15 Abb. 16 DIN 1164 eingespannt werden können.



Die Formeneinrichtung besteht aus einer Unterlagsplatte (A), der einteiligen zylindrischen Form (B) und dem Formkern (C). Die Form ist so gebaut, daß sie in die Einspannvorrichtung der Normen-Ramme sowie des Normen-Hammergerätes paßt. Die Unterlagsplatte ist die gleiche, wie sie für die Formen zur Herstellung der Druckprobenkörper nach DIN DVM 1164 § 16 Abb. 19 vorgeschrieben ist.

f) Lagergefäße für die Probekörper

103. Für das Kohlensäurebehandlungsgerät (Abb. 5) wird ein seitlich (b) tubulierter Exsiccator (g) nach DIN DENOG 44, D = 200 mm mit vorgeschalteter Waschflasche (c) verwendet. Exsiccator und Waschflasche werden beide etwa gleich hoch mit Wasser gefüllt. Die Zuleitungsrohre (d) sollen in beiden Gefäßen 2 cm in das Wasser hineinragen. Der lichte Innendurchmesser der Kohlensäure-Zuleitungsglasrohre (d) beträgt 3 mm. Auf den oberen Boden des Exsiccators wird entsprechend dem Durchmesser der Verengung ein gleichseitiges Glasdreieck (e) gelegt, auf dieses ein durchbohrtes Uhrglas (f) von etwa 150 mm Ø, seitlich davon ein Gummischlauch (g), dessen Durchmesser so gewählt ist, daß seine obere Kante in gleicher Höhe mit der Uhrglaskante liegt. Über das Ganze wird ein Drahtgewebe (5,0 DIN 1171) gelegt. Auf dieses Drahtgewebe werden die Probekörper (i) derart gestellt, daß sie von der Wandung des Exsiccators etwa 5 mm Abstand haben. Der Exsiccator wird durch einen abnehmbaren Siebdeckel (k), bespannt mit Gewebe 0,5 DIN 1171 bedeckt.

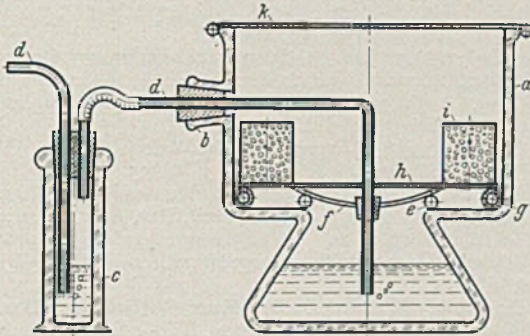


Abb. 5. Kohlensäurebehandlungsgerät.

104. Werden für die Lagerung der zur H-Wert-Bestimmung erforderlichen Versuchskörper die für die Zementprüfung üblichen Kästen verwendet, so sind sie durch Zwischenwände zu unterteilen.

g) Festigkeitsprüfer

1. Druckfestigkeitsprüfer

105. Die Bauart der Druckfestigkeitsprüfer wird nicht festgelegt. Sie müssen aber folgenden Anforderungen entsprechen:  
106. Es müssen Pressen verwendet werden, die innerhalb der jeweils in Frage kommenden Belastungsgrenzen einen Genauigkeitsgrad von  $\pm 1,5\%$  aufweisen.  
107. Im übrigen gelten die Grundanforderungen für Druckfestigkeitsprüfer nach DIN DVM 1604.

2. Zugfestigkeitsprüfer.

108. Für die Prüfung der Zugfestigkeiten ist der Zugfestigkeitsprüfer DIN DVM 1164 zu verwenden.

Erläuterungen zum 2. Normblattentwurf  
DIN E 1060 Baukalk

Für die Lieferung und Prüfung von Baukalk galten bisher die vom seinerzeitigen Verein Deutscher Kalkwerke e. V. herausgegebenen „Leitsätze“ vom Jahre 1927. Auf Grund von Verhandlungen zwischen der Industrie, dem Staatl. Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem und dem Deutschen Normenausschuß wurde in den zurückliegenden Jahren ein Entwurf aufgestellt, der in einem vom Normenausschuß berufenen Ausschuß erstmalig zur Beratung stand und im „Bauingenieur“ Heft 37/1927 zur Kritik veröffentlicht wurde.

Dieser Entwurf sah lediglich eine eingehende Überarbeitung der Leitsätze vor und ließ die Frage offen, ob und in welcher Weise die Bindekraft der Kalke ermittelt werden sollte. Die Industrie erhob Einspruch gegen die Bestimmung der Normenfestigkeit der Kalke nach den Leitsätzen, weil die hiernach gefundenen Werte nicht den praktischen Verhältnissen entsprachen und keine Vergleichsmöglichkeit mit der tatsächlichen Tragfähigkeit des Mörtelbettes im Mauerwerk zuließen.

Die Fachgruppe Kalkindustrie bemühte sich eifrig wegen der Aufstellung eines neuen Verfahrens. An dieser Arbeit waren das Laboratorium des Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke Prof. Graf, das Chemische Laboratorium für Tonindustrie und Dr. Dieckmann beteiligt. Die Untersuchungen nahmen mehrere Jahre in Anspruch. Als Ergebnis wurden dem Arbeitsausschuß Baukalk einige Vorschläge unterbreitet, von denen der von Herrn Dr. Dieckmann gemachte als Grundlage am geeignetsten erschien. Gleichzeitig mit den Forschungsarbeiten wurden die Bestim-

mungen wiederholt durchgearbeitet und in ihren Einzelheiten genau festgelegt.

Der Normblattentwurf befaßt sich sehr eingehend mit allen Einzelheiten, um alle Unklarheiten zu vermeiden, die sonst leicht auftreten könnten, da Baukalk ein nicht so einheitlich zu behandelndes Bindemittel ist, wie z. B. der Zement.

Die Normen sind gegliedert in die Behandlung des Begriffes, in die Festsetzung der Lieferungsformen, in die Besprechung der Arbeitsvorschriften und in die Aufstellung der Güteziffern für die einzelnen Eigenschaften der Baukalke. Ferner geben sie eine genaue Darstellung der Prüfverfahren und der hierfür erforderlichen Geräte, um möglichste Eindeutigkeit und genaue Übereinstimmung der Versuchswerte zu erhalten. Der Arbeitsausschuß hat zum Ausdruck gebracht, daß die neu eingeführten Bestimmungen zu gegebener Zeit eine Überarbeitung erfahren können, wenn hinreichende Erkenntnisse gewonnen worden sind.

Im einzelnen werden folgende Begründungen gegeben: Die Normen für Baukalk umfassen Kalke in gebrannter und gelöschter Form für Mauer und Putzmörtel.

Begriffsbestimmung: Es werden unterschieden: Kalkarten, Kalksorten und Kalkformen, wobei natürliche Baukalke, im folgenden Kalk genannt, Mörtelbindemittel sind, die entstehen, wenn kohlsäurer Kalk in seinen verschiedenen Abarten unterhalb der Sintergrenze gebrannt wird. Neu benannt sind die Kalkarten. Sie gliedern sich in die Gruppen Luftkalke und Wasserkalke. Die Wasserkalke wurden in der Übergangszeit als „hydraulische Kalke“ bezeichnet. Der Ausschuß hat geglaubt, durch die Gegenüberstellung von Luftkalk und Wasserkalk eine besondere Gliederung der Arten herbeigeführt zu haben. Unter den Luftkalcken werden unterschieden: Weißkalke und Dolomitzalke. Die Wasserkalke gliedern sich in hydraulische Kalke, Zementkalke und Romankalke. Bei dem Zementkalcken ist eine Unterteilung in Naturzementkalke und künstliche Zementkalke vorgenommen worden, wobei in der Begriffsbestimmung für künstliche Zementkalke als wesentlich angesehen wird, daß sie in der Hauptsache aus natürlichem Kalk bestehen.

Die Lieferformen der Kalke werden umfassend angegeben. Neu eingeführt wurde das Verbot für Bezeichnungen, die in den Normen nicht festgelegt sind, wie z. B. die Bezeichnung „Sackkalk“. Alle pulverförmigen Kalke müssen auf den LieferungsPapieren und auf der Verpackung die Kennzeichnung der Kalkart und die Bezeichnung „ungelöscht“ oder „gelöscht“ aufweisen. Auf der Verpackung ist auch das Gewicht und die Verarbeitungsvorschrift anzugeben.

Verarbeitungsvorschriften: Wegen der Verschiedenartigkeit der Kalke müssen zur Vermeidung von Verarbeitungsfehlern die Kalke auch verschieden verarbeitet werden. Vor der Prüfung sind sie diesen Vorschriften entsprechend vorzubehandeln, d. h. erst nach einer entsprechenden Einsumpfdauer (Vorbehandlung des unvermischten Kalkes) und einer entsprechenden Mörtellegezeit (Vorbehandlung des Kalkmörtels) zu verarbeiten. Um zu vermeiden, daß eine große Anzahl verwirrender Verarbeitungsvorschriften von den Lieferwerken gegeben wird, wurden lediglich die in § 3 Ziffer 14 aufgeführten 4 Gruppen zugelassen.

Gütevorschriften und Prüfung: In den Gütevorschriften werden die für die Güte der Kalke maßgebenden Eigenschaften festgesetzt. Ferner werden die Prüfverfahren zur Aufstellung der Güteziffern genau beschrieben. Angaben über den Umfang der bei den einzelnen Kalcken durchzuführenden Prüfungen, über die Probenahme und die Vorbereitung der Kalke zur Untersuchung sind Gegenstand besonderer Abschnitte geworden. Hinsichtlich der Bestimmung des Raumgewichtes sind die Verfahren zur Bestimmung des Einlaufgewichtes und des Rüttelgewichtes neu eingeführt worden.

Die Gliederung der in der chemischen Analyse festgestellten Bestandteile ist einheitlich gestaltet in Glühverlust, wirksame Bestandteile und Nebenbestandteile, die für die Güte und Artbestimmung der Kalke maßgebend sein sollen. In Aussicht genommen ist, durch Festlegung eines Verfahrens der chemischen Analyse zu vereinheitlichen.

Die Bestimmung der Kornfeinheit ist in Anlehnung an die Zementnormen aufgestellt für die Mahlfineinheit der Kalke. Für Putzzwecke ist ein höherer Feinheitsgrad vorgesehen.

Die Ergiebigkeit wurde früher nur an ungelöschten Kalcken in Stücken ermittelt. Da auch sehr viele ungelöschte Erzeugnisse in Pulverform in den Handel gebracht werden, ist für diese Lieferform eine Gütebestimmung und ein Prüfverfahren aufgenommen worden.

Für sachkundig und vollständig gelöschte Kalke wird beim Erhärten an Luft Raumbeständigkeit angenommen. Bei der Prüfung der Wasserkalke sind beim Erhärten unter Wasser die Begriffe „Wasserlagerfähigkeit“ und „Raumbeständigkeit“ auseinander gehalten worden.

Die Bestimmung der Bindefähigkeit der Kalke nach den Leitsätzen ist fallen gelassen worden und dafür der Begriff „Erhärtungsfähigkeit“ eingeführt, da diese — ermittelt nach dem neuen Verfahren — einen Anhalt gibt für die maßgebenden mörteltechnischen Eigenschaften der Kalke, und zwar bei der Verwendung der Kalke zu Mauerwerk für die Tragfähigkeit und bei der Verwendung zur Herstellung von Putzmörtel für die Haftfähigkeit.

Die nach den Leitsätzen hergestellten Versuchskörper bestanden bei der Prüfung aus Mörteln, die noch keinen Endzustand der Erhärtung sowohl hinsichtlich der Karbonisierung als auch der Hydratisierung aufwiesen. Dieser Zwischenzustand entsprach auch nicht dem Mörtel im Gebrauchszustand, in der Fuge und in der Putzschicht. Um einen eindeutigen Vergleich der einzelnen Kalke zu haben, wurde die Anwendung



eines Prüfverfahrens angestrebt, nach dem das vollkommene Kohlen-säure- und hydraulische Erhärtungsvermögen der Kalke erlangt wird. Diese Forderung wird durch die Einführung des neuen Verfahrens dadurch erreicht, daß man Körper aus stark gemagertem Mörtel bei Luftkalken in Kohlen-säure und bei Wasserkalken in feuchter Luft lagert. Würde man die Beurteilung nach der Bruchlast dieser Körper vornehmen, so käme man zu Zahlenwerten, die in der Praxis Verwirrung anrichten könnten. Daher wurde eingeführt der K-Wert für das Kohlen-säure-Erhärtungsvermögen und der H-Wert für die hydraulische Erhärtung. Für Übergangsorten der Kalke werden K- + H-Werte ermittelt. Diese Werte tragen keine Benennungen.

Das Verfahren selbst wurde auf Grund der Untersuchungen von Herrn Dr. Dieckmann und auf Grund der Versuche im Chemischen Laboratorium für Tonindustrie nach Überprüfung durch die Prüfer Dahlem und Dresden festgelegt.

Die Normen schließen mit dem Abschnitt über Normsand und

Prüfgeräte. Die Bestimmungen sind in Anlehnung an die Zementnormen aufgestellt. Neu festgelegt wurden: das Normen-Einlaufgerät und das Litergefäß zur Bestimmung der Einlauf- und Rüttelgewichte der Kalke, die Normen-Ramme in Anlehnung an das Klebesche Rammgerät, die Form zur Herstellung der zylindrischen Prüfkörper, sowie das Behandlungsgerät für die Kohlen-säurelagerung der Versuchskörper.

Nach nunmehr 10jähriger Arbeit seit Veröffentlichung des ersten Entwurfs unterbreitet der Arbeitsausschuß das Ergebnis seiner Arbeiten der Öffentlichkeit zur Kritik und bittet, etwaige Änderungs- oder Ergänzungswünsche bis zum 1. September d. J. in doppelter Ausfertigung dem Deutschen Normenausschuß, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 40, zuzusenden.

Während der Einspruchsfrist sind umfangreiche Versuche geplant, um weitere Erfahrungswerte zu sammeln.

Der Obmann des Arbeitsausschusses Baukalk:

Prof. Dipl.-Ing. Krüger.

## PATENTBERICHTE.

### Bekanntgemachte Anmeldungen.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 26 vom 1. Juli 1937

und von demselben Tage an im Reichspatentamt ausgelegt.

- Kl. 4 c, Gr. 35. M 132 712. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Nürnberg. Seitliche Belüftungseinrichtung in der Wand wasserloser Gasbehälter. 23. XI. 35.
- Kl. 5 a, Gr. 23/20. H 141 429. Hughes Tool Company, Houston, Texas, V. St. A.; Vertr.: Dipl.-Ing. B. Kugelmann, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Rollenbohrer für drehendes Tiefbohren. 5. X. 34.
- Kl. 19 a, Gr. 11. E 47 475. Dr. Eduard Engels, Düsseldorf. Schienenbefestigung auf Querschwellen unter Verwendung von Unterlegplatten mittels auf Profileisten der Unterlegplatten aufgeschobener Klemmklaue; Zus. z. Pat. 603 812. 14. X. 35.
- Kl. 19 a, Gr. 16. H 142 433. Friedrich Haufe, Cottbus. Schienenstoßverbindung unter Verwendung einschenkliger, aus einem Stück mit der Schiene bestehender Flachlaschen. 16. I. 35.
- Kl. 19 d, Gr. 3. V 29 103. Dortmund-Boerder Hüttenverein Akt.-Ges., Dortmund. Eisernes Plattengebilde aus in Reihen übereinanderliegenden und zueinander versetzten Profilen. 24. I. 33.
- Kl. 20 a, Gr. 12. B 173 697. Bleichert-Transportanlagen G. m. b. H., Leipzig. Drahtseilbahn mit hoher Zuggeschwindigkeit. 8. IV. 36.
- Kl. 20 i, Gr. 38. W 100 284. Westinghouse Brake & Signal Co. Ltd., London; Vertr.: Dr. A. Levy u. Dr. F. Heinemann, Pat.-Anwälte, Berlin SW 11. Eisenbahnsignaleinrichtung. 14. I. 37. V. St. Amerika 22. I. 36.
- Kl. 37 a, Gr. 1. G 88 872. Dr.-Ing. Heinrich Griesel, Berlin. Decken- und Dachkonstruktion; Zus. z. Pat. 544 012. 2. X. 34. Große Technische Messe u. Baumesse in Leipzig 4. III. 34.
- Kl. 37 d, Gr. 28. R 95 306. Fritz Rinn, Münchholzhausen, Kr. Wetzlar. Betonrolladenkasten. 24. I. 36.
- Kl. 37 d, Gr. 36/01. H 145 654. Hein, Lehmann & Co. Eisenkonstruktionen, Brücken- und Signalbau G. m. b. H., Berlin-Tempelhof. Erdpfahl für Drahteinzäunungen und für Drahtverhaue. 15. XI. 35.
- Kl. 37 f, Gr. 7/10. H 143 656. Fa. Dr. Hans Heymann, Darmstadt, und Ludwig Preißmann, Pfungstadt. Fundament für schnelllaufende Maschinen. 11. V. 35.
- Kl. 38 i, Gr. 1. H 144 580. Ernst Hoffmann, Klein-Waltersdorf b. Bernstadt, Schlesien. Vorrichtung zum Entrinden von Rundhölzern von Hand. 7. VIII. 35.
- Kl. 74 d, Gr. 8/54. A 149 30. Automatic Signal Corporation, New Haven, Conn., V. St. A.; Vertr.: Ernst Dillan und Pat.-Anw. Dipl.-Ing. K. Lindner, Berlin-Siemensstadt. Verkehrsregelungsanlage. 15. VIII. 30. V. St. Amerika 16. VII. 30.
- Kl. 80 a, Gr. 7/55. P 74 171. Erfinder: Christian Halm, Zweibrücken. Anmelder: Fa. Carl Peschke, Zweibrücken. Mischmaschine mit Aufzugkasten. 19. XI. 36.
- Kl. 84 b, Gr. 2. F 77 622. Arno Fischer, Stettin. Schiffshebewerk, insbesondere für Sportsboote. 1. VI. 34.
- Kl. 84 c, Gr. 4. M 133 372. Meco-Brennkraft-Maschinen G. m. b. H., Frankfurt a. M. Am Mäler des Rammgerüsts geführter Schlitten für Brennkraftpfahlrampen. 29. I. 36.
- Kl. 84 d, Gr. 2. M 127 171. Maschinenfabrik Buckau R. Wolf Akt.-Ges., Magdeburg. Beschleunigungsfreier und überlastungssicherer Turasantrieb für die Eimerkette von Eimerkettenbaggern o. dgl. 16. IV. 34.
- Kl. 85 b, Gr. 2/01. P 71 309. Permutit Akt.-Ges., Berlin. Rührvorrichtung für Wasserreinigungs- und Erhärtungsanlagen. 21. V. 35. Großbritannien 22. V. 34.
- Kl. 85 c, Gr. 9/01. H 144 376. Otto Herzberger, München. Deckelverschluß für die Reinigungsöffnung von Fettfängern, Sinkkasten u. dgl. 19. VII. 35.

Bekanntgemacht im Patentblatt Nr. 27 vom 8. Juli 1937

und von demselben Tage an im Reichspatentamt ausgelegt.

- Kl. 4 c, Gr. 35. W 98 859. Reinhold Wagner, Berlin. Abdichtung für Trockengasbehälter; Zus. z. Pat. 427 145. 6. VI. 36.
- Kl. 5 c, Gr. 9/10. T 46 998. Heinrich Toussaint, Berlin-Lankwitz, und Bochumer Eisenhütte Heintzmann & Co., Bochum. Profil-

paar aus belagereisähnlichen Profilen für Grubenausbaurahmen od. dgl. 4. VI. 36.

- Kl. 19 a, Gr. 15. H 140 649. Karl Heilmann, Essen. Schraubenmutter-sicherung, insbesondere für den Eisenbahnoberbau. 12. VII. 34.
- Kl. 19 e, Gr. 1. H 142 172. Otto von Haselberg, Köln a. Rh. Gerät zum Verdichten von Schüttmassen; Zus. z. Pat. 639 457. 15. XII. 34.
- Kl. 20 i, Gr. 38. V 32 556. Vereinigte Eisenbahn-Signalwerke G. m. b. H., Berlin-Siemensstadt. Selbsttätiger Streckenblock; Zus. z. Pat. 605 137. 13. II. 36.
- Kl. 20 k, Gr. 9/01. A 78 740. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, Schweiz; Vertr.: Dr. H. Wirth, Rechtsanwalt, Berlin W 50. Aufhängung für Fahrdrähte gleisloser Bahnen; Zus. z. Ann. A 77 376. 5. III. 36.
- Kl. 34 i, Gr. 6. D 70 485. Ernst Dietrich, Weinheim i. B. Ablegetisch für verstellbare Zeichentische. 5. VI. 35.
- Kl. 37 b, Gr. 2/01. S 109 912. Wladimir Senuotvitch u. Emil Nobel, Paris; Vertr.: Dipl.-Ing. C. Huß, Pat.-Anw., Berlin SW 61. Zellenbaukörper aus ineinandergreifenden, aus faltbarem Werkstoff hergestellten Stegplatten. 29. VI. 33. Frankreich 2. VII. 32.
- Kl. 37 d, Gr. 24/09. K 129 440. Dr. Kurt Gottschaldt, Bonn a. Rh. Einseitig durchsichtige Fenster-, Tür- oder Wandscheibe mit Gitterauflage. 10. III. 33.
- Kl. 37 d, Gr. 36/01. E 48 363. Albert Ewen, Kassel-Wilhelmshöhe. Drahtzaun, dessen Querstäbe die Längsdrähte umfassen. 16. V. 36.
- Kl. 37 f, Gr. 2/02. R 89 066. August Rolf, München. Verschuß für Silos. 25. X. 33.
- Kl. 42 e, Gr. 23/15. S 113 606. Siemens & Halske Akt.-Ges., Berlin-Siemensstadt. Meßdruckgeber zur Durchflußmessung in Rohrleitungen, vorzugsweise solchen mit großem Querschnitt. 13. IV. 34.
- Kl. 80 a, Gr. 34/01. B 169 258. Paul Bruns, Emden. Formvorrichtung zum Herstellen von großen, schweren Betonrohren mit ebener Sohlenseite und profilierten Enden. 1. IV. 35.
- Kl. 80 b, Gr. 25/01. K 123 870. Dipl.-Ing. Ernst Koch, London; Vertr.: Dipl.-Ing. W. R. Roederer, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Verwendung bituminöser und teeriger Massen für Straßenbauzwecke. 19. I. 32.
- Kl. 80 b, Gr. 25/01. K 138 455. Dipl.-Ing. Ernst Koch, London; Vertr.: Dipl.-Ing. W. R. Roederer, Pat.-Anw., Berlin SW 11. Bindemittel für den Straßenbau oder ähnliche Zwecke. 19. I. 32.
- Kl. 84 a, Gr. 3/14. V 29 995. Fa. J. M. Voith, Heidenheim, Brenz. Einrichtung zum selbsttätigen Regeln der Einstellung von hydraulisch z. betätigenden Wehren. 6. X. 33. Österreich 6. X. 32.
- Kl. 84 d, Gr. 2. K 131 526. Fried. Krupp Akt.-Ges., Essen. Eimerkettenbagger mit einer in der Höhenrichtung schwenkbar und verschiebbar angeordneten Eimerinne. 16. IX. 33.
- Kl. 84 d, Gr. 2. K 139 342. Fried. Krupp Akt.-Ges., Essen. Bagger für Hoch- und Tiefschnitt. 19. IX. 35.
- Kl. 84 d, Gr. 2. L 86 898. Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft, Lübeck, Kleinbagger mit einem Förderband zum Ausheben von Baugruben, für Straßenbauarbeiten und ähnliche Erdarbeiten kleineren Umfangs. 6. XI. 34.
- Kl. 85 b, Gr. 1/07. K 139 636. Kali-Forschungs-Anstalt G. m. b. H., Berlin. Verfahren zur Behandlung von Wasser zwecks Entfernung von Eisen und Kohlen-säure sowie zur Verhinderung der Korrosion. 25. IX. 36.
- Kl. 85 b, Gr. 3/02. M 128 622. Philipp Müller G. m. b. H., Stuttgart. Vorrichtung zum Dosieren von Reagenzien für Wasserent-härtungsanlagen; Zus. z. Pat. 596 184. 19. IX. 34.
- Kl. 85 c, Gr. 6/07. B 173 435. Bamag-Meguain Akt.-Ges., Berlin. Teleskopartig verstellbares Abflußrohr für Abwasserkläranlagen; Zus. z. Ann. B 161 279. 19. III. 36.
- Kl. 85 e, Gr. 9/01. D 72 313. Ernst Döring, Hamburg. Doppelklappensperre für Kanalrohre. 12. III. 36.
- Kl. 85 e, Gr. 9/01. H 143 440. August Hartmann, Bramfeld-Hellbrook, Post Hamburg. Aus zwei Klappen bestehende, in Kanalrohre einzusetzende Rattensperre. 13. IV. 35.